

Słownik astronomiczny

Wszechświat

Opracowany na podstawie : Encyklopedia PWN „Natura”

2012

Abbe ERNST, ur. 23 I 1840, Eisenach, zm. 14 I 1905, Jena, fizyk niemiecki; współzałożyciel (1866) zakładów opt. Zeissa; 1870–96 profesor uniw. w Jenie; także dyr. obserwatorium astr. tamże; skonstruował wiele przyrządów opt. (refraktometr Abbego, obiektyw achromatyczny i in.), oprac. (1872) teorię mikroskopu opt., sformułował warunek poprawnej konstrukcji przyrządów do pomiaru długości (tzw. postulat Abbego).

**

Abbot [äbət] CHARLES GREELEY, ur. 31 V 1872, Wilton (stan New Hampshire), zm. 17 XII 1973, Waszyngton, astrofizyk amerykański; dyrektor obserwatorium astronomicznego w Waszyngtonie; wyznaczył z dużą dokładnością wartość stałej słonecznej; prace z aktynometrii

**

aberracja światła, *astr.* pozorne odchylenie położenia obserwowanego ciała niebieskiego na sferze niebieskiej od jego położenia rzeczywistego wywołane zmianą kierunku promieni świetlnych wskutek ruchu Ziemi; poglądowo zjawisko aberracji światła wyjaśnia się jako wynik sumowania wektorów prędkości obserwatora i prędkości światła; **aberracja światła roczna** jest skutkiem ruchu obiegowego Ziemi; gwiazdy zataczają w ciągu roku elipsy aberracyjne wokół ich średnich położzeń na sferze niebieskiej; **aberracja światła dzienna** jest wynikiem obrotu Ziemi; **aberracja światła wiekowa** jest wywołana ruchem Układu Słonecznego jako całości; aberrację światła odkrył 1728 J. Bradley.

**

absorpcja międzygwiazdowa, *astr.* > ekstynkcja międzygwiazdowa.

**

Abu al-Wafa MUHAMMAD IBN MUHAMMAD, **Muhammad Ibn Muhammad Abū al-Wafā'**, ur. 10 VI 940, Buzdżan (ostan Chorasan, Iran), zm. 1 VII 998, Bagdad, arabski matematyk i astronom; oprac. tablice sinusów (co 15° z dokładnością ośmiu znaków dziesiętnych) i tangensów, odkrył nierównomierność w ruchu Księżyca (tzw. wariację).

**

Abzu, Apsu, w mitologii staroż. Mezopotamii odwieczny ocean słodkich wód podziemnych, reprezentujący pierwiastek męski; władał nim Enki; wraz z Tiamat pierwiastek kształtującego się wszechświata.

**

Acamar, ☉ *Eridani*, gwiazda leżąca w gwiazdozbiornie Erydanu;

Oznaczenie: ☉ Eridani

Rodzaj obiektu: gwiazda podwójna

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; Erydan

Współrzędne i odległość od Ziemi: θ^1 Eri rektascensja: 2^h 58^m 15^s

deklinacja: -40° 18' 161 l.św. = 49 pc = 10 181 640 AU, θ^2 Eri rektascensja: 2^h 58^m 16^s deklinacja: -40° 18' 161 l.św. = 49 pc = 10 181 640 AU

Typ widmowy i klasa jasności: A4III (dla całego układu), A3V (θ^1 Eri), A2 (θ^2 Eri)

Jasność absolutna: układ: $-0,59^m$

Jasność widoma (obserwowana): układ: $+2,88^m$; jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: $+3,4^m$ (θ^1 Eri), $+4,4^m$ (θ^2 Eri)

Temperatura efektywna: układ: 8300 K

ma jasność widomą $3^m 24$; Acamar jest olbrzymem 100 razy jaśniejszym od Słońca; odległość od Ziemi 161 lat świetlnych.

**

ACE, ang. **Advanced Composition Explorer**, amerykański próbnik kosmiczny; wyniesiony w przestrzeń międzyplanetarną 25 VIII 1997 przez raketę Delta; krąży po orbicie wokół punktu Lagrange'a w układzie Słońce–Ziemia, oddalonego ok. 1,5 mln km od Ziemi. Zadaniem misji jest przeprowadzenie kompleksowych pomiarów strumieni populacji cząstek obecnych w ośrodku międzyplanetarnym w szerokim zakresie ich energii; gł. celem wykonywanych pomiarów jest określenie i porównanie składu pierwiastkowego, izotopowego oraz stopnia jonizacji materii pochodzenia słonecznego, międzyplanetarnego i galaktycznego. Badania ACE służą poznaniu m.in.: procesów powstawania oraz ewolucji materii słonecznej i galaktycznej, kształtowania się i struktury korony słonecznej, procesu propagacji wiatru słonecznego w bliskim otoczeniu Słońca, wpływu rozbłysków słonecznych na zmianę właściwości fiz. plazmy wypływającej ze Słońca, efektów oddziaływania wiatru słonecznego i cząstek emitowanych w trakcie rozbłysków na atmosferę i magnetosferę Ziemi oraz materię księżycową, a także mechanizmów fiz. odpowiedzialnych za transport cząstek i ich akcelerację w przestrzeni kosmicznej.

**

Achernar, α Eridani, najjaśniejsza gwiazda w gwiazdozbiornie Erydanu;

Oznaczenie: α Eridani

Rodzaj obiektu: gwiazda pojedyncza

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; Erydan

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: $1^h 37^m 42^s$ deklinacja: $-57^\circ 15' 14''$ l.św. = 44 pc = 9 106 560 AU

Typ widmowy i klasa jasności: B3V

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: $-2,77^m$

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: $+0,46^m$

Temperatura efektywna: układ: 18700 K

wizualna wielkość gwiazdowa $0^m 46$; jest karłem 5500 razy jaśniejszym od Słońca; odległa od Ziemi o 144 lata świetlne.

**

achondryty [gr. a- 'nie', *chóndros* 'bryłka'], meteoryty kamienne (*aerolity*); składają się gł. z minerałów krzemianowych z grup piroksenów i plagioklazów, są pozbawione

specyficznych dla meteorytów kulistych krystalicznych skupień, zw. chondrami (**chondryty**); pod względem składu chem., mineralnego i struktury najbardziej ze wszystkich meteorytów są zbliżone do niektórych skał ziemskich (anortozytów i gabr).

**

Acrux, α *Crucis*, jaśniejszy składnik gwiazdy wielokrotnej leżącej w gwiazdozbiornie Krzyż Południa;

Oznaczenie: α *Crucis*

Rodzaj obiektu: gwiazda wielokrotna

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; **Krzyż Południa**

Współrzędne i odległość od Ziemi: α^1 *Cru* rektascensja: 12^h 26^m 36^s

deklinacja: -63° 06' 320 l.św. = 98 pc = 20 236 800 AU, α^2 *Cru* rektascensja: 12^h 26^m 37^s deklinacja: -63° 06' 320 l.św. = 98 pc = 20 236 800 AU

Typ widmowy i klasa jasności: B0IV (α^1 *Cru*)

Jasność absolutna: układ: -4,19^m

Jasność widoma (obserwowana): układ: +0,76^m; jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: +1,33^m (α^1 *Cru*), +2,1^m (α^2 *Cru*)

Temperatura efektywna: temperatura składników układu lub gwiazdy pojedynczej: α^1 *Cru* — 27000 K

gwiazda podwójna spektroskopowo; jasność widoma 1^m 33 (łączna jasność widoma układu 0^m 76); jest podolbrzymem 30 tysięcy razy jaśniejszym od Słońca; odległa od Ziemi o około 320 lat świetlnych.

**

„Acta Astronomica”, astr. kwartalnik nauk., założony 1925 przez T. Banachiewicza; od 1990 wydawane przez Fundację Astronomii Polskiej w Warszawie.

**

Adams [ədɛmz] JOHN COUCH, ur. 5 VI 1819, Laneast (Kornwalia), zm. 21 I 1892, Cambridge (hrab. Cambridgeshire), bryt. astronom i matematyk; od 1858 profesor uniwersytetu w Cambridge, od 1861 dyr. obserwatorium astr. tamże; czł. Tow. Król. w Londynie; na podstawie analizy ruchu Urana obliczył 1845 (niezależnie od U.J.J. Le Verriera) elementy orbity nieznanej wówczas planety Neptuna, wykazał, że Leonidy (rój meteorów) są związane z kometą Tempel-Tuttle'a.

**

Adams [ədɛmz] WALTER SYDNEY, ur. 20 XII 1876, Kassab (Syria), zm. 11 V 1956, Pasadena (USA), astrofizyk amerykański; 1923–46 dyr. obserwatorium na Mount Wilson; prace w dziedzinie spektroskopii Słońca, gwiazd i materii międzygwiazdowej; 1914 współtwórca metody **paralaks** spektroskopowych; badał widmo białego karła (Syriusz B) w celu potwierdzenia grawitacyjnego przesunięcia linii widmowych ku czerwieni przewidzianego przez ogólną teorię względności; wykrył dwutlenek węgla w atmosferze Wenus, zmierzył ilość pary wodnej i tlenu w atmosferze Marsa.

**

Adhara, ϵ *Canis Majoris*, druga pod względem jasności gwiazda w gwiazdozbiorze Wielkiego Psa;

Oznaczenie: ϵ Canis Majoris

Rodzaj obiektu: gwiazda podwójna (jaśniejszy składnik gwiazdy podwójnej)

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; [Wielki Pies](#)

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: $6^{\text{h}} 58^{\text{m}} 38^{\text{s}}$ deklinacja: -28°
58' 430 l.św. = 132 pc = 27 193 200 AU

Typ widmowy i klasa jasności: B2II

Jasność absolutna: układ: $-4,11^{\text{m}}$

Jasność widoma (obserwowana): układ: $+1,50^{\text{m}}$

Temperatura efektywna: układ: 19000 K

jest jaśniejszym składnikiem gwiazdy podwójnej; jasność widoma $1^{\text{m}} 50$; olbrzym 20 tys. razy jaśniejszy od Słońca; odległa od Ziemi o 430 lat świetlnych.

**

Aditjowie [sansk. *āditya*], *mit. ind.* grupa wedyjskich bogów słonecznych, synów Aditi, którym przewodzi Waruna; Aditjowie są strażnikami kosm. porządku (ryta), oddalają zło, wymierzają sprawiedliwość, karzą za grzechy; początkowo wymieniano 6, lub, najczęściej 7 Aditjów, potem przyjęto liczbę 12 jako odpowiednik 12 miesięcy; najważniejsi to: Mitra, Arjaman, Bhaga, czasem do grupy tej zalicza się także Sawitara, Surję, Wisznu, Indrę.

**

Adonaj [hebr., '(mój) Pan'], jedno z imion Boga w *Starym Testamencie*; w judaizmie tak najczęściej jest czytany tetragram JHWH.


**

Adrastea, *astr.* księżyc Jowisza, drugi licząc wg rosnącej odległości od planety.

**

Adres Ziemianina

Gdyby się pokusić o spisanie dokładnego adresu Ziemianina to brzmiałby on następująco:

- Wszechświat,
 - Lokalna Supergromada,
 - Gromada Lokalna,
 - Galaktyka, jedna ze spiralnych galaktyk w tej Gromadzie Lokalnej,
 - skraj jednego z ramion Galaktyki,
 - Słoneczny układ planetarny — około 8,5 kpc od centrum Galaktyki (tabela: )
- Najbliższe gwiazdy,
- Ziemia — trzecia od centralnej gwiazdy — Słońca — planeta Układu Słonecznego.

Magdalena Kożuchowska

**

ADS, ang. *New General Catalogue of Double Stars*, katalog gwiazdowy opublikowany 1932 przez R.G. Aitkena; zawiera opis 17 180 gwiazd podwójnych.

**

aerolity [gr. *aēr* 'powietrze', *lithos* 'kamień'], meteoryty kamienne zbudowane gł. z krzemianów, z podrzędnym tylko udziałem nikielonośnego żelaza i związków niekrzemianowych; aerolity dzielą się na 2 gł. grupy: **chondryty** i **achondryty**.

**

Afrodyta, Aphrodītē, *mit. gr.* bogini pożądania i przyjemności seksualnej; utożsamiana z rzym. Wenus; pewne cechy Afrodyty wskazują na jej wschodnie pochodzenie (Asztarte); Afrodyta rozłącza opiekę nad kochankami (Jazon i Medea) i ucieleśnia zmysłowe piękno, któremu każdy musi ulec (Hipolit, Pazyfae); wg jednej z wersji miała powstać z piany mor. (gr. *aphrós*) zroszonej krwią okaleczonego boga nieba, Uranosa (Afrodyta Urania), wg innej, była córką Zeusa i Dione, boginią miłości zmysłowej, powszechnie spotykanej (Afrodyta Pandemia); obok żeńskiego pojawia się też aspekt męski Afrodyty (kult brodatej Afrodyty i męskiego Afroditosa); atrybuty Afrodyty: przepaska i zwierciadło, róża i mirt, gołąb i wróbel, łabędź, zając i kozioł; czczona gł. na Cyprze (sanktuaria w Pafos i Amathus), w Azji Mniejszej, Atenach (tzw. świątynia Afrodyty i Erosa w ogrodach), południowej Italii i na Sycylii. Najslawniejsze przedstawienia Afrodyty w sztuce gr. to: *Afrodyta z Knidos* Praksytelesa z IV w., *Afrodyta Medycejska*, *Afrodyta Kapitołińska* oraz *Afrodyta z Melos* (*Wenus z Milo*); w sztuce nowoż. temat podejmowany m.in. przez S. Botticellego, Tycjana, Tintoretta.

**

Agassiz [agasi] JEAN LOUIS RODOLPHE, ur. 28 V 1807, Môtier-en-Vully (kanton Fryburg), zm. 14 XII 1873, Cambridge (stan Massachusetts, USA), szwajcarski zoolog, paleontolog, geolog, wykładowca. Od 1832 profesor uniw. w Neuchâtel, od 1848 Uniw. Harvarda w Cambridge, założyciel Muzeum Zoologii Porównawczej tamże; badania nad kopalnymi szkarłupniami, mięczakami, rybami; rozwinął prace w dziedzinie anatomii porównawczej; przeciwnik ewolucjonizmu (zwolennik kreacjonizmu); zajmował się glaciologią, pierwszy wyraził pogląd o istnieniu wielkiego zlodowacenia w czwartorzędzie; autor: *Recherches sur les poissons fossils* (t. 1–5 1833–44), *Études sur les glaciers* (1840), *The Structure of Animal Life* (1862), *Methods of Study in Natural History* (1863).

**

Agena, Hadar, β *Centauri*, druga pod względem jasności gwiazda w gwiazdozbiornie Centaura;

Oznaczenie: β Centauri

Rodzaj obiektu: gwiazda podwójna (jaśniejszy składnik gwiazdy podwójnej)

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; **Centaur**

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: $14^{\text{h}} 03^{\text{m}} 50^{\text{s}}$ deklinacja: $-60^{\circ} 22' 525$ l.św. = 161 pc = 33 201 000 AU (według innych źródeł 335 lat świetlnych)

Typ widmowy i klasa jasności: B1III

Jasność absolutna: układ: $-4,4^{\text{m}}$

Jasność widoma (obserwowana): układ: $+0,61^{\text{m}}$

Temperatura efektywna: układ: 24000 K

olbrzym.

**

AGK, niem. **Katalog der Astronomischen Gesellschaft**, katalog gwiazdowy zaproponowany 1867 przez F.W. Argelandera; w pierwszej wersji zawierał opisy ok. 190 tys. gwiazd nieba północnego i części południowej; od 1969 istnieje na taśmach magnet. AGK 3, podający również ruchy własne gwiazd.

**

AGN, *astr.* → [aktywne jądra galaktyk](#).

**

Ahura Mazda, Auramazda, Ohrmazd, Ormuzd [staroirań., 'pan mądry'], najwyższy bóg w niektórych religiach przedawestyjskich (tzn. przed reformą Zaratusztry) oraz w zaratusztrianizmie i jego późniejszej odmianie zoroastryzmie. W teologii zaratusztriańskiej Ahura Mazda emanował z siebie Spenta Mainju ['duch stwórcy'], ducha dobra, światła, życia, którego przeciwnikiem jest Aryman (Angra Mainju) ['duch zniszczenia']; w *Aweście* Ahura Mazda jest identyfikowany z dobrym duchem walczącym ze złym Arymanem, walka między nimi wyznacza dzieje świata; w późniejszych źródłach (od III w.) ojcem bliźniaczych duchów Ahura Mazdy i Arymana jest Zurwan ['czas']; w walce z Arymanem pomagają Ahura Mazdzie Amesza Spenta (uosobienie dobrych mocy); wyobrażeniem Ahura Mazdy jest uskrzydłony dysk słoneczny, symbolem — oczyszczający ogień.

**

Airy [eəri] Sir GEORGE BIDDELL, ur. 27 VII 1801, Alnwick, zm. 21 I 1892, Greenwich, astronom brytyjski; 1826–35 profesor uniwersytetu w Cambridge, od 1828 dyr. obserwatorium astr. tamże, 1835–81 dyr. obserwatorium astr. w Greenwich; prace w dziedzinie astronomii teoretycznej i optyki astr.; oprac. m.in. metodę wyznaczania paralaksy Słońca, odkrył klasę funkcji cylindrycznych (funkcje Airy'ego), ważną w optyce teoretycznej; odkrył astygmatyzm oka ludzkiego i w celu korekcji tej wady wprowadził okulary z soczewkami sferyczno-cylindrycznymi.

**

Aitken [eɪtkɪn] ROBERT GRANT, ur. 31 XII 1864, Jackson (stan Kalifornia), zm. 29 X 1951, Berkeley (tamże), astronom amerykański; od 1930 dyr. Lick Observatory na Mount Hamilton (Kalifornia); prowadził obserwacje i pomiary gwiazd podwójnych (odkrył 3100 par), oprac. katalog zawierający 17 180 gwiazd podwójnych; badał satelity planet.

**

Akadów religia, *religiozn.* → [babilońsko-asyryjska religia](#).

**

akrecja [łac. *accretio* 'przyrastanie'], *astr.* spadanie rozproszonej materii na powierzchnię gwiazdy lub do czarnej dziury. Podczas akrecji energia mechaniczna

opadającej materii zamienia się w ciepło, czemu towarzyszy emisja promieniowania elektromagnetycznego. W większości wypadków, a zwłaszcza w układach podwójnych, materia podlegająca akrecji ma znaczny moment pędu, uniemożliwiający bezpośrednie opadnięcie na powierzchnię gwiazdy; etapem pośrednim jest utworzenie się wokół gwiazdnego obracającego się dysku, tzw. **dysku akrecyjnego**; dopiero utrata momentu pędu przez część cząstek w wyniku oddziaływań z materią dysku powoduje ich dalsze opadanie.

**

aktywne jądra galaktyk, ang. **Active Galactic Nuclei (AGN)**, centralne części **galaktyk aktywnych**; procesy generowania energii w AGN są związane z obecnością masywnej (o masie powyżej miliona mas Słońca) czarnej dziury; akrecja (spadek) materii na obracającą się **czarną dziurę** jest najwydajniejszym znanym procesem generowania energii w przyrodzie — pozwala zamienić na energię do kilkunastu procent masy spoczynkowej opadającej materii; duża jasność AGN sprawia, że galaktyki aktywne można obserwować nawet z bardzo dużych odległości (porównywalnych z rozmiarami obserwowalnej części Wszechświata).

**

aktywność magnetyczna gwiazd, zespół zjawisk zachodzących na powierzchni i w atmosferze chłodnych gwiazd mających podfotosferyczną warstwę konwektywną; jest wynikiem oddziaływania pól magnet. z ruchami materii w zewn. warstwach gwiazd; najlepiej zaobserwowana na Słońcu (**aktywność słoneczna**).

**

aktywność promieniotwórcza, szybkość rozpadu jąder substancji promieniotwórczej określana liczbą rozpadów jąder atomowych danej próbki substancji promieniotwórczej w jednostce czasu; aktywność promieniotwórcza jest proporcjonalna do liczby jąder promieniotwórczych $N(t)$ zawartych w chwili t w próbce substancji: $A = \lambda N(t)$, gdzie λ — prawdopodobieństwo rozpadu jednego jądra w jednostce czasu, zwana stałą rozpadu promieniotwórczego danej substancji; zgodnie z prawem **rozpadu promieniotwórczego**, aktywność promieniotwórcza zanika wykładniczo w czasie; jeśli jądra promieniotwórcze próbki mogą rozpadać się na n różnych sposobów, to całkowite prawdopodobieństwo rozpadu jest sumą prawdopodobieństw poszczególnych rodzajów rozpadu $\lambda = \sum_{i=1}^n \lambda_i$, zaś aktywność promieniotwórcza próbki jest sumą aktywności odpowiadających tym rozpadom; aktywność promieniotwórcza nie zależy od rodzaju związku chemicznego, w którym występują dane atomy promieniotwórcze, temperatury ani ciśnienia; jednostką aktywności promieniotwórczej w układzie SI jest bekerel (Bq), jednostkami pozaukładowymi zaś są: kiur (Ci) — $1 \text{ Ci} = 37 \text{ GBq}$, oraz rutherford (Rd) — $1 \text{ Rd} = 1 \text{ MBq}$; stosunek aktywności promieniotwórczej próbki do jej masy lub objętości nazywa się **aktywnością właściwą** i wyraża się w Bq/kg lub Bq/m³ (Ci/g lub Ci/cm³).

**

aktywność słoneczna, **aktywność magnetyczna Słońca**, zespół zjawisk obserwowanych w atmosferze Słońca (plamy słoneczne, bryzgi chromosferyczne, fiolety, pochodnie słoneczne, protuberancje, rozbłyski słoneczne) związany z wpływaniem pola magnetycznego z jego wnętrza. Zjawiska te występują ze zmieniającym się okresowo natężeniem (okres średnio ok. 11,4 lat, 8–17 lat w różnych cyklach); miarą aktywności słonecznej są zazwyczaj tzw. liczby Wolfa,

określające liczbę plam i ich grup w fotosferze Słońca; są one w czasie maksimum aktywności słonecznej średnio 20 razy większe niż w czasie minimum; przyczyną zmian aktywności słonecznej są zjawiska magnetyczne zachodzące w zewnętrznych warstwach Słońca, o czym świadczy wzrost natężenia pola magnetycznego w obszarach aktywnych; decydujący wpływ na te zjawiska ma prawdopodobnie niejednorodny obrót zewnętrznych warstw Słońca, gdyż obszary aktywne występują w obrębie pasa o szerokości 35° po obu stronach równika słonecznego; aktywność słoneczna wywiera wpływ na stan fizyczny atmosfery Ziemi. Przejawy aktywności podobnej do aktywności słonecznej obserwuje się na wielu innych chłodnych gwiazdach; zmienia się ona z okresami podobnymi do cyklu słonecznego, przy czym szybko rotujące gwiazdy są dużo aktywniejsze od rotujących tak wolno jak Słońce.

**

Akwarydy, *astr.* 3 roje meteorów o radiantach w gwiazdozbiorze Wodnika (*Aquarius*); maksima obfitości ok. 4 V, 28 VII i 5 VIII; Akwarydy pochodzą prawdopodobnie z rozpadania się komety Halleya.

**

Alahatala [arab. *Allah ta'ala* 'Bóg Wszechmocny'], Istota Najwyższa, bóg-stwórca w wierzeniach ludów na wyspie Seram (wschodnia Indonezja); wyobrażany w postaci ludzkiej, przebywa na szczycie niewidzialnej 9-piętrowej góry kosm. utożsamianej ze świętą górą Murkele.

**

Alamak, *astr.* → [Almaak](#).

**

Albategnius, arabski astronom i matematyk, → [Battani](#), [Al-](#).

**

albedo [łac., 'białość'], wielkość charakteryzująca zdolność odbijania promieniowania przez daną powierzchnię; w astronomii stosuje się albedo Bondy, określone jako stosunek strumienia odbitego we wszystkich kierunkach od powierzchni (np. planety, jej satelity) do całkowitego strumienia docierającego do niej od Słońca; średnie albedo w świetle widzialnym wynosi: Merkury 0,06, Wenus 0,60, Ziemia 0,39, Mars 0,16, Jowisz 0,70, Saturn 0,75, Uran 0,50, Neptun 0,82, Pluton 0,15, Księżyc 0,07, jądro komety Halleya 0,03.

**

Albireo, β *Cygni*, piąta pod względem jasności gwiazda w gwiazdozbiorze Łabędzia;

Oznaczenie: β *Cygni*

Rodzaj obiektu: gwiazda wielokrotna (optycznie podwójna)

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; [Łabędź](#)

Współrzędne i odległość od Ziemi: Albireo rektascensja: 19^h 30^m 43^s

deklinacja: 27° 58' 385 l.św. = 118 pc = 24 347 400 AU, Beta Cygni B rektascensja:

19^h 30^m 45^s deklinacja: 27° 58' 385 l.św. = 118 pc = 24 347 400 AU

Typ widmowy i klasa jasności: K3II (Albireo), B8V (Beta Cygni B)

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: -2,32^m (Albireo), -0,25^m (Beta Cygni B)

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: +3,05^m (Albireo), +5,1^m (Beta Cygni B)

Temperatura efektywna: temperatura składników układu lub gwiazdy pojedynczej: Albireo — 4000 K

jedna z gwiazd tworzących Krzyż Północy; jasność widoma 3,08^m; Albireo jest olbrzymem 1300 razy jaśniejszym od Słońca; optycznie podwójna; odległa od Układu Słonecznego o ok. 390 lat świetlnych.

**

Alchwarizmi, arabski matematyk i astronom, → [Chuwarizmi](#), [Al-Muhammad Ibn Musa](#).

**

Alcor, Alkor, 80 *Ursae Maioris*, gwiazda pulsująca leżąca w gwiazdozbiornie Wielkiej Niedźwiedzicy;

Oznaczenie: 80 Ursae Maioris

Rodzaj obiektu: gwiazda podwójna (widoczny tylko jaśniejszy składnik)

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; [Wielka Niedźwiedzica](#)

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: 13^h 25^m 13^s deklinacja: 55° 00' 81 l.św. = 25 pc = 5 122 440 AU

Typ widmowy i klasa jasności: A5V

Jasność absolutna: układ: +2,09^m

Jasność widoma (obserwowana): układ: +4,01^m

Temperatura efektywna: układ: 8200 K

ma jasność widomą 4,01^m; jest karłem 14 razy jaśniejszym od Słońca; odległa o 81,1 lat świetlnych od Ziemi.

**

Alcyone, Alkione, η *Tauri*, najjaśniejsza gwiazda w Plejadach;

Oznaczenie: η Tauri

Rodzaj obiektu: gwiazda pojedyncza

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; [Byk](#)

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: 3^h 47^m 29^s deklinacja: 24° 07' 385 l.św. = 118 pc = 24 347 400 AU

Typ widmowy i klasa jasności: B7III

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: -2,41^m

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: +2,87^m

Temperatura efektywna: układ: 13200 K

ma jasność widomą $2,87^m$; jest olbrzymem 1800 razy większym od Słońca; odległa o 370 lat świetlnych od Ziemi.

**

Aldebaran, α *Tauri*, najjaśniejsza gwiazda w gwiazdozbiornie Byka;

Oznaczenie: α Tauri

Rodzaj obiektu: gwiazda wielokrotna (najjaśniejszy składnik układu)

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; [Byk](#)

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: $4^h 35^m 55^s$ deklinacja: $16^\circ 30' 65$ l.św. = 20 pc = 4 110 600 AU

Typ widmowy i klasa jasności: K5III

Jasność absolutna: układ: $-0,63^m$

Jasność widoma (obserwowana): układ: $+0,87^m$

Temperatura efektywna: układ: 4000 K

jasność widoma $0,85^m$; olbrzym 400 razy jaśniejszy od Słońca; odległa od Ziemi o 65,1 lat świetlnych.

**

Alderamin, α *Cephei*, najjaśniejsza gwiazda w gwiazdozbiornie Cefeusza;

Oznaczenie: α Cephei

Rodzaj obiektu: gwiazda pojedyncza

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; [Cefeusz](#)

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: $21^h 18^m 35^s$ deklinacja: $62^\circ 35' 48,8$ l.św. = 15 pc = 3 086 112 AU

Typ widmowy i klasa jasności: A7V

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: $+1,57^m$

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: $+2,44^m$

Temperatura efektywna: układ: 8000 K

jasność widoma $2,44^m$; karzeł 20 razy jaśniejszy od Słońca; odległa od Ziemi o 48,8 lat świetlnych.

**

Aldrin [ɔ:ldrin] EDWIN EUGENE , ur. 20 I 1930, Montclair (stan Nowy Jork), astronauta amerykański; uczestnik 2 załogowych lotów kosmicznych: 11–15 XII 1966 z J. Lovellem jako drugi pilot statku Gemini 12; 16–24 VII 1969 jako nawigator statku Apollo 11 i pilot lądownika księżycowego LM Eagle uczestniczył wraz z N. Armstrongiem i M. Collinsem w pierwszej w historii wyprawie człowieka na Księżyc; 20 VII 1969 wylądował wraz z Armstrongiem w lądowniku księżycowym na obszarze Morza Spokoju, a 21 VII 1969 jako drugi w historii człowiek (po Armstrongu) stanął na powierzchni Księżyca.

**

Alembert [alãbɛ:r] JEAN **Le Rond d'**, ur. 16 XI 1717, Paryż, zm. 29 X 1783, tamże, francuski filozof, matematyk i fizyk; od 1754 członek i od 1772 sekretarz Akademii Francuskiej; wraz z D. Diderotem był założycielem i współredaktorem *Wielkiej encyklopedii francuskiej*, w której kierował działami fizyki i matematyki; 1757 wskutek represji politycznej porzucił redakcję; jeden z głównych przedstawicieli filozofii francuskiej oświecenia; głosił program filozofii antyspekulatywnej, empirycznej, opartej na faktach doświadczenia zmysłowego, rozwijał materialistyczną interpretację przyrody (*L'essai sur les éléments de philosophie...* 1759); jego główne prace matematyczne dotyczyły teorii równań różniczkowych zwyczajnych i cząstkowych, a prace fizyczne — mechaniki teoretycznej (*Traité de dynamique* 1743); zajmował się też estetyką i muzyką (*De la liberté en musique* 1759); inne ważniejsze prace: *Les recherches sur la précision des équinoxes* (1749), *Wstęp do encyklopedii* (1751, wydanie polskie 1954), *Recherches sur différents points importants du système du monde* (1754).

**

alert [fr. *alerte* 'alarm'], *geofiz.* stan międzynarodowy pogotowia obserwacyjnego w okresach wzmożonej aktywności Słońca, silnych zaburzeń magnetycznych.

**

alfa, *astr.* α , oznaczenie zazwyczaj najjaśniejszej gwiazdy w danym gwiazdozbiore np. α *Tauri* — najjaśniejsza gwiazda w gwiazdozbiore Byka (*Taurus*).

**

Alfa Centauri, α *Centauri*, gwiazda wielokrotna (potrójna) w gwiazdozbiore Centaura;

Oznaczenie: α Cen

Rodzaj obiektu: gwiazda wielokrotna (potrójna)

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; **Centaur**

Współrzędne i odległość od Ziemi: Alfa Centauri A rektascensja: $14^{\text{h}} 39^{\text{m}}$

36^{s} deklinacja: $-60^{\circ} 50' 4,4$ l.św. = 1 pc = 278 256 AU, Alfa Centauri B rektascensja:

$14^{\text{h}} 39^{\text{m}} 36^{\text{s}}$ deklinacja: $-60^{\circ} 50' 4,4$ l.św. = 1 pc = 278 256 AU, Proxima rektascensja:

$14^{\text{h}} 29^{\text{m}} 43^{\text{s}}$ deklinacja: $-62^{\circ} 40' 4,2$ l.św. = 1 pc = 265 608 AU

Typ widmowy i klasa jasności: G2V (Alfa Centauri A), K5V (Alfa Centauri B), M5V (Proxima)

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: $+4,40^{\text{m}}$ (Alfa Centauri A), $+5,73^{\text{m}}$ (Alfa Centauri B), $+15,1^{\text{m}}$ (Proxima)

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: $-0,01^{\text{m}}$ (Alfa Centauri A), $+1,33^{\text{m}}$ (Alfa Centauri B), $+11,01^{\text{m}}$ (Proxima)

Temperatura efektywna: temperatura składników układu lub gwiazdy pojedynczej: Alfa Centauri A — 6000 K, Proxima — 3200 K

składa się z gwiazdy podwójnej, którą tworzą Rigil Centaurus (Alfa Centauri A, Toliman) o jasności widomej $-0,01^{\text{m}}$ i Alfa Centauri B o jasności widomej $1,33^{\text{m}}$, oraz

bardzo oddalonej Proximy (Alfa Centauri C), która obiega te gwiazdy prawdopodobnie z okresem wielu milionów lat.

**

Alfvén [alwɛ:n] HANNES OLOF GÖSTA, ur. 30 V 1908, Norrköping, zm. 2 IV 1995, Djursholm, szwedzki fizyk i astrofizyk; 1940–73 profesor Król. Inst. Technol. w Sztokholmie; czł. m.in. Szwedz. Król. Akad. Nauk; współtwórca magnetohydrodynamiki; za podstawowe prace w tej dziedzinie i ich zastosowanie do fizyki plazmy 1970 otrzymał (z L. Néel'em) Nagrodę Nobla; zajmował się również problemami astrofizyki, m.in. przedstawił teorię promieniowania radioźródeł.

**

Algenib, γ Pegasi, gwiazda pusująca leżąca w gwiazdozbiornie Pegaza;

Oznaczenie: γ Pegasi

Rodzaj obiektu: gwiazda pojedyncza

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; Pegaz

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: $0^{\text{h}} 13^{\text{m}} 14^{\text{s}}$ deklinacja: $15^{\circ} 11' 333$ l.św. = 102 pc = 21 058 920 AU

Typ widmowy i klasa jasności: B2IV

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: -2,22^m

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: +2,83^m

Temperatura efektywna: układ: 21000 K

jasność widoma 2,83^m; podobnym 4600 razy jaśniejszy od Słońca; odległa od Ziemi o 333 lata świetlne.

**

Algieba, γ Leonis, druga pod względem jasności gwiazda w gwiazdozbiornie Lwa;

Oznaczenie: γ Leonis

Rodzaj obiektu: gwiazda podwójna

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; Lew

Współrzędne i odległość od Ziemi: γ^1 Leo rektascensja: $10^{\text{h}} 19^{\text{m}} 59^{\text{s}}$ deklinacja: $19^{\circ} 51' 125$ l.św. = 38 pc = 7 905 000 AU, γ^2 Leo rektascensja: $10^{\text{h}} 19^{\text{m}} 59^{\text{s}}$ deklinacja: $19^{\circ} 51' 125$ l.św. = 38 pc = 7 905 000 AU

Typ widmowy i klasa jasności: K0III (γ^1 Leo), G7III (γ^2 Leo)

Jasność absolutna: układ: -0,92^m

Jasność widoma (obserwowana): układ: +2,01^m; jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: +2,61^m (γ^1 Leo), +3,8^m (γ^2 Leo)

Temperatura efektywna: temperatura składników układu lub gwiazdy pojedynczej: γ^1 Leo — 4600 K

gwiazda podwójna, jaśniejszy składnik ma jasność widomą 2,61^m (łączna jasność

widoma układu $1,90^m$); Algieba jest olbrzymem 200 razy jaśniejszym od Słońca; odległa od Ziemi o 126 lat świetlnych.

**

Algol, β *Persei*, druga pod względem jasności gwiazda w gwiazdozbiorze Perseusza;

Oznaczenie: β Persei

Rodzaj obiektu: gwiazda podwójna (gwiazda zaćmieniowa o okresie orbitalnym 2,87 dnia; najjaśniejszy składnik układu)

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; [Perseusz](#)

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: $3^h 8^m 11^s$ deklinacja: $40^\circ 57' 93$ l.św. = 29 pc = 5 881 320 AU

Typ widmowy i klasa jasności: B8V (składnik jaśniejszy)

Jasność absolutna: układ: $-0,18^m$

Jasność widoma (obserwowana): układ: $+2,09^m$

Temperatura efektywna: temperatura składników układu lub gwiazdy pojedynczej: składnik jaśniejszy — 12000 K

jest gwiazdą zaćmieniową o okresie orbitalnym 2,87 dnia, odległą o 92,8 lat świetlnych od Ziemi; ma jasność widomą (poza zaćmieniami) $2,12^m$ i jest 200 razy jaśniejsza od Słońca.

**

Alhena, γ *Geminorum*, trzecia pod względem jasności gwiazda w gwiazdozbiorze Bliźniąt;

Oznaczenie: γ Geminorum

Rodzaj obiektu: gwiazda pojedyncza

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; [Bliźnięta](#)

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: $6^h 37^m 43^s$ deklinacja: $16^\circ 24' 105$ l.św. = 32 pc = 6 640 200 AU

Typ widmowy i klasa jasności: A0IV

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: $-0,61^m$

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: $+1,93^m$

Temperatura efektywna: układ: 10000 K

jasność widoma $1,93^m$; podolbrzym 200 razy jaśniejszy od Słońca; odległa od Ziemi o 105 lat świetlnych.

**

Alioth, ε *Ursae Maioris*, najjaśniejsza gwiazda w gwiazdozbiorze Wielkiej Niedźwiedzicy;

Oznaczenie: ε Ursae Maioris

Rodzaj obiektu: gwiazda pojedyncza (gwiazda magnetyczna o okresie zmian jasności 5,1 dnia)

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; [Wielka Niedźwiedzica](#)

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: 12^h 54^m 02^s deklinacja: 55° 57' 81 l.św. = 25 pc = 5 122 440 AU

Typ widmowy i klasa jasności: A0Vp

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: - 0,21^m

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: +1,77^m

Temperatura efektywna: układ: 9500 K

jedna z gwiazd Wielkiego Wozu; średnia jasność widoma 1,77^m; karzeł 100 razy jaśniejszy od Słońca; odległa od Ziemi o 80,9 lat świetlnych.

**

Alkaid, Benatnash, η *Ursae Maioris*, trzecia pod względem jasności gwiazda w gwiazdozborze Wielkiej Niedźwiedzicy;

Oznaczenie: η Ursae Maioris

Rodzaj obiektu: gwiazda pojedyncza

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; [Wielka Niedźwiedzica](#)

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: 13^h 47^m 32^s deklinacja: 49° 19' 101 l.św. = 31 pc = 6 387 240 AU

Typ widmowy i klasa jasności: B3V

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: - 0,60^m

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: +1,86^m

Temperatura efektywna: układ: 19000 K

jedna z gwiazd Wielkiego Wozu; ma jasność widomą 1,86^m; jest karłem 800 razy jaśniejszym od Słońca; odległa od Ziemi o 100 lat świetlnych.

**

Alkione, *astr.* → [Alcyone](#).

**

Alkor, *astr.* → [Alcor](#).

**

Allah, Allāh, nazwa jedyne go Boga w islamie; znane Arabom przed Mahometem (arab. *al-ilah* 'bóg' pokrewne z ogólnosemickim *el*, stąd m.in. aramejski *Alaha* i hebrajski *Elohim*); muzułm. koncepcja Boga wywodzi się z judaizmu i chrześcijaństwa, ale w islamie szczególnie jest podkreślona jedność i jedyność Allaha; jest on Stwórcą wszystkiego, zatem do niego wszystko należy i on jest

jedynym Władcą; Allah — największy Dobroczyńca człowieka, jest także jego sprawiedliwym Sędzią, Litościwym i Miłosiernym; dla tych, którzy mu bezwzględnie zaufali i oddali się całkowicie jest Opiekunem, Przewodnikiem i Obrońcą; atrybuty Allaha są wyrażone w Jego „99 najpiękniejszych imionach”.

**

Allen JAMES ALFRED **van**, fizyk amer., badacz promieniowania kosm., → [Van Allen James Alfred](#).

**

Aller [äɪəˈlɜː] LAWRENCE HUGH, ur. 24 IX 1913, Tacoma (stan Waszyngton), zm. 16 III 2003, Malibu, astrofizyk amerykański; profesor uniw. w Toronto, University of Michigan w Ann Arbor i University of California w Los Angeles; prace w dziedzinie spektroskopii gwiazdowej, badacz składu chem. Słońca, gwiazd i mgławic.

**

Almaak, Alamak, γ *Andromedae*, gwiazda wielokrotna leżąca w gwiazdozbiore Andromedy;

Oznaczenie: γ Andromedae

Rodzaj obiektu: gwiazda wielokrotna

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; [Andromeda](#)

Współrzędne i odległość od Ziemi: γ^1 *And* rektascensja: 2^h 03^m 53^s

deklinacja: 42° 20' 355 l.św. = 109 pc = 22 450 200 AU, γ^2 *And* rektascensja: 2^h 03^m 54^s deklinacja: 42° 20' 355 l.św. = 109 pc = 22 450 200 AU

Typ widmowy i klasa jasności: K3II (γ^1 *And*), A0 (γ^2 *And*)

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: - 3,09^m (γ^1 *And*)

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: +2,10^m (γ^1 *And*), +5,1^m (γ^2 *And*)

Temperatura efektywna: temperatura składników układu lub gwiazdy pojedynczej: γ^1 *And* — 4100 K

najjaśniejszy składnik ma jasność widomą 2,26^m; jest olbrzymem 2300 razy jaśniejszym od Słońca; odległa od Ziemi o 355 lat świetlnych

**

Almagest, zniekształcona przez Arabów nazwa dzieła Klaudiusza Ptolemeusza *Megálē syntaxis* [‘wielka księga’], pod którą jest znany ten największy zabytek starogr. wiedzy astr., zawierający wykład teorii geocentrycznej budowy świata; do czasów M. Kopernika A. stanowił podstawę wiedzy astr.; zawierał jeden z pierwszych katalogów gwiazd, podający położenie na sferze niebieskiej i jasności 1022 gwiazd oraz opis 48 gwiazdozbiorów; pierwsze drukowane wydania A. ukazały się w Wenecji 1515 (w języku łac.) i Bazylei 1538 (w języku gr.).

**

almukantar, almukantarat [arab.], okrąg na sferze niebieskiej przechodzący przez punkty o tej samej wysokości.

**

Alnair, α *Gruis*, najjaśniejsza gwiazda w gwiazdozbiore Żurawia;

Oznaczenie: α Gruis

Rodzaj obiektu: gwiazda pojedyncza

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; [Żuraw](#)

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: 22^h 08^m 14^s deklinacja: - 46° 58' 101 l.św. = 31 pc = 6 387 240 AU

Typ widmowy i klasa jasności: B7IV

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: - 0,73^m

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: +1,74^m

Temperatura efektywna: układ: 13000 K

jasność widoma 1,74^m; Alnair jest podobnym 400 razy jaśniejszym od Słońca; odległa od Ziemi o 101 lat świetlnych.

**

Alnath, El Nath, Elnoth, β *Tauri*, druga pod względem jasności gwiazda w gwiazdozbiore Byka;

Oznaczenie: β Tauri

Rodzaj obiektu: gwiazda pojedyncza

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; [Byk](#)

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: 5^h 26^m 17^s deklinacja: 28° 36' 131 l.św. = 40 pc = 8 284 440 AU

Typ widmowy i klasa jasności: B7III

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: - 1,37^m

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: +1,65^m

Temperatura efektywna: układ: 12000 K

jasność widoma 1,65^m; olbrzym 700 razy jaśniejszy od Słońca; odległa od Ziemi o 131 lat świetlnych.

**

Alnilam, ϵ *Orionis*, czwarta pod względem jasności gwiazda w gwiazdozbiore Oriona, środkowa w Pasie Oriona;

Oznaczenie: ϵ Orionis

Rodzaj obiektu: gwiazda pojedyncza

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; [Orion](#)

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: $5^{\text{h}} 36^{\text{m}} 12^{\text{s}}$ deklinacja: $-1^{\circ} 12' 1300$ l.św. = 399 pc = 82 212 000 AU

Typ widmowy i klasa jasności: B0Ia

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: $-6,38^{\text{m}}$

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: $+1,70^{\text{m}}$

Temperatura efektywna: układ: 26000 K

jasność widoma $1,70^{\text{m}}$; nadalbrzym 280 tysięcy razy jaśniejszy od Słońca; odległość od Ziemi 1300 lat świetlnych.

**

Alnitak, ζ *Orionis*, jasna gwiazda w gwiazdozbiornie Oriona, jedna z Pasa Oriona;

Oznaczenie: ζ Orionis

Rodzaj obiektu: gwiazda podwójna

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; [Orion](#)

Współrzędne i odległość od Ziemi: ζ^{A} *Ori* rektascensja: $5^{\text{h}} 40^{\text{m}} 46^{\text{s}}$ deklinacja: $-1^{\circ} 57' 817$ l.św. = 250 pc = 51 667 080 AU, ζ^{B} *Ori* rektascensja: $5^{\text{h}} 40^{\text{m}} 46^{\text{s}}$ deklinacja: $-1^{\circ} 57' 817$ l.św. = 250 pc = 51 667 080 AU

Typ widmowy i klasa jasności: O9Ib (ζ^{A} *Ori*), B3 (ζ^{B} *Ori*)

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: $-5,26^{\text{m}}$ (ζ^{A} *Ori*)

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: $+2,00^{\text{m}}$ (ζ^{A} *Ori*), $+4,2^{\text{m}}$ (ζ^{B} *Ori*)

Temperatura efektywna: temperatura składników układu lub gwiazdy pojedynczej: ζ^{A} *Ori* — 30000 K

podwójna — jaśniejszy składnik ma jasność widomą $2,05^{\text{m}}$; jest nadalbrzymem 100 tysięcy razy jaśniejszym od Słońca; odległość od Ziemi 820 lat świetlnych.

**

Alphard, Alfard, α *Hydrae*, najjaśniejsza gwiazda w gwiazdozbiornie Węża Wodnego (Hydry);

Oznaczenie: α Hydrae

Rodzaj obiektu: gwiazda pojedyncza

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; [Wąż Wodny](#)

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: $9^{\text{h}} 27^{\text{m}} 35^{\text{s}}$ deklinacja: $-8^{\circ} 40' 177$ l.św. = 54 pc = 11 193 480 AU

Typ widmowy i klasa jasności: K3III

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: $-1,69^{\text{m}}$

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: $+1,98^{\text{m}}$

Temperatura efektywna: układ: 4000 K

jasność widoma 1,98^m; olbrzym 800 razy jaśniejszy od Słońca; odległa od Ziemi o 177 lat świetlnych.

**

Alphecca, Gemma, Gnosia, α *Coronae Borealis*, najjaśniejsza gwiazda w gwiazdozbiornie Korony Północnej;

Oznaczenie: α *Coronae Borealis*

Rodzaj obiektu: gwiazda podwójna (jaśniejszy składnik gwiazdy)

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; [Korona Północna](#)

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: 15^h 34^m 41^s deklinacja: 26° 43' 74,7 l.św. = 23 pc = 4 724 028 AU

Typ widmowy i klasa jasności: A0V

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: +0,41^m

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: +2,23^m

Temperatura efektywna: temperatura składników układu lub gwiazdy pojedynczej: 9500 K

podwójna, jaśniejszy składnik ma jasność widomą 2,23^m; karzeł 70 razy jaśniejszy od Słońca; odległa od Ziemi o 74,7 lat świetlnych.

**

Alpheratz, Sirrah, α *Andromedae*, najjaśniejsza gwiazda w gwiazdozbiornie Andromedy;

Oznaczenie: α *Andromedae*

Rodzaj obiektu: gwiazda podwójna

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; [Andromeda](#)

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: 0^h 08^m 23^s deklinacja: 29° 05' 97 l.św. = 30 pc = 6 134 280 AU

Typ widmowy i klasa jasności: B8IVp (α^A *And*)

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: -0,19^m (α^A *And*)

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: +2,06^m (α^A *And*)

Temperatura efektywna: temperatura składników układu lub gwiazdy pojedynczej: α^A *And* — 12000 K

gwiazda podwójna, jaśniejszy składnik ma jasność widomą 2,06^m; podolbrzym 300 razy jaśniejszy od Słońca; odległa od Ziemi o 97 lat świetlnych.

**

Alrucaba, *astr.* → [Polaris](#).

**

Alshain, β *Aquiliae*, gwiazda podwójna leżąca w gwiazdozbiornie Orła;

Oznaczenie: β *Aquiliae*

Rodzaj obiektu: gwiazda podwójna (jaśniejszy składnik gwiazdy)

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; [Orzeł](#)

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: $19^{\text{h}} 55^{\text{m}} 19^{\text{s}}$ deklinacja: $6^{\circ} 24' 44,7$ l.św. = 14 pc = 2 826 828 AU

Typ widmowy i klasa jasności: G8IV

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: +3,02^m

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: +3,7^m

Temperatura efektywna: temperatura składników układu lub gwiazdy pojedynczej: 5200 K

jaśniejszy składnik ma jasność widomą 3,71^m; jest podobnym 7 razy jaśniejszym od Słońca; odległość od Ziemi — 44,7 lat świetlnych.

**

Altair, α *Aquiliae*, najjaśniejsza gwiazda w gwiazdozbiornie Orła;

Oznaczenie: α *Aquiliae*

Rodzaj obiektu: gwiazda pojedyncza

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; [Orzeł](#)

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: $19^{\text{h}} 50^{\text{m}} 47^{\text{s}}$ deklinacja: $8^{\circ} 52' 16,7$ l.św. = 5 pc = 1 056 108 AU

Typ widmowy i klasa jasności: A7IV

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: +2,22^m

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: +0,77^m

Temperatura efektywna: układ: 8000 K

jasność widoma 0,77^m; jest karłem 10 razy jaśniejszym od Słońca; odległa od Ziemi o 16,8 lat świetlnych.

**

altazymut [łac.-arab.], *astr.* pierwowzór → [instrumentu uniwersalnego](#).

**

Amalteja, gr. **Amáltheia**, łac. **Amalthea**, *mit. gr.* nimfa opiekująca się Zeusem w niemowlęctwie; Amalteja miała kozę, której mlekiem wykarmiła Zeusa, a gdy róg kozy złamał się, Zeus wypełnił go ambrozją i nektarem, zapowiadając, że zawsze będzie się on napełniał zgodnie z życzeniem Amaltei (stąd róg obfitości, zwany też rogiem Amaltei).

**

Amalthea, *astr.* → [Capella](#)

**

Amalthea, Amaltea, *astr.* naturalny satelita Jowisza; Słoneczny Układ).

**

Amaterasu [jap., ‘świecąca na niebie’], gł. bóstwo japońskiej religii shintō, bogini słońca; siostra boga burzy Susanoo; uważana za protoplastkę rodu cesarskiego, który rozpowszechnił i utrwalił jej kult (gł. świątynia w Ise).

**

Ambarcumian, Hambarcumian, WIKTOR, ur. 18 IX 1908, Tyflis (ob. Tbilisi), zm. 13 VIII 1996, astrofizyk ormiański; 1934–43 profesor uniw. w Leningradzie, od 1944 dyr. uniw. w Erywaniu; 1946 założyciel i do 1988 dyr. obserwatorium astrofizyczne w Biurakanie (Armenia); od 1939 czł. Akad. Nauk ZSRR (od 1991 Ros. Akad. Nauk), od 1943 Armeńskiej Akad. Nauk (1947–93 jej prezes); 1961–64 prezes Międzynar. Unii Astr.; 1941–43 rozwinął teorię rozpraszania światła w atmosferach planet, 1947 odkrył asocjacje gwiazd, 1954 wysunął hipotezę o istnieniu materii „przedgwiazdowej”, z której powstają gwiazdy, a która ma się różnić od materii międzygwiazdowej dostępnej do bezpośrednich obserwacji; twórca poglądu, że większość gromad galaktyk to układy niestabilne; autor licznych prac, m.in. o gwiazdach zbudowanych z materii bardzo gęstej.

**

Amduat, dzieło staroegipskiej literatury rel. [‘księga o tym, co jest w Zaświatach’] stworzone prawdopodobnie w XVI w. p.n.e. na użytek zmarłego króla i wykute na ścianach kilku grobów w Dolinie Królów; tematem *Amduatu* jest nocna podróż boga Słońca przez Świat Podziemny.

**

Amenhotep I, z XVIII dyn., data ur. nieznana, zm. 1504 p.n.e., król Egiptu od ok. 1514 p.n.e.; za jego panowania nastąpił rozkwit gosp. i kult. kraju; po śmierci był otoczony szczególną czcią jako jeden z boskich patronów nekropoli tebańskiej.

**

Amenominakanushi [amenominakanuşi; jap., ‘pan świętego środka nieba’], bóg-prastwórca w japońskiej religii shintō; wg *Kojiki* pojawił się jako pierwszy byt w czasie formowania się z chaosu Nieba i Ziemi; wg niektórych interpretacji mitów Amenominakanushi był tylko jednym z 5 bogów odpowiedzialnych za stworzenie kosmosu i ludzi; wielu badaczy uważa Amenominakanushiego za uosobienie idei Nieba lub Niebiańskiego Władcy przejętej z Chin.

**

Ameryka Północna, *astr.* gazowo-pyłowa mgławica w gwiazdozbiórze Łabędzia; oświetlona przez najjaśniejszą w gwiazdozbiórze gwiazdę — Deneb; kształtem przypomina kontynent amerykański.

**

Amici [amj'ci] GIOVANNI BATTISTA, ur. 25 III 1786, Modena, zm. 10 IV 1863, Florencja, wł. optyk i astronom; od 1815 profesor matematyki w Modenie, od 1831 dyr. obserwatorium astr. we Florencji; zastosował chromatyczny układ soczewek w mikroskopie, uzyskując wyraźny i czysty obraz powiększony 274 razy, pierwszy opisał ruch protoplazmy w komórkach roślinnych (ramienice); stwierdził przenikanie łagiewek pyłkowych do zalążka.

**

Amma, istota najwyższa w wierzeniach Dogonów z Mali, stwórca Wszechświata, ojciec bliźniąt Nommo, protoplastów ludzi i twórców cywilizacji; jest przedmiotem kultu, nad którym czuwa specjalna kasta kapłanów ofiarników.

**

amoniak [łac. < gr.], **azan**, NH_3 , związek nieorg., bezbarwny gaz o charakterystycznym zapachu; drażni błony śluzowe; temperatura topnienia $-77,7^\circ\text{C}$, temperatura wrzenia $-33,4^\circ\text{C}$, gęstość $0,771 \text{ g/dm}^3$ (20°C). A. łatwo się skrapla, tworząc bezbarwną ciecz o dużym cieple parowania (ok. $1,3 \text{ kJ/g}$). Bardzo dobrze rozpuszcza się w wodzie; roztwór wodny amoniaku (tzw. woda amoniakalna) ma odczyn zasadowy ($\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$). Amoniak spalany w tlenie tworzy azot i wodę; utleniany w obecności katalizatorów (np. platyny) tworzy tlenek azotu NO; w wysokiej temperaturze rozkłada się, działając silnie redukująco; z kwasami tworzy sole amonowe, np. azotan(V) amonu NH_4NO_3 , chlorek amonu NH_4Cl ; pochodnymi amoniaku są: amidki (np. NaNH_2), imidki (np. CaNH , PbNH), **azotki** i **aminy**; z niektórymi solami tworzy amoniakaty, analogiczne do hydratów. W przyrodzie powstaje podczas gnicia substancji białkowych; na skalę przem. otrzymywany przez bezpośrednią syntezę z azotu i wodoru (**Habera i Boscha metoda**); stanowi również produkt uboczny odgazowania węgla kamiennego. Stosowany m.in. do otrzymywania kwasu azotowego, soli amonowych i mocznika (będących cennymi nawozami), cyjanowodoru, w produkcji włókien chem., leków, do oczyszczania wyrobów ze stopów miedzi, amoniak skroplony zaś — w chłodnictwie.

**

Amor, *astr.* planetoida o numerze katalogowym 1221; ma średnicę ocenianą na 1 km; jest pierwowzorem grupy Amora, do której zalicza się planetoidy bliskie Ziemi; odkryta 1932 (E. Delporte).

**

An [sumer. *an* 'niebo'], najważniejszy bóg staroż. Mezopotamii, bóg nieba, ojciec i król bogów; siedzibą Ana była najwyższa, trzecia, sfera nieba, gdzie mieszkał ze swoją żoną, boginią Antum; gł. miejscem jego kultu było staroż. m. Uruk (ob. Al-Warka); w okresie powstawania państw nar. w staroż. Mezopotamii (IX–VII w. p.n.e.) Ana utożsamiano z babilońskim Mardukiem i asyryjskim Aszurem; An jest jednym z gł. bohaterów babilońskiego eposu o stworzeniu świata (*Enuma elisz...*); jego kult przetrwał do IV w. p.n.e.

**

Anahita [staroirańskie, 'niepokalana'], *mit. pers.* staroirań. bogini, czczona jako władczyni wód i bóstwo płodności; bóstwo księżycowe, odpowiadające gr. Artemidzie; kult w Iranie, Azji Mn., Armenii.

**

Analemma

Miejsca znajdowania się Słońca w kolejnych dniach o tej samej godzinie tworzą na niebie ósemkę. Krzywą tę nazywa się **analemmą**. Efekt ten wynika z nierównomiernego ruchu Słońca względem gwiazd (tak naprawdę nierównomiernego ruchu Ziemi po orbicie) oraz z ustaleń dotyczących wzorca upływu czasu. Po dokładniejszy opis zjawiska sięgnąć trzeba do książek. Słowa kluczowe to „ruch roczny Słońca”, „Słońce średnie”, „równanie czasu”, „analemma”. *Andrzej Branicki*

**

Ananke, *astr.* księżyc Jowisza; trzynasty licząc wg rosnącej odległości od planety.

**

Anderson [ændə'sɛn] CARL DAVID , ur. 3 XII 1905, Nowy Jork, zm. 11 I 1991, San Marino (stan Kalifornia), fizyk amerykański; 1939–76 profesor California Institute of Technology w Pasadenie; czł. Nar. Akad. Nauk w Waszyngtonie; badacz promieniowania X i γ , promieniowania kosm. i cząstek elementarnych; 1932 odkrył pozyton, za co 1936 otrzymał Nagrodę Nobla; współodkrywca (1937) leptonu μ (mionu).

**

Andromeda, *Andromeda (And)*, gwiazdozbiór nieba północnego;

Umiejscowienie na niebie: gwiazdozbiór nieba północnego
Obszar gwiazdozbioru (w stopniach kwadratowych): 722
Główne gwiazdy: [Alpheratz](#), [Mirach](#), [Almaak](#)

zawiera galaktykę spiralną zwaną Wielką Mgławicą Andromedy, będącą jedną z najbliższych galaktyk i zarazem najodleglejszym zbiorowiskiem materii widocznym gołym okiem; najjaśniejszą gwiazdą w Andromedzie jest Alpheratz (Sirrah).

**

Andromedydy, **Bielidy**, *astr.* rój meteorów o radiancie w gwiazdozbiorze Andromedy; maksimum obfitości ok. 2 XII; powstał 1846 z rozpadu komety Bieli; 1872 spowodował silny deszcz meteorów.

**

Ångström [ɔŋström] ANDERS JONAS , ur. 13 VIII 1814, Lögdö, zm. 21 VI 1874, Uppsala, ojciec Knuta Johana, szwedzki fizyk i astronom; od 1858 profesor uniwersytetu w Uppsali; od 1870 czł. Tow. Król. w Londynie i fr. Akad. Nauk; jeden z twórców astrofizyki; zajmował się analizą spektralną (widmową), z dużą dokładnością zmierzył długość fal widma słonecznego i 1868 zestawiał pierwszy szczegółowy atlas linii widmowych; 1862 odkrył wodór w atmosferze Słońca; od jego nazwiska pochodzi nazwa jednostki długości — angstrom.

**

Ångström [ɔŋström] ANDERS KNUTSON, ur. 28 II 1888, Sztokholm, zm. 27 X 1981, syn Knuta Johana, geofizyk szwedzki; od 1948 czł. Król. Szwedz. Akad. Nauk; prace

dotyczące aktywności Słońca, zmian stałej słonecznej oraz bilansu cieplnego Ziemi i atmosfery ziemskiej; konstruktor [pyranometru](#).

**

anihilacja par [łac. *annihilare* 'unicestwić'], proces fizyczny, w którym para cząstka–antycząstka zamienia się w 2 (lub kilka) inne cząstki elementarne; typowym przykładem jest anihilacji par elektron–pozyton, w której (dla niskich energii) powstają 2 (lub więcej) kwanty pola elektromagnetycznego ([foton](#)); w procesach anihilacji par spełnione są wszystkie podstawowe zasady zachowania.

**

anion [gr.], *chem.* jon o ujemnym ładunku elektrycznym ([jon](#)); podczas elektrolizy aniony wędrują do elektrody dodatniej — anody; aniony powstają np. w wyniku dysocjacji elektrolitycznej.

**

Ankaa, α *Phoenicis*, najjaśniejsza gwiazda w gwiazdozbiornie Feniksa;

Oznaczenie: α *Phoenicis*

Rodzaj obiektu: gwiazda podwójna (jaśniejszy składnik gwiazdy)

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; [Feniks](#)

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: 0^h 26^m 17^s deklinacja: -42°
18' 77,4 l.św. = 24 pc = 4 894 776 AU

Typ widmowy i klasa jasności: K0III

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej:
+0,52^m

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: +2,39^m

Temperatura efektywna: temperatura składników układu lub gwiazdy pojedynczej: 4800 K

gwiazda podwójna, jaśniejszy składnik ma jasność widomą 2,39^m; olbrzym 80 razy jaśniejszy od Słońca; odległa od Ziemi o 77,4 lat świetlnych.

**

Annagerman, planetoida pasa gł. o numerze katalogowym 2519; odkryta 1975 (T.M. Smirnow), nazwana na cześć pol. piosenkarki Anny German.

**

anomalia grawimetryczna, anomalia siły ciężkości, różnica między wartością siły ciężkości wyznaczoną doświadczalnie w danym miejscu powierzchni Ziemi a odpowiadającą jej wartością teoret., zw. normalną siłą ciężkości, obliczoną dla przyjętej elipsoidy ziemskiej; jest spowodowana zależnością przyspieszenia ziemskiego na powierzchni Ziemi od budowy geol. podłoża, rzeźby terenu i wysokości n.p.m.; znajomość rozkładu anomalii grawimetrycznych na powierzchni Ziemi ma istotne znaczenie w badaniach figury Ziemi, budowy geol. skorupy ziemskiej oraz w poszukiwaniach złóż kopalin.

**

anomalie niegrawitacyjna, *astr.* niezgodność rzeczywistego położenia komety z wyliczonym teoretycznie; wynika z nieuwzględnienia wpływu na ruch komety np. odrywania się fragmentów jej jądra, a uwzględnienia jedynie oddziaływania grawitacyjnego Słońca i planet.

**

anomalie astronomiczne, kąty określające położenie ciała niebieskiego na orbicie (rys); **anomalie prawdziwa** (v), kąt o wierzchołku w środku ciała obieganego, zawarty między kierunkiem ku najbliższemu punktowi orbity (tzw. perycentrum) i promieniem wodzącym ciała obiegającego, liczony w kierunku ruchu orbitalnego; dla ruchu po orbicie eliptycznej wprowadza się wielkości pomocnicze: **anomalie mimośrodową** (E) oraz **anomalie średnią** $M = 2\pi(t - t_0)/T$ (T — okres obiegu, $t - t_0$ — odstęp czasu od chwili przejścia ciała przez perycentrum). Anomalie astronomiczne mimośrodowa i średnia są związane równaniem Keplera: $E - e \sin E = M$ (e — mimośród orbity); stosowane w mechanice nieba do wyznaczania elementów orbit ciał niebieskich oraz obliczania efemeryd.

**

anomalie magnetyczne, *geofiz.* różnice między polem geomagnetycznym zmierzonym na danym obszarze a polem odniesienia IGRF (*International Geomagnetic Reference Field* — Międzynarodowe Geomagnetyczne Pole Odniesienia); jeśli pole obserwowane ma wartość niższą niż IGRF to występuje anomalia magnetyczna ujemna, jeśli wyższą — anomalia dodatnia. **Anomalie skorupowe** (lokalne) są wywołane głównie przez skały o znacznej pozostałości magnetycznej. Obejmują one na ogół obszary od kilku metrów do kilkuset kilometrów, szczególnie silne są w rejonach obfitujących w rudy żelaza, np. Kurska Anomalia Magnetyczna. Do anomalii skorupowych należą również linearne **anomalie oceaniczne**; są to obszary o natężeniu pola magnetycznego na przemian wyższym lub niższym od pola odniesienia, usytuowane równolegle do grzbietów śródoceanicznych, symetrycznie względem nich. Przyczyną ich powstania jest wydobywająca się wzdłuż grzbietu lawa, która stygnąc uzyskuje pozostałość magnetyczną w panującym polu geomagnetycznym (normalnym lub odwrotnym), co powoduje powstanie dodatniej lub ujemnej anomalii magnetycznej nad grzbietem śródoceanicznym. Znając wiek skał tworzących kolejne pasy anomalii, można odtworzyć historię ewolucji danego fragmentu skorupy ziemskiej. Istnienie magnetycznych anomalii oceanicznych świadczy o słuszności teorii rozszerzania się den oceanicznych (tektoniki płyt litosfery teoria) oraz o realności inwersji pola geomagnetycznego (magnetyzm ziemski). **Anomalie regionalne** mają źródło we wnętrzu Ziemi, obejmują obszary rzędu kilku tysięcy km; wyraża je pole niedipolowe, czyli różnica między polem, którego źródłem jest nachylony dipol geomagnetyczny a całkowitym polem geomagnetycznym, którego stanowią 5–10%.

**

Antares, α *Scorpii*, najjaśniejsza gwiazda w gwiazdozbiórze Skorpiona;

Oznaczenie: α *Scorpii*

Rodzaj obiektu: gwiazda podwójna (jaśniejszy składnik gwiazdy)

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; **Skorpion**

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: $16^{\text{h}} 29^{\text{m}} 25^{\text{s}}$ deklinacja: $-26^{\circ} 26' 605$ l.św. = 185 pc = 38 260 200 AU

Typ widmowy i klasa jasności: M1lab

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: -
5,28^m

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy
pojedynczej: +1,06^m

Temperatura efektywna: temperatura składników układu lub gwiazdy
pojedynczej: 3500 K

jest jedną z jaśniejszych gwiazd nieba letniego w Polsce; podwójna, jaśniejszy składnik ma jasność widomą 0,96^m; nadolbrzym 40 tysięcy razy jaśniejszy od Słońca; odległa od Ziemi o 605 lat świetlnych.

**

antyapeks [gr.-łac.], punkt sfery niebieskiej przeciwległy do apeksu.

**

antycząstki, *fiz.* cząstki elementarne różniące się od odpowiadających im cząstek odwrotnym znakiem wszystkich liczb kwantowych (np.: ładunku elektrycznego, liczby barionowej, leptonowej, składowej izospinu, momentu magnetycznego), mające zaś taką samą masę i czas życia. Każda cząstka ma odpowiednią antycząstkę, np. antycząstką elektronu jest pozyton; istnieją cząstki identyczne ze swoimi antycząstkami, należą do nich mezon π^0 i foton; para cząstka–antycząstka może zniknąć w procesie **anihilacji** par, przy czym są emitowane cząstki promieniowania anihilacyjnego; kwarki, uważane obecnie za podstawowe składniki cząstek, takich jak bariony czy mezony, mają również swoje antycząstki — antykwarki.

**

antymateria [gr.-łac.], *fiz.* substancja zbudowana z **antycząstek**; możliwość istnienia takich układów wynika z prawa symetrii cząstka–antycząstka, będącego jednym z podstawowych praw w teorii **cząstek elementarnych**; wprawdzie antymateria nie może trwale współistnieć z materią ze względu na procesy **anihilacji** i dlatego nie obserwuje się jej w warunkach ziemskich, jednak nie można wykluczyć występowania większych odizolowanych skupisk antymaterii we Wszechświecie (promieniowanie emitowane przez antymaterię jest nieodróżnialne od emitowanego przez materię). W 1995 w Europejskim Laboratorium Fizyki Cząstek (CERN) otrzymano po raz pierwszy atomy antymaterii (w czasie 3-tygodniowego eksperymentu, otrzymano 9 atomów antywodoru).

**

antyneutrino [gr.-łac.], antycząstka neutrina (→ **antycząstki**).

**

antyneutron [gr.-łac.], antycząstka neutronu (→ **antycząstki**).

**

antyproton [gr.], antycząstka protonu (→ **antycząstki**).

**

apeks [łac., ‘szczyt’, ‘wierzchołek’], *astr.* punkt na sferze niebieskiej, ku któremu jest skierowany wektor średniej prędkości Słońca (wraz z Układem Słonecznym)

względem dowolnie wybranej grupy obiektów na niebie; w stosunku do najbliższych gwiazd Układ Słoneczny porusza się z prędkością ok. 20 km/s w kierunku gwiazdozbioru Herkulesa (tzw. apeks standardowy); **antyapeks** — punkt przeciwny do apeksu.

**

aphelium [łac. < gr.], punkt orbity okołosłonecznej ciała niebieskiego (planety, komety, planetoidy), najbardziej oddalony od Słońca.

**

Apianus PETRUS, właśc. **Bienewitz**, **Bennewitz**, ur. 16 IV 1495, Leisnig, zm. 21 IV 1552, Ingolstadt, ojciec Philippa, bawarski matematyk, astronom i kartograf; wynalazca kilku instrumentów astr., autor najlepszych ówczesnych map geogr.; stwierdził odsłoneczny kierunek warkoczy większości komet.

**

apoastron [gr.], punkt orbity okołogwiazdowej ciała niebieskiego najbardziej oddalony od obieganej gwiazdy.

**

apogeum [łac. < gr. *apógeios*], *astr.* punkt orbity okołoziemskiej ciała niebieskiego (Księżyc, sztucznego satelity) najbardziej oddalony od Ziemi.

**

Apollo, **Apóllōn**, *mit. gr.* syn Zeusa i Leto, bliźniaczy brat Artemidy; według wielu badaczy najbardziej helleński spośród bogów greckich, opiekun młodzieży w okresie wychowywania przez muzykę i taniec, źródło ładu we wspólnocie, pan oczyszczeń i leczenia oraz sztuki wieszczej. Kult Apolla miał zasięg panhelleński (sanktuaria w Dafne, Mallos, Termos, na w. Delos); Delfy — siedziba wyroczni Apolla, którą zdobył zabijając smoka Pytona, były od VII w. p.n.e. gł. ośr. rel. Greków. Apollo chronił ludzi przed złem, zwłaszcza przed chorobami, a jednocześnie przypisywano mu zsyłanie zarazy i powodowanie nagłej śmierci (opis zarazy w I księdze *Iliady*); strzegł trzód przed wilkami i pól przed szkodnikami; był patronem młodzieży i opiekunem sztuk (Apollo Musagetes); gł. atrybuty Apolla to łuk i lira. W Rzymie, znany dzięki Etruskom już od VI w. p.n.e., był związany z Księgami sybilińskimi i leczeniem chorych (Apollo Medicus); otaczany szczególną czcią przez ces. Augusta. W literaturze chrześc. uważany za szatana lub za Chrystusa walczącego z Pytonem. W sztuce staroż. występuje jako ideał męskiej, młodzieńczej piękności: *Apollo Kapitoliński*, *Apollo Barberini*, *Apollo Belwederski* Leocharesa, *Apollo Sauroktonos* ['zabijający jaszczurkę'].

**

Apollo, planetoida o numerze katalogowym 1862; średnica oceniana na 1,5 km; jest pierwowzorem grupy Apolla, do której zalicza się planetoidy bliskie Ziemi poruszające się po orbitach mających peryhelia położone bliżej Słońca niż Ziemia; odkryta 1932 (K. Reinmuth).

**

Apollo, seria amerykańskich statków kosmicznych przeznaczonych do realizacji załogowych lotów na Księżyc, także nazwa programu tych lotów oraz programu

badan przeprowadzonych na Księżycu przez astronautów i przyrządy dostarczone na jego powierzchnię w lądownikach statków Apollo.

w programie księżycowym Apollo dokonano:

11 lotów załogowych z udziałem 33 astronautów, przy czym na Księżycu wylądowało 6 ekspedycji księżycowych liczących łącznie 12 astronautów; spędzili oni na powierzchni Księżyca poza lądownikiem 3 dni 9 h 15 min i przywieźli na Ziemię ok. 385 kg próbek gruntu księżycowego

Głównym celem badań Księżyca w ramach realizowanego od 1961 programu Apollo było: uzyskanie próbek gruntu księżycowego, pomiar pola magnetycznego i badania sejsmiczne Księżyca oraz badania struktury i składu zewnętrznej skorupy księżycowej pod kątem poznania budowy wewnętrznej globu, pomiary składu gazów przy powierzchni Księżyca, a także badania wiatru słonecznego i promieniowania kosmicznego w obszarze poza magnetosferą Ziemi. Do lotu na Księżyc skonstruowano statki załogowe Apollo składające się z 2 zasadniczych modułów: 1) modułu głównego obejmującego przedział załogowy (dla 3 astronautów), wyposażony w urządzenia niezbędne do realizacji lotu statku i zapewnienia załodze właściwych warunków egzystencji (układy: nawigacji, sterowania, klimatyzacji, łączności, lądowania oraz silniki korekcyjne) oraz przedział napędowy (silnikowy) zawierający urządzenia sterownicze i główny silnik wykorzystywany do sprowadzenia statku z parkingowej orbity wokółksiężycowej na trajektorię ku Ziemi i przy dokonywaniu korekt trajektorii lotu na trasie Ziemia–Księżyc–Ziemia; 2) lądownika księżycowego LM, składającego się z członu lądowniczego wyposażonego w silnik rakietowy wsteczny umożliwiający łagodne lądowanie na powierzchni Księżyca, oraz członu wzlotowego zawierającego próżnioszczelną kabinę załogową (dla 2 astronautów) wraz z urządzeniami i wyposażeniem niezbędnym do realizacji zadań na powierzchni Księżyca, zaopatrzonego w silnik rakietowy umożliwiający start z powierzchni globu i dotarcie do modułu głównego statku Apollo krążącego w tym czasie na wokółksiężycowej orbicie parkingowej.

Do wyniesienia statków Apollo w przestrzeń kosmiczną używano różnych wersji rakiety Saturn. Pierwsze loty Apollo — załogowe i bezzałogowe — odbywały się począwszy od 1966 na orbitach okołoziemskich, a ich celem było ogólne zbadanie funkcjonowania mechanizmów statku; pierwszy lot z załogą (F. Borman, J. Lovell, W. Anders) na orbitę wokółksiężycową odbył się w Apollo 8 (21–27 XII 1968); próba działania lądownika LM z załogą na pokładzie — oddzielenie się jego od członu głównego i zbliżenie do Księżyca na odległość ok. 15 km, a następnie powrót i połączenie z członem głównym — odbyła się podczas misji Apollo 10 (18–26 V 1969); pierwsze lądowanie astronautów (N. Armstrong i E. Aldrin) na Księżycu nastąpiło 20 VII 1969 podczas wyprawy Apollo 11 (16–24 VII 1969, pilotem Apollo był M. Collins); całkowity czas pobytu lądownika na Księżycu wynosił ok. 22 h, w jego trakcie N. Armstrong, a następnie E. Aldrin opuścili 21 VII 1969 kabinę lądownika i zeszli na powierzchnię Księżyca przebywając na niej ok. 3 h. Kolejne lądowania ludzi na Księżycu odbyły się podczas wypraw: Apollo 12 (14–24 XI 1969), Apollo 14 (31 I–9 II 1971), Apollo 15 (26 VII–7 VIII 1971), Apollo 16 (16–27 IV 1972), Apollo 17 (7–19 XII 1972); w sumie w programie księżycowym Apollo dokonano 11 lotów załogowych z udziałem 33 astronautów, przy czym na Księżycu wylądowało 6 ekspedycji księżycowych liczących łącznie 12 astronautów; spędzili oni na powierzchni Księżyca poza lądownikiem 3 dni 9 h 15 min i przywieźli na Ziemię ok.

385 kg próbek gruntu księżycowego; w 3 ostatnich wyprawach (Apollo 15, Apollo 16, Apollo 17) do przemieszczania się astronautów po powierzchni Księżyca został wykorzystany pojazd księżycowy Rover. Łączne koszty realizacji programu księżycowego Apollo ocenia się na 25 mld dolarów. Po zakończeniu właściwego programu księżycowego zmodyfikowanych statków serii Apollo (bez lądownika LM, wyposażonych w nowy węzeł cumowniczy) użyto trzykrotnie podczas najdłuższych dotychczas amerykańskich wypraw załogowych Apollo 18 (25 V–22 VI 1973), Apollo 19 (28 VII–25 IX 1973) oraz Apollo 20 (16 XI 1973–8 II 1974) obejmujących połączenie ze stacją orbitalną Skylab; ostatnim lotem kosmicznym statku typu Apollo był jego udział 16–24 VII 1975 (załoga: Th. Stafford, D. Slayton, V. Brand) w misji Sojuz–Apollo obejmującej połączenie z radzieckim statkiem Sojuz 19 (A. Leonow, W. Kubasow) i przeprowadzenie wspólnego programu badań.

**

Apoloniusz z Pergii, Apollonios z Pergii, Apollōnios Pergaios, ur. ok. 262 p.n.e., Perga, zm. ok. 200 p.n.e., Aleksandria, grecki matematyk i astronom; jeden z największych geometrów starożytności; działał głównie w Aleksandrii; stworzył teorię przekrojów stożka, wprowadził terminy: elipsa, parabola, hiperbola, asymptota (traktat *Kōniká* ['stożkowe']); zajmował się też wyznaczaniem torów gwiazd i Księżyca — w tym celu zbudował teorię epicykli, rozwiniętą następnie przez Klaudiusza Ptolemeusza.

**

Arago DOMINIQUE FRANÇOIS JEAN, ur. 26 II 1786, Estagel, zm. 2 X 1853, Paryż, fr. astronom, fizyk i działacz polityczny; od 1809 czł. fr. Akad. Nauk; 1809–31 profesor École Polytechnique w Paryżu, od 1830 dyr. obserwatorium astr. tamże; propagator falowej teorii światła; 1811 odkrył skręcenie płaszczyzny polaryzacji światła przez kryształ kwarcu, 1820 pierwszy zaobserwował magnesowanie żelaznych opiłków prądem elektrycznym, wykrył związek między zorzą polarną i burzami magnet.; jako czł. Rządu Tymczasowego 1848 przyczynił się do zniesienia niewolnictwa w koloniach francuskich.

**

Archimedes, Archimēdēs, ur. ok. 287 p.n.e., Syrakuzy, zm. ok. 212 p.n.e., tamże, mędrzec grecki, fizyk i matematyk. Jeden z najwybitniejszych uczonych starożytności. W czasie II wojny punickiej kierował obroną Syrakuz; zabity przez rzymskiego żołnierza podczas zdobywania miasta. W dziedzinie matematyki podał m.in. metody obliczania objętości brył i pól figur (Cavalieriego zasada); oszacował

dość dokładnie liczbę π : $3\frac{10}{71} < \pi < 3\frac{10}{70}$ (*Pomiar koła*); w dziele *O kuli i walcu* udowodnił m.in., że objętość kuli do objętości opisanego na niej walca pozostaje w stosunku 2 : 3. U współczesnych Archimedes zdobył sławę głównie dzięki wynalazkom takim, jak: udoskonalony wielokrążek, maszyny obronne, czerpadło ślimakowe (zwane śrubą Archimedesesa, stosowane do czasów obecnych w Egipcie do nawadniania pól); przypisuje mu się też budowę planetarium, zwierciadeł kulistych, konstrukcję zegara wodnego i organów wodnych. Archimedes był twórcą podstaw statyki (wprowadził pojęcie siły, podał zasadę dźwigni) i hydrostatyki. Szukając sposobu ustalenia zawartości czystego złota w koronie króla Hierona II, odkrył prawo wyporu (Archimedesesa prawo); jak głosi anegdota dokonał tego podczas kąpieli w wannie,

z której wyskoczył na ulice Syrakuz z okrzykiem *heureka* ['znalazłem']; jest mu także przypisywane powiedzenie: „Dajcie mi punkt oparcia, a poruszę Ziemię”.

**

Archytas z Tarentu, ur. ok. 428, Tarent, zm. ok. 365 p.n.e., gr. matematyk, fizyk i filozof, także mąż stanu (strateg); jeden z najwybitniejszych młodopitagorejczyków, przyjaciel Platona, nauczyciel Eudoksosa z Knidos; stosował matematykę do zagadnień mechaniki; oprac. teorię krążków, śrub i dźwigni; konstruował pomysłowe mechanizmy; znalazł mech. rozwiązanie słynnego problemu podwojenia sześcianu (delijski problem); autor prac z akustyki, a także mat. podstaw teorii muzyki; z dzieł Archytasa zachowały się jedynie fragmenty.

**

Arecibo Observatory [aresjɔbo ɛbzɛ:rwɛtri], obserwatorium radioastr. zał. 1974 w Arecibo, Portoryko ($\lambda = 4^{\text{h}} 27^{\text{m}} 1^{\text{s}}$, $\varphi = +18^{\circ} 20',6$) posiada największy radioteleskop na świecie o średnicy 305 m, umieszczony nieruchomo w dolinie górskiej; prace z radioastronomii.

**

Argelander FRIEDRICH WILHELM AUGUST, ur. 22 III 1799, Memel (ob. Kłajpeda), zm. 17 II 1875, Bonn, astronom niem., pochodzenia fińskiego; 1837–75 profesor uniwersytetu w Bonn; zał. obserwatorium astr. w Bonn (1831) i w Helsinkach (1837); podał metodę wizualnej oceny jasności gwiazd zmiennych; 1846–63 oprac. katalog 324 198 gwiazd nieba północnego — *Bonner Durchmusterung*.

**

argon [gr. *argós* 'nieczynny'], Ar, *argon*, pierwiastek chem. o liczbie atomowej 18;

Symbol: Ar

Nazwa łacińska: Argon

Liczba atomowa: 18

Pierwiastek promieniotwórczy: nie

Grupa układu okresowego pierwiastków: 18 — helowce

Odkrycie: 1894

Odkrywca: Ramsay William, [Rayleigh](#)

względna masa atomowa 39,948; bezb. i bezwonny gaz; temperatura topnienia – 189,2°C, temperatura wrzenia –185,7°C; należy do grupy [helowców](#), jest chemicznie bierny (gaz szlachetny); znane są połączenia a. typu klatratów, np. z wodą lub hydrochinonem; występuje w powietrzu w ilości 0,93% obj.; otrzymywany przez destylację frakcjonowaną ciekłego powietrza; stosowany jako obojętny wypełniacz żarówek o dużej mocy, lamp jarzeniowych i elektronowych, do wytwarzania atmosfery chemicznie obojętnej (np. przy wytopie tytanu, spawaniu), jako gaz nośny w chromatografii. Stosunek zawartości izotopów ^{40}K i ^{40}Ar w próbkach skał bywa wykorzystywany do określania ich wieku. Argon odkryli 1894 W. Ramsey i lord Rayleigh.

**

Ariadna, Ariádnē, *mit. gr.* córka króla Krety Minosa i Pazyfae; dzięki kłębkowi nici otrzymanemu od Ariadny (nić Ariadny), Tezeusz, po zabiciu Minotaura, mógł wyjść

z Labiryntu; Ariadna, porzucona przez Tezeusza na wyspie Naksos, w drodze powrotnej z Aten została poślubiona przez Dionizosa; jego dar ślubny, piękny diadem Ariadny, przeniósł Zeus między gwiazdy; mit wykorzystany w literaturze (m.in. I. Gundulić, A. Kotzebue, H. von Hofmannsthal) i muzyce (m.in. C. Monteverdi, G.F. Händel, J. Haydn, J. Massenet, R. Strauss).

**

Ariane [arjaŋ] , pierwsza użytkowa rakietą nośna ESA; umożliwia umieszczanie sztucznych satelitów na orbicie okołoziemskiej. Skonstruowana głównie wysiłkiem Francji i RFN, wprowadzona do eksploatacji 1979 jako rakietą czterostopniową Ariane 1; ulegała systematycznym modyfikacjom konstrukcyjnym; najczęściej dotychczas używana wersja — Ariane 4 (od 1988) jest rakietą trójstopniową, eksploatowaną w 6 podstawowych wariantach różniących się liczbą zastosowanych dodatkowych przyspieszaczy stałopaliwowych lub ciekłopaliwowych. Odmiany rakiety Ariane 4 o największej mocy umożliwiały wyniesienie na orbitę geostacjonarną ładunku o masie ok. 4,5 t – 4,9 t, a na niską orbitę satelitarną (ok. 200 km ponad powierzchnię Ziemi) ok. 8 t. Ariane służyła do wystrzelenia m.in. próbnika Giotto oraz licznych satelitów o charakterze użytkowym (głównie telekomunikacyjnych); najnowsza trójstopniowa wersja rakiety — Ariane 5, pomimo niepowodzenia jej inauguracyjnego lotu i związanej z tym utraty 4 satelitów naukowych Cluster do badań magnetosfery Ziemi (1996), po przebytych pomyślnie kolejnych testach weszła do praktycznej eksploatacji. Ariane 5 umożliwia wyniesienie na orbitę geostacjonarną ładunku o masie ok. 9,6 t, bądź ładunku 21 t na niską orbitę satelitarną. Starty rakiet serii Ariane odbywają się z poligonu Kourou (Gujana Francuska).

**

Arided, *astr.* → [Deneb](#).

**

Ariel [hebr.], *astr.* księżyc Urana; dwunasty, licząc wg rosnącej odległości od planety.

**

Aristarchos, astronom gr., → [Arystarch z Samos](#).

**

Arjabhata, **Āryabhata**, ur. 476, Kusumpura k. Pataliputry, zm. ok. 550, indyjski astronom i matematyk; w jego traktacie *Arjabhatija* (498–499), pisany wierszem, są podane sposoby obliczania pierwiastków kwadratowych i sześciennych, wzory na obliczanie pól i objętości, sposoby rozwiązywania układów równań liniowych oraz tablice sinusów kąta ostrego co $3^{\circ}45'$; jest podana też przybliżona wartość $(3927/1250)$ liczby π ; nauczał, że Ziemia kręci się wokół swej osi.

**

Arktur, α *Bootis*, najjaśniejsza gwiazda w gwiazdozbiórze Wolarza;

Oznaczenie: α *Bootis*

Rodzaj obiektu: gwiazda pojedyncza

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; [Wolarz](#)

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: $14^{\text{h}} 15^{\text{m}} 40^{\text{s}}$ deklinacja: 19°
 $11' 36''$ l.św. = 11 pc = 2 276 640 AU

Typ widmowy i klasa jasności: K2IIIp

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: $-0,30^{\text{m}}$

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: $-0,05^{\text{m}}$

Temperatura efektywna: układ: 4500 K

jasność widoma $-0,04^{\text{m}}$; Arktur jest olbrzymem 180 razy jaśniejszym od Słońca; odległa od Ziemi o 35,7 lat świetlnych.

**

Armiński FRANCISZEK, ur. 2 X 1789, Tymbark k. Limanowej, zm. 14 I 1848, Warszawa, astronom; od 1817 profesor Uniwersytetu Warszawskiego; z jego inicjatywy na terenie Łazienek Król. 1820 rozpoczęto budowę obserwatorium astr. tegoż uniw. (ukończoną 1824); 1825–48 będąc dyr. obserwatorium wyposażył je w doskonałe i nowoczesne wówczas instrumenty badawcze.

**

Armstrong NEIL ALDEN , ur. 5 VIII 1930, Wapakoneta (stan Ohio), astronauta amerykański; uczestnik 2 załogowych lotów kosmicznych: 16–17 II 1966 z D. Scottem jako dowódca statku kosmicznego Gemini 8; 16–24 VII 1969 jako dowódca Apollo 11 uczestniczył wraz z E. Aldrinem i M. Collinsem w pierwszej w historii wyprawie człowieka na Księżyc; 20 VII 1969 wylądował wraz z Aldrinem w lądowniku księżycowym LM „Eagle” na obszarze Morza Spokoju, a 21 VII 1969 jako pierwszy człowiek stanął na powierzchni Księżyca.

**

Arneb, α Leporis, najjaśniejsza gwiazda w gwiazdozbiornie Zająca;

Oznaczenie: α Leporis

Rodzaj obiektu: gwiazda podwójna (jaśniejszy składnik gwiazdy)

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; [Zajac](#)

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: $5^{\text{h}} 32^{\text{m}} 44^{\text{s}}$ deklinacja: -17°
 $50' 1300''$ l.św. = 399 pc = 82 212 000 AU

Typ widmowy i klasa jasności: F0Ib

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: $-5,40^{\text{m}}$

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: $+2,58^{\text{m}}$

Temperatura efektywna: temperatura składników układu lub gwiazdy pojedynczej: 7700 K

gwiazda podwójna; jaśniejszy składnik ma jasność widomą $2,58^{\text{m}}$; nadolbrzym 12 tysięcy razy jaśniejszy od Słońca; odległa od Ziemi o 1300 lat świetlnych.

**

Arrhenius [arę:niüs] SVANTE AUGUST, ur. 19 II 1859, Vik k. Uppsali, zm. 2 X 1927, Sztokholm, szwedzki fizykochemik i astrofizyk; od 1895 profesor uniwersytetu

w Sztokholmie, od 1905 — Instytut Nobla tamże; od 1901 członek Akademii Szwedzkiej, od 1911 Towarzystwa Królewskiego w Londynie; 1887 ogłosił teorię dysocjacji elektrolitycznej; 1889 badał zależność szybkości reakcji chemicznej od temperatury i wyprowadził równanie (zwane równaniem A.) wskazujące, jaką dodatkową energię (energię aktywacji) należy doprowadzić do układu, by reakcja mogła się rozpocząć; także prace w dziedzinie astrofizyki (temperatura planet, korona Słońca) i astrobiologii; sformułował tzw. teorię panspermii, dotyczącą pochodzenia życia na Ziemi; 1903 otrzymał Nagrodę Nobla za prace w dziedzinie elektrochemii.

**

Artemida, Ártemis, *mit. gr.* córka Leto, bliźniacza siostra Apollina, dziewicza pani dzikiej natury, bogini łowów; pani dzikich zwierząt (*potnia theron*), opiekunka rybaków i podróżnych na morzu; patronka położnic, nowo narodzonych dzieci i młodzieży do momentu osiągnięcia dojrzałości; bogini życzliwa i mściwa zarazem — przypisywano jej powodowanie nagłej śmierci, zwłaszcza młodych kobiet (Niobe); od V w. p.n.e. uważana za boginię Księżycy; imię Artemidy o nie wyjaśnionej etymologii sięga czasów przedgr.; z powodu wieloaspektowości i popularności kultu, Artemidę utożsamiano z Isztar, Anat, Hekate, Bendis; w mitach (stosunkowo nielicznych) związana z Titiosem, Akteonem, Orionem, Hipolitem, Kalisto; gł. ośr. kultu Artemidy: Efez (Artemizjon w Efezie), Sparta, Tauryda (Krym). Najslynniejsze wyobrażenia w sztuce gr.: m.in. *Artemida z Wersalu* (rzym. kopia wg Leocharesa, Luwr), *Artemida z Gabii* (rzym. kopia wg Praksytelesa, Luwr); temat podejmowali również malarze nowoż. (m.in. Correggio, L. Cranach, Tintoretto, P.P. Rubens).

**

Arystarch z Samos, Arístarchos, ur. ok. 320, zm. ok. 250 p.n.e., astronom grecki; prekursor heliocentrycznej teorii budowy świata; wyrażał pogląd, że Słońce stanowi centrum świata, wokół którego krąży Ziemia, a pory dnia są wynikiem obrotu Ziemi dookoła swej osi, oraz że Słońce z Ziemią i planetami znajdują się w środku nieruchomej sfery gwiazd stałych.

**

Arystoteles, Aristotélēs, ur. 384 p.n.e. Stagira (Tracja), zm. 322 p.n.e., Chalkis na wyspie Eubei, filozof grecki, najwszechstronniejszy myśliciel i uczonego starożytności; od miejsca urodzenia zwany często Stagirytą. W 367 wstąpił do Akademii Platońskiej, w której pozostawał 20 lat aż do śmierci Platona. Od 347 w Assos (Azja Mniejsza) i Mitylenie (Lesbos) prowadził dalsze badania naukowe. W 343 został powołany na nauczyciela Aleksandra III Wielkiego i pełnił tę funkcję aż do objęcia władzy przez ucznia. W 335 wrócił do Aten i założył własną szkołę (Likejon, perypatetycy), w której przez 12 lat nauczał i kierował pracami uczniów. W 323 po śmierci Aleksandra III Wielkiego opuścił Ateny w obawie przed prześladowaniami ze strony ruchu antymacedońskiego i osiadł w Chalkis, gdzie w rok później zmarł.

Dzieła Arystotelesa przechowały się w układzie i redakcji Andronikosa z Rodos. Zgodnie z tradycją dzieli się je zwykle na 7 grup: 1) pisma logiczne, które później zostały opatrzone łącznym tytułem *Organon* (m.in. *Analityki pierwsze i wtóre*, wydanie polskie 1973); 2) pisma z zakresu fizyki (m.in. *Fizyka*, wydanie polskie 1968); 3) pisma biologiczne (m.in. *Zoologia*, wydanie polskie 1982; *O częściach zwierząt*, wydanie polskie 1977); 4) pisma z zakresu psychologii (m.in. *O duszy*,

wydanie polskie 1972); 5) pisma dotyczące filozofii pierwszej, umieszczone przez Andronikosa z Rodos po księgach o fizyce (*Metafizyka*, wydanie polskie 1983); 6) pisma z filozofii praktycznej, obejmujące zagadnienia etyki, polityki, ekonomiki oraz teorii państwa i prawa (m.in. *Polityka*, wydanie polskie 1953; *Etyka nikomachejska*, wydanie polskie 1956); 7) pisma poetyczne, obejmujące zagadnienia estetyki, teorii literatury i sztuki (m.in. *Poetyka*, wydanie polskie 1983).

W rozwoju myśli filozoficznej i naukowej Arystotelesa można wyróżnić trzy główne okresy: 1) przynależność do Akademii Platońskiej; 2) działalność filozoficzna i naukowa w Assos i Mitylenie; 3) kierowanie szkołą w Likejonie. W pierwszym okresie był w zasadzie zwolennikiem nauki Platona, jakkolwiek już wówczas odnosił się krytycznie do niektórych jej elementów i jeszcze za życia Platona wystąpił z krytyką jego nauki o ideach. W drugim okresie, w opozycji do platonizmu, sformułował podstawy własnej filozofii. W jego poglądach zaznaczył się wyraźniej empiryzm, którego wyrazem było m.in. zapoczątkowanie intensywnych badań przyrodoznawczych. W trzecim okresie całkowicie odrzucił platoński typ filozofowania i skupił uwagę na szczegółowych badaniach naukowych, zwłaszcza w zakresie biologii, psychologii i historii porównawczej. Był pierwszym myślicielem starożytnym, który w swych badaniach opierał się na materiale doświadczalnym i dokumentalnym. Poszukiwał prawdy nie w niebie abstrakcyjnych idei lecz w doświadczeniu świata zmysłowego, dlatego Rafael przedstawił go na fresku *Szkoła Ateńska* jako wskazującego w symbolicznym geście na otaczający świat.

Całokształt dociekań filozoficznych Arystoteles podzielił na filozofię teoretyczną, do której zaliczał fizykę, matematykę oraz filozofię pierwszą i filozofię praktyczną, w której jako główne działy wyróżniał etykę i politykę. Niekiedy wyróżniał także odrębny dział poetykę. Centralną dziedziną filozofii teoretycznej i jednocześnie całej filozofii Arystotelesa była filozofia pierwsza nazwana później przez Andronikosa z Rodos metafizyką. Punktem wyjścia jej rozważań była krytyka platońskiej teorii idei. Wskazując, że przyznawanie ideom samodzielnego istnienia polega na hipostazach, Arystoteles głosił, że byt samoistny (substancjalny) mają tylko jednostkowe rzeczy. W teorii poznania odrzucał platoński aprioryzm i bronił koncepcji zmysłowego pochodzenia wszelkiej wiedzy. Podkreślał jej związek z obiektywną rzeczywistością, co wyraził najdobitniej w klasycznej definicji prawdy. Z platonizmu zachował jednak przekonanie, że prawdziwa wiedza dotyczy tylko tego, co ogólne i wyraża się w pojęciach ogólnych. Połączenie ogólności wiedzy z jej odniesieniem do rzeczywistości było widoczne w jego koncepcji hylemorfizmu, która była próbą uzgodnienia przeciwstawnych poglądów Demokryta z Abdery i Platona. Odrzucał w niej zarówno twierdzenie Platona, że substancją są idee (formy), jak i tezę Demokryta z Abdery, że substancją jest materia, twierdząc, że każda substancja (tzn. rzecz) jest zawsze bytem złożonym z dwóch związanych ze sobą zasad: materii i formy.

W filozofii praktycznej Arystotelesa ważne miejsce zajmuje polityka i etyka. Polityka była ściśle związana ze społeczno-moralną problematyką greckiej polis. Według Arystotelesa człowiek rodzi się jako „istota polityczna” (*zoon politikon*) przeznaczona do życia w społeczeństwie. Państwo traktował jako najwyższego rzędu naturalny związek ludzi, oparty na stosunkach podporządkowania między panem i niewolnikiem oraz na współdziałaniu wolnych. Miało ono na celu wychowanie wolnych obywateli i realizację ich dobra. Na podstawie studiów historyczno-

porównawczych nad ustrojem 158 miast-państw greckich stworzył pierwszy teoretyczny system nauki o państwie i wyróżnił jako 3 prawidłowe formy rządów: monarchię, arystokrację i politeję (doskonałą postać demokracji), którą uważał za najlepszą postać ustrojową.

W etyce za najwyższe dobro uważał optymalną doskonałość jednostki zawartą w możliwościach człowieka jako istoty rozumnej. Tak pojęta doskonałość pozostawała w ścisłym związku z eudajmonią, którą Arystoteles upatrywał w działaniu zgodnym z rozumem. Podstawę takiego działania widział w przestrzeganiu „zasady umiaru” w każdej konkretnej sytuacji (jako zalety człowieka rozumnego) i wiązał z nią pojęcie cnoty, jako „usposobienia zachowującego środek” (np. męstwo jako środek między dwiema wadami: przez nadmiar — zuchwalstwo i niedomiar — tchórzostwo). W estetyce zajmował się głównie analizą przeżycia tragedii. Zasadniczego jego źródła doszukiwał się w katharsis. W swej *Poetyce* położył podwaliny pod filozofię tragiczności.

Szczególne miejsce zajmuje Arystoteles w historii logiki. Oddzieliwszy logikę od filozofii jako narzędzie metodologiczne wszystkich nauk, stworzył pierwszy fragment logiki formalnej, ukazał jej zagadnienia i metody, wyróżnił zasadę sprzeczności i wyłączonego środka, zbudował teorię wnioskowania bezpośredniego, sylogistykę zdań kategoriycznych, teorię definicji. Arystoteles wprowadził również podstawową terminologię logiczną, pierwszy zastosował zmienne nazwowe i metodę formalnego dowodzenia, dał pierwszy przegląd błędów argumentacji. Sylogistyka Arystotelesa stała się częścią składową współczesnej logiki formalnej. W naukach szczegółowych Arystoteles wniósł ogromne zasługi do biologii i zoologii. W zoologii stworzył pierwsze podwaliny faktycznej wiedzy. Opisał przeszło 500 gatunków zwierząt. Zajmował się szczegółowymi badaniami anatomicznymi, dając podstawy anatomii i fizjologii porównawczej. Jemu także nauka zawdzięcza stworzenie metody klasyfikacji zwierząt (podział na gatunki i rodzaje) i pierwszej systematyki świata zwierzęcego, która nie straciła na aktualności aż do czasów Linneusza. Natomiast kosmologia i astronomia Arystotelesa stanowiła cofnięcie w stosunku do nauki Demokryta z Abdery i nawiązywała do koncepcji Platona wyłożonych w *Timaiosie*. Arystoteles przyjął, że wszechświat ma formę kuli, której centrum stanowi Ziemia, wokół Ziemi zaś obraca się 55 koncentrycznych sfer unoszących ciała niebieskie. Błędne koncepcje Arystotelesa w tych dziedzinach nauki przyczyniły się do zahamowania ich rozwoju i pod osłoną autorytetu św. Tomasza z Akwinu, który przejął większą część jego wiedzy, przetrwały do końca średniowiecza. W swym całokształcie dorobek myślowy Arystotelesa stanowił swoistą syntezę osiągnięć filozofii i nauki greckiej okresu klasycznego i wywarł przemożny wpływ na dalszy rozwój nauki i filozofii europejskiej, zwłaszcza w okresie średniowiecza (arystotelizm), w tym głównie na filozofię św. Tomasza z Akwinu i myśl chrześcijańską.

M.A. KRĄPIEC *Struktura bytu. Charakterystyczne elementy systemu Arystotelesa i Tomasza z Akwinu*, Lublin 1963;

K. LEŚNIAK *Arystoteles*, Warszawa 1989;

W. Wróblewski *Filozofia praktyczna Arystotelesa i jej antropologiczne aspekty*, Toruń 1992;

J. Barnes *Arystoteles*, Warszawa 1995.

**

Asimov ISAAC, ur. 2 I 1920, Pietrowicze k. Smoleńska, zm. 6 IV 1992, Nowy Jork, pisarz amer., z zawodu biochemik; wykładowca uniwersytetu w Bostonie; fantastycznauk. opowiadania (zbiór *Ja, Robot* 1950, wyd. pol. 1993) i powieści (*Fundacja, Fundacja i imperium, Druga Fundacja* 1951–53, wyd. pol. 1987–89, *Nagie słońce* 1957, wyd.

pol. 1990) oraz kryminalne (*Powiew śmierci* 1968, wyd. pol. 1971); prace popularyzujące osiągnięcia nauki, autobiografia.

**

asocjacje [łac.], *astr.* → gwiazd asocjacje.

**

aspekt [łac.], w astrologii odległość kątowa między punktami przedstawiającymi planety, Słońce, Księżyc lub innymi punktami horoskopu; do aspektu zalicza się m.in.: kwadraturę, opozycję, koniunkcję, trygon.

**

asteroidy [gr.], *astr.* → planetoidy.

**

Asterope, Sterope I, 21 *Tauri*, gwiazda leżąca w gwiazdozbiornie Byka;

Oznaczenie: 21 Tauri

Rodzaj obiektu: gwiazda pojedyncza

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; [Byk](#)

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: 3^h 45^m 54^s deklinacja: 5° 76' 390 l.św. = 120 pc = 24 663 600 AU

Typ widmowy i klasa jasności: B8V

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: +0,38^m

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: +5,76^m

Temperatura efektywna: układ: 12000 K

jasność widoma 5,76^m; Asterope jest karłem 100 razy jaśniejszym od Słońca; wchodzi w skład gromady *Plejad*; odległa od Ziemi o 390 lat świetlnych.

**

Astra, seria satelitów geostacjonarnych, przeznaczonych gł. do retransmisji sygnałów telewizyjnych i radiowych na obszar Europy; pierwszy satelita serii Astra — Astra1A wyniesiony 1988 w przestrzeń kosm. przez raketę Ariane 4 został umieszczony na pozycji orbity geostacjonarnej — 19,2° E; 1991–97 za pomocą rakiet Ariane 4 i Proton wyniesiono na tę orbitę kolejnych 6 satelitów: Astra1B–Astra1G, a w sierpniu 1998 za pomocą rakiety Proton kolejnego, ósmego satelitę serii Astra — Astra2A umieszczono na pozycji 28,2° E. W 2003 na orbicie działało 13 satelitów generacji Astra1–Astra3 retransmitujących sygnały telewizji i radiofonii (analogowej i cyfrowej; ponad 1100 programów) oraz świadczących usługi multimedialne i Internetu. Nazwa satelitów Astra pochodzi od nazwy systemu telewizji satelitarnej oprac. i realizowanego przez Eur. Tow. Satelitarne (SES) przy wykorzystaniu satelitów serii Astra

**

astrobiologia [gr.], *biol.* → egzobiologia.

**

astrochemia [gr.], *chem.* → kosmochemia.

**

astrofizyka [gr. *ástron* 'gwiazda', *physikē* 'przyrodoznawstwo'], najobszerniejszy dział współczesnej astronomii obejmujący badania budowy, ewolucji, składu chemicznego i in. właściwości ciał niebieskich. Astrofizyka jest ściśle związana z fizyką: do wyjaśnienia natury ciał niebieskich stosuje prawa wykrywane w ziemskich laboratoriach, fizyce natomiast dostarcza możliwości badania materii i promieniowania w warunkach ekstremalnych, niemożliwych do wytworzenia na Ziemi. Astrofizyka pozostaje również w ścisłym związku z astronomią klasyczną, ponieważ korzysta z informacji na temat położzeń i ruchów ciał niebieskich. Badania ciał Układu Słonecznego (meteorytów, materii księżycowej, planet) wiążą dzisiejszą astrofizykę z geologią i geofizyką. Dedukcyjne rozważania astrofizyczne korzystają z wyników wielu działów współczesnej matematyki i fizyki teoretycznej. Obserwacje astrofizyczne, wymagające urządzeń o szczególnie dużej czułości i precyzji, zawsze były i są nadal obszarem zastosowań najnowszych technologii i najbardziej zaawansowanej techniki.

Pojęcie astrofizyki pojawiło się dopiero w połowie XIX w., jednak elementy badań astrofizycznych istniały już od bardzo dawna. Pierwsze próby oceny jasności gwiazd i pierwsze informacje o zaobserwowanych gwiazdach supernowych pochodzą sprzed ponad 2 tysięcy lat. Pierwsze gwiazdy zmienne dostrzeżono w XVI w.; astrofizyczny charakter miały obserwacje powierzchni Słońca i Księżyca wykonywane przez Galileusza od 1609, wkrótce po zbudowaniu lunety.

Astrofizyka XIX w. Podstawą rozwoju nowoczesnej astrofizyki obserwacyjnej i częściowo astrofizyki teoretycznej były prace J. Fraunhofera dotyczące widma Słońca (1815) oraz prace R.W. Bunsena i G.R. Kirchhoffa na temat właściwości promieniowania i związków między wyglądem widma promieniowania i składem chemicznym emitującego je gazu (1859); dały one początek spektroskopii astronomicznej. W połowie XIX w. N. Pogson sformułował matematyczną definicję **wielkości gwiazdowej**, co wraz ze skonstruowaniem pierwszych fotometrów przyczyniło się do powstania **fotometrii astronomicznej**. Ważną rolę w rozwoju obserwacji astrofizycznych odegrało wynalezienie fotografii: 1850 W.C. Bond w Harvard Observatory (USA) uzyskał pierwszą dobrą fotografię Księżyca, 1857 rozpoczęto w wielu obserwatoriach systematyczne fotografowanie Słońca i gwiazd. Dzięki zdolności kliszy fotograficznej do sumowania działania światła w ciągu dłuższego czasu naświetlania możliwe stało się uzyskiwanie obrazów obiektów niewidocznych przy obserwacjach wizualnych (zwłaszcza słabych mgławic), utrwalone zaś na kliszy obrazy widm lub punktowe obrazy gwiazd mogły być opracowywane w sposób ilościowy w warunkach laboratoryjnych (spektrofotometria i fotometria obiektywna). Do pierwszego dziesięciolecia XX w. w badaniach astrofizycznych dominowała spektroskopia. Prace obserwacyjne były poświęcone przede wszystkim klasyfikacji widm różnych ciał niebieskich oraz identyfikacji występujących w nich linii emisyjnych i absorpcyjnych. Od 1868, gdy W. Huggins wyznaczył prędkość radialną Syriusza z dopplerowskiego przesunięcia linii absorpcyjnych w jego widmie, szybko rosła liczba danych dotyczących kinematycznych właściwości gwiazd i mgławic gazowych, co doprowadziło wkrótce do lepszego poznania budowy, kinematyki i dynamiki naszej Galaktyki. W 1889 E.Ch. Pickering wykrył pierwszą gwiazdę podwójną spektroskopowo (Mizar w gwiazdozbiornie Wielkiej Niedźwiedzicy), uzyskano też widma kilku gwiazd nowych. Ciałem niebieskim, któremu poświęcono najwięcej uwagi, było Słońce; jego duża jasność widoma sprawia, że może być ono obserwowane za pomocą teleskopów o

niewielkiej nawet średnicy. H. Schwabe (1844) i R. Wolf (1852) stwierdzili cykliczność powstawania plam na Słońcu, 1861 R.C. Carrington wykazał, że rotacja Słońca ma charakter różniczkowy (okres obrotu jest najkrótszy na równiku Słońca i wzrasta ku jego biegunom). W następnych latach stwierdzono istnienie zależności między fazą cyklu słonecznego a występowaniem burz magnetycznych na Ziemi, poznano gazowy charakter zewnętrznych warstw Słońca i plam słonecznych, podczas fotografowania zaćmień odkryto koronę słoneczną i zależność jej kształtu od fazy cyklu słonecznego, w widmach protuberancji odkryto linie helu (wykrytego na Ziemi nieco później — 1895), uzyskano widmo błyskowe, z dużą dokładnością zmierzono stałą słoneczną.

Astrofizyka 1. połowy XX w. Pomimo ogromnego postępu w dziedzinie obserwacji, XIX-wieczna astrofizyka nie była w stanie dostarczyć poprawnej, czy choćby przybliżonej interpretacji fizycznej wielu poznanych faktów. Temperatury gwiazd pozostawały nieznane, skład chemiczny ciał niebieskich był znany tylko w sposób jakościowy, nieznane pozostawały źródła energii wypromieniowywanej przez Słońce i gwiazdy; chociaż było wiadomo, że zewnętrzne warstwy Słońca są zbudowane z materii gazowej, to jednak stan skupienia materii w jego wnętrzu był nieznan. Przyczyną takiego stanu rzeczy był niedostateczny postęp fizyki teoretycznej. Właśnie konieczność podania przekonującej interpretacji znanych faktów obserwacyjnych przyspieszyła rozwój astrofizyki teoretycznej, która przez pierwsze dziesięciolecia XX w. pozostawała w bardzo ścisłym związku z fizyką teoretyczną. Kwantowa teoria promieniowania M.K. Plancka (1900), model atomu N.H. Bohra (1913), udoskonalony następnie przez A. Sommerfelda (1916), teoria jonizacji M. Sahy (1920) pozwoliły na poznanie fizycznych mechanizmów oddziaływania promieniowania z materią, odpowiedzialnych za powstawanie linii widmowych i widma ciągłego ciał świecących. Nieomal jednocześnie A. Schuster (1902) i K. Schwarzschild (1906) sformułowali i rozwiązali teoretycznie problem transferu promieniowania przez gazową atmosferę gwiazdy. Wykorzystując ich wyniki M. Minnaert (1931) podał metodę ilościowej analizy składu chemicznego atmosfer za pomocą tzw. krzywej wzrostu. Podstawowe znaczenie dla poznania budowy wewnętrznej gwiazd i późniejszej ich ewolucji miało odkrycie, że gwiazdy o tej samej temperaturze powierzchniowej mogą być olbrzymami lub karłami (E. Hertzsprung, 1905) i że istnieje dobrze określona zależność między typami widmowymi gwiazd a ich jasnościami absolutnymi (H.N. Russell, 1913); graficznym obrazem tej zależności jest tzw. [diagram Hertzsprunga–Russella](#).

Pierwsze teoretyczne prace dotyczące budowy wewnętrznej gwiazd ukazały się w końcu XIX w. i na początku XX w. (G.A. Ritter, J. Lane, R. Emden). Sformułowano w nich w sposób matematyczny warunki statycznej i cieplnej równowagi kul gazowych, choć przekonanie, że gwiazdy są zbudowane całkowicie z materii gazowej nie było jeszcze powszechnie przyjęte. Pierwsze realistyczne modele budowy wewnętrznej gwiazd, które w przybliżeniu spełniały znaną poprzednio z obserwacji zależność masa–jasność, skonstruował 1924 A.S. Eddington. Źródła energii promieniowanej przez gwiazdy były nieznane do 1938, gdy H.A. Bethe wykazał, że przy takiej gęstości i temperaturze, jakie — zgodnie z istniejącymi modelami — powinny panować we wnętrzach gwiazd, wydajnym źródłem energii są reakcje termojądrowe (przemiana czterech jąder wodoru w jedno jądro helu). Postęp w zrozumieniu budowy wewnętrznej gwiazd stałych umożliwił jednocześnie podjęcie rozważań

dotyczących pulsacji gwiazd: 1919 Eddington wykazał teoretycznie, że zmienność cefeid można uważać za wynik ich pulsacji.

Chociaż charakterystyczną cechą astrofizyki 1. połowy XX w. były przede wszystkim osiągnięcia teoretyczne, to również w zakresie obserwacyjnym dokonano wielu ważnych odkryć, głównie dzięki znacznemu udoskonaleniu metod obserwacji. Teleskopy soczewkowe zostały niemal całkowicie wyparte przez łatwiejsze w konstrukcji teleskopy zwierciadlane. W 1918 w obserwatorium na Mount Wilson oddano do użytku reflektor o średnicy 2,5 m, który przez ponad 30 lat był największym teleskopem na świecie i pracował do 1985. Zwiększenie zasięgu obserwacji doprowadziło wkrótce do dwu fundamentalnych odkryć o znaczeniu kosmologicznym: 1924 E.P. Hubble na podstawie obserwacji cefeid wyznaczył odległość do galaktyki M31 (zwaną Wielką Mgławicą Andromedy; równa ok. 2 mln lat świetlnych) i dowiódł tym samym, że zagadkowe dotychczas mgławice spiralne są obiektami pozagalaktycznymi i układami gwiazd podobnymi do naszej Galaktyki, zaś pomiary prędkości radialnych innych galaktyk (i wyznaczenie ich odległości metodą cefeid) pozwoliły mu sformułować wniosek (1929), że galaktyki średnio biorąc oddalają się od nas z prędkościami wprost proporcjonalnymi do odległości. Prawo to, zwane prawem Hubble'a, jest fundamentem współczesnej kosmologii.

Kolejny wzrost dokładności pomiarów natężenia światła gwiazd nastąpił dzięki zastosowaniu fotokomórek, później fotopowielaczy (1940), umożliwiając stworzenie systemów fotometrii fotoelektrycznej stosowanych również obecnie. Wzrastająca dokładność obserwacji fotometrycznych i spektroskopowych doprowadziła do odkrycia (W. Baade, 1944) populacji gwiazd, czyli grup obiektów galaktycznych różniących się zarówno cechami kinematycznymi, jak i fizycznymi (skład chemiczny, położenie na diagramie Hertzsprunga–Russella, wiek). Ważnym osiągnięciem heliofizyki było zmierzenie natężenia pola magnetycznego w plamach słonecznych (G.E. Hale, 1908) oraz odkrycie linii koronalnych, a następnie ich identyfikacja (B. Edlén, 1941) z liniami wielokrotnie zjonizowanych pierwiastków, jak żelazo, wapń i nikiel, co prowadziło do wniosku, że korona słoneczna jest zbudowana z rozrzedzonego gazu o temperaturze około miliona K. Odkryto również nową składową Galaktyki — materię międzygwiazdową. W 1928 O. Struve udowodnił międzygwiazdowe pochodzenie ostrych linii zjonizowanego wapnia, obserwowanych w widmach wielu odległych gwiazd, 1930 R.J. Trumpler stwierdził istnienie ciemnej materii międzygwiazdowej, a 1932 J. Stebbins wykrył tzw. podczerwienie światła gwiazd, świadczące o istnieniu pyłu międzygwiazdowego. Zarejestrowanie przez K. Jansky'ego 1932 pozaziemskiego szumu radiowego zapoczątkowało rozwój **radioastronomii**. W 1937 G. Reber za pomocą 10-metrowej anteny paraboloidalnej sporządził pierwszą radiową mapę Galaktyki; pierwsze dyskretne źródło promieniowania radiowego (Cygnus A) odkrył 1946 J.S. Hey; 1951 H.I. Ewen i E.M. Purcell odebrali promieniowanie długości 21 cm, odpowiadające linii wodoru neutralnego, której istnienie przewidziano teoretycznie w połowie lat 40. (H. van de Hulst).

Stan obecny. Począwszy od pierwszych lat po II wojnie światowej astrofizyka stała się najważniejszą i najszybciej rozwijającą się dziedziną astronomii. Zdecydował o tym przede wszystkim rozwój techniki; udoskonalenie odbioru fal radiowych przyczyniło się do szybkiego postępu badań w dziedzinie radioastronomii; zastosowanie rakiet i sztucznych satelitów Ziemi do obserwacji astronomicznych

spoza atmosfery ziemskiej udostępniło szerokim badaniom zakresy widmowe niedostępne poprzednio z powierzchni Ziemi (spoza [okien atmosferycznych](#)) i przyczyniło się do powstania nowych działów badań astronomicznych, [astronomii podczerwonej](#) i [astronomii rentgenowskiej](#); zbudowano urządzenia do rejestracji strumienia neutrin słonecznych oraz „teleskopy grawitacyjne” mające za zadanie wykrycie kosmicznych fal grawitacyjnych; rozwój elektronicznych technik obliczeniowych stworzył nowe możliwości rozwiązywania problemów teoretycznych. Znajomość procesów oddziaływania materii z promieniowaniem i możliwość konstruowania szczegółowych modeli atmosfer gwiazd i planet pozwalają na stosunkowo łatwą interpretację najważniejszych cech promieniowania odbieranego od ciał niebieskich w całym zakresie widma elektromagnetycznego, a zwłaszcza na określenie warunków fizycznych, w jakich promieniowanie to zostało wysłane ze źródła. Teoria budowy i ewolucji gwiazd z dużym powodzeniem dąży do stworzenia ogólnego schematu ewolucyjnego, w którym można by pomieścić wszystkie znane obiekty typu gwiazdowego. Coraz dokładniejsza (zwłaszcza dzięki obserwacjom radiowym i w podczerwieni) znajomość stanu fizycznego materii międzygwiazdowej pozwala na tworzenie coraz dokładniejszego obrazu wzajemnych związków między materią rozproszoną a materią skupioną w gwiazdach. Stałemu rozszerzaniu ulega obszar, w którym obserwuje się galaktyki i kwazary: obecnie najodleglejszym zaobserwowanym (w dziedzinie optycznej) obiektem jest galaktyka o przesunięciu ku czerwieni 6,68, co oznacza, że znajduje się ona w odległości rzędu kilkunastu mld lat świetlnych i że obserwowane obecnie światło opuściło ją, gdy wiek Wszechświata wynosił ok. 10% obecnego wieku. Ewolucją Wszechświata jako całości zajmuje się [kosmologia](#); obecnie wydaje się, że istnieje możliwość teoretycznego śledzenia historii Wszechświata, począwszy od ok. 10^{-43} s od Wielkiego Wybuchu; w chwilach wcześniejszych, w tzw. erze Plancka, powinny obowiązywać (nieznane jeszcze) prawa grawitacji kwantowej. Pomimo licznych sukcesów astrofizyki w ostatnich dziesięcioleciach, istnieje wiele problemów obserwacyjnych i teoretycznych o podstawowym znaczeniu, które nie znalazły jeszcze zadowalającego rozwiązania. Należą do nich m.in.: określenie średniej gęstości materii w obecnym Wszechświecie, podanie mechanizmu powstawania galaktyk i ich gromad, dokładne odtworzenie procesu narodzin gwiazd z obłoków materii międzygwiazdowej, stworzenie teorii powstawania planet.

W.Ł. Ginzburg *O fizyce i astrofizyce*, Warszawa 1979;

J.M. Kreiner *Astronomia z astrofizyką*, wyd. 2, Warszawa 1992;

P. Artymowicz *Astrofizyka układów planetarnych*, Warszawa 1995.

Marcin Kubiak

astrofizyka relatywistyczna, dział astrofizyki zajmujący się badaniem obiektów astr., w których istotną rolę odgrywają albo bardzo silne pola grawitacyjne, do których opisu należy korzystać z ogólnej teorii względności, albo efekty relatywistyczne związane z bardzo dużymi gęstościami lub bardzo dużymi prędkościami cząstek.

**

astrofotografia [gr.] → [fotografia astronomiczna](#).

**

astrofotometria [gr.] → [fotometria astronomiczna](#).

**

astrognozja [gr.], umiejętność rozpoznawania na niebie gwiazd i gwiazdozbiorów.

**

astrograf [gr.], **astrokamera**, przyrząd do fotografowania nieba; składa się z kamery fot. na montażu paralaktycznym z mechanizmem zegarowym oraz lunety wizualnej, służącej do nastawiania kamery na wybrany obiekt i kontroli prowadzenia kamery w ślad za ruchem dziennym nieba.

**

astrokamera [gr.], *techn.* → **astrograf**.

**

astrokompas [gr.-łac.], przyrząd wyznaczający geogr. kurs statku wodnego na podstawie wizualnego namiaru na określone ciało niebieskie.

**

astrolabium [łac. < gr.], przyrząd astronomiczny do mierzenia wysokości ciał niebieskich nad horyzontem; wynalezione w II w. p.n.e. przez Hipparcha; używane (m.in. przez M. Kopernika) do XVIII w.

**

astrolatria [gr.], *religiozn.* → kultury astralne.

**

astrologia [gr., 'nauka o gwiazdach'], wróżbiarstwo oparte na założeniu, że wzajemne położenia na niebie Słońca, Księżyca, planet i gwiazd wpływają bezpośrednio na losy człowieka lub społeczeństwa. Astrologia powstała w Mezopotamii w końcu III tysiąclecia p.n.e. jako praktyka przepowiadania przyszłości władcy i kraju na podstawie zjawisk astronomicznych i geofizycznych; w I tysiącleciu p.n.e. rozwinęła się astrologia horoskopowa (**horoskop**) oparta na założeniu, że losy człowieka są wyznaczone przez położenie planet i gwiazd w chwili jego urodzenia; dzięki wykonywaniu wielu dokładnych obserwacji ciał niebieskich astrologowie starożytni i średniowieczni przyczynili się do rozwoju astronomii.

**

astrometria [gr. *ástron* 'gwiazda', *metréō* 'mierzę'], **astronomia pozycyjna**, najstarszy dział astronomii, obejmujący metody określania położenia i ruchów ciał niebieskich, wyznaczania współrzędnych geograficznych i kierunków na Ziemi oraz metody wyznaczania i rachuby czasu. Astrometrię dzieli się na: 1) astronomię sferyczną, która obejmuje teorię układów współrzędnych astronomicznych oraz badania położenia ciał niebieskich na sferze niebieskiej; 2) astronomię praktyczną, obejmującą teorię instrumentów astrometrycznych oraz metody pomiarów położenia ciał niebieskich; astronomia praktyczna ma zastosowanie w geodezji — do wyznaczania współrzędnych geograficznych miejsca obserwacji, oraz w nawigacji — do ustalania położenia, a także kursu statków.

**

astronautyka [gr. *ástron* 'gwiazda', *nautikē* 'żegluga'], **kosmonautyka**, zespół wielu dyscyplin naukowych i technicznych zajmujących się przygotowaniem i realizacją lotów poza atmosferę Ziemi (**loty kosmiczne**), których głównym celem jest poznanie przestrzeni kosmicznej i znajdujących się w niej obiektów, przeprowadzenie

specjalistycznych badań i eksperymentów naukowo-technicznych oraz zastosowanie techniki kosmicznej do celów użytkowych. Astronautyka obejmuje poznawanie oraz analizowanie warunków i zjawisk towarzyszących lotom **statków kosmicznych**, tworzenie możliwości technicznych ich realizacji oraz badanie oddziaływań warunków lotu na psychofizyczny stan astronautów i możliwość ich adaptacji do tych warunków. W rozwiązywaniu zagadnień z zakresu astronautyki korzysta się z osiągnięć wielu gałęzi nauki (aerodynamiki, magnetohydrodynamiki, aeronomii, astrofizyki, planetologii, techniki raketowej i in.). Badania naukowe nad realizacją lotów kosmicznych stały się możliwe dopiero wtedy, gdy uświadomiono sobie konieczność pokonania siły ciężkości przez nadanie statkowi kosmicznemu odpowiedniej prędkości (**prędkość kosmiczna**), zapewnienia bezpiecznego powrotu człowieka z lotu kosmicznego przez atmosferę Ziemi oraz stworzenia człowiekowi odpowiednich warunków biologicznych podczas lotu. Ideę rakiety wielostopniowej pierwszy przedstawił (1650) polski artylerzysta K. Siemienowicz. Teoretyczne podstawy astronautyki zostały stworzone w 1. połowie XX w. przez **K. Ciołkowskiego**, który opracował teorię ruchu rakiet oraz przewidział możliwość realizacji sztucznego satelity Ziemi; fundamentalny wkład w rozwój astronautyki wnieśli ponadto: R. Goddard, W. Hohmann, H. Oberth. Pierwsza rakiet jednostopniowa dużych rozmiarów została zbudowana w czasie II wojny światowej w Niemczech pod kierunkiem **W. von Brauna** (pierwszy start 1942); po II wojnie światowej nastąpił szybki rozwój techniki raketowej (budowa rakiet wielostopniowych oraz rakiet dalekiego zasięgu w ZSRR i USA); rozwój elektroniki umożliwił dalszy postęp w technice sterowania raketami; stało się też możliwe rozpoczęcie prac nad fizjologicznymi aspektami lotów kosmicznych z udziałem człowieka.

Praktyczna realizacja lotów kosmicznych wymagała pokonania istotnych problemów konstrukcyjno-technicznych oraz opanowania techniki wynoszenia obiektów kosmicznych na orbity wokółziemskie, a następnie trajektorie międzyplanetarne, jak również przeprowadzania zmian orbity podczas lotu; stało się to możliwe dzięki zastosowaniu wielostopniowych rakiet nośnych oraz silników raketowych; istotnym problemem, zwłaszcza dotyczącym wypraw załogowych, było sprowadzenie statku z orbity na Ziemię, jego bezpieczne przejście przez atmosferę i łagodne lądowanie, co wiązało się z koniecznością opracowania niezawodnych układów ochrony (osłony) termicznej i lądowania oraz wyposażenia w nie statków. W miarę wzrostu stopnia złożoności misji kosmicznych niezbędne stało się również opanowanie operacji miękkiego lądowania (wykorzystywanych przez ekspedycje księżycowe w programie **Apollo** oraz wiele próbników planet Układu Słonecznego), jak również operacji rozłączania i łączenia statków bądź ich członów na orbicie, stosowanych wielokrotnie w różnych wyprawach kosmicznych (np. misje księżycowe programu Apollo, loty ku stacjom orbitalnym, misja Sojuz–Apollo i in.). Istotnymi etapami w rozwoju współczesnej astronautyki było umieszczenie na orbicie stacji kosmicznych oraz wprowadzenie do eksploatacji statków kosmicznych wielokrotnego użytku, co przez zwiększenie czasu przebywania astronautów w kosmosie i częstości lotów kosmicznych przyczyniło się do zwiększenia efektywności misji kosmicznych. Przedsięwzięcia te wymagały opracowania niezawodnych rozwiązań technicznych dotyczących układów sterowania, nawigacji, łączności, zasilania w energię, kontroli warunków lotu, klimatyzacji, lądowania i in., zapewnienia załogom warunków egzystencji wewnątrz statku, jak również podczas prac poza jego kabiną, co wiązało się ze stworzeniem odpowiednich warunków fizykochemicznych (skład atmosfery, ciśnienie, temperatura) w kabinie oraz skutecznej ochrony przed środowiskiem

kosmicznym (promieniowanie kosmiczne, meteoroidy, aerodynamiczne nagrzewanie statku podczas przechodzenia przez atmosferę). Istotną kwestią było również przygotowanie i przystosowanie załogi do warunków lotu kosmicznego i jego oddziaływania na organizm ludzki (przeciążenia startowe, nieważkość, niedotlenienie, czynniki psychologiczne). Dodatkowym czynnikiem warunkującym realizację lotów kosmicznych było stworzenie infrastruktury urządzeń naziemnych, obejmującej kosmodromy, ośrodki dowodzenia i kontroli lotu, sieć stacji śledzących, ośrodki transmisji danych i in. W związku z rozwojem badań kosmosu i jego opanowywaniem powstało międzynarodowe prawo kosmiczne, stopniowo rozszerzane i uściślane.

Astronautyka odgrywa istotną rolę w procesie rozwoju cywilizacyjnego, zarówno pod względem poznawczym, jak i praktycznym. Umożliwia eksplorację przestrzeni Układu Słonecznego, poznawanie znajdujących się w nim ciał, ich właściwości i panujących tam warunków fizycznych. Dzięki obserwacjom wykonywanym przez specjalistyczne satelity astronomiczne w różnych zakresach promieniowania było możliwe odkrycie nowych klas obiektów kosmicznych, uległa z wielokrotnościom liczba obserwowanych ciał, a także łatwiejsze stały się obserwacje bardzo odległych obiektów we Wszechświecie, powstałych we wczesnych stadiach jego ewolucji. Z kolei loty załogowe, zwłaszcza te połączone z długotrwałym pobytom astronautów w stacjach kosmicznych, umożliwiają zdobycie bezpośrednich informacji o wpływie warunków lotu na organizm ludzki w aspekcie fizycznym i psychicznym, możliwości jego adaptacji do tychże warunków, co jest niezbędne do określenia perspektyw i zakresu przebywania człowieka w kosmosie w większym niż dotychczas stopniu (np. zasiedlania przyszłych stacji kosmicznych). Specyfika warunków lotu kosmicznego (nieważkość) jest wykorzystywana także do celów technologicznych, np. wytwarzania unikatowych materiałów w warunkach mikrogravitacji. Astronautyka poprzez umieszczanie na orbitach wokółziemskich specjalistycznych satelitów wywiera coraz bardziej znaczący, praktyczny wpływ na wiele dziedzin życia na Ziemi, w szczególności w sferze telekomunikacji, łączności satelitarnej, meteorologii, nawigacji, monitorowania zasobów naturalnych, stanu wód, produkcji rolniczej itp. Astronautyka jest również pośrednim stymulatorem rozwoju, przez wymuszanie innowacyjnych rozwiązań technologicznych, m.in. w zakresie inżynierii materiałowej, a także elektronicznych, charakteryzujących się dużą niezawodnością, odpornością na ekstremalne warunki zewnętrzne, miniaturyzacją i energooszczędnością — z czasem znajdują one zastosowanie w urządzeniach codziennego użytku.

Realizacją lotów kosmicznych oraz praktycznym ich wykorzystaniem zajmują się wyspecjalizowane agencje kosmiczne ([NASA](#), [ESA](#), [NASDA](#), Rosyjska Agencja Kosmiczna), organizacje i programy międzynarodowe (Intelsat, Inmarsat i in.) oraz instytucje wojskowe. W dotychczasowym podboju kosmosu największy udział miały USA i ZSRR, a w dalszej kolejności m.in.: Japonia, Francja, RFN, Wielka Brytania, Chiny, Indie (własne satelity i rakiety nośne). Prace badawcze i wymianę informacji prowadziły bądź prowadzą różne placówki naukowe, m.in.: w USA — Ames Research Center w Mofett Field (Kalifornia), Jet Propulsion Laboratory w Pasadenie (Kalifornia), Goddard Space Flight Center w Greenbelt (Maryland), oraz liczne ośrodki uniwersyteckie — m.in. Instytut Badań Kosmicznych Rosyjskiej Akademii Nauk w Moskwie, Instytut Magnetyzmu Ziemijskiego, Jonosfery i Propagacji Fal Radiowych (IZMIRAN) w Troicku, centrum Europejskiej Agencji Kosmicznej ESTEC w Noordwijk (Holandia), a w Polsce m.in. [Centrum Badań Kosmicznych PAN](#),

Wojskowy Instytut Medycyny Lotniczej, Politechnika Warszawska i in. Funkcję koordynująco-informacyjną w zakresie astronautyki i badań kosmosu pełnią organizacje i stowarzyszenia międzynarodowe ([COSPAR](#), Międzynarodowa Federacja Astronautyczna i in.) oraz krajowe (w Polsce [Polskie Towarzystwo Astronautyczne](#)).

**

„Astronautyka”, czasopismo popularnonauk. wydawane 1958–2002 (z przerwą 1993–99) przez Pol. Tow. Astronautyczne.

**

astronawigacja [gr.-łac.], rodzaj → [nawigacji](#).

**

astronomia [gr. *ástron* ‘gwiazda’, *nómos* ‘prawo’], nauka przyrodnicza, której przedmiotem badań są ciała niebieskie, ich rozkład i ruchy w przestrzeni, pochodzenie, budowa oraz ewolucja, a także Wszechświat jako całość.

Charakterystyczną cechą badań astronomicznych jest wnioskowanie o procesach fizycznych zachodzących w obiektach kosmicznych wyłącznie na podstawie obserwacji, gdyż nie istnieje możliwość przeprowadzania eksperymentów. U podstaw tego tkwi przekonanie, że prawa fizyki odkrywane na Ziemi są stosowalne w całym Wszechświecie. Głównym źródłem informacji o ciałach niebieskich jest wysyłane przez nie promieniowanie elektromagnetyczne (światło, promieniowanie radiowe, rentgenowskie i in.); określenie kierunku, z którego ono przybywa, pozwala na zlokalizowanie ciała na sferze niebieskiej (w dowolnym układzie współrzędnych astronomicznych), natomiast badanie jego cech fizycznych (analiza rozkładu widmowego, pomiar natężenia, polaryzacji i in.) pozwala wnioskować o fizycznych właściwościach jego źródeł. Na pograniczu dzisiejszej astronomii i fizyki znajdują się obserwacje strumieni cząstek pochodzenia pozaziemskiego (promieniowanie kosmiczne, wiatr słoneczny, neutrina) oraz fal grawitacyjnych.

Astronomia jest najstarszą nauką przyrodniczą; zrodziła się zarówno z zainteresowań poznawczych i religijnych, jak i potrzeb czysto praktycznych, np. stworzenia kalendarzowej rachuby czasu, zasad nawigacji itp. Ślady zainteresowań astronomicznych przetrwały w pozostałościach po najstarszych cywilizacjach. Jest prawdopodobne, że ok. 1100 p.n.e. astronomowie chińscy znali z dość dużą dokładnością wartość nachylenia ekliptyki do równika niebieskiego, a pierwsze nie budzące wątpliwości informacje astronomiczne, wartościowe również obecnie, pochodzą z 611 p.n.e. i dotyczą obserwacji komet. W następnych wiekach astronomia chińska koncentrowała się na rejestracji zjawisk astronomicznych (zaćmienia, komety, meteory, występowanie plam na Słońcu), nie starając się stworzyć ogólnego systemu tych zjawisk. Astronomia babilońska największy rozkwit przeżyła w VI–V w. p.n.e., kiedy to poznano długości obiegów synodycznych planet oraz długość cyklu zaćmień Słońca i Księżyca; fazy Księżyca stały się podstawą starobabilońskiego kalendarza; ok. 380 p.n.e. powstały tablice księżycowe pozwalające przewidzieć momenty pierwszej widoczności sierpa Księżyca po nowiu. Babilończykom przypisuje się skonstruowanie pierwszego zegara wodnego i użycie [gnomonu](#) do wyznaczania czasu słonecznego; oni również wprowadzili, stosowany do czasów obecnych, sześćdziesiątkowy podział jednostek kąta i czasu.

Zainteresowania astronomiczne pojawiły się bardzo wcześnie u ludów zamieszkujących Amerykę Środkową: wiele napisów i elementów architektonicznych pozostawionych przez cywilizację Majów ma charakter astronomiczny i dowodzi zaskakująco dokładnej znajomości okresów kalendarzowych.

Pierwsze, niezależne od poglądów religijnych, teorie budowy Wszechświata stworzyli starożytni Grecy (m.in. Filolaos z Krotonu, Eratostenes z Cyreny, Arystarch z Samos, [Hipparch](#), Klaudiusz Ptolemeusz), zaś początkiem nowożytnej astronomii stało się stworzenie przez M. Kopernika heliocentrycznej teorii budowy Wszechświata. Przełomowe znaczenie dla obserwacji astronomicznych miało wynalezienie na początku XVII w. [lunety](#) (Galileusz).

Współczesna astronomia dzieli się na wiele dyscyplin, zależnie od metod obserwacyjnych lub typu badanych obiektów. Wyznaczaniem położenia ciał niebieskich zajmuje się astrometria (najstarszy dział astronomii), zastosowaniem teorii grawitacji do teoretycznego opisu ruchu ciał niebieskich — mechanika nieba, badaniem planet (ich budową wewnętrzną, powierzchnią, atmosferą, ewolucją) — planetologia, badaniem rozmieszczenia i ruchów gwiazd oraz materii międzygwiazdowej w Galaktyce (m.in. wyodrębnienie podsystemów i populacji gwiazdowych w Galaktyce, odkrycie rotacji różniczkowej galaktyk spiralnych) — astronomia gwiazdowa (astronomia galaktyczna), badaniem przestrzennego rozkładu i ruchów odległych obiektów pozagalaktycznych (galaktyk, kwazarów), jak i ich właściwościami fizycznymi — astronomia pozagalaktyczna, teorią powstawania ciał Układu Słonecznego — kosmogonia, badaniem budowy i ewolucji Wszechświata jako całości — kosmologia. Największym działem współczesnej astronomii jest astrofizyka, której celem jest uzyskanie, na podstawie obserwacji i teoretycznych rozważań, wiadomości o budowie ciał niebieskich, o procesach fizycznych decydujących o ich obecnym stanie oraz o ich ewolucji; podstawą badań astrofizycznych są obserwacje widma promieniowania elektromagnetycznego wysyłanego przez ciała niebieskie we wszystkich zakresach długości fal (gamma, rentgenowskie, nadfiolet, światło widzialne, podczerwień, fale radiowe). Ze względu na specyfikę metod obserwacyjnych stosowanych w przypadku najjaśniejszego obiektu na niebie — Słońca, w astrofizyce wyróżnia się heliofizykę. Innym kryterium podziału astronomii na węższe dziedziny jest zakres obserwowanego promieniowania elektromagnetycznego oraz stosowane techniki obserwacyjne; radioastronomia zajmuje się badaniem ciał niebieskich na podstawie emitowanego przez nie promieniowania radiowego, w zakresie długości od fal kilometrowych do submilimetrycznych (dużym osiągnięciem w tej dziedzinie było wykrycie kwazarów); astronomia podczerwona jest poświęcona analizie promieniowania podczerwonego ciał niebieskich; astronomia rentgenowska — badaniom promieniowania rentgenowskiego. Badania astronomiczne w zakresie promieniowania widzialnego, radiowego i bliskiej podczerwieni prowadzi się za pomocą wielkich teleskopów i radioteleskopów naziemnych - [obserwatorium astronomiczne](#) — [tabela](#); [interferometria wielkobazowa](#)); ponieważ atmosfera ziemską pochłania większą część promieniowania elektromagnetycznego, a przepuszcza tylko promieniowanie widzialne oraz część podczerwieni i część promieniowania radiowego, przełomowym momentem w rozwoju współczesnej astrofizyki było umieszczenie pierwszych obserwatoriów na pokładach rakiet i sztucznych satelitów wznoszących się ponad atmosferę. Do badania promieniowania rentgenowskiego służą (służyły) obserwatoria m.in. Uhuru, EXOSAT, Chandra, promieniowania podczerwonego m.in. Spitzer,

gamma — CGRO, seria satelitów HEAO badała emitowane przez źródła astronomiczne promieniowanie rentgenowskie, gamma, a także promieniowanie kosmiczne, satelitarne obserwatorium astronomiczne do badań w zakresie światła widzialnego, promieniowania nadfioletowego i w bliskiej podczerwieni to Teleskop Kosmiczny Hubble'a; celem misji m.in. satelity COBE było badanie promieniowania tła (reliktowego).

E. Rybka *Astronomia ogólna*, wyd. 7, Warszawa 1983;

Astronomia popularna, red. S. Piotrowski, Warszawa 1990;

J.M. Kreiner *Astronomia z astrofizyką*, wyd. 2, Warszawa 1992;

J. North *Historia astronomii i kosmologii*, Katowice 1997.

**

Ważniejsze daty z historii astronomii

- ok. 1100 p.n.e. Pierwsze wyznaczenie nachylenia ekliptyki do równika (Chiny)
- ok. 240 p.n.e. Pomiar długości południka ziemskiego (Eratostenes z Cyreny, Grecja)
- III w. p.n.e. Sformułowanie myśli o ruchu Ziemi wokół Słońca (Arystarch z Samos, Grecja)
- II w. p.n.e. Obserwacje Hipparcha. Pierwszy katalog gwiazd
- II w. Opracowanie systemu geocentrycznego (Klaudiusz Ptolemeusz, Grecja)
- 1543 Wydanie dzieła M. Kopernika *De revolutionibus orbium coelestium*
- 1582 Wprowadzenie kalendarza gregoriańskiego
- 1609–11 Pierwsze obserwacje teleskopowe, odkrycie czterech satelitów Jowisza (Galileusz)
- 1609–18 Ogłoszenie praw Keplera (Niemcy)
- 1687 Ogłoszenie teorii grawitacji Newtona (Anglia)
- 1718 Odkrycie ruchów własnych gwiazd (E. Halley, W. Brytania)
- 1728 Odkrycie aberracji światła gwiazd (J. Bradley, W. Brytania)
- 1783 Odkrycie ruchu Słońca w przestrzeni międzygwiazdowej (F.W. Herschel, W. Brytania)
- 1783–84 Przybliżone określenie kształtu i rozmiarów Galaktyki (F.W. Herschel, W. Brytania)
- 1838 Pomiar pierwszej paralaksy gwiazdy (F.W. Bessel, Niemcy)
- 1846 Odkrycie Neptuna (J. Galle, Niemcy) na podstawie obliczeń U.J.J. Le Verriera (Francja) i J.C. Adamsa (W. Brytania)
- 1905 Odkrycie gwiazd olbrzymów i karłów (E. Hertzsprung, Dania)
- 1924 Dowód obserwacyjny istnienia galaktyk analogicznych do naszej Galaktyki (E.P. Hubble, USA)
- 1926–27 Stwierdzenie obrotu Galaktyki (B. Lindblad, Szwecja, J.H. Oort, Holandia)
- 1929 Odkrycie zjawiska rozszerzania się Wszechświata (E.P. Hubble, USA)
- 1932 Odkrycie promieniowania radiowego Galaktyki (K. Jansky, USA)
- 1938 Odkrycie cyklu węglowego reakcji jądrowych jako źródła energii gwiazd (H.A. Bethe, USA)
- 1943–44 Odkrycie podsystemów i populacji gwiazd (B.W. Kukarkin, Rosja, W. Baade, USA)
- 1947 Odkrycie asocjacji gwiazd (W.A. Ambarcumian, Armenia)

1962	Odkrycie pierwszego źródła promieniowania rentgenowskiego, Sco X-1, poza Układem Słonecznym (USA)
1963	Odkrycie kwazarów (A.R. Sandage, T.A. Matthews, M. Schmidt, USA)
1965	Wykrycie promieniowania relikтового (A.A. Penzias, R.W. Wilson, USA)
1967–68	Odkrycie pulsarów (A. Hewish, J. Bell, W. Brytania)
1970	Wyniesienie na orbitę okołozemską pierwszego satelity do badań rentgenowskich, Uhuru (USA)
1983	Wyniesienie na orbitę okołozemską pierwszego satelity do badań podczerwieni IRAS (USA, Holandia)
1987	Pierwszy pomiar strumienia neutrin od gwiazdy supernowej (Japonia, USA)
1990	Wyniesienie na orbitę okołozemską Teleskopu Kosmicznego Hubble'a (USA)
1992	Odkrycie satelitów pulsara PSR 1257 + 12 (A. Wolszczan, Polska; D. Frail, USA)
1992	Odkrycie fluktuacji mikrofalowego promieniowania tła (satelita COBE, USA)
1993	Wykrycie pierwszych zjawisk mikrosoczewkowania grawitacyjnego (B. Paczyński, C. Alcock, USA; A. Udalski, Polska)
1995	Odkrycie pierwszej planety wokół gwiazdy typu Słońca, 51 Peg (M. Mayer, D. Queloz, USA)
1997	Stwierdzenie, że błyski gamma są pochodzenia pozagalaktycznego (B. Paczyński, USA)
1997	Opublikowanie katalogów gwiazdowych <i>Hipparcos</i> i <i>Tycho</i> zawierających najdokładniejsze dane astrometryczne 1,2 mln obiektów astronomicznych (European Space Agency)
1998	Odkrycie pierwszego magnetara
2001	Odkrycie dwóch supermasywnych czarnych dziur w jądrze pojedynczej galaktyki (satelita Chandra, USA)
2003	Potwierdzenie istnienia ciemnej energii i ciemnej materii we Wszechświecie (satelita WMAP, USA)
2004	Odkrycie związanego układu dwóch pulsarów radiowych
2008	Pierwsze w historii fotografie planet spoza Układu Słonecznego towarzyszących gwiazdzie Fomalhaut (NASA, USA) i gwiazdzie HR8799 (Laboratorium Lawrence'a, USA)

**

Niektóre ważniejsze obserwatoria astronomiczne

Obserwatorium	Rok założenia	Stacja	Ważniejsze instrumenty astronomiczne
Lick Observatory	1874–88	Mount Hamilton, 1283 m n.p.m., Kalifornia (USA)	teleskop o średnicy 3,05 m i kilka mniejszych
Mount Wilson	1904	Mount Wilson,	teleskopy o średnicy

Observatory		1742 m n.p.m., Kalifornia (USA)	2,54 m i 1,52 m, interferometr podczerwony
McDonald Observatory	1939	Mount Locke k. Fort Davis, 2075 m n.p.m., Teksas (USA)	teleskop HET o średnicy 9,2 m (1997 ^a), teleskopy o średnicach 2,7 m i 2,1 m
Kitt Peak Observatory	1958	w pobliżu Tucson, 2064 m n.p.m., Arizona (USA)	teleskop o średnicy 4 m, teleskop słoneczny o ogniskowej 90,5 m
Mount Palomar Observatory	1946	Mount Palomar, 1706 m n.p.m., Kalifornia (USA)	teleskop Hale'a o średnicy 5,08 m i kilka mniejszych, kamera Schmidta
Spiecialnaja astrofizyczna obsierwatorija	1975	góra Pastuchow, 2070 m n.p.m., Kaukaz (Rosja)	teleskop o średnicy 6,05 m, radiointerferometr 600 m (na wys. 970 m)
European Southern Observatory	1962	góra La Silla, 2400 m n.p.m., pustynia Atakama (Chile), Cerro Paranal, 2600 m n.p.m., pustynia Atakama (Chile)	teleskop o średnicy 3,6 m i 13 mniejszych, 15- metrowa antena radiowa VLA składająca się z 4 teleskopów o średnicy 8,2 m
W.M. Keck Observatory	1968	Mauna Kea, 4200 m n.p.m., Hawaje (USA)	2 teleskopy o średnicach 10 m: Keck I (1992 ^a) i Keck II (1996 ^a), kilka mniejszych, radioteleskopy mikrofalowe
Kokuritsu Temmondai		Mauna Kea, Hawaje (USA)	teleskop Subaru (1999 ^a) o średnicy 8,2 m
Caltech Submillimeter Observatory	1987	Mauna Kea, Hawaje (USA)	teleskop o średnicy 10,4 m do obserwacji submilimetrycznych
Green Bank Observatory	1959	Green Bank, Wirginia Zachodnia (USA)	radioteleskopy o średnicach 92 m i 42 m
Arecibo Observatory	1974	Arecibo, Portoryko	radioteleskop o średnicy 305 m
National Radio Astronomy Observatory	1980	Socorro, Nowy Meksyk (USA)	27 radioteleskopów o średnicach 25 m każdy

^a Rok oddania do użytku.

**

astronomia gwiazdowa, dział astronomii zajmujący się badaniem rozmieszczenia przestrzennego i ruchów gwiazd, ich grupowymi własnościami, siłami występującymi w układach gwiazd oraz materii międzygwiazdowej.

**

Astronomia. Kalendarium wydarzeń w czasach współczesnych

1912

odkrycie zależności okres–jasność absolutna dla cefeid (H.S. Leavitt, USA)

1905–1914

opracowanie diagramu, zwanego obecnie diagramem Hertzsprunga-Russella, pozwalającego wygodnie klasyfikować gwiazdy i badać ich ewolucję (E. Hertzsprung, Dania i H.N Russell, USA)

1915

ogólna teoria względności (A. Einstein, Szwajcaria)

1917

uruchomienie największego (1917–47) teleskopu o 2,5-metrowej średnicy zwierciadła (Mount Wilson Observatory, USA)

1919

obserwacja zakrzywienie światła odległych gwiazd przez pole grawitacyjne Słońca, co stanowi dowód poprawności ogólnej teorii względności (A. Eddington, W. Brytania)

1920

wyznaczenie miejsca Słońca w systemie Drogi Mlecznej (H. Shapley, USA)

1922

opracowanie pierwszego matematycznego modelu rozszerzającego się Wszechświata (A.A. Friedman, ZSRR)

1924

definitywne wykazanie, że galaktyki są wielkimi systemami gwiazd, nie należącymi do Drogi Mlecznej (E.P. Hubble, USA)

1927

odkrycie rotacji Drogi Mlecznej (J.H. Oort, Holandia)

1929

obserwacyjne odkrycie ekspansji Wszechświata i sformułowanie prawa Hubble'a (E.P. Hubble, USA)

1930

teoria budowy białych karłów (S. Chandrasekhar, USA)

1930

odkrycie Plutona (C. Tombaugh)

1932

odkrycie promieniowania radiowego Drogi Mlecznej (K. Jansky)

1938

odkrycie, że źródłem energii gwiazd są reakcje termojądrowe (H.A. Bethe, USA)

1944

odkrycie populacji gwiazdowych (W. Baade, USA)

1948

uruchomienie teleskopu Hale'a o pięciometrowej średnicy zwierciadła (Mount Palomar Observatory, USA)

1957

umieszczenie na orbicie pierwszego sztucznego satelity Ziemi (Sputnik 1, ZSRR)

1959

dotarcie pierwszej sondy do Księżyca (Łuna 2, ZSRR)

1961

- lot pierwszego człowieka w kosmos (J.A. Gagarin, ZSRR)
- 1962** dotarcie pierwszej sondy w pobliże Wenus (Wenus 1, ZSRR)
- 1962** odkrycie pierwszego kosmicznego źródła promieniowania rentgenowskiego
- 1963** uruchomienie największego radioteleskopu o 300-metrowej średnicy anteny (Arecibo Observatory, Puerto Rico)
- 1963** odkrycie kwazarów (M. Schmidt)
- 1963** dotarcie pierwszej sondy w pobliże Marsa (Mars 1, ZSRR)
- 1964** odkrycie promieniowania relikтового będącego dowodem poprawności teorii Wielkiego Wybuchu (A.A. Penzias, USA i R.W. Wilson, USA)
- 1967** odkrycie pulsarów (J. Bell i A. Hewish, W. Brytania)
- 1969** lądowanie pierwszych astronautów na Księżycu (Apollo 11, USA)
- 1973** dotarcie pierwszej sondy w pobliże Jowisza (Pioneer 11, USA)
- 1974** pierwsza sonda w pobliżu Merkurego (Mariner 10, USA)
- 1977** odkrycie pierścieni Urana
- 1980** pierwsza sonda w pobliżu Saturna (Voyager 1, USA)
- 1980** powstanie koncepcji Wszechświata inflacyjnego
- 1986** pierwsza sonda w pobliżu Urana (Voyager 2, USA)
- 1987** pomiar strumienia neutrin z wybuchu supernowej
- 1989** pierwsza sonda w pobliżu Neptuna (Voyager 2, USA)
- 1990** umieszczenie Kosmicznego Teleskopu Hubble'a na orbicie wokółziemskiej
- 1991** odkrycie planet obiegających jeden z pulsarów (A. Wolszczan)
- 1992** odkrycie fluktuacji promieniowania relikтового
- 1993** odkrycie pierwszego obiektu pierścienia Kuipera
- 1995** odkrycie pierwszych planet, krążących wokół normalnych gwiazd
- 2001** pierwsze miękkie lądowanie sondy na asteroidzie
- 2003** potwierdzenie istnienia ciemnej energii i ciemnej materii we Wszechświecie (satelita WMAP, USA)

- 2004**
odkrycie związanego układu dwóch pulsarów radiowych
- 2008**
pierwsze w historii fotografie planet spoza Układu Słonecznego towarzyszących gwiazdzie Fomalhaut (NASA, USA) i gwiazdzie HR8799 (Laboratorium Lawrence'a, USA)
- 2008**
Uruchomienie w CERN pod Genewą akceleratora LHC (Large Hadron Collider) do obserwacji i badania właściwości cząstek Higgsa bądź innych cząstek postulowanych przez uogólnienia Modelu Standardowego
- 2011**
zakończenie programu lotów wahadłowców

Michał Czerny

**

Astronomia. Kalendarium wydarzeń w średniowieczu

- 630**
Etymologie (Izydor z Sewilli, Hiszpania) — encyklopedia powszechna, m.in. zawierająca informacje o astronomii
- 725**
De temporum ratione (Beda Czcigodny, Anglia) — traktat chronograficzny, m.in. podający metodę wyznaczania daty Wielkanocy wg Dionizjusza Mniejszego
- ok. 790**
tłumaczenie perskiego *Zij i Szah* na arabski (silne wpływy astronomii hinduskiej)
- 827**
wyznaczenie długości południka (uczeni arabscy z Domu Mądrości kalifa Al Mamuna w Bagdadzie)
- ok. 829**
Traktat o algebrze oraz *De numero Indorum* (Al Chuwarizmi, Bagdad) — prace o liczbach hinduskich i sposobach obliczania równań, czyli algorytmach
- ok. 880**
De motu octavae sphaerae (Sabit ibn Kurra, Bagdad) — teoria trepidacji, czyli oscylacyjnego ruchu ósmej sfery, tłumaczącego zjawisko precesji
- ok. 880**
wprowadzenie trygonometrii do astronomii, poprawki do teorii Ptolemeusza na podstawie obserwacji (Al Battani)
- 964**
katalog Ptolemeusza z uwzględnieniem precesji (Al Sufi)
- 976**
wynalazek zegara mechanicznego z napędem łańcuchowym (Chang Su-Sun, Chiny)
- 1008**
Tablice Hakemickie (Ibn Junis, Egipt)
- 1030**
Kanon Masuda (Al Biruni, Afganistan) — traktat astronomiczny
- 1054**

- 1066 obserwacja supernowej w Byku (Mgławica Krab — Daleki Wschód, Indianie)
- ok. 1100 kometa Halleya na tkaninie z Bayeux (wyprawa Wilhelma Zdobywcy)
- ok. 1100 *Zidż i Malikszahi*, reforma kalendarza z tzw. erą seldżucką (Omar Chajjam, Persja)
- po 1100 pierwsze uniwersytety (Bologna, 1158; Oxford 1167/8; Paryż ok. 1170)
- 1176 tłumaczenie *Almagestu* z greki na łacinę i innych dzieł astronomicznych (Gerard z Cremony, zm. 1187).
- 1252 *Tablice alfonsyńskie* (zespół uczonych, Kastylia)
- ok. 1270 *Perspectiva* (Witelon, Polska) — traktat o optyce i astronomii
- 1272 *Tablice ilchańskie* (Nasir Ad-Din At-Tusi, Maraghe, Iran)
- 1279 założenie obserwatorium w Pekinie (Chiny)
- ok. 1340 zegar mechaniczny (Ryszard z Wallingfordu, St. Albans, Anglia)
- 1391 *Traktat o astrolabium* (G. Chaucer, Anglia)
- 1437–49 katalog gwiazd i tablice planetarne (Uług Beg, Samarkanda)
- 1454 *Theoriae novae planetarum* (G. Peurbach, Austria)
- 1467 *Tablice kierunkowe* (Regiomontanus, Niemcy) — tablice astronomiczno-astrologiczne.

Robert M. Sadowski

**

Astronomia. Kalendarium wydarzeń w starożytności

- ok. 30 000–10 000 p.n.e.**
malowidła naskalne w grotach (Altamira, Lascaux itd.) o treści astronomicznej (?)
- V/IV tysiąclecie p.n.e.**
najstarsze megality
- XXVIII/XXVI w. p.n.e.**
piramidy egipskie
- 1646–1626 p.n.e.**
obserwacje Wenus (tabliczki Ammisaduki, Babilonia)
- VII–VI w. p.n.e.**
odkrycie periodyczności zaćmień Księżyca i Słońca „saros” (Babilonia)
- 585 p.n.e.**
zaćmienie Słońca, przepowiedziane (?) przez Talesa
- ok. 530 p.n.e.**
koncepcja kulistego kształtu Ziemi (Parmenides z Elei, Grecja)
- 433 p.n.e.**

cykl 19-letni (Meton, Grecja; wcześniej znany w Babilonii)

410 p.n.e.

pierwszy znany horoskop babiloński

IV w. p.n.e.

sfery homocentryczne (Eudoksos z Knidos, Grecja)

ok. 350 p.n.e.

O niebie (Arystoteles, Grecja) — dowody kulistego kształtu Ziemi, Księżyca i planet

ok. 300 p.n.e.

model heliocentryczny (Arystarch z Samos, Grecja)

III w. p.n.e.

systematyczne obserwacje położenia gwiazd (Arystyllos i Timocharis); zastąpienie sfer homocentrycznych przez kręgi i teoria epicykli (Apoloniusz z Perga, Grecja)

265 p.n.e.

teoria ruchu Ziemi, ocena odległości Ziemi od Słońca (1200 promieni ziemskich) i Księżyca (Arystarch z Samos, Grecja)

240 p.n.e.

wyznaczenie rozmiarów kuli ziemskiej (Eratostenes z Cyreny, Aleksandria, Egipt)

150–123 p.n.e.

odkrycie precesji, tablice ruchu Słońca i Księżyca, katalog pon. 800 gwiazd, wynalazek astrolabium (?) (Hipparch, Nikea, Azja Mn.)

46 p.n.e.

wprowadzenie kalendarza juliańskiego (Sozigenes, Aleksandria, Egipt)

ok. 140 n.e.

Mathematike syntaxis (*Almagest*, Klaudiusz Ptolemeusz, Aleksandria, Egipt) — teoria geocentryczna, katalog

V/VI w.

Panczasidhantika Varahamihiry, Aryabhata (Indie)

Robert M. Sadowski

**

Astronomia. Kalendarium wydarzeń w czasach nowożytnych

1543

De revolutionibus... — teoria heliocentryczna (M. Kopernik, Polska)

1551

Tabulae Prutenorum (E. Reinhold, Holandia) — pierwsze tablice zgodne z teorią kopernikańską

1572

supernowa w Kasjopei (Tycho Brahe, Dania)

1577

kometa i jej wpływ na koncepcję sfer planetarnych (Tycho Brahe, Dania)

1582, 15 X

kalendarz gregoriański

1584

O nieskończoności... (G. Bruno, Włochy) — idea wielości światów

1603

Uranometria, atlas nieba z oznaczeniem jasności gwiazd literami greckimi (J. Bayer, Niemcy)

- 1609–10**
pierwsze teleskopowe obserwacje nieba (Galileusz, Włochy) — odkrycie gór na Księżycu, satelitów Jowisza, gwiazd w Drodze Mlecznej
- 1609**
Astronomia nova, I i II prawo ruchu planet (J. Kepler, Niemcy)
- 1611**
odkrycie ruchu obrotowego Słońca (J. Fabricius, Holandia)
- 1619**
III prawo ruchu planet (J. Kepler, Niemcy)
- 1647**
Selenografia — atlas Księżyca (J. Heweliusz, Polska)
- ok. 1655**
wynalezienie zegara wahadłowego, odkrycie pierścieni Saturna i jego satelity Tytana (C. Huygens, Holandia)
- 1662**
rozszczerzenie światła przez pryzmat (I. Newton, Anglia)
- 1666**
odkrycie obrotu wokół osi Marsa i Jowisza (G.D. Cassini, Włochy)
- 1668**
teleskop zwierciadlany — reflektor (I. Newton, Anglia)
- 1675**
idea wyznaczania prędkości światła z ruchu satelitów Jowisza (O. Rømer, Dania)
- 1675**
odkrycie przerwy w pierścieniach Saturna (G.D. Cassini, Francja)
- 1675**
założenie obserwatorium w Greenwich, Anglia (pierwszy dyrektor J. Flamsteed)
- 1678**
pierwszy katalog gwiazd nieba południowego (E. Halley, Anglia)
- 1687**
Philosophiae naturalis principia... (I. Newton, Anglia) — sformułowanie prawa ciężenia powszechnego
- 1689**
pierwszy instrument południkowy (O. Rømer, Dania)
- 1693**
trzy prawa obrotu Księżyca (G.D. Cassini)
- 1705**
odkrycie okresowości niektórych komet (E. Halley, Anglia)
- 1718**
odkrycie ruchów własnych gwiazd (E. Halley, Anglia)
- 1725**
odkrycie aberracji światła gwiazd (J. Bradley, Anglia)
- 1733**
pierwszy opis protuberancji słonecznych (B. Wassenius, Szwecja)
- 1743**
Theorie de la figure de la Terre (A. Clairaut, Francja) — opis kształtu Ziemi
- 1746**
tablice ruchu Księżyca (L. Euler, Rosja)
- 1748**

- odkrycie nutacji (J. Bradley, Anglia)
- 1749**
- teoria precesji i nutacji (J. Alembert, Francja)
- 1755**
- Allgemeine Naturgeschichte...* (I. Kant, Prusy) — hipoteza powstania ciał niebieskich z rozproszonej materii
- 1757**
- metoda wyznaczania mas planet bez satelitów (A. Clairaut, Francja)
- 1758**
- obiektyw achromatyczny (J. Dollond, Anglia)
- 1761**
- odkrycie atmosfery Wenus podczas jej przejścia na tle Słońca (M. Łomonosow, Rosja)
- 1761**
- Kosmologische Briefe* (J.H. Lambert, Niemcy) — idea nieskończonego Wszechświata
- 1763**
- katalog nieba południowego (N. Lacaille, Francja)
- 1766–72**
- „prawo” odległości planet od Słońca (J. Titius, J. Bode, Niemcy)
- 1781**
- katalog 103 obiektów mgławicowych (C. Messier, Francja)
- 1781**
- odkrycie Urana (F.W. Herschel, Anglia)
- 1783**
- odrycie ruchu Słońca wśród gwiazd, wyznaczenie apeksu (F.W. Herschel, Anglia)
- 1785**
- badanie struktury Drogi Mlecznej metodą zliczeń w wybranych polach (F.W. Herschel, Anglia)
- 1794**
- stwierdzenie kosmicznego pochodzenia meteorytów (E. Chladni, Niemcy)
- 1796**
- Exposition du systeme du monde* (P. Laplace, Francja) — hipoteza powstania Układu Słonecznego z wirującej mgławicy gazowej
- 1797**
- nowe metody obliczania orbit kometarnych (H. Olbers, Niemcy)
- 1799**
- Traité de mécanique céleste* (P. Laplace, Francja) — systematyczny wykład mechaniki nieba
- 1800**
- odkrycie podczerwonego promieniowania Słońca (F.W. Herschel, Anglia)
- 1801**
- odkrycie pierwszej planetoidy, Ceres (G. Piazzi, Włochy)
- 1802**
- wyznaczenie paralaksy Słońca z obserwacji Księżyca (P. Laplace, Francja)
- 1802**
- odrycie siedmiu ciemnych linii w widmie Słońca (W.H. Wollaston, Anglia)
- 1809**

- Theoria motus corporum coelestium* (C.F. Gauss, Niemcy) — zagadnienie trzech ciał
- 1815**
opis linii widmowych Słońca (J. Fraunhofer, Niemcy)
- 1818**
katalog *Astronomia fundamentalna* (F. Bessel, Niemcy) — opracowanie obserwacji J. Bradleya
- 1833**
wyznaczenie radiantu roju meteorów (D. Olmsted, USA)
- 1835–40**
pierwsze paralaksy gwiazd (F.G.W. Struve, Rosja; F. Bessel, Niemcy; T. Henderson, Anglia)
- 1837**
wykazanie periodyczności roju Leonid (H. Olbers, Niemcy)
- 1839**
pierwsze zdjęcia Księżyca (L. Daguerre, Francja)
- 1844**
odkrycie okresowości plam słonecznych (S.W. Schwabe, Niemcy)
- 1844**
odkrycie karłowatych towarzyszy Syriusza i Procjona (F. Bessel, Niemcy)
- 1845**
odkrycie struktury spiralnej niektórych mgławic (W. Parsons, Irlandia)
- 1846**
odkrycie Neptuna (J.G. Galle, Niemcy wg obliczeń J.J.U. Leverriera, Francja)
- 1847**
odkrycie absorpcji międzygwiazdowej (F.G.W. Struve, Rosja)
- 1854**
odkrycie zjawiska przeciwświecenia, tzw. Gegenschein (T. Brorsen, Niemcy)
- 1856**
wynałazek srebrzenia zwierciadeł teleskopów (J. Liebig, Niemcy)
- ok. 1860**
podstawy analizy spektralnej (R. Bunsen, G.R. Kirchhoff, Niemcy), początki spektroskopii gwiazd (W. Huggins, Anglia), pierwsza klasyfikacja widmowa (P.A. Secchi, Włochy)
- 1860**
pierwsza fotografia korony i protuberancji w czasie całkowitego zaćmienia Słońca (P.A. Secchi, Włochy; W. de la Rue, Anglia)
- 1862**
Atlas i katalog 324 000 gwiazd *Bonner Durchmusterung* (F. Argelander, Niemcy)
- 1864**
widmo emisyjne mgławicy planetarnej (W. Huggins, Anglia)
- 1866**
wykrycie rezonansów z Jowiszem w pasie planetoid (D. Kirkwood, USA)
- 1868**
metoda obserwacji protuberancji poza zaćmieniami (J.N. Lockyer, Anglia; P. Janssen, Francja), odkrycie helu na Słońcu (J.N. Lockyer)
- 1870**
widmo błyskowe Słońca (C. Young, USA)
- 1872**

- fotograficzne widmo gwiazdy (H. Draper, USA)
- 1876** katalog fotometryczny (E. Pickering, USA)
- 1877** kanały na Marsie (G.V. Schiaparelli, Włochy)
- 1877** odkrycie księżyców Marsa, Phobosa i Deimosa (A. Hall, USA)
- 1881** teoria rozpraszania światła w atmosferze (J.W. Rayleigh, Anglia)
- 1884** konferencja 26 państw w sprawie przyjęcia podziału Ziemi na strefy czasowe (USA)
- 1887** *Canon der Finsternisse* (T. von Oppolzer, Austria) — katalog 8000 zaćmień Słońca i 5200 zaćmień Księżyca w okresie od 208 p.n.e. do 2163 n.e.
- 1888–91** stwierdzenie periodyczności ruchów biegunów Ziemi (S. Chandler, USA; F. Kuestner, Niemcy)
- 1889** odkrycie gwiazd spektroskopowo podwójnych (A. Maury, E. Pickering, USA; G. Vogel, J. Scheiner, Niemcy)
- 1891** konstrukcja spektrografu (G.E. Hale, USA; H. Deslandres, Francja)
- 1894** odkrycie zmian prędkości radialnych u cefeid (A.A. Bielopolski, Rosja)
- 1898** pomiar promieniowania cieplnego gwiazd (USA)
- 1898** *Les methodes nouvelles de la mécanique céleste* (H. Poincaré, Francja) — nowe opracowanie mechaniki nieba
- po 1900** pomiar ciśnienia światła na cząsteczki pyłu i gazu (P.N. Lebediew, Rosja)
- 1901** nowa (tzw. harwardzka) klasyfikacja widmowa gwiazd (A.J. Cannon, USA)
- 1904** odkrycie materii międzygwiazdowej (J.F. Hartmann, Niemcy)
- 1905** sformułowanie szczególnej teorii względności (A. Einstein, Szwajcaria)

Robert M. Sadowski

**

astronomia podczerwona, dział współcz. astronomii poświęcony badaniu promieniowania elektromagnetycznego ciał niebieskich w zakresie fal dł. od ok. 1 μm do ok. 1000 μm (1 mm). Do promieniowania podczerwonego stosują się wszystkie prawa optyki geom., a do ogniskowania tego promieniowania można wykorzystywać teleskopy zwierciadlane (takie jak dla światła widzialnego); widma o dużej zdolności rozdzielczej uzyskuje się za pomocą siatek dyfrakcyjnych (do ok. 2,5 μm) lub interferometrów (w całym zakresie podczerwieni). Składniki atmosfery ziemskiej, takie jak: para wodna, dwutlenek węgla, ozon, silnie pochłaniają promieniowanie podczerwone; tylko w bliskiej podczerwieni (1–20 μm) istnieją **tzw. okna atmosferyczne** przepuszczające promieniowanie. Ponieważ pasma

przepuszczalności zależą od zawartości pary wodnej w powietrzu, obserwacje w bliskiej podczerwieni można prowadzić z powierzchni Ziemi, umieszczając teleskop na obszarze o klimacie suchym, najlepiej na dużej wysokości n.p.m. Promieniowanie podczerwone ulega tylko niewielkiemu rozpraszaniu na atomach i cząsteczkach gazów atmosferycznych, stąd niebo w podczerwieni jest czarne zarówno w dzień, jak i w nocy, co sprawia, że obserwacje w tym zakresie można prowadzić również w ciągu dnia. Cały zakres promieniowania podczerwonego jest dostępny z pokładów samolotów stratosferycznych (KAO), balonów stratosferycznych, rakiet i sztucznych satelitów. Ponieważ kwanty promieniowania podczerwonego niosą znacznie mniej energii niż np. kwanty promieniowania widzialnego, do ich rejestracji jest konieczne stosowanie odbiorników odznaczających się dużą czułością i odpowiednio niskim poziomem szumów (np. detektorów CCD).

Historycznie pierwszą udaną próbą uzyskania informacji o ilości energii wysyłanej w podczerwieni przez ciała niebieskie były bolometryczne obserwacje planet i gwiazd podjęte w latach 20. XX w. Największy obecnie teleskop o średnicy 3,8 m, przeznaczony wyłącznie do obserwacji w podczerwieni, znajduje się (od 1979) w obserwatorium Mauna Kea na Hawajach. Podstawową trudnością napotykaną podczas obserwacji w podczerwieni jest konieczność wyodrębnienia interesującego promieniowania źródeł pozaziemskich spośród promieniowania wysyłanego przez otoczenie detektora; źródłem ciągłego promieniowania podczerwonego są bowiem wszystkie ciała stałe o temperaturze wyższej od ok. 0 K, w tym również elementy teleskopu znajdującego się w polu widzenia detektora (obiektyw, zwierciadła wtórne itp.). Wpływ niepożądanego promieniowania można wydatnie zmniejszyć przez częste wzorcowanie urządzenia odbiorczego, przez modelowanie obserwowanego promieniowania przed jego dotarciem do odbiornika lub też przez oziębienie całego teleskopu do bardzo niskich temperatur. Obserwacje w podczerwieni doprowadziły do wykrycia licznych źródeł promieniowania podczerwonego; są wśród nich przede wszystkim jasne gwiazdy późnych typów widmowych oraz galaktyczne mgławice gazowo-pyłowe. Wiele z nich jednak, zarówno wśród źródeł rozciągniętych, jak i punktowych, nie ma dających się wykryć odpowiedników opt. Ponieważ promieniowanie podczerwone nie ulega praktycznej absorpcji międzygwiazdowej, obserwacje w dalekiej podczerwieni umożliwiły uzyskanie dokładnego obrazu centrum Galaktyki, zupełnie niewidocznego w zakresie widzialnym (wskutek przesłaniania przez gęste obłoki pyłu międzygwiazdowego).

Przełomowe znaczenie dla astronomii podczerwonej miało umieszczenie 1983 poza atmosferą pierwszego satelity do badań w podczerwieni IRAS. Satelita sporządził bardzo dokładną mapę niemal całego nieba, ukazując na nim — jak się ocenia — ok. 200 tys. źródeł punktowych i liczne obiekty rozciągnięte dające się identyfikować ze znanymi wcześniej mgławicami; wykrył też obiekty poprzednio zupełnie nieznanne (m. in. obiekt 1983 TB — będący źródłem roju meteorów zw. Geminidami, torus pyłowy w pasie planetoid).

Astronomia popularna, red. S. Piotrowski, Warszawa 1972;

M. Kubiak *Astronomia w podczerwieni*, w: *Encyklopedia fizyki współczesnej*, Warszawa 1983.

**

astronomia pozagalaktyczna, dział astronomii zajmujący się badaniem obiektów znajdujących się poza Galaktyką, np. gromad i supergromad galaktyk, budową i własnościami galaktyk aktywnych.

**

astronomia pozycyjna → **astrometria**.

**

astronomia rentgenowska, dział astronomii współcz. zajmujący się badaniem promieniowania rentgenowskiego ciał niebieskich. Silne pochłanianie promieniowania rentgenowskiego przez atmosferę ziemską powoduje, że jego obserwacje są możliwe wyłącznie z pokładu raket i sztucznych satelitów Ziemi. Techniki obserwacji zależą od zakresu energii. Najbardziej rozwinięta jest technika obserwacji w zakresie miękkiego i średniego promieniowania rentgenowskiego; jest możliwe wykrywanie strumieni rzędu 10^{-7} J/cm²s i określanie kierunku źródeł z dokładnością ok. 2 s łuku, czyli podobną jak w dziedzinie optycznej.

Pierwszej rejestracji pozaziemskiego promieniowania rentgenowskiego dokonano 1948, umieszczając na rakiecie kliszę rentgenowską i skierowując ją ku Słońcu. Pierwsze źródło rentgenowskie znajdujące się poza Układem Słonecznym, Sco X-1, wykryto 1962, również wykorzystując raketę. Przełomowym momentem w historii astr. badań rentgenowskich było umieszczenie poza atmosferą ziemską (XII 1970) amer. satelity rentgenowskiego **UHURU**. Sporządzony na podstawie obserwacji prowadzonych przez tego satelitę tzw. czwarty katalog UHURU zawiera 339 źródeł rentgenowskich, wiele spośród nich zidentyfikowano z obiektami opt., jak: gwiazdy podwójne, pozostałości supernowych, galaktyki Seyferta, gromady galaktyk i supergromady galaktyk. Systematyczne obserwacje podjęto za pomocą licznych następných satelitów rentgenowskich (Copernicus, Ariel V, SAS-3, ANS, Einstein, EXOSAT, ROSAT).

**

Ważniejsze daty z historii astronomii

- ok. 1100 p.n.e. Pierwsze wyznaczenie nachylenia ekliptyki do równika (Chiny)
- ok. 240 p.n.e. Pomiar długości południka ziemskiego (Eratostenes z Cyreny, Grecja)
- III w. p.n.e. Sformułowanie myśli o ruchu Ziemi wokół Słońca (Arystarch z Samos, Grecja)
- II w. p.n.e. Obserwacje Hipparcha. Pierwszy katalog gwiazd
- II w. Opracowanie systemu geocentrycznego (Klaudiusz Ptolemeusz, Grecja)
- 1543 Wydanie dzieła M. Kopernika *De revolutionibus orbium coelestium*
- 1582 Wprowadzenie kalendarza gregoriańskiego
- 1609–11 Pierwsze obserwacje teleskopowe, odkrycie czterech satelitów Jowisza (Galileusz)
- 1609–18 Ogłoszenie praw Keplera (Niemcy)
- 1687 Ogłoszenie teorii grawitacji Newtona (Anglia)
- 1718 Odkrycie ruchów własnych gwiazd (E. Halley, W. Brytania)
- 1728 Odkrycie aberracji światła gwiazd (J. Bradley, W. Brytania)
- 1783 Odkrycie ruchu Słońca w przestrzeni międzygwiazdowej (F.W. Herschel, W. Brytania)
- 1783–84 Przybliżone określenie kształtu i rozmiarów Galaktyki (F.W. Herschel, W. Brytania)

- 1838 Pomiar pierwszej paralaksy gwiazdy (F.W. Bessel, Niemcy)
- 1846 Odkrycie Neptuna (J. Galle, Niemcy) na podstawie obliczeń U.J.J. Le Verriera (Francja) i J.C. Adamsa (W. Brytania)
- 1905 Odkrycie gwiazd olbrzymów i karłów (E. Hertzsprung, Dania)
- 1924 Dowód obserwacyjny istnienia galaktyk analogicznych do naszej Galaktyki (E.P. Hubble, USA)
- 1926–27 Stwierdzenie obrotu Galaktyki (B. Lindblad, Szwecja, J.H. Oort, Holandia)
- 1929 Odkrycie zjawiska rozszerzania się Wszechświata (E.P. Hubble, USA)
- 1932 Odkrycie promieniowania radiowego Galaktyki (K. Jansky, USA)
- 1938 Odkrycie cyklu węglowego reakcji jądrowych jako źródła energii gwiazd (H.A. Bethe, USA)
- 1943–44 Odkrycie podsystemów i populacji gwiazd (B.W. Kukarkin, Rosja, W. Baade, USA)
- 1947 Odkrycie asocjacji gwiazd (W.A. Ambarcumian, Armenia)
- 1962 Odkrycie pierwszego źródła promieniowania rentgenowskiego, Sco X-1, poza Układem Słonecznym (USA)
- 1963 Odkrycie kwazarów (A.R. Sandage, T.A. Matthews, M. Schmidt, USA)
- 1965 Wykrycie promieniowania reliktowego (A.A. Penzias, R.W. Wilson, USA)
- 1967–68 Odkrycie pulsarów (A. Hewish, J. Bell, W. Brytania)
- 1970 Wyniesienie na orbitę okołoziemską pierwszego satelity do badań rentgenowskich, Uhuru (USA)
- 1983 Wyniesienie na orbitę okołoziemską pierwszego satelity do badań podczerwieni IRAS (USA, Holandia)
- 1987 Pierwszy pomiar strumienia neutrin od gwiazdy supernowej (Japonia, USA)
- 1990 Wyniesienie na orbitę okołoziemską Teleskopu Kosmicznego Hubble'a (USA)
- 1992 Odkrycie satelitów pulsara PSR 1257 + 12 (A. Wolszczan, Polska; D. Frail, USA)
- 1992 Odkrycie fluktuacji mikrofalowego promieniowania tła (satelita COBE, USA)
- 1993 Wykrycie pierwszych zjawisk mikrosoczewkowania grawitacyjnego (B. Paczyński, C. Alcock, USA; A. Udalski, Polska)
- 1995 Odkrycie pierwszej planety wokół gwiazdy typu Słońca, 51 Peg (M. Mayer, D. Queloz, USA)
- 1997 Stwierdzenie, że błyski gamma są pochodzenia pozagalaktycznego (B. Paczyński, USA)
- 1997 Opublikowanie katalogów gwiazdowych *Hipparcos* i *Tycho* zawierających najdokładniejsze dane astrometryczne 1,2 mln obiektów astronomicznych (European Space Agency)
- 1998 Odkrycie pierwszego magnetara
- 2001 Odkrycie dwóch supermasywnych czarnych dziur w jądrze pojedynczej galaktyki (satelita Chandra, USA)
- 2003 Potwierdzenie istnienia ciemnej energii i ciemnej materii we Wszechświecie (satelita WMAP, USA)

2004 Odkrycie związanego układu dwóch pulsarów radiowych
2008 Pierwsze w historii fotografie planet spoza Układu Słonecznego
towarzyszących gwiazdzie Fomalhaut (NASA, USA) i gwiazdzie
HR8799 (Laboratorium Lawrence'a, USA)

„Astronomical Journal” [ästrənämikəl džə:ˈnɪ], amer. czasopismo nauk., zał. 1849;
od 1971 miesięcznik; publikuje oryginalne prace z dziedziny astronomii, gł.
obserwacyjnej.

**

„Astronomiczeskij żurnał”, ros. czasopismo nauk., zał. 1924 pod nazwą „Russkij
astronomiczeskij żurnał”, od 1928 — pod obecną nazwą; publikuje oryginalne prace
ze wszystkich dziedzin astronomii.

**

astronomiczna jednostka, AU, jednostka długości, legalna, stosowana do
wyrażania odległości w Układzie Słonecznym i wzajemnych odległości gwiazd
podwójnych; zdefiniowana jako zaokrąglona średnia odległość Ziemi od Słońca;
Międzynarodowa Unia Astronomiczna przyjęła 1964, że 1 AU = 149 600 000 km;
wartość ta odpowiada paralaksie Słońca 8",794.

**

astronomiczne czynniki zmian klimatu, parametry orbity ziemskiej: mimośród,
nachylenie płaszczyzny równika ziemskiego do płaszczyzny ekliptyki i położenie
peryhelium w stosunku do wędrującego po ekliptyce punktu przesilenia wiosennego,
warunkujące ilość energii słonecznej docierającej do górnej granicy atmosfery na
poszczególnych równoleżnikach i w różnych porach roku. Ziemia okrąża Słońce po
orbicie eliptycznej, której mimośród ulega niewielkim wahaniom o okresie około 100
000 lat. Gdy mimośród jest największy, różnice w ilości energii dopływającej do Ziemi
są również największe, gdy mimośród jest mały, orbita jest bliższa kołowej i różnice
ilości energii są mniejsze. Oś Ziemi nachylona jest do ekliptyki (płaszczyzny, na
której leży orbita Ziemi) pod kątem, którego wartość ulega wahaniom w cyklu 41 000
lat. Kąt ten zmienia się od 21,8° do 24,4° (obecnie wynosi 23,4°). Większe
nachylenie osi oznacza, że strefa międzyzwrotnikowa jest szersza, a koła
podbiegunowe leżą dalej od biegunów. Rosną wówczas kontrasty termiczne między
niskimi a wysokimi szerokościami geograficznymi. Ziemia wiruje wokół swej osi
obrotu z okresem 22 000 lat. Oznacza to, że punkty równonocy oraz przesilenia
letniego i zimowego wędrują wzdłuż ekliptyki. Ziemia znajduje się w peryhelium
(najbliżej Słońca) tuż po przesileniu zimowym — 3 stycznia, a w aphelium (najdalej
od Słońca) po przesileniu letnim — 4 lipca. Dlatego obecnie kontrasty termiczne
między latem a zimą są na półkuli północnej stosunkowo nieduże, za ok. 11 000 lat
będą największe.

Teoria wiążąca okresowe zmiany klimatu z trzema parametrami orbity ziemskiej
(zwana teorią Milankovicia) została opublikowana 1909 przez M. Milankovića;
obejmowała wszystkie trzy cykle zmian orbity: mimośrodu, nachylenia osi i wędrówki
punktów równonocy. W latach 30. XX w. została uzupełniona o opis zmian insolacji

na różnych równoleżnikach, z podkreśleniem roli różnicy temperatury między niskimi a wysokimi szerokościami i zmian sezonowych. Według teorii Milankowicia wzrostowi lądolodu sprzyja sytuacja, w której Ziemia jest bliżej Słońca zimą, a nachylenie osi do płaszczyzny ekliptyki jest małe. Wówczas zima jest dość ciepła, opady śniegu nad biegunami duże, a lato dość chłodne, dzięki czemu cały śnieg nie zdąży się stopić. Gdy Ziemia jest najbliżej Słońca latem i nachylenie osi jest duże, panują dogodne warunki do topienia nagromadzonego lodu i recesji lądolodu.

Do astronomicznych czynników wpływających na klimat należą też zmiany aktywności Słońca, wyrażające się m.in. liczbą plam słonecznych określaną przez tzw. liczbę Wolfa. Zmienia się ona w cyklu około 11-letnim — długość cyklu może zawierać się w granicach od 7 do 14 lat. Liczba plam słonecznych w maksimum cyklu również ulega wahaniom, tym razem w cyklu około 100-letnim. Ponadto, co pewien czas zdarzają się długotrwałe okresy wyjątkowo niskiej aktywności, trwające kilkadziesiąt lat. Ostatni taki stan zwany minimum Maundera zanotowano 1645–1715; pokrywa się on z wyjątkowo chłodnym okresem tzw. małej epoki lodowej.

**

astronomiczne instrumenty, przyrządy i urządzenia służące do obserwacji astronomicznych. Dawniej instrumenty astronomiczne służyły jedynie do pomiaru czasu i określania położenia ciał niebieskich na niebie. Najstarszym i najprostszym instrumentem astronomicznym był stosowany do pomiarów astrometrycznych **gnomon** — pionowy pręt lub słup; długość i kierunek jego cienia wyznaczały wysokość i azymut Słońca; gnomon służył również jako zegar słoneczny. Późniejsze instrumenty astronomiczne miały przezierniki do nastawiania przyrządu na dane ciało niebieskie i podziałki kątowe pozwalające odczytać położenie danego ciała na sferze niebieskiej. Należały do nich: **kwadrant**, w którym przeziernik mógł być przesuwany wzdłuż podziałki kątovej w kształcie ćwiartki okręgu, **sfera armilarna**, składająca się z kilku współśrodkowych kół z podziałką kątową i przeziernikiem (stosowane do XVI w. do wyznaczania współrzędnych równikowych i ekliptycznych), oraz będące jej odmianą **astrolabium** (wynalezione przez starożytnych Greków, w zmienionej formie stosowane do XVIII w.). Od XVII w. miejsce przezierników zajęła luneta. W **instrumencie przejściowym** służącym do wyznaczania momentów przejść gwiazd przez południk niebieski — w celu wyznaczenia ich rektascencji oraz prowadzenia służby czasu — luneta może obracać się wyłącznie w płaszczyźnie południka wokół prostopadłej do niej poziomej osi. (Różniące się nieco budową **koło południkowe** jest stosowane do wyznaczania rektascencji i deklinacji gwiazd). W **instrumencie uniwersalnym** luneta może się obracać wokół 2 wzajemnie prostopadłych osi, pionowej i poziomej, a jej położenie odczytuje się na kołach z podziałką stopniową (wyznaczanie współrzędnych geograficznych, czasu i azymutu); o podobnej konstrukcji — lecz znacznie większe i nieprzenośne — jest **koło wierzchołkowe** (wertykalne — wyznaczanie deklinacji). Lunety o dużym powiększeniu są stosowane również do pomiaru wzajemnych położań składników gwiazd podwójnych wizualnych, leżących zwykle bardzo blisko siebie. Specjalną odmianą takiej lunety był **heliometr**, użyty 1837–38 przez F.W. Bessela do wyznaczenia pierwszej paralaksy gwiazdy (61 *Cygni*).

Podstawowym instrumentem w astrofizyce jest teleskop. Na ogół nie wykonuje się w niej obserwacji wizualnych (poza dokładnym ustawieniem teleskopu na żądany obiekt) i w miejscu okularu i oka umieszcza się w ognisku teleskopu przyrządy

mierzące i analizujące skupione promieniowanie (fotometry, spektrografy, polarymetry, odbiorniki promieniowania radiowego itd.); sam teleskop służy do zebrania w ognisku jak największej ilości promieniowania (od bardzo słabo świecących źródeł, jakimi są ciała niebieskie). Jedyne Słońce jest dostatecznie jasne; zamiast urządzenia zbierającego światło jest potrzebny przy jego badaniach układ optyczny dający możliwie duży i nieruchomy obraz tarczy słonecznej, pozwalający na obserwację szczegółów powierzchni Słońca; układem takim jest **heliostat**, który zawiera płaskie zwierciadło poruszane zgodnie z ruchem dziennym Słońca tak, by jego odbity obraz pozostawał w tym samym miejscu. Heliostat wyposażony w dodatkowe nieruchome zwierciadło kierujące obraz Słońca (lub innego ciała niebieskiego) w wybranym kierunku nazywa się **celostatem**. Innymi instrumentami astronomicznymi używanymi w heliofizyce są: **fotoheliograf (heliograf)**, służący do otrzymywania fotografii Słońca w szerokim zakresie widmowym, i **spektroheliograf** stosowany do zdjęć w świetle monochromatycznym. Do obserwacji korony słonecznej służy **koronograf**, w którym specjalna przesłona (tzw. sztuczny księżyc) eliminuje jaskrawe światło fotosfery Słońca, przepuszczając tylko promieniowanie korony; koronografy umieszcza się zwykle w obserwatoriach wysokogórskich dla zmniejszenia wpływu światła rozproszonego w atmosferze ziemskiej.

Całkowicie odmienniej konstrukcji instrumenty stosuje się do obserwacji promieniowania radiowego. Do jego skupiania i rejestracji używa się radioteleskopów. Ponieważ kątowa zdolność rozdzielcza pojedynczych radioteleskopów czasowych jest niewielka (rzędu 1°), do uzyskiwania ostrych obrazów radioźródeł stosuje się radiointerferometry. Odrębną też grupę stanowią instrumenty stosowane do obserwacji krótkofalowego promieniowania elektromagnetycznego: rentgenowskiego i γ (teleskopy wysokoenergetyczne).

Bardzo ważną częścią instrumentarium obecnej astrofizyki obserwacyjnej są detektory promieniowania. Najstarszym z nich jest emulsja fotograficzna. Zdolność rozdzielcza obecnie stosowanych emulsji (określona przez rozmiary ziaren) jest rzędu $10\ \mu\text{m}$, a ich czułość widmowa pozwala na rejestrowanie promieniowania w zakresie od promieniowania rentgenowskiego do bliskiej podczerwieni (długość fali ok. $1,2\ \mu\text{m}$). Wadą emulsji jest mały stosunek sygnału do szumu oraz fakt, że zaczernienie nie jest (z wyjątkiem niewielkiego zakresu oświetleń) wprost proporcjonalne do oświetlenia. Dlatego też w obserwacjach fotometrycznych emulsje zostały niemal całkowicie wyparte przez fotodetektory, w których sygnał jest wprost proporcjonalny do natężenia padającego promieniowania. Obecnie coraz szersze zastosowanie w obserwacjach astronomicznych znajdują fotodetektory wykonane w technologii CCD charakteryzujące się dużą wydajnością kwantową (do ok. 80%) i szerokim zakresem czułości widmowej (od nadfioletu do podczerwieni). Wraz z opanowaniem (w latach 90. XX w.) technologii wytwarzania dwuwymiarowych mozaik złożonych z milionów elementów o szerokim zakresie czułości widmowej, detektory CCD całkowicie wyparły emulsje fotograficzne również w obserwacjach, których celem jest uzyskanie ostrych obrazów bardzo słabych obiektów rozciągniętych. W obserwacjach radiowych stosuje się odbiorniki radiowe specjalnie przystosowane do odbioru słabych sygnałów. Odbiornikami promieniowania γ i twardego promieniowania rentgenowskiego są urządzenia stosowane w fizyce jądrowej: liczniki Geigera–Müllera, komory iskrowe, scyntylatory.

**

astronomiczne znaki, stosowane w astronomii oznaczenia Słońca, planet, faz Księżyca, gwiazdozbiorów Zodiaku itp.

**

„Astronomy and Astrophysics” [əˈstrɒnəmi ənd ˌæstrəˈfɪzɪks], czasopismo nauk., powstałe 1969, wydawane przez konsorcjum krajów eur. (do którego należy również Polska); publikuje oryginalne prace ze wszystkich dziedzin astronomii (dwutygodnik, do 1973 miesięcznik).

**

„Astrophysical Journal” [ˌæstrəˈfɪzɪkəl dʒəˈnəl], amer. czasopismo nauk., zał. 1895; publikuje oryginalne prace z dziedziny astrofizyki i pokrewnych działów nauk fizyki.

**

astrospektrograf [gr.-łac.], → [spektrograf astronomiczny](#).

**

astrospektroskopia [gr.-łac.], *astr.* → [spektroskopia astronomiczna](#).

**

astrotaksja [gr.], *biol.* jedna z taksji, reakcja ruchowa będąca wyższą formą kompasowej reakcji, pozwalająca zwierzętom (np. pszczołom, ptakom) utrzymywać stały kąt trasy ruchu względem światła dochodzącego od ciała niebieskiego (Słońca, Księżyca), zmieniającego w ciągu doby swe położenie na niebie; wraz z oceną odległości przez zmęczenie służy pszczołom, ptakom itp. do tzw. nawigacji zliczeniowej.

**

Aszur, nar. bóg Asyryjczyków; władca bogów i ludzi, bóstwo wojny, bóg słońca i stwórca świata; sędzia pilnujący sprawiedliwości; patronował całemu imperium asyryjskiemu, kierował jego wojskami i osłaniał je; był symbolem potęgi militarnej i personifikacją polit. interesów Asyrii; ok. XIII w. p.n.e. zaczęto utożsamiać Aszura z Enlilem; gł. miejscem kultu było m. Aszur; atrybut — tiara z rogami i uskrzydłona tarcza słoneczna.

**

Aświnowie [sansk. *aśvin* ‘mający związek z końmi’], *mit. ind.* w epoce wedyjskiej synowie Surji (Słońca) i bracia Uszas (Jutrzenki), bliźnięta; boscyc lekarze cudotwórcy; jeździli po niebie rydwanem.

**

Atena, *astr.* planetoida o numerze katalogowym 2062; średnica ok. 1 km; jest pierwowzorem grupy Ateny, do której zalicza się planetoidy bliskie Ziemi obiegające Słońce w okresie krótszym od 1 roku ziemskiego; odkryta 1976 (E. Helin).

**

Atlantis [ətˈlæntɪs], czwarty (po Columbii, Challengerze i Discovery) z serii amerykańskich wahadłowców; pierwszy lot satelitalny odbył 3–7 X 1985; ostatni —8—

21 VII 2011; podczas lotów okołoziemskich 1989 wyniósł w przestrzeń międzyplanetarną amerykańskie próbniki kosmiczne [Magellan](#) oraz [Galileo](#), a 1991 — satelitarne obserwatorium astronomiczne CGRO; 29 VI 1995 w swym 14. locie był pierwszym amerykańskim wahadłowcem, który przycumował do rosyjskiej stacji kosmicznej Mir, wznowiając po ok. 20 latach (tj. od czasu misji [Sojuz–Apollo](#)) połączenia na orbicie i wspólne loty statków załogowych różnych państw; łącznie Atlantis wykonał 32 loty satelitarne wokół Ziemi, z których 7 obejmowało połączenie ze stacją Mir, a 11 z [Międzynarodową Stacją Kosmiczną](#).

**

Atlas, *mit. gr.* tytan, syn Japeta i Okeanidy Klimeny; za udział w tytanomachii skazany przez Zeusa na dźwiganie sklepienia nieba, wg jednej z wersji gdzieś na dalekim zachodzie (północno-zachodnia Afryka); ojciec wielu córek (Plejady, Hiady, Hesperyd), zw. Atlantydami; wg późniejszej wersji uchodził za pierwszego astronoma; najsłynniejsze wyobrażenia Atlasa w rzeźbie — metopa w świątyni Zeusa w Olimpii i *Atlas Farnese*; temat wykorzystywany w rzeźbie staroż., częsty w baroku.

**

Atlas, *astr.* księżyc Saturna; drugi licząc wg rosnącej odległości od planety.

**

Atlas [ätlɛs], pierwszy amer. pocisk międzykontynent. (pierwszy start 1946); używany od 1958 jako jednostopniowa rakietę nośna (m.in. do umieszczania na orbicie załogowych statków serii Mercury), a następnie jako człon podstawowy dwustopniowych rakiet nośnych gł. typu Atlas-Agena i Atlas-Centaur użytych do wyniesienia w przestrzeń kosm., m.in. próbników kosm. serii Mariner, Ranger, Lunar Orbiter, Surveyor, Pioneer, Pioneer-Venus, satelitów nauk. serii OGO, OSO, OAO, HEAO oraz licznych satelitów o charakterze użytkowym. W latach 90. weszły do eksploatacji nowe wersje rakiet serii Atlas — Atlas I i Atlas II (występują w kilku odmianach), które posłużyły m.in. do wyniesienia w przestrzeń kosm. próbnika SOHO oraz umieszczenia na orbicie okołoziemskiej wielu satelitów telekomunikacyjnych.

**

atlas astronomiczny, zbiór obrazów ciał niebieskich dobranych wg przyjętego kryterium; współczesne a.a. zawierają zwykle informacje astrofizyczne o obiektach niebieskich, będąc często zbiorami map lub zdjęć części lub całego nieba; istnieją również a.a. poświęcone obiektom wybranego typu, np. atlasy komet, galaktyk, widm gwiazdowych, powierzchni księżyca, planet.

**

atmosfera [gr. *atmós* ‘para’, *sphaíra* ‘kula’], gazowa powłoka planety lub zewnętrzna warstwa gwiazdy; mają ją wszystkie planety Układu Słonecznego (Merkury śladową); atmosfery na ogół są nieprzezroczyste dla promieniowania widzialnego (z wyjątkiem atmosfery Ziemi i Marsa); z atmosfery gwiazdy promieniowanie dobiega bezpośrednio do obserwatora.

**

Atmosfera ziemska. Atmosfery planetarne a atmosfera Ziemi

Wszystkie planety w Układzie Słonecznym są otoczone powłokami gazowymi, tzw. atmosferami. Atmosfery powstały razem z planetami podczas formowania się Układu Słonecznego, a ich obecna postać jest funkcją składu początkowego planety, jej masy, odległości od Słońca oraz historii jej „życia”.

Choć atmosfery planet różnią się pod wieloma względami, mają też pewne cechy wspólne. Wpływają na własności radiacyjne planet (efekt cieplarniany, szczególnie silny na Wenus), powstają w nich przepływy i układy cyrkulacyjne związane z wiatrami i transportem ciepła, modyfikują więc warunki na powierzchni planet (jeśli taką powierzchnię daje się wyróżnić). Prawie wszystkie planety zewnętrzne (Jowisz, Saturn, Uran, Neptun; Układ Słoneczny) to tzw. olbrzymy gazowe. Nie można na nich jednoznacznie wyróżnić powierzchni oddzielającej atmosferę od reszty planety. Grubości atmosfer planet wewnętrznych (Merkury, Wenus, Ziemia, Mars) są bardzo małe w stosunku do promieni planet, a ich masy stanowią niewielką część masy planety. Merkury praktycznie nie ma atmosfery. Atmosfera na Marsie jest znacznie rzadsza niż na Ziemi, koncentracja molekuł przy powierzchni planety jest około 100 razy mniejsza niż w atmosferze ziemskiej, a jej masa wynosi $2,4 \cdot 10^{16}$ kg. Masa atmosfery ziemskiej wynosi około $5,29 \cdot 10^{18}$ kg, co stanowi tylko około 0,0009% masy całej planety, a w warstwie o grubości 50 km (mniej niż 1% promienia planety) zawiera się około 99,9% masy atmosfery. Masa atmosfery Wenus jest około 100 razy większa od masy atmosfery ziemskiej. Atmosfery oddziałują z powierzchniami swoich planet, wpływają na nie także zjawiska zachodzące na Słońcu. Choć w naszej skali czasu atmosfera Ziemi zmienia się nieznacznie, w geologicznej czy kosmicznej skali zmienność jej składu, cyrkulacji, temperatury jest bardzo duża. Atmosfera ziemska ulega więc ewolucji.

Szymon Malinowski

**

Atmosfera ziemska. Własności fizyczne i skład

Atmosfera Ziemi nie jest jednorodna, a jej własności fizyczne silnie zmieniają się z wysokością. Na powierzchni Ziemi średnie ciśnienie na poziomie morza wynosi 1013,25 hPa, gęstość powietrza jest tak duża (około $1,2 \text{ kg/m}^3$), że dobrze rozchodzi się w nim dźwięk (czyli fala sprężysta), a silny opór aerodynamiczny występuje nawet przy niewielkich prędkościach poruszających się obiektów. Wraz ze wzrostem wysokości ciśnienie powietrza gwałtownie maleje i na poziomie około 5 km wynosi już tylko połowę ciśnienia na poziomie morza, na wysokości 20 km spada do 10% wartości na poziomie morza, a na wysokości 100 km do 0,000001 tej wartości. Podobnie spada z wysokością gęstość i o [sztucznych satelitach](#) Ziemi orbitujących na trwałych [orbitach](#) na wysokości stukilkudziesięciu kilometrów mówi się, że znajdują się w pustce kosmicznej. Tak naprawdę satelity te znajdują się w górnych warstwach atmosfery, w których koncentracja cząsteczek gazów atmosferycznych jest niewielka i które nie stawiają praktycznie żadnego oporu poruszającym się obiektom. Całą atmosferę można podzielić na warstwy w zależności od pionowego profilu temperatury na: troposferę, stratosferę, mezosferę i termosferę, lub w zależności od składu chemicznego na: **homosferę**, w której skład powietrza nie zmienia się z wysokością (z wyjątkiem pary wodnej, ozonu i dwutlenku węgla), oraz **heterosferę**, w której skład powietrza zmienia się wraz z wysokością; rozróżnia się

też warstwy odznaczające się określonymi właściwościami fizycznymi czy chemicznymi, tj. ozonosferę, [jonosferę](#), egzosferę, [magnetosferę](#).

Atmosfera ziemską to mieszaninę gazów z domieszką cząstek stałych i ciekłych (aerazol atmosferyczny). Wśród składników mieszaniny rozróżnia się gazy, których zawartość w mieszaninie nie zmienia się do wysokości kilkudziesięciu kilometrów (składniki trwałe i wolnozmiennie), i gazy, których zawartość zależy od procesów zachodzących lokalnie w pewnych rejonach atmosfery. Najbardziej zmiennym składnikiem atmosfery jest woda, która występuje tu we wszystkich trzech stanach skupienia, a jej koncentracja waha się w granicach od 0 do 4%. Składniki stałe i wolnozmiennie występują w stałych proporcjach w homosferze sięgającej do wysokości kilkudziesięciu kilometrów. Powyżej, w heterosferze, procesy mieszania prowadzące do ujednorodniania mieszaniny są słabe, a wskutek procesów dyfuzyjnych rośnie ze wzrostem wysokości udział gazów lekkich (H_2 , H, He). Z drugiej strony cząsteczki tych gazów przy ustalonej temperaturze (średniej energii kinetycznej cząsteczek) osiągają największe możliwe prędkości. Jeśli prędkości te przekraczają prędkość ucieczki (drugą [prędkość kosmiczną](#)), to przy długiej średniej drodze swobodnej cząsteczek na wysokości kilkuset kilometrów możliwa jest bezpowrotna ucieczka lekkich składników gazowych w przestrzeń kosmiczną. Stąd mała ilość wodoru i helu w atmosferze ziemskiej. Warstwę przejściową między atmosferą a przestrzenią międzyplanetarną (powyżej 500 km), w której zachodzi ten proces nazywamy **egzosferą**. Atmosfery planet zewnętrznych, dla których prędkości ucieczki są znacznie większe, a temperatury w górnych warstwach atmosfery mniejsze niż na Ziemi, składają się głównie z wodoru i helu, pierwiastków najpowszechniejszych w Układzie Słonecznym.

Szymon Malinowski

**

Atmosfera ziemską. Własności fizyczne i skład. Ewolucja

Podczas formowania naszej planety 4,5–5 mld lat temu gazy rozpuszczone w magmie wydobywały się z niej, tworząc pierwotną atmosferę. Przypuszcza się, że skład tej atmosfery był podobny do składu gazów wydobywających się dziś z magmy podczas erupcji wulkanicznych (dwutlenek węgla CO_2 , azot N_2 , para wodna H_2O). Następnie, podczas ochładzania Ziemi, para wodna kondensowała i wypadała w postaci deszczu tworząc oceany, w których rozpuściły się duże ilości CO_2 . Tlen O_2 , który jest teraz jednym z głównych składników atmosfery, powstał bądź w procesie fotodysocjacji H_2O (wodór, jako najlżejszy składnik, uciekł w przestrzeń kosmiczną), bądź w procesie fotosyntezy przebiegającej w prymitywnych formach życia, które pojawiły się w oceanach. Węgiel zawarty w CO_2 został związany w postaci związków organicznych i występuje teraz w skałach osadowych (wapienie, węgiel kamienny i węgiel brunatny). O ile proporcje głównych składników atmosfery zależą od procesów ewolucyjnych w skali całej planety, o tyle stężenia i proporcje wielu związków chemicznych występujących w atmosferze odznaczają się dużą zmiennością w czasie i przestrzeni. Głównymi źródłami związków siarki, azotu i węgla w atmosferze są procesy spalania i procesy biologiczne (rozkład materii organicznej, oddychanie). Związki te są usuwane z atmosfery wskutek wymywania przez opady oraz procesów chemicznych i biologicznych (pochłanianie przez rośliny, fotosynteza), zachodzących na powierzchni Ziemi. Ich koncentracja w atmosferze jest wynikiem równowagi, jaka ustala się między skomplikowanymi procesami produkcji, transportu, przemian

chemicznych oraz usuwania, i łatwo może się zmieniać. Przyczyny zmian mogą być naturalne (pożary lasów, erupcje wulkaniczne), bądź związane z działalnością człowieka. Na przykład szacuje się, że zawartość CO₂, przedostającego się do atmosfery w wyniku spalania paliw kopalnych, wzrosła (mimo rozpuszczania znacznych ilości CO₂ w oceanach) w ciągu ostatnich stu lat o około 20% i ciągle (coraz szybciej) wzrasta. Ponieważ dwutlenek węgla odgrywa istotną rolę w powstawaniu efektu cieplarnianego, wzrost jego ilości w atmosferze może spowodować zmiany klimatu w skali całego globu.

Szymon Malinowski

Atmosfera ziemna. Własności fizyczne i skład. Reakcje fotochemiczne. Jonosfera i ozonosfera

Wszystkie składniki gazowe atmosfery odznaczają się charakterystycznymi dla nich widmami optycznymi, tj. pochłaniają i emitują promieniowanie elektromagnetyczne o pewnych, ściśle określonych długościach fali. Na przykład w atmosferze Ziemi ozon (O₃) i tlen cząsteczkowy (O₂) pochłaniają z promieniowania słonecznego szkodliwe dla organizmów żywych promieniowanie nadfioletowe. Dwutlenek węgla, para wodna i metan CH₄ pochłaniają natomiast część promieniowania podczerwonego emitowanego przez Ziemię (efekt cieplarniany). Pochłanianie promieniowania słonecznego powoduje także zmiany w składzie atmosfery wskutek procesów fotochemicznych i **jonizacji**. W wyniku fotojonizacji gazów atmosferycznych pod wpływem promieniowania nadfioletowego następuje wzrost koncentracji jonów w warstwie powyżej 50–60 km, zwanej **jonosferą**. Koncentracja **jonów** zależy od szybkości ich powstawania (wskutek pochłaniania wysokoenergetycznych kwantów energii przez cząsteczki i atomy gazów atmosferycznych) oraz szybkości rekombinacji jonów. Ponieważ powstawanie jonów zachodzi tylko podczas dnia, zmiany ich koncentracji mają przebieg dobowy (w ciągu dnia koncentracja może być nawet 10 razy większa niż w nocy). Koncentracja jonów rośnie z wysokością. Kolejne jej maksima wyznaczają kolejne warstwy jonosfery: **D** (60–90 km), **E** (90–140 km), **F** (powyżej 140 km z absolutnym maksimum koncentracji na wysokości 250–500 km). W stratosferze, na wysokości 10–50 km, znajduje się **ozonosfera**. Ozon powstaje tam w wyniku reakcji: $O_2 + O + M \rightarrow O_3 + M$, gdzie M jest molekułą, która odbiera energię wydzielającą się w tej reakcji. Tlen atomowy O pojawia się w górnych warstwach atmosfery wskutek rozpadu tlenu cząsteczkowego O₂ pod wpływem promieniowania nadfioletowego o długości fali mniejszej niż 0,2 mm. Powyżej 50 km reakcja powstawania ozonu zachodzi rzadko z powodu małej koncentracji molekuł. Stratosferyczna warstwa ozonowa zawiera około 97% ozonu atmosferycznego. Ilość ozonu zależy od bilansu jego produkcji (w przedstawionej wyżej reakcji) i rozpadu. Podstawowa, wywołana czynnikami naturalnymi reakcja rozpadu: $O_3 + h\nu \rightarrow O_2 + O$, gdzie $h\nu$ oznacza kwant promieniowania nadfioletowego o długości fali 0,2–0,3 mm, chroni powierzchnię Ziemi przed dopływem szkodliwego dla żywych organizmów promieniowania. Inne naturalne reakcje rozpadu ozonu to: rekombinacja tlenu atomowego i ozonu: $O_3 + O \rightarrow 2O_2$; katalityczna reakcja rozkładu ozonu, np. z udziałem tlenków azotu (wytwarzanych m.in. w procesach organicznych na powierzchni Ziemi): $NO + O_3 \rightarrow NO_2 + O_2$, $NO_2 + O \rightarrow NO + O_2$. Procesy wytwarzania i rozpadu ozonu zależą od różnych zjawisk występujących w przyrodzie. Na przykład 11-letni cykl **aktywności słonecznej** prowadzi do fluktuacji całkowitej zawartości ozonu stratosferycznego w granicach 12%. W ostatnich dziesięcioleciach zauważono, że bilans produkcji i rozpadu ozonu zmienia się wskutek działalności

gospodarczej człowieka. Jedną z przyczyn spadku zawartości ozonu jest nawożenie gleby związkami azotu, które przedostają się do atmosfery w postaci tlenków azotu, migrują dalej do stratosfery i niszczą warstwę ozonową. Innym antropogennym źródłem tlenków azotu są procesy spalania paliw, m.in. w silnikach spalinowych, nie tylko samochodów, ale i samolotów latających na coraz większych wysokościach. Jednak za podstawową substancję niszczącą ozon uznano chlor, który do stratosfery dostaje się głównie w postaci związków — gazów zwanych freonami, używanych do niedawna powszechnie w urządzeniach chłodniczych i aerozolach. Freony, bardzo stabilne w normalnych warunkach, w stratosferze rozkładają się pod wpływem promieniowania nadfioletowego uwalniając chlor, który bierze udział w reakcjach katalitycznych: $\text{Cl} + \text{O}_3 \rightarrow \text{ClO} + \text{O}_2$, $\text{ClO} + \text{O} \rightarrow \text{Cl} + \text{O}_2$, prowadzących do rozpadu ozonu. Reakcje te zachodzą szczególnie intensywnie w okresie wiosennym w strefach okołobiegunowych (po okresie braku dopływu światła słonecznego — nocy polarnej), powodując gwałtowny spadek zawartości ozonu nawet o kilkadziesiąt procent w stosunku do średniej wieloletniej. Zjawisko to znane jest pod nazwą dziury ozonowej. Charakterystyczny czas przebywania chloru w stratosferze wynosi 5–10 lat, a przeciętny czas migracji freonów z dolnych warstw atmosfery do troposfery wynosi kilkanaście lat; można się więc spodziewać, że w ciągu najbliższych lat, mimo znacznej redukcji emisji freonów, powiększy się „głębokość” i obszar występowania dziury ozonowej.

Szymon Malinowski

Atmosfera ziemska. Pogoda i jej prognozowanie

Pogodę najlepiej można scharakteryzować przez podanie jej czynników (składników, elementów meteorologicznych), z których za najważniejsze uznać można: temperaturę i wilgotność powietrza, ciśnienie atmosferyczne, prędkość i kierunek wiatru, rodzaj i wielkość zachmurzenia, wreszcie rodzaj i ilość opadu. O ile pogodę charakteryzują jej czynniki występujące w określonym miejscu i czasie, o tyle klimat jest charakteryzowany przez statystyczne (wieloletnie) rozkłady czynników pogodowych na określonym obszarze. Ludzie od lat obserwują przyrodę zbierając informacje o klimacie i próbując prognozować pogodę. Robili to już Babilończycy ponad 3000 lat temu. Meton w starożytnej Grecji (około 430 p.n.e.) prowadził regularne obserwacje kierunku wiatru, a Arystoteles około 340 p.n.e. napisał dzieło *Meteorologica*. Rozwój meteorologii wiąże się ściśle z rozwojem żeglugi i ekspansją cywilizacji europejskiej. Świadczy o tym np. angielska nazwa pasatów: *trade winds*, czyli dosłownie «wiatry handlowe». Kto znał rozkład wiatrów na oceanach, mógł prowadzić handel i ekspansję kolonialną. Odkrycie ciśnienia atmosferycznego (E. Torricelli) i prawa barometrycznego (B. Pascal) stworzyło fizyczne podstawy dla obserwacji pogody. V.F. Bjerknes w początkach bieżącego stulecia zorganizował nowoczesne służby meteorologiczne i opracował podstawy meteorologii dynamicznej, opartej na zastosowaniu praw dynamiki płynów do prognozowania pogody. L.F. Richardson w latach dwudziestych był prekursorem zastosowania metod numerycznych w synoptyce. Znajomość warunków klimatycznych i umiejętność prognozowania pogody także dziś ma duże znaczenie praktyczne. Wystarczy wspomnieć o zależnościach transportu czy rolnictwa, a także energetyki (np. pobór mocy elektrycznej) od pogody. Dobra znajomość lokalnych warunków klimatycznych pozwala na ocenę wpływu na środowisko planowanych inwestycji przemysłowych czy komunikacyjnych.

Wieloskalowość przepływów w atmosferze

Pogoda związana jest z ruchami (przepływami, cyrkulacją) powietrza w atmosferze w różnej skali, począwszy od ogólnej cyrkulacji atmosfery, przez antycyklony i cyklony, cyrkulacje frontowe czy lokalne (jak bryza), po porywy i podmuchy wiatru.

Każde z tych zjawisk występuje na obszarze o określonej wielkości, od tysięcy kilometrów po setki i dziesiątki metrów. Dokładniejsze pomiary szybkimi anemometrami pokazują, że w atmosferze występują też przepływy i cyrkulacje w mniejszej skali, nawet pojedynczych milimetrów. Dopiero w najmniejszej skali wpływ lepkości powietrza powoduje, że ruch staje się bezwirowy i nie można już w nim wyróżnić mniejszych struktur. Przepływy atmosferyczne we wszystkich skalach oddziałują ze sobą, czemu towarzyszy wymiana energii. Są to przepływy turbulenty, tj. takie, w których ruch płynu odbywa się w sposób chaotyczny (zarówno jego prędkość, jak i kierunek zmieniają się w sposób losowy). Duże wiry rozpadają się na mniejsze zawirowania i wówczas mówi się, że energia kinetyczna przepływu jest transferowana w dół skali. Dopiero w zawirowaniach o skali milimetrów energia kinetyczna ulega dysypacji. Ten kierunek transferu energii przeważa w przepływach turbulentnych, ale lokalnie wiry mogą też łączyć się ze sobą, tworząc przepływy o większych rozmiarach. Energia kinetyczna jest wtedy transferowana w górę skali. Dodatkowo energia kinetyczna w przepływach atmosferycznych w różnych skalach może być wytwarzana w procesach termodynamicznych bądź z energii potencjalnej. Współczesna fizyka nie dysponuje jeszcze dobrą teorią opisującą tak skomplikowane przepływy turbulencyjne, dlatego też ścisły opis przepływów i cyrkulacji w atmosferze jest niemożliwy. Większość modeli przepływów w atmosferze tworzy się w następujący sposób: przy opisywaniu przepływów w określonej skali przepływy w skalach większych uwzględnia się poprzez warunki brzegowe, a zjawiska i procesy zachodzące w skalach mniejszych traktuje się w sposób uproszczony. Na przykład aby sformułować model opisujący ogólną cyrkulację atmosfery, należy uwzględnić w nim w uproszczony sposób zjawiska związane z antycyklonami i cyklonami, a nawet z chmurami, których rozmiary są przecież nieporównywalnie mniejsze. Badając chmury należy uwzględniać zarówno przepływy w większych skalach, jak i przepływy w skalach bardzo małych; od pierwszych zależą warunki, w jakich rozwija się chmura, one więc narzucają warunki brzegowe, od drugich (uwzględnianych w sposób uproszczony) zależy m.in. jak ewoluować będą cząstki chmurowe, czy i kiedy powstanie opad. Podsumowując można powiedzieć, że zakres charakterystycznych rozmiarów przepływów atmosferycznych obejmuje 10 rzędów wielkości, podobnie jak zakres charakterystycznych czasów tych przepływów (od roku do kilku milisekund). Z tego powodu ruchy w atmosferze jest niezwykle trudno opisać.

Obserwacje meteorologiczne

Aby prognozować pogodę czy opisać klimat, trzeba nie tylko dysponować modelem przepływów w atmosferze i oddziaływań między nimi, ale bezustannie mierzyć stan atmosfery. Zajmują się tym służby meteorologiczne, w Polsce zorganizowane w ramach Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej (IMGW). Światowa Organizacja Meteorologiczna (WMO), wyspecjalizowana organizacja ONZ z siedzibą w Genewie, koordynuje współpracę międzynarodową służb meteorologicznych, szczególnie w zakresie standaryzacji i wymiany informacji (danych obserwacyjnych: surowych i przetworzonych oraz prognoz). W tysiącach stacji i posterunków meteorologicznych na lądach i morzach wykonuje się w określonych terminach pomiary takich parametrów meteorologicznych, jak: temperatura, wilgotność, ciśnienie

atmosferyczne, prędkość i kierunek wiatru, ilość i rodzaj opadów atmosferycznych oraz zachmurzenie. Aby wyniki można było porównywać ze sobą pomiary są wykonywane w jednakowych warunkach, zgodnych z zaleceniami WMO. Na przykład kierunek i prędkość wiatru mierzy się 10 m nad powierzchnią gruntu, a termometry do pomiaru temperatury powietrza umieszcza się 2 m nad powierzchnią gruntu w tzw. klatkach meteorologicznych, stanowiących zabezpieczenie przed efektami radiacyjnymi i zapewniających odpowiednią wentylację. Obecnie coraz więcej pomiarów wykonywanych jest w sposób ciągły przez automatyczne stacje meteorologiczne. Prócz pomiarów na powierzchni Ziemi dokonuje się, o oznaczonych porach, w setkach tzw. stacji aerologicznych (w Polsce w Legionowie, Wrocławiu, Poznaniu i Łebie) sondazy balonowych dostarczających informacji o pionowym rozkładzie ciśnienia, temperatury, wilgotności, prędkości i kierunku wiatru. Informacje z wybranych stacji (synoptycznych i aerologicznych) są natychmiast przesyłane w postaci specjalnie szyfrowanych depešy meteorologicznych do centrali (w Polsce do siedziby IMGW w Warszawie). Tam, po weryfikacji i kontroli jakości, są one dostępne dla służb meteorologicznych i wykorzystywane do prognozowania pogody. Informacje ze wszystkich stacji i posterunków są gromadzone w bazach danych; na ich podstawie można sporządzić wieloletnie statystyki czynników pogody, czyli określić warunki klimatyczne. Klasyczne pomiary meteorologiczne uzupełniane są dziś rutynowo danymi uzyskanymi za pomocą tzw. metod teledetekcyjnych, gł. obserwacji satelitarnych i radarowych. Obrazy satelitarne używane przy prognozowaniu pogody są uzyskiwane z meteorologicznych sztucznych satelitów geostacjonarnych oraz z satelitów orbitujących po synchronicznych orbitach biegunowych. Obszar Europy jest w polu widzenia geostacjonarnego satelity Meteosat należącego do ESA. Satelita ten dostarcza co pół godziny obrazy w trzech zakresach widma fal elektromagnetycznych: 0,5–0,9 mm (tzw. zakres widzialny, nieco przesunięty w kierunku fal długich w stosunku do zakresu odbieranego przez oko ludzkie), 5,7–7,1 mm (pasmo absorbcyjne pary wodnej) oraz 10,5–12,5 mm (tzw. okno promieniowania termicznego Ziemi). Nad Polską kilkakrotnie w ciągu doby przelatują ponadto satelity poruszające się po orbitach biegunowych: amerykańskie z serii NOAA i rosyjskie z serii Meteor, także dokonujące obserwacji w kilku pasmach promieniowania. Radary meteorologiczne pracują w centymetrowym zakresie długości fal promieniowania elektromagnetycznego (mikrofałe). Dostarczają informacji o bogatych w wodę bądź śnieg chmurach i o opadach w promieniu 150–200 km od miejsca obserwacji. Nowoczesne odmiany radarów meteorologicznych, wykorzystujące zjawisko Dopplera, pozwalają na uzyskanie informacji o polu wiatru. W wielu krajach istnieją sieci radarowe obejmujące swoim zasięgiem duże obszary. W Polsce działają radary meteorologiczne w Legionowie koło Warszawy, w Ramży koło Katowic i w Pastewniku koło Wrocławia. W najbliższych latach planuje się oddanie do użytku dalszych radarów i uruchomienie sieci obserwacji radarowych.

Prognozy pogody

Wyniki pomiarów i obserwacji, przeprowadzonych w tym samym czasie, pozwalają na wykreślenie map pogody, często uzupełnianych o informacje ze zdjęć satelitarnych czy z pomiarów radarowych. Mapy pogody są podstawą prognoz meteorologicznych. Jeszcze do niedawna prognozy przygotowywali synoptycy „ręcznie” w oparciu tylko o dane obserwacyjne i własne doświadczenie. Dziś mają do pomocy potężne narzędzia, m.in.: systemy wspomaganie komputerowe kreślące natychmiast mapy pogody i różnego rodzaju diagramy, dostęp do baz danych,

wspomagane komputerowo prognozy statystyczne i w końcu wyniki otrzymane za pomocą numerycznych (komputerowych) modeli prognostycznych. Aby otrzymać te ostatnie zatrudnia się do obliczeń największe na świecie superkomputery. Modele numeryczne to skomplikowane układy równań prognostycznych opisujących procesy fizyczne zachodzące w atmosferze, uzupełnione o algorytmy ich rozwiązywania wykorzystujące dane z obserwacji meteorologicznych. W wyniku obliczeń otrzymuje się prognozowane pola parametrów meteorologicznych, przede wszystkim ciśnienia, wiatru i temperatury, niekiedy ilości opadów. W Europie działają aktualnie trzy najważniejsze ośrodki przygotowujące numeryczne prognozy synoptyczne: w Bracknell koło Londynu, w Tuluzie i w Offenbach koło Frankfurtu nad Menem. Istnieje także wiele ośrodków lokalnych korzystających z wyników obliczeń przy przygotowaniu lokalnych prognoz, opracowywanych w oparciu o doświadczenie synoptyków lub na podstawie dokładniejszych obliczeń numerycznych dla określonego obszaru.

Problem przewidywalności prognoz

Niestety, mimo rozwoju metod obserwacji i prognozowania pogody, opracowanie sprawdzających się w 100% prognoz jest niemożliwe. Jak wspomniano wyżej, błędy prognoz wynikają m. in. z faktu, że procesy zachodzące w mniejszych skalach uwzględnia się w modelach w sposób przybliżony. Jednak nawet gdyby te procesy udało się uwzględnić w sposób dokładny, to sprawdzalność prognoz nie byłaby stuprocentowa ze względu na własności atmosfery, polegające na tym, że w przepływach atmosferycznych dowolnie małe zaburzenie może w krótkim czasie tak się wzmocnić, iż zmienia charakter przepływu. Mówiąc słowami odkrywcy tego efektu, amerykańskiego meteorologa E. Lorenza, ruch skrzydeł motyla w tropikalnej puszczy może wywołać huraganowe wiatry w regionach odległych od niej o tysiące mil lub inaczej, bardzo mała niedokładność w danych początkowych może spowodować zasadnicze zmiany w obliczonych polach parametrów meteorologicznych. Odkrycie Lorenza z 1963 roku zapoczątkowało nową dziedzinę fizyki zajmującą się tzw. chaosem deterministycznym i pozwoliło na nowe rozumienie i matematyczne sformułowanie problemu przewidywalności, odnoszącego się nie tylko do prognoz pogody, ale do wielu procesów fizycznych, biologicznych, społecznych czy ekonomicznych.

Szymon Malinowski

**

Atmosfera ziemska. Wpływ człowieka

Atmosfera jest elementem naszego środowiska. Jej stan jest wynikiem wielu skomplikowanych i powiązanych ze sobą procesów. Nawet niewielkie zakłócenie jednego z procesów może prowadzić do dużych zmian stanu atmosfery i całego środowiska naturalnego. Przykładem jest wspomniane wcześniej zachwianie równowagi w warstwie ozonowej czy wzrost ilości dwutlenku węgla w atmosferze. Są to zmiany o charakterze globalnym, ale nie mniej istotne są zjawiska występujące w mniejszej skali. Spektakularnym przykładem wrażliwości atmosfery na niewielkie nawet zaburzenia są ślady po emisji spalin ze statków sięgające tysięcy kilometrów i widoczne na zdjęciach satelitarnych. Głównymi antropogennymi czynnikami wywołującymi zmiany w atmosferze są emisje różnego rodzaju zanieczyszczeń oraz zachwianie stosunków wodnych w środowisku przyrodniczym.

Zakłócenia w obiegu wody

Woda, obok tlenu, jest najważniejszym dla życia biologicznego składnikiem atmosfery. Jej koncentracja w atmosferze ulega ciągłym zmianom i zależy od warunków lokalnych. Procesy kondensacji i parowania wody wywierają wpływ na wymianę ciepła w atmosferze i na jej dynamikę. Chmury zmieniają bilans radiacyjny, opady odgrywają ważną rolę w usuwaniu z atmosfery pyłów i innych zanieczyszczeń. Woda ogrywa też ważną rolę wchodząc w reakcje z substancjami zawartymi w atmosferze lub rozpuszczając je. Z tego powodu wszelkie zmiany stosunków wodnych w atmosferze mają kolosalne znaczenie dla środowiska przyrodniczego. Źródłem wody w atmosferze jest parowanie z powierzchni Ziemi, które w dużej mierze zależy od szaty roślinnej, a przede wszystkim od obecności lasów. Rośliny zatrzymują dużą część wody opadowej, która zamiast od razu spływać do morza, powoli paruje z powierzchni roślin. Las, uwalniając parę wodną do atmosfery oraz spowalniając przepływ powietrza, jest często miejscem zapoczątkowującym konwekcję powodującą powstanie chmur i opadów. Wycięcie lasu powoduje, że opady konwekcyjne nad danym obszarem zdarzają się rzadziej, ponadto woda opadowa szybko spływa (często wywołując gwałtowne powodzie) i paruje do atmosfery w zupełnie innym miejscu. Zmienia się też albedo powierzchni Ziemi, rośnie różnica temperatur między dniem a nocą, maleje ilość wód gruntowych. Pociąga to za sobą zmianę klimatu całej okolicy, jej stepowanie i pustynnienie. Do podobnych skutków prowadzi niewłaściwa melioracja, zbyt intensywna uprawa roli i wypasanie bydła. Szacuje się, że co roku wskutek tych wszystkich czynników w skali globu ulega pustynnieniu około 210 tys. km² powierzchni lądów, czyli obszar odpowiadający 2/3 powierzchni Polski. Od lat człowiek pragnął wpływać na cyrkulację wody w atmosferze, usiłując wywoływać deszcz. Od kilkudziesięciu lat podejmowane są w tym celu poważne przedsięwzięcia naukowe. Stosowano „zasiewanie” chmur różnymi substancjami (przede wszystkim zestalonym CO₂ oraz jodkiem srebra AgI), mające doprowadzić do szybszego zamarzania kropelek chmurowych i powstania opadu. Wyniki tych eksperymentów okazały się niejednoznaczne; jedne doniesienia mówią o wzroście opadów o kilka procent (nawet do 20%), inne — o bezskuteczności czy wręcz negatywnym efekcie tych eksperymentów. Podobnie jest z eksperymentami dotyczącymi zapobiegania gradobociom przez „zasiewanie” chmur burzowych. Zaobserwowano natomiast przypadki sztucznego wywołania czy wzrostu ilości opadów związane z emisją pary wodnej i ciepła z wielkich elektrowni ciepłych, jednak skala i częstość występowania tego zjawiska są niewielkie.

Zanieczyszczenie atmosfery

Rozwój cywilizacji powoduje powstanie sztucznych źródeł emisji do atmosfery pyłów i gazów. Podstawowe zanieczyszczenia atmosfery to: dwutlenek siarki SO₂, tlenki azotu: NO, NO₂, tlenek węgla CO, węglowodory, pyły, zawierające często metale ciężkie (Pb, Ni, Cd, Cu). Dwutlenek węgla i para wodna, mimo że w czystej atmosferze występują w znacznych ilościach, zawarte w gazach spalinowych mogą także mieć negatywny wpływ na środowisko. Źródłem SO₂ jest przede wszystkim spalanie paliw stałych. W atmosferze SO₂ łatwo ulega utlenieniu do SO₃, który następnie reaguje z wodą tworząc kwas siarkowy H₂SO₄. Kwas siarkowy i inne kwasy, rozpuszczone w kropelkach tworzących opady (kwaśne opady), wpływają destrukcyjnie na roślinność na powierzchni Ziemi i w wodach. Tlenki azotu, podobnie jak SO₂, powstają w procesach spalania i mogą przekształcić się w wyniku przemian chemicznych w kwas azotowy HNO₃. W silnie zurbanizowanych obszarach z dużym ruchem samochodowym stężenie tlenków azotu w powietrzu przewyższa często

stukrotnie wartości typowe dla obszarów wiejskich, gdzie tlenki te są wytwarzane w naturalnych procesach biologicznych. Negatywny wpływ tlenków azotu na ozonosferę został omówiony wcześniej. Tlenki azotu biorą także udział w reakcjach fotochemicznych zachodzących przy powierzchni Ziemi, prowadzących do powstania smogu fotochemicznego. CO (czad) jest produktem spalania. Jest silnie trujący i nawet w bardzo niewielkich koncentracjach jest niezwykle szkodliwy. Węglowodory są emitowane głównie przez samochody. Najprostszy z nich, metan, powstaje także w dużych ilościach na obszarach intensywnej hodowli zwierząt czy uprawy ryżu. Niektóre węglowodory są silnie rakotwórcze, metan jest gazem silnie wpływającym na efekt cieplarniany. Pod wpływem promieniowania słonecznego węglowodory reagują z tlenkami azotu, co prowadzi do powstania smogu fotochemicznego. Pyły mogą zawierać wiele groźnych substancji. Działając jako jądra kondensacji pary wodnej, powodują wzrost koncentracji cząstek chmurowych (kropelek wody i kryształków lodu) i modyfikują warunki powstawania opadu. W obszarach przemysłowych koncentracja cząstek chmurowych (szczególnie w chmurach kłębiastych) jest często kilkadziesiąt razy większa niż w obszarach niezapylnych, a same cząstki są odpowiednio mniejsze. Rozpuszczone w nich związki chemiczne też wpływają na warunki powstania opadu. CO₂ jest gazem odgrywającym dużą rolę w powstawaniu efektu cieplarnianego. Wzrost koncentracji CO₂ w atmosferze może mieć poważny wpływ na klimat w skali globalnej. Para wodna zawarta w spalinach reaguje z tlenkami siarki i azotu tworząc kwasy: siarkowy i azotowy. Duża koncentracja węglowodorów i tlenków azotu występująca w miastach prowadzi do powstania smogu fotochemicznego. W dzień, pod wpływem promieniowania słonecznego, substancje te reagują ze sobą, w wyniku czego powstaje ozon i inne bardzo aktywne chemicznie związki, zabójcze dla procesów biologicznych. O ile ozon w stratosferze chroni nas przed szkodliwym dla zdrowia promieniowaniem nadfioletowym, o tyle przy ziemi w większych stężeniach jest toksyczny. Smog fotochemiczny jest w miesiącach letnich poważnym zagrożeniem w dużych metropoliach, takich jak Meksyk, Tokio czy Los Angeles. Wraz z rozwojem motoryzacji staje się groźny i w miastach Polski.

Transport zanieczyszczeń w atmosferze

Zanieczyszczenia wyemitowane do atmosfery są następnie transportowane przez przepływy atmosferyczne, często na bardzo duże odległości. Badanie i modelowanie tego transportu jest trudne nie tylko ze względu na wieloskalowość ruchów w atmosferze i występującą w niej turbulencję, ale także ze względu na różnorodność przemian chemicznych i fotochemicznych, jakim podlegają zanieczyszczenia, oraz mechanizmów ich usuwania z atmosfery (wymywanie, osiadanie, pochłanianie przez rośliny). W wielu wypadkach udaje się jednak śledzić transport zanieczyszczeń w skali od dziesiątek do wielu tysięcy kilometrów. Meteorologiczne pomiary wiatrów na różnych wysokościach pozwalają na wykreślenie trajektorii mas powietrza w troposferze i dolnej stratosferze. W ten sposób udowodniono np. związek między emisją dwutlenku siarki w Niemczech i Wielkiej Brytanii a zakwaszeniem jezior skandynawskich, czy badano drogi transportu pyłów radioaktywnych po awarii w Czarnobylu. I w tej dziedzinie coraz większą rolę odgrywają nowoczesne modele numeryczne.

Zmiany klimatu

Zarówno historia geologiczna, jak i pisana, przekonują nas o tym, że klimat na Ziemi się zmienia. Powstaje jednak pytanie jak działalność człowieka wpływa na szybkość i

kierunek tych zmian. Niestety, na to pytanie nie jest łatwo odpowiedzieć. Wiele zagadnień o podstawowym znaczeniu jest dla nas wciąż zagadką. Przykładem jest np. zespół zjawisk nazwany El Niño — Oscylacja Południowa (ang. *El Niño* — *Southern Oscillation*, ENSO), który ma związek z anomaliami pogodowymi w skali globalnej. Co roku, w okolicach Bożego Narodzenia (stąd nazwa: El Niño znaczy «dzieciątko») zimny oceaniczny Prąd Peruwiański jest odchylany przez ciepły prąd z północy. Normalnie zjawisko to trwa kilka tygodni, po czym ciepły prąd zanika. Jednakże co kilka lat El Niño jest ponadprzeciętnie ciepły i silny, co wiąże się z anomaliami w rozkładzie prądów morskich na całym równikowym Pacyfiku. Anomalie w rozkładzie temperatury powierzchni oceanu prowadzą do anomalii w rozkładzie ciśnienia atmosferycznego, osłabienia pasatów nad Pacyfikiem oraz zmiany miejsca występowania prądów strumieniowych (*jet stream*). Wpływa to na pogodę na całej kuli ziemskiej, a szczególnie w obszarze Pacyfiku. Jak widać, na klimat i pogodę kolosalny wpływ ma oddziaływanie ocean–atmosfera, a mechanizmy tych oddziaływań wymagają dalszych badań. Kolejnym zjawiskiem, którego dobrze nie rozumiemy jest globalna zmiana klimatu wywołana efektem cieplarnianym. Zwiększona emisja tzw. gazów cieplarnianych (dwutlenek węgla, metan, freony, tlenki azotu) powoduje zmiany w bilansie energetycznym naszej planety i w konsekwencji wzrost średniej temperatury przy powierzchni Ziemi. Jednakże ani szybkość tego wzrostu, ani jego skutki dla klimatu i środowiska nie są ostatecznie określone. Na przykład wzrost temperatury powierzchni Ziemi powoduje zwiększenie intensywności parowania, co wywołuje wzrost zachmurzenia, zmiany albedo i w konsekwencji zmniejszenie dopływu energii do powierzchni Ziemi. Ten sam wzrost temperatury powoduje topienie się czap lodowych, a więc wpływa na spadek albedo i co za tym idzie przyczynia się do zwiększonego dopływu energii. Te wszystkie procesy mają wpływ na globalną cyrkulację atmosfery, a także na cyrkulacje w mniejszej skali. Mimo użycia superkomputerów, satelitów i innych wyrafinowanych oraz kosztownych narzędzi badawczych nie potrafimy jeszcze w zadowalający sposób opisać, a tym bardziej prognozować tych procesów. Wiele zagadek kryje struktura chmur czy zjawiska związane z elektrycznością atmosferyczną. Nie są też dobrze poznane tak istotne dla naszego codziennego życia mechanizmy powstawania opadów czy własności przepływów turbulentnych. W miarę poznawania naszego środowiska zdajemy sobie sprawę z powiązań i oddziaływań pomiędzy jego elementami, o których wcześniej nie mieliśmy pojęcia. Opracowujemy prognozy, a jedną z przyczyn ich niesprawdzalności jest nasza ignorancja.

Szymon Malinowski

**

Atmosfery planetarne

Planeta	Główne składniki (% objętościowy)	Inne składniki (% objętościowy)	Temperatura na powierzchni ^a	Ciśnienie atmosferyczn e ^b
Merkury	He, H		100–650 K	bardzo małe
Wenus	CO ₂ (96,4)	N ₂ (3,5), O ₂ , H ₂ O, SO ₂ , CO, Ar, He, Ne	750 K	90
Ziemia	N ₂ (78) O ₂ (21)	H ₂ O, Ar	230–320 K	1

Mars	CO ₂ (95,3)	N ₂ (2,7), Ar (1,6), O ₂ (0,1), H ₂ O, CO	150–300 K	0,006
Jowisz	H ₂ (90), He (9,99)	CH ₄ , NH ₃	165 K	
Saturn	H ₂ (96,3), He (3,25)	CH ₄ , NH ₃	134 K	
Uran	H ₂ (84), He (15)	CH ₄ , NH ₃	52 K	
Neptun	H ₂ (80), He (19)	CH ₄ , C ₂ H ₅ , NH ₃	58 K	
Pluton ^c	CH ₄ , N ₂	(?)	45 K(?)	bardzo małe

^a Dla planet wewnętrznych średnia temperatura na powierzchni planety, dla planet zewnętrznych typowa temperatura wierzchołków chmur;

^b ciśnienie atmosferyczne na powierzchni planety w stosunku do ciśnienia na Ziemi;

^c planeta karłowata, należąca do pasa Kuipera.

**

atom [gr. *átomos* ‘niepodzielny’], fiz. najmniejsza cząstka pierwiastka chemicznego, posiadająca jeszcze właściwości tego pierwiastka, określoną masę oraz specyficzne właściwości fizyczne.

Przeciwie niż to sugeruje etymologia (gr. *atomos* ‘niepodzielny’) atom ma strukturę złożoną; składa się z jądra o dodatnim ładunku elektrycznym otoczonego ujemnie naładowanymi elektronami; w obojętnym elektrycznie atomie dodatni ładunek jądra jest równy sumarycznemu ujemnemu ładunkowi elektronów; pomiędzy elektronami a jądrem atomu działają siły przyciągania elektrostatycznego. Rozmiary atomu są rzędu 10^{-10} m, przy czym rozmiary jądra atomowe są ok. 10^5 razy mniejsze; masy atomów zawierają się w granicach 10^{-27} – 10^{-25} kg i praktycznie całe są skupione w jądrach (pomiar mas atomów przeprowadza się metodą spektrometrii mas). Jądro atomowe jest także układem złożonym — zawiera **protony** (o ładunku elektrycznym dodatnim) i (oprócz jądra wodoru) **neutrony** (obojętne elektrycznie); protony i neutrony — określane wspólnym mianem nukleony — są związane siłami jądrowymi; z kolei każdy nukleon składa się z 3 kwarków (proton z 2 kwarków *u* i jednego *d*, neutron — z 2 kwarków *d* i jednego *u*), pomiędzy którymi oddziaływania przenoszą gluony (podobnie jak między naładowanymi elektrycznie cząstkami oddziaływania przenoszą fotony).

Atom danego pierwiastka jest opisany liczbą protonów w jądrze — tzw. **liczbą atomową** *Z* (niezmienną i charakterystyczną dla tego pierwiastka); całkowitą liczbę protonów i neutronów tworzących jądro atomowe określa tzw. **liczba masowa** *A*. Atomy tego samego pierwiastka chemicznego różniące się liczbą neutronów w jądrze stanowią **izotopy** tego pierwiastka; stosunek liczby neutronów do liczby protonów w jądrze warunkuje trwałość jądra; duży nadmiar lub niedobór neutronów w stosunku do protonów jest przyczyną aktywności promieniotwórczej. Do początku 2008 oficjalnie uznano 111 pierwiastków, spośród których tylko pierwiastki o $Z \leq 83$ mają stabilne (trwałe) izotopy.

Atomu jako układu mikroskopowego nie można opisać pojęciami i formalizmem matematycznym fizyki klasycznej — nie można np. jednocześnie dokładnie wyznaczyć położenia i pędu elektronu w atomie (Heisenberga zasada nieokreśloności). W opisującej atomy teorii kwantowej pojęcie toru elektronu traci sens; stany poszczególnych elektronów (ich energię, która jest skwantowana, tzn.

może przybierać tylko pewne wartości dyskretne, średnie wartości pędu, prawdopodobieństwo znalezienia elektronu w elemencie przestrzeni) opisują **funkcje falowe** (orbitale), scharakteryzowane 4 **liczbami kwantowymi**, przyjmującymi określone wartości. Główna liczba kwantowa n ($n = 1, 2, 3, \dots$) określa energię elektronu, poboczna liczba kwantowa l ($l = 1, 2, 3, \dots, n - 1$) — wartość orbitalnego momentu pędu, magnetyczna liczba kwantowa m ($m = \pm l, \pm(l - 1), \dots, 0$) — rzut orbitalnego momentu pędu na wybrany kierunek, zaś spinowa liczba kwantowa m_s — rzut spinu elektronu na wybrany kierunek (może przyjmować tylko 2 wartości: $+1/2$ lub $-1/2$). W atomie, zgodnie z zasadą (zakazem) Pauliego, najwyżej 1 elektron może być opisany tym samym zespołem 4 liczb kwantowych. Elektrony opisywane orbitalami o tej samej wartości głównej liczby kwantowej tworzą 1 **powłokę elektronową** (elektrony o energii E_n znajdują się w takiej samej odległości od jądra); powłoki oznaczają się kolejno literami: K ($n = 1$), L ($n = 2$), M ($n = 3$), O ($n = 4$), ...; elektrony opisywane orbitalami o takiej samej parze liczb kwantowych n, l , czyli o takiej samej energii orbitalnej, tworzą podpowłoki oznaczane kolejnymi literami: s, p, d, f, g, \dots . Dalsze zróżnicowanie stanu kwantowego wprowadza magnetyczna liczba kwantowa, która decyduje o orientacji przestrzennej orbitalu; rozróżnia się np. orbitale p_x, p_y, p_z — każdy z nich mieści co najwyżej 2 elektrony różniące się liczbą m_s . Wynika stąd ściśle określone rozmieszczenie elektronów (**konfiguracja elektronowa**) na poziomach i podpoziomach energetycznych (powłokach i podpowłokach), charakterystyczne dla każdego pierwiastka i warunkujące jego właściwości; np. konfiguracja elektronowa atomu litu w stanie podstawowym ma postać: $1s^2 2s^1$ (2 elektrony w podpowłoce s powłoki K , 1 w podpowłoce s powłoki L), sodu: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ (2 elektrony w powłoce K , 8 w powłoce L , w tym 2 w podpowłoce s i po 2 w podpowłokach p_x, p_y, p_z oraz 1 w podpowłoce s powłoki M). Elektrony najbardziej zewnętrznej powłoki elektronowej, zwane **elektronami walencyjnymi**, mają decydujący wpływ na właściwości chemiczne pierwiastka (przede wszystkim biorą udział w tworzeniu wiązań chemicznych między atomami). Aby określić stan atomu, należy określić jego energię i moment pędu, który jest wypadkową momentów pędu orbitalnego i spinowego poszczególnych elektronów. Najniższy poziom energii atomu odpowiada jego stanowi podstawowemu, w tym stanie atom może przebywać dowolnie długo, jeśli nie działają na niego siły zewnętrzne; wszystkie wyższe poziomy energii odpowiadają stanom wzbudzonym o skończonym czasie życia (atom znajdujący się w jednym z tych stanów jest zwany atomem **wzbudzonym**). Przejście atomu ze stanu podstawowego lub niższego stanu wzbudzonego do wyższego stanu wzbudzonego może zajść w wyniku pochłonięcia fotonu o odpowiedniej energii lub zderzenia np. z elektronem; natomiast przejście atomu ze stanu wzbudzonego do innego stanu wzbudzonego o niższej energii lub do stanu podstawowego łączy się z odprowadzeniem energii przez emisję fotonu (promieniowania świetlnego, jeśli jest to połączone z przeskokiem zewnętrznego elektronu na niższy poziom energetyczny lub promieniowania rentgenowskiego, jeśli przeskok elektronu następuje między wewnętrznymi powłokami elektronowymi ciężkiego atomu) lub elektronu, a także w wyniku zderzeń atomu z innymi atomami lub cząsteczkami.

Wyjaśnienie budowy atomu stało się możliwe dzięki odkryciu 1897 elektronu przez J.J. Thomsona i promieniotwórczości przez A.H. Becquerela; te i następne odkrycia obaliły pogląd, że atomy są sztywnymi, niepodzielnymi kulkami oraz zapoczątkowały badania wewnętrznej struktury atomu; 1911 E. Rutherford wykazał na podstawie doświadczeń, że dodatni ładunek atomu jest skupiony w bardzo małym (w porównaniu z rozmiarami atomu) jądrze. Współczesne poglądy na budowę atomu

wywodzą się z teorii atomu wodoru podanej 1913 przez [N. Bohra](#) (Bohra teoria atomu).

J. Ginter *Wstęp do fizyki atomu, cząsteczki i ciała stałego*, wyd. 2, Warszawa 1986;

I.W. Sawieliew *Wykłady z fizyki*, t. 3, Warszawa 1994;

H. Haken, H.Ch. Wolf *Wykłady z fizyki*, Warszawa 1997;

W. Kołos, J. Sadlej *Atom i cząsteczka*, Warszawa 1998.

**

atomowa liczba, *chem., fiz.* → liczba atomowa.

**

Aton [egip. *itn* 'tarcza słoneczna'], *mit. egip.* widzialna forma [Re](#); w czasach Amenhotepa IV Echnatona (XIV w. p.n.e.) uznany za jedyne bóstwo państwowe; przedstawiany jako promieniujący dysk słoneczny, którego promienie, zakończone dłońmi, błogosławią faraona i jego rodzinę; Amenhotep uważał się za jego jedyne kapłana i twórcę nowej religii (atonizm).

**

Atraktor, *astr.* → [Wielki Atraktor](#).

**

Atum, *mit. egip.* Bóg-stwórca świata; wg mitu wynurzył się z praoceanu jako [prapagórek](#) i powołał do życia pierwszą parę bóstw kosm.: [Szu](#) i Tefnut; Atum był także niewidzialnym słońcem wieczornym i nocnym; przedstawiany jako król, rzadziej jako wąż, baran, ichneumon, małpa itp. lub człowiek z głową barana.

**

AU → astronomiczna jednostka.

**

Aurigidy, *astr.* rój meteorów o radiancie w gwiazdozbiornie Woźnicy (*Auriga*); maksimum obfitości 1 września; pochodzi prawdopodobnie z rozpadania się komety 1911 II.

**

Aurora, *mit. rzym.* bogini świtu; w mitologii gr. Eos.

**

auspicje, auspicia [łac. *aves spicere* 'obserwować ptaki'], sposoby odczytywania woli bogów, dzięki którym Rzymianie (i niektóre inne ludy italskie; iguwińskie tablice) mogli, w swoim mniemaniu, postępować zgodnie z ich wolą; a. opierały się na wierze w znaki, związane głównie z zachowaniem ptaków, poprzez które bogowie objawiali ludziom swe zdanie co do zamierzonych przez nich działań; bóstwa nie pytano o sens ani o skutek planowanej czynności, ale czy należy jej dokonać danego dnia; przeprowadzane przez augurów, poprzedzały każde przedsięwzięcie polityczne lub wojskowe (np. bitwy); stąd powiedzenie „działać pod (pomyślnymi lub niepomyślnymi) auspicjami”, z którego wyłoniło się znaczenie auspicji jako opieki lub patronatu.

**

Auwers ARTHUR GEORG FRIEDRICH **von**, ur. 12 IX 1838, Getynga, zm. 24 I 1915, Berlin, astronom niemiecki; czł. AN w Berlinie i fr. AN; prace poświęcone

wyznaczeniu paralaksy Słońca i położenia gwiazd; autor jednego z katalogów gwiazd; prowadził też obserwacje układów wielokrotnych.

**

AXAF, ang. **Advanced X-Ray Astrophysics Facility**, pierwotna nazwa satelitarnego obserwatorium astr. → Chandra.

**

azot, N, *nitrogenium*, pierwiastek chemiczny o liczbie atomowej 7;

Symbol: N

Nazwa łacińska: Nitrogenium

Liczba atomowa: 7

Pierwiastek promieniotwórczy: nie

Grupa układu okresowego pierwiastków: 15 — azotowce

Odkrycie: 1772

Odkrywca: Rutherford Daniel

względna masa atomowa 14,00674(7); należy do grupy **azotowców**; azot jest bezbarwnym i bezwonym gazem o cząsteczce dwuatomowej N₂, słabo rozpuszczalnym w wodzie; temperatura wrzenia –195,8°C, temperatura topnienia –209,86°C, gęstość 1,2506 g/dm³; niemetal; w temperaturze pokojowej bierny chemicznie; poddany działaniu wyładowań elektrycznych bezpośrednio reaguje z tlenem tworząc tlenki, w podwyższonej temperaturze i w obecności katalizatorów z wodorem daje amoniak, w podwyższonej temperaturze łączy się z niektórymi metalami i niemetalami tworząc azotki; w związkach występuje na stopniach utlenienia od –III do V; na skalę techniczną otrzymywany przez destylację frakcjonowaną ciekłego powietrza. We Wszechświecie należy do 5 najpospolitszych pierwiastków; w stanie wolnym stanowi główny składnik powietrza (78,09% objętościowych, 75,5% masowych); stosunkowo niewielka jest zawartość azotu w skałach i złożach mineralnych stanowiących skorupę ziemską, występuje głównie jako azotan sodu (nitratyn) lub potasu (nitryt). Makroelement, w organizmach jest obecny we wszystkich tkankach i płynach ustrojowych (składnik aminokwasów, białek, kwasów nukleinowych) oraz w produktach przemiany materii (amoniak, mocznik). Biochemiczne wiązanie azotu jest przyczyną jego obecności w węglach kopalnych, ropie naftowej, a zwłaszcza gazie ziemnym (zawartość wolnego azotu przekracza niekiedy 90% objętości gazu). Stosowany do produkcji amoniaku, kwasu azotowego, azotniaku, do wytwarzania atmosfery ochronnej; ciekły jest czynnikiem chłodzącym. Duże znaczenie dla rolnictwa i przemysłu chemicznego mają związki azotu, używane m.in. jako nawozy, materiały wybuchowe, środki farmaceutyczne, barwniki, tworzywa sztuczne. Odkrycie azotu przypisywane jest D. Rutherfordowi, 1772; w tym samym czasie został on wyizolowany niezależnie przez K.W. Scheelego oraz H. Cavendisha i J. Priestleya.

**

azotowce, pierwiastki chemiczne stanowiące 15. grupę układu okresowego pierwiastków: **azot** (N), **fosfor** (P), arsen (As), antymon (Sb), bizmut (Bi); związki azotowców z tlenem mają charakter kwasowy (w wypadku N i P) albo amfoteryczny, o przewodności właściwości kwasowych (As) lub zasadowych (Sb i Bi); największe znaczenie ma azot i fosfor.

**

azymut [arab.], *astr.* kąt między płaszczyzną południka niebieskiego lokalnego a płaszczyzną przechodzącą przez daną gwiazdę oraz zenit i nadir; liczy się od południka na zachód; jedna ze współrzędnych horyzontalnych ([współrzędne astronomiczne](#)).

**

azymut [arab.], *geod.* kąt, jaki tworzy płaszczyzna południka miejscowego z płaszczyzną przechodzącą przez zenit i zawierającą wybrany kierunek; jest liczony od północnej części południka w kierunku zgodnym z ruchem wskazówek zegara; w zależności od wyboru południka miejscowego rozróżnia się azymuty: geograficzny, magnetyczny i in.

**

„B”

Baade [bɑ:də] WALTER, ur. 24 III 1893, Schröttinghausen (Westfalia), zm. 25 VI 1960, Getynga, astrofizyk amer., pochodzenia niemieckiego; prowadził badania galaktyk i gwiazd zmiennych; 1944 odkrył zjawisko i wprowadził pojęcie [populacji gwiazd](#); 1952 zrewidował skalę odległości galaktyk i wykazał, że odległości galaktyk są przynajmniej dwukrotnie większe od przyjmowanych dotychczas; stwierdził, że jasne gwiazdy obserwowane 1572 przez T. Brahego i 1604 przez J. Keplera były supernowymi i znalazł mgławice będące ich pozostałościami.

**

Babbar, *mit. sumer.* → [Szamasz](#).

**

Babcock [bäbkok] HORACE WELCOME, ur. 13 IX 1912, Pasadena (stan Kalifornia), zm. 29 VIII 2003, Santa Barbara, astrofizyk amerykański; czł. Nar. AN w Waszyngtonie, dyr. Mount Wilson Observatories i Mount Palomar Observatories; jako pierwszy dokonał pomiaru pola magnet. gwiazdy za pomocą skonstruowanego przez siebie analizatora; wraz z ojcem, Haroldem Delosem, skonstruował magnetograf słoneczny oraz spektrografy dla teleskopu na Mount Palomar; opublikował na podstawie własnych obserwacji katalog gwiazd mających pole magnetyczne.

**

Backlund [bäklünd] JOHAN OSKAR, ur. 16 IV 1846, Länghem (Szwecja), zm. 16 VIII 1916, Pułkowo, astronom ros., pochodzenia szwedzkiego; od 1883 czł. Petersburskiej Akad. Nauk; od 1895 dyr. obserwatorium astr. w Pułkowie; wyznaczył masę Merkurego, brał udział w pomiarach długości południka na Spitsbergenie.

**

Badania kosmosu

Kosmos badano i bada się na wiele różnych sposobów. Aż do początku XVII w. właściwie jedynym używanym przyrządem było ludzkie oko, często wspomagane

przez najrozmaitsze rodzaje kątomierzy (sekstanty, astrolabia itp.). Wynalezienie teleskopu radykalnie poprawiło sytuację. Już za pomocą najprymitywniejszej lunety Galileusz dokonał niezwykłych odkryć. Przez kolejne stulecia teleskopy stawały się coraz potężniejsze, a ich tzw. zasięg rósł. Można było odkrywać i badać coraz słabsze i dalsze obiekty.

Kolejny przełom nastąpił, gdy zaczęto przeprowadzać obserwacje w innych niż optyczny zakresach widma promieniowania elektromagnetycznego. W 1932 odkryto promieniowanie radiowe Drogi Mlecznej, zaś po II wojnie światowej skonstruowano wiele coraz większych radioteleskopów. Na przełomie lat 50. i 60. XX w. zaczęto umieszczać w kosmosie detektory promieniowania gamma, rentgenowskiego, ultrafioletowego, podczerwonego i korpuskularnego. Promieniowanie to nie dociera do powierzchni Ziemi, gdyż jest pochłaniane przez atmosferę. Obecnie wysyła się też sondy w kierunku Księżyca, planet i innych ciał Układu Słonecznego. Niemalże co miesiąc pojawia się nowe urządzenie, służące do badania kosmosu.

Michał Czerny

**

Bailly [bajji] JEAN SYLVAIN, ur. 15 IX 1736, Paryż, zm. 12 XI 1793, tamże, astronom i historyk nauki, polityk okresu rewolucji fr. 1789–99; od 1783 czł. Akad. Fr.; 1789 przewodniczący Konstytuanty; jako mer Paryża wydał rozkaz, w wyniku którego 17 VII 1791 dokonano masakry uczestników demonstracji republikańskiej na Polu Marsowym; autor pamiątek *Mémoires d'un témoin oculaire de la Révolution* (1804) i dzieł nauk. *Histoire de l'astronomie ancienne* (1775), *Histoire de l'astronomie* (1778–1783) i *Histoire de l'astronomie indienne et orientale* (1787); świąt.

**

Baily [bęili] FRANCIS, ur. 28 IV 1774, Newbury, zm. 30 VIII 1844, Londyn, astronom brytyjski; współzałożyciel i wieloletni prezes Londyńskiego Król. Tow. Astr.; wydał zrewidowane przez siebie katalogi gwiazd (m.in.: Klaudiusza Ptolemeusza, Tycho Brahego, Heweliusza, Halleya) oraz nowy katalog 1000 gwiazd; podczas zaćmienia Słońca 1836 po raz pierwszy opisał pojawianie się oddzielnych świecących się punktów na granicy tarczy Księżyca na początku i końcu całkowitego zaćmienia (tzw. perły Baily'ego).

**

Bajkonur, kazachskie **Bajkongyr**, **Bajkoŋyr**, ros. **Bajkonur**, dawniej **Lenińsk**, m. w Kazachstanie, w obwodzie kyzylordyńskim, na skraju pustyni Arał Mangy Karakumy. założone 1955 k. miejscowości Tjuratam. Gł. ośr. startowy radzieckich statków kosm. i rakiet; obejmuje zespół systemów startowych oraz obiektów pomocniczych rozmieszczonych na łącznym obszarze ok. 3000 km²; 4 X 1957 został wystrzelony z Bajkonuru pierwszy w historii sztuczny satelita Ziemi — Sputnik 1, a 12 IV 1961 wystartował pierwszy załogowy statek kosm. Wostok 1 pilotowany przez J. Gagarina; Bajkonur był miejscem startu wszystkich radzieckich załogowych statków i próbników kosm. oraz licznych sztucznych satelitów Ziemi. Wydzierzawiony Rosji na 20 lat (na mocy układu z 28 III 1994).

**

Banach, planetoida pasa głównego o numerze katalogowym 16856; odkryta 1997 (P.G. Comba); nazwana na cześć S. Banacha.

**

Banachiewicz TADEUSZ, ur. 13 II 1882, Warszawa, zm. 17 XI 1954, Kraków, astronom, geodeta i matematyk. 1919–54 profesor i dyrektor obserwatorium astronomicznego Uniwersytetu Jagiellońskiego; od 1922 członek PAU; od 1952 członek PAN; założyciel (1925) i redaktor naczelny „Acta Astronomica”; autor ponad 230 prac z zakresu mechaniki nieba, astronomii sferycznej i geodezji; 1910–15 wykonał długą serię pomiarów libracji Księżyca; obserwował gwiazdy zmienne, przeprowadził pomiary położzeń komet i planetoid; 1925 stworzył teorię krakowianów; opracował i zastosował metodę chronokinematograf. do obserwacji zaćmień Słońca; w obserwatorium astronomiczne Uniwersytetu Jagiellońskiego zorganizował systematyczne obserwacje gwiazd zaćmieniowych.

**

Banachiewiczza, planetoida pasa głównego o numerze katalogowym 1286; odkryta 1933 (S. Arend), nazwana na cześć T. Banachiewicza.

**

Baran, ♈, znak Zodiaku; wejściu Słońca w znak Barana towarzyszy zrównanie dnia z nocą; tego dnia Słońce jest w punkcie Barana, który obecnie w wyniku precesji osi ziemskiej znajduje się w gwiazdozbiornie Ryb.

**

Baran, łac. *Aries*, gwiazdozbiór nieba północnego;

Umiejscowienie na niebie: gwiazdozbiór nieba północnego
Obszar gwiazdozbioru (w stopniach kwadratowych): 441
Główne gwiazdy: [Hamal](#), [Sheratan](#)

w Polsce widoczny jesienią i zimą; najjaśniejsza gwiazda — Hamal.

**

Baranowski JAN, ur. 26 XII 1800, Sławkowo, zm. 9 XI 1879, Lublin, astronom; 1848–69 dyr. obserwatorium astr. w Warszawie, 1862–69 profesor Szkoły Głównej; 1845 brał udział w zorganizowanych przez F.G.W. Struvego pomiarach różnicy współrzędnych geogr. Pułkowa i Warszawy; 1854 opublikował pierwszy pol. przekład dzieła M. Kopernika *De revolutionibus orbium coelestium*.

**

bariony [gr. *báros* ‘ciężar’, *iōn* ‘idący’], cząstki ([cząstki elementarne](#)) o spinie połówkowym (fermiony) zdolne do oddziaływań silnych; oddziałują także elektromagnetycznie i słabo; należą (obok mezonów) do hadronów; w skład barionów wchodzi 3 kwarki oraz morze gluonów i par kwark–antykwar; do barionów należą m.in. proton i neutron; **barionowa liczba**, liczba kwantowa definiowana jako różnica między liczbą barionów i liczbą antybarionów w danym układzie fiz. (liczba barionowa każdego barionu jest równa +1, antybarionu –1, fotonu, leptonów, mezonów 0; kwarkom przypisuje się ułamkowe liczby barionowe); liczba barionowa dowolnego układu odosobnionego jest wielkością stałą i nie zmienia się w procesach np. powstawania lub rozpadu barionów (tzw. zasada zachowania liczby barionowej).

**

Barnard [bɑ:ˈnɑːd] EDWARD EMERSON, ur. 16 XII 1857, Nashville, zm. 6 II 1923, Williams Bay (stan Wisconsin), astronom amerykański; pracownik Yerkes Observatory w Williams Bay (Wisconsin); 1889 wykonał pierwszą fotografię Drogi Mlecznej, 1892 odkrył piąty księżyc Jowisza, 1916 — gwiazdę o największym ruchu własnym (obecnie zw. Gwiazdą Barnarda; odkrył i skatalogował 182 mgławice ciemne.

**

barokamera [gr.-łac.], *med.* → **komora niskich ciśnień**.

**

barometryczny efekt, efekt wysokości, zjawisko występowania różnego natężenia promieniowania kosmicznego na różnych wysokościach.

**

barwa nieba, błękitne zabarwienie nieba spowodowane selektywnym rozpraszaniem światła w atmosferze ziemskiej — najsilniej jest rozpraszane światło fioletowe i niebieskie (dla obserwatora znajdującego się poza atmosferą niebo jest czarne).

**

Barwy gwiazd

Czy gwiazdy są kolorowe?

Czy to różnicowanie barwne jest większe wśród gwiazd jasnych czy słabych?

Pytanie było prawie retoryczne. Każdy, nawet mimowolnie zauważył, że gwiazdy są barwne. Do spostrzeżenia tego wystarczy kilkanaście sekund.

Szczególnie barwne są gwiazdy jasne. Ich kolory są różne. Od gwiazd czerwonych poprzez pomarańczowe, żółte, białe, na niebiesko-białych i niebieskich kończąc. Różne kolory gwiazd są przejawem różnych temperatur ich zewnętrznych warstw. Poprzez analogię do barw różnych gorących substancji na Ziemi możnaby zaryzykować stwierdzenie, że gwiazdy czerwone są chłodniejsze niż białe, a te z kolei są chłodniejsze niż niebieskobiałe. Tak jest rzeczywiście.

Można by ryzykować dalej, opierając się wciąż na tej analogii i przypisać gwiazdom temperatury takie, jakie mają ziemskie gorące substancje o tej samej barwie. To byłby już duży błąd, którego źródłem byłoby nasze uproszczone mniemanie, że barwa zależy tylko od temperatury substancji. Czynnikiem wpływającym na ostateczną barwę jest więcej.

Postępując subtelniej, można jednak porównywać światło wyświecane przez gorące substancje w laboratorium i światło odbierane od gwiazd. Z porównań takich wynika, że temperatury powierzchniowe gwiazd o różnych barwach wynoszą w przybliżeniu:

- gwiazdy czerwone — 3000 K,
- gwiazdy pomarańczowe — 4000 K,
- gwiazdy żółtobiałe — 5500 K,
- gwiazdy niebiesko-białe — 6600 K.

Dla temperatur większych niż 8000 K barwa jest niebieska.

Czy to różnicowanie barwne jest większe wśród gwiazd jasnych, czy słabych?

Słabe co do jasności gwiazdy są tak samo kolorowe jak gwiazdy jasne. To, że wydają się nam raczej bezbarwne — szare, spowodowane jest wyłącznie własnościami naszego oka, a dokładniej własnościami nerwowych zakończeń w siatkówce oka. Możemy się o tym przekonać patrząc na słabe gwiazdy przez lunetę. Nabierają one wówczas barw właściwych gwiazdom.

Andrzej Branicki

**

barwy nadwyżka, *astr.* → [wskaźnik barwy](#).

**

bateria słoneczna, bateria fotoelektryczna, układ wielu ogniw fotoelektrycznych, połączonych w celu zwiększenia siły elektromotorycznej; element generatorów fotowoltaicznych.

**

Battani, Al-, Abu Abd Allah Muhammad, łac. **Albategnius, Al- Battānī**, ur. ok. 854, zm. 929, arabski astronom i matematyk; rozwinął teorię i zastosowanie funkcji trygonometrycznych, wyznaczył stałą precesji i nachylenie płaszczyzny ekliptyki do płaszczyzny równika, ułożył tablice astr. i katalog gwiazd stałych dla roku 880–881.

**

Bayer [ba'jɛr] JOHANN, ur. 1572, Rain (Bawaria), zm. 7 III 1625, Augsburg, astronom niemiecki; opublikował atlas nieba, w którym wprowadził stosowane do dziś oznaczenia najjaśniejszych gwiazd w każdym gwiazdozbiórze kolejnymi małymi literami alfabetu gr., np. α *Lyrae* (Wega), β *Persei* (Algol).

**

BD, niem. *Bonner Durchmusterung*, katalog gwiazdowy; opublikowany 1859–62 przez F.W. Argelandera, następnie poszerzony; zawiera opisy 458 tys. gwiazd.

**

Becquerel [bekrɛl] ALEXANDRE EDMOND, ur. 24 III 1820, Paryż, zm. 11 V 1891, tamże, syn Antoine'a Cezara, ojciec Antoine'a Henriego, fizyk francuski; od 1852 profesor Wyższej Szkoły Sztuk i Rzemiosł, od 1878 — w Muzeum Historii Naturalnej w Paryżu; badał procesy fot., m.in. 1840 odkrył zjawisko wzmacniania obrazu utajonego przez dodatkowe naświetlanie światłem (czerwonym) nie działającym na emulsję nie naświetloną (tzw. zjawisko B.); 1866 dokonał pierwszych pomiarów temperatury za pomocą ogniwa termoelektrycznego.

**

Beda Czigodny, Venerabilis, święty, ur. ok. 673, Wearmouth k. Durham, zm. 735, Jarrow, anglosaski uczoney i kronikarz, benedyktyn; Doktor Kościoła; od IX w. uznawany za świętego; doktor Kościoła; od IX w. uznawany za świętego; autor dzieł gramatyczno-retorycznych oraz geograficzno-przyrodniczych; przyjmując kosmografię Klaudiusza Ptolemeusza opowiadał się zarazem za poglądem o kulistym kształcie Ziemi; pierwszy stosował podwójną chronologię, w której oprócz stworzenia świata drugą datą wyjściową były narodziny Jezusa Chrystusa; jako autor historii Kościoła angielskiego (*Historia ecclesiastica gentis Anglorum*) i in. pism historycznych jest uważany za ojca historiografii angielskiej; metoda stosowana

przez Bedę Czcigodnego w komentarzach do *Pisma Świętego* (korzystanie z tekstów patrystycznych, krótki komentarz, obszernie objaśnienia moralne i alegoryczne) była do XX w. podstawą biblijnej egzegezy katolickiej; pozostawił także homilie, listy i poezje.

**

Beer [bɛːr] WILHELM, ur. 1797, Berlin, zm. 27 III 1850, tamże, niem. astronom amator; na podstawie wieloletnich obserwacji oprac. i wydał 1830 (wspólnie z J.H. Mädlerem) pierwszą mapę Marsa oraz 1834–36 dokładną mapę Księżyca.

**

Behaim, MARTIN, **M. Bohemus**, ur. 6 X 1459, Norymberga, zm. 29 VII 1507, Lizbona, geograf i kosmograf; uczeń J. Regiomontanus; 1484–86 uczestniczył w portugalskiej wyprawie D. Cão wzdłuż zachodnich wybrzeży Afryki; 1492 wykonał globus ziemski, który ilustruje ówczesny stan wiedzy geogr. przed odkryciem Ameryki.

**

Bekker MIECZYŚLAW GREGORY, ur. 25 V 1905, Strzyżew, zm. 8 I 1989, Kalifornia (USA), amer. inżynier mechanik i konstruktor, pochodzenia polskiego; profesor Stevens Institute of Technology w Hoboken i University of Michigan w Ann Arbor; od 1961 dyr. Inst. Badań przy koncernie General Motors w Santa Barbara; twórca koncepcji i jeden z konstruktorów pojazdu księżycowego Rover służącego astronautom w wyprawach Apollo 15, 16 i 17.

**

Belenos, *mit. celt.* solarny bóg galijski; w czasach rzym. utożsamiany z Apollinem; uważany także za boga gorących źródeł leczn.; ku jego czci obchodzono w Irlandii święto Beltaine; w 2. poł. IV w. istniała jeszcze świątynia Belenosa w Burdigali (ob. Bordeaux, południowa Francja); gł. bóg w Noricum i Akwilei; inskrypcje z jego imieniem występują we wschodnich Alpach, Włoszech i południowej Francji.

**

Belinda, *astr.* księżyc Urana; dziewiąty, licząc wg rosnącej odległości od planety.

**

Bellatrix, γ *Orionis*, jasna gwiazda w gwiazdozbiorze Oriona;

Oznaczenie: γ Orionis

Rodzaj obiektu: gwiazda pojedyncza

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; **Orion**

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: $5^{\text{h}} 25^{\text{m}} 08^{\text{s}}$ deklinacja: $6^{\circ} 21' 243$ l.św. = 75 pc = 15 367 320 AU

Typ widmowy i klasa jasności: B2III

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: - 2,72^m

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: +1,64^m

Temperatura efektywna: układ: 20000 K

ma jasność widomą $1,64^m$; jest olbrzymem 6000 razy jaśniejszym od Słońca; odległa od Ziemi o 243 lata świetlne.

**

Berenika II, ur. ok. 258 p.n.e., zm. ok. 220 p.n.e., żona i współregentka Ptolemeusza II Euegesta, króla Egiptu ok. 247–222; zamordowana wkrótce po śmierci męża; czczono ją jako patronkę wonnych olejów; wg legendy jej warkocz, złożony w ofierze Afrodycie, został przeniesiony między gwiazdy (gwiazdozbiór „warkocz Bereniki”); bohaterka *Warkocza Bereniki* Kallimacha.

**

berstery, *astr.* → **burstery**.

**

berylowce, pierwiastki chemiczne stanowiące 2. grupę układu okresowego pierwiastków: beryl (Be), **magnez** (Mg), **wapń** (Ca), stront (Sr), bar (Ba) i rad (Ra); wykazują charakter silnie elektrododatni (prócz berylu); chemicznie aktywne lub bardzo aktywne; łatwo utleniają się, rozkładają wodę (oprócz berylu, magnez dopiero po ogrzaniu powyżej 70°C); wodorotlenki berylówców są mocnymi zasadami; w związkach występują na II stopniu utlenienia; lotne sole Ca, Sr i Ba barwią charakterystycznie płomień; występują w przyrodzie tylko w stanie związanym. Dawniej zwane metalami ziem alkalicznych.

**

Bessel FRIEDRICH WILHELM, ur. 22 VII 1784, Minden, zm. 17 III 1846, Królewiec, niem. astronom i matematyk; 1810–46 profesor uniwersytetu w Królewcu, gdzie założył obserwatorium astr. i był jego dyrektorem; 1804 obliczył orbitę komety Halleya; 1806–10 na podstawie obserwacji J. Bradleya wyznaczył stałe refrakcji, precesji i nutacji; opracował teorię błędów instrumentów astr., zastosował heliometr do wyznaczania paralaks gwiazd; wyznaczył masy planet, elementy orbit księżyców Saturna oraz 1831–41 — elementy elipsoidy ziemskiej; na podstawie okresowych nieprawidłowości w ruchu Syriusza i Procyona przewidział istnienie satelitów tych gwiazd (zostały one odkryte 1862 i 1896); wprowadził oraz zastosował w dziedzinie mechaniki nieba funkcje nazwane funkcjami B.

**

Betelgeuse [betelgeż], **Betelgeza**, α *Orionis*, druga pod względem jasności gwiazda w gwiazdozbiórze Oriona;

Oznaczenie: α Orionis

Rodzaj obiektu: gwiazda wielokrotna (najjaśniejszy składnik gwiazdy; gwiazda pulsująca)

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; **Orion**

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: $5^h 55^m 10^s$ deklinacja: $7^{\circ} 24' 430$ l.św. = 132 pc = 27 193 200 AU

Typ widmowy i klasa jasności: M2Iab

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: - $5,14^m$

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: $+0,50^m$ (wartość średnia; z powodu zmiennej natury gwiazdy wartość ta jest waha się w zależności od pomiarów od 0,45 do 0,80)

Temperatura efektywna: temperatura składników układu lub gwiazdy pojedynczej: 3500 K

wielokrotna; najjaśniejszy składnik Betelgeuse jest gwiazdą pulsującą o jasności widomej $0,50^m$; Betelgeuse jest nadolbrzymem 40 tysięcy razy jaśniejszym od Słońca; odległość od Ziemi — 430 lat świetlnych.

**

Bethe [bɛtɛ] HANS ALBRECHT, ur. 2 VII 1906, Strasburg, zm. 6 III 2005, Ithaca (stan Nowy Jork), fizyk amer., pochodzenia niemieckiego; od 1937 profesor Cornell University w Ithace, 1943–56 dyr. dep. fizyki teoret. w ośr. badań jąd. w Los Alamos; prace dotyczące teorii jądra atomowego, mechaniki kwantowej, teorii ciała stałego, teorii reaktorów jąd., astrofizyki; podał wyjaśnienie źródła energii gwiazd (tzw. cykl Bethego); za osiągnięcia w dziedzinie teorii procesów jąd. w materii gwiazdowej 1967 otrzymał Nagrodę Nobla.

**

bezwładność, inercja, właściwość układu fiz. charakteryzująca jego podatność na zmiany stanu pod wpływem czynników zewnętrznych. Jest cechą ciała objawiającą się tym, że zmiana prędkości pod wpływem sił zewn. zachodzi nie skokowo, lecz stopniowo; miarą bezwładności ciała w ruchu postępowym jest jego masa, a w ruchu obrotowym moment bezwładności; *pot.* opóźnienie czasowe między przyczyną a skutkiem.

**

Bezzałogowe misje do Księżyca

Nazwa	Kraj	Data wystrzelenia/ dotarcia	Osiągnięcia
Łuna 2	ZSRR	12–13 IX 1959	pierwsze zderzenie
Łuna 3	ZSRR	4–7 X 1959	przelot obok Księżyca; pierwsze zdjęcia
Ranger 7	USA	28–31 VII 1964	zdjęcia przed zderzeniem
Ranger 8	USA	17–20 II 1965	7 tys. zdjęć przed rozbiciem się (na Morzu Spokoju)
Ranger 9	USA	21–24 III 1965	odkrycie wulkanicznych kanałów (przed rozbiciem się)
Zond 3	ZSRR	18–20 VII 1965	zdjęcia drugiej strony Księżyca (podczas przelotu obok)
Łuna 9	ZSRR	31 I–3 II 1966	miękkie lądowanie, panorama Księżyca

Łuna 10	ZSRR	31 III–3 IV 1966	pierwszy orbiter ładownik; analiza chemiczna skał
Surveyor 1	USA	30 V–2 VI 1966	
Lunar Orbiter 1	USA	10–14 VIII 1966	orbiter; szukanie miejsc na lądowanie
Łuna 11	ZSRR	24–28 VIII 1966	orbiter; zdjęcia powierzchni
Łuna 12	ZSRR	22–25 X 1966	orbiter; zdjęcia powierzchni
Lunar Orbiter 2	USA	6–10 XI 1966	orbiter; szukanie miejsc na lądowanie
Łuna 13	ZSRR	21–24 XII 1966	ładownik; próbki gleby
Lunar Orbiter 3	USA	5–8 II 1967	orbiter; szukanie miejsca na lądowanie
Surveyor 3	USA	17–20 IV 1967	ładownik; 6 tys. zdjęć; miejsce na lądowanie Apolla 12
Lunar Orbiter 4	USA	4–8 V 1967	orbiter; zdjęcia całej widocznej półkuli
Lunar Orbiter 5	USA	1–5 VIII 1967	orbiter; badania geologiczne
Surveyor 5	USA	8–11 IX 1967	ładownik; analiza chemiczna gleby; 6300 zdjęć
Surveyor 6	USA	7–10 XI 1967	ładownik; 30 tys. zdjęć
Surveyor 7	USA	7–10 I 1967	ładownik; badanie krateru Tycho
Zond 5	ZSRR	15–18 IX 1967	oblot
Zond 6	ZSRR	10–14 XI 1967	oblot
Zond 7	ZSRR	7–11 VIII 1967	oblot
Łuna 16	ZSRR	12–20 IX 1967	ładownik; próbki skał
Zond 8	ZSRR	20–24 X 1970	oblot
Łuna 17	ZSRR	10–17 XI 1970	pojazd księżycowy
Łuna 20	ZSRR	14–21 II 1970	ładownik; próbki skał
Łuna 21	ZSRR	8–15 I 1973	pojazd księżycowy
Łuna 22	ZSRR	29 V–2 VI 1974	zdjęcia z orbity
Łuna 24	ZSRR	9–14 VIII 1976	ładownik
Hiten (Muses A)	Japonia	24 I–19 III 1990	orbiter i przelot sondy
Clementine	USA	25 I–21 II 1994	orbiter; badanie powierzchni
Lunar Prospector	USA	7–11 I 1998	orbiter; wykrycie lodu na powierzchni Księżyca
Kaguya	Japonia	14 IX–3 X 2007	orbiter; badanie warunków na Księżycu na potrzeby lotów załogowych
Chang'e 1	Chiny	24 X–5 XI 2007	orbiter; pierwsza sonda chińskiego programu badań Księżyca badająca jego powierzchnię

Chandrayaan	Indie	22 X–8 XI 2008	orbiter wyposażony w impaktor (pocisk); sporządzenie trójwymiarowej mapy Księżyca
Lunar Reconnaissance Orbiter (LRO)	USA	18–23 VI 2009	orbiter; sporządzenie szczegółowych map topograficznych i identyfikacja miejsc potencjalnego lądowania
Lunar Crater Observation and Sensing Satellite (LCROSS)	USA	18 VI–23 VI 2009	impaktor (pocisk); poszukiwanie lodu wodnego poprzez analizę materii wyrzuconej po uderzeniu w powierzchnię Księżyca
Chang'e 2	Chiny	1 X–6 X 2010	orbiter, a następnie sonda międzyplanetarna

**

Bhaskara AĆARJA, sanskr. **Bhāskara Ācārya**, ur. ok. 1114, zm. 1185, indyjski matematyk i astronom; zarządzał obserwatorium astr. w Udždźajnie (środkowe Indie); autor traktatu *Siddhantaśiromani* (ok. 1150), którego pierwsza część — *Lilawati* ['przepiękna'] była przez długie lata wzorcowym dziełem o arytmetyce, część druga — *Bidżaganita* ['obliczanie pierwiastków'] dotyczyła algebry, pozostałe dwie — astronomii.

**

białe karły, gwiazdy (zaliczane niekiedy do klasy jasności VII) o bardzo małym promieniu, rzędu 0,01 promienia Słońca, wysyłające od 10 tysięcy do 100 tysięcy razy mniej energii niż Słońce. Temperatury powierzchniowe białych karłów zawierają się w przedziale od 4 do 120 tysięcy K. Białe karły są jednym z końcowych etapów ewolucji gwiazd o masach mniejszych od ok. 2 mas Słońca; powstają po wytworzeniu się w gwiazdzie jądra zbudowanego z helu lub z pierwiastków ciężkich i po ewentualnym odrzuceniu rozrzedzonej otoczki gazowej istniejącej wokół jądra w fazie czerwonego olbrzyma. Warunki panujące we wnętrzu białych karłów (temperatury w centrum od kilku do kilkunastu milionów K, gęstości w centrum od 10^9 do 10^{11} kg/m^3 , gęstości średnie ok. 10^9 kg/m^3), sprawiają, że tworząca się materia jest częściowo lub całkowicie zdegenerowana, tzn. nie spełnia zwykłego równania stanu. Nakłada to górną granicę na wartość masy białych karłów, która nie może być większa od ok. 1,44 masy Słońca (zwykle wynosi 0,2–1,44 masy Słońca). W białych karłach nie zachodzą już procesy jądrowe, a jedynym źródłem wysyłanej przez nie energii jest proces stygnięcia, który może trwać od kilkuset milionów do kilku miliardów lat. Przypuszcza się, że w miarę stygnięcia materia białych karłów ulega krystalizacji, a one same przechodzą w fazę nie świecących czarnych karłów. Wiele białych karłów jest gwiazdami pulsującymi lub składnikami różnych typów ciasnych układów podwójnych.

**

Białobrzski CZESŁAW, ur. 31 VIII 1878, Powszechoń k. Jarosławia (Rosja), zm. 12 X 1953, Warszawa, fizyk; od 1914 profesor uniw. w Kijowie, 1919–21 — w Krakowie, od 1921 — w Warszawie; 1921 zorganizował na Uniwersytecie Warszawskim Zakład Fizyki Teoret.; od 1952 czł. PAN; autor ok. 100 prac z termodynamiki, teorii względności, teorii kwantów, spektrografii, astrofizyki oraz filozofii fizyki; duże znaczenie prac dotyczących roli ciśnienia promieniowania w równowadze wewn. gwiazd; rozważania filozoficzne Białobrzskiego dotyczyły gł. zagadnienia indeterminizmu w fizyce.

**

Bianka, *astr.* księżyc Urana; trzeci wg rosnącej odległości od planety.

**

bieguny geograficzne, punkty, w których oś obrotu Ziemi przecina jej powierzchnię; szerokość geograficzna biegunów wynosi odpowiednio $+90^\circ$ na północy i -90° na południu; długość geograficzna jest nieokreślona; bieguny geograficzne w ciągu milionów lat zmieniają swoje położenie w odniesieniu do mórz i kontynentów (tzw. ruch wiekowy); wykazują także pewne przesunięcia okresowe. Biegun północny pierwszy zdobył 6 IV 1909 R.E. Peary, biegun południowy — 15 XII 1911 R. Amundsen (wyprzedzając o 4 tygodnie R.F. Scotta).

**

bieguny świata, bieguny niebieskie, punkty, w których oś świata przecina sferę niebieską; położenie biegunów świata nie jest stałe; w wyniku precesji osi ziemskiej bieguny świata zakreślają wokół biegunów ekliptyki (w czasie ok. 26 000 lat, tzw. rok platoński) koła o kątowych promieniach równych średniemu nachyleniu ekliptyki do równika niebieskiego (ok. $23^\circ 5'$); w wyniku nutacji położenie biegunów świata ulega wahaniom o amplitudzie 9,2 sekund kątowych i okresie 18,6 lat; obecnie północny biegun świata znajduje się w pobliżu Gwiazdy Polarnej.

**

Bieli kometa, kometa okresowa, odkryta 1826 przez czeskiego astronoma amatora W. Biela; z orbitą k.B. jest związany rój Andromedydów.

**

Bielidy, *astr.* → [Andromedydy](#).

**

Biełopolski ARISTARCH A., ur. 1 VII 1854, Moskwa, zm. 16 V 1934, Pułkowo, astronom rosyjski; pracownik obserwatorium astr. w Moskwie i Pułkowie; czł. Petersburskiej Akad. Nauk; pionier spektroskopii gwiazdowej; 1890 zastosował (jeden z pierwszych) fotografię do rejestracji widm gwiazd; od ok. 1890 prowadził pomiary prędkości radialnych ciał niebieskich; 1894 odkrył zmiany prędkości radialnej gwiazdy δ *Cephei*; od 1915 prowadził badania spektroskopowe plam słonecznych; wyznaczył prędkość obrotu Słońca.

**

Biesbroeck [bj:sbrok] GEORG van, ur. 21 I 1880, Gandawa, zm. 23 II 1974, astronom amer., pochodzenia belgijskiego; profesor uniw. w Chicago; pracował w

obserwatoriach: Ukkel, Yerkes i Kitt Peak; odkrył 3 komety, 11 planetoid oraz kilka gwiazd o bardzo małej jasności absolutnej w okolicach Słońca.

**

Big Bang, *astr.* teoria kosmologiczna; → [Wielkiego Wybuchu teoria](#).

**

bioastronautyka [gr. *bíos* 'życie', *ástron* 'gwiazda', *nautikē* 'żegluga'], dziedzina astronautyki zajmująca się badaniem zachowania się żywych organizmów ziemskich, przede wszystkim ludzi, w warunkach panujących podczas lotów w przestrzeni kosm. oraz przystosowaniem organizmów do tych warunków i readaptacją do warunków ziemskich; warunki towarzyszące lotom kosm. wiążą się z występowaniem: przyspieszeń i nadwagi, niedowagi i niewagi, specyficznych atmosfer i chem. czynników toksycznych, bardzo niskich i bardzo wysokich temperatur oraz bardzo wysokiego i bardzo niskiego ciśnienia, promieniowania jonizującego, pyłu kosm. i meteoroidów oraz odosobnienia, ograniczenia przestrzeni i konieczności współżycia niewielkich zespołów ludzkich; badania w zakresie bioastronautyki prowadzi się w laboratoriach i symulatorach na Ziemi oraz w statkach kosmicznych.

**

biologia [gr. *bíos* 'życie', *lógos* 'słowo', 'nauka'], nauka o formach i przejawach życia badająca budowę i czynności organizmów żywych, ich rozwój osobniczy i rodowy, dziedziczność, zmienność i układ systematyczny, oraz zależności, jakie występują między nimi i ich środowiskiem; termin „biologia” wprowadzili do nauki niemal jednocześnie J.B. Lamarck i G.R. Treviranus na początku XIX w. Zainteresowanie żywymi organizmami sięga odległych czasów; badania nad zwierzętami są domeną zoologii, nad roślinami — botaniki, nad budową ciała zwierząt, człowieka i roślin — anatomii, nad funkcjonowaniem grzybów, roślin i zwierząt — fizjologii, nad uporządkowaniem różnorodności żywych istot w systemy — systematyki organizmów. Biologia jako odrębna gałąź nauk przyrodniczych wykształciła się w XIX w. na fundamentach dorobku przyrodznawstwa poprzednich stuleci, korzystając przy tym z postępów w fizyce, chemii i stałego rozwoju w konstruowaniu i ulepszaniu aparatury pomiarowej i badawczej, częściowo przyjmując mechanicystyczny pogląd Kartezjusza na funkcjonowanie organizmów zwierzęcych.

Biologia obejmuje bardzo liczne i odrębne dyscypliny; dziedziny zajmujące się określonymi typami żywych organizmów mają przede wszystkim charakter opisowy i porządkujący (klasyfikujący); są to: zoologia i botanika oraz dyscypliny powstałe później, jak np. mikologia, zajmująca się grzybami, algologia — glonami, mikrobiologia — drobnoustrojami, antropologia — człowiekiem itd. Prawie każda odrębna grupa zwierząt lub roślin jest przedmiotem badań odrębnej specjalistycznej dyscypliny. Ponadto w biologii wyróżniają się dyscypliny eksperymentalne, których zadaniem jest badanie różnych struktur, zjawisk, funkcji i procesów życiowych, niezależnie od tego, w jakich organizmach istnieją lub przebiegają; są to: anatomia, a nadto cytologia — zajmująca się budową komórki, histologia — badająca tkanki organizmów, fizjologia — wyjaśniająca mechanizmy funkcjonowania organizmów, genetyka — obejmująca badania nad zmiennością i zjawiskami dziedziczności, biochemia — wyjaśniająca naturę chemiczną procesów leżących u podstaw aktywności fizjologicznej organizmów itd. W 2. połowie XIX w. i w XX w. pojawiły się nowe dyscypliny biologiczne, np. ekologia (wyodrębnił ją E. Haeckel 1866) —

zajmująca się stosunkami między organizmami żywymi a środowiskiem oraz wzajemnym ich oddziaływaniem, biologia molekularna — badająca struktury substancji wielkocząsteczkowych (białek i kwasów nukleinowych) oraz procesy życiowe na poziomie reakcji molekularnych. Dyscypliną w pewien sposób scalającą całą biologię jest ewolucjonizm — dążący do wyjaśnienia mechanizmów powstawania nowych gatunków i typów organizmów żywych, historii ich rozwoju na Ziemi (w ciągu ponad 3,5 mld lat trwania na niej życia), wzajemnych pokrewieństw istot i ich pochodzenia.

W rozwoju historycznym biologii można zauważyć 3 wyraźne tendencje. Po pierwsze — dzięki wykorzystaniu zdobyczy fizyki i chemii oraz szybkiemu doskonaleniu wyposażenia laboratoriów, badania biologiczne stopniowo objęły coraz głębsze poziomy życia. W XVIII i XIX w. wnikały już w poziom mikroskopowy procesów zachodzących w tkankach i komórkach, obecnie zajmują się strukturami submikroskopowymi i molekularnymi oraz procesami przebiegającymi między cząsteczkami. Z poziomu badań czynności całych organizmów, ewentualnie ich narządów, biologia zeszła obecnie na poziom śledzenia reakcji chemicznych i chemicznego przebiegu procesów życiowych. Miejsce badań zasad przekazywania cech dziedzicznych potomstwu oraz zmienności organizmów zajmują teraz w biologii opisy i kontrola przemian cząsteczek nukleinowych i białkowych oraz kontrola współreagowania między nimi jako podstawy zjawisk dziedziczenia i zmienności. Po drugie — coraz większemu rozczłonkowaniu biologii na różne dyscypliny towarzyszy coraz silniejsza tendencja rozwoju badań uwidaczniających jedność życia; jedność — olbrzymią na poziomie molekularnym (na poziomie molekularnym człowiek i wielkie mały człokształtne prawie się nie różnią, a duże podobieństwa znajdują się nawet między ssakami i bakteriami), mniejszą na poziomie komórkowym, jeszcze mniejszą na poziomie tkankowym. Ta jedność życia jest obecnie rozpatrywana na tle przeogromnej różnorodności żywych form na poziomie anatomicznym i strukturalnym. Po trzecie — bardzo liczne dyscypliny biologiczne coraz powszechniej są bezpośrednio wykorzystywane przez różne technologie — medyczne, rolnicze i przemysłowe. Ostatnie zdobycze biologii molekularnej znacznie zwiększyły znaczenie biologii dla innych dziedzin, np. korzyści, jakie technologie czerpią z zastosowania inżynierii genetycznej. Praktyczne wykorzystywanie osiągnięć biologii przyczynia się, głównie w krajach wysoko rozwiniętych, do zwiększenia funduszy przydzielanych na badania biologiczne.

Biologia XX wieku, red. B. Skowron, W. Ostrowski, A. Tejchma, t. 1–2, Warszawa 1971;

W.J.H. KUNICKI-GOLDFINGER *Podstawy biologii. Od bakterii do człowieka*, wyd.2, Warszawa 1980;

E.P. SOLOMON, L.B. BERG, D.W. MARTIN, C.A. VILLE *Biologia*, wyd.1, Warszawa 1996.

**

Biot [bjo] JEAN BAPTISTE, ur. 21 IV 1774, Paryż, zm. 3 II 1862, tamże, fizyk francuski; 1804 dokonał (wspólnie z J.L. Gay-Lussakiem) nauk. lotu balonem w celu zbadania właściwości powietrza na różnych wysokościach; prace dotyczące m.in. mechaniki ciał niebieskich, polaryzacji światła (odkrył niezależnie od D.F.J. Arago i D. Brewstera kołową polaryzację światła), elektryczności i magnetyzmu (Biota i Savarta prawo).

**

Birkenmajer LUDWIK ANTONI, ur. 18 V 1855, Lipsko (pow. lubaczowski), zm. 20 XI 1929, Kraków, ojciec Aleksandra Ludwika i Józefa, historyk nauk ścisłych, gł. astronomii, także fizyki i matematyki; od 1893 czł. AU; od 1897 profesor historii nauk ścisłych na Uniwersytecie Jagiellońskim; prowadził badania geofiz. Podkarpacia

i Tatr, pracował nad teorią funkcji algebraicznych; rozwinął studia nad historią astronomii w Polsce, zwłaszcza dotyczące życia i twórczości M. Kopernika; gł. prace: *Mikołaj Kopernik* (1900), *Stromata Copernicana* (1924).

**

Biruni, Al-, Abū ar-Rayhān Muhammad Ibn Ahmad al-Bīrūnī, ur. 4 X 973, Chorezm (Chiwa), zm. 13 XII 1048, Ghazni, uczonec, encyklopedysta muzułmański, piszący w języku arabskim; wiele lat spędził na dworze Ghaznawidów; wszechstronnie wykształcony, poliglota (znał m.in. gr., tur., sanskryt, hebrajski, syr., arabski, perski) wniósł twórczy wkład w wiele dziedzin nauki; w *Al-asar al-bakija...* ['pomniki pozostałe po minionych wiekach'] opisał kulturę i obyczaje różnych narodów, poznał i zwiedził Indie, które przedstawił w *Kitab al-Hind* ['księga Indii']; zostawił także cenne prace z zakresu astronomii (rozważał teorię o obrocie Ziemi wokół własnej osi), matematyki, geografii mat., mineralogii, biologii, farmakologii (w sumie ok. 180 prac).

**

blask gwiazdy, potoczna nazwa natężenia oświetlenia dawanego przez gwiazdę; synonim jasności widomej (obserwowanej).

**

blazary [ang.], klasa obiektów astr. zaliczanych do galaktyk aktywnych, których pierwowzorem był obiekt uznany początkowo za gwiazdę zmienną, BL *Lacertae*, zidentyfikowany następnie jako radioźródło VRO 42.22.01; b. charakteryzują się: szybkimi, nieregularnymi zmianami jasności (ok. 30% w ciągu doby, niemal 100-krotna w dłuższych odstępach czasu), zwartym źródłem promieniowania w obszarze centralnym, wysokim stopniem polaryzacji promieniowania, jedynie b. słabymi liniami emisyjnymi i absorpcyjnymi lub ich brakiem; wyznaczone przesunięcia linii emisyjnych ku czerwieni prowadzą do wniosku, że obiekty te znajdują się w odległościach kosmologicznych (są b. odległe); wg teorii unifikujących wszystkie galaktyki aktywne b. są radiogalaktykami widzianymi wzdłuż kierunku relatywistycznej strugi, **dżetu**, wypływającego z rejonu **czarnej dziury** i dysku akrecyjnego (**akrecja**).

**

Bliskie grupy

W promieniu **30 mln lat świetlnych Grupa Lokalna** otoczona jest przez kilkanaście innych **grup galaktyk** złożonych z niewielkiej liczby obiektów. Rozkład tych grup jest silnie spłaszczony w przestrzeni. Pozwala to określić płaszczyznę podstawową (SGX, SGY) dla układu współrzędnych supergalaktycznych. Niektóre z bliskich grup opisujemy na mapie używając nazw najjaśniejszych galaktyk wchodzących w ich skład (M81, M101, M66, M96, NGC 5126). Niektóre inne opisujemy używając nazw gwiazdozbiorów, w których leżą (Scl — grupa w **Rzeźbiarzu**, CVn I, CVn II — grupy w **Psach Gończych**, Cet I — grupa w **Wielorybie**).

Michał Jaroszyński

Bliźnięta, ♊, znak Zodiaku; w wyniku precesji osi ziemskiej obecnie znak Bliźniąt znajduje się w gwiazdozbiornie Byka.

**

Bliźnięta, łac. *Gemini*, gwiazdozbiór nieba północnego;

Umiejscowienie na niebie: gwiazdozbiór nieba północnego
Obszar gwiazdozbioru (w stopniach kwadratowych): 514
Główne gwiazdy: [Castor](#), [Pollux](#), [Alhena](#)

w Polsce widoczny zimą i wiosną; najjaśniejsza gwiazda — Pollux.

**

błysk helowy, *astr.* gwałtowne pojaśnienie gwiazdy spowodowane wybuchowym rozpoczęciem przemiany jąder helu w jądra cięższych pierwiastków, przebiegającym w jądrze gwiazdy.

**

błyski gamma, *astr.* → [rozbłyski gamma](#).

**

błyskowce, *astr.* proponowana pol. nazwa → [bursterów](#).

**

Bode JOHANN ELERT, ur. 19 I 1747, Hamburg, zm. 23 XI 1826, Berlin, astronom niemiecki; dyr. obserwatorium astr. w Berlinie; czł. Tow. Król. w Londynie; rozpowszechnił odkrytą przez J.D. Titiusa prawidłowość w odległościach planet od Słońca (reguła Titiusa–B.); 1778 wydał atlas nieba zawierający położenia 17 240 gwiazd.

**

Bohr [bo:r] NIELS HENRIK DAVID , ur. 7 X 1885, Kopenhaga, zm. 18 XI 1962, tamże, brat Haralda Augusta, ojciec Aage Nielsa, fizyk duński. Od 1916 profesor uniwersytetu w Kopenhadze; założyciel Kopenhaskiego Instytutu Fizyki Teoretycznej (zwanego instytutem Bohra); 1943–45 pracował w USA przy budowie bomby atomowej (w Los Alamos); prezes Duńskiej Królewskiej Akademii Nauk i Literatury, członek Towarzystwa Królewskiego w Londynie, PAU (od 1948), PAN (od 1959) oraz innych towarzystw i akademii nauk; Bohr był jednym z twórców teorii kwantów; 1913 opracował teorię budowy atomu wodoru, za co 1922 otrzymał Nagrodę Nobla; wniósł istotny wkład do teorii jądra atomowego; 1928 ogłosił zasadę komplementarności i dokonał próby filozoficznej interpretacji podstaw mechaniki kwantowej.

**

Bok BART JAN, ur. 28 IV 1906, Hoorn (Holandia), zm. 7 VII 1983, Tucson (stan Arizona), astrofizyk amerykański, pochodzenia hol.; profesor Uniw. Harvarda; prace dotyczące rozmieszczenia gwiazd i materii międzygwiazdowej w Galaktyce.

**

bolid [gr.], bardzo jasny meteor; jasnością przewyższa planetę Wenus, będącą najjaśniejszym — po Słońcu i Księżycu — obiektem na niebie; może być widoczny w dzień; czasem towarzyszą mu efekty dźwiękowe przypominające grzmoty lub detonacje; zwykle pozostawia na niebie ślad widoczny nawet przez kilkadziesiąt sekund; niekiedy kończy się spadkiem na Ziemię [meteorytu](#).

**

Bond GEORGE PHILLIPS, ur. 20 V 1825, Dorchester (stan Massachusetts), zm. 17 II 1865, Cambridge (tamże), syn Williama Cranacha, astronom amerykański; od 1859 dyr. obserwatorium astr. Harvard University w Cambridge; pionier stosowania fotografii w astronomii; badał mgławicę Oriona, Plejady i gwiazdy podwójne; odkrył satelitę Saturna — Hiperiona; wprowadził pojęcie albedo sferycznego (albedo Bonda).

**

Bond WILLIAM CRANACH, ur. 9 IX 1789, Portland (stan Maine), zm. 29 I 1859, Cambridge (stan Massachusetts), ojciec George'a Phillipsa, astronom amerykański; dyr. obserwatorium astr. Uniw. Harvarda w Cambridge; wspólnie z synem odkrył (niezależnie od W. Lassela) księżyc Saturna — Hyperion oraz tzw. pierścień krepowy tej planety; pionierskie prace w zakresie astrofotografii (fotografia Księżyca, pierwsza fotografia gwiazdy Wega); B. skonstruował udoskonalony chronometr stosowany w nawigacji.

**

Bondi Sir HERMANN, ur. 1 XI 1919, Wiedeń, zm. 10 IX 2005, Cambridge, bryt. matematyk i kosmolog, pochodzenia austriackiego; od 1954 profesor Uniw. Londyńskiego, od 1959 czł. Tow. Król. w Londynie; autor prac dotyczących wewn. budowy gwiazd i ewolucji Wszechświata, ogólnej teorii względności, współtwórca kosmologicznej teorii stanu stacjonarnego (ang. *steady state*).

**

bor, B, *borium*, pierwiastek chem. o liczbie atomowej 5;

Symbol: B

Nazwa łacińska: Borum

Liczba atomowa: 5

Pierwiastek promieniotwórczy: nie

Grupa układu okresowego pierwiastków: 13 — borowce

Odkrycie: 1808

Odkrywca: Gay-Lussac Louis Joseph, Thenard Louis Jacques

względna masa atomowa 10,82; zapoczątkowuje grupę borowców; niemetale; znanych jest kilka odmian alotropowych tego pierwiastka: bor bezpostaciowy — brunatny proszek o gęstości 1,73 g/cm³ i bor krystaliczny (2 odmiany romboedryczne — α , trwała w temp. pokojowej, i β oraz odmiana tetragonalna). Krystaliczny bor jest trudno topliwy, temperatura topnienia 2300°C, temperatura wrzenia 2550°C (sublimacja) i twardy, źle przewodzi prąd elektryczny; w związkach występuje na III stopniu utlenienia; w temp. pokojowej mało aktywny chemicznie, w podwyższonej reaguje m.in. z tlenem (powstaje B₂O₃), wodorem (borany, borowodory), azotem (BN), węglem (B₄C); z metalami tworzy borki; B₂O₃ w reakcji z wodą daje kwas triksoborowy (ortoborowy, zw. też bornym); bor występuje w postaci minerałów, gł. boraksu rodzimego, kernitu, kolemanitu i boracytu. Ma wpływ na przemianę węglowodanów i wzrost roślin — prawidłowy przebieg tych procesów jest uwarunkowany odpowiednim stosunkiem ilościowym boru i wapnia; jest obecny w organizmach zwierząt i człowieka (dostaje się z pożywieniem), jednak jego rola nie

jest poznana. Bor jest używany m.in. w metalurgii do odtleniania miedzi, utwardzania stali; w technice reaktorowej jego związki stosuje się jako materiał pochłaniający neutrony (pręty kontrolne, osłony), a także do wypełniania komór jonizacyjnych do detekcji neutronów; bor jest składnikiem szkieł metalicznych, materiałów mikroelektronicznych, katalizatorów uwodornienia; jego związki są stosowane m.in. w produkcji szkieł (tlenek) i ceramiki specjalnej (azotek), w lecznictwie (kwas borny), jako materiał polerski (boru węglik); ważne znaczenie mają związki boroorganiczne. Bor wyodrębnili 1808 J.L. Gay-Lussac i L.J. Thénard.

**

Borelli GIOVANNI ALFONSO, ur. 28 I 1608, Neapol (Mesyna?), zm. 31 XII 1679, Rzym, wł. przyrodnik, matematyk, astronom, lekarz; 1649–56 profesor uniwersytetu w Mesynie i 1656–67 w Pizie; czł. florenckiej Accademia del Cimento; podjął próby zastosowania zasad fizyki i matematyki do fizjologii, np. ruchy zwierząt i człowieka objaśniał na podstawie praw mechaniki (*De motu animalium* 1680–81); badał mechanizm oddychania i rolę przepony w tym procesie; także prace dotyczące zjawisk włoskowatości, rozchodzenia się dźwięków, ruchu ciał niebieskich.

**

borowce, pierwiastki chemiczne stanowiące 13. grupę układu okresowego pierwiastków: bor (B), **glin** (Al), gal (Ga), ind (In), tal (Tl); bor jest niemetalem, o właściwościach chemicznych i fizycznych zbliżonych do krzemu; pozostałe borowce są nieszlachetnymi, łatwo topliwymi metalami, których tlenki są amfoteryczne, przy czym od glinu do talu wzrastają ich właściwości zasadowe; charakterystyczny stopień utlenienia III, a gal, ind i tal — także I (dla talu związki najtrwalsze); występują w przyrodzie, przy czym najbardziej rozpowszechniony jest glin.

**

Bošković, Boscovich, RUDJER JOSIP, ur. 18 V 1711, Dubrownik, zm. 13 II 1787, Mediolan, chorwacki fizyk, matematyk, astronom, filozof i poeta; przedstawiciel dynamizmu w filozofii przyrody; 1740–64 profesor kolegium rzymskiego, 1764–70 uniwersytetu w Padwie, 1770–73 w Mediolanie; autor licznych prac z zakresu matematyki, mechaniki, optyki, astronomii i meteorologii; w pojmowaniu przestrzeni, czasu, ruchu i bezwładności wyprzedził niektóre idee teorii względności, wskazał na możliwość zbudowania geometrii różnej od euklidesowej. Bošković był także poetą; pisał wyłącznie po łacinie gł. wiersze okolicznościowe; w najwybitniejszym dziele, poemacie *De solis at lunae defectibus* (1760) wyłożył teorię zaćmień Słońca i Księżycy.

**

Boss LEWIS, ur. 26 X 1846, Providence, zm. 5 X 1912, Albany, astronom amerykański; dyr. obserwatorium astr. w Albany; katalogi ruchów własnych gwiazd, m.in. *Preliminary General Catalogue* (6188 gwiazd).

**

Bouguer [bugę] PIERRE, ur. 16 II 1698, Le Croisic k. Saint-Nazaire, zm. 15 VIII 1758, Paryż, fr. matematyk, astronom, geodeta i hydrograf; od 1735 czł. fr. Akad. Nauk; współpracował przy pomiarze łuku południka ziemskiego na terenie Peru, w okolicach równika; odkrył i obserwował anomalie siły ciężkości wywołane

bliskością masywów górskich; badał pochłanianie światła przez ośr. jednorodne (Bouguera–Lamberta prawo); jeden z twórców fotometrii; uważany za wynalazcę heliometru; zajmował się też teorią okrętu.

**

Bouvard [buwɑ:r] ALEXIS, ur. 27 VI 1767, Les Contamines-Montjoie, zm. 7 VI 1843, Paryż, astronom francuski; czł. Tow. Król. w Londynie; odkrył 8 komet, badał ruchy Urana i podał (1821) tablice jego przewidywanych położeń, oparte na obliczeniu orbity; stwierdzone odstępstwa położeń Urana od przedstawionych w tych tablicach skłoniły J.C. Adamsa i U.J. Le Verriera do poszukiwania nowej planety (Neptuna) zakłócającej ruch Urana.

**

Bowen [bɔ^uin] IRA SPRAGUE, ur. 21 XII 1898, Seneca Falls (stan Nowy Jork), zm. 6 II 1973, Los Angeles, amer. astrofizyk i fizyk; 1946–64 dyr. obserwatorium na Mount Wilson i Mount Palomar; prace z dziedziny spektroskopii gwiazdowej; 1927 wykazał, że określone linie emisyjne w widmach mgławic są liniami wzbronionymi pierwiastków zjonizowanych a nie liniami hipotetycznego pierwiastka nebulium.

**

Bóg, bóg, ponadziemska istota, będąca racją istnienia i funkcjonowania świata i człowieka. W religii i filozofii pod pojęciem Boga rozumie się jedyny Byt duchowy (monoteizm, gdzie pojęcie to funkcjonuje jako nazwa własna, imię) albo wiele różnych bytów nadziemskich, pozostających w różnych relacjach do siebie i świata i w różny sposób otaczanych czią religijną (politeizm, henoteizm); we wszystkich tych przypadkach Bóg może być ponadto pojmowany jako odrębny i różny od świata (transcendentny) albo z nim tożsamy (całkowicie — w panteizmie lub częściowo — w panenteizmie); rozważaniu podlega także wpływ Boga na świat (jego opatrność), którą neguje deizm; wszystkim tym stanowiskom teistycznym przeciwstawia się ateizm, negujący samo istnienie Boga.

W religijnych koncepcjach Boga z reguły dominuje wyjaśnienie relacji między człowiekiem i Bogiem oraz uzasadnienie sprawowania kultu, wyznawania określonej wiary i przyjęcia pewnych norm moralnych, z czego wynika podkreślanie wyjątkowości Boga, jego niezwykłej mocy oraz opiekuńczego odniesienia (opatrności) względem świata i człowieka. W tzw. religiach kosmicznych (do których zalicza się m.in. religie ludów pierwotnych, religie starożytnego Egiptu, Mezopotamii, Persji, Grecji i Rzymu, Dalekiego Wschodu oraz religie Germanów, Celtów i Słowian) operuje się przede wszystkim przedstawieniami symbolicznymi lub fantastycznymi, w których cechy boskie przypisuje się ciałom niebieskim (Słońcu, Księżycowi, gwiazdom i planetom oraz całemu niebu), siłom przyrody ziemskiej, roślinom, zwierzętom i ludziom, a także poszczególnym dziedzinom życia ludzkiego. W *Piśmie Świętym*, odwołującym się do objawienia historycznego, krystalizuje się najpierw (w *Starym Testamencie* jako podstawie judaizmu) konsekwentny monoteizm, w świetle którego jeden jedyny Bóg, radykalnie transcendentny względem świata, jest Stwórcą i Panem wszystkiego, objawiającym się za pośrednictwem proroków (podobna koncepcja znajduje się w islamie, którego inspiracją jest *Koran*); w tym samym kontekście objawienia biblijnego (dopełnionego o *Nowy Testament*) mieści się chrześcijaństwo, wg którego Bóg jest jeden w 3 osobach (Trójca Święta), a jednorodzony Syn Boży dla zbawienia ludzi stał się człowiekiem, umarł na Krzyżu i

zmarłychwstał oraz kontynuuje dzieło odkupienia przez swój Kościół; te religijne koncepcje Boga są opracowywane w różnych teologiach.

W koncepcjach filozoficznych dominują rozważania dotyczące istnienia Absolutu, jego natury i atrybutów, oraz przyczynowości i opatrności; w filozofii klasycznej (pojmowanej jako autonomiczna w stosunku do innych rodzajów poznania wiedza o przyczynach rzeczywistości) oprócz autorów starożytnych (m.in. Platona i Arystotelesa), wczesnochrześcijańskich (m.in. św. Augustyn) i średniowiecznych (scholastyka) najdojrzalszą koncepcję Absolutu tożsamego z jedynym Bogiem przedstawił św. Tomasz z Akwinu; wskazał na autonomię naturalnego (rozumowego) poznania Boga, dokonywanego w obrębie metafizyki, dowodził, że Bóg jest Istnieniem Samoistnym, Bytem osobowym i Stwórcą (przyczyną sprawczą istnienia) wszystkich innych bytów, sprawującym powszechną i nieograniczoną opatrność względem stworzeń (pogląd ten jest rozwijany współcześnie w tomizmie przez E. Gilsona i J. Maritaina); w filozofii opierającej swoje poznanie na wierze religijnej, w intuicjonizmie, w fenomenologii itp. przyjmuje się, że dociekania filozoficzne na temat Boga służą wyjaśnieniu prawd wiary, jej racjonalizacji lub uzasadnieniu pozaracjonalnemu (pogląd taki występuje m.in. u niektórych Ojców Kościoła, w XIX-wiecznym fideizmie, w myśli S. Kierkegaarda, H. Bergsona, M. Blondela i M. Schelera); w filozofii scjentystycznej (związanej ściśle z naukami szczegółowymi) nie stawia się wprost problemu Boga, a ustosunkowanie się do niego (pozytywne lub negatywne) jest wymuszone przez fakt kulturowy występowania wiary w Boga (najwyraźniejszymi przykładami takiej postawy są encyklopedyści, pozytywizm E. Comte'a, neopozytywizm i filozofia analityczna). W dziejach filozofii sformułowano rozmaite tzw. dowody na istnienie Boga, wśród których można wyróżnić: 1) dowody metafizyczne („pięć dróg” św. Tomasza z Akwinu, gdzie punktem wyjścia jest: ruch, przyczynowość sprawcza, przygodność bytów, stopnie doskonałości i celowości); 2) argumenty pozametafizyczne (formułowane na podstawie teorii naukowej, doświadczenia psychologicznego oraz faktu istnienia religii i doświadczenia religijnego), w tym m.in. argument wywodzony z doświadczenia obowiązku moralnego, z pragnienia szczęścia oraz argument oparty na analizie zjawisk religijnych (fakt powszechnego występowania religii w świecie) i właściwych im doświadczeń mistycznych. Zakwestionowanie filozoficznych podstaw uzasadnienia istnienia Boga (agnostycyzm) ma swoje główne źródło w empiryzmie D. Hume'a i krytycyzmie I. Kanta, natomiast przykładem otwartej negacji Boga jest ateizm.

R. OTTO *Świętość*, Warszawa 1968;

M. GOGACZ *Poszukiwanie Boga*, Warszawa 1976;

L. ELDERS *Filozofia Boga*, Warszawa 1992;

E. GILSON *Bóg i ateizm*, Kraków 1996.

PAWEŁ MILCAREK

**

Bóg Ojciec, Ojciec, w chrześcijaństwie imię pierwszej Osoby Trójcy Świętej; nazywanie Boga Ojcem jest ważnym rysem *Nowego Testamentu* i jednym z podstawowych wyróżników chrześcijaństwa; w wypowiedziach Jezusa było to główne imię Boga; rozróżniał on przy tym własną, synowską więź z Ojcem od relacji między Bogiem jako miłującym Ojcem i ludźmi jako jego dziećmi; według teologicznej terminologii, ukształtowanej na pierwszych soborach (Nicea, Konstantynopol), Bóg Ojciec jest Ojcem w relacji do Syna, Jezusa Chrystusa, który jest odwiecznie zrodzony przez Ojca (ojcostwo ontyczne); Duch Święty pochodzi od Ojca przez odwieczne tchnienie (w teologii zachodniej — od Ojca i Syna: Filioque); na tej podstawie w teologii stwierdza się, że Bóg Ojciec od nikogo nie pochodzi i jest

„początkiem bez początku” (łac. *principium sine principio*); z tej też pozycji Boga Ojca wynika jego ojcostwo względem wszystkich stworzeń. W ikonografii Boga Ojca przedstawia się za pomocą symboli (prawica Boża, słup obłoku lub ognia, tetragram, otwarte oko) oraz figuralnie (w sztuce starożytnej podobnie jak Chrystusa, m.in. według bizantyńskiej „kanonu Przedwiecznego” jako brodatego starca, jako rzeźbiarza lub budowniczego, bądź jako władcę).

**

bóstwa uraniczne [gr. *ouranós* ‘niebo’], rodzaj bóstw zaliczanych przez religioznawców do najstarszej warstwy kultowej sięgającej korzeniami paleolitu. Typologicznie dzielą się na 2 kategorie: pierwszą (zapewne starszą) stanowią nadziemskie istoty utożsamiane z całym obszarem niebiańskim

AN

DJAUS

WARUNA

URANOS

AHURA MAZDA

UKKO

ISTEN

NUM

TIAN

TENGRI

RANGI

NUT

OLORUN

ALTDŻIRA

MITRA

ZEUS

INDRA

PERUN

THOR

BAAL

BÓSTWA ASTRALNE

BÓSTWA SOLARNE

BÓSTWA LUNARNE

(np. sumer. An, staroindoeur. Djaus, staroindyjski Waruna, gr. Uranos, irański Ahura Mazda, fiński Ukko, węg. Isten, samojedzki Num, chiń. Tian, altajski Tengri, polinezyjski Rangi, egipska Nut, jorubijski Olorun, austral. Altdżira), drugą — istoty rządzące jakąś jego częścią, ciałami niebieskimi (bóstwa astralne, bóstwa solarne, bóstwa lunarne) lub szczególnym stanem (np. irański Mitra — bóstwo dziennego nieba). Zarówno w panteonach religii ludów piśmiennych, jak i w wierzeniach ludów plemiennych b.u. pierwszej kategorii są najczęściej utożsamiane z Bogiem Najwyższym i Bogiem Stwórcą, co doprowadziło do powstania teorii pramonoteistycznej. Religioznawcy są skłonni uważać, iż bóstwa najstarszej warstwy wierzeniowej były z biegiem czasu „wypierane” przez bardziej aktywne „młodsze” bóstwa atmosferyczne związane z burzą i gromem (np. Zeus, Indra, Perun, Thor, Baal), przechodząc do kategorii bogów „w stanie spoczynku” (*deus otiosus*) lub bóstw astralnych, solarnych, lunarnych, oraz żeńskie personifikacje ziemi (Bogini-Matka). Trzeba jednak zauważyć, iż w znacznych regionach świata (np. w pn. Azji, na Wielkim Stepie i w Chinach) b.u. wg wierzących zachowują wciąż władzę nad

światem. W wielu staroż. tekstach (np. Indie, Iran, Chiny) b.u. są gwarantami i dyspozytorami właściwego porządku rzeczy (ryta, dao) oraz dawcami majestatu upoważniającego ziemskich władców do sprawowania rządów (chwarena, tianming). Genezy b.u. najprawdopodobniej należy szukać w rel. koncepcjach ludów łowieckich górnego paleolitu, które zapewne lokowały w niebie właściwą ojczyznę dusz ludzkich i zwierzęcych, z której zstępują one na ziemię, poczynając życie, i do której powracają po śmierci. Ponieważ na etapie historycznym b.u. przedstawiane są zarówno jako istoty męskie (w przewadze), jak i żeńskie (rzadko, np. egipska Nut), sądzi się, iż już we wczesnym paleolicie mogły być one personifikowane jako Pan Dzikiej Zwierzyny (wyobrażony prawdopodobnie w jaskini Es Troi Freres jako tzw. Wielki Czarownik) i Potnia Theron.

- E. Jarosławski *Bogowie są śmiertelni*, Warszawa 1961
Z. Poniatowski *Treść wierzeń religijnych*, Warszawa 1965
R. Pettazzoni *Wszeczwiedza bogów*, Warszawa 1967
E.O. James *Starożytni Bogowie*, Warszawa 1970
G. van der Leeuw *Fenomenologia religii*, Warszawa 1980
M. Składankowa *Bohaterowie, bogowie i demony starożytnego Iranu*, Warszawa 1983
M.M. Koško *Mitologia ludów Syberii*, Warszawa 1990
J. Campbell *Kwestia bogów*, Warszawa 1994
S. Cinal *Baal i inni bogowie burzy starożytnej Syrii i Palestyny*, Kraków 1997
K. Mikoś *Boginie deszczu*, Kraków 1997
M. Leach *Uniwersalny leksykon bóstw*, Poznań 1998.
W. Schmidt *Der Ursprung der Gottesidee*, t. 1–12, Münster 1912–55
U. Fracassini *La religione dei primitivi e l'idea di Dio*, Athine–Roma 1921
L.R. Farnell *The Attributes of God*, Oxford 1925
E.O. James *The Idea of God in Early Religions*, „Anthropos” 1927 nr 5
R. Otto *Gottheit und Gottheiten de Arier*, Giessen 1932
G. Widengren *Hochgottglaube im alten Iran*, Uppsala–Leipzig 1938
E.O. James *The Concept of Deity: A Comparative and Historical Study*, London 1959
R. Aron *Histoire de Dieu, les dieu des origines*, Paris 1963
J. Shin *The Notions of God in Ancient Chinese Religion*, „Numen” 1969 nr 16
J.S. Mbiti *Concepts of God in Africa*, London–New York 1970
W. Dupré *Religion in Primitive Cultures: A Study in Ethnophilosophy*, The Hague–Paris 1975
A. Leroi-Gorhan *La religions de la prehistoire paleolithique*, Paris 1976
G. Dumézil *Les dieux souverains indo-européens*, Paris 1977
C.A. Moberg *Archeology and Religion. What Can we Know?*, „Temenos” 1977 nr 1.

**

bóstwo, bóg, religiozn. w teologii chrześc. synonim boskości w znaczeniu przymiotu Boga; w religiach politeistycznych gł. przedmiot wierzeń i kultu, będący upostaciowieniem mocy przejawiającej się w obiektach i zjawiskach kosm. oraz przyr., a także w wytworach kultury i cywilizacji.

**

Bradley [brądli] JAMES, ur. III 1693, Sherborne (hrab. Gloucestershire), zm. 13 VII 1762, Chalford (tamże), astronom angielski; od 1742 dyr. obserwatorium astr. w Greenwich; od 1718 czł. Tow. Król. w Londynie; 1719 obliczył dokładniejszą wartość odległości Ziemi od Słońca; 1728 odkrył aberrację światła, 1748 nutację osi Ziemi; wyznaczył stałe aberracji i nutacji.

**

Brahe [bra:] TYCHO, ur. 14 XII 1546, Knudstrup, zm. 13 X 1601, Praga, astronom duński; 1572 zaobserwował gwiazdę supernową w gwiazdozbiornie Kasjopei; w założonym przez siebie 1576 obserwatorium astronomicznym Uraniborg, w pobliżu Kopenhagi, wykonał wiele bardzo dokładnych obserwacji planet, co umożliwiło J. Keplerowi potwierdzenie teorii heliocentrycznej; podał teorię budowy Układu Planetarnego, według której Ziemia miała być ciałem centralnym, okrążanym przez Księżyc i Słońce, zaś wokół Słońca miały krążyć Merkury, Wenus, Mars, Jowisz i Saturn.

**

Brahma, sanskr. **Brahmā**, *mit. ind.* bóg, stwórca świata, pierwszy z hinduskiej trójcy (trimurti) bogów osobowych (obok Wisznu i Śiwy); po raz pierwszy imię Brahma pojawiło się w upanisadach; Brahma jest personifikacją brahmana, uosabia jego aspekt twórczy; jako osobowego stwórcę utożsamiano Brahmę z postaciami kreatorów okresu wedyjskiego (wedizm), zwłaszcza ze znanym z brahman Panem Stworzeń (Pradžapati); mity przekazują różne wersje aktu kreacji, którego dokonał Brahma; od ok. V w. n.e. kult Brahmy zaczął zanikać i we współcz. hinduizmie nie istnieje; w Indiach jest zaledwie kilka jego świątyń, najbardziej znana w miejscowości Puszkar, Radżasthan; Brahma jest przedstawiany jako starzec o 4 głowach i 4 ramionach, trzymający w dłoniach *Wedy*, naczynie z wodą z Gangesu, różaniec, czerpak ofiarny oraz lotos lub berło.

**

Brahmagupta, ur. ok. 598, zm. ok. 660, indyjski matematyk i astronom; działał w Udźdżajnie (środkowe Indie); jego jedyne znane dzieło *Brahmasphutasiddhanta* ['udoskonalona nauka Brahmy'] (ok. 628) stanowiło rodzaj encyklopedii ówczesnej wiedzy z zakresu nauk ścisłych; wywarł ogromny wpływ na arabskich uczonych VIII i IX w.

**

Brand VANCE D., ur. 9 V 1931, Longmont (stan Kolorado), astronauta amerykański; 15–21 VII 1975 uczestniczył (wraz z Th.P. Staffordem, D.K. Slaytonem i A. Leonowem, W. Kubasowem) w pierwszej międzyna. misji kosm. Sojuz–Apollo.

**

Braun WERNER **von** , ur. 23 III 1912, Wyrzysk (niem. Wirsitz), zm. 16 VI 1977, Alexandria k. Waszyngtonu, niemiecki specjalista techniki raketowej i kosmicznej; od 1930 do końca II wojny światowej aktywnie uczestniczył w badaniach nad konstrukcją rakiet militarnych w Niemczech; ekspert w dziedzinie pocisków balistycznych, 1937–45 organizator i kierownik techniczny wojskowego ośrodka badań raketowych Peenemünde, gdzie opracował m.in. niemieckiej rakiety dalekiego zasięgu A-4 (V-2); od 1945 w USA (m.in. w NASA), wydatnie przyczynił się do opracowania serii amerykańskich pocisków balistycznych oraz układów napędowych statków kosmicznych; kierował m.in. opracowaniem napędu raketowego Jupiter C, za pomocą którego 1958 został wyniesiony na orbitę pierwszy amerykański satelita Ziemi; członek kierownictwa programu kosmicznego Apollo; napisał m.in. *Das Marsprojekt* (1952), *Space Frontier* (1968).

**

brązowe karły, *astr.* obiekty astronomiczne o masie na tyle małej (rzędu tysięcznych i setnych części masy Słońca), że w ich jądrach nie mogą rozwinąć się reakcje termojądrowe; brązy karzeł świeci kosztem energii uwalnianej w wyniku kurczenia się obiektu pod wpływem sił grawitacji, a następnie energii drgań sieci krystalicznej stałego jądra; większe z brązowych karłów są odkrywane (np. metodą interferometrii plamkowej) jako źródła promieniowania podczerwonego; brązowe karły mogą być jedną z form tzw. ukrytej masy we Wszechświecie ([ciemna materia](#)).

**

Bredichin FIODOR A., ur. 26 XI 1831, Nikołajewo, zm. 1 V 1904, Petersburg, astronom rosyjski; 1873–88 dyr. obserwatorium astr. w Moskwie, 1890–95 w Pułkowie, od 1890 czł. Petersburskiej Akad. Nauk; prowadził badania w dziedzinie astronomii, fizyki Słońca, planet, komet i meteorów; 1862–77 oprac. teorię budowy warkoczy komet; prowadził także badania z grawimetrii.

**

Brisbane [brɪzbɛn] Sir THOMAS MAKDOUGALL, ur. 23 VII 1773, Brisbane House k. Largs (Szkocja), zm. 27 I 1860, tamże, bryt. żołnierz i astronom; zbudował obserwatorium astr. w Paramatta k. Sydney i obserwatorium magnet. w Makerstoun w Szkocji; oprac. katalog 7385 gwiazd południowej półkuli nieba.

**

Bronisława, astr. planetoida pasa gł. o numerze katalogowym 1315; odkryta 1933 (S. Arend), nazwę zaproponował T. Banachiewicz dla uczczenia bł. Bronisławy.

**

Brooks [bruks] WILLIAM ROBERT, ur. 11 VI 1844, Madestone (W. Brytania), zm. 3 V 1921, astronom amerykański; profesor Phelps College (USA); odkrył 24 komety, był jednym z pierwszych astronomów stosujących do obserwacji metody fot.; 1883 obserwował komety odkrytą 1812 przez J.L. Ponsa i nazwaną następnie kometa Ponsa–Brooksa.

**

Brorsen THEODOR JOHAN CHRISTIAN, ur. 29 VII 1819, zm. 31 V 1895, astronom duński; odkrył wiele komet, także inne obiekty astr.; 1854 po raz pierwszy zaobserwował przeciwblask.

**

Brown [braʊn] ERNEST WILLIAM, ur. 29 XI 1866, Hull (hrab. Yorkshire, W. Brytania), zm. 23 VII 1938, New Haven (stan Connecticut, USA), astronom amerykański; profesor uniw. Yale; oprac. teorię i tablice ruchu Księżyca.

**

Brożek JAN, **Joannes Broscius**, ur. 1 XI 1585, Kurzelów (Sieradzkie), zm. 21 XI 1652, Bronowice (ob. dzielnica Krakowa), matematyk, astronom, pisarz, ksiądz katolicki. Od 1619 profesor Akademii Krakowskiej (1652 rektor); od 1649 kanonik katedralny w Krakowie; jego podręcznik *Arithmetica integrorum* (1620) zawierał całość ówczesnej wiedzy w zakresie arytmetyki liczb całkowitych, z uwzględnieniem najnowszych europejskich osiągnięć; jego publikacje dotyczyły również geometrii — zawierały m.in. wyniki badań nad własnościami figur o równych obwodach (1610–11), a także nad własnościami wielokątów gwiazdzistych (traktat *Apologia pro Aristotele...* 1652). Brożek był propagatorem systemu M. Kopernika, także pierwszym w Polsce historykiem nauki; zajmował się również teorią muzyki, kartografią i medycyną; mecenas Akademii Krakowskiej, w antyjezuickim dialogu satyrycznego *Gratis...* (1625) bronił jej prawa do autonomii.

J. DIANNI *Jan Brożek (...)*, Warszawa 1949.

**

Brudzewski WOJCIECH, astronom, → [Wojciech z Brudzewa](#).

**

Bruno GIORDANO, ur. 1548, Nola k. Neapolu, zm. 17 II 1600, Rzym, filozof włoski; czołowy przedstawiciel filozofii renesansowej. 1563 wstąpił do zakonu dominikanów; 1576 oskarżony o herezję i ekskomunikowany przez inkwizycję rzymską, wystąpił z zakonu, uciekł z Rzymu i podróżował po Europie, wykładał i studiował, m.in. na uniwersytecie w Genewie (tu krótko więziony 1579 przez kalwinów), Paryżu, Oksfordzie; przedstawiciel renesansowej filozofii przyrody; w swoich poglądach łączył rozmaite doktryny filozoficzne, astronomiczne oraz hermetyzm i magię; głosił nieskończoność wszechświata, który uważał za byt jeden i jednorodny, obdarzony życiem, skłaniał się ku panteizmowi i metempsychozie; zdecydowanie opowiadał się za teorią M. Kopernika; religię uważał za uproszczoną na potrzeby ludu wersję filozofii, a praktyki religijne za zabobon zrodzony z ignorancji; 1592 uwięziony przez inkwizycję, w więzieniu spędził 7 lat; swoich poglądów nie odwołał nawet w obliczu sądu inkwizycyjnego i najwyższego wymiaru kary; został spalony na stosie w Rzymie na placu Campo dei Fiori; przypomniany przez XIX-wiecznych wolnomyślicieli, przeszedł do legendy jako symbol postawy racjonalistycznej i swobodnego poszukiwania prawdy wbrew dogmatom religijnym i autorytetowi Kościoła; *Pisma filozoficzne* (1956).

A. NOWICKI *Centralne kategorie w filozofii Giordana Bruna*, Warszawa 1962;
tegoż *Giordano Bruno*, Warszawa 1982.

**

bryzgi chromosferyczne, spikule, cienkie, jasne, krótko żyjące strugi materii wyrzucane ku górze z dolnych warstw chromosfery słonecznej na wysokość kilku (do 10) tysięcy km.

**

Bunsen [bunzn] ROBERT WILHELM, ur. 31 III 1811, Getynga, zm. 16 VIII 1899, Heidelberg, fizykochemik niemiecki. Od 1836 profesor uniwersytetu w Kassel, od 1838 — w Marburgu, od 1841 — we Wrocławiu, 1852–89 — w Heidelbergu; członek m.in. od 1858 Towarzystwa Królewskiego w Londynie; B. i G.R. Kirchhoff 1859 opracował metody analizy spektralnej i ulepszyli spektrometr Fraunhofera, za którego pomocą odkryli cez (1860) i rubid (1861); B. odkrył kakodyl; opracował metody analizy gazów (*Gasanalytische Methoden* 1857), podał metodę oznaczania ich mas cząsteczkowych; 1841 skonstruował ogniwo cynkowo-węglowe (ogniwo Bunsena), 1843 — fotometr, 1850 — palnik gazowy (stosowany do dziś w laboratoriach), 1870 — kalorymetr lodowy; wspólnie z H.E. Roscoe'em prowadził badania fotochemiczne (Bunsena i Roscoe'a prawo).

**

Buran, wahadłowiec sowiecki; załogowo-transportowy statek kosmiczny wielokrotnego użytku przeznaczony do transportu ładunków na orbitę okołoziemską i z powrotem, a także służący jako kosmiczne laboratorium do prowadzenia przez załogę (24 pilotów oraz do 6 pasażerów) badań i eksperymentów naukowych i technicznych; 15 XI 1988 wykonał jeden bezzałogowy lot orbitalny trwający 205 min (2 okrążenia Ziemi).

**

Burbidge [b:ˈbdʒ] GEOFFREY, ur. 24 IX 1925, Chipping Norton, zm. 26 I 2010, La Jolla (stan Kalifornia), mąż Margaret Eleanor, bryt. fizyk i astronom; profesor Uniw.

Kalifornijskiego w San Diego; prace teoret. dotyczące procesów nukleosyntezy w gwiazdach oraz budowy i ewolucji gwiazd, galaktyk i kwazarów; zwrócił uwagę na znaczenie, jakie w wybuchach supernowych odgrywa uwalnianie energii grawitacyjnej.

**

Burbidge [b:'bdʒ] MARGARET ELEANOR, ur. 12 VIII 1922, Davenport, żona Geoffreya, astronom brytyjski; profesor m.in. Uniw. Kalifornijskiego w San Diego; prace teoret. i obserwacyjne dotyczące gł. budowy i ewolucji gwiazd oraz dynamiki i kinematyki galaktyk.

**

burstery [ang.], **bursters**, **berstery**, *astr.* źródła promieniowania rentgenowskiego wykryte w latach 70. XX w., charakteryzujące się rozbłyskami zachodzącymi mniej lub bardziej regularnie (choć nie okresowo) w skali czasowej sekund lub minut; część spośród kilkudziesięciu znanych bursterów została zidentyfikowana jako optyczne obiekty gwiazdowe w Galaktyce. Rozbłyskom rentgenowskim towarzyszą w niektórych przypadkach rozbłyski promieniowania widzialnego i radiowego. Burstery są najprawdopodobniej ciasnymi układami podwójnymi, złożonymi z chłodnego karła i gwiazdy neutronowej. Przypuszcza się, że rozbłyski powstają w wyniku nagromadzenia się materii, która poprzez dysk akrecyjny (**akrecja**) opada z **karła** na powierzchnię gwiazdy neutronowej (gdy jej ilość przekroczy wartość krytyczną, następują wybuchowo reakcje jądrowe wyzwalamy energię rozbłysku).

**

burza magnetyczna, *geofiz.* silne globalne zaburzenie pola magnet. magnetosfery; jest spowodowana opływaniem Ziemi przez wiatr słoneczny z silnym i skierowanym na południe polem magnet., przez okres dłuższy niż 1 godz.; jest związana gł. z intensyfikacją i przesunięciem ku Ziemi magnetosferycznego prądu pierścieniowego; b.m. towarzyszą silne zaburzenia w atmosferze ziemskiej i znaczny wzrost strumieni cząstek w pasach radiacyjnych.

**

Byk, , znak Zodiaku; w wyniku precesji osi ziemskiej obecnie początek znaku Byka znajduje się w gwiazdozbiornie Barana.

**

Byk, łac. *Taurus*, gwiazdozbiór nieba północnego;

Umiejscowienie na niebie: gwiazdozbiór nieba północnego

Obszar gwiazdozbiornie (w stopniach kwadratowych): 797

Główne gwiazdy: Aldebaran, Alnath, Alcyone, Celaeno, Elektra, Taygeta, Maia, Asterope, Merope, Plejone

najjaśniejsza gwiazda **Aldebaran**; w gwiazdozbiornie tym znajdują się 2 najjaśniejsze gromady otwarte Plejady i Hiady, oraz Mgławica Krab.

**

Bylica MARCIN, **Marcin z Olkusza**, ur. ok. 1433, Olkusz, zm. 1493, Buda(?), astronom i astrolog; wychowanek Akademii Krakowskiej; 1463 wykładał astronomię

na uniwersytecie w Padwie, 1463/64 astrologię na uniwersytecie w Bolonii, od 1466 przebywał na Węgrzech jako profesor Academie Istropolitanae, a następnie Akademii w Budzie; wraz z Regiomontanusem opracował tablice astrologiczne (*Tabulae directionum*); w testamencie przekazał Akademii Krakowskiej swój bogaty księgozbiór i instrumenty.

**

Bystrzycki JOWIN FRYDERYK, ur. 6 III 1737, Wypychy (woj. podlaskie), zm. 11 VII 1821, Warszawa, fizyk i astronom, jezuita; wychowanek Akad. Wileńskiej, uczeń M. Poczobuta-Odlanickiego; od 1773 nadworny astronom Stanisława Augusta Poniatowskiego; 1779-99 prowadził obserwacje meteorol., które wykorzystał później J. Kowalczyk w pracy o klimacie Warszawy.

**

„C”

Callisto, Kallisto, naturalny satelita Jowisza; [Słoneczny Układ](#).

**

Caloris Basin, Równina Upału, Basen Upałów, charakterystyczny krater na Merkury (o śred. ok. 1400 km) powstały po uderzeniu ogromnego meteorytu.

**

Calypso, Kalipso, księżyc Saturna; jedenasty, licząc wg rosnącej odległości od planety.

**

Campbell [kmb] WILLIAM WALLANCE, ur. 11 IV 1862, Hancock (stan Ohio), zm. 14 VI 1938, Berkeley, astronom amerykański; 1901-38 dyr. Lick Observatory; zajmował się pomiarami prędkości radialnych gwiazd i badaniami ich widma, odkrył wiele gwiazd podwójnych spektroskopowo; wykonał (1894) pierwsze badanie spektroskopowe atmosfery Marsa; kierował wieloma ekspedycjami, których celem była obserwacja całkowitych zaćmień Słońca; 1922 wykonał, wraz z R.J. Trumplerem, pomiary odchylenia światła w pobliżu Słońca, w celu potwierdzenia przewidywań ogólnej teorii względności.

**

Canaveral [knwr] , **Cape Canaveral**, 196373 **Przylądek Kennedyego**, przyl. w USA, na piaszczystej mierzei u wschodnich wybrzeży półw. Floryda; 2828N, 8033W; na Canaveral znajduje się gł. amer. Ośr. Kosmiczny im. J.F. Kennedyego (J.F. Kennedy Space Center).

**

Canicula, astr. [Syriusz](#).

**

Cannon [knn] ANNIE JUMP, ur. 11 XII 1863, Dover (stan Delaware), zm. 13 IV 1941, Cambridge (stan Massachusetts), astronom amerykański; pracowała m.in. w Harvard College Observatory w Cambridge; wyznaczyła typy widmowe ok. 350 tys. gwiazd,

opublikowane w *Henry Draper Catalogue*; odkryła ok. 300 gwiazd zmiennych i 5 gwiazd nowych; 1925 jako pierwsza kobieta uzyskała tytuł doktora uniwersyteckiego w Oksfordzie.

**

Canopus, Kanopus, Carinae, najjaśniejsza gwiazda w gwiazdozbiornie Kila;

Oznaczenie: Carinae

Rodzaj obiektu: gwiazda pojedyncza

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; **Kil**

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: $6^{\text{h}} 23^{\text{m}} 57^{\text{s}}$ deklinacja: -52°
41 313 l.św. = 96 pc = 19 794 120 AU

Typ widmowy i klasa jasności: F0Ib

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: $-5,52^{\text{m}}$

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: $-0,72^{\text{m}}$

Temperatura efektywna: układ: 7300 K

druga, po Syriuszu, najjaśniejsza gwiazda na nocnym niebie; odległa od Ziemi o 313 lat świetlnych; ma typ widmowy F0 II, jasność widomą $0,72^{\text{m}}$, temperaturę efektywną 7 300 K; Canopus jest **olbrzymem** 15 tysięcy razy jaśniejszym od Słońca.

**

Capella, Kapella, Amalthea, Koza, Aurigae, najjaśniejsza gwiazda w gwiazdozbiornie Woźnicy;

Oznaczenie: Aurigae

Rodzaj obiektu: gwiazda podwójna (o okresie 104 dni)

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; **Woźnica**

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: $5^{\text{h}} 16^{\text{m}} 41^{\text{s}}$ deklinacja: 46°
00 42,2 l.św. = 13 pc = 2 668 728 AU

Typ widmowy i klasa jasności: G5III (^A Aur), G0III (^B Aur)

Jasność absolutna: układ: $-0,5^{\text{m}}$; jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: $+0,20^{\text{m}}$ (^A Aur), $+0,45^{\text{m}}$ (^B Aur)

Jasność widoma (obserwowana): układ: $+0,08^{\text{m}}$; jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: $+0,71^{\text{m}}$ (^A Aur), $+0,96^{\text{m}}$ (^B Aur)

Temperatura efektywna: temperatura składników układu lub gwiazdy pojedynczej: ^A Aur 5200 K, ^B Aur 6000 K

jest gwiazdą podwójną o okresie 104 dni; odległa od Ziemi o 42,2 lat świetlnych; ma łączną jasność widomą $0,08^{\text{m}}$ i jest 170 razy jaśniejsza od Słońca; oba składniki są **olbrzymami** o typach widmowych G5 III i G0 III, co odpowiada temperaturom efektywnym 5200 K i 6000 K.

**

Caph, Cassiopeiae, druga pod względem jasności gwiazda w gwiazdozbiornie Kasjopei;

Oznaczenie: Cassiopeiae

Rodzaj obiektu: gwiazda podwójna (jaśniejszy składnik gwiazdy)

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; [Kasjopea](#)

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: 0^h 09^m 10^s deklinacja: 59°
09 54,4 l.św. = 17 pc = 3 440 256 AU

Typ widmowy i klasa jasności: F2III

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej:
+1,16^m

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy
pojedynczej: +2,27^m

Temperatura efektywna: temperatura składników układu lub gwiazdy
pojedynczej: 6900 K

podwójna; jaśniejszy składnik ma jasność widomą 2,27^m; olbrzym 30 razy jaśniejszy
od Słońca; odległa od Ziemi o 54,4 lat świetlnych.

**

Carme, Karme, *astr.* księżyc Jowisza; czternasty, licząc wg rosnącej odległości od
planety.

**

Cassini [kassini] , misja kosmiczna NASA, ESA i Włoskiej Agencji Kosmicznej, której
celem są badania Saturna i jego księżyca Tytana realizowane przez sondę
międzyplanetarną Cassini (wraz z towarzyszącym jej próbnikiem Huygens);

Nazwa obiektu: Cassini

Rodzaj obiektu kosmicznego: [próbnik kosmiczny](#) (sonda międzyplanetarna)

Miejsce startu: [Ośrodek Kosmiczny J.F. Kennedyego](#)

Nośnik wynoszący obiekt na orbitę: rakieta nośna Titan (Titan IVB)

sonda wyniesiona 15 X 1997 przez raketę Titan, 2004 stała się sztucznym satelitą
(orbiterem) Saturna, natomiast próbnik Huygens, po oddzieleniu od sondy, dotarł (14
I 2005) do powierzchni Tytana; głównym zadaniem misji jest uzyskanie obrazów
planety, jej satelitów i pierścieni w zakresach światła widzialnego, podczerwieni
i nadfioletu, zbadanie składu atmosfer Saturna i Tytana, właściwości ich powierzchni
i struktury wewnętrznej, pomiary temperatury, wiatrów oraz badania magnetosfery
Saturna i znajdującej się w niej plazmy.

**

Cassini de Thury [kassini d tri] CSAR FRANOIS, ur. 17 VI 1714, Thury, zm. 4 IX 1784,
Paryż, syn Jacquesa Cassiniego, fr. astronom, geodeta i kartograf; dyr.
Obserwatorium Astr. w Paryżu; 1735 czł. fr. Akad. Nauk; 1750 rozpoczął (z polecenia
króla Ludwika XV) prace nad pierwszą, opartą na triangulacji, mapą topograf. Francji,
ukończone przez syna, Dominiquea (1748-1845); mapa Cassinich składa się ze 182
arkuszy w skali 1 : 86 400.

**

Cassini [kassini] GIOVANNI DOMENICO (JEAN-DOMINIQUE), ur. 8 VI 1625, Perinaldo
(Włochy), zm. 14 IX 1712, Paryż, ojciec Jacquesa, fr. astronom, geodeta i kartograf,

pochodzenia włoskiego; 1669 dyr. Obserwatorium Astr. w Paryżu, czł. fr. Akad. Nauk; odkrył 4 księżycy Saturna i budowę jego pierścieni, a także obrót Jowisza, badał światło zodiakalne; kontynuował, rozpoczęte przez J. Picarda, pomiary długości południka paryskiego, które zakończył jego syn, Jacques (1677-1756).

**

Cassini [kassini] JACQUES (GIACOMO), ur. 8 II 1677, Paryż, zm. 18 IV 1765, Thury, syn Giovanniego Domenica, ojciec Csara Francois Cassiniego de Thury, astronom francuski; dyr. Obserwatorium w Paryżu; czł. Tow. Król. w Londynie; badania dotyczące wyznaczania kształtu Ziemi z pomiarów geodezyjnych (brał udział w pomiarach południka paryskiego); wykonał wiele obserwacji planet, ich satelitów i komet; pierwszy rozpoczął systematyczne badanie ruchów własnych gwiazd.

**

Cassiniego prawa, 3 prawa dotyczące ruchu Księżyca; I prawo Cassiniego: Księżyc obraca się wokół swojej osi ze stałą prędkością równą średniej prędkości ruchu obiegowego; II prawo Cassiniego: nachylenie równika księżycowego do ekliptyki jest stałe; III prawo Cassiniego: osie obrotu i orbity Księżyca oraz oś ekliptyki leżą w jednej płaszczyźnie; sformułowane przez G.D. Cassiniego.

**

Cassiopea A, Kasjopeja A, Kasjopea A, Cas A, najjaśniejsze na niebie źródło promieniowania radiowego w zakresie fal metrowych. Jeden z pierwszych obiektów wśród odkrytych radiowo i jeden z pierwszych zidentyfikowanych (1954) ze znanym w zakresie widzialnym obiektem mgławicowym. Jest także źródłem promieniowania rentgenowskiego. Obecnie przyjmuje się, że Cas A jest obłokiem o strukturze otoczki, silnie zjonizowanej materii, powstałym na skutek wybuchu **supernowej II** typu, obserwowanej 1680 przez J. Flamsteeda. Jesienią 1999 teleskop rentgenowski Chandra dostarczył szczegółowych obrazów otoczki i po raz pierwszy pokazał obecność jasnego zwartej obiektu, położonego w pobliżu centrum Cas A; jest to najprawdopodobniej pozostałość po jądrze supernowej: gwiazda neutronowa lub **czarna dziura**. Odległość Cas A od Ziemi szacuje się na 11 tys. lat świetlnych, średnicę otoczki zaś na ok. 10 lat świetlnych.

**

Castor, Kastor, *Geminorum*, gwiazda wielokrotna leżąca w gwiazdozborze Bliźnięt;

Oznaczenie: Geminorum

Rodzaj obiektu: gwiazda wielokrotna

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; **Bliźnięta**

Współrzędne i odległość od Ziemi: ^A Gem rektascensja: 7^h 34^m 36^s

deklinacja: 31° 53 51,5 l.św. = 16 pc = 3 256 860 AU, ^B Gem rektascensja: 7^h 34^m 36^s

deklinacja: 31° 53 51,5 l.św. = 16 pc = 3 256 860 AU

Typ widmowy i klasa jasności: A1V (^A Gem), A2V (^B Gem)

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej:
+1,33^m (^A Gem)

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: +1,98^m (^A Gem), +2,8^m (^B Gem)

Temperatura efektywna: temperatura składników układu lub gwiazdy pojedynczej: ^A Gem 9000 K

odległa od Ziemi o 51,5 lat świetlnych; składa się z 3 układów spektroskopowo podwójnych; najjaśniejszy składnik ma typ widmowy A1 V, jasność widomą $1,98^m$, temperaturę efektywną 9000 K i jest **karłem** 40 razy jaśniejszym od Słońca. Zobacz też [gwiazdy](#)

**

Cauchy [koszi] AUGUSTIN LOUIS , baron (od 1833), ur. 21 VIII 1789, Paryż, zm. 23 V 1857, Sceaux k. Paryża, matematyk francuski. Od 1816 członek francuskiej Akademii Nauk, a od 1832 Towarzystwa Królewskiego w Londynie; 1830 opuścił wraz z Karolem X Francję, od 1848 profesor astronomii matematycznej na Sorbonie; autor ponad 800 prac naukowych, twórca wielu nowych idei i metod w matematyce; ugruntował podstawy współczesnej analizy matematycznej, opierając je na ściśle określonych pojęciach granicy i ciągłości; także osiągnięcia w teorii funkcji analitycznych, teorii równań różniczkowych, teorii liczb, astronomii, mechanice i optyce.

**

Cavendish [kwndsz] HENRY , ur. 10 X 1731, Nicea, zm. 24 II 1810, Londyn, angielski chemik i fizyk. Członek Towarzystwa Królewskiego w Londynie; utalentowany eksperymentator, głosił pogląd, że do rozwoju nauki przyczyniają się głównie doświadczenia; wyznaczył gęstość wodoru i stwierdził, że jest palny; przeprowadził analizę wody i powietrza; 1772, niezależnie od D. Rutherforda, odkrył azot; za pomocą skonstruowanej przez siebie wagi skręceń 1798 obliczył gęstość Ziemi; prowadził pionierskie prace w dziedzinie elektrostatyki (opublikowane dopiero 1879), m.in. 1771 sformułował (przed Ch.A. Coulombem) podstawowe prawo elektrostatyki (tzw. prawo Coulomba), badał pojemność kondensatorów, wprowadził pojęcie stopnia elektryzacji (ob. potencjał).

**

Cayley [keli] ARTHUR, ur. 16 VIII 1821, Richmond (hrab. Surrey), zm. 26 I 1895, Cambridge, matematyk angielski; od 1863 profesor uniw. w Cambridge; czł. Tow. Król. w Londynie i Petersburskiej Akad. Nauk; współtwórca teorii niezmienników; autor pierwszej aksjomatycznej definicji grupy i wielu pojęć algebry liniowej; zajmował się też m.in. astronomią i astrofizyką.

**

CCD, ang. **Charge-Coupled Devices**, **przyrządy o sprzężeniu ładunkowym**, monolityczne układy scalone realizowane techniką MOS; są najbardziej rozpowszechnionym rodzajem przyrządów z przenoszeniem ładunku (CTD, ang. Charge Transfer Devices lub Charge Transport Devices). Najprostszy przyrząd CCD składa się z wielu metalowych elektrod naparowanych na powierzchni warstwy dielektryka, osadzonej na jednorodnie domieszkowanym podłożu krzemowym. Działanie przyrządu CCD jest oparte na zasadzie magazynowania (w studniach potencjału) nośników mniejszościowych (dziury w półprzewodnikach typu n , elektrony w półprzewodnikach typu p), a następnie ich przemieszczania się w obszarze przypowierzchniowym półprzewodnika pod wpływem zmian napięcia odpowiednio przyłożonego do elektrod. Każda z elektrod, wraz z podłożem, stanowi kondensator MOS, będący podstawowym elementem magazynującym ładunek w przyrządzie CCD. Nośniki mniejszościowe wprowadzone do obszaru przypowierzchniowego

półprzewodnika (np. w wyniku wstrzykiwania za pomocą odpowiednio uformowanego złącza *p-n*, znajdującego się na wejściu układu lub wytworzone pod wpływem padającego światła) gromadzą się pod elektrodą spolaryzowaną napięciem o największej (bezwzględnej) wartości. Odpowiednia zmiana napięcia elektrod powoduje przesuwanie nośników ładunku w obszarze przypowierzchniowym w kierunku elektrody wyjściowej, skąd następuje ich odbiór przez układ, w którym powstają sygnały elektryczne. Podstawowym parametrem charakteryzującym działanie CCD jest sprawność przenoszenia ładunku, określona jako stosunek ilości ładunku odbieranego na wyjściu układu do ilości ładunku wprowadzonego na wejście; zależy ona przede wszystkim od technologii wytwarzania przyrządu i jest duża w przypadku stosowania tzw. technologii wysokiej jakości. Przyrządy CCD są stosowane zarówno w układach cyfrowych (rejstry przesuwające, pamięci), jak i układach analogowych (linie opóźniające, filtry elektryczne, przetworniki wizyjne).

**

CD, niem. *Cordoba Durchmusterung*, katalog gwiazdowy stanowiący rozszerzenie katalogu BD na niebo południowe; zawiera ok. 614 tys. gwiazd.

**

cefeidy, typ gwiazd zmiennych, w których zmiany jasności następują w wyniku okresowych pulsacji gwiazdy; należą do nadolbrzymów; są bardzo jasne – od kilkuset do kilku tysięcy razy jaśniejsze od Słońca – i dlatego widać je w odległych skupiskach gwiazd, a nawet w sąsiednich galaktykach.

**

Cefeusz, *Cepheus*, gwiazdozbiór nieba północnego;

Umiejscowienie na niebie: gwiazdozbiór nieba północnego
Obszar gwiazdozbioru (w stopniach kwadratowych): 588
Główne gwiazdy: [Alderamin](#)

w Polsce widoczny cały rok; najjaśniejszą gwiazdą w C. jest Alderamin.

**

Celaeno, 16 *Tauri*, gwiazda leżąca w gwiazdozbiórze Byka, jedna z gromady Plejad;

Oznaczenie: 16 Tauri

Rodzaj obiektu: gwiazda pojedyncza

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; [Byk](#)

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: 3^h 44^m 48^s deklinacja: 24°
17 340 l.św. = 104 pc = 21 501 600 AU

Typ widmowy i klasa jasności: B7IV

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej:
+0,39^m

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: +5,46^m

Temperatura efektywna: układ: 13000 K

ma jasność widomą 5,46^m, jest podolbrzymem 150 razy jaśniejszym od Słońca; odległa od Ziemi o 340 lat świetlnych.

**

celostat [łac. *coelum* niebo, gr. *stats* umocowany], układ 2 płaskich zwierciadeł umożliwiający obserwację dowolnego obszaru nieba za pomocą nieruchomej lunety; na ogół jedno zwierciadło pozostaje nieruchome, natomiast drugie, poruszane mechanizmem zegarowym, obraca się dookoła osi leżącej w jego płaszczyźnie (prędkość kątowna tego ruchu jest równa połowie prędkości poruszającego się po niebie badanego obiektu); c. ma zastosowanie gł. w **heliofizyce**, zwykle przy dużych instrumentach, które ze względu na rozmiary bardzo trudno byłoby poruszać mechanizmem zegarowym.

**

Celsius [selsjs], **Celsjusz**, ANDERS, ur. 27 XI 1701, Uppsala, zm. 25 IV 1744, tamże, szwedzki astronom i fizyk; od 1730 profesor astronomii uniw. w Uppsali i dyr. obserwatorium astr. tamże; zajmował się fizyką, geofizyką, astronomią; 1736-37 brał udział w kierowanej przez P.L. Maupertuisa ekspedycji nauk., która miała na celu przeprowadzenie pomiaru łuku południka ziemskiego; 1742 zaproponował 100-stopniową skalę temperatury, zw. skalą Celsjusza (oznaczając wówczas punkt wrzenia wody jako 0, a punkt topnienia lodu 100; przyjęte obecnie oznaczenia wprowadził wkrótce po propozycji Celsjusza M. Strmer); opublikował wiele prac z astronomii, fizyki, geofizyki (m.in. zbiór obserwacji zorzy polarnej z lat 1716-32).

**

Celtów religia, politeistyczna religia ludu indoeurop., wywodzącego się z północnych obszarów alpejskich i rozsiedlonego w ostatnich wiekach p.n.e. na terenach Galii, południowych Niemiec, Austrii, Brytanii, Irlandii, w dolinie Dunaju, w Hiszpanii, północnej Italii i w środkowej Turcji. Czczone były siły przyrody, płodności i wegetacji roślin. Główne bóstwa Celtów irl.: Dagda, Brigit, Lug, Manannan, bóstwa należące do generacji Tuatha De Danann; Celtów galijskich: Belenos, Taranis, Epona, Cernunnos. U wszystkich Celtów występował archaiczny kult Matron. Po podboju rzym. nastąpiło utożsamienie bóstw celtyckich z panteonem bogów rzym. oraz pojawiły się świątynie. Dużą rolę odegrały wpływy wierzeń orientalnych. Celtowie wierzyli w życie pozagrobowe (wyposażenie grobów) oraz wędrówkę dusz, której nie podlegali tylko herosi i wybrańcy. Obrzędy mało znane; sprawami kultu zajmowali się druidowie i po części filidowie; obchodzono doroczne święta, m.in. Beltaine; składano ofiary ze zwierząt, roślin, a także z ludzi; miejscem sprawowania kultu były gł. sanktuaria w świętych gajach, na wzgórzach lub u źródeł. Świadectwem tych wierzeń jest bogata spuścizna lit. w postaci literatury epickiej i opowieści mitol., które stały się częścią dorobku kultury eur., oraz przeżytki w folklorze, nazwach miejscowych i sztuce chrześc. średniowiecza.

**

Centaur, *Centaurus*, gwiazdozbiór nieba południowego;

Umiejscowienie na niebie: gwiazdozbiór nieba południowego

Obszar gwiazdozbioru (w stopniach kwadratowych): 1060

Główne gwiazdy: **Rigil Centaurus**, **Proxima** (gwiazda najbliższa Słońcu),

Agena

w Polsce niewidoczny; zawiera najbliższą Słońca gwiazdę Proxima Centauri; najjaśniejszymi gwiazdami w C. są: Rigil Centaurus (Toliman) i Agena (Hadar).

**

Centaur A, Centaurus A, Cen A, silne źródło promieniowania radiowego (także rentgenowskiego, gamma i podczerwonego) w gwiazdozbiornie Centaura; odległy od Układu Słonecznego ok. 11 mln lat świetlnych; całkowita moc emisji 10^{35} W.

**

Centaur X-3, silne źródło promieniowania rentgenowskiego w gwiazdozbiornie Centaura; układ podwójny zaćmieniowy złożony z nadolbrzyma i pulsara rentgenowskiego; całkowita moc promieniowania rentgenowskiego 10^{30} W.

**

centaury, *astr.* wspólna nazwa małych ciał Układu Słonecznego obiegających Słońce w obszarze, w którym poruszają się planety grupy jowiszowej (planety olbrzymy).

**

Centrum Badań Kosmicznych (CBK), instytut nauk. PAN w Warszawie (posiada także jednostki organizacyjne we Wrocławiu i Borowcu k. Poznania); utworzony 1977 w celu realizacji oraz koordynacji interdyscyplinarnej działalności nauk. w dziedzinie badań kosm. prowadzonej we współpracy krajowej i międzynarodowej; zajmuje się gł. badaniami z zakresu fizyki kosm. (z uwzględnieniem fizyki górnych warstw atmosfery Ziemi), heliofizyki, geodezji i geodynamiki, mechaniki nieba, teledetekcji, jak również opracowywaniem i konstrukcją przyrządów eksperymentalnych; zajmuje się przygotowaniem i realizacją eksperymentów kosm., w tym budową aparatury pomiarowej, przetwarzaniem i opracowywaniem uzyskiwanych danych oraz prowadzeniem badań z zakresu: fizyki Słońca i ciał Układu Słonecznego, fizyki górnych warstw atmosfery Ziemi i jej magnetosfery, zjawisk fiz. zachodzących w przestrzeni międzyplanetarnej, geodezji planetarnej, globalnych zjawisk geodynamicznych oraz teledetekcji. Prowadzi także serwis prognoz heliogeofiz., służbę czasu oraz działania nauk. związane ze współuczestnictwem w świat. sieci globalnego (satelitarnego) systemu pozycyjnego (GPS). Efektem działalności eksperymentalnej CBK była konstrukcja przyrządów badawczych i ich zastosowanie w eksperymentach kosm., przeprowadzonych m.in. na satelitach serii Interkosmos, Kosmos, próbnikach **Wega**, stacji kosm. Mir, uczestnictwo w misji kosm. Cassini, a także budowa aparatury nauk. na potrzeby nowych przedsięwzięć kosm. ESA misji Integral (2002), Rosetta (2004), Mars Express (2003), Venus Express (2006), Herschel (2010).

**

Ceraski WITOLD, ur. 9 V 1849, Słuck, zm. 29 V 1925, Troick, astronom ros., pochodzenia polskiego; 1889-1916 profesor uniw. i 1890-1916 dyr. obserwatorium astr. w Moskwie; jeden z twórców metody wizualnej fotometrii gwiazd, obserwator gwiazd zmiennych; stwierdził, że temperatura fotosfery Słońca przekracza 3500 K.

**

Ceres, *astr.* planetoida pasa głównego o numerze katalogowym 1;

Odległość od Słońca: 381,4 mln km (2,549465 AU); 447,8 mln km (2,993316 AU); 414,7 mln km (2,772059 AU)

Okres obiegu wokół Słońca (w latach): 4,6

Okres obrotu (w godzinach): 9,075

Masa planety: $0,0008710^{24}$ kg (0,000146masy Ziemi)

Średnia gęstość: $2,7 \text{ g/cm}^3$

Satelity naturalne: 0

Odkrycie: 1801 (G. Piazzi)

odkryta 1801 przez G. Piazzi; obiega Słońce w okresie 4,6 lat po prawie kołowej orbicie (mimośród 0,08, wielka półoś 2,8 AU) położonej w płaszczyźnie nachylonej do płaszczyzny ruchu Ziemi pod kątem 11; jest największą planetoidą (średnica ok. 935 km) nieobserwowaną jednak niezbrojonym okiem ze względu na małą jasność wizualną (ok. 7,3 wielkości gwiazdowej); średnia gęstość Ceres wynosi $2,7 \text{ g/cm}^3$, a masa stanowi prawdopodobnie ponad 25% masy pozostałych planetoid pasa głównego.

**

CGRO, ang. **Compton Gamma Ray Observatory**, amer. satelitarne obserwatorium astronomiczne; wyniesione 5 IV 1991 w przestrzeń kosm. w łuku ładunkowym wahadłowca Atlantis i umieszczone 7 IV 1991 na orbicie okołoziemskiej w celu prowadzenia obserwacji wysokoenerg. promieniowania (w zakresie energii 20 keV-30 GeV), mających na celu m.in.: sporządzenie szczegółowej mapy nieba obejmującej źródła emitujące promieniowanie gamma, rejestrację wysokoenerg. emisji z obszarów otoczenia czarnych dziur i gwiazd neutronowych oraz krótkotrwałych wybuchów promieniowania gamma, poszukiwanie śladów procesów nukleosyntezy zachodzących w obiektach kosm.; przedmiotem obserwacji CGRO były m.in.: obiekty pozagalaktyczne (pulsary, pozostałości po gwiazdach supernowych, aktywne jądra galaktyk i kwazary), akreujące (**akrecja**) obiekty galaktyczne (białe karły, gwiazdy neutronowe, czarne dziury pozostające w układach podwójnych) oraz materia międzygwiazdowa i pozagalaktyczne promieniowanie tła; zlikwidowane VI 2000. CGRO wraz z opt. **Teleskopem Kosmicznym Hubblea** oraz kosm. obserwatorium podczerwieni **Spitzer** i rentgenowskim obserwatorium kosm. **Chandra**, tworzyło tzw. wielkie kosm. obserwatorium astr. NASA.

**

Challenger [człndź] , drugi z serii amerykańskich wahadłowców (Columbia, Challenger, Discovery, Atlantis, Endeavour); pierwszy lot odbył VI 1983; wyniósł na orbitę wiele sztucznych satelitów, a także laboratorium badawcze Spacelab; 1986, niedługo po starcie do 10. lotu kosmicznego, wskutek awarii rakiety nośnej eksplodował, ulegając całkowitemu zniszczeniu (7-osobowa załoga poniosła śmierć).

**

Chandler [czndł] SETH CARLO, ur. 7 IX 1847, Boston, zm. 31 XII 1913, Wellesley (stan Massachusetts), amer. astronom, geodeta i fizyk; odkrył okresowość zmian położenia biegunów Ziemi.

**

Chandra [czndr], pierwotna nazwa **AXAF**, ang. **Advanced X-Ray Astrophysics Facility**, obserwatorium satelitarne zbudowane przez NASA, przeznaczone do obserwacji astr. promieniowania rentgenowskiego; 23 VII 1999 za pomocą amer. wahadłowca Columbia wyniesione na eliptyczną orbitę okołozemską o perygeum ok. 10 tys. km, apogeum ok. 140 tys. km i okresie obiegu wokół Ziemi ponad 64 godz.; obserwatorium, o masie 4800 kg, składa się z teleskopu rentgenowskiego o średnicy 1,2 m, charakteryzującego się dużą rozdzielczością kątową (0,5") i polem widzenia 1, oraz z 2 urządzeń do rejestracji obrazów i 2 spektrografów; za pomocą Chandry uzyskano m.in. obrazy odległego Wszechświata, dokonano tzw. głębokich przeglądów galaktycznych i pozagalaktycznych, poznano najbliższe otoczenie supermasywnej czarnej dziury w centrum Galaktyki, zbadano obszary, w których rodzą się nowe gwiazdy, a także pozostałości po gwiazdach kończących swą ewolucję; ogromna wydajność obserwatorium i wielka wartość nauk. uzyskiwanych rezultatów spowodowały, że początkowo planowany na 5 lat okres funkcjonowania teleskopu przedłużono do 2010; nazwa upamiętnia wybitnego astrofizyka hinduskiego S. Chandrasekhara. Chandra wraz z opt. **Teleskopem Kosmicznym Hubblea**, kosm. obserwatorium promieniowania gamma Comptona (**CGRO**) i kosm. obserwatorium podczerwieni **Spitzer**, tworzy tzw. wielkie kosm. obserwatorium astr. NASA.

**

Chandrasekhar [czndrsi:kʰ] SUBRAHMANYAN, ur. 19 X 1910, Lahore (Lahaur), zm. 21 VIII 1995, Chicago, astronom i fizyk amer., pochodzenia indyjskiego; od 1938 profesor uniwersytetu w Chicago; prace m.in. z astrofizyki teoretycznej, astronomii gwiazdowej, hydrodynamiki; 1931 podał teorię budowy białych karłów, 1934 teorię relaksacji układów gwiazdowych, 1945 rozbudował teorię rozchodzenia się promieniowania w atmosferach gwiazd i planet, rozwinął teorię stabilności układów ciekłych i gazowych oraz figur równowagi; za prace dotyczące budowy i ewolucji gwiazd 1983 otrzymał Nagrodę Nobla (wspólnie z W.A. Fowlerem).

**

Chaos [gr., rozziw, pustka, bezkształt], *mit. gr.* uosobienie stanu istniejącego przed powstaniem świata; w *Teogonii* Hezjoda wyobrażenie mrocznej przestrzeni, zrodzonej w czasie powstawania kosmosu jako jeden z pierwszych elementów, obok Gai (Ziemi) i Erosa (Miłości); w Chaosie znajdują się źródła i krańce wszystkich rzeczy: ziemi, Tartaru, morza i nieba; *pot.* zamieszanie, bezład.

**

Charlier [szarlje:] CARL WILHELM LUDWIG, ur. 1 IV 1862, stersund, zm. 6 XI 1934, Lund, astronom szwedz.; profesor i dyr. obserwatorium astr. uniwersytetu w Lund; prace z mechaniki nieba (m.in. ulepszył metodę Lagrange'a wyznaczania orbit ciał niebieskich), kinetyki gwiazd, kosmologii.

**

Charon, *astr.* księżyc Plutona; jedyny znany księżyc tej planety.

**

chemia [gr. *chmea* magia], nauka przyrodnicza zajmująca się budową, właściwościami substancji, ich jakościowymi i ilościowymi przemianami, warunkami, w których te przemiany zachodzą i efektami energetycznymi oraz zjawiskami,

głównie elektrycznymi, które im towarzyszą. W badaniach chemicznych są stosowane metody doświadczalne i teoretyczne. Chemiczne metody doświadczalne rozwinęły się z niektórych przedhistorycznych rzemiosł, które wymagały stosowania ognia (metalurgia, garncarstwo), a także innych zajęć, jak przygotowywanie potraw, farbiarstwo, wytwarzanie środków upiększających i konserwujących, rolnictwo, hodowla. Rozważania teoretyczne były zawsze ściśle związane z poglądami filozofów na istotę przyrody nieożywionej i ożywionej. Chemia jako samodzielna dyscyplina nauk przyrodniczych zaczęła się wyraźnie wyodrębniać w 2. połowie XVII w., ale ani dawniej, ani obecnie nie można jej ściśle odgraniczyć od fizyki i biologii. Oprócz badań podstawowych chemia obejmuje opracowywanie procesów otrzymywania poszczególnych produktów (technologia chemiczna) oraz konstruowanie urządzeń, w których te procesy są prowadzone (inżynieria chemiczna). Rozszerzanie zakresu badań i rozwój metod badawczych wraz ze stosowaniem stopniowo pojawiających się metod fizycznych powodowało z jednej strony kolejne wyodrębnianie się poszczególnych działów chemii, a z drugiej strony coraz większą integrację tych działów oraz coraz ściślejsze powiązanie chemii z innymi naukami.

Podział nauk chemicznych. Dawny podział chemii na chemię nieorganiczną i chemię organiczną utrzymał się do ostatnich dziesięcioleci XIX w. i niekiedy, ze względów praktycznych, jest stosowany do dzisiaj. Jednym z najstarszych działów chemii jest chemia analityczna. W XX w. z chemii nieorganicznej wydzieliły się jako oddzielne gałęzie, m.in.: chemia koordynacyjna, chemia transuranowców, a w ostatnich latach chemia ciała stałego. Z chemii organicznej wydzieliły się: chemia cukrów, chemia barwników, chemia tłuszczów, chemia produktów naturalnych, chemia tworzyw sztucznych, chemia materiałów wybuchowych. Na pograniczu chemii organicznej i biologii powstała biochemia, która ściśle wiąże się z chemią bionieorganiczną. Związkami mającymi znaczenie lecznicze zajmuje się chemia farmaceutyczna (farmacja), a zagadnienia wspólne z medycyną rozpatruje chemia lekarska. Wiele działów chemii zajmuje się makromolekułami (makrocząsteczkami) zarówno naturalnymi, jak i sztucznymi: ich synteza i właściwości są przedmiotem chemii polimerów, właściwości ich roztworów chemii koloidów, a makromolekuły o specyficznych zdolnościach tworzenia połączeń z mniejszymi cząsteczkami bada chemia supramolekularna.

Wprowadzenie metod fizycznych do badań reakcji chemicznych spowodowało wyodrębnienie się chemii fizycznej, której głównymi działami są: termochemia, kinetyka chemiczna, nauka o roztworach, elektrochemia, magnetochemia. Oddzielne działy chemii zajmują się reakcjami chemicznymi zachodzącymi pod wpływem różnych czynników fizycznych; są to: fotochemia, sonochemia, mechanochemia, chemia laserowa, badająca reakcje chemiczne wzbudzone światłem laserów, chemia plazmy, zajmująca się reakcjami chemicznymi zachodzącymi podczas wyładowań elektrycznych. Chemicznymi i fizykochemicznymi właściwościami pierwiastków radioaktywnych zajmuje się chemia jądrowa oraz wyodrębniona z niej radiochemia, a chemicznymi skutkami działania promieniowania lub cząstek o wysokiej energii na materię chemia radiacyjna. Problemy struktury cząsteczek i wpływu na nią czynników fizycznych są przedmiotem badań fizyki chemicznej, która posługuje się metodami spektroskopii molekularnej (głównie optycznej, elektrycznej i magnetycznej) oraz spektroskopii mas. Wprowadzenie metod fizyki teoretycznej dało początek chemii teoretycznej, której głównymi działami są: termodynamika chemiczna

(fenomenologiczna i statystyczna) oraz chemia kwantowa, stosująca metody mechaniki kwantowej.

Zastosowania chemii, tzw. **chemia stosowana**, obejmują różne przepisy praktyczne i wiążą się z przemysłem chemicznym. Istotną rolę odgrywa w nim technologia otrzymywania różnych produktów chemicznych; ogólnie technologia chemiczna dzieli się na technologię nieorganiczną i organiczną, ta zaś na różne technologie szczegółowe, np. kwasu siarkowego, nawozów sztucznych, tworzyw sztucznych, przeróbki smoły węglowej. Gałęzie chemii uwzględniające w minimalnym stopniu jej zastosowania nazywa się **chemią czystą**, zaś zbiór najbardziej elementarnych praw chemicznych podanych w możliwie przystępnej formie **chemią ogólną**.

Historia. Elementy chemii można znaleźć w istniejących od czasów przedhistorycznych różnych kulturach naszego globu. Dla rozwoju dzisiejszej chemii największe znaczenie miały jednak osiągnięcia i poglądy ludów wschodniej części basenu Morza Śródziemnego. W VII w. p.n.e. istniały tam 2 główne grupy filozofów: eleaci i grupa jońska. Eleaci przyjmowali, że materia podstawowa jest niezmienna; należącemu do nich Parmenidesowi z Elei przypisuje się pierwsze sformułowanie prawa zachowania materii. Wywodzący się z eleatów Leukippos z Miletu i Demokryt z Abdera przyjmowali, że każda substancja składa się z nieobserwowalnych, a dla niej charakterystycznych, niepodzielnych cząstek atomów. Hipotetyczne atomy Demokryta najbardziej odpowiadają pojęciu dzisiejszych cząsteczek chemicznych (molekuł). Koncepcja poruszających się w próżni atomów pozwalała wyjaśniać już obserwowane zjawiska, nie była jednak bodźcem do nowych poszukiwań. Filozofowie jońscy sądzili natomiast, że materia pierwotna (pramateria) ulega przemianom, a za materię pierwotną uważali wodę bądź ziemię, bądź powietrze, bądź ogień. Empedokles z Akragas sądził, że pramateria może występować we wszystkich tych 4 formach odpowiadających także 4 płynom (humorom) ludzkiego ciała: żółci (gr. *chol*), śluzowi (gr. *flegma*), czarnej żółci (gr. *mlaina chol*) i krwi (łac. *sanguis*). Poglądy Empedoklesa rozwinął Arystoteles, który za podstawę rozumowania przyjął istnienie 2 par przeciwstawnych właściwości: ciepłozimno jako para czynna miała powodować przemianę pary biernej suchośćwilgotność. Każda z 4 postaci pramaterii, zwanych elementami, była nośnikiem jednej z właściwości czynnych i jednej z właściwości biernych; np. woda była zimna i wilgotna, ogień ciepły i suchy. Właściwości ciał rzeczywistych (rozumianych jako mieszaniny wszystkich 4 postaci pramaterii) miały być sumą właściwości składników i można je było zmieniać przez dodawanie substancji o żądanych właściwościach. Takie podejście było podstawą poszukiwań nowych substancji przez 2 tysiące lat i do XVII w. wypierało bierne poglądy atomistów. Szczególne znaczenie miała przypisywana przez Arystotelesa ogniovi rola oczyszczania substancji, przenoszona również na dusze ludzkie.

W starożytności rozwinęła się chemia praktyczna. U schyłku tego okresu znano już wiele metali (miedź, cyna, żelazo, ołów, srebro, złoto, rtęć) i ich stopów, wypalano cegły, stosowano zaprawy wapienne i hydrauliczne, wyrabiano naczynia ceramiczne i szklane, rozwinięte było garbarstwo, warzelnictwo soli kuchennej (z solanek lub wody morskiej) i sody (z jezior egipskich), wyodrębniano potaż z popiołów roślinnych, znano biel cynkową, cynober, otrzymywano napoje alkoholowe (wino, piwo), ocet (przez fermentację wina), dwutlenek siarki (przez spalanie siarki rodzimej); umiano

barwić tkaniny, stosowano leki pochodzenia mineralnego, roślinnego i zwierzęcego. Znane zatem były procesy destylacji, krystalizacji, sączenia i ekstrahowania.

Przez prawie 1000 lat od III w. p.n.e. do VI w. n.e. największym centrum naukowym i największą zbiornicą egipsko-greckich rękopisów była Biblioteka Aleksandryjska. W IV w. n.e. działał w Aleksandrii Zosimos z Panopolis, w którego pismach po raz pierwszy użyty był termin *chymia*. W papirusach pochodzących z tego okresu znajdują się przepisy na pokrywanie metalowych przedmiotów cienkimi warstwami złota rozpuszczonego uprzednio w rtęci.

Przez następne tysiąclecie chemia rozwijała się jako część alchemii. Alchemicy arabscy (VII-XI w.) doskonalili przejęte od Greków i Rzymian metody rozdzielania i oczyszczania substancji. Arabowie opracowali metody ługowania popiołów roślinnych w celu otrzymania żrących, krystalizujących substancji nazwanych przez nich alkaliami. Przez destylację wina otrzymali alkohol, a prawdopodobnie przez prażenie różnych minerałów i rozpuszczanie w wodzie wydzielających się przy tym gazów (duchów) wytwarzali kwasy mineralne (solny, siarkowy, azotowy zwany saletrzanym). Alchemicy europejscy nazywali potem te duchy (substancje lotne) z łacińskiego spiritus, a w Polsce w XVIII i XIX w. były one nazywane wyskokami (stąd napoje wyskokowe). Arabowie na szerszą skalę produkowali mydło i wyodrębniali olejki eteryczne, rozszerzyli wykorzystanie środków roślinnych do celów medycznych. Do celów wojennych stosowali tzw. ogień grecki, samozapalającą się mieszaninę ropy naftowej, siarki, smoły i wapna (pierwsze prace o ogniu greckim pochodzą z Bizancjum). Wytwarzali też różnorodne stopy metali, w tym takie, które coraz bardziej wyglądem przypominały złoto. Ponieważ sądzili, że wszystkie metale i stopy są połączeniem biernego metalicznego merkurysza (rtęci) o cechach żeńskich, z męską, aktywną, gorącą i palną siarką, byli przekonani, że przez właściwy dobór substancji i operacji uda im się z metali nieszlachetnych otrzymać złoto. Alchemicy europejscy (XII-XVII w.) uznawali, że każda substancja rozwija się ze swego zarodka; metale miały mieć wspólny zarodek metaliczny, a powstawanie w Ziemi różnych metali miało być wynikiem wpływu poszczególnych planet; metale te nazywano więc często nazwami tych planet.

W XIII w. w Europie zaczęto stosować proch strzelniczy, którego wynalezienie przypisuje się Constantinowi Anklitzenowi (znanemu jako Berthold Niger lub Berthold Czarny); proch strzelniczy był znany i stosowany wcześniej w Chinach. Opanowano też prowadzony w mielerzach proces rozkładu drewna prowadzący do otrzymania węgla drzewnego, przyczyniło się to do rozwoju metalurgii i hutnictwa. Rozwinęła się produkcja ceramiki (Francja, Holandia, Włochy) i szkła (Wenecja, Czechy). Otrzymywano znaczne ilości potażu, sody, alunu, siarczanu żelaza, krochmalu, barwników naturalnych, cukier z trzciny cukrowej, produkowano różne atramenty. Alchemicy europejscy wydzielili po raz pierwszy antymon, bizmut, fosfor i arsen, nie uważając ich jednak za substancje proste. W XIV w. rozwinęła się znana od starożytności metoda badania stopów metali przez kreślenie nimi na kamieniu probierczym rys, które porównywano z rysami wykonanymi przez wzorcowe stopy. Była to tzw. sztuka probiercza. W początkach XVI w. Paracelsus, uważając, że głównym celem alchemii jest uzdrawianie ludzi, uznał sól, substancję rozpuszczalną w wodzie i chroniącą organizmy przed gniciem, za trzeci (oprócz rtęci i siarki) podstawowy składnik ciał. Według niego choroba to zaburzenie w organizmie równowagi tych 3 składników; leczenie polegało więc na podawaniu choremu

mineralnych składników przywracających stan równowagi. Na tej podstawie powstała jatrochemia (chymjatria), z której rozwinęła się później farmacja.

Rozpowszechnienie drukarstwa i encyklopedyczne tendencje Odrodzenia sprzyjały opracowywaniu dzieł przedstawiających ówczesną wiedzę praktyczną. Należy do nich pochodzące z XVI w. dzieło G. Bauera (Agricoli) *De Re Metalica*, zawierające wiadomości z górnictwa, metalurgii i technologii chemicznej oraz pierwszy podręcznik chemii *Alchymia* opracowany 1597 przez A. Libaua (Libaviusa), zawierający m.in. przepisy oczyszczania substancji i przygotowywania leków. Do wybitnych chemików XVII w. zaliczyć należy J.R. Glaubera, który po raz pierwszy otrzymał cudowną sól (siarczan sodu) oraz przeprowadził tzw. suchą destylację surowców organicznych, a także J.B. van Helmonta, który z tłącego się drewna wydzielił *gas sylvestris* (dwutlenek węgla) i stworzył koncepcję *vis vitalis* (siły życiowej), nieodzownej, według niego, do powstawania organizmów żywych.

Od XIII w. matematycy i przyrodnicy rozwijali pojęcia nieciągłości tworów matematycznych i fizycznych oraz sumowania ich fragmentów. Sprzyjało to odrodzeniu korpuskularnej teorii Demokryta. P. Gassendi wprowadził w początkach XVII w. pojęcie molekuly jako najmniejszej cząstki danej substancji. Do połowy XIX w. pojęcia atom i molekula traktowane były jako synonimy.

W XVII w. wpraw J. Jungius, a 1661 R. Boyle w dziele *The Sceptical Chymist* odrzucił koncepcje arystotelesowskich i średniowiecznych pierwiastków jako nośników podstawowych właściwości materii, uważając za pierwiastki substancje będące kresem analizy chemicznej. Badacze ci nie potrafili jednak sprecyzować, które substancje są pierwiastkami. W tym okresie powszechnie dzielono substancje na substancje należące do królestw: mineralnego, roślinnego i zwierzęcego, zależnie od ich pochodzenia. Problemy wspólne dla wszystkich substancji rozważano w ramach tzw. wówczas chemii teoretycznej lub fizycznej. Substancje należące do różnych królestw różniły się sposobem fermentacji i spalania. Aby wyjaśnić te zjawiska G. Stahl przyjął na początku XVIII w., że substancje zawierają w różnych ilościach pierwiastek palności, zwany flogistonem. Teoria flogistonu, pierwsza jakościowa teoria chemiczna, porządkowała reakcje zwane dziś reakcjami utleniająco-redukcyjnymi. Na jej podstawie opracowano komorową metodę produkcji kwasu siarkowego oraz metodę Leblanca produkcji sody. Stała się ona też bodźcem do badania substancji gazowych. W 1756/74 odkryto i zbadano wiele gazowych związków i pierwiastków (chlor, tlen, azot, wodór, chlorowodór, dwutlenek siarki, dwutlenek węgla, tlenek węgla, amoniak). H. Cavendish stosując po raz pierwszy metody elektryczne (oprócz metod chemicznych), przeprowadził analizę i syntezę wody.

W XVIII w. dzięki zastosowaniu dmuchawki (analiza dmuchawkowa) oraz rozwojowi badań roztworów z zastosowaniem odkrytych przez Boylea wskaźników roślinnych oraz coraz bardziej powszechnemu stosowaniu metod wagowych rozwinęła się jakościowa i ilościowa analiza chemiczna. W 1777/87 chemicy francuscy, głównie A.L. Lavoisier, dokonali przewrotu w pojęciach i nazewnictwie chemicznym. Lavoisier po raz pierwszy uznał czyste metale i gazy, uważane wówczas za powietrza o różnej zawartości flogistonu za substancje proste, pierwiastki. Przyjął jako pewnik, że w przemianach chemicznych jakość i ilość poszczególnych pierwiastków nie ulega zmianie, w istotny sposób rozwijając prawo zachowania materii, odnoszone

uprzednio tylko do całkowitej jej ilości. Na tej podstawie udowodnił, że masa, uważanych do jego czasów za substancje proste, wody, ziemi i powietrza jest sumą mas wchodzących w ich skład pierwiastków, wykazując fałszywość panujących w starożytności i średniowieczu koncepcji pierwiastka. Udowodnił też, że spalanie polega na łączeniu się spalanej substancji z jednym ze składników powietrza, który jednak błędnie uznał za nośnik właściwości kwasowych i stąd nazwał *oxygne* (polskie dosłowne tłumaczenie tej nazwy kwasoród zostało w 1850/70 zastąpione nazwą tlen). W 1787 Lavoisier wraz z C.L. Bertholletem i A.F. Fourcroyem rozwinęli zaproponowane przez L.B. Guytona de Morveau (obowiązujące do dziś) zasady tworzenia nazw związków nieorganicznych; nazwy te powinny zawierać nazwy pierwiastków tworzących dany związek, przy czym jedna część nazwy podana w mianowniku określa rodzaj związku (np. kwas, siarczan), druga zaś w dopełniaczu lub w postaci przymiotnika określa jego rodzaj (np. siarkowy, żelaza).

Nowe poglądy chemików francuskich oraz rozpowszechnienie ilościowych metod badawczych zaowocowały sformułowaniem ilościowych praw chemicznych. W 1792 J.B. Richter, pod nazwą stechiometria, wprowadził matematyczne metody obliczania ilości produktów reakcji (posługując się pojęciem nazwanym później równoważnikiem chemicznym). W 1799/1808 sformułowano prawa stałości składu (prawo Prousta) i stosunków wielokrotnych (prawo Daltona). Prawa te stały się podstawą ogłoszonej 1808 przez J. Daltona teorii atomistycznej, której główną nowością było przyznanie każdej cząsteczce i każdemu atomowi charakterystycznych dla nich mas względnych. W 1818 J. J. Berzelius, opierając się na elektrochemicznych badaniach H. Davyego, uznał, że każdy związek chemiczny składa się z 2 części różnych pod względem elektrycznym. Teoria ta, podobnie jak teoria Daltona, wykluczała możliwość tworzenia się cząsteczek z 2 jednakowych atomów. Sprzeczność między tak rozumianymi poglądami atomistycznymi a sformułowaniem 1811 przez L. J. Gay-Lussaca prawem stosunków objętościowych, odnoszącym się do reakcji gazów, wyjaśnić mogła sformułowana 1811 teoria Avogadro, dowodząca istnienia cząsteczek złożonych z dwu takich samych atomów. Teorię tę uznano jednak dopiero po pierwszym Kongresie Chemików, który odbył się 1860 w Karlsruhe. Na podstawie prac S. Cannizzaro rozróżniono wówczas pojęcia atomu, cząsteczki, równoważnika chemicznego, do czego przyczyniło się też skonkretyzowanie pojęcia wartościowości.

Dokonane od początku XIX w. znaczne postępy metod analitycznych (K.R. Fresenius, Berzelius, Cannizzaro), wprowadzenie metod elektrochemicznych (Davy, M. Faraday) oraz metod analizy spektralnej (R.W. Bunsen, G.R. Kirchhoff) przyczyniły się do wykrycia wielu nowych pierwiastków chemicznych i do dokładniejszego wyznaczenia ich mas atomowych. W 1814 Berzelius zaproponował stosowane w zasadzie do dziś symbole literowe pierwiastków i wzory związków zamiast dawnych symboli graficznych (symbole chemiczne). Stałe wzrastająca liczba pierwiastków (63 w 1869) skłaniała chemików do porządkowania ich według różnych właściwości chemicznych i fizycznych, a także według rosnących mas atomowych. W 1869 D. Mendelejew przedstawił klasyfikację pierwiastków w postaci dwuwymiarowej tablicy uwzględniającej zarówno kolejność mas atomowych, jak i podobieństwa chemicznego pierwiastków. Pozwoliło to stwierdzić, że właściwości te zmieniają się okresowo (okresowości prawo). Mendelejew wyróżnił w ten sposób 8 grup pierwiastków (dziś rozróżnia się 18 grup; pierwiastków chemicznych układ okresowy). Tak przeprowadzona klasyfikacja pozwoliła mu przewidzieć istnienie kilku

nieznanych wówczas pierwiastków i określić niektóre właściwości tych pierwiastków i ich związków. Mendelejewowska systematyka pierwiastków była podstawą chemii nieorganicznej do połowy XX w.; teoretyczną podbudowę prawa okresowości dała w latach 20. XX w. teoria budowy atomu (atom).

W pierwszych latach XIX w. chemię roślinną i zwierzęcą zaczęto nazywać łącznie chemią organiczną. Otrzymanie związku organicznego, za jaki uważano wówczas mocznik, w wyniku przemiany izomerycznej związku nieorganicznego cyjanianu amonu (1828 F. Wöhler) oraz synteza kwasu octowego z tlenku węgla i wodoru (1845 A. Kolbe) podważyła koncepcję siły życiowej. Wyodrębnienie ze smoły węglowej nowych związków organicznych (np. benzenu) oraz opracowanie metody zastępowania innymi pierwiastkami i grupami pierwiastków połączonego z węglem atomu wodoru spowodowało znaczny wzrost liczby znanych substancji i powstanie nowych teorii budowy związków chemicznych, traktujących cząsteczki jako jednolite całości (w przeciwieństwie do dualistycznej teorii Berzeliusa). Chemia organiczna objęła dzięki tym teoriom wszystkie związki o cząsteczkach zbudowanych z atomów węgla i wodoru, oraz ich pochodne, a także związki zawierające heteroatomy. W dalszych badaniach zaczęto brać pod uwagę rozmieszczenie atomów w cząsteczce (A. Butlerow, F.A. Kekul), a szczególnie budowę przestrzenną cząsteczki (L. Pasteur, H.J. van't Hoff, A.J. Le Bel, A. Baeyer), co przyczyniło się do powstania stereochemii.

W końcu XVIII w. i w XIX w., w miarę rozwoju fizyki, do analizy procesów chemicznych zastosowano metody kalorymetryczne, elektryczne, optyczne i termodynamiczne. Powstanie na uniwersytecie w Lipsku Katedry Chemii Fizycznej i objęcie jej 1887 przez W. Ostwalda oraz założenie przez niego (w tymże roku), wspólnie z van't Hoffem i Arrheniusem, specjalistycznego czasopisma poświęconego badaniom fizycznych właściwości roztworów doprowadziło do uznania chemii fizycznej za oddzielną gałąź chemii. Badania szybkości reakcji związków organicznych prowadzone 1862/64 (M.P.E. Berthelot) przyczyniły się do powstania kinetyki chemicznej i koncepcji równowagi chemicznej (C.M. Guldberg, P. Waage oraz H.L. Le Chatelier), a badania wpływu substancji obcych, nie pojawiających się w produktach reakcji, na szybkość przemian chemicznych pozwoliły wykryć zjawisko katalizy. Rozwój badań nad roztworami elektrolitów przyczynił się do rozwoju elektrochemii i sformułowania teorii dysocjacji elektrolitycznej i teorii ogniw galwanicznych (W.H. Nernst). W 1874/89 H. Helmholtz, van't Hoff, J. Gibbs i Nernst rozwinęli termodynamikę chemiczną, L. Boltzmann w końcu wieku zapoczątkował oparte na koncepcjach prawdopodobieństwa rozważania statystyczne, rozwinięte później przez mechanikę kwantową. Wielu badaczy sprzeciwiało się rozpowszechnionym wówczas tendencjom mechanistycznego przedstawiania wszelkich zjawisk przyrody i zalecało rozważanie głównie bezpośrednich danych doświadczalnych (empiriokrytycyzm). Zgodnie z takim poglądem w ostatnim dziesięcioleciu XIX w. Ostwald uznał za błędne niektóre wnioski teorii atomistyczno-korpuskularnej sprzeczne z termodynamiką ugruntowaną wielo doświadczeniami i odrzucił realne istnienie atomów, a za podstawę rozumowania przyjął energię. Odkrycie kwantów energii (M. Planck) oraz wyjaśnienie mechanizmu ruchów Browna (A. Einstein i M. Smoluchowski) skłoniło 1908 Ostwalda do uznania realności korpuskularnej struktury materii.

W końcu XIX w. przemysł chemiczny stał się potężną gałęzią gospodarki światowej. Rozwinęła się produkcja żelaza i in. metali, ceramiki, cementu, kwasu siarkowego.

Potrzeby przemysłu włókienniczego spowodowały gwałtowny wzrost produkcji związków chloru stosowanych do bielenia tkanin. Powstał przemysł barwników i środków farmaceutycznych oparty na przeróbce smoły węglowej i ropy naftowej. Rozwinął się wspomagający rolnictwo przemysł nawozów sztucznych i przemysł rolno-spożywczy (produkcja cukru z buraków, alkoholu). Powstał przemysł wyrobów kauczukowych (guma) oraz oparty na przerobie celulozy włókien sztucznych, a następnie włókien syntetycznych. Pojawiły się pierwsze tworzywa sztuczne ebonit i galalit.

Chemia współczesna. Chemicy zajmują się obecnie wewnętrzną strukturą atomów i cząsteczek, uznając, że przemiany chemiczne polegają na zmianie tej struktury. Sama struktura i jej skłonność do zmiany zależą jednak od oddziaływania środowiska, w którym cząsteczki się znajdują. Taki kierunek rozwoju chemii jest wynikiem osiągnięć fizyki na przełomie XIX i XX w., udowadniających, że materia składa się z nośników elektrycznych ładunków dodatnich, zwanych protonami, i prawie 2 tysiące razy od nich lżejszych nośników ładunków ujemnych elektronów. E. Rutherford 1911 opracował model atomu, w którym protony są skupione w jądrze, a 1913 N. Bohr uzupełnił ten model, przyjmując, że elektrony poruszają się wokół jądra jedynie po pewnych dozwolonych orbitach. Przełomowe znaczenie miało odkrycie 1898 przez M. Skłodowską-Curie i jej męża, P. Curie, pierwiastków promieniotwórczych polonu i radu. Badania ich, a także prace Rutherforda, K. Fajansa, F. Soddyego i in. dowiodły, że pierwiastki promieniotwórcze samorzutnie przekształcają się w inne, wysyłając 3 rodzaje przenikliwych promieni. W 1919 Rutherford wywołał po raz pierwszy sztuczną przemianę promieniotwórczą. Po odkryciu 1932 przez J. Chadwicka neutronu przyjęto pogląd, że jądra atomowe składają się z pewnej liczby protonów i neutronów, co wytłumaczyło istnienie izotopów. Opanowanie techniki sztucznych reakcji jądrowych doprowadziło do wywołania rozszczepienia ciężkich jąder, podczas którego wyzwala się znaczna ilość energii oraz do syntezy ciężkich atomów promieniotwórczych (transuranowce).

W 1907 J. J. Thomson przypisał elektronom istotną rolę w tworzeniu wiązania chemicznego. Od 1910 mechanizmy reakcji chemicznych zaczęto wyjaśniać przemieszczaniem się elektronów pomiędzy oddziałującymi atomami i cząsteczkami. Zastosowanie 1927 przez W. Heitlera i F. Londona metod mechaniki kwantowej pozwoliło obliczyć prawdopodobieństwa znalezienia się elektronów w poszczególnych punktach przestrzeni wokół jąder i uzasadnić oparte na danych doświadczalnych wnioski o kierunkach wiązań chemicznych i przestrzennym rozmieszczeniu atomów w cząsteczkach (HeitleraLondona metoda; wiązanie chemiczne). Rozwijane obecnie metody obliczeniowe chemii kwantowej, dzięki zastosowaniu coraz szybszych i bardziej pojemnych komputerów, pozwalają obliczyć również zmiany rozkładu gęstości elektronowej zachodzące pod wpływem otoczenia oraz ocenić zdolność przemieszczania się elektronów pomiędzy cząsteczkami. Metody te są uzupełniane doświadczalnymi badaniami struktury cząsteczek dzięki rozwiniętym metodom dyfrakcji promieni rentgenowskich, dyfrakcji elektronów i neutronów, spektroskopii w całym zakresie fal elektromagnetycznych, spektroskopii rezonansów magnetycznych oraz spektroskopii masowej, a także dzięki badaniom wpływu pola elektrycznego i magnetycznego na cząsteczki (cząsteczka).

Badania struktury cząsteczek dowiodły, że zależy ona w dużej mierze od wpływu cząsteczek otaczających i dlatego poświęca się wiele uwagi oddziaływaniom

międzycząsteczkowym i wpływom rozpuszczalników. Badania struktury wraz z pomiarami szybkości reakcji pozwalają wykryć pośrednie stadia reakcji, przyczyniając się do wyjaśniania mechanizmów reakcji. W mechanizmie wielu reakcji, zwłaszcza łańcuchowych, dużą rolę odgrywają wolne rodniki (rodnik) odznaczające się znaczną aktywnością.

Rozwój metod syntezy powiększa z każdym rokiem liczbę związków chemicznych. W ramach chemii nieorganicznej są rozwijane badania związków: fluoru, boru, fosforu, krzemu, tytanu, berylu, ceru, lantanowców. Wiele z nich znajduje zastosowanie w konstrukcji np. pojazdów kosmicznych. W technice jądrowej, półprzewodnikowej i in. są stosowane substancje o zawartości zanieczyszczeń nie przekraczających milionowej części procenta. Wykrywanie tak małych ilości zanieczyszczeń stało się możliwe dzięki postępom chemii analitycznej.

W chemii organicznej są kontynuowane badania budowy skomplikowanych cząsteczek oraz procesów jednostkowych mających szczególne znaczenie w reakcjach syntezy i podstawienia. Oddzielnie należy podkreślić stojące na pograniczu chemii i biochemii badania dotyczące syntezy i struktury antybiotyków, witamin, hormonów oraz białek. Pozwoliły one wykryć istnienie i rolę podwójnej helisy kwasów nukleinowych i rozwiązać zagadnienie kodu genetycznego. Pomocne w badaniach naturalnych związków organicznych jest komputerowe planowanie syntezy (E.J. Corey), co pozwala na potwierdzenie struktury ich cząsteczek.

Większość gałęzi chemii, które powstawały w miarę jej rozwoju, różniło się przede wszystkim stosowanymi metodami badawczymi. Cechą charakterystyczną obecnego stanu nauki jest badanie wzajemnych powiązań i wzajemnego wpływu różnych przemian, a zatem dążenie do możliwie wszechstronnego rozpatrywania konkretnych zjawisk. W badaniach naukowych traci więc sens rozdrabnianie ich na poszczególne gałęzie, a uczeni zajmują się problemami ogólniejszymi. Do zagadnień, którymi zajmuje się chemia należą: 1) struktura ciał stałych, cieczy i roztworów, 2) struktura związków naturalnych, 3) mechanizmy reakcji zarówno w procesach przemysłowych, jak i biologicznych, 4) zjawiska na powierzchni styku różnych substancji, 5) chemiczne źródła energii, 6) synteza materiałów o żądanych właściwościach (materiały), 7) zwalczanie szkód ekologicznych i ochrona środowiska naturalnego.

Równocześnie z rozwojem chemicznych badań podstawowych rozwija się światowy przemysł chemiczny. Metody fizyczne, obliczeniowe i związana z nimi automatyzacja opanowują wszystkie gałęzie technologii. Nowoczesny przemysł organiczny jest związany ściśle z przeróbką ropy naftowej i gazu ziemnego, z których otrzymuje się ważne produkty wyjściowe do wielkich syntez (m.in. eten, propen, buten, acetylen). Na czoło światowej produkcji przemysłu organicznego wysunęło się wytwarzanie tworzyw sztucznych, syntetycznych włókien i kauczuku, farb i lakierów, syntetycznych środków leczniczych, pestycydów, środków piorących, paliw, olejów i smarów silnikowych. Przemysł nieorganiczny wytwarza coraz większe ilości związków azotowych, nawozów sztucznych, sody i kwasów mineralnych.

Organizacja nauk chemicznych w świecie. Nauki chemiczne są uprawiane na całym świecie w szkołach wyższych, instytutach naukowych, ośrodkach badawczych i w laboratoriach przemysłowych. Liczba czasopism chemicznych na świecie przekracza 4 tysiące, zaś liczba publikowanych prac jest rzędu kilkuset tysięcy

rocznie. W celu ułatwienia przeglądu tego stale rosnącego dorobku naukowego są wydawane czasopisma referatowe, w których znaleźć można krótkie streszczenia poszczególnych publikacji z dokładnym podaniem źródeł. Najstarszym z nich jest ukazujący się od 1830 *Chemisches Zentralblatt*; największe znaczenie ma wydawane od 1907 *Chemical Abstracts*. W ostatnich latach wypiera je rozwijająca się gwałtownie sieć internetowa. Organizacją zrzeszającą chemików wszystkich krajów jest istniejąca od 1918 Międzynarodowa Unia Chemii Czystej i Stosowanej (IUPAC) oraz powstała po II wojnie światowej Federacja Europejskich Towarzystw Chemicznych (FECS).

Chemia w Polsce. W średniowieczu na terenach polskich było rozwinięte rzemiosło chemiczne: wyrób smoły, potażu i mydła, a od XV w. hutnictwo miedzi i ołowiu. Śladami tego są nazwy miejscowości: Smolary, Rudniki, Kowale, Miedzianka i in. Znanym ośrodkiem sztuki probierskiej był wówczas Kraków. Spośród alchemików polskich najwybitniejszym był działający na przełomie XVI i XVII w. Michał Sędziwój. Silny odzew znalazła w Polsce jatrochemia; w Krakowie były drukowane łacińskie przekłady niemieckich dzieł Paracelsusa.

Teoria flogistonu, dominująca w Europie w XVIII w., nie miała w Polsce poważnych zwolenników, ponieważ ówczesny stan kultury w Polsce nie sprzyjał badaniom naukowym. Dopiero powstanie Komisji Edukacji Narodowej 1773 przyczyniło się do zainicjowania wykładów chemii w szkołach wyższych w Krakowie i Wilnie. W Krakowie wykłady te w języku polskim prowadził 178387 J. Jaśkiewicz, a następnie F. Scheidt, który propagował idee Lavoisiera. W Wilnie 178495 chemię flogistonową wykładał po łacinie Włoch J. Sartoris, a od 1797 chemię lavoisierowską po polsku Jędrzej Śniadecki. W 1800 wydał on pierwszy polski podręcznik *Początki chemii*, tworząc podstawy polskiej terminologii chemicznej.

Wykładowcami chemii w Krakowie i Wilnie na przełomie XVIII i XIX w. byli lekarze i farmaceuci, w Warszawie zaś w utworzonym 1816 uniwersytecie i organizowanej 1829 politechnice wykładowcy (A. Kitajewski i S. Zdzitowiecki) byli związani z chemią techniczną. Wiek XIX, przełomowy dla rozwoju nauk ścisłych, nie sprzyjał prowadzeniu badań w Polsce; nauki chemiczne mogły się rozwijać w ograniczonym stopniu. Uczelnie w Wilnie i Warszawie zostały zamknięte po powstaniu listopadowym 183031. Tylko 186269 istniała w Warszawie polska Szkoła Główna, w której chemię organiczną wykładali J. Natanson i E. Langer, a chemię nieorganiczną W. Dudrewicz. Na przełomie XIX i XX w. pracownikami naukowymi: chemiczną i fizyczną Muzeum Przemysłu i Rolnictwa kierowali chemicy J.J. Boguski i N. Milicer. We Lwowie do 1872 uniwersytet i Szkoła Techniczna były zgermanizowane, a chemia stała tam na niskim poziomie. W Uniwersytecie Jagiellońskim w Krakowie Katedra Chemii była przez wiele lat podporządkowana Katedrze Farmacji, potem 185184 kierował nią chemik E. Czyrniański, twórca polskiej terminologii związków chemicznych. Po uzyskaniu przez Galicję autonomii zaczęła się rozwijać zarówno uczelnia krakowska, jak i spolonizowane uczelnie lwowskie. W Krakowie K. Olszewski i Z. Wróblewski otrzymali 1883 po raz pierwszy w świecie ciekły tlen i azot, we Lwowie B. Radziszewski po raz pierwszy zauważył zjawiska luminescencji towarzyszące przemianom chemicznym, a także przedstawił oryginalną teorię powstawania ropy naftowej. Polacy mieli duże osiągnięcia chemiczne w innych krajach, m.in. biochemicy M. Nencki i S. Kostanecki oraz M. Skłodowska-Curie.

Warunki rozwoju chemii w Polsce uległy radykalnej poprawie po odzyskaniu 1918 niepodległości. Obok istniejących uniwersytetów w Krakowie i Lwowie oraz politechniki we Lwowie reaktywowano uniwersytety w Warszawie i w Wilnie, repolonizowano Politechnikę Warszawską, powstała Akademia Górnicza w Krakowie, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, uniwersytet w Poznaniu. Na wszystkich tych uczelniach powstały katedry podstawowych nauk chemicznych, a w szkołach politechnicznych również katedry różnych gałęzi technologii chemicznej. We Lwowie powstał, przeniesiony potem do Warszawy, Chemiczny Instytut Badawczy. W ośrodkach tych rozwinęła się ożywiona praca naukowa w zakresie wszystkich niemal dyscyplin nauk chemicznych. Żywą działalność rozwinęli w Krakowie: T. Estreicher, K. Dziewoński, L. Marchlewski, B. Kamieński; we Lwowie: S. Tołłoczko, S. Niementowski, W. Jakób, E. Sucharda, I. Mościcki, S. Pilat, W. Leśniański, A. Joszt, J. Parnas, A. Dorabialska, W. Kemula, W. Trzebiatowski, R. Małachowski; w Wilnie: K. Sławiński; w Warszawie: K. Jabłczyński, W. Lampe, M. Centnerszwer, S. Przyłęcki, L. Szperl, O. Achmatowicz, J. Zawadzki, T. Miłobędzki, W. Świętosławski, J. Zawadzki, K. Smoleński, J. Turski, M. Struszyński; w Poznaniu: A. Krause, J. Suszko, A. Gałęcki.

Lata II wojny światowej spowodowały nie tylko prawie całkowite zniszczenie materialne wszystkich niemal ośrodków rozwoju chemii w Polsce, lecz również niepowetowane straty w szeregach czynnych pracowników naukowych. Po wojnie reaktywowano katedry chemii w Warszawie, Krakowie i Poznaniu, założono także nowe w uniwersytetach (utworzonych w: Lublinie, Łodzi, Toruniu, Wrocławiu, Gdańsku, Szczecinie, Katowicach, Białymstoku) i politechnikach (w Łodzi, Gdańsku, Wrocławiu, Krakowie, Gliwicach, Lublinie, Rzeszowie, Białymstoku) oraz pracownie w licznych instytutach PAN, a także w nowych akademiach medycznych i szkołach rolniczych. Rozbudowano Chemiczny Instytut Badawczy (obecnie Instytut Chemii Przemysłowej im. profesora Ignacego Mościckiego).

Do kierunków obecnie w Polsce szczególnie rozwijanych należą badania struktury cząsteczek oraz roztworów, mechanizmów reakcji, są kontynuowane badania termochemiczne i zagadnienia rozdzielania mieszanin naturalnych. Jest rozwijana chemia ciała stałego, chemia koordynacyjna, chemia radiacyjna, chemia związków makromolekularnych, chemia związków fosforoorganicznych; istnieje kilka silnych ośrodków chemii kwantowej. Intensywnie są prowadzone badania nad ochroną środowiska naturalnego.

Organizacja nauk chemicznych w Polsce. Oprócz Komitetu Nauk Chemicznych przy III Wydziale PAN chemię reprezentuje Polskie Towarzystwo Chemiczne oraz Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Przemysłu Chemicznego. Wyniki prac badawczych są publikowane w językach kongresowych w *Polish Journal of Chemistry* (dawniej *Roczniki Chemii*) oraz w języku polskim w czasopiśmie *Przemysł Chemiczny*, *Chemia Analityczna*, artykuły przeglądowe w miesięczniku *Wiadomości Chemiczne*; ukazuje się *Bulletin of the Polish Academy of Sciences, Chemistry*. Wychodzi też kilka czasopism specjalistycznych.

W. Lampe *Zarys chemii w Polsce*, Kraków 1948;

E. Kwiatkowski *Dzieje chemii i przemysłu chemicznego*, Warszawa 1962;

I. Asimow *Krótką historią chemii*, Warszawa 1970;

R. Sołowiewicz *Rozwój podstawowych pojęć chemicznych*, Warszawa 1986;

R. Mierzecki *Historyczny rozwój pojęć chemicznych*, Warszawa 1987;

tegoż *Rozwój polskiej terminologii chemicznej*, Wrocław 1988;

Szkoły naukowe chemików polskich, red. R. Mierzecki, Warszawa 1993;
Karty z historii polskiego przemysłu chemicznego Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Przemysłu Chemicznego, Warszawa, t. 13 1995, t.: 4, 11, 12, 14, 15 1996, t.: 5, 16 1997 (t. 610, 13 w opracowaniu 1999);
J. Partington *History of Chemistry*, London, vol. 1 1970, vol. 2 1962, vol. 3 1964.
Roman Mierzecki
**

chi Persei, Persei, gromada otwarta w gwiazdozbiornie Perseusza; widoczna okiem nieuzbrojonym; oddalona od Układu Słonecznego o ok. 6,5 tys. lat świetlnych.

**

Chichn Itz [cziczen itsa] , dawne m. Majów, ważny ośrodek archeol. w Meksyku, na północy pów. Jukatan; rozwój od ok. 500 (okres klas.); w X w. pod silnym wpływem kultury Tolteków (okres poklasyczny); w XIII w. straciło znaczenie polit.; opuszczone w XV w.; systematyczne wykopaliska od 1924; gł. zabytki okresu klas.: zespół pod nazwą Dom Mniszek; okresu poklas.: zespół Tysiąca Kolumn ze świątynią Wojowników, świątynia El Castillo lub Kukulkana, zespół do gry w piłkę (boisko i świątynie: północna, południowa i świątynia Jaguara), El Caracol, prawdopodobnie obserwatorium astr.; kam. rzeźby i płaskorzeźby. Ob. ruiny, częściowo odrestaurowane; zespół wpisany na Listę Świat. Dziedzictwa Kult. i Przyr. UNESCO.

**

Chiron, *astr.* małe ciało Układu Słonecznego, początkowo skatalogowane jako planetoida (nr katalogowy 2060), a po dostrzeżeniu aktywności kometarnej (1989) również jako kometa (nr 95P); średnica 130400 km; jest pierwowzorem **centaurów** (*astr.*); odkryty 1977 (Ch.T. Kowal).

**

chlor, Cl, *chlorum*, pierwiastek chemiczny o liczbie atomowej 17;

Symbol: Cl

Nazwa łacińska: Chlorum

Liczba atomowa: 17

Pierwiastek promieniotwórczy: nie

Grupa układu okresowego pierwiastków: 17 **fluorowce**

Odkrycie: 1774

Odkrywca: Scheele Carl (Karl) Wilhelm

względna masa atomowa 35,4527(9); chlor należy do grupy fluorowców; niemetal; żółtozielony gaz o drażniącej woni, rozpuszczalny w wodzie (tzw. woda chlorowa); temperatura topnienia 101,0C, temperatura wrzenia 34,0C, gęstość 3,214 g/dm³; tworzy cząsteczki dwuatomowe; trujący; powoduje zahamowanie czynności oddechowych; użyty w I wojnie światowej jako gaz bojowy; bardzo aktywny chemicznie; przyjmuje stopnie utlenienia od I do VII; reaguje bezpośrednio prawie ze wszystkimi pierwiastkami tworząc chlorki; z wodorem tworzy chlorowodór, którego roztwór wodny jest mocnym kwasem (solny kwas); łączy się także z innymi fluorowcami (związki międzyfluorowcowe); ważne znaczenie mają sole wywodzące się od tlenowych kwasów chloru (chlorany). Chlor jest rozpowszechniony w przyrodzie w postaci chlorków tworzących minerały (głównie halit, czyli sól kamienna, i sylwin) i występujących w wodzie morskiej, w niektórych wodach

mineralnych oraz w płynach ustrojowych wyższych zwierząt; stosowany m.in. do dezynfekcji wody, w postaci związków używany do bielenia, do otrzymywania chloropochodnych organicznych, do produkcji kwasu solnego i innych związków chemicznych oraz w technologii materiałów elektronicznych, np. do trawienia półprzewodników. Chlor otrzymał 1774 chemik szwedzki K.W. Scheele, a zidentyfikował jako pierwiastek chemiczny 1810 angielski chemik i fizyk H. Davy.

**

chmura Oorta, *astr.* [Oorta obłok](#).

**

chondryty [gr. *chndros* ziarno, chrząstka], meteoryty kamienne ([aerolity](#)), składające się gł. z oliwinu i piroksenów; zawierają także plagioklasy, nikłonośne żelazo i siarczek żelaza (troilit); cechuje je obecność tzw. chondr drobnych, najczęściej promieniście zbud., kulistych skupień krystal.; skład chem. i miner. zbliżony do składu skał ziemskich zw. perydotytami, natomiast chondrowa struktura jest bardzo specyficzna, nie spotykana w skałach ziemskich ani księżycowych.

**

Chonsu [staroegip., ten, który przemierza (niebo)], *mit. egip.* bóg egipski, patron Księżyca i wszelkich przejawów życia związanych z biegiem czasu, bądź kojarzonych z cyklem księżycowym (m.in ciąża, narodziny, młodość, odnowa, także pośmiertna); od pocz. II tysiącl. p.n.e. jego kult rozwijał się w Tebach (Karnak), gdzie Chonsu tworzył triadę z Amonem i Mut; przy świątyni Chonsu był szpital i izba porodowa; czczony też w Memfis, w świątyni Ptaha; przedstawiany podobnie jak Ptah; głowę Chonsu wieńczył 2 wizerunki księżycy oraz tzw. dziecięcy lok.

**

Chopin, *astr.* jedna z planetoid pasa głównego, o numerze katalogowym 3784; odkryta 1986 (E.W. Elst), nazwana na cześć F. Chopina.

**

Chorezmi, Al-, arabski matematyk i astronom, [Chuwarizmi, Al- Muhammad Ibn Musa](#).

**

Chors, *mit. słow.* ruski bóg lunarny lub solarny; jako bóg słońca niekiedy utożsamiany z Dadźbogiem; najprawdopodobniej jednak był bogiem księżyca (V. Pissani); taką interpretację uzasadnia wspomniany w *Słowie o wyprawie Igora* związek Chorsa z lunarnymi aspektami wilkołactwa; wg *Powieści dorocznej* (980) jego posąg postawiono w Kijowie z woli ks. Włodzimierza obok posągu Peruna.

**

chrom, Cr, *chromium*, pierwiastek chemiczny o liczbie atomowej 24;

Symbol: Cr

Nazwa łacińska: Chromium

Liczba atomowa: 24

Pierwiastek promieniotwórczy: nie

Grupa układu okresowego pierwiastków: 6 [chromowce](#)

Odkrycie: 1797

Odkrywca: Vauquelin Louis Nicolas

względna masa atomowa 51,996; chrom należy do grupy chromowców; srebrzystoniebieskawy metal, twardy, ciężki, trudno topliwy; temperatura topnienia 1857C, temperatura wrzenia 2672C, gęstość 7,2 g/cm³; ma właściwości amfoteryczne; stopnie utlenienia: II, III, VI oraz, rzadziej, IV i V, a w związkach kompleksowych także II, I, 0, I; w stanie litym ulega pasywacji, sproszkowany dość aktywny chemicznie; najważniejsze związki: tlenki Cr₂O₃, CrO₂ i CrO₃, chromiany, amfoteryczny wodorotlenek Cr(OH)₃ oraz halogenki, siarczan(VI) chromu(III) i azotan(V) chromu(III), także związki kompleksowe; w przyrodzie mało rozpowszechniony; minerałem rudnym chromu jest chromit; metaliczny chrom otrzymuje się przez redukcję glinem (aluminotermicznie) uzyskanego z rudy tlenku Cr₂O₃; chrom w postaci stopu z żelazem (żelazochrom) stanowi dodatek do stali, zwiększający jej wytrzymałość; chrom jest składnikiem stopów oporowych i narzędziowych, spieków, tzw. cermetali, oraz bardzo twardych szkieł metalicznych, jest stosowany do powlekania przedmiotów metalowych (chromowanie), do wytwarzania połączeń elektrycznych w układach scalonych; ważny dla życia mikroelement; związki chromu są barwne (stąd nazwa pierwiastka), stosuje się je m.in. w przemyśle farb (pigmenty), w katalizie. Nazwa pierwiastka od gr. *chrma* barwa. Chrom odkrył 1797 N.L. Vauquelin.

**

chromosfera [gr. *chrma* barwa, *sphara* kula], *astr.* warstwa atmosfery gwiazdy nad fotosferą.

**

chromosfera Słońca [gr. *chrma* barwa, *sphara* kula], warstwa atmosfery Słońca rozciągająca się od wysokości 500 km do ok. 2000 km; znajduje się pomiędzy fotosferą a warstwą przejściową i koroną; jest widoczna podczas całkowitego zaćmienia Słońca lub za pomocą koronografu w postaci czerwonej, postrzępionej otoczki (płonącego rżyska) nad brzegiem Słońca. Swój wygląd chromosfera Słońca zawdzięcza głównie **bryzgom chromosferycznym**, wąskim strugom gorącej materii, świecącym najintensywniej promieniowaniem odpowiadającym czerwonej linii wodoru H (= 656,28 nm). Chromosfera Słońca charakteryzuje się wzrostem temperatury, od 4100 K u podstawy do ok. 25 000 K na granicy warstwy przejściowej, który jest skutkiem ogrzewania rozrzedzonego gazu (o gęstości 10⁶10¹² kg/m³) przez fale akustyczne i hydromagnetyczne. W chromosferze Słońca powstają charakterystyczne linie widmowe, tzw. **linie chromosferyczne**, jednokrotnie zjonizowanych atomów wapnia (Ca II, linie H i K, 400) i jednokrotnie zjonizowanych atomów magnezu (Mg II, linie h i k, 280 nm), które są czułymi wskaźnikami poziomu aktywności magnetycznej (chromosferycznej) innych gwiazd. Emisja promieniowania Słońca o liniach Ca II i Mg II jest najintensywniejsza ponad obszarami aktywnymi, przenikniętymi silnym polem magnetycznym, gdzie obserwuje się jasną sieć chromosferyczną (pokrywającą się z siecią fotosferyczną), utworzoną przez **flokuły** i **pochodnie słoneczne** składające się z małych elementów magnetycznych, zawierających gaz gorętszy od otoczenia, i gromadzących się na brzegach komórek **supergranulacji**. Chromosfera Słońca jest miejscem rozbłysków gwałtownych pojaśnień związanych z anihilacją lub erupcją pola magnetycznego, których liczba i intensywność są największe w okresie maksymalnej aktywności Słońca (**rozbłyśki**

słoneczne). W chromosferze Słońca są także widoczne ślady konwekcji zachodzącej w otoczce; mają one postać systematycznych, horyzontalnych przepływów (z prędkością 300500 km/s) tworzących komórki supergranulacji.

**

Chronos, *mit. gr.* uosobienie czasu. Chronos wszystko widzi, ujawnia i wyrównuje; budowniczy wszystkiego; wg niektórych kosmogonii źródło wszechrzeczy.

**

Chuwarizmi, Al- MUHAMMAD IBN MUSA, **Alchwarizmi, Al Chorezmi**, ur. ok. 780, Chorezm (ob. Chiwa), zm. ok. 850, arabski matematyk, geograf i astronom; jego liczne dzieła przyczyniły się do rozpowszechnienia cyfr arabskich; od zniekształconego nazwiska Al-Chuwarizmiego powstał termin algorytm, a od tytułu jednego z jego traktatów o równaniach pochodzi wyraz algebra.

**

ciała niebieskie, ogólna nazwa obiektów znajdujących się w przestrzeni Wszechświata; do ciał niebieskich zalicza się: Słońce, planety i ich księżyce, planetoidy, komety, meteoroidy, gwiazdy, mgławice i in.

**

ciało doskonale czarne, ciało całkowicie pochłaniające padające nań promieniowanie niezależnie od długości (częst.) fali, czyli o zdolności absorpcyjnej równej jedności w całym zakresie długości fal. Zgodnie z prawem Kirchhoffa (promieniowanie cieplne) ciało doskonale czarne ma największą ze wszystkich ciał zdolność emisyjną, czyli jest ciałem promieniującym w danej temperaturze najwięcej energii. Widmo promieniowania ciała doskonale czarnego jest widmem ciągłym. Długość fali odpowiadająca maksimum natężenia promieniowania jest odwrotnie proporcjonalna do temperatury ciała doskonale czarnego (prawo przesunięć Wiena). Widmo promieniowania ciała doskonale czarnego opisują w przybliżeniu oparte na klas. założeniu ciągłej emisji promieniowania prawo promieniowania RayleighaJeansa i prawo promieniowania Wiena, które są poprawne każde tylko dla części widma. Rozkład promieniowania w całym zakresie długości fal opisuje **prawo promieniowania Plancka**, zgodnie z którym zdolność emisyjna ciała doskonale czarnego o temperaturze w skali bezwzględnej T wyraża się wzorem:

$$\varepsilon_{\nu,T} = \frac{2\pi\nu^2}{c^2} \frac{h\nu}{\exp\left(\frac{h\nu}{kT}\right) - 1}$$

, gdzie ν – częst. promieniowania, c – prędkość światła w próżni, k – stała Boltzmanna, h – stała Plancka; prawo to sformułowane przy założeniu, że atom może emitować energię jedynie w określonych porcjach, zw. kwantami energii, stało się jedną z podstaw mechaniki kwantowej. W obszarze małych częstości i ciał o temperaturze dostatecznie wysokiej ($h \ll kT$) prawo promieniowania Plancka przechodzi w **prawo promieniowania RayleighaJeansa**:

$\varepsilon_{\nu,T} = (2^2/c^2) kT$; natomiast w przypadku dużych częst. ($h \gg kT$) przechodzi w przybliżone **prawo promieniowania Wiena**:

$$\varepsilon_{\nu,T} = \frac{2\pi\nu^3}{c^2} e^{-\frac{h\nu}{kT}}$$

(jego oryginalne sformułowanie: $\varepsilon_{\nu,T} = f(\nu/T)$ zawiera uniwersalną funkcję zależną od ilorazu ν/T). Całkowitą zdolność emisyjną ciała doskonale czarnego opisuje **prawo promieniowania StefanaBoltzmanna**: $\varepsilon_T = T^4$, które można otrzymać po scałkowaniu wzoru Plancka (σ – stała StefanaBoltzmanna). Ciało doskonale czarne

jest pojęciem teoret., w rzeczywistości występują ciała będące jego przybliżeniem, jest nim np. komora z małym otworkiem, której ścianki są od wewnątrz poczernione, tak że praktycznie całe promieniowanie wpadające przez otworek zostaje pochłonięte przez ścianki komory. Ciało, którego zdolność absorpcyjna jest mniejsza niż zdolność absorpcyjna ciała doskonale czarnego, lecz również nie zależy od długości fali, nazywa się **ciałem szarym**, zaś ciało o zdolności absorpcyjnej zależnej od długości fali **ciałem barwnym**.

**

ciąg główny, *astr.* ukośnie biegnące pasmo na diagramie HertzsprungaRussella, skupiające gwiazdy, w których wnętrzach zachodzi przemiana wodoru w hel (karły); w obszarze tym znajduje się najwięcej obserwowanych gwiazd (również Słońce).

**

ciemna energia, hipotetyczny ośrodek wypełniający cały Wszechświat, o niezwykłych właściwościach, takich jak ujemne ciśnienie. W odróżnieniu od ciemnej materii, ciemna energia miałaby być rozłożona w całej przestrzeni jednorodnie, bez skupiania się wokół takich struktur, jak galaktyki, gromady galaktyk czy supergromady. Choć gęstość tego ośrodka jest bardzo mała w porównaniu z innymi gęstościami spotykanymi w przyrodzie, a masa odpowiadająca ciemnej energii, zawarta w objętości całej kuli ziemskiej, jest równa zaledwie masie ziarenka ryżu, to w skali kosmicznej ciemna energia dominuje nad innymi formami masy-energii, takimi jak **ciemna materia** czy materia barionowa, tj. złożona z protonów i neutronów. Ciemna energia stanowi prawdopodobnie ok. 70% masy-energii we Wszechświecie, podczas gdy ciemna materia ok. 25%, a materia barionowa najwyżej ok. 5%. W równaniach ogólnej teorii względności, wiążących właściwości czasoprzestrzeni z masą-energiją, ciemna energia występuje w tensorze energii-pędu. Ze względu na ujemne ciśnienie ciemna energia powoduje przyspieszanie rozszerzania się Wszechświata. Niezwykłą właściwością ciemnej energii jest to, że jej gęstość jest stała pomimo rozszerzania się Wszechświata. Ilość ciemnej energii w stosunku do ciemnej materii i materii barionowej sprawiła, że po ok. 7 mld lat od Wielkiego Wybuchu (który nastąpił ok. 14 mld lat temu; **Wielkiego Wybuchu teoria**) Wszechświat zaczął rozszerzać się coraz szybciej. Występujące przez pierwszą połowę istnienia Wszechświata hamowanie ekspansji zostało zastąpione jej przyspieszeniem. To przyspieszone rozszerzanie się Wszechświata przejawia się w obserwowanej przez astronomów zależności między odległością do supernowych typu Ia a prędkością ucieczki galaktyk, w których wybuchły. Dotyczy to supernowych w bardzo odległych galaktykach, dla których przesunięcie ku czerwieni jest rzędu jeden. Obserwacje te były powodem, dla którego wysunięto hipotezę ciemnej energii. Duża ilość ciemnej energii w Kosmosie powoduje, że geometria Wszechświata w wielkiej skali jest euklidesowa, Wszechświat jest płaski. Określenie euklidesowej geometrii Wszechświata na podstawie obserwacji mikrofalowego promieniowania tła przez sondę WMAP (ang. Wilkinson Microwave Anisotropy Probe), przeznaczoną do prowadzenia badań z zakresu kosmologii, stanowiło niezależne potwierdzenie hipotezy ciemnej energii

Z teoretycznego punktu widzenia, ciemna energia i powodowana przez nią przyspieszona ekspansja Wszechświata odpowiadają różnej od zera wartości **stałej kosmologicznej**, wprowadzonej przez A. Einsteina do równań ogólnej teorii względności. Fizyczna natura ciemnej energii jest nieznana, choć wielu fizyków

przypuszcza, że jest ona związana z podstawowymi właściwościami fizycznymi próżni. W ramach istniejących teorii fizycznych nie jest możliwe wyjaśnienie ilości ani właściwości ciemnej energii.

Wersją hipotezy ciemnej energii jest hipoteza kwintesencji.

Stanisław Bajtlik

**

ciemna materia, brakująca masa we Wszechświecie, nieznaną postać materii nieobserwowanej bezpośrednio; obserwuje się jedynie skutki jej działania grawitacyjnego w dużych skalach, np. prędkość obrotu Galaktyki wokół jej centrum nie maleje wraz z oddalaniem się od niego, w gromadach galaktyki poruszają się szybciej, niż to wynika z rozkładu materii świecącej. Taka niewidoczna materia we Wszechświecie dodatkowo wiąże grawitacyjnie, a zatem, jeśli jest jej wystarczająco dużo, Wszechświat może kiedyś przestać się rozszerzać, a zacząć się zapadać. Ciemna materia prawdopodobnie składa się, w nieznanych proporcjach, z wielu różnych form; może to być zwykła materia barionowa (tzn. obiekty zbudowane z protonów i neutronów, np. pył, małe gwiazdy o masach mniejszych od 0,08 masy Słońca, tzw. **brązowe karły**, czy drobne **czarne dziury**) albo stabilne cząstki elementarne, które pozostały po Wielkim Wybuchu (**Wielkiego Wybuchu teoria**); kandydatem na ciemną materię jest też neutrino oraz hipotetyczne cząstki niezwykle słabo oddziałujące WIMP (ang. *Weakly Interacting Massive Particles*) i hipotetyczne cząstki biorące udział w oddziaływaniach silnych aksjony (cząstek takich nie udało się jednak do dziś zarejestrować). Obserwacje satelity WMAP wskazują, że ciemna materia jest ok. 7 razy więcej niż materii świecącej i związane jest z nią ok. 25% całkowitej gęstości energii we Wszechświecie.

**

Ciemna materia

Ciemna materia to składnik złożonych obiektów astronomicznych sam nie będący źródłem zauważalnych ilości promieniowania jakiegokolwiek typu, o którego obecności świadczy wyłącznie jego grawitacyjny wpływ na ruch obserwowalnej materii. Pierwszą przesłanką istnienia ciemnej materii był tzw. problem ukrytej masy: ocena mas gromad galaktyk (Zwicky 1933) dawała wartości ok. dziesięciokrotnie wyższe od sum mas galaktyk wchodzących w ich skład. Dla uniknięcia tego paradoksu postuluje się zazwyczaj istnienie brakującej masy w formie bezpośrednio nie obserwowalnej ciemnej materii. Inną drogą uniknięcia paradoksu może być podważanie formy prawa powszechnego ciężenia dla słabych pól; przykładem takiej teorii jest MOND (Modified Newtonian Dynamics zmodyfikowana dynamika Newtona), która usuwa problem ukrytej masy w galaktykach i ich układach, ale nie ma uniwersalnego zastosowania i nie cieszy się uznaniem ogółu fizyków.

Michał Jaroszyński

**

Ciemna materia. Obserwacje. Galaktyki spiralne

Najsilniejszym i jak się wydaje najbardziej bezpośrednim argumentem istnienia ciemnej materii są obserwacje ruchu materii w dyskach galaktyk spiralnych. Jeśliby masa galaktyk skupiona była w ich centralnych częściach, tak jak ma to miejsce w Układzie Słonecznym, gdzie ponad 99% masy należy do Słońca, należałoby się spodziewać spadku prędkości gwiazd w miarę oddalania się od centrum, tak jak w przypadku planet naszego Układu. Obserwacje wielu galaktyk spiralnych (w tym

także Drogi Mlecznej, do której należy Słońce) wykazują wspólne dla nich wszystkich, a różniące się od przypadku układów planetarnych zachowanie: w centralnych częściach prędkości gwiazd rosną w miarę oddalania się od centrum, a potem pozostają stałe w całym obserwowanym zakresie odległości. Mówi się, że krzywe rotacji (zależność prędkości rotacji od odległości od centrum) są w przypadku galaktyk spiralnych płaskie. Obserwacje ruchów gazu w dyskach pozwalają dokonać pomiarów w większym zakresie promieni i potwierdzają charakter krzywych rotacji. Jeśli tłumaczyć kształt krzywych rotacji obecnością ciemnej materii, to jej gęstość powinna powoli zmniejszać się z promieniem i na peryferiach galaktyki być składnikiem dominującym. Ponieważ rozkład jasnych gwiazd jest o wiele silniej skoncentrowany, ciemna materia stanowi prawdopodobnie jakiś odmienny składnik galaktyk.

Michał Jaroszyński

**

Ciemna materia. Obserwacje. Masywne zwarte objekty halo

Droga Mleczna posiada, podobnie jak inne galaktyki spiralne, halo złożone z ciemnej materii. W tym szczególnym przypadku możliwy jest test, który pozwala na zbadanie pewnych cech ciemnej materii. Zgodnie z propozycją Bohdana Paczyńskiego (1986) można monitorować ok. miliona gwiazd w Obłokach Magellana w poszukiwaniu zjawisk mikrosoczewkowania grawitacyjnego. Jeśli halo Galaktyki składa się ze zwartych obiektów o masach typowych dla gwiazd lub planet (ang. *massive compact halo objects* MACHO), to ich przejścia w pobliżu linii łączącej obserwatora z którąś z monitorowanych gwiazd wywołają czasowy wzrost jasności tej gwiazdy wskutek mikrosoczewkowania. Prawdopodobieństwo zjawiska łączy się z sumaryczną masą obiektów halo a czas jego trwania z masą obiektu. Rejestracja wielu zjawisk pozwoliłaby na określenie typowych mas i liczby obiektów halo.

Obserwacje tego typu zjawisk zostały zapoczątkowane w ostatniej dekadzie XX w. Bierze w nich udział między innymi polsko-amerykański zespół badawczy OGLE (od ang. Optical Gravitational Lens Experiment) będący ucieleśnieniem współpracy pomiędzy Obserwatorium Warszawskim, Uniwersytetem w Princeton i Carnegie Institution w Waszyngtonie, używający polskiego teleskopu umieszczonego w Las Campanas w Chile. Liczba zaobserwowanych zjawisk jest na razie niewielka w sumie kilkanaście przypada na wszystkie zespoły badawcze działające na świecie. To za mało do wyciągnięcia ostatecznych wniosków. Wstępna analiza prowadzi do wniosku, że nie więcej niż połowa ciemnej materii Galaktyki ma postać zwartych obiektów halo. Oznacza to, że większość ciemnej materii ma prawdopodobnie postać słabo oddziałujących cząstek elementarnych o różnej od zera masie spoczynkowej (ang. *weakly interacting massive particles* WIMP). Cząstki takie nie mogą wywoływać zjawiska mikrosoczewkowania grawitacyjnego.

Michał Jaroszyński

**

Ciemna materia. Obserwacje. Galaktyki eliptyczne

Podobne jak w przypadku galaktyk spiralnych wnioski, choć oparte na innych obserwacjach, dotyczą galaktyk eliptycznych. W najbliższych z nich teleskopy rentgenowskie są w stanie wykryć słabe promieniowanie pochodzące od gorącego (temperatury ponad 10^6 – 10^7 K), rzadkiego gazu. Utrzymanie gazu w polu grawitacyjnym galaktyki wymaga dostatecznie dużej jej masy. Masa ta okazuje się kilkakrotnie wyższa od sumarycznej masy bezpośrednio obserwowalnych gwiazd. I

tutaj dochodzimy do wniosku, że oprócz gwiazd i niewielkich ilości materii rozproszonej w galaktykach eliptycznych obecna jest jakaś inna jej forma, czyli ciemna materia. Również w tym przypadku bardziej szczegółowa analiza pokazuje, że ciemna materia powinna znajdować się przede wszystkim na peryferiach obiektu.

Michał Jaroszyński

**

Ciemna materia. Obserwacje. Gromady galaktyk

W przypadku gromad galaktyk istnieją co najmniej trzy metody wyznaczania ich mas. Najwcześniejsza, stosowana przez Zwicky'ego, opiera się na pomiarze względnych prędkości ruchu galaktyk i określenia masy koniecznej do ich grawitacyjnego związania. Emisja rentgenowska gorącego (10^7 - 10^8 K), rozrzedzonego gazu w gromadach pozwala oceniać ich masy w sposób analogiczny do stosowanego dla galaktyk eliptycznych. Obserwacje galaktyk leżących w tle gromady pozwalają ocenić wpływ słabego soczewkowania grawitacyjnego przez gromadę na obrazy obiektów znajdujących się za nią. I ten efekt zależy od masy gromady, co pozwala na jej bezpośrednią ocenę. Wszystkie metody prowadzą do tego samego wniosku: całkowite masy gromad są ok. dziesięciokrotnie wyższe od sumarycznych mas należących do nich galaktyk i w podobnym stopniu przewyższają sumaryczną masę gwiazd i gazu, włączając w to gaz międzygalaktyczny.

Michał Jaroszyński

**

Ciemna materia. Obserwacje. Supergromady galaktyk

W obszarach większych od gromad galaktyk nie występują wyraźnie wyodrębnione związane grawitacyjnie obiekty; tzw. supergromady stanowią luźne skupiska gromad i grup galaktyk.

Niewielkie zaburzenia potencjału grawitacyjnego związane z rozkładem materii w największych skalach wywołują skorelowane ruchy galaktyk, tzw. wielkoskalowe przepływy z prędkościami rzędu 600 km/s. Ta wielkość pozwala ocenić typowe różnice pomiędzy gęstością materii wywołującej przepływy a gęstością średnią, gdyż do nich proporcjonalne są prędkości wywołanych przepływów. Z drugiej strony obserwacje rozkładu galaktyk pozwalają ocenić, ile razy koncentracje materii przekraczają gęstość średnią. Na tej podstawie ocenić można całkowitą gęstość materii. Okazuje się, że kilkakrotnie przewyższa ona gęstość materii bezpośrednio obserwowalnej. W przeszłości tego typu pomiary sugerowały, że obok ciemnej materii w galaktykach i ich gromadach występuje jeszcze jakiś jej dodatkowy składnik, którego obecność ma wpływ na dynamikę obiektów w największych skalach. Obecnie przyjmuje się, że zawartość ciemnej materii w supergromadach galaktyk nie przewyższa jej zawartości w gromadach i grupach.

Michał Jaroszyński

**

Ciemna materia. Obserwacje. Wszechświat

Testy kosmologiczne, czyli procedury zmierzające do określenia globalnych parametrów Wszechświata, pozwalają ocenić średnią gęstość materii we Wszechświecie. Obecnie przyjmuje się, że sumaryczna gęstość wszystkich form materii jest rzędu 0,20,4 tzw. gęstości krytycznej, która odpowiada obecności 6 atomów wodoru w metrze sześciennym. Jednocześnie testy kosmologiczne wskazują, że stała kosmologiczna jest dodatnia, a związane z nią powszechne

odpychanie prowadzi do przyspieszania ekspansji Wszechświata. Ze stałą kosmologiczną można wiązać obecność w przestrzeni składnika o dodatniej gęstości energii i ujemnym ciśnieniu, czasem nazywanego ciemną energią. Odpowiadałoby mu gęstość masy ok. 0,7 gęstości krytycznej.

Standardowy model gorącego Wszechświata, który tłumaczy obecność mikrofalowego promieniowania tła oraz rozpowszechnienie jąder atomowych o małych liczbach masowych ($A < 12$), postuluje, że we wczesnej epoce ewolucji miała miejsce tzw. pierwotna nukleosynteza. Doprowadziła ona do zamiany ok. 22% masy pierwotnego wodoru w hel oraz powstania śladowych zawartości izotopów lekkich jąder o liczbach masowych $A = 2, 3, 6, 7, 9, 10$ i 11 . Porównanie przewidywań modelu standardowego z rozpowszechnieniem helu i innych lekkich izotopów w obiektach astronomicznych wykazuje, że ich zgodność jest możliwa, ale tylko w przypadku, gdy średnia gęstość materii zbudowanej z atomów stanowi dzisiaj co najwyżej 0,030,05 gęstości krytycznej. Widać stąd, że zwykła materia może stanowić tylko część masy we Wszechświecie. Co więcej ocena masy zawartej w gwiazdach pokazuje, że uśredniona gęstość należącej do nich materii stanowi tylko ok. 0,01 gęstości krytycznej. Pokazuje to, że ciemna materia może się składać przynajmniej częściowo z atomów, choć ilościowo przeważają prawdopodobnie jakieś inne jej formy.

Michał Jaroszyński

**

Ciemna materia. Wnioski z teorii. Ciemna materia a powstanie galaktyk

Mniej bezpośrednie wnioski dotyczące ciemnej materii wynikają z teorii powstawania galaktyk. Zgodnie z najbardziej popularną hipotezą galaktyki i ich układy powstały wskutek niestabilności grawitacyjnej we Wszechświecie. Nieznaczne zagęszczenia materii, będące skutkiem procesów zachodzących w bardzo młodym Wszechświecie, pod koniec tzw. epoki inflacji, dzięki własnej grawitacji mogą skupiać się coraz bardziej i tworzyć coraz wyraźniej odcinające się od tła obiekty. W ten sposób, jak sądzimy, powstały galaktyki (inne obiekty są albo rezultatem dalszej ich fragmentacji, albo grupowania się galaktyk w układy). Wytworzenie obserwowanych obiektów astronomicznych wymaga istnienia poprzedzających je zagęszczeń. Zagęszczenia te istniały w czasie, kiedy Wszechświat był jeszcze nieprzezroczysty dla fotonów, które były niejako uwięzione przez materię. Obszary o wyższej gęstości materii były gorętsze. Ekspansja Wszechświata doprowadziła do spadku temperatury średniej, połączenia się jąder i elektronów w neutralne atomy (tzw. rekombinacja), a w konsekwencji do uwolnienia fotonów. Od tego momentu mogły one swobodnie rozchodzić się w przestrzeni.

Fotony, które początkowo towarzyszyły materii we wczesnych stadiach ewolucji Wszechświata, obserwujemy obecnie jako mikrofalowe (fale milimetrowe) promieniowanie tła. Zostało ono wykryte przez A.A. Penziasa i R.W. Wilsona (1965). Jego widmo odpowiada promieniowaniu tzw. ciała doskonale czarnego o temperaturze 2,7 K. Natężenie promieniowania tła bardzo słabo zależy od kierunku w jakim prowadzimy jego obserwacje. Satelita COBE badał jego widmo, a potem sporządził mapy jego temperatury na całej sferze niebieskiej. Rozkład temperatury promieniowania mikrofalowego wykazuje niewielkie jej niejednorodności o amplitudzie ok. 30 mK. W uproszczeniu można uważać, że temperatura promieniowania tła jest podwyższona w kierunkach, w których w momencie rekombinacji znajdowały się zagęszczenia materii. Pozwala to ocenić względną

różnicę gęstości pomiędzy obszarami o podwyższonej i obniżonej koncentracji atomów. W modelach Wszechświata zawierających wyłącznie materię składającą się z cząstek wchodzących w skład atomów nie daje się doprowadzić do powstania galaktyk, jeśli w momencie rekombinacji zagęszczenia były tak słabe, jak to wynika z wielkości zaburzeń temperatury promieniowania tła. W modelach zawierających obok zwykłej materii również materię ciemną ten problem nie występuje, gdyż obserwacje promieniowania mikrofalowego nie nakładają bezpośrednich ograniczeń na rozkład gęstości ciemnej materii. Ciemna materia okazuje się więc potrzebna dla wytłumaczenia powstania galaktyk.

Michał Jaroszyński

**

Ciemna materia. Wnioski z teorii. Ciemna materia a mapy temperatury promieniowania reliktowego

Rozkład temperatury promieniowania tła na niebie odzwierciedla stan Wszechświata w momencie rekombinacji.

Mimo że dane dotyczą tylko dwuwymiarowej sfery, pozwalają określić tzw. widmo zaburzeń gęstości materii w trzech wymiarach. Kształt tego widma, czyli zależność wartości zaburzeń od skali w jakiej występują, jest skutkiem ich narastania w czasie ewolucji Wszechświata. Okazuje się, że zaburzenia gęstości w obszarach o różnych rozmiarach, zawierających różne ilości materii narastają w różnym tempie. Co więcej proces ten zależy od składu materii wypełniającej przestrzeń. Można mieć nadzieję, że wyznaczenie rozkładu temperatury promieniowania tła na niebie z dużą rozdzielczością pozwoli na uzyskanie tak dużej ilości danych dotyczących zaburzeń gęstości, że możliwe będzie wyłowienie bardzo subtelnych szczegółów i określenie pewnych cech ciemnej materii.

Michał Jaroszyński

**

Ciemna materia. Wnioski z teorii. Gorąca, ciepła i zimna ciemna materia

Badanie niestabilności grawitacyjnej przed rekombinacją na ogół ogranicza się do przybliżenia małych zaburzeń, czyli przyjęcia, że wartości gęstości nigdzie nie odbiegają znacząco od wartości średniej. Czasami rozważa się modele, w których obok niemalże jednorodnego rozkładu materii rozproszonej występują też tzw. pierwotne czarne dziury, albo inne silne zagęszczenia masy, które stanowią zarodek dla powstawania związanych grawitacyjnie obiektów. Ten typ hipotez pominiemy, ograniczając się do przypadku przestrzeni wypełnionej przez zwykłą materię oraz jakiś typ słabo oddziałujących cząstek elementarnych.

Jeśli przyjmiemy, że ciemna materia oddziałuje tylko grawitacyjnie, dla przebiegu niestabilności ważna jest jej sumaryczna gęstość średnia oraz typowe prędkości tworzących ją cząstek elementarnych. Im większe typowe prędkości cząstek, tym większa skala zagęszczeń, które takie cząstki mogą opuścić. Wypadkowa dyfuzja cząstek z obszarów podwyższonej gęstości do rzadszych efektywnie rozmywa zaburzenia. Tłumi to niestabilność w małych skalach. We Wszechświecie, wypełnionym gorącą ciemną materią, zaburzenia w skalach mniejszych od gromad galaktyk zostałyby praktycznie wytłumione. Pierwszymi obiektami powstającymi w wyniku niestabilności grawitacyjnej byłyby gromady i ich układy. Galaktyki powstawałyby wskutek fragmentacji. Jest to tak zwany scenariusz z góry w dół.

Analogicznie, przy bardzo małej dyspersji prędkości cząstek, tłumienie zaburzeń staje się nieistotne. Wtedy jako pierwsze pojawiają się obiekty w skali galaktyk i mniejszej. Grupy, gromady i supergromady galaktyk powstają później, na drodze ich grupowania się. Odpowiada to scenariuszowi od dołu do góry, który wiąże się z obecnością zimnej ciemnej materii. Czasem rozważa się też pośredni przypadek cieplej ciemnej materii.

Obserwacje struktury Wszechświata w wielkiej skali oraz analiza anizotropii promieniowania relikтового wskazują, że większość ciemnej materii jest zimna. Obecności niewielkiej ilości gorącej ciemnej materii nie da się wykluczyć, ale nie może mieć ona dominującego znaczenia.

Michał Jaroszyński

**

Ciemna materia. Wnioski z teorii. Gorąca ciemna materia

Jedynym przykładem słabo oddziałujących cząstek, o których wiemy że istnieją, i które mogłyby stanowić ciemną materię są neutrina trzech typów: elektronowe, mionowe i tau. Ich kontakt ze zwykłą materią ustał w czasie $t \approx 1\text{s}$ po Wielkim Wybuchu, kiedy energia termiczna na cząstkę była rzędu 1 MeV. Z praw fizyki statystycznej wynika, że obecna koncentracja neutrin w przestrzeni jest nieco niższa od koncentracji fotonów mikrofalowego promieniowania tła i przekracza 300 mln cząstek w m^3 . Przy energii spoczynkowej rzędu 10 eV dawałoby to gęstość masy porównywalną z gęstością krytyczną. Obserwacje neutrin pochodzących z reakcji termojądrowych we wnętrzu Słońca oraz neutrin powstających podczas przejścia promieni kosmicznych przez atmosferę Ziemi prowadzą do wniosku, że różne ich typy powinny się różnić masą spoczynkową. Bezpośrednie wyznaczenie energii spoczynkowych nie jest możliwe, ale wartości rzędu elektronowolta lub mniej zgadzałyby się z danymi eksperymentalnymi. Ta niska masa spoczynkowa w połączeniu z wysoką energią na cząstkę w $t \approx 1\text{s}$ powoduje, że neutrina stanowią gorącą ciemną materię o niewielkiej w porównaniu z krytyczną gęstości.

Postulat różnej od zera masy spoczynkowej neutrin jest sprzeczny ze standardowym modelem cząstek elementarnych. Uważa się jednak, iż Model Standardowy jest tylko przybliżeniem pełnej teorii cząstek, słusznym w granicy małych energii. Rozważa się uogólnienia teorii standardowej, które stanowiłyby prostszy opis świata cząstek przy wielkich energiach. Przykładem mogą być Teorie Wielkiej Unifikacji (Grand Unified Theories, GUT) czy też Teorie Supersymetrii (Supersymmetry SUSY). W GUT zakłada się, że oddziaływania silne, elektromagnetyczne i słabe są rozmaitymi przejawami działania tej samej zunifikowanej siły. Przy wysokich energiach siła ta nie odróżnia leptonów od kwarków i stają się one różnymi stanami fermionu (cząstki o połówkowym spinie). To uproszczenie pociąga za sobą konieczność wprowadzenia do gry cząstek, które byłyby odpowiedzialne za wywoływanie przejść lepton kwark oraz innych, koniecznych dla zupełności danej teorii. Z najprostszej postaci GUT wynikałoby skończony czas życia protonu (ok. 10^{32} lat). W związku z tym rozważa się kilka bardziej skomplikowanych postaci tej teorii. W ramach GUT dopuszcza się różne od zera masy neutrin.

Michał Jaroszyński

Ciemna materia. Wnioski z teorii. Zimna ciemna materia

W Modelu Standardowym nie ma miejsca na cząstkę elementarną mogącą stanowić zimną ciemną materię. Łamanie symetrii CP przez oddziaływania silne, nie mające interpretacji w ramach teorii standardowej, może być wyjaśnione np. przez modyfikacje teorii zakładające istnienie pewnej dodatkowej, praktycznie nie oddziałującej z innymi cząstkami aksjonu. Rozważania teoretyczne sugerują, iż jego energia spoczynkowa powinna być rzędu 0,001 eV. Aksjony tak słabo oddziałują z innymi cząstkami, że być może nigdy nie było pomiędzy nimi równowagi statystycznej i nie ma typowego ograniczenia na ich przestrzenną koncentrację może ich być o wiele rzędów wielkości więcej niż fotonów promieniowania tła. W związku z tym, mimo bardzo niskiej masy spoczynkowej, ich sumaryczna gęstość masy może być porównywalna z gęstością krytyczną.

W teoriach SUSY możliwe są reakcje zamieniające bozony w odpowiadające im fermiony i na odwrót. Każda cząstka ma swojego supersymetrycznego partnera jak np. fotino, wino, gluino, gravitino, aksino, czy neutralino. Właściwości tych hipotetycznych cząstek nie są łatwe do określenia, ale wiele z nich mogłoby stanowić zimną ciemną materię. Nie wydaje się, by sama analiza niestabilności gravitacyjnej we Wszechświecie mogła tu wnieść jakieś rozstrzygające informacje, gdyż z tego punktu widzenia ważna jest tylko całkowita gęstość masy zimnych cząstek.

Michał Jaroszyński

**

ciepło, *fiz.* jeden ze sposobów przekazywania energii między układami makroskopowymi, pozostającymi we wzajemnym kontakcie (układ termodynamiczny). Polega na przekazywaniu energii chaotycznego ruchu cząstek w zderzeniach cząstek tworzących te układy, z czym wiąże się zmiana energii wewnętrznej układów. Taki proces wymiany energii nazywa się **wymianą ciepła**, a zmiana energii wewnętrznej układu w tym procesie **ilością ciepła** Q . Efektem wymiany ciepła jest zwykle (z wyjątkiem przemian fazowych) zmiana temperatury układów. Jednostką ilości ciepła w układzie SI jest dżul (J).

Mylące słownictwo związane z pojęciem ciepła zostało uformowane w okresie (2. połowa XVIII w. i 1. połowa XIX w.), kiedy obowiązywał pogląd, że ciepło jest niezniszczalną substancją (tzw. cieplikiem) mogącą przepływać między ciałami. Ostatecznie pogląd ten został odrzucony w latach 40. XIX w. dzięki pracom J.R. Mayera, J.J. Joulea i H.L.F. [Helmholtza](#), którzy wykazali, że pojęcie ciepła wiąże się ze zmianami energii wewnętrznej ciał oraz że ciepło i praca to 2 sposoby przekazywania energii, przy czym między ilością ciepła i równoważną jej pracą istnieje ścisła proporcjonalność (równoważnik mechaniczny ciepła, równoważnik cieplny pracy). W zagadnieniach technicznych często używa się terminu ciepło w znaczeniu energii przekazywanej na sposób ciepła (np. magazynowanie ciepła, wytwarzanie ciepła); potocznie ciepło utożsamia się z temperaturą (np. cieplejsze ciało).

**

Ciołkowski KONSTANTIN E., ur. 5 IX 1857, Iżewskoje (obwód riazański), zm. 19 IX 1935, Kaługa, rosyjski uczonek i wynalazca, syn polskiego zesłańca, z zawodu nauczyciel; prowadził badania w dziedzinie aerodynamiki, m.in. techniki lotu (zbudował pierwszy w Rosji tunel aerodynamiczny i opracował technikę pomiarów); 1903 ogłosił teorię lotu rakiety z uwzględnieniem zmiany masy na skutek zużycia

paliwa (**Ciołkowskiego wzór**), 1929 teorię ruchu rakiet wielostopniowych; zaproponował zastosowanie w rakietach stabilizatorów żyroskopowych; przewidział możliwość realizacji stacji kosmicznych.

**

Ciołkowskiego wzór, związek między prędkością maks. osiąganą przez raketę jednostopniową w warunkach idealnych (tj. poruszającą się w próżni przy braku sił zewn.) a prędkością w wyrzucanych z jej dyszy gazów oraz masą początkową M i masą końcową m rakiety: $v = w \ln (M/m)$; **uogólniony** w.C. dla rakiet wielostopniowych określa maks. prędkość osiąganą przez ostatni (n -ty) stopień rakiety w zależności od prędkości strumieni gazów wyrzucanych z dysz kolejnych stopni oraz stosunku masy początkowej i końcowej tych stopni rakiety:

$$v_n = \sum_{i=1}^n w_i \ln(M_i / m_i),$$

wzory Ciołkowskiego są stosowane do wstępnej oceny prędkości rakiet.

**

Clairaut [klero] ALEXIS CLAUDE, ur. 7 V 1713, Paryż, zm. 17 V 1765, tamże, fr. matematyk, astronom i geodeta; od 1731 czł. fr. Akad. Nauk, od 1754 Petersburskiej Akad. Nauk; 1736-37, wraz z P.L.M. de Maupertuisem, brał udział w pomiarach 1 łuku południka w Laponii; wprowadził pojęcia: całki krzywoliniowej, różniczki zupełnej, rozwiązania ogólnego i szczególnego równania różniczkowego; 1752 napisał pracę o teorii ruchu Księżyca.

**

Clementine [klemntan] , amer. próbnik kosm.; wyniesiony w przestrzeń kosm. 25 I 1994 przez raketę Titan II; wyniesiony w przestrzeń kosm. 25 I 1994 przez raketę Titan II; gł. zadaniem misji było testowanie nowoczesnych rozwiązań technol. przewidzianych do zastosowania w technice kosm. o przeznaczeniu wojsk.; nauk. część misji obejmowała umieszczenie C. na orbicie okołoksiężycowej (nastąpiło to 19 II 1994) i prowadzenie z niej obserwacji Księżyca za pomocą zestawu kamer czułych na światło widzialne i podczerwień oraz urządzenia laserowego. Obserwacje C. umożliwiły uzyskanie ok. 2 mln obrazów powierzchni globu, w tym pierwszych całościowych zdjęć rejonów podbiegunowych i obszarów położonych na niewidocznej z Ziemi stronie Księżyca, dostarczyły danych o kształcie, strukturze wewn., polu grawitacyjnym satelity oraz o rzeźbie terenu (w tym kraterów księżycowych), pozwalając na uzyskanie pierwszego globalnego topograficznego obrazu Księżyca.

**

Cluster [klast'], projekt Eur. Agencji Kosm., którego celem są badania subtelnej struktury środowiska plazmowego Ziemi, a w szczególności magnetosfery i współoddziaływania wiatru słonecznego z plazmą magnetosferyczną; jest realizowany za pomocą 4 identycznych sztucznych satelitów Ziemi (o masie 4800 kg), tworzących w przestrzeni czworościenną konfigurację (wzajemne odległości między nimi wynoszą od 600 km do 20 000 km), wystrzelonych parami 16 VII 2000 i 9 VIII 2000 za pomocą ros. rakiet Sojuz i umieszczonych na biegunowych orbitach okołoziemskich o perygeum ok. 19 tys. km, apogeum ok. 119 tys. km i okresie obiegu ok. 57 godz.; zakończenie badań jest przewidziane 2009.

**

COBE [ko^ub], ang. **Cosmic Background Explorer**, amer. sztuczny satelita wyniesiony na orbitę okołoziemską 18 XI 1989 przez raketę Delta; celem misji były pomiary relikтового promieniowania Wszechświata, będącego pozostałością po Wielkim Wybuchu, poszukiwanie anizotropii rozkładu tego promieniowania, obserwacje tła galaktycznego w podczerwieni oraz obserwacje obłoków pyłu znajdującego się w przestrzeni międzygwiazdowej i międzyplanetarnej, w tym światła zodiakalnego. C. został wyposażony m.in. w centymetrowy radiometr różnicowy przeznaczony do obserwacji ewentualnych różnic w natężeniu rozproszonego promieniowania w zależności od kierunku oraz spektrometr do pomiarów z dużą dokładnością promieniowania podczerwonego odległych galaktyk. Pomiary C. wykazały bardzo dobrą zgodność widma promieniowania relikowego w całym zakresie mierzonych długości fal (0,110 mm), z widmem ciała doskonale czarnego o temp. 2,73 K, oraz udowodniły istnienie zauważalnej anizotropii rozkładu temp. tego promieniowania. Zebrane przez C. dane mają doniosłe znaczenie dla kosmologii (wydają się potwierdzać teorię Wielkiego Wybuchu). Zakończenie misji nastąpiło XII 1993.

**

Collins [kolnz] MICHAEL , ur. 31 X 1930, Rzym, astronauta amerykański; uczestnik 2 załogowych lotów kosm.: 1821 VII 1966 był drugim pilotem statku Gemini 10; 1624 VII 1969 jako pilot kabiny macierzystej statku Apollo 11 uczestniczył wraz z N. Armstrongiem i E. Aldrinem w pierwszej w historii wyprawie człowieka na Księżyc; z orbity okołoksiężycowej kontrolował operację lądowania członu księżycowego (lądownika LM Eagle) na powierzchni Księżyca, a następnie jego start i połączenie z modułem gł. statku Apollo 11.

**

Columbia [klambij] , pierwszy z serii amerykańskich wahadłowców (Columbia, Challenger, Discovery, Atlantis, Endeavour); pierwszy w historii statek kosmiczny wielokrotnego użytku, przeznaczony do transportu ładunków na orbitę okołoziemską i z powrotem, a także służący jako laboratorium kosmiczne do prowadzenia przez załogę badań oraz eksperymentów naukowych i technicznych na orbicie; wprowadzany na orbitę okołoziemską (podobnie jak inne wahadłowce tej serii) przy użyciu silników raketowych członu orbitalnego oraz odłączalnych raketowych silników wspomagających; umożliwiał wyniesienie na orbitę okołoziemską ładunków o masie do ok. 29,5 t; załogę Columbii (i in. wahadłowców tej serii) stanowiło 27 astronautów (dowódca, pilot, specjaliści wyprawy oraz specjaliści od ładunku użytecznego); nominalny czas trwania lotu kosmicznego wynosił 7 dni (maksymalny dopuszczalny czas lotu 30 dni). Inauguracyjny lot Columbii odbył się 1214 IV 1981; uczestniczyli w nim astronauta J. Young i R. Crippen. 1 II 2003, podczas 28. misji, Columbia uległa katastrofie na 16 minut przed planowanym lądowaniem; zginęła cała załoga (sześcioro astronautów amerykańskich i jeden izraelski).

**

Coma - [Gromada w Warkoczu Bereniki](#).

**

Comptona zjawisko, efekt Comptona, rozpraszanie komptonowskie, rozpraszanie krótkofalowego promieniowania elektromagnetycznego (rentgenowskiego lub γ) na swobodnych lub słabo związanych w atomie elektronach;

polega na tym, że w wyniku zderzenia pojedynczego fotonu z elektronem część energii oraz pędu fotonu zostaje przekazana elektronowi, co powoduje zwiększenie się długości fali (zmniejszenie energii) i zmianę kierunku ruchu fotonu (rozproszenie promieniowania) oraz odrzut elektronu; zjawisko Comptona jest jednym ze zjawisk świadczących o nieciągłej (kwantowej, fotonowej) strukturze promieniowania; odkryte przez A.H. Comptona; teorię zjawiska oprac. 1929 O. Klein i Y. Nishina. **Odwrotne zjawisko Comptona** — rozpraszanie promieniowania elektromagnetycznego na elektronach relatywistycznych (tzn. o prędkości bliskiej prędkości światła w próżni), łączy się ze zmniejszeniem długości fali (zwiększenie energii fotonu); jeden z procesów prowadzących do powstawania promieniowania rentgenowskiego i γ wysyłanego przez źródła kosm. (np. kwazary).

**

Copernicus, *astr.* jedna z planetoid pasa głównego o numerze katalogowym 1322; odkryta 1934 (K. Reinmuth), nazwana na cześć M. Kopernika.

**

Cor Caroli, **Serce Karola**, α *Canum Venaticorum*, najjaśniejsza gwiazda w gwiazdozbiornie Psów Gończych;

Oznaczenie: α Canum Venaticorum

Rodzaj obiektu: gwiazda podwójna (jaśniejszy składnik to gwiazda magnetyczna o okresie zmian jasności 5,5 dnia)

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; [Psy Gończe](#)

Współrzędne i odległość od Ziemi: α^2 CVn rektascensja: 12^h 56^m 02^s
deklinacja: 38° 19' 110 l.św. = 34 pc = 6 956 400 AU

Typ widmowy i klasa jasności: A0Vp (α^2 CVn), F0V (α^1 CVn)

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej:
+0,89^m (α^2 CVn), +3,61^m (α^1 CVn)

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: +2,90^m (α^2 CVn)

Temperatura efektywna: temperatura składników układu lub gwiazdy pojedynczej: α^2 CVn — 9500 K

podwójna, jaśniejszy składnik ma jasność widomą 2,90^m; karzeł 70 razy jaśniejszy od Słońca; odległa od Ziemi o 110 lat świetlnych.

**

Coriolis [korjoliś] GASPARD GUSTAVE **de**, ur. 21 V 1792, Paryż, zm. 19 IX 1843, tamże, fr. matematyk i inżynier; od 1836 czł. fr. Akad. Nauk; początkowo (od 1816) nauczyciel, od 1838 dyr. ds. nauki w École Polytechnique w Paryżu; 1829 wprowadził w mechanice pojęcie pracy (niezależnie od J.V. Ponceleta) i, wychodząc z niego, sformułował tzw. zasadę sił żywych (zasadę równowartości pracy i energii kinet.); podał teorię ruchu względnego — złożonego ([przyspieszenie Coriolisa](#), [siła Coriolisa](#)).

**

COROT, ang. **Convection Rotation and planetary Transits**, próbnik kosm. Fr. Agencji Kosm. (CNES) i Eur. Agencji Kosm. (ESA); start nastąpił 27 XII 2006 z kosmodromu Bajkonur; próbnik (masa 630 kg, dł. 4,1 m) został wyniesiony w

przestrzeń kosm. przez raketę Sojuz; celem misji jest poszukiwanie (metodą tranzytów) planet pozasłonecznych oraz badanie wnętrza gwiazd z wykorzystaniem asteroseismologii (polegającej na analizie fal wytwarzanych w głębi gwiazdy w wyniku jej trzęsienia i docierających do powierzchni, a obserwowanych jako zmiany jasności gwiazdy); COROT jest wyposażony w teleskop średnicy 30 cm; zaplanowano, że przez 2,5 roku będzie monitorował 120 tys. gwiazd z gwiazdozbiorów Węża i Jednorozca; w misji z CNES współpracują inne kraje — Austria, Belgia, Niemcy, Hiszpania, Brazylia, uczestniczą w niej naukowcy m.in. z Danii, Wielkiej Brytanii, także z Polski.

**

COSPAR, ang. **Committee on Space Research, Komitet Badań Przestrzeni Kosmicznej**, międzynarod. organizacja interdyscyplinarna; utworzona 1958 przez ICSU; utworzona 1958 przez ICSU (ang. International Council of Scientific Unions) w celu koordynacji świat. badań przestrzeni kosm. w zakresie nauk mat.-przyr. i ich zastosowań; siedziba w Paryżu; do COSPAR należy 40 państw reprezentowanych przez nar. instytucje (komitety) zajmujące się badaniami kosm. oraz 12 organizacji międzynarod. (unii i komitetów nauk.) należących do ICSU; COSPAR zajmuje się badaniami nauk. prowadzonymi z zastosowaniem techniki kosm. (rakiety, sztuczne satelity, próbniki kosm., statki załogowe); w szczególności ocenia i upowszechnia wyniki badań, stymuluje współpracę międzynarod. w zakresie opracowywania i wymiany uzyskiwanych danych, wypracowuje zalecenia dotyczące perspektywicznych kierunków działań, jak również planowanych projektów i eksperymentów kosm. przygotowywanych przez poszczególne państwa, bądź zespoły międzynarod.; regularnie, co 2 lata, organizuje konferencje nauk. COSPAR (VII 2000 odbyła się w Warszawie).

**

COSPAS-SARSAT, międzynarod. system satelitarny przeznaczony do działań poszukiwawczo-ratowniczych; służy do lokalizacji położenia statków wodnych i powietrznych (samolotów itp.) lub użytkowników naziemnych znajdujących się w stanie zagrożenia oraz do zainicjowania akcji ratunkowej; utworzony 1979 przez ZSRR (podsystem COSPAS) oraz przez USA, Kanadę i Francję (podsystem SARSAT) na podstawie układu o pokojowym wykorzystaniu przestrzeni kosm.; 2000 uczestniczyły w nim 33 państwa; podstawą C.-S. jest system amer. i ros. sztucznych satelitów Ziemi umieszczonych na niskich orbitach okołobiegunowych lub na orbitach geostacjonarnych. Pierwszym z nich był wyniesiony 1982 sowiecki Kosmos 1343 (COSPAS 1), następnie 1983 — Kosmos 1447 (COSPAS 2) i amer. NOAA 8 (SARSAT 1). Funkcjonowanie systemu C.-S. polega na odbieraniu sygnałów o występującym niebezpieczeństwie wysyłanych na częst. 121,5 MHz lub 406 MHz (w przypadku niektórych satelitów podsystemu SARSAT także na częst. 243 MHz) przez nadajniki ratunkowe obiektów bądź osób znajdujących się w sytuacji zagrożenia, a następnie przekazywaniu ich do sieci stacji odbiorczych i dalej — poprzez centra dyspozycyjne — do położonych w pobliżu miejsca katastrofy lub zaistniałej awarii stacji ratownictwa, portów wodnych, lotn. i in., co przyspiesza podjęcie i prowadzenie akcji ratunkowej; system C.-S. umożliwia lokalizację położenia obiektu z dokładnością do ok. 3 km — dla sygnałów emitowanych w pasmie częst. 406 MHz, bądź ok. 20 km — pasmie 121,5 MHz; działanie systemu C.-S. przyczyniło się do przyścia z pomocą ponad 24 700 osobom znajdującym się w niebezpieczeństwie (do końca 2007).

**

Coulomb [kula] CHARLES AUGUSTIN **de** , ur. 14 VI 1736, Angoulême, zm. 23 VIII 1806, Paryż, fizyk francuski; oficer wojsk inżynieryjnych, od 1772 całkowicie poświęcił się pracom badawczym; od 1781 członek francuskiej Akademii Nauk; najdonioślejsze znaczenie miały prace Coulomba dotyczące elektrostatyki i magnetyzmu; 1785 sformułował prawo Coulomba, rozwinął teorię elektryzowania powierzchniowego przewodników, 1786 odkrył zjawisko ekranowania elektrycznego oraz 1789 wprowadził pojęcie momentu magnetycznego; zajmował się również teorią maszyn prostych, lepkością cieczy, tarciami, zagadnieniami wytrzymałości materiałów (m.in. wysunął hipotezę największych naprężeń stycznych).

**

Cressida, Kresyda, *astr.* księżyc Urana; czwarty licząc wg rosnącej odległości od planety.

**

Cudowna, *astr.* → [Mira Ceti](#).

**

Curie [kürj], *astr.* jedna z planetoid pasa głównego o numerze katalogowym 7000; odkryta 1939 (F. Rigaux), nazwana na cześć M. Skłodowskiej-Curie i jej męża, P. Curie.

**

Cursa, β *Eridani*, druga pod względem jasności gwiazda w gwiazdozbiorze Erydanu;

Oznaczenie: β Eridani

Rodzaj obiektu: gwiazda pojedyncza

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; [Erydan](#)

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: $5^{\text{h}} 07^{\text{m}} 51^{\text{s}}$ deklinacja: $-5^{\circ} 05' 88,8$ l.św. = 27 pc = 5 615 712 AU

Typ widmowy i klasa jasności: A3III

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: $+0,60^{\text{m}}$

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: $+2,79^{\text{m}}$

Temperatura efektywna: układ: 8600 K

jasność widoma $2,79^{\text{m}}$; olbrzym 50 razy jaśniejszy od Słońca; odległa od Ziemi o 88,8 lat świetlnych.

**

Curtis [kɛ:ˈtɪs] HEBERT DOUST, ur. 27 VI 1872, Muskegon (stan Michigan), zm. 9 I 1942, Ann Arbor (stan Michigan), astronom amerykański; 1920–30 dyr. obserwatorium astr. uniw. w Pittsburghu, 1930–42 — obserwatorium University of Michigan w Ann Arbor; prowadził badania Słońca, dokonywał obserwacji mgławic i galaktyk; pierwszy wykazał, że niektóre mgławice, np. mgławice spiralne, leżą poza granicami Galaktyki i są innymi galaktykami.

**

Cygnus A, Łabędź A, Cyg A, drugie co do jasności źródło fal radiowych na niebie, znajdujące się w gwiazdozbiornie Łabędzia; całkowita moc emisji radiowej wynosi 10^{38} W (10 mln razy więcej niż moc radiowa naszej Galaktyki); odległe od Układu Słonecznego o ok. 1,15 mld lat świetlnych; także źródło promieniowania rentgenowskiego.

**

Cygnus X-1, Łabędź X-1, Cyg X-1, silne źródło promieniowania rentgenowskiego w gwiazdozbiornie Łabędzia; związane z układem podwójnym, w którym jeden ze składników jest prawdopodobnie czarną dziurą (promieniowanie pochodzi z dysku akrecyjnego spływającego na czarną dziurę).

**

Cygnus X-3, Łabędź X-3, Cyg X-3, silne źródło promieniowania rentgenowskiego w gwiazdozbiornie Łabędzia, także wybuchowe źródło promieniowania radiowego; podczas wybuchu jest jednym z najjaśniejszych obiektów radiowych.

**

cykl [łac. < gr. *kýklos* 'koło'], w chronologii historycznej okres, po którym pewne zjawiska powtarzają się; w średniowieczu do układania kalendarza kościelnego służyły: 1) cykl **słoneczny**, liczący 28 lat, po których upływie dni tygodnia przypadają na te same dni miesiąca; 2) cykl **księżycowy** (wprowadzony w V w. p.n.e. przez Ateńczyka Metona), liczący 19 lat, po których fazy księżyca przypadają na te same dni roku; 3) cykl **wielkanocny** otrzymywany z iloczynu obu poprzednich, liczący 532 lata (28×19), po których upływie powtarzają się daty Wielkanocy i świąt ruchomych; był znany w V w. Badania rachuby czasu zapoczątkował anglosaski mnich Beda.

**

cykl księżycowy, *astr.* → [Metona cykl](#).

**

cykl słoneczny, okresowe zmiany na powierzchni i w atmosferze Słońca, wywołane wynurzeniem się pola magnetycznego z jego wnętrza, któremu towarzyszy zwiększona aktywność słoneczna; średnia dł. 11 lat (od 8 do 14 lat).

**

cykl słoneczny, okres, po którego upływie, dni tygodnia przypadają na te same dni miesiąca; wynosi 28 lat.

**

cykl wielkanocny, okres, po którego upływie, powtarzają się daty Wielkanocy i świąt ruchomych; wynosi 532 lata; był znany w V w.

**

cynek, Zn, *zincum*, pierwiastek chemiczny o liczbie atomowej 30;

Symbol: Zn

Nazwa łacińska: Zincum

Liczba atomowa: 30

Pierwiastek promieniotwórczy: nie
Grupa układu okresowego pierwiastków: 12 — [cynkowce](#)
Odkrycie: starożytność

względna masa atomowa 65,39(2); cynk należy do grupy cynkowców; jest to srebrzysty metal o niebieskawym odcieniu; temperatura topnienia 419,5°C, temperatura wrzenia 907°C, gęstość 7,133 g/cm³; dobry przewodnik ciepła i elektryczności; w temperaturze pokojowej kruchy, w temperaturze 100–150°C daje się przerabiać plastycznie; w powietrzu ulega pasywacji; amfoteryczny; roztwarza się w kwasach (w kwasach utleniających nie zachodzi wydzielanie wodoru) i mocnych zasadach; stopień utlenienia II; rozdrobniony spala się, dając amfoteryczny tlenek ZnO, od którego wywodzi się wodorotlenek Zn(OH)₂ tworzący sole cynkowe i cynkany (zawierające jon [Zn(OH)₄]²⁻). W przyrodzie występuje w niewielkich ilościach; głównymi rudami są: sfaleryt ZnS, smitsonit ZnCO₃, hemimorfit Zn₄[OH]₂[Si₂O₇] · H₂O; największe znaczenie gospodarcze mają złoża siarczków cynku w skałach węglanowych — zwykle są to złoża cynkowo-ołowiowe (rudy cynku najczęściej występują z rudami ołowiu). Cynk należy do mikroelementów; jest składnikiem lub aktywatorem bardzo wielu enzymów; określa strukturę niektórych białek, obniża poziom cholesterolu, wpływa na przyswajanie witamin, prawidłowe funkcjonowanie narządów rozrodczych. Metaliczny cynk otrzymuje się głównie z rud siarczkowych 2 metodami: 1) metodą pirometalurgii (cynk hutniczy) — przez prażenie utleniające rudy i redukcję otrzymanego tlenku cynku za pomocą węgla lub koksu; 2) metodą hydrometalurgii (cynk elektrolityczny) — przez przeprowadzenie siarczku w siarczan (ostrożne prażenie) i elektrolizę roztworu siarczanu cynku; cynk hutniczy rafinuje się za pomocą destylacji frakcjonowanej.

Cynk jest stosowany głównie (35–40% produkcji) do wytwarzania powłok antykorozyjnych na wyrobach z żelaza i stali (cynkowanie) oraz do wytwarzania stopów (cynku stopy), ochrony statków przed korozją, do wyrobu elektrod ogniów galwanicznych (np. ogniwa Leclanchégo), klisz drukarskich; związki cynku (selenek, tlenek i siarczek cynku) są stosowane m.in. w przemyśle optoelektronicznym. Cynk znano w Chinach i Indiach już w czasach starożytnych.

**

Cynosura, *astr.* → [Polaris](#).

**

Cynozura, *mit. gr.* → Kynosura.

**

Cyrkiel, *Circinus*, gwiazdozbiór nieba południowego.;

Umiejscowienie na niebie: gwiazdozbiór nieba południowego
Obszar gwiazdozbioru (w stopniach kwadratowych): 93

w Polsce niewidoczny.

**

czapy polarne, *astr.* jasne obszary okołobiegunowe na powierzchni niektórych planet (Ziemia, Mars, Saturn), utworzone np. z zamarznętej wody i śniegu — na

Ziemi, z zamrożonej wody i zestalonego dwutlenku węgla — na Marsie; okresowo zmienne.

**

czarna dziura, *astr.* obiekt będący źródłem na tyle silnego pola grawitacyjnego, że niemożliwe jest przesłanie przezeń na zewnątrz żadnej informacji. Istnienie czarnych dziur przewiduje **teoria względności**. Ich powstanie może być skutkiem **zapadania grawitacyjnego**; niekiedy rozważa się również tzw. pierwotne czarne dziury, będące „istniejącymi od zawsze” defektami **czasoprzestrzeni**. Zgodnie z definicją czarne dziury nie są bezpośrednio obserwowalne, na tle świecących powierzchni stanowiłyby ciemne plamy; jest możliwe natomiast obserwowanie wpływu silnego pola grawitacyjnego czarnej dziury na procesy zachodzące w ich otoczeniu. Uważa się, że czarne dziury mogą być (obok białych karłów i gwiazd neutronowych) ostatnim produktem ewolucji gwiazd. Obecność czarnych dziur o wielkiej masie w niektórych galaktykach jest prawdopodobnie warunkiem aktywności jąder tych galaktyk (**galaktyki aktywne**).

Według ogólnej teorii względności czarna dziura jest zamkniętym obszarem czasoprzestrzeni, którego nie może opuścić ani promieniowanie, ani cząstki o różnej od zera masie spoczynkowej; proces odwrotny jest możliwy. Granicę czarnej dziury nazywa się **horyzontem zdarzeń**. Jeśli pominąć efekty kwantowe, okazuje się, że czarna dziura nie może się rozpaść, ani zniknąć, jest możliwe natomiast łączenie się czarnych dziur. W otoczeniu horyzontu nie zachodzą żadne wyróżniające tę powierzchnię zjawiska, natomiast wewnątrz niego znajduje się tzw. **osobliwość** — miejsce, gdzie siły grawitacyjne i gęstość energii dążą do nieskończoności.

Najlepiej poznano własności stacjonarnych (nie zmieniających się w czasie) czarnych dziur. Najogólniejszym stacjonarnym rozwiązaniem równań Einsteina opisujących czarne dziury jest metryka Kerra–Newmana, odpowiadająca czarnym dziurom o masie M , momencie pędu J i ładunku elektrycznego Q , spełniającym warunek

$$M^2 \geq \frac{J^2 c^2}{G^2 M^2} + \frac{Q^2}{G},$$

gdzie c — prędkość światła, G — stała grawitacji. Szczególnymi przypadkami są: osiowo symetryczna, rotująca czarna dziura Kerra ($Q \equiv 0$) oraz sferyczne: naładowana czarna dziura Reissnera–Nordströma ($J \equiv 0$) i czarna dziura Schwarzschilda ($Q \equiv 0, J \equiv 0$). Charakterystycznym rozmiarem czarnej dziury jest jej promień grawitacyjny r_g , dla nie rotującej i nie naładowanej czarnej dziury zwany też

promieniem Schwarzschilda (w tym przypadku $r_g = \frac{2GM}{c^2}$, dla Słońca $r_g = 3$ km).

Rotujące czarne dziury są otoczone egzosferą — obszarem na zewnątrz horyzontu, w którym poruszająca się po odpowiednio dobranej orbicie cząstka może mieć ujemną energię z punktu widzenia dalekiego obserwatora (znajdującego się poza egzosferą). Jeśli w egzosferze dojdzie do rozpadu wpadającej z zewnątrz cząstki, to jeden z produktów rozpadu może uzyskać ujemną energię i wpaść do czarnej dziury, a drugi opuścić egzosferę z wyższą energią niż miała cząstka przed rozpadem (**proces Penrose’a**). W procesie tym zmniejsza się energia rotacji czarnej dziury, jest to więc teoretycznie możliwy mechanizm czerpania energii czarnej dziury.

W silnym polu grawitacyjnym w pobliżu horyzontu zdarzeń jest możliwa w wyniku efektów kwantowych reakcja cząstek i ich wypromieniowanie (**efekt Hawkinga**). Prowadzi to do powolnego „wyparowania” czarnych dziur; w czasie 10 mld lat

mogłyby zniknąć czarne dziury o masach $\leq 10^{12}$ kg; dla czarnych dziur o masach gwiazd i większych ($> 10^{29}$ kg) proces ten jest zupełnie nieistotny.

Ewolucja gwiazdy ok. 15 razy masywniejszej od Słońca prowadzi w końcu do zapadania grawitacyjnego, którego produktem końcowym może być czarna dziura. Nie jest pewne czy zdarzeniu temu powinno towarzyszyć zjawisko wybuchu **supernowej**, jak w przypadku zapadania prowadzącego do powstania gwiazdy neutronowej. Powstające w ten sposób czarne dziury mogą tworzyć ze zwykłymi gwiazdami układy podwójne, w których spadek materii do czarnej dziury (**akrecja**) prowadzi do wydzielenia znacznych ilości energii w formie promieniowania elektromagnetycznego o charakterystycznym widmie; podobne widmo i moc promieniowania mogą mieć układy zawierające gwiazdę neutronową w miejscu czarnej dziury. W kilkunastu przypadkach pomiary prędkości w układach podwójnych pozwoliły oszacować masę bardziej zwartej składnika; jeśli przekracza ona trzykrotnie masę Słońca (w przybliżeniu maksymalną masę jaką może mieć gwiazda neutronowa), można twierdzić że ma się do czynienia z czarną dziurą. Najlepiej zbadanym tego typu obiektem jest Cyg X-1.

Obecność czarnych dziur o masie 10^6 – $10^9 M_A$ (gdzie M_A — masa Słońca) w środku gęstej gromady gwiazd powinna prowadzić do wzrostu ich prędkości w otoczeniu centrum o charakterystycznej zależności od położenia. Efekt tego typu zaobserwowano w kilkunastu galaktykach i stanowi on silną przesłankę istnienia tam czarnej dziury. Obserwacje centrum naszej Galaktyki pokazują, że istnieje tam obiekt o gęstości około miliona razy większej od maksymalnej gęstości znanych gwiazd i masie 2,6 mln M_A . Powszechnie przyjmuje się, że jest to czarna dziura (choć być może jest to obłok utworzony z jakiejś egzotycznej formy materii). Podobnie przekonujące argumenty dotyczą obecności czarnej dziury w centrum galaktyki NGC 4258.

Zgodnie z powszechnie przyjmowaną hipotezą czarne dziury znajdują się w aktywnych jądrach galaktyk, gdzie ich obecność pozwala zrozumieć ogromną moc promieniowania tych obiektów jako efekt spadku materii w silnym polu grawitacyjnym i zamiany energii potencjalnej na ciepłą wewnątrz dysku akrecyjnego. W tym przypadku (podobnie jak w innych galaktykach) czarne dziury mogą być wynikiem ewolucji i grawitacyjnego zapadania się gęstych gromad gwiazd i późniejszego dołączania spadającej w polu grawitacyjnym materii.

J. Taylor *Czarne dziury: koniec Wszechświata*, Warszawa 1987;

M. Demiański *Astrofizyka relatywistyczna*, Warszawa 1991;

I. Nowikow *Czarne dziury i Wszechświat*, Warszawa 1995.

Michał Jaroszyński

**

czas atomowy międzynarodowy, fr. **Temps Atomique International** (TAI), czas ustalany przez Sekcję Czasu Międzynarodowego Biura Miar na podstawie porównań wielu wzorców jednostki czasu (zegary atomowe i in.) rozmieszczonych w różnych miejscach kuli ziemskiej; jednostką jest sekunda.

**

czas gwiazdowy, czas związany z położeniem na sferze niebieskiej punktu równonocy wiosennej.

**

czas słoneczny, czas mierzony położeniem Słońca; czas słoneczny prawdziwy — kąt godzinny środka tarczy słonecznej +12 h; czas słoneczny średni — kąt godzinny punktu Słońca średniego +12 h.

**

czas strefowy, czas obowiązujący w każdej z 24 stref czasowych, na które jest podzielona kula ziemską; w każdej strefie (obejmującej 15° długości geograficznej) panuje ten sam czas; różnica czasu między sąsiednimi strefami wynosi 1 godzinę; za podstawę czasu strefowego przyjęto czas średni słoneczny południka 0 (Greenwich).

**

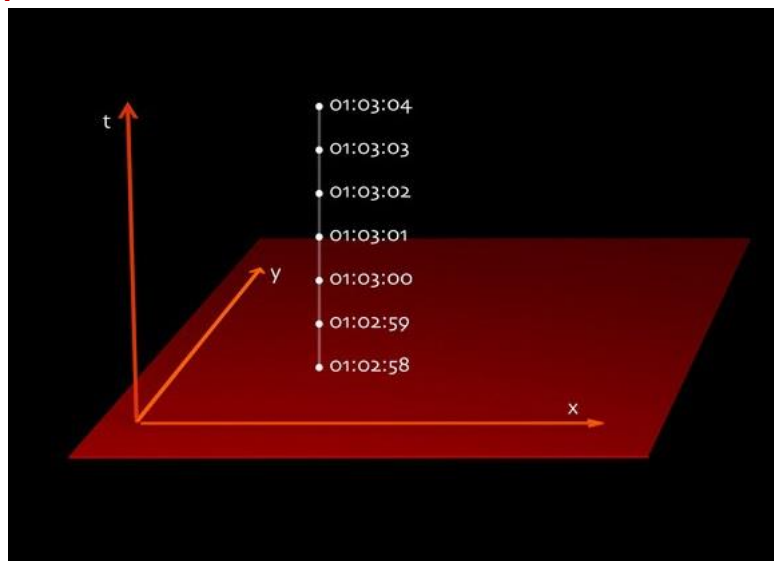
czas uniwersalny, fr. **Temps Universal** (TU), czas oparty na uśrednionym w zakresie roku ruchu obrotowym Ziemi.

**

czasoprzestrzeń, *fiz.* zbiór wszystkich zdarzeń; pojęcie czasoprzestrzeni wprowadził (1909) H. Minkowski w celu geometrycznego ujęcia wyników szczególnej teorii względności; powstanie opartej na tym pojęciu ogólnej teorii względności, a następnie teorii oddziaływań między cząstkami elementarnymi, ugruntowało je jako jedno z podstawowych we współczesnej fizyce. Matematycznym modelem czasoprzestrzeni jest czterowymiarowa rozmaitość różniczkowa: 4 współrzędne określające zdarzenie to 3 współrzędne przestrzenne i czas. Ogólna teoria względności posługuje się pojęciem zakrzywionej czasoprzestrzeni (przestrzeń Riemanna), stosując je przede wszystkim do obiektów w skali astronomicznej. Do opisu zjawisk mikroświata wystarcza na ogół niezakrzywiona, tj. płaska, przestrzeń Minkowskiego. Czasoprzestrzeń fizyki klasycznej z wyróżnioną współrzędną czasową — zwaną czasem absolutnym — jest czasoprzestrzeń Galileusza; wystarcza ona do opisu ruchów z prędkościami małymi w porównaniu z prędkością światła.

**

Czasoprzestrzeń



Czasoprzestrzenia nazywamy zbiór wszystkich zdarzeń. W fizyce zdarzenie, zw. także zdarzeniem elementarnym, jest idealizacją zjawiska fizycznego lub zdarzenia w sensie potocznym polegającą na pominięciu jego rozmiarów przestrzennych i okresu trwania.

Zdarzenie można umiejscowić w czasoprzestrzeni przez podanie jego czterech współrzędnych — trzy z nich określają położenie w przestrzeni, czwarta to czas. Współrzędne czasoprzestrzenne przyjmują wartości w zbiorze liczb rzeczywistych — jako obiekt matematyczny czasoprzestrzeń jest zatem czterowymiarową różniczkową mnogością. Istnieją wprawdzie poglądy kwestionujące bądź czterowymiarowość czasoprzestrzeni (Kaluzy–Kleina teoria), bądź jej ciągłą, nieskończenie podzielną strukturę, ale nie zyskały one jak dotąd potwierdzeń eksperymentalnych.

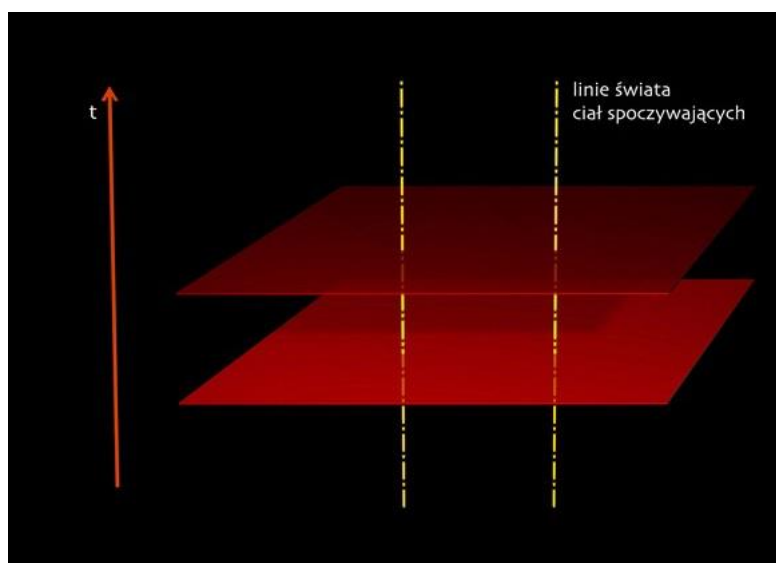
Pojęcie czasoprzestrzeni zostało wprowadzone 1909 przez H. Minkowskiego w celu geometrycznego ujęcia wyników szczególnej teorii względności; powstanie ogólnej teorii względności opartej na tym pojęciu, a następnie rozwój teorii oddziaływań między cząstkami elementarnymi ugruntowały pojęcie czasoprzestrzeni jako jednego z podstawowych pojęć we współczesnej fizyce. W różnych epokach historycznych panowały różne poglądy na temat natury czasu i przestrzeni. Można na ich podstawie wyróżnić następujące modele czasoprzestrzeni.

W. Kopczyński, A. Trautman *Czasoprzestrzeń i grawitacja*, Warszawa 1984;

B.F. Schutz *Wstęp do ogólnej teorii względności*, Warszawa 1995;

Wojciech Kopczyński

Czasoprzestrzeń. Fizyka starożytna (czasoprzestrzeń Arystotelesa)

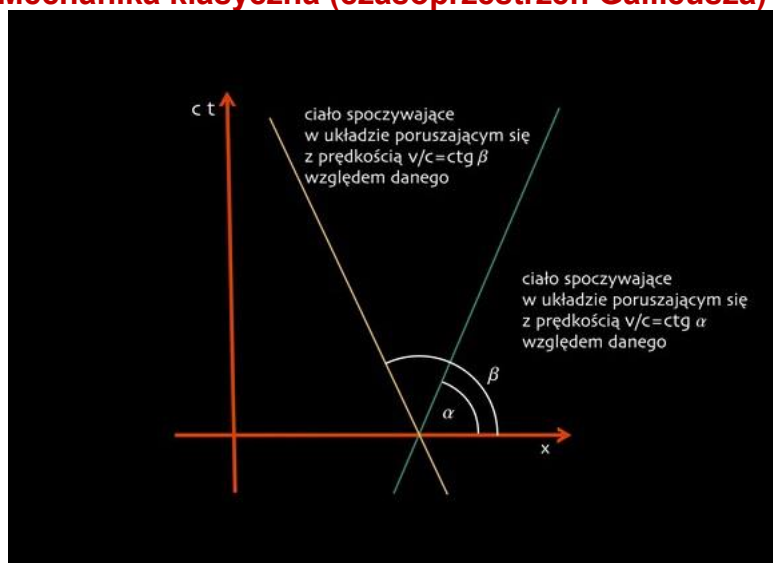


W poglądach Arystotelesa zasadniczą rolę odgrywa istnienie wyróżnionego układu odniesienia związanego z Ziemią; ciała spoczywające w tym układzie spoczywają absolutnie.

Ponadto przyjmuje się, że istnieje absolutna równoczesność zdarzeń. Zdarzenia należące do historii absolutnie spoczywających punktów materialnych, czyli linii światła absolutnego spoczynku są w czasoprzestrzeni wzajemnie równoległymi prostymi. Natomiast zdarzenia absolutnie równoczesne tworzą w czasoprzestrzeni wzajemnie równoległe hiperpłaszczyzny. Każdemu zdarzeniu p można więc jednoznacznie przypisać chwilę zajścia t i położenie w przestrzeni (tj. położenie w układzie związanym z Ziemią), opisane np. 3 współrzędnymi kartezjańskimi x, y, z . Istnieje więc czas absolutny, będący 1-wymiarową przestrzenią euklidesową i istnieje przestrzeń absolutna, będąca 3-wymiarową przestrzenią euklidesową.

Wojciech Kopczyński

Czasoprzestrzeń. Mechanika klasyczna (czasoprzestrzeń Galileusza)



W mechanice klasycznej istnieje cała klasa wyróżnionych układów odniesienia, zw. inercjalnymi; są to takie układy, względem których ruchy swobodne odbywają się prostoliniowo i jednostajnie. Prawa mechaniki nie pozwalają wyróżnić żadnego spośród układów inercjalnych. Spostrzeżenie to, podniesione do rangi postulatu, nazywa się **zasadą względności Galileusza**.

Zatem, z punktu widzenia mechaniki klasycznej, absolutny spoczynek, a więc i przestrzeń absolutna nie powinny istnieć, istnieje zaś, tak jak w czasoprzestrzeni Arystotelesa, czas absolutny. Współrzędne czasoprzestrzenne w układach inercjalnych $U(t, x, y, z)$ i $U'(t', x', y', z')$ są związane przekształceniem Galileusza (z którego wynika równość $t = t'$).

Na przekór stworzonej przez siebie mechanice, I. Newton utrzymywał, że przestrzeń absolutna istnieje i — stawiając opór próbom wyprowadzenia ciała ze stanu ruchu prostoliniowego i jednostajnego — stanowi przyczynę zjawiska bezwładności.

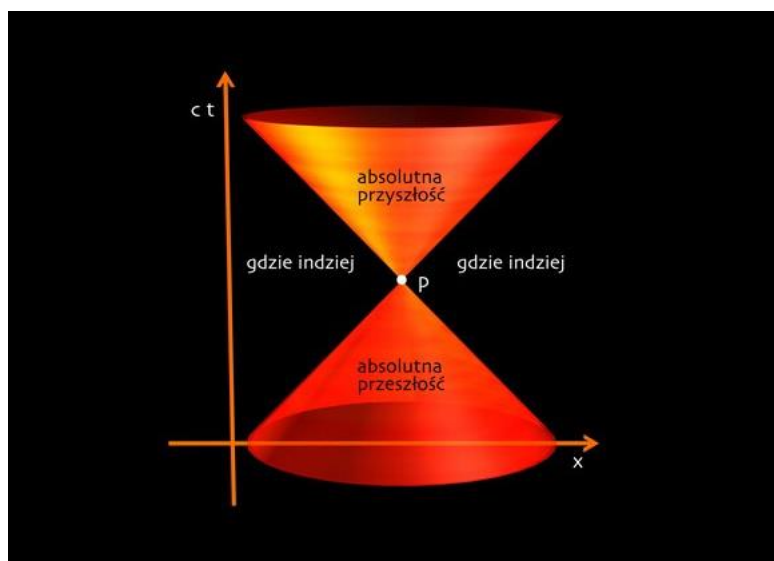
W owym czasie — po przyjęciu teorii M. Kopernika — nie można już było uznać Ziemi za układ absolutnego spoczynku. Dla Newtona absolutny spoczynek to spoczynek względem środka masy Układu Słonecznego; późniejsi zwolennicy jego poglądu utożsamiali układ bezwzględniego spoczynku z układem tzw. „gwiazd stałych”.

Pogląd Newtona był wielokrotnie przedmiotem krytyki ze strony filozofów i fizyków (G. Berkeley, G.W. Leibnitz, Ch. Huyghens, E. Mach). Najmocniejszym argumentem za istnieniem przestrzeni absolutnej wydawała się początkowo elektrodynamika Maxwella, złączona przez jej twórcę z koncepcją eteru. Wyróżniony układ odniesienia, zw. układem eteru, miał być jedynym układem, w którym prędkość światła wynosi c . Liczne doświadczenia, z których pierwszym było doświadczenie Michelsona–Morleya, nie wykazały zależności prędkości światła od układu, w którym się tę prędkość mierzy.

W tej sytuacji A. Einstein 1905 wysunął postulat, że podstawowe prawa przyrody (nie tylko prawa mechaniki) nie wyróżniają żadnego spośród inercjalnych układów odniesienia (**zasada względności Einsteina**). Postulat ten stał się podstawą szczególnej teorii względności i jest obecnie uznawany za podstawową zasadę metodologiczną fizyki.

Wojciech Kopczyński

Czasoprzestrzeń. Szczególna teoria względności (czasoprzestrzeń Minkowskiego)



W tej czasoprzestrzeni ani czas, ani przestrzeń nie są absolutne. Elementem absolutnym jest natomiast tzw. interwał czasoprzestrzenny Δs^2 między dwoma zdarzeniami p_1 i p_2 , mającymi w pewnym inercjalnym układzie odniesienia współrzędne (t_1, x_1, y_1, z_1) i (t_2, x_2, y_2, z_2) :

$$\Delta s^2 = c^2(t_2 - t_1)^2 - (x_2 - x_1)^2 - (y_2 - y_1)^2 - (z_2 - z_1)^2.$$

Interwał ten ma wiele cech wspólnych z odległością w przestrzeni euklidesowej, ale w odróżnieniu od niej może przyjmować wartości ujemne; dlatego przestrzeń Minkowskiego nazywa się przestrzenią pseudoeuklidesową.

Gdy $\Delta s^2 > 0$ to zdarzenia p^1, p^2 są w relacji czasowej, tzn. zaszły w różnym czasie i istnieje układ odniesienia, względem którego zaszły w tym samym miejscu.

Gdy $\Delta s^2 < 0$ — zdarzenia p_1, p_2 są w relacji przestrzennej, tzn. zaszły w różnych miejscach i istnieje układ odniesienia, względem którego zaszły w tym samym czasie.

W przypadku granicznym, gdy $\Delta s^2 = 0$, mówi się, że zdarzenia p_1, p_2 są w relacji zerowej.

Jeśli zdarzenia p_1, p_2 są w relacji czasowej, to wielkość $\Delta s/c$ ma znaczenie czasu odmierzanego między tymi zdarzeniami przez swobodnie poruszający się zegar. Zdarzenia pozostające w relacji zerowej z danym zdarzeniem p tworzą tzw. stożek świetlny — tworzące tego stożka stanowią linie świata promieni świetlnych przechodzące przez p .

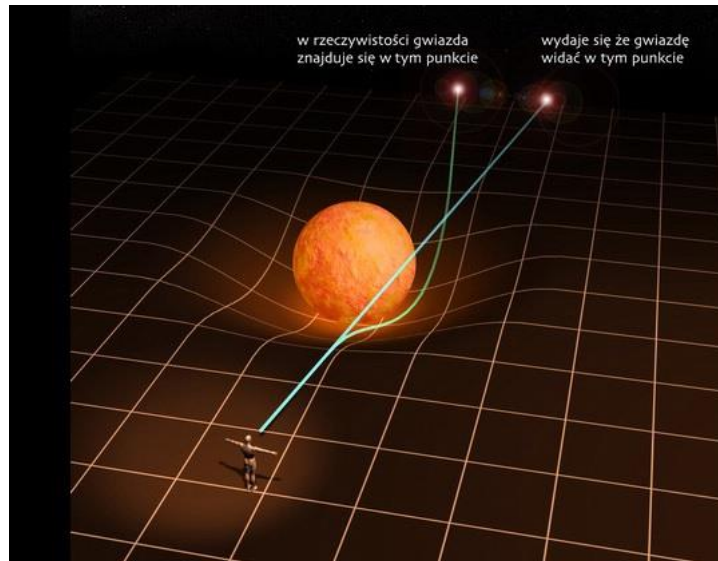
Zdarzenia będące w relacjach zerowej i czasowej względem p rozpadają się na 2 rozłączne obszary, z których pierwszy nazywa się przyszłością a drugi przeszłością zdarzenia p ; tylko zdarzenia należące do przeszłości i przyszłości zdarzenia p można połączyć z p linią świata cząstki poruszającej się z prędkością nie przekraczającą

prędkości światła i tylko te zdarzenia mogą być związane przyczynowo ze zdarzeniem p .

Zdarzenia będące w relacji przestrzennej względem p nie mogą być związane przyczynowo z p ; tworzą one obszar zw. „gdzie indziej”. Współrzędne czasoprzestrzenne w układach inercjalnych $U(t, x, y, z)$ i $U'(t', x', y', z')$ są związane przekształceniami Lorentza.

Wojciech Kopczyński

Czasoprzestrzeń. Ogólna teoria względności



Klasa inercjalnych układów odniesienia zostaje zastąpiona przez klasę lokalnych układów swobodnie spadających w pewnym polu grawitacyjnym. W układach tych różniczka interwału czasoprzestrzennego, której ogólna postać wyraża się wzorem $\Delta s^2 = g_{mn} dx^m dx^n$ przybiera w lokalnym przybliżeniu postać znaną ze szczególnej teorii względności. W powyższym wzorze współczynniki g_{mn} tworzą tzw. tensor metryczny (w zapisie powyższym zakłada się sumowanie po powtarzających się wskaźnikach m, n numerujących współrzędne czasoprzestrzenne).

Prawa fizyki obowiązujące w szczególnej teorii względności mają w czasoprzestrzeni ogólnej teorii względności znaczenie lokalne. Miarą odstępstwa danej czasoprzestrzeni od czasoprzestrzeni Minkowskiego, a zarazem miarą pola grawitacyjnego jest tensor krzywizny zbudowany z drugich pochodnych tensora metrycznego. Tensor metryczny jest związany z rozkładem i ruchem materii za pośrednictwem równań Einsteina (gravitacja). Różne rozkłady materii prowadzą więc do różnorodnych form tensora metrycznego, dlatego nie ma w ogólnej teorii względności jednego określonego modelu czasoprzestrzeni.

Najważniejszymi przykładami czasoprzestrzeni fizyki współczesnej, oprócz czasoprzestrzeni Minkowskiego, są: czasoprzestrzeń Schwarzschilda, opisująca stosunki czasowe i przestrzenne oraz pole grawitacyjne na zewnątrz sferycznie symetrycznej gwiazdy, oraz światy Friedmanna, opisujące czasoprzestrzeń w skali kosmologicznej.

W. Kopczyński, A. Trautman *Czasoprzestrzeń i grawitacja*, Warszawa 1984;

B.F. Schutz *Wstęp do ogólnej teorii względności*, Warszawa 1995;
Wojciech Kopczyński

czasu rachuba, systemy mierzenia czasu na podstawie okresowych zjawisk astronomicznych i fizycznych; jednostki czasu: doba i rok związane są z ruchem obrotowym i obiegowym Ziemi; w celu wyznaczania i przekazywania czasu zorganizowano międzynarodową sieć obserwatoriów astronomicznych, laboratoriów fizycznych i urzędzeń nadawczych (tzw. służba czasu).

**

Cząsteczka

Cząsteczka (molekuła, drobina) to najmniejsza trwała część substancji zachowująca właściwości chemiczne tej substancji; może być jednoatomowa lub składać się z większej liczby atomów połączonych wiązaniami chemicznymi. Najprostsze cząsteczki, np. helu i in. gazów szlachetnych, są jednoatomowe; cząsteczki innych pierwiastków gazowych, jak: tlen, azot, wodór czy chlor, są dwuatomowe: O₂, N₂, H₂, Cl₂; cząsteczka wody H₂O jest trójatomowa i składa się z 2 rodzajów atomów, a cząsteczka alkoholu metylowego CH₃OH — sześćoatomowa i składa się z 3 rodzajów atomów; cząsteczki naturalnych biopolimerów, takich jak białka czy kwasy nukleinowe, a także cząsteczki syntetycznych polimerów składają się z setek tys. atomów.

Cząsteczki zbudowane z jednego rodzaju atomów nazywa się **cząsteczkami homojądrowymi**, z różnych — **cząsteczkami heterojądrowymi**.

Ustalenie z jakich i z ilu atomów składa się dana cząsteczka, pozwalające określić jej sumaryczny wzór chemiczny, wymaga przeprowadzenia analizy elementarnej i wyznaczenia masy cząsteczkowej (sama analiza elementarna dostarcza tylko informacji o proporcji w jakiej występują poszczególne pierwiastki). Najdokładniejsze wartości mas cząsteczkowych uzyskuje się, wykorzystując spektrometrię mas. W niektórych przypadkach, np. podczas oznaczania mas cząsteczkowych polimerów, muszą być stosowane metody pośrednie (m.in. wykorzystujące pomiar prężności par roztworów, lepkości, szybkości sedymentacji).

Lucjan Sobczyk

**

cząstka alfa, cząstka α , jądro atomu helu o liczbie masowej $A = 4$, tj. ⁴He; składa się z dwóch protonów i dwóch neutronów; jest najsilniej związanym (a więc szczególnie trwałym) jądrem wśród jąder najlżejszych; jej energia wiązania wynosi $E_\alpha = 28,29$ MeV, zaś energia wiązania przypadająca na jeden nukleon $E_\alpha/A \approx 7,07$ MeV; spin i moment magnet. cząstki α są równe zeru; cz.a. są często emitowane przez inne jądra, szczególnie jądra ciężkie (rozpad promieniotwórczy); za pomocą cz.a. emitowanych przez naturalne pierwiastki promieniotwórcze, E. Rutherford przeprowadził 1919 pierwszą reakcję jądrową; cz.a. są nadal często stosowanymi pociskami wywołującymi reakcje jądrowe.

**

cząstki elementarne, obiekty, których istnienie i wzajemne oddziaływanie pozwala wyjaśnić formy występowania i zachowania się materii. Lista cząstek i oddziaływań uważanych za elementarne zmienia się w miarę postępu wiedzy o strukturze i organizacji materii. Obecnie do cząstek elementarnych zalicza się: **leptony**, kwarki

oraz bozony pośredniczące w oddziaływaniach; cząstki te traktuje się jako obiekty nie mające struktury wewnętrznej (**cząstki fundamentalne**). W szerszym znaczeniu cząstkami elementarnymi nazywa się, ze względów historycznych, również hadrony (m.in. proton, neutron, mezony, hiperony) — cząstek takich jest kilkaset. Każdej cząstce odpowiada antycząstka o takiej samej masie i czasie życia, a różniąca się od niej znakiem ładunku elektrycznego i innych addytywnych liczb kwantowych.

W zakresie energii dostępnej obecnie badaniom, oddziaływania cząstek elementarnych dzieli się na: grawitacyjne, elektromagnetyczne, słabe (oddziaływania elektromagnetyczne i słabe są opisywane w ramach jednolitej teorii, jako oddziaływania elektroslabe) i silne. Oddziaływania grawitacyjne i elektromagnetyczne mają zasięg nieskończony; są to tzw. **oddziaływania długozasięgowe**. Oddziaływania słabe i silne należą do **oddziaływań krótkozasięgowych**, o zasięgu odpowiednio rzędu 10^{-18} m i 10^{-15} m. Moc oddziaływania charakteryzuje bezwymiarowa stała sprzężenia; największą stałą sprzężenia mają oddziaływania silne (stąd nazwa), a najmniejszą — oddziaływania grawitacyjne, którym podlegają wszystkie cząstki elementarne.

Cząstki elementarne dzieli się ze względu na spin (spin jest wyrażany w jednostkach \hbar , gdzie $\hbar = h/2\pi$, a h — stała Plancka) na fermiony (spin półkowy) i bozony (spin całkowity). Cząstki fundamentalne do tej pory zaobserwowane to leptony — elektron (e^-), mion (μ^-), taon (τ^-) (spin 1/2; zdolne tylko do oddziaływań elektroslabych) i odpowiadające im neutrino — neutrino elektronowe ν_e (powstające w rozpadzie β), neutrino mionowe ν_μ i neutrino taonowe ν_τ , kwarki — u, d, c, s, t, b (spin 1/2; zdolne do oddziaływań silnych i elektroslabych) oraz bozony pośredniczące (spin 1; 8 gluonów pośredniczących w oddziaływaniach silnych, bozony W^+ , W^- , Z^0 i foton pośredniczące w oddziaływaniach elektroslabych). Do bozonów pośredniczących należy też hipotetyczna cząstka przenosząca oddziaływanie grawitacyjne — grawiton (spin 2). Masy cząstek elementarnych (oprócz bezmasowych gluonów, fotonu, i grawitonu) są zawarte między ułamkiem eV (neutrino), a 174 GeV (kwark t). Do cząstek elementarnych zalicza się również dotąd nieodkrytą cząstkę Higgsa (o spinie 0).

Do cząstek elementarnych (ale nie fundamentalnych) zalicza się też cząstki złożone oddziałujące silnie, czyli hadrony, które dzielą się na mezony o spinie całkowitym (złożone z kwarku i antykwarku) oraz bariony o spinie półkowym (złożone z 3 kwarków).

Źródłem informacji o cząstkach elementarnych jest badanie zderzeń cząstek elementarnych przy wysokich energiach. Źródłem wysokoenergetycznych cząstek są akceleratory cząstek naładowanych oraz promieniowanie kosmiczne. Głównymi ośrodkami badań cząstek elementarnych rozporządzającymi akceleratorami o najwyższych energiach są: Fermi National Accelerator Laboratory w Batavii (USA), Europejskie Centrum Badań Jądrowych (CERN) w Genewie, Ośrodek Badań Jądrowych w Sierpuchowie, Deutsches Elektronen-Synchrotron (DESY) w Hamburgu oraz Stanford Linear Accelerator Center (SLAC) w Stanford. Pierwszą odkrytą cząstką elementarną był elektron (J.J. Thomson, 1897); do 1932 jedynymi znanymi cząstkami elementarnymi, oprócz elektronu, były foton i proton. Od 1932, kiedy został odkryty neutron (J. Chadwick) i pozyton (C.D. Anderson), datuje się szybki

rozwój badań nad cząstkami elementarnymi, a w jego następstwie — odkrycie mezonów, hiperonów, neutrin i wielu **antycząstek**.

D.H. Perkins *Wstęp do fizyki wysokich energii*, Warszawa 1989;

S. Weinberg *Sen o teorii ostatecznej*, Warszawa 1994;

E. Skrzypczak, Z. Szepliński *Wstęp do fizyki jądra atomowego i cząstek elementarnych*, Warszawa 1995.

**

Cząstki lekkie: foton, neutrino, grawitino

Istotnym elementem struktury świata są cząstki lekkie. Foton ma masę = 0 i odgrywa ogromną rolę, przenosząc oddziaływania elektromagnetyczne. Taką samą masę ma grawiton, ale jego oddziaływania z materią stają się silne dopiero na poziomie Plancka. Dlatego do tej pory grawiton nie został zaobserwowany.

Neutrino (znamy trzy rodzaje) do niedawna uważano za cząstki o masie = 0, teraz wiemy, że mają masę, bardzo jednak małą. Oddziaływania neutrin są słabe, ale potrafimy je obserwować.

Możliwe, że istnieją także inne bardzo lekkie (lub o masie = 0) cząstki, których nie odkryto ze względu na słabość oddziaływań. Ich istnienie przewidują niektóre teorie odnoszące się do omawianych poziomów, także tych odpowiadających wielkim energiom. Na przykład grawitino, supersymetryczny odpowiednik grawitonu, zgodnie z niektórymi modelami może być cząstką lekką. Gdyby takie cząstki dało się zaobserwować, dałoby to informację o tym, co zachodzi w niedostępnym dla nas obszarze energii.

Andrzej Czechowski

**

Cząstki „prawdziwie” elementarne

Cząstki „prawdziwie” elementarne

Leptony

Nazwa	Symbol	Masa (MeV)	Średni czas życia (s)	Ładunek elektryczny
neutrino elektronowe	ν_e	$< 7,3 \cdot 10^{-6}$	trwały	0
elektron	e	0,511	trwały	-1
neutrino mionowe	ν_μ	< 0,25	trwały	0
mion	μ	105,66	$2,197 \cdot 10^{-6}$	-1
neutrino tau	ν_τ	< 70	trwały	0
tau	τ	1784,1	$3,1 \cdot 10^{-13}$	-1

Kwarki

Nazwa	Symbol	Masa (MeV)	Ładunek elektryczny
up (górn)	u	310	$\frac{2}{3}$
down (dół)	d	310	$-\frac{1}{3}$
charm (powab)	c	1500	$\frac{2}{3}$
strange (dziwny)	s	505	$-\frac{1}{3}$

top (wierzch)	t	ok. $1,7 \cdot 10^5$ (hipotetyczny)	$2/3$
bottom (dno)	b	5000	$-1/3$

Bozony pośredniczące w oddziaływaniach

Nośnik oddziaływania	Oddziaływanie	Zasięg	Względne natężenia oddziaływania	Masa (GeV)	Ładunek elektryczny
grawiton (hipotetyczny)	grawitacyjne	nieskończony	10^{-38}	0	0
foton	elektromagnetyczne	nieskończony	10^{-2}	0	0
bozony pośredniczące	W^+	poniżej 10^{-18} m	10^{-5}	80,2	+1
	W^- słabe			80,2	-1
	Z^0			91,2	0
8 gluonów (pośrednie dowody istnienia)	silne	poniżej 10^{-15} m	1		0

**

czzerwony nadolbrzym, gwiazda, wyodrębniana z nadolbrzymów, charakteryzująca się niską temp. powierzchni (3–4 tys. K).

**

czzerwony olbrzym, gwiazda, wyodrębniana z olbrzymów, charakteryzująca się niską temperaturą powierzchni (2–3 tys. K).

**

Czwartorzęd. Kontynenty, oceany i klimat

W czwartorzędzie ostatecznie ukształtował się współczesny rozkład kontynentów i oceanów wraz ze współczesnym rozkładem płyt litosfery. Zasadniczym zmianom ulegał natomiast klimat. Już w pliocenie klimat stopniowo ochładzał się. W końcu pliocenu w Europie nastąpiło rozprzestrzenienie strefy tundrowej. Powiększała się pokrywa lodowa Grenlandii. Ochłodzenie postępowało w preplejstocenie, prowadząc do powstania okresów chłodnych. Jednak dopiero w plejstocenie doszło do rozwoju zlodowaceń kontynentalnych na średnich szerokościach geograficznych w Europie, Azji i w Ameryce Północnej. Wielokrotnie następowały okresy rozwoju pokryw lodowych, przeplatane okresami ich całkowitego zaniku. Geneza zlodowaceń plejstoceńskich nie jest do końca wyjaśniona. Większość hipotez wiąże rozwój i zanik lądolodów plejstoceńskich z cyklicznością promieniowania słonecznego i okresowymi zmianami ilości ciepła dostarczanego za pośrednictwem promieni słonecznych na Ziemię.

W okresach rozwoju pokryw lodowych (glacjalach) bywały również okresy chłodniejsze (stadiały) i cieplejsze (interstadiały). W obrębie stadiałów wyróżnia się jeszcze glacyfazy i interglacyfazy. W interstadiałach lądolody cofały się, ale nie topniały całkowicie.

Z końcem plejstocenu nastąpiła recesja lądolodów kontynentalnych na półkuli północnej. Zachowały się one wyłącznie na Grenlandii i wyspach Archipelagu Arktycznego.

Topnienie lądolodów ostatniego zlodowacenia spowodowało znaczne podniesienie się poziomu Oceanu Światowego. W rezultacie wiele obszarów lądowych znalazło się pod wodą, a część jezior połączyła się z otwartymi morzami. Tak stało się z Morzem Czarnym, które jeszcze około 10 tys. lat temu stanowiło największy w świecie akwen wody słodkiej. Podniesienie się poziomu Morza Śródziemnego przyczyniło się to tego, że około 7500 lat temu jego słone wody przelały się przez wąski przesmyk do ówczesnego jeziora, którego tafla wody leżała około 150 m poniżej poziomu wód ówczesnego Morza Śródziemnego.

Zlodowacenia plejstoceniowe. Chronologia i następstwo zlodowaceń plejstoceniowych w Europie nie są jednoznacznie ustalone. W preplejstocenie klimat stopniowo się ochładzał, a pierwsze zlodowacenie nastąpiło na początku plejstocenu, około 900 tys. lat temu.

W trakcie poszczególnych zlodowaceń zmienił się zasięg lądolodów na całej półkuli północnej, w tym i na obszarze Polski. Największy zasięg miał lądolód w trakcie **zlodowaceń południowopolskich** (zlodowacenia Sanu), kiedy oparł się on o Karpaty i Sudety.

Zmianom klimatycznym na średnich i wysokich szerokościach geograficznych towarzyszyły też zmiany klimatyczne w strefie zwrotnikowej. W trakcie glacjałów na obszarach zwrotnikowych półkuli północnej następowały intensywne opady — okresy te nazywamy pluwiałami. Powodowały one, że na obszarach dzisiejszych pustyń zwrotnikowych panował w czasie pluwiałów klimat łagodny i wilgotny, który zmienił się na suchy w czasie interpluwiałów (odpowiadających interglacjałom na wyższych szerokościach geograficznych). Przyczyną odmiennego od obecnego klimatu w plejstocenie na obszarach zwrotnikowych była globalna zmiana cyrkulacji atmosferycznej.

Powstanie potężnych pokryw lodowych na kontynentach półkuli północnej spowodowało obniżenie się poziomu oceanu światowego co najmniej o kilkadziesiąt metrów, a w czasie niektórych zlodowaceń — nawet o ponad 100 metrów. Dzięki temu wielkie obszary szelfów w czasie glacjałów stawały się lądem. Stąd też na wielu szelfach spotyka się kopalne doliny rzeczne.

Centrami powstawania pokryw lodowych w Europie były Półwysep Skandynawski, Wyspy Brytyjskie, Szetlandy, Morze Barentsa. Stamtąd lądolody transgredowały we wszystkich kierunkach, lecz przede wszystkim na południe. W czasie glacjałów na obszarach wysokogórskich rozwijały się lodowce górskie (Alpy, Karpaty, Sudety, Pireneje, Góry Betyckie, Wogezy), a linia wiecznych śniegów znajdowała się znacznie niżej niż dzisiaj.

Historia Bałtyku. Powstanie Bałtyku związane jest z deglacją lądolodu ostatniego zlodowacenia (zlodowacenie Wisły). Wody z topniejącego lądolodu, który pozostał tylko na obszarze Skandynawii, gromadziły się w zagłębieniu przed czołem lądolodu, tworząc około 12 tys. lat temu system jezior zaporowych, zwany **Bałtyckim Jeziorem Lodowym**. Poziom wód jeziora był o około 30 metrów wyższy niż Morza Północnego i Morza Białego. Dalsza recesja lądolodu ku północy była przyczyną odpływu wód jeziora do Morza Białego i Morza Północnego. Poziom wód jeziora wyrównał się z poziomem oceanu światowego i do zbiornika zaczęły napływać wody

morskie. Powstało dzięki temu Morze Yoldiowe (od małża *Yoldia arctica*), które miało połączenie z Morzem Północnym. Nastąpiło to około 10 tys. lat temu. Po upływie około 1000 lat, wskutek podniesienia się obszaru cieśnin duńskich, połączenie Morza Yoldiowego z Morzem Północnym zostało przerwane — powstało Jezioro Ancylusowe (od ślimaka *Ancylus fluviatilis*). Bardzo szybko poziom jeziora przewyższył poziom wód oceanu wskutek napływu wód z topniejącego lądolodu i izostatycznego wypiętrzania Skandynawii. Wody z jeziora odpływały rzekami w kierunku Morza Północnego. Około 8000 lat temu wody Morza Północnego zaczęły przenikać do Jeziora Ancylusowego. Było to następstwem podniesienia się poziomu oceanu światowego. Wody jeziora stawały się stopniowo coraz bardziej słone — rozpoczęło się następne stadium rozwoju Bałtyku — Morze Litorynowe (od ślimaka *Littorina littorea*). Stadium to skończyło się około 4000 lat temu. Ruchy tektoniczne w rejonie cieśnin duńskich spowodowały zmniejszenie dopływu wód słonych do Bałtyku, który stał się zbiornikiem słonawowodnym. Od tego czasu datuje się współczesny etap rozwoju Bałtyku, zwanego **Morzem Mya** (od małża *Mya arenaria*). Zasięg Morza Litorynowego był większy od zasięgu współczesnego Bałtyku, co związane jest z dalszym dźwigniem się obszaru Skandynawii.

Charakterystyka osadów. Znaczne wahania klimatyczne, transgresje i recesje lądolodów spowodowały powstawanie specyficznych osadów na obszarach objętych zlodowaceniami i na przedpolu lądolodów. Sedymentacja w glaciałach i interglaciałach różniła się zdecydowanie. Lodowce pozostawiły po sobie na znacznych obszarach gliny zwałowe, a zasięgi lądolodów w poszczególnych glaciałach wyznaczają ciągi moren czołowych. Najbardziej czytelne są moreny ostatniego zlodowacenia. Analiza składu petrograficznego żwirów, otoczków i głazów narzutowych występujących w glinach zwałowych pozwala na odtworzenie kierunku ruchu lądolodów.

Sedymentacji osadów morenowych (gliny zwałowe) towarzyszyła sedymentacja piaszczysto-żwirowa, zachodząca zarówno na obszarach zajętych przez lądolód (kemy, ozy), jak i na jego przedpolu (sandry). Wody wypływające z topniejącego lądolodu, łączące się z wodami rzek płynącymi na jego przedpolu, rozwinęły potężne pradoliny i splotywały nimi ku zachodowi.

Kiedy u czoła lądolodów następowało zatamowanie odpływu wód, powstawały wielkie zastoiska, w których tworzyły się osady piaszczyste, mułowe, lub ilaste. Charakterystycznym osadem jezior zastoiskowych są ropy warwowe.

Ze zlodowaceniami związane są również europejskie lessy. Są one rezultatem wywiewania drobnego materiału okrucowego z przedpola lądolodu i osadzania go kilkadziesiąt, a nawet kilkaset kilometrów przed czołem lądolodu. Miąższość lessów dochodzi w Europie do kilkudziesięciu metrów.

Z okresami cieplejszymi (interglacjami, interstadiami) plejstocenu, a także z holocenem związane są różnorodne osady rzeczne, jeziorne i bagienne, często zawierające torfy.

Włodzimierz Mizerski

„D”

d, oznaczenie jednostki czasu, → [doba](#).

**

Daktyl



astr. naturalny satelita planetoidy Idy; odkryty na zdjęciu wykonanym 1993 z sondy kosm. Galileo, gdy znajdował się w odległości ok. 85 km od planetoidy; ma średnicę ok. 1,5 km, a na jego powierzchni dostrzeżono krateru uderzeniowe; z dostępnych danych nie zdołano wiarygodnie wyznaczyć okresu obiegu ani parametrów opisujących tor, po którym okrąża Idę; jest pierwszym bezpośrednio zaobserwowanym satelitą planetoidy.

**

Däniken [dęniken] ERICH **von**, ur. 14 IV 1935, Zofingen, pisarz szwajcarski, tworzący w języku niemieckim; eseje lansujące tezę o powstaniu i rozwoju cywilizacji ludzkiej z inspiracji przybyszów z kosmosu; *Wspomnienia z przyszłości* (1968, wyd. pol. 1974), *Oto mój świat* (1973, wyd. pol. 1976), *Objawienia* (1974, wyd. pol. 1985), *Czy się myliłem* (1985, wyd. pol. 1991), *Wszyscy jesteśmy dziećmi bogów* (1987, wyd. pol. 1991), *Kosmiczne miasta w epoce kamiennej* (1991, wyd. pol. 1992).

**

Danjon [dãżã] ANDRÉ, ur. 6 IV 1890, Caen, zm. 21 IV 1967, Suresnes, astronom francuski; 1930–45 dyr. obserwatorium astr. w Strasburgu, od 1945 — obserwatorium w Paryżu, profesor astronomii na uniw. tamże; od 1954 dyr. Inst. Astrofizyki w Paryżu; prowadził obserwacje gwiazd podwójnych i planet, projektował instrumenty astr., gł. do pomiarów astrometrycznych (astrolabium pryzmatyczne Danjona).

**

Darwin [dã:ˈuɪn] GEORGE HOWARD, ur. 9 VII 1845, Down (hrab. Kent), zm. 7 XII 1912, Cambridge, syn Charlesa Roberta, bryt. matematyk i astronom; 1883 profesor matematyki uniw. w Cambridge; od 1879 czł. Tow. Król. w Londynie; oprac. teorię

przyptywów oraz powstawania gwiazd podwójnych, zajmował się także geologią i geofizyką.

**

Davis [dɛɪwɪs] RAYMOND (mł.), ur. 14 X 1914, Waszyngton, zm. 31 V 2006, Nowy Jork, fizyk amer.; 1948–84 pracownik Brookhaven National Laboratory; od 1985 profesor University of Pennsylvania w Filadelfii; czł. Nar. Akad. Nauk w Waszyngtonie; badania w dziedzinie fizyki neutrin; eksperymentalnie potwierdził istnienie neutrin słonecznych, co było dowodem na pochodzenie energii Słońca z reakcji termojądr.; 2002 otrzymał Nagrodę Nobla (wspólnie z M. Koshibą, niezależnie od R. Giacconiego) za pionierski wkład do astrofizyki, w szczególności za detekcję neutrin słonecznych.

**

Dawida, piąta pod względem wielkości planetoida; promień 168 km, pół wielkości orbity 475,4 mln km, okres obiegu wokół Słońca 5,67 lat.

**

De revolutionibus orbium coelestium, *O obrotach sfer niebieskich*, główne dzieło M. Kopernika, złożone z 6 ksiąg, w którym wyłożył istotę **teorii heliocentrycznej**. Rękopis dzieła powstał prawdopodobnie 1515—30; jednakże dopiero 1541 Kopernik powierzył go w celu wydania drukiem **Retykowi**, który 1539 przybył do Fromborka, aby zapoznać się z teorią Kopernika. Wydanie pierwsze ukazało się w Norymberdze 1543; nad drukiem czuwał A. Osiander, który dokonał także wielu zmian, a nawet zamieścił własną anonimową przedmowę, przedstawiającą teorię Kopernika jako hipotezę. Wydanie drugie *De revolutionibus...* ukazało się 1566 w Bazylei, 3. — 1617 w Amsterdamie, 4. — 1854 w Warszawie (zawierało oprócz tekstu łacińskiego pierwsze polskie tłumaczenie dokonane przez J. Baranowskiego), wydanie 5. opublikowano w Toruniu 1873, 6. — 1949 w Monachium; 1953 w Warszawie ukazała się pierwsza księga *De revolutionibus...* w językach polskim i łacińskim. Rękopis znajduje się w Bibliotece Jagiellońskiej. W Warszawie wydano *De revolutionibus...* w związku z 500-leciem urodzin M. Kopernika w pięcioletniej edycji *Dzieł wszystkich*: w tomie 1. — faksymile rękopisu w wersji polskiej i angielskiej 1972, w wersji łacińskiej, francuskiej i rosyjskiej 1973; w tomie 2. — krytyczny tekst łaciński 1975, przekład polski 1976, angielski 1978 i rosyjski 1986.

Początkowo dzieło, dedykowane papieżowi Pawłowi III, wzbudziło pozytywne zainteresowanie hierarchii Kościoła, było też cytowane na uniwersytetach (protestanci odrzucili je natychmiast); jednak w związku z dużym wpływem, jaki wywarło na niektórych ówczesnych uczonych (np. G. Bruna, oskarżonego o herezję, Galileusza), zaczęto dostrzegać w nim niebezpieczeństwo dla panującego światopoglądu religijnego; spowodowało to umieszczenie dzieła na indeksie (*Index librorum prohibitorum*), skąd wycofano je 1757. W 1999 rękopis dzieła został wpisany na listę *Pamięć świata* UNESCO.

**

Deep Impact [di:p ɪmpäkt], sonda kosm. NASA, której celem jest zbadanie komety 9P/Tempel-1 (odkryta 1867, okres obiegu wokół Słońca 5,5 roku); start z Ziemi 12 I 2005 (wyniesiona w przestrzeń kosm. przez raketę Delta II); po osiągnięciu komety z sondy został wystrzelony pocisk o masie 370 kg, który 4 VII 2005 uderzył w jądro

komety (średnica ok. 6 km) z prędkością 10,2 km/s, co spowodowało wybite w jego powierzchni krateru o średnicy ok. 120 m i głęb. ok. 25 m; proces powstawania krateru i odsłoniętą materię podpowierzchniową śledziły i analizowały przyrządy pokładowe sondy przelatującej w tym czasie w odległości ok. 500 km od jądra, a zdjęcia i wyniki pomiarów zostały przekazane drogą radiową na Ziemię.

**

Deep Space [di:p speis] (DS), seria amer. misji kosm. wchodzących w skład programu NASA — New Millennium Program ['program nowego millenium'] — New Millennium Program ['program nowego millenium'], ukierunkowanego gł. na wypracowanie i przetestowanie nowoczesnych, zaawansowanych technik i technologii kosm. oraz rozwinięcie nowych rozwiązań koncepcyjnych przewidzianych do ich powszechnego zastosowania w statkach kosm. XXI w. (m.in. w celu umożliwienia szybszego docierania statków do odległych obszarów Układu Słonecznego i ciał tam się znajdujących, przy równoczesnym zmniejszeniu ryzyka niepowodzenia misji). Głównym celem misji DS 1 — pierwszego próbnika tej serii, wyniesionego w przestrzeń kosm. 24 X 1998 za pomocą rakiety Delta, było testowanie łącznie kilkunastu nowych technologii i instrumentów (m.in. ksenonowego silnika jonowego, autonomicznego systemu nawigacji, zintegrowanych układów opt.); po wykonaniu tych zadań próbnik został wykorzystany do badań nauk. obejmujących m.in. zbliżenie 29 VII 1999 na odległość ok. 26 km do planetoidy (9969) Braille (wcześniejsza jej nazwa 1992 KD); uwieńczeniem misji DS 1 miał być przelot próbnika w pobliżu komety Borelly'ego, który miał nastąpić IX 2001. DS 2 była przedsięwzięciem ściśle powiązaniem z misją próbnika Mars Polar Lander (start 3 I 1999) i obejmowała 2 miniaturowe próbki (mikropróbki) wyniesione wspólnie z Mars Polar Lander, których zadaniem (po oddzieleniu się ich od właściwego próbnika tuż przed jego lądowaniem na Marsie) było wbicie się w zewn. warstwy gruntu marsjańskiego, badanie i przekazywanie na Ziemię (przy wykorzystaniu krążącego wokół Marsa próbnika Mars Global Surveyor) informacji o właściwościach tegoż gruntu. Wobec utraty 3 XII 1999 kontaktu z próbnikiem Mars Polar Lander, tuż przed jego oczekiwanym lądowaniem na Marsie, także misja DS 2 nie spełniła zakładanych celów i zakończyła się niepowodzeniem.

**

deferent [łac. *defero* 'znoszę'], *astr.* w teorii geocentrycznej okrąg, po którym poruszał się środek epicyklu. (**epicykl** [gr.], mały okrąg, który wg staroż. teorii ruchu planet krążył wraz z unoszoną na nim planetą po obwodzie deferentu; geocentryczna teoria.)

**

Deimos, *astr.* księżyc Marsa; drugi, licząc wg rosnącej odległości od planety.

**

deklinacja [łac. *declinatio* 'odchylenie'], **zbczenie**, δ , *astr.* współrzędna astronomiczna w układzie równikowym, kąt między kierunkiem ku danemu obiektowi a płaszczyzną równika niebieskiego; punkt położony na północnej półkuli nieba ma deklinację dodatnią, na półkuli południowej — ujemną.

**

Delambre [dólã:br] JEAN BAPTISTE JOSEPH, ur. 19 IX 1749, Amiens, zm. 19 VIII 1822, Paryż, fr. astronom, matematyk, geodeta i metrolog; od 1807 profesor Collège de France; 1792–98 brał udział w pomiarach łuku południka paryskiego od Dunkierki do

Barcelony w celu ustalenia wzorca jednostki długości (metra); prace te były zarazem pierwszym nowoczesnym pomiarem elementów elipsoidy ziemskiej.

**

Delaunay [dölonę] CHARLES EUGÈNE, ur. 9 IV 1816, Lusigny-Aube, zm. 5 VIII 1872, Cherbourg, astronom francuski; profesor Sorbony i École Polytechnique w Paryżu; dyr. Obserwatorium Paryskiego; czł. Fr. Akad. Nauk; zajmował się gł. teorią ruchów Księżyca, także teorią przyływów i odpływów mor.; *Théorie de la Lune*.

**

Delfin, *Delphinus*, astr. mały gwiazdozbiór równikowy;

Umiejscowienie na niebie: gwiazdozbiór nieba północnego
Obszar gwiazdozbioru (w stopniach kwadratowych): 189

w Polsce widoczny latem i jesienią.

**

Dellingera zjawisko [z. delindżera], zaburzenie (czasem zupełny zanik) łączności radiowej między różnymi częściami świata, trwające ok. 15 s i występujące w czasie maks. rozbłysku słonecznego; spowodowane jonizacją ośrodka wywołaną silnym promieniowaniem nadfioletowym oraz rentgenowskim Słońca podczas rozbłysku.

**

Delta [deltǝ], amerykańska trójstopniowa rakieta nośna (ściślej — nazwa jej drugiego członu) służąca do wynoszenia w przestrzeń kosmiczną satelitów telekomunikacyjnych, naukowych, meteorologicznych, teledetekcyjnych i in., a także próbników kosmicznych; za pomocą systematycznie modyfikowanych wersji rakiety Delta do 2010 wyniesiono łącznie w przestrzeń kosmiczną ponad 300 statków kosmicznych, m.in. satelity o przeznaczeniu użytkowym serii: Tiros, Intelsat, Landsat, Explorer, Navstar (GPS), NOAA, satelity badawcze: SMM, Exosat, IUE, COS B, COBE, Rosat, EUVE, ACE, Polar, a także niektóre próbniki kosmiczne serii Pioneer oraz próbniki: Wind, NEAR, Mars Global Surveyor, Mars Pathfinder, Mars Climate Orbiter, Mars Polar Lander i Stardust.

**

Delta Scuti, gwiazda zmienna pulsująca w gwiazdozbiorze Tarczy.

Oznaczenie: δ Scuti

Rodzaj obiektu: gwiazda wielokrotna (najjaśniejszy składnik gwiazdy)

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; [Tarcza](#)

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: $18^{\text{h}} 42^{\text{m}} 16^{\text{s}}$ deklinacja: $-9^{\circ} 03' 190$ l.św. = 58 pc = 12 015 600 AU

Typ widmowy i klasa jasności: F2IIIp

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej:
 $+0,90^{\text{m}}$

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: $+4,70^{\text{m}}$ (wartość średnia)

Temperatura efektywna: temperatura składników układu lub gwiazdy pojedynczej: 7500 K

**

Dembowska, *astr.* planetoida pasa głównego o numerze katalogowym 349; odkryta 1892 (A.H.P. Charlois); nazwana na cześć astronoma H. Dembowskiego.

**

Dembowski HERKULES, ur. 12 I 1812, Mediolan, zm. 19 I 1881, Monte di Albizzate k. Varese, syn Jana, astronom wł., pochodzenia polskiego. D. po ukończeniu szkoły mor. w Wenecji (1829) służył w marynarce wojennej. Po dymisji 1843 osiadł w Neapolu, gdzie pod wpływem astronoma ks. A. Nobilego zaczął po amatorsku zajmować się astronomią. Założył w San Giorgio a Cremano (pod Neapolem) małe obserwatorium astr., w którym 1851 rozpoczął pomiary względnej odległości wielu gwiazd podwójnych, opierając się na nowej metodzie mierzenia kątów pozycyjnych. W 1858 D. przeniósł się do Gallarate (Lombardia), gdzie zał. nowe obserwatorium zaopatrzone w 7-calowy refraktor, za pomocą którego 1862–79 zmierzył prawie wszystkie znane wówczas gwiazdy podwójne, w tym wszystkie z katalogu dorpackiego F.G.W. Struvego i katalogu pułkowskiego O.W. Struvego; ogółem wykonał 18 tys. pomiarów. Za opublikowaną 1872 w „Astronomische Nachrichten” część swoich obserwacji otrzymał złoty medal Król. Tow. Astr. w Londynie. Po śmierci D., staraniem O.W. Struvego i G.V. Schiaparellego, zostały wyd. dzienniki obserwacyjne D. opatrzone jego przedmowami i przypisami — *Misure micrometriche di stelle doppie e multiple* (1883–84).

**

demiurg [gr. *dēmiourgós* ‘twórca’, ‘rzemieślnik’], *filoz.* boski, wieczny i dobry twórca świata zmysłowego, kształtujący go, wg doskonałego wzorca wiecznie istniejących idei, z odwiecznej, nieokreślonej materii; w średnim platonizmie demiurg był pojmowany jako druga, pośrednicząca i działająca przyczyna istnienia, niższa od nieruchomej, pierwszej zasady wszelkiego bytu; w gnostycyzmie utożsamiano go, z różnym od najwyższego Boga, stwórcą świata materialnego.

**

Demokryt z Abdera, Dēmókritos, ur. ok. 460, Abdera (Tracja), zm. ok. 370 p.n.e., tamże, filozof grecki; współtwórca (wraz z Leukipposem) atomizmu; naturę pojmował jako ciągły ruch materialnych, niepodzielnych i wiecznych cząstek (atomów), których połączenie daje w efekcie różnorodne ciała; zwolennik determinizmu, uważał, że konkretny ruch ma zawsze konkretną przyczynę; sformułował teoriopoznawczą koncepcję tzw. idoli, tj. „odbitek” (obrazów) form rzeczy przenikających do narządów zmysłowych i umożliwiających poznanie; przedstawiciel mimetycznej teorii sztuki (*mimesis*), do poglądów na kulturę wprowadził ideę rozwoju (jako realizacji potrzeb); uznawał więź społeczną za wynik potrzeby wzajemnej pomocy i obrony, a państwo — za efekt potrzeby harmonizowania sprzecznych interesów jednostek; głosił etyczny postulat zachowania umiaru; niemal cały dorobek naukowy Demokryta zaginął, ale poglądy jego wywarły wpływ na rozwój filozoficzny materializmu.

A. KROKIEWICZ *Etyka Demokryta i hedonizm Arystypa*, Warszawa 1960;

W.F. ASMUS *Demokryt*, Warszawa 1961.

**

Deneb, Arided, α *Cygni*, najjaśniejsza gwiazda w gwiazdozbiornie Łabędzia;

Oznaczenie: α *Cygni*

Rodzaj obiektu: gwiazda podwójna (jaśniejszy składnik gwiazdy)

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; [Łabędź](#)

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: $20^{\text{h}} 41^{\text{m}} 26^{\text{s}}$ deklinacja: $45^{\circ} 16' 3000$ l.św. = 920 pc = 189 720 000 AU (według innych pomiarów ok. 1000 lat świetlnych)

Typ widmowy i klasa jasności: A2Ia

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: -8,73^m

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: +1,25^m

Temperatura efektywna: temperatura składników układu lub gwiazdy pojedynczej: 9000 K

podwójna, jaśniejszy składnik ma jasność widomą 1,25^m; nieregularnie pulsujący nadolbrzym 30 tysięcy razy jaśniejszy od Słońca; odległa od Ziemi o ok. 1000 lat świetlnych.

**

Deneb Algiedi, δ *Capricornii*, najjaśniejsza gwiazda w gwiazdozbiornie Koziorożca;

Oznaczenie: δ *Capricornii*

Rodzaj obiektu: gwiazda podwójna (jaśniejszy składnik gwiazdy)

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; [Koziorożec](#)

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: $21^{\text{h}} 47^{\text{m}} 02^{\text{s}}$ deklinacja: $-16^{\circ} 08' 38,5$ l.św. = 12 pc = 2 434 740 AU

Typ widmowy i klasa jasności: A5 (według innych źródeł A7III)

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: +2,49^m

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: +2,87^m

Temperatura efektywna: temperatura składników układu lub gwiazdy pojedynczej: 8000 K

zmienna, podwójna, średnia jasność widoma 2,87^m; odległa od Ziemi o 38,5 lat świetlnych.

**

Deneb Kaitos, *astr.* → [Diphda](#).

**

Deneb Kaitos Shemali, ι *Ceti*, jasna gwiazda w gwiazdozbiornie Wieloryba;

Oznaczenie: ι *Ceti*

Rodzaj obiektu: gwiazda pojedyncza

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; [Wieloryb](#)

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: $0^{\text{h}} 19^{\text{m}} 26^{\text{s}}$ deklinacja: $-8^{\circ} 50' 290$ l.św. = 89 pc = 18 339 600 AU

Typ widmowy i klasa jasności: K2III

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: -
1,18^m

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy
pojedynczej: +3,56^m

Temperatura efektywna: układ: 4500 K

jasność widoma 3,56^m; jest olbrzymem 400 razy jaśniejszym od Słońca; odległość od Ziemi 290 lat świetlnych.

**

Denebola, β Leonis, gwiazda podwójna leżąca w gwiazdozbiornie Lwa;

Oznaczenie: β Leonis

Rodzaj obiektu: gwiazda podwójna (jaśniejszy składnik gwiazdy)

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; [Lew](#)

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: 11^h 49^m 04^s deklinacja: 14°
34' 36,2 l.św. = 11 pc = 2 289 288 AU

Typ widmowy i klasa jasności: A3V

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej:
+1,91^m

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy
pojedynczej: +2,14^m

Temperatura efektywna: temperatura składników układu lub gwiazdy
pojedynczej: 8700 K

jasność widoma 2,14^m, jest karłem 20 razy jaśniejszym od Słońca; odległa od Ziemi o 36,2 lat świetlnych.

**

Descartes [dekart] RENÉ , forma zlatynizowana **Renatus Cartesius, Kartezjusz**, ur. 31 III 1596, La Haye (ob. La Haye-Descartes, Turenia), zm. 11 II 1650, Sztokholm, francuski filozof, fizyk i matematyk; jeden z najbardziej rewolucyjnych umysłów XVII w., zwany ojcem filozofii nowożytnej. Urodził się w rodzinie drobnej szlachty w La Haye w pobliżu Tours. W 1604–12 uczył się w kolegium jezuickim w La Flèche. W 1616 ukończył studia prawnicze w Poitiers. Wykształcenie jakie otrzymał stanowiło mieszaninę esencjalizmu szkoły F. Suareza, nauk moralnych czerpanych z autorów starożytnych, skojarzonych z ideami chrześcijańskimi, wiadomości o współczesnych odkryciach fizyki i umiejętności w zakresie praktycznych zastosowań matematyki. Ta niejednorodność wiedzy stała się dlań impulsem poszukiwań jednego jej fundamentu. W 1618 zaciągnął się do armii w Niderlandach, a następnie do oddziałów Maksymiliana Bawarskiego i wziął udział w wojnie trzydziestoletniej. W 1622 porzucił żołnierską tułaczkę i po krótkiej podróży do Włoch i do rodzinnej Bretanii przez sześć lat mieszkał w Paryżu. Tam, dzięki M. Mersenne'owi, nawiązał liczne kontakty naukowe. Lata 1628–49 spędził w Holandii, gdzie w odosobnieniu — pozostając jedynie w żywszych kontaktach z księżniczką czeską Elżbietą — rozwinął swoją filozofię i zajął się szczegółowymi zagadnieniami naukowymi. Jesienią 1649 wyjechał do Sztokholmu na zaproszenie królowej szwedzkiej Krystyny. Nie wytrzymał jednak surowego klimatu północy i po kilku miesiącach zmarł.

Swe główne dzieła Descartes napisał w Holandii. W 1633 zakończył wielki traktat o świecie, zawierający wyniki jego badań przyrodniczych; jednak potępienie Galileusza przez inkwizycję rzymską wstrzymało go od publikacji; później (1637) ogłosił pewne części tego traktatu (*La dioptrique*, *Les météores*, *La géométrie*) poprzedzone wstępem metodologicznym pt. *Rozprawa o metodzie właściwego kierowania rozumem i poszukiwania prawdy w naukach* (wydanie polskie 1970), który stał się najsłynniejszym jego dziełem. W latach następnych ukazały się dalsze pisma: *Medytacje o pierwszej filozofii* (1641, wydanie polskie 1958), *Zasady filozofii* (1644, wydanie polskie 1960), *Namiętności duszy* (1648, wydanie polskie 1958). Po śmierci opublikowano m.in. *Opuscula posthuma* (1701), a wśród nich *Prawidła kierowania umysłem*, napisane 1630 (wydanie polskie 1958). W rozwoju myśli Descartes'a można wyróżnić dwa okresy: do 1637 (wydanie *Rozprawy o metodzie*) prezentował on zasadniczo naukową postawę, później (*Medytacje...*) szukał metafizycznych podstaw dla nauki.

Pierwszy okres poświęcił w dużej mierze matematyce i fizyce. Dorobek Descartes'a w dziedzinie matematyki jest zawarty w traktacie *La géométrie* (1637). Descartes podał tam opis metody współrzędnych (kartezjański układ współrzędnych), dzięki czemu jest uważany za twórcę geometrii analitycznej. Badania geometrycznej własności krzywych metodami algebraicznymi przyczyniły się także do powstania rachunku różniczkowego i całkowego. Descartes wprowadził wiele używanych do dziś symboli matematycznych, a także zapoczątkował badania nad równaniami algebraicznymi. Badania Descartes'a w zakresie fizyki dotyczyły głównie mechaniki i optyki. Wprowadził pojęcie pędu („siły” ruchu), sformułował zasadę zachowania pędu, którą jednak objaśniał niewłaściwie nie uwzględniając, że pęd jest wielkością wektorową. Wysunął przypuszczenie, że ciśnienie atmosferyczne zmniejsza się wraz ze wzrostem wysokości. Niezależnie od W. Snella van Royena sformułował prawo załamania światła (1638) oraz przedstawił ideę eteru jako nośnika światła; objaśnił również zjawisko tęczy. Opracował mechanistyczne podstawy biologii (zwierzęta to automaty). W dziele *Zasady filozofii* podjął próby wyjaśnienia ruchu ciał niebieskich we wszechświecie, wysuwając tzw. teorię wirów.

W tym samym okresie (1630) sformułował też, mającą w istocie naukowe znaczenie, teorię prawd wiecznych (tzn. oczywistości logicznej, istot rzeczy, praw fizycznych). Wbrew panującej wówczas koncepcji F. Suareza, uznającej prawdy wieczne za konieczne i niezależne od woli Bożej, Descartes głosił, że prawdy te zostały stworzone w sposób wolny i są wynikiem boskiego wyboru. Taka woluntarystyczna koncepcja uwydatniła przygodność bytu stworzonego, uwolniła fizykę od teologii i nadała przyrodzie charakter operacyjny, poddający ją eksploracji uczonego. Zwieńczeniem tego okresu stanowił wykład idei metodycznego postępowania badawczego (wątpienie metodyczne we wszelkie dotychczasowe źródła wiedzy, systematyka kolejnych kroków dowodowych, analiza i dedukcja, ideał prostoty, jasności i wyraźności każdej treści myślowej), mającego umożliwić zbudowanie jednej uniwersalnej nauki. W drugim okresie Descartes, wychodząc od wątpienia metodycznego, poszukiwał „archimedesowego punktu”, niepodważalnego i pewnego fundamentu wiedzy. Odnalazł go w słynnej formule *cogito*, która utraciła tu jednak swój logiczny (analogiczny do figury sylogizmu) charakter, jaki miała jeszcze w *Rozprawie o metodzie* (*cogito ergo sum* 'myślę więc jestem') i brzmiała: „ja jestem, ja istnieję — to pewne”. Według F. Alquie Descartes odnalazł tu fundament absolutnej pewności nie w samych regułach myślenia, zakwestionowanych przez radykalną

hipotezę potężnego demona, który może celowo nas zwodzić, lecz w bezpośredniej intuicji rozumowej o charakterze egzystencjalnym. W dalszych krokach Descartes uznał myślące ja za „rzecz myślącą” (świadomość), dostępną poznaniu w sposób bezpośredni, różną od ciała, które dostępne jest poznaniu albo przez idee mętne i niewyraźne, albo tylko jako abstrakcyjna natura prosta, o jednym „geometrycznym” atrybucie rozciągłości. Wyniknął z tego radykalny dualizm substancji myślącej i cielesnej, który według Descartes’a jest przekroczony jedynie w wypadku człowieka, gdzie dusza i ciało oddziałują na siebie za pośrednictwem specjalnego gruczołu mózgowego — szyszynki. Rozstrzygnięcia wymagał jednak jeszcze problem rzeczywistego istnienia substancji cielesnej (rzeczy) poza myśleniem i pochodzenia błędów w myśleniu. Pierwszy Descartes rozwiązał odwołując się do koniecznej prawdomówności Boga, którego istnienie dowiódł opierając się na idei nieskończoności zawartej w umyśle, a zarazem przekraczającej jego możliwości pojęciowe i wytwórcze (dowód psychologiczny). Bóg dając bowiem ludziom przekonanie o realnym istnieniu treści ich idei nie mógł ich, jako istota doskonała, zwieść. Drugi problem rozwiązał Descartes odwołując się do różnych zakresów woli i rozumu: wola ludzka jest nieskończona (i w tym podobna do Boga), a rozum jest skończony. Błąd wynika z tego, że wola w sposób wolny kieruje się ku celom, których rozumem człowiek nie ogarnia. Descartes przedstawił więc w *Medytacjach...* program nauki o świecie opartej na swoistej, nowej metafizyce. Oddziaływanie Descartes’a na późniejszy rozwój filozofii i kultury nowożytnej było olbrzymie i wielostronne. Pokolenie następców Descartes’a starało się rozwiązać problem dualizmu. Doprowadziło to w efekcie do powstania okazjonalizmu, systemu B. Spinozy i G.W.F. Leibniza, mechanistycznej wizji przyrody, a także oświeceniowego deizmu. Pokolenia późniejsze tworzyły swoje koncepcje przede wszystkim w horyzoncie 3 idei kartezjańskich: idei metody, *cogito* i wolności. Idea metody zaowocowała w czasach nowożytnych tendencjami scjentystycznymi, idea *cogito* otworzyła drogę filozofii podmiotu, a także nowej, nieprzedmiotowej metafizyce, idea zaś wolności zrodziła tendencje woluntarystyczne i egzystencjalistyczne.

W.F. ASMUS *Descartes*, Warszawa 1960;

W. STRZAŁKOWSKI *Podstawy filozofii Descartes’a*, Londyn 1988;

F. ALQUIE *Kartezjusz*, Warszawa 1989;

Z. Janowski *Teodycea kartezjańska*, Kraków 1998.

**

Desdemona, *astr.* księżyc Urana; piąty licząc wg rosnącej odległości od planety.

**

Deslandres [delãdr] HENRI, ur. 24 VII 1853, Paryż, zm. 15 I 1948, tamże, astronom francuski; 1907–30 dyr. obserwatorium *astr.* w Meudon; od 1902 czł. fr. Akad. Nauk, od 1921 Tow. Król. w Londynie; prowadził badania gł. w zakresie heliofizyki; 1889–92, niezależnie od G.E. Hale’a, skonstruował spektroheliograf.

**

Despina, *astr.* → **Despoina**.

**

Despoina, **Despina**, *astr.* naturalny satelita Neptuna; trzeci licząc wg rosnącej odległości od planety.

**

deszcz meteorów, *astr.* zjawisko okresowego nasilenia widocznych na niebie śladów świetlnych („spadających gwiazd”) związane z rozżarzaniem się większej liczby meteoroidów dostających się do atmosfery ziemskiej.

**

deuter [gr. *deúteros* ‘drugi’], **wodór ciężki**, D, ${}^2_1\text{H}$, trwały izotop wodoru o liczbie masowej 2; względna masa atomowa 2,04474; w naturalnej mieszaninie izotopowej zawartość deuteru wynosi 0,016%; najważniejszym związkiem jest tlenek deuteru D₂O (woda ciężka); stosowany jako znacznik w badaniach procesów chem; H.C. Urey odkrył d. 1932 podczas badania widma wodoru.

**

dewa [sansk. *deva* ‘niebiański’, ‘bóg’], w hinduizmie najwyższa klasa istot nadludzkich, związanych z procesem kreacji świata i ładem kosm. (ryta), którego są opiekunami. Ucieleśniają pierwiastek dobra, światłości i wolności (od śmierci, chorób, nędzy i ucisku) dewa, przeciwstawiani już od epoki *Wed* asurom, uosabiają siły dobra i harmonii kosmicznej.

**

Dewon. Kontynenty, oceany i klimat

Orogeniza kaledońska spowodowała wielkie zmiany w paleogeografii całego globu. W dewonie istnieją duże bloki kontynentalne rozdzielone zbiornikami o charakterze oceanicznym: euroamerykański, gondwański, kazaski, chiński i syberyjski. Blok syberyjski oddzielony był od euroamerykańskiego Oceanem Uralskim. Między Gondwaną a kontynentami półkuli północnej rozciągała się Paleotetyda. Największy obszar zajmował jednak Paleopacyfik. Na blokach o skorupie kontynentalnej znajdowały się w wielu rejonach płytkie, epikontynentalne zbiorniki morskie.

Grupa kontynentów północnych położona była w strefie międzyzwrotnikowej, stąd też w osadach lądowych można znaleźć świadectwa klimatu gorącego (czerwone i pstre barwy osadów okrucowych, węgle i boksyty); w obrębie osadów morskich dominujące znaczenie mają wapienie organogeniczne, rafy, niekiedy ewaporaty. Podobne warunki klimatyczne panowały też na kontynencie syberyjskim. W części Gondwany położonej w strefie bieguna południowego w osadach dewońskich spotykamy ślady zarówno zlodowaceń kontynentalnych, jak i lodowców górskich.

Włodzimierz Mizerski

**

d’Haute-Provence Observatoire [dot. prowadzący obserwatorium], główne obserwatorium astronomiczne we Francji, zbudowane 1938–58 w pobliżu Saint-Michel (dep. Alpes-de-Haute-Provence); głównie instrumenty: reflektory o średnicy 193 cm i 152 cm.

**

Dione, *astr.* naturalny satelita Saturna; odkryty 1684 przez G.D. Cassiniego.

**

Diphda, Deneb Kaitos, β *Ceti*, najjaśniejsza gwiazda w gwiazdozbiornie Wieloryba;

Oznaczenie: β *Ceti*

Rodzaj obiektu: gwiazda pojedyncza

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; [Wieloryb](#)

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: $0^{\text{h}} 43^{\text{m}} 35^{\text{s}}$ deklinacja: $-17^{\circ} 59' 95,8$ l.św. = 29 pc = 6 058 392 AU

Typ widmowy i klasa jasności: G9III (według innych źródeł raczej K0III)

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: $+0,30^{\text{m}}$

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: $+2,04^{\text{m}}$

Temperatura efektywna: układ: 4800 K

jasność widoma $2,04^{\text{m}}$; olbrzym 170 razy jaśniejszy od Słońca; odległa od Ziemi o 95,8 lat świetlnych.

**

Discovery [diskawɛri] , trzeci z serii (Columbia, Challenger, Discovery, Atlantis, Endeavour) amerykańskich wahadłowców; pierwszy lot — 30 VIII–5 IX 1984; podczas 38 lotów satelitarnych, jakie odbył do 2011, służył m.in. do wyniesienia w przestrzeń kosmiczną [Teleskopu Kosmicznego Hubble'a](#) (uczestniczył także w 2. misji serwisowej), próbnika międzyplanetarnego Ulysses, sztucznych satelitów Ziemi o przeznaczeniu badawczym i łącznościowym, a także prowadzenia badań i eksperymentów w laboratorium [Spacelab](#) umieszczonym na jego pokładzie; w 24. locie (2–12 VI 1998) dokonał swego jedyne połączenia na orbicie ze stacją kosmiczną [Mir](#) — ostatniego z serii zrealizowanych 9 połączeń amerykańskich wahadłowców z tym obiektem; od 2000 wykorzystywany do dostarczania części i zaopatrzenia do [Międzynarodowej Stacji Kosmicznej](#).

**

Djauś Pitar, *mit. ind.* indoeuropejski bóg nieba; stanowi z żoną Prythiwi parę bogów — rodziców świata i bóstw.

**

Długi Marsz, ang. **Long March**, chiń. **Chang Zheng**, seria chiń. dwu- i trójstopniowych rakiet nośnych służących do wynoszenia sztucznych satelitów na orbitę okołozemską (pierwszy start — 24 IV 1970); systematycznie rozwijany i modernizowany, był eksploatowany dotąd w kilkunastu wersjach, w tym najpotężniejsze, o masie ok. 400 t i sile ciągu ok. 600 T, umożliwiając wyniesienie ponad 9 t ładunku na niską orbitę okołozemską (200 km ponad powierzchnią Ziemi).

**

doła, d, *astr.* jednostka czasu związana z obrotem Ziemi wokół osi; np. **doła gwiazdowa**, czas między 2 kolejnymi górowaniami punktu Barana; **doła średnia słoneczna**, czas upływający między kolejnymi górowaniami Słońca średniego, ok. 3 min 54 s dłuższa niż doła gwiazdowa.

**

Doba gwiazdowa

Pełny obrót Ziemi względem gwiazd trwa 23 h 56 min 4,09 s. Po tym czasie horyzont każdego mieszkańca Ziemi powraca do tej samej pozycji względem gwiazd, gwiazdy powracają w to samo miejsce względem horyzontu.

Andrzej Branicki

Dolina Marinerów, ogromna szczelina na Marsie; dł. ok. 5 tys. km, szer. do 200 km i głęb. do 5 km.

**

Dollfus [dolfű] AUDOUIN, ur. 12 XI 1924, Paryż, zm. 1 X 2010, Wersal, astronom francuski; pracownik obserwatorium astr. w Paryżu; zbadał polaryzację światła planet, wyznaczył dokładne rozmiary kątowe planet i wielkich satelitów Jowisza i Saturna; sporządził na podstawie obserwacji wizualnych mapy Marsa i 4 największych satelitów Jowisza; 1966 odkrył kolejnego satelitę Saturna (Janus); skonstruował bardzo dokładny polarymetr do badań Słońca; 1954 wyznaczył zawartość pary wodnej w atmosferze Marsa.

**

Dollond [dɔlɔnd] JOHN, ur. 10 VI 1706, Londyn, zm. 30 XI 1761, tamże, ang. optyk i przemysłowiec; czł. Tow. Król. w Londynie; konstruktor przyrządów opt. (obiektywy achromatyczne).

**

dołowanie, *astr.* → [kulminacja \(dolna\)](#).

**

Domeyko, planetoida pasa głównego o numerze katalogowym 2784; odkryta 1975 (C. Torres), nazwana na cześć I. Domeyki.

**

domy, w astrologii 12 części horoskopu przedstawiających podział ekliptyki związany z ruchem Ziemi wokół własnej osi (ruchem dobowym).

**

Donati GIOVANNI BATTISTA, ur. 16 XII 1826, Piza, zm. 20 IX 1873, Florencja, astronom włoski; dyr. obserwatorium astr. we Florencji; autor pionierskich prac ze spektroskopii astr.; współtwórca pierwszej widmowej klasyfikacji gwiazd; odkrywca 6 komet.

**

Dondi GIOVANNI **dall'Orologio**, ur. 1318, Chioggia, zm. 1389, Genua, wł. lekarz i astronom; wslawił się budową zegara dla biblioteki pałacowej w Padwie (1363), o 6 tarczach zegarowych odtwarzających ruch Księżyca i planet: Wenus, Merkurego, Saturna, Jowisza i Marsa; 7. tarcza wskazywała godziny, obracając się przed nieruchomą wskazówką.

**

Drakonidy, **Giacobinidy**, *astr.* rój meteorów związany z kometą Giacobiniego–Zinnera; maksimum obfitości ok. 8 X, radiant w pobliżu gwiazdy γ *Dra* w gwiazdozbiornie Smoka; 1933 i 1946 D. spowodowały obfite deszcze meteorów.

**

Draper [drɛpɛr] HENRY, ur. 7 III 1837, Prince Edward (stan Wirginia), zm. 20 XI 1882, Nowy Jork, amer. astronom i przyrodnik; 1860–73 profesor fizjologii i chemii analit. uniw. w Nowym Jorku; od 1877 czł. Nar. Akad. Nauk w Waszyngtonie; autor

prac ze spektroskopii astr.; oprac. precyzyjny mechanizm zegarowy umożliwiający długie naświetlanie zdjęć obiektów astr.; 1872 uzyskał pierwszą fotografię widma gwiazdy z liniami pochłaniania; jego imieniem nazwano obszerny katalog typów widmowych gwiazd (*Henry Draper Catalogue*).

**

Dreyer [drajēr] LUDWIG EMIL, ur. 13 II 1852, Kopenhaga, zm. 14 IX 1926, Oksford, astronom bryt., pochodzenia duńskiego; dyr. obserwatorium w Armagh; wydał tzw. *New General Catalogue* (NGC), zawierający wykaz 7840 obiektów (mgławic i gromad gwiazd) i jego uzupełnienia — *Index Catalogue* (I i II) — z wykazem 5386 obiektów; D. zajmował się także historią astronomii, wydał dzieła T. Brahego i F.W. Herschela.

**

Droga Mleczna

Poza miastem, przy dobrej pogodzie, widok Drogi Mlecznej wprawia w zachwyt. Doznanie rośnie, jeśli do widoku doda się informację, czym ona jest. Jednak zanim będziemy skłonni uznać taką informację za słuszną, zbierzmy własne dane.

Samą ręką lub ręką przedłużoną patykiem przesuwajmy wzdłuż Drogi Mlecznej. Oceńmy, czy powierzchnia zakreślona ramieniem jest powierzchnią stożka czy płaszczyzną?

Już uważny rzut oka wskazuje raczej na płaszczyznę niż powierzchnię stożka. Bardziej precyzyjne obserwacje potwierdzą taką ocenę. Stąd wniosek (o ile po kolejnych spostrzeżeniach nabierzesz zaufania do traktowania Drogi Mlecznej jako skupiska gwiazd), że Droga Mleczna jest skupiskiem gwiazd, że skupisko to ma spłaszczonej formę, że Ziemia (Układ Słoneczny) położone są w płaszczyźnie tego skupiska (w płaszczyźnie dysku Galaktyki).

Pomyśl, jak wyglądałoby niebo i Droga Mleczna, gdyby Układ Słoneczny był daleko poza płaszczyzną dysku Galaktyki.

Jak wyglądałoby niebo i pojaśnienie wywołane dużą ilością gwiazd, gdyby Galaktyka miała inną formę, była np. sferycznie symetryczna. Jak wygląd nieba zależałby od położenia obserwatora względem centrum takiego skupiska gwiazd. Pamiętaj przy tym o zaniedbywalnych rozmiarach Ziemi i Układu Słonecznego względem rozmiarów Galaktyki.

Jakie jest wzajemne położenie Drogi Mlecznej i osi obrotu nieba?

Kąt pomiędzy osią obrotu nieba a płaszczyzną Drogi Mlecznej wynosi $27,4^\circ$. Kąt ten określa przestrzenne położenie osi obrotu Ziemi względem płaszczyzny dysku Galaktyki.

Czy ilość słabych gwiazd w kierunku drogi mlecznej i w kierunku prostopadłym jest taka sama?

Droga Mleczna nie jest tylko rozjaśnieniem tła nieba. W kierunku Drogi Mlecznej widać wyraźnie więcej gwiazd słabych niż w kierunkach prostopadłych.

Koniecznieszpójrzmy przez lornetkę w kierunku Drogi Mlecznej i w kierunku prostopadłym. Czy przyrost ilości gwiazd jest w obu kierunkach taki sam?

Patrząc przez lornetkę czy lunetę w kierunku Drogi Mlecznej, zauważamy, że to, co na oko było mglistym pojaśnieniem, rozsypuje się na mnóstwo gwiazd. Patrząc w innych kierunkach również widzimy przyrost ilości gwiazd, ale nie tak silny.

Czy Droga Mleczna jest jednolita, tzn. czy jasność różnych jej fragmentów jest taka sama?

Droga Mleczna jest wyraźnie niejednolita w swojej jasności. W tej części nieba, którą można oglądać z naszej szerokości geograficznej, wyraźnie jaśniejsze miejsca występują np. w rejonach objętych gwiazdozbiorami Perseusza, Kasjopei, Łabędzia i Orła.

Andrzej Branicki

**

Droga Mleczna, *astr.* jasny pas światła rozciągający się na nocnym niebie wzdłuż równika galaktycznego, nachylonego pod kątem ok. 62° do równika niebieskiego; światło to pochodzi od miliardów gwiazd Galaktyki, wewnątrz której znajduje się Układ Słoneczny; płaski kształt Galaktyki sprawia, że w kierunku równika widać znacznie więcej gwiazd niż w kierunku bieguna; wyjaśnia to kształt Drogi Mlecznej; szerokość pasa wynosi $5\text{--}50^\circ$; najbogatsze w gwiazdy części Drogi Mlecznej leżą w gwiazdozborze Strzelca, gdzie znajduje się centrum Galaktyki. Nazwa Droga Mleczna jest też niekiedy stosowanym synonimem Galaktyki.

**

dualizm korpuskularno-falowy, właściwość materii polegająca na tym, że w pewnych zjawiskach ujawnia się jej natura falowa, w innych — korpuskularna; fizyka klasyczna, przyjmująca istnienie dwu różnych rodzajów materii: substancji (zbudowanej z korpuskuł, cząstek) i pola elektromagnetycznego (którego zaburzenie — fala elektromagnetyczna — stanowi promieniowanie elektromagnetyczne), nie potrafiła wyjaśnić wielu zagadnień fizycznych (m.in. energetycznego rozkładu widma promieniowania cieplnego, zjawiska fotoelektryczne). Przyjęcie założenia o nieciągłej (korpuskularnej, fotonowej) strukturze promieniowania (A. Einstein 1905) pozwoliło usunąć powstałe trudności. Jednocześnie odkrycie dyfrakcji elektronów wykazało, że cząstki obdarzone masą, oprócz właściwości korpuskularnych, przejawiają cechy falowe (*fale de Broglie'a*). Uznanie podwójnej natury materii jest podstawą fizyki współczesnej, w szczególności mechaniki kwantowej i kwantowej teorii pola.

**

Dubhe, α *Ursa Maioris*, druga pod względem jasności gwiazda w gwiazdozborze Wielkiej Niedźwiedzicy;

Oznaczenie: α Ursa Maioris

Rodzaj obiektu: gwiazda podwójna (jaśniejszy składnik gwiazdy)

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; [Wielka Niedźwiedzica](#)

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: $11^{\text{h}} 03^{\text{m}} 44^{\text{s}}$ deklinacja: $61^\circ 45' 124$ l.św. = 38 pc = 7 841 760 AU

Typ widmowy i klasa jasności: K0III

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: -
1,09^m

Jasność widoma (obserwowana): układ: +1,79^m; jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: +1,87^m

Temperatura efektywna: temperatura składników układu lub gwiazdy pojedynczej: 4700 K

gwiazda podwójna; jaśniejszy składnik ma jasność widomą $1,79^m$; olbrzym 1000 razy jaśniejszy od Słońca; należy do grupy Wielkiego Wozu; odległa od Ziemi o 124 lata świetlne.

**

dylatacja czasu, zjawisko spowolnienia zegarów poruszających się z dużą prędkością — kinematyczna d.cz., lub znajdujących się w silnym polu grawitacyjnym — grawitacyjna dylatacja czasu; pierwsze z tych zjawisk zostało przewidziane przez szczególną teorię względności, drugie — przez ogólną teorię względności. Oba efekty zostały zaobserwowane: poruszające się z dużymi prędkościami nietrwałe cząstki elementarne (np. w promieniowaniu kosm.) żyją dłużej niż cząstki spoczywające, natomiast czułe zegary znajdujące się w górach spieszą się w stosunku do zegarów pozostawionych na poziomie morza (będących w silniejszym polu grawitacyjnym — bliżej środka Ziemi).

**

dynamika gwiazdowa, dział astronomii zajmujący się zagadnieniem sił występujących w układach gwiazd i materii międzygwiazdowej.

**

dynamo magnetohydrodynamiczne, dynamo słoneczne, *astr.* mechanizm odpowiedzialny za podtrzymywanie i wzmacnianie pierwotnego pola magnet. (pochodzenia galaktycznego) niektórych gwiazd; warunkiem działania mechanizmu jest istnienie ruchów konwekcyjnych w rotującym, płynnym ośrodku o dużej przewodności elektr. (plazma), w który pole magnet. jest wzmocnione (współporusza się z materią).

**

dysk akrecyjny, *astr.* pierścień materii wokół obiektu astronomicznego (białego karła, gwiazdy neutronowej, czarnej dziury) tworzącego ciasny układ podwójny z inną gwiazdą, z którego materia spływa na ten obiekt; równocześnie nowa materia napływa do zewnętrznych obszarów dysku z drugiej gwiazdy (**akrecja**).

**

dysk galaktyczny, gwiazdy, gromady gwiazd i materia międzygwiazdowa rozmieszczone blisko płaszczyzny Galaktyki i obiegające jej centrum praktycznie w tej płaszczyźnie.

**

dysk protoplanetarny, *astr.* pierścień materii otaczający gwiazdę, pozostały po procesie jej powstawania w wyniku gwałtownego kurczenia się obłoku gazowo-pyłowego.

**

Dziembowski WOJCIECH, ur. 14 I 1940, Warszawa, astrofizyk; od 1983 profesor PAN; od 1989 czł. PAN; od 1984 czł. TNW; autor prac z teorii pulsacji gwiazd oraz

heliosejsmologii (badanie struktury i prędkości rotacji wewn. warstw Słońca na podstawie analizy oscylacji nieradialnych obserwowanych na powierzchni).

**

dzień, okres, w którym Słońce znajduje się nad horyzontem; **długość dnia** zależy od deklinacji (**astronomiczne współrzędne**) Słońca, która zmienia się wraz z porą roku oraz szerokości geograficznej miejsca obserwacji; **dzień polarny**, o długości ponad 24 h, występuje jedynie w obszarach podbiegunowych; istnienie **refrakcji astronomicznej** wydłuża dzień w stosunku do jego długości teoretycznej.

**

dzień polarny, dzień o czasie trwania ponad 24 h; występuje w strefach polarnych (najdłużej trwa na biegunach).

**

Dziwulski WŁADYSŁAW, ur. 2 IX 1878, Warszawa, zm. 6 II 1962, Toruń, brat Stefana i Wacława Michała, astronom; 1907–09 współpracował w Getyndze z K. Schwarzschildem w dziedzinie pionierskich pomiarów jasności gwiazd; 1920–41 profesor i dyr. obserwatorium astr. Uniw. Wil.; 1945 współzałożyciel i profesor UMK w Toruniu, 1945–60 dyr. Obserwatorium astr. tegoż uniw.; od 1932 czł. PAU, następnie PAN; inicjator badań z zakresu astrofizyki i astronomii gwiazdowej w Polsce; prowadził prace w zakresie mechaniki nieba, fotometrii gwiazd, kinematyki gwiazd oraz obserwacji gwiazd zmiennych.

**

dziury koronalne, *astr.* obszary korony Słońca o otwartych liniach pola magnet., skierowanego prawie prostopadle do powierzchni gwiazdy i wnikającego głęboko w Układ Słoneczny; cząstki o dostatecznie dużej prędkości mogą swobodnie wypływać wzdłuż linii pola magnet., tworząc dominującą część **wiatru słonecznego**.

**

dżet, ang. **jet**, wąski strumień szybko poruszających się cząstek. W astronomii spontaniczne formowanie się dż. obserwuje się w pobliżu wielu obiektów astr., takich jak gwiazdy neutronowe, mikrokwazary, układy kataklizmiczne, mgławice planetarne, młode obiekty gwiazdowe i w aktywnych galaktykach, a w szczególności radiogalaktykach; niektóre dż. osiągają prędkości niewiele mniejsze od prędkości światła, a ich rozmiary często wielokrotnie przekraczają rozmiary obiektu macierzystego; materia dż. świeci zazwyczaj w zakresie radiowym, ale w wielu obiektach świecenie dż. obserwuje się także w zakresie opt., rentgenowskim, a nawet gamma; promieniowanie to powstaje w wyniku emisji synchrotronowej (promieniowanie synchrotronowe) i **zjawiska Comptona**; istotną rolę w formowaniu się dż. odgrywa pole magnetyczne. W fizyce wysokich energii dż. oznacza wiązkę cząstek elementarnych powstającą w akceleratorach w wyniku zderzenia cząstek przyspieszonych do bardzo wysokich energii.

**

Dżok, *mit.* w wierzeniach Szylluków (Sudan Południowy) Istota Najwyższa, stwórca wszechświata i ludzi mieszka na przemian w niebie i krainie zmarłych; w kulcie nie odgrywa żadnej roli, przedmiotem boskiej czci u Szylluków jest Nyikang — potomek Dżoka i protoplasta król. rodu.

**

„E”

E [ang. *east* ‘wschód’], symbol wschodu jako strony świata.

**

Eddington [ɛdɪŋtən] Sir ARTHUR STANLEY , ur. 28 XII 1882, Kendal, zm. 22 XI 1944, Cambridge, bryt. astronom i fizyk. Od 1913 profesor uniw. w Cambridge, od 1914 dyr. obserwatorium astr. tamże; od 1914 czł. Tow. Król. w Londynie i wielu zagr. akad. i towarzystw nauk.; prace Eddingtona dotyczyły astrofizyki, astronomii gwiazdowej, relatywistycznej kosmologii, teorii kwantów i filozofii fizyki; stworzył podstawy teorii budowy wewn. gwiazd, niezależnie od Cz. Białobrzeskiego zwrócił uwagę na rolę ciśnienia promieniowania w równowadze wewn. gwiazd; był jednym z pierwszych badaczy materii międzygwiazdowej; 1919 podczas całkowitego zaćmienia Słońca uzyskał pierwsze obserwacyjne potwierdzenie odchylenia światła gwiazd w polu grawitacyjnym Słońca, przewidziane w ogólnej teorii względności; twórca wielu modeli kosmologicznych w ogólnej teorii względności; czynił próby zespolenia teorii względności z teorią kwantów.

**

efemerydy [gr. *ephēmeros* ‘żyjący tylko jeden dzień’, ‘dzienny’], *astr.* dane dotyczące przebiegu przyszłego zjawiska, np. obliczone przyszłe położenia planet (a także sztucznych satelitów), momenty zaćmień; podstawę obliczania e. stanowi znajomość elementów orbity ciała niebieskiego lub innych liczbowych charakterystyk danego zjawiska pozwalających przewidywać jego przebieg; e. dotyczące zjawisk astr. są podawane zazwyczaj w rocznikach astronomicznych.

**

Egipt starożytny. Religia.

Kształtowała się w trakcie procesu historycznego i podlegała historycznie uwarunkowanej ewolucji, polegającej głównie na przesuwaniu przez oficjalną teologię akcentów w obrębie stałych elementów religijnych (numina, symbole, mity, formy kultowe), składających się na dziedzictwo poszczególnych ośrodków lokalnych, głównie: Heliopolis, Memfis, Hermopolis Magna i Teb. Cechą religii egipskiej była zdolność przyswajania nowych elementów przy zachowaniu tradycyjnych i skłonność do synkretyzmu; religia egipska miała charakter religii narodowej ukształtowanej przez geografę i przyrodę oraz historię kraju.

Egipska kosmologia religijna. Otaczająca rzeczywistość powstała według niej ze wspólnej praszubstancji (Nun), wiecznego bezkresu wodnego zawierającego zalążki wszystkich elementów składowych świata i potencjalną energię twórczą w postaci demiurga (utożsamianego z każdym bóstwem lokalnym). Główne systemy kosmogoniczne powstały w Hermopolis Magna (koncepcja pierwotnej Ósemki bóstw i jaja kosmiczne), Heliopolis (koncepcja solarna, prapagórek, stwórca świata — Atum) i Memfis (kosmogonia słowa, stwórca — Ptah). Według nich prawdy, rozsunięte w chwili stworzenia, otaczały świat, grożąc nieustanną zagładą (tzw. eschatologia kosmologiczna); świat był chroniony przez magiczny pierścień w postaci węża (Uroboros), wyznaczającego granicę między bytem a niebytem; wzdłuż niej

pływała łódź Re, przebywając połowę drogi po widzialnym (górnym) niebie, i połowę po niebie podziemnym (dolnym) — tzw. struktura kosmologiczna.

Egipska koncepcja Boga (bogów). Podstawowym określeniem Boga było słowo *neczer*; hieroglif *neczer* był prawdopodobnie obiektem kultu (*nomen*) już w okresie predynastycznym; występował też wtedy fetyszyzm, animizm i zoolatria (większość bóstw czczono pod postacią zwierząt). Po zjednoczeniu Egiptu na przełomie IV i III tysiącl. p.n.e. i uznaniu Horusa (identyfikowanego z egipskim królem — faraonem) za głównego Boga państwowego, bóstwa otrzymały formę antropomorficzną lub mieszaną (tułów człowieka w stroju królewskim i głowa zwierzęcia). W Heliopolis uznano króla za naczelnego Boga i utożsamiano go z Atumem (a dzieło stworzenia ze zjednoczeniem Egiptu), wprowadzając do egipskiego panteonu personifikacje elementów kosmosu oraz pojęć kojarzących się z królem i jego działaniem (m.in. Lzyda, Maat). Doktryna teologiczna godziła ideę jedności bóstwa (demiurg, główny Bóg państwowy) z licznymi kultami lokalnymi przez tworzenie związków między bóstwami (triady, dziewiątki) i określanie jednej formy ikonograficznej kilkoma imionami boskimi (np. Re-Horus-Atum, Amon-Re itp.). Bóg pozostawał w swej istocie „ukryty”, a jego imiona, epitety i „obrazy” (posągi, wizerunki, święte zwierzęta) służyły celom kultowym; mogły one ulegać synkretycznym połączeniom, czyli określonej czasowo lub terytorialnie unii aspektów bóstwa (np. Ptah-Sokaris-Ozyrys lub Amon-Min).

Egipska antropologia religijna. Człowiek był uzależniony od Boga, ale mógł polegać na jego dobroci. Indywidualny związek człowieka z Bogiem (jako ojcem) uzupełniało poczucie zespolenia człowieka z kosmosem; elementy otaczającego świata, wyrażone językiem mitu, przedstawiały się jako zespół form i działań boskich. Człowiek i jego otoczenie były mikrokosmosem funkcjonującym na wzór wszechświata — makrokosmosu; obu światami rządziły prawa reprezentowane przez uniwersalny miernik wartości Maat, związany z królem, który jako Bóg i człowiek łączył sfery *sacrum* i *profanum*; granica między nimi była zatarta. Po śmierci człowiek upodabniał się do króla i bogów, stawał się częścią *sacrum*, a przygotowania do tej przemiany trwały przez całe życie. Polegały na przestrzeganiu norm moralnych, regulowanych zasadą boskiego wzorca Maat, oraz na skompletowaniu odpowiedniego wyposażenia grobowego. Dla ludzi ubogich, oprócz przestrzegania norm etycznych, warunkiem osiągnięcia raju na tamtym świecie nie było zabezpieczenie materialne, lecz fakt wiernej służby Bogu, czyli królowi, który w zamian stawał się gwarantem urzeczywistnienia potrzeb swych poddanych. Na istotę ludzką składało się kilka elementów, którym należało zapewnić nieśmiertelność: ciało, imię, serce, cień oraz elementy duchowe: ba i ka; celem człowieka było przekształcenie się po śmierci w świetlistą duchową formę boga-stwórcy, zw. *anch*.

Postawa człowieka wobec bóstw. Kult i jego organizacja. Oficjalnym pośrednikiem między człowiekiem a Bogiem był król; jego modlitwa, ujęta w formę rytuału, miała zapewnioną skuteczność; indywidualny kontakt człowieka z bóstwem został usankcjonowany dopiero w czasach Echnatona (Amenhotep IV Echnaton), a dochodziło do niego w świątyni; na co dzień do tego celu służyły wydzielone kaplice na zewnątrz świątyń, podczas świąt — dziedziniec oraz trasa procesji barki kultowej. Procesje wiązały się z instytucją wyroczni (w wyniku określonego ruchu barki bóg „podejmował decyzje”). Jedyнным celebrantem każdego rytuału był oficjalnie

król, w praktyce zastępowany przez kapłanów; oprócz niewielu zawodowych kapłanów większość stanowili kapłani „wachtowi”, czyli świeccy urzędnicy pełniący dyżur w świątyni przez miesiąc, 3 razy w roku; w czasie świąt pomocnicze funkcje rytualne pełniły kobiety i dzieci. Oprócz kultu bóstw ważną rolę odgrywał kult zmarłych; służba ofiar grobowych, wraz z funkcją religijną, pełniła funkcję ekonomiczną jako źródło utrzymania licznych kapłanów; w pewnych okresach (Stare Państwo, okres Ramessydów) gospodarka państwowa koncentrowała się wokół zespołu świątyni grobowej zmarłego króla.

Zagadnienie recepcji egipskiej religii. Postawy wobec religii egipskiej wahały się w ciągu wieków od aprobaty po wrogość. W VII–V w. p.n.e. rozwinęła się tzw. grecka interpretacja bóstw egipskich, polegająca na ich mechanicznym porównaniu z greckimi; mylne rozumienie niektórych rytuałów i niedostępność wewnątrz świątyń spowodowały błędne podejrzenie religii egipskiej o ezoteryczność; pogląd ten, za pośrednictwem neoplatonizmu, ugruntował się w epoce odrodzenia w Europie, znajdując kontynuację w nowożytnych koncepcjach, m.in. masońskich. Rzymianie traktowali religię egipską z pogardą, *Biblia* i Ojcowie Kościoła z potępieniem. Dyskusję nad charakterem religii egipskiej umożliwiło odczytanie hieroglifów w XIX w.; oprócz skrajnych poglądów, uznających religię egipską za monoteizm bądź politeizm, podkreśla się także zbieżności z koncepcją henoteizmu. Z uwagi na długi okres ciągłego rozwoju religii egipskiej (ponad 3 tysiące lat) nowoczesne interpretacje podkreślają zależność charakteru religii egipskiej od okresu hist., miejsca zamieszkania i społecznej pozycji starożytnego wyznawcy.

**

egzobiologia [gr. *éxō* ‘na zewnątrz’, *bíos* ‘życie’, *lógos* ‘słowo’, ‘nauka’], **astrobiologia**, **kosmobiologia**, dziedzina biologii zajmująca się badaniem możliwości istnienia i rozpowszechnienia, warunkami rozwoju, właściwościami budowy i funkcji materii żywej oraz istot inteligentnych na innych niż Ziemia ciałach niebieskich. Problem występowania życia na innych ciałach niebieskich wiąże się ściśle z zagadnieniem powstania życia na Ziemi oraz wpływem czynników kosm. (promieniowanie słoneczne, promieniowanie kosm., wybuchy supernowych, obłoki materii międzygwiazdowej, spadek ciał kosm. na Ziemię, rozbłyski jądra Galaktyki) na jego rozwój. Badania z zakresu egzobiologii obejmują prowadzone bezpośrednio bądź metodami pośrednimi poszukiwania form życia na powierzchni planet, Księżyca itp., a także śledzenie utrzymywania się przy życiu oraz zachowania organizmów ziemskich w warunkach laboratoryjnych imitujących środowisko charakterystyczne dla innych ciał niebieskich; badania takie przeprowadza się podczas lotów kosm. obejmujących także lądowanie statków kosm. na innych ciałach niebieskich (np. poszukiwanie oznak życia na Marsie podczas misji Viking), jak również w warunkach symulowanych w laboratoriach ziemskich (np. badanie możliwości rozwoju roślin w próbkach gleby księżycowej, badanie wyładowań elektr. w warunkach imitujących atmosferę Ziemi istniejącą w czasach, gdy przypuszczalnie powstawało życie, by stwierdzić, czy mogły się tworzyć złożone związki org.) oraz metodami astrofizycznymi (poszukiwanie występowania związków org. w Kosmosie).

**

Einstein [a'inszta'ɪn] ALBERT , ur. 14 III 1879, Ulm, zm. 18 IV 1955, Princeton (stan New Jersey), fizyk; twórca teorii względności, jeden z twórców teorii kwantów i fizyki statystycznej. Urodził się w Ulm (Niemcy) w rodzinie żydowskiej, studiował w szkole

politechnicznej w Zurychu. Pracując na podrzędnym stanowisku w federalnym biurze patentowym w Bernie (Szwajcaria), opublikował wiele prac, z których najważniejsza *Zur Elektrodynamik bewegter Körper* (1905) zawierała podstawowe idee szczególnej teorii względności. W pracy tej wysunął nowe koncepcje czasu i przestrzeni, zerwał z pojęciem czasu absolutnego, łącząc przestrzeń i czas w czterowymiarową czasoprzestrzeń. W tym samym roku opublikował wyniki prac nad ruchami Browna, korpuskularną teorią światła i zależnością pomiędzy masą i energią (**Einsteina wzór**). Prace te przyniosły mu duże uznanie; od 1909 był profesorem uniwersytetu w Zurychu, 1911 — w Pradze; 1914 przeniósł się do Berlina, gdzie został dyrektorem specjalnie utworzonego Instytutu Fizyki; podczas pobytu w Berlinie pracował nad relatywistyczną teorią grawitacji, poddając ją gruntownej analizie (po raz pierwszy od czasów I. Newtona); 1916 opublikował wyniki badań, tworząc ogólną teorię względności; teoria ta, stanowiąca uogólnienie teorii grawitacji Newtona, przewidywała wiele nowych efektów, z których jednym było zakrzywienie promieni świetlnych w polu grawitacyjnym (potwierdzone obserwacyjnie 1919). W tym czasie rozwinął także kwantową teorię promieniowania. W 1921 otrzymał Nagrodę Nobla za odkrycie prawa dotyczącego zjawiska fotoelektrycznego (prawo Einsteina) i prace w zakresie fizyki teoretycznej. W 1933 został zmuszony do opuszczenia Niemiec; na znak protestu przeciw hitleryzmowi zrzekł się obywatelstwa niemieckiego i członkostwa Akademii Nauk w Berlinie. Wyjechał do Stanów Zjednoczonych, osiedlił się w Princeton, gdzie pracował do końca życia w Institute for Advanced Study. W tym okresie podejmował dalsze próby stworzenia jednolitej teorii pola i zajmował się zagadnieniami związanymi z kosmologią.

Oprócz wielu prac naukowych napisał też kilka popularnonaukowych (*Istota teorii względności* 1922, *Ewolucja fizyki* 1947, wspólnie z L. Infeldem). Einstein brał czynny udział w życiu politycznym; w czasie I wojny światowej głosił idee pacyfistyczne, które w latach następnych — w obliczu nazistowskiego zagrożenia i rosnącej potęgi hitlerowskich Niemiec — zarzucił; jednocześnie rosnące objawy antysemityzmu spowodowały, że stał się zdecydowanym orędownikiem syjonizmu. W czasie II wojny światowej popierał prace zmierzające do budowy bomby jądrowej, jednak po wojnie uznał, że dalsza rozbudowa arsenału jądrowego zagraża istnieniu ludzkości, przed czym nieraz publicznie ostrzegał. W dowód uznania jego zasług dla syjonizmu 1952 zaproponowano Einsteinowi prezydenturę Izraela, której nie przyjął. Poza fizyką Einstein pasjonował się m.in. żeglarstwem; doskonale grał na skrzypcach, był nawet uznawany za wirtuoza tego instrumentu. Na życzenie Einsteina jego zwłoki zostały poddane kremacji, a prochy rozsypano w nieznanym miejscu.

**

Einsteina wzór, wzór $E = mc^2$ wyrażający związek między energią całkowitą obiektu

i jego masą (relatywistyczną) określoną wzorem $m_r = \frac{m_0}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$ (m_0 — masa spoczynkowa, v — prędkość obiektu, c — prędkość światła w próżni); wzór Einsteina został podany 1905 przez A. Einsteina jako jeden z podstawowych wzorów szczególnej teorii względności. Z wzoru Einsteina wynika wiele wniosków; do głównych należą: 1) ciało będące w spoczynku ma energię spoczynkową $E_0 = mc^2$ (stąd m zwane jest masą spoczynkową); 2) układ mający energię E ma również masę relatywistyczną $m_r = E/c^2$, choćby nie miał masy (spoczynkowej) jak np. foton. Energia spoczynkowa odpowiadająca masie 1g wynosi $9 \cdot 10^{13}$ J. W procesach, w których masa zmienia się o Δm , wydzielona lub jest pochłaniana energia $\Delta E = \Delta mc^2$

równa odpowiedniej zmianie energii spoczynkowej; na ogół tylko ułamek energii spoczynkowej zmienia się w inne formy energii; w procesach chemicznych (np. podczas spalania węgla) ubytek masy jest niezauważalnie mały, dopiero w procesach jądrowych (np. rozszczepienia jądra uranu, syntezy jąder wodoru w jądro helu) ma mierzalną wartość. Całkowita zmiana energii spoczynkowej i kinetycznej w energię elektromagnetyczną zachodzi podczas anihilacji par.

**

ekliptyka [łac. *eclipticus* 'zaćmieniowy' < gr. *ékleipsis* 'opuszczenie', 'zaćmienie'], wielkie koło na sferze niebieskiej, wzdłuż którego obserwuje się roczny ruch Słońca; ruch ten jest wynikiem ruchu rocznego Ziemi dookoła Słońca; ponieważ ruch roczny Ziemi dookoła Słońca nie jest jednostajny (na skutek eliptyczności orbity), obserwowana prędkość ruchu Słońca po ekliptyce nie jest stała; Słońce porusza się najszybciej ok. 2 stycznia (perihelium orbity Ziemi), najwolniej ok. 5 lipca (aphelium orbity Ziemi); wzdłuż ekliptyki leży 12 gwiazdozbiorów [Zodiaku](#).

**

ekosfera [gr. *okos* mieszkanie, gospodarstwo, środowisko, *sphara* kula], obszar wokół gwiazdy (Słońca), w którym warunki fiz. i chem. umożliwiają powstanie i rozwój organizmów zbudowanych z białka; w ekosferze Słońca znajduje się Ziemia (biosfera); nie jest roztrzygnięte, czy w e. innych gwiazd są planety, na których istnieje życie organiczne.

**

Ekspansja Wszechświata

Obserwacje galaktyk (z wyjątkiem obiektów najbliższych należących do Grupy Lokalnej bądź Gromady w Pannie) pokazują, że oddalają się one od nas z prędkościami proporcjonalnymi do ich odległości. Współczynnik proporcjonalności, czyli stałą Hubblea, znamy z dokładnością do czynnika dwa. Jego odwrotność ma wartość 1020 mld lat. Prawo Hubblea nie świadczy o naszym wyróżnionym położeniu w przestrzeni, lecz o rozszerzaniu się (ekspansji) Wszechświata, podczas którego stosunki odległości pomiędzy parami odległych obiektów pozostają niezmiennione. Oznacza to, że średnie odległości pomiędzy galaktykami (ich gromadami, supergromadami) były kiedyś mniejsze. Jeśliby stała Hubblea była niezmienna w czasie, odległości te musiałyby mieć wartości bliskie zera przed 1020 mld lat. Zatem tylko skończony odstęp czasu dzieli nas od momentu, kiedy gęstość materii we Wszechświecie była bardzo wysoka. Świadczy to o ewolucji Wszechświata jako całości, obok ewolucji obecnych w nim obiektów astronomicznych.

Michał Jaroszyński

**

ekstynkcja atmosferyczna, osłabienie docierającego do powierzchni Ziemi światła ciał niebieskich wskutek pochłaniania i rozpraszania w atmosferze; wpływ e.a. uwzględnia się przy pomiarach jasności gwiazd z powierzchni Ziemi.

**

ekstynkcja międzygalaktyczna, osłabienie promieniowania w ośrodku międzygalaktycznym wywołane jego pochłanianiem i rozpraszaniem przez pył międzygalaktyczny.

**

ekstynkcja międzygwiazdowa, absorpcja międzygwiazdowa, osłabienie i poczerwienienie światła gwiazd spowodowane rozpraszaniem przez pył międzygwiazdowy i pochłanianiem przez gaz międzygwiazdowy (**materia międzygwiazdowa**); Jeśli wiązka światła o natężeniu J_0 przechodzi przez ośr. o grubości d , to jej natężenie zmaleje do J , zgodnie z wzorem $J = J_0 e^{-kd}$ (k współczynnik ekstynkcji). Ekstynkcja **atmosferyczna** powstaje w atmosferze ziemskiej. W zakresie widzialnym przez atmosferę przechodzi ok. 80% światła padającego pionowo; ekstynkcja jest rezultatem rozpraszania światła na cząsteczkach powietrza i zawartej w nim zawiesiny oraz absorpcji, gł. przez parę wodną. Ekstynkcja **międzygwiazdowa** powstaje podczas przejścia promieniowania przez **materię międzygwiazdową**; jest największa w kierunkach leżących w płaszczyźnie Galaktyki i maleje wraz ze wzrostem szerokości galaktycznej (**astronomiczne współrzędne**); spowodowana rozpraszaniem światła w pyłe międzygwiazdowym i pochłanianiem go (absorpcja międzygwiazdowa) w gazie międzygwiazdowym; ekstynkcja międzygwiazdowa jest przyczyną pozornej zmiany barwy (poczerwienienie) ciała świecącego (skutek zależności współczynnika rozpraszania od długości fali).

**

ekwant [łac.], w teorii geocentrycznej punkt położony po przeciwnej stronie środka deferentu niż Ziemia, z którego ruch planety wydawał się jednostajny.

**

ekwatoriał [łac.], teleskop o montażu paralaktycznym umożliwiającym poruszanie się w ślad za ruchem dobowym nieba.

**

ekwinokcjum [łac.], *astr.* **równonoc**.

**

Ei Nath, *astr.* **Alnath**.

**

Elagabal, Heliogabal, *mit. syr.* bóstwo słoneczne, czczone pod postacią czarnego, stożkowatego kamienia w m. Emesa (ob. Hims) po utożsamieniu z gr. Heliosem zw. Heliogabalem.

**

Elara, naturalny satelita Jowisza; odkryty 1905 przez Ch.D. Perrinea.

**

Elektra, 17 *Tauri*, gwiazda leżąca w gwiazdozbiornie Byka;

Oznaczenie: 17 Tauri

Rodzaj obiektu: gwiazda pojedyncza

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; **Byk**

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: $3^{\text{h}} 44^{\text{m}} 52^{\text{s}}$ deklinacja: 24°
07 370 l.św. = 113 pc = 23 398 800 AU

Typ widmowy i klasa jasności: B6III

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: -
1,56^m

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy
pojedynczej: +3,70^m

Temperatura efektywna: układ: 14000 K

wchodzi w skład gromady Plejad ([Siedem Sióstr](#)); jasność widom 3,70^m; jest olbrzymem 1000 razy jaśniejszym od Słońca; odległa od Ziemi o 370 lat świetlnych.

**

elektromagnetyzm [gr.], *fiz.* ogół zjawisk, w których ujawniają się związki między elektrycznością i magnetyzmem (elektrodynamika); prąd elektr. i zmienne pole elektr. są źródłami wirowego pola magnet., a zmienne pole magnet. wytwarza wirowe pole elektr.; badaniem pola magnet. wytwarzanego przez stałe prądy elektr. i magnesy oraz oddziaływania tego pola z prądami i magnesami zajmuje się magnetostatyka.

**

elektrometeory [gr.], zjawiska optyczne i akustyczne związane z istnieniem elektryczności w atmosferze ziemskiej, np. błyskawica, grzmot, ogień św. Elma.

**

elektron [gr. *ēlektron* 'bursztyn'], cząstka elementarna o masie $m_e = 0,510\ 998\ 902(21)\ \text{MeV}/c^2$ ($9,109\ 381\ 88(72) \cdot 10^{-31}\ \text{kg}$) i ładunku elektrycznym $e = -1,602\ 176\ 462(63) \cdot 10^{-19}\ \text{C}$, występująca w 2 stanach ładunkowych: jako ujemny — negaton, i dodatni — pozyton; często pod pojęciem „elektron” rozumie się negaton (pozyton jest antycząstką tak rozumianego elektronu); negaton i pozyton tworzą parę cząstka–antycząstka. Elektrony są **leptonami** — cząstkami fundamentalnymi, nie mającymi struktury wewnętrznej. Elektrony wraz z protonami i neutronami stanowią podstawowe składniki atomów; w atomie tworzą powłoki elektronowe, których konfiguracja decyduje o fizycznych i chemicznych właściwościach atomu; elektrony walencyjne atomu biorą udział w tworzeniu wiązań w cząsteczce i ciele stałym (pasmowa teoria ciała stałego, elektronowa teoria metali). Elektrony występują również jako cząstki swobodne; z substancji są wyzwalane w wyniku dostarczenia odpowiedniej energii; np. z metalu, półprzewodnika — energii potrzebnej do wykonania pracy, tzw. pracy wyjścia, przeciwko siłom elektrostatycznym wiążącym elektrony z siecią krystaliczną, a zatem w wyniku ogrzania (termoemisja), działania silnego pola elektrycznego (emisja polowa), działania kwantów promieniowania elektromagnetycznego (emisja fotoelektronowa, fotoelektryczne zjawisko), bombardowania elektronami lub jonami (emisja wtórna), z atomów gazu — w wyniku ich jonizacji; swobodne elektrony powstają również podczas przemian promieniotwórczych (przemiana β), rozpadu innych cząstek (np. leptonów μ) oraz w procesie tworzenia pary e^+e^- z fotonu. Elektrony przyspieszane w akceleratorach cząstek naładowanych są stosowane do badań właściwości cząstek elementarnych i atomów, a także w radiografii i terapii chorób nowotworowych; ponadto elektrony są wykorzystywane w lampach elektronowych, mikroskopach elektronowych, przetwornikach obrazowych, elementach ze złączami $p-n$ i in. Istnienie elektronu przewidział 1891 i nadał mu nazwę G.J. Stoney, odkrył zaś 1897 J.J. Thomson.

**

elektronowolt, eV, jednostka energii, legalna, nie należąca do układu SI; jest to energia kinetyczna, jaką uzyskuje elektron po przebyciu w próżni drogi między 2 punktami, gdy różnica potencjałów między tymi punktami jest równa 1 V; $1 \text{ eV} \approx 1,602\ 177\ 33(49) \cdot 10^{-19} \text{ J}$.

**

elektrony walencyjne, elektrony wartościowości, elektrony zewnętrznych powłok elektronowych atomu; biorą udział w tworzeniu wiązań chemicznych; mają decydujący wpływ na właściwości chemiczne i wiele właściwości fizycznych pierwiastków.

**

Elnoth, *astr.* → [Alnath](#).

**

elongacja [łac. *elongatio* 'odległość'], *astr.* różnica długości ekliptycznych planety i Słońca, w przybliżeniu równa odległości kątowej planety od Słońca na sferze niebieskiej; maksymalne elongacje planet dolnych (leżących bliżej Słońca niż Ziemia) wynoszą: dla Merkurego 29°, dla Wenus 48°; dla planet górnych elongacja może przybierać wszystkie wartości od 0 do 360°. Termin „elongacja” oznacza także odległość kątową satelity od planety.

**

Eltanin, *astr.* → [Etamin](#).

**

emisja [łac. *emissio* 'wypuszczanie'], *fiz.* wysyłanie przez układ materialny promieniowania elektromagnetycznego, cząstek elementarnych (elektronów, protonów, neutronów), cząstek α i in. jąder atomowych, atomów, cząsteczek lub fal sprężystych (akustycznych, sejsmicznych i in.); w wyniku emisji energia układu się zmniejsza. **Emisja promieniowania elektromagnetycznego** jest wynikiem przejścia danego elementu materii, np. atomu, cząsteczki, ze stanu wzbudzonego do stanu o niższej energii; występuje przy: wzbudzeniu termicznym (silne ogrzanie), wyładowaniu elektr., naświetlaniu obiektu promieniowaniem, np. widzialnym lub rentgenowskim (luminescencja), ruchu zespołu ładunków elektr. (antena), oddziaływaniu bardzo prędkich elektronów z własnym polem (promieniowanie hamowania) lub ośr. (Czerenkowa promieniowanie). **Emisja spontaniczna, samorzutna** — emisja fotonów przez wzbudzone mikroukłady (atomy, cząsteczki, jony) niezależna od zewn. oddziaływań; jest zdarzeniem losowym, średni czas, po którym zachodzi — rzędu 10^{-8} s. **Emisja wymuszona, stymulowana** — emisja fotonów przez wzbudzone mikroukłady pod wpływem działającego na nie zewn. wymuszającego promieniowania elektromagnetyczne o odpowiedniej częst.; występuje w laserach i maserach.

**

Enceladus, *astr.* naturalny satelita Saturna; odkryty 1789 przez F.W. Herschela.

**

Encke [ɛŋkɛ] JOHANN FRANZ, ur. 23 IX 1791, Hamburg, zm. 26 VIII 1865, Spandau, astronom niemiecki; 1825–63 dyr. obserwatorium w Berlinie; od 1825 czł. Tow. Król.

w Londynie; 1818 na podstawie obliczeń wykrył okresowość komety, nazwanej później kometa Enckego, oraz odkrył przyspieszenie jej ruchu; na podstawie obserwacji przejścia Wenus przed tarczą Słońca 1761 i 1769, Encke wyznaczył z dużą dokładnością odległość Ziemia–Słońce; odkrył nazwaną jego nazwiskiem przerwę w pierścieniu Saturna.

**

Enckego kometa, kometa o numerze katalogowym 2P, odkryta 1818 przez J.L. Ponsa, była potem obserwowana we wszystkich pojawieniach się (oprócz 1944); nazwa komety pochodzi od J.F. Enckego, który badając jej ruch, stwierdził identyczność tej komety z kometami obserwowanymi w latach 1786, 1795 i 1805 oraz przewidział jej pojawienie się 1822; odkrył także wiekowe przyspieszenie w jej ruchu wynoszące ok. 2,5 h na jeden obieg wokół Słońca, nie powtarzające się jednak systematycznie; Encke wykazał również, że przyczyną tych zmian ruchu są siły niegrawitacyjne; dalsze badania ruchu k.E. prowadzone przez O. Backlunda wykazały, że przyspieszenie wiekowe komety maleje z czasem. Z orbitą k.E. jest związany prawdopodobnie rój Taurydów.

**

Endeavour [indɛwɛ], piąty (najnowszy — 2001) z serii amerykańskich wahadłowców kosmicznych; wyposażony w zmodernizowane systemy awioniki, lądowania, cumowania i in., co pozwalało na odbywanie lotów kosmicznych trwających do ok. 1 miesiąca, obejmujących połączenia z orbitalną stacją kosmiczną Mir i **Międzynarodową Stacją Kosmiczną**; pierwszy lot odbył 7–16 V 1992, ostatni 16 V–1 VI 2011; do III 2010 wykonał 24 loty orbitalne; od 1998 wykorzystywany do dostarczania części i zaopatrzenia do Międzynarodowej Stacji Kosmicznej (pierwsza misja 4–16 XII 1998 — wyniesienie na orbitę pierwszego amerykańskiego modułu o nazwie Unity ['jedność'], który został połączony z orbitującym rosyjskim modułem Zaria ['zorca']).

**

Endymion, Endymiōn, *mit. gr.* piękny młodzieniec, ukochany Selene (bogini Księżycy); Zeus obdarzył go wieczną młodością i zesłał mu nieprzerwany sen; Endymiona, spoczywającego w grocie góry Latmos w Karii (Azja Mniejsza), bogini odwiedzała nocą; Endymion uchodził m.in. za symbol piękna śmierci; mit dostarczył tematów sztuce gr. i rzym. (malowidła ścienne w Pompejach i Herkulanum), malarstwu nowoż. (m.in. Tintoretto, A. van Dyck, J.B. van Loo), literaturze (J. Lyly, P. Metastasio, J. Keats, O. Wilde), kilku operom (m.in. N. Jommelli, J.Ch. Bach) i baletowi.

**

energia [gr. *enérgeia* 'działanie'], podstawowa wielkość fizyczna charakteryzująca w sposób ilościowy układ materialny, określająca ruch jego składników oraz ich wzajemne oddziaływanie; spełnia ściśle prawo zachowania (**energii zachowania zasada**). Stwierdzono, że wszystkie postacie ruchu przekształcają się w siebie nawzajem w ściśle określonych stosunkach ilościowych; właśnie ta okoliczność umożliwia wprowadzenie pojęcia energii, czyli pozwala mierzyć różne postacie ruchu i oddziaływania jedną miarą. Różnym rodzajom procesów fizycznych odpowiadają różne rodzaje energii: mechaniczna, elektromagnetyczna, grawitacyjna, jądrowa itd. (**energia kinetyczna, energia potencjalna, energia jądrowa, energia elektryczna**);

rozgraniczenia te nie są jednak ściśle. Stan ośrodka ciągłego lub pola charakteryzuje **gęstość energii**, czyli wielkość równa stosunkowi energii do objętości w otoczeniu danego punktu, oraz **strumień energii** — wektor równy iloczynowi gęstości energii i prędkości przemieszczania się jej w danym ośrodku (dla pola elektromagnetycznego jest to wektor Poyntinga–Umowa; **fale elektromagnetyczne**). W mechanice relatywistycznej energia ma ścisły związek z masą (**Einsteina wzór**). W mechanice kwantowej energia jest wielkością podlegającą kwantowaniu (**hipoteza skwantowania energii**) — w pewnych warunkach energia układu może przyjmować tylko wartości, które tworzą zbiór punktowy (nieciągły); dotyczy to zwłaszcza energii promieniowania jąder, atomów i cząsteczek oraz energii drgań i obrotów tych układów.

**

Energia, sowiecka dwustopniowa rakietą nośną wielokrotnego użytku; może być również wykorzystana do wyniesienia w przestrzeń kosm. próbników międzyplanetarnych; umożliwia dostarczenie na niską orbitę satelitarną Ziemi ładunku o masie przekraczającej 100 t; dwa starty 1987 i 1988.

**

energia elektryczna, energia układu ładunków elektr.; w przypadku ładunków nieruchomych jest to energia elektrostat., w przypadku ładunków poruszających się — energia elektrodynamiczna. W praktyce przez energię elektryczną rozumie się zwykle energię prądu elektr.; wyraża się ona wzorem $E = UIt = I^2Rt$ (U — przyłożone napięcie elektr., I — natężenie prądu elektr., R — opór (rezystancja), t — czas przepływu); jeśli przez przewodnik płynie prąd elektr., część jego energii przemienia się w ciepło (znaczna — np. w elektr. urządzeniach ogrzewczych); energia elektryczna może także przemieniać się w inne rodzaje energii, w szczególności w energię mech. (silnik elektryczny).

**

energia jądrowa, energia atomowa, część energii wiązania jąder atomowych wyzwalamąca się w procesach rozszczepienia ciężkich jąder oraz łączenia się (syntezy) jąder lekkich (reakcja jądrowa) procesom tym towarzyszy wydzielanie się energii, gdyż energia wiązania w jądrze — przypadająca na jeden nukleon — ma wartość maks. dla jąder o średnich masach. Ilość energii uzyskiwana z rozszczepienia 1 kg uranu wynosi ok. $8,64 \cdot 10^{13}$ J, co odpowiada energii otrzymywanej ze spalania ponad 2,5 tys. ton węgla. Prace umożliwiające wyzwolenie energii jądrowej zapoczątkował 1934 E. Fermi doświadczeniami nad bombardowaniem uranu spowolnionymi neutronami. Szczególnie duże znaczenie miało odkrycie 1938 przez O. Hahna i F. Strassmanna rozszczepienia jądra uranu 235, a następnie stwierdzenie 1939–40, że w procesie rozszczepienia pojawiają się 2–3 swobodne neutrony; pozwoliło to wywołać reakcję jądrową łańcuchową i praktycznie wykorzystać energię jądrową nie kontrolowaną, przebiegająca z wielką szybkością, jądrowa reakcja łańcuchowa zachodzi w bombach jądrowych; w praktycznym wykorzystaniu energii jądrowej decydujące znaczenie ma możliwość regulowania przebiegu reakcji; zostało to zrealizowane w reaktorach jądrowych (E. Fermi 1942), wykorzystywanych m.in. w elektrowniach jądrowych jako źródło ciepła.

**

energia kinetyczna, fiz. część energii mech. układu fiz. (np. ciała sztywnego) zależna od prędkości jego punktów; w przypadku ciała sztywnego o masie m poruszającego się ruchem postępowym z prędkością v (znacznie mniejszą od prędkości światła) jego energia kinetyczna $E_k = mv^2/2$; energia kinetyczna ciała sztywnego obracającego się z prędkością kątową ω wokół pewnej osi $E_k = I\omega^2/2$, gdzie I — moment bezwładności ciała względem tejże osi; zgodnie z mechaniką relatywistyczną ogólny wzór na e.k. poprawny dla dowolnej prędkości $v < c$ jest

następujący; $E_k = \frac{mc^2}{\sqrt{1-v^2/c^2}} - mc^2$, gdzie m — masa ciała, c — prędkość światła w próżni.

**

energia potencjalna, część energii mech. układu fiz. zależna od wzajemnego rozmieszczenia części układu (np. energia sprężysta) i od ich położenia w zewn. polu sił miarą e.p. jest w danym położeniu praca, którą muszą wykonać siły działające na układ, aby przeprowadzić go z położenia, dla którego e.p. przyjmuje się umownie za równą zero, do danego położenia; np. E_p ciała o masie m w polu grawitacyjnym Ziemi na wysokości h równa jest iloczynowi siły ciężkości mg (g — przyspieszenie ziemskie) i h : $E_p = mgh$.

**

energia słoneczna, energia wytwarzana przez Słońce; głównym źródłem energii słonecznej są reakcje termojądrowe zachodzące w jądrze Słońca, polegające na przemianie jąder wodoru w jądra helu.

**

energii zachowania zasada, fiz. jedno z podstawowych praw fizyki: całkowita energia dowolnego izolowanego (tj. nie oddziałującego z otoczeniem) układu fizycznego ma wartość stałą; jeśli izolowany układ fizyczny składa się z wielu oddziałujących wzajemnie podukładów, to energia podukładów może ulegać zmianie, ale całkowita energia wszystkich podukładów musi pozostać nie zmieniona. W procesach fizycznych jedna forma energii może zmienić się w inną, np. energia mechaniczna w energię prądu elektrycznego, energia promieniowania elektromagnetycznego w energię kinetyczną ruchu cząstki, ale całkowita energia zawsze pozostaje stała. W termodynamice zasada zachowania energii jest wyrażona przez pierwszą zasadę termodynamiki (termodynamiki zasady). Zgodnie ze szczególną teorią względności między całkowitą energią układu E , jego prędkością v

i całkowitą masą m istnieje związek $E = \frac{mc^2}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$, gdzie c — prędkość światła w próżni (**Einsteina wzór**). Zgodnie z twierdzeniem Noether zasada zachowania energii jest związana z niezmienniczością praw fizycznych względem przesunięć w czasie.

**

Enif, ε Pegasi, najjaśniejsza gwiazda w gwiazdozbiórze Pegaza;

Oznaczenie: ε Pegasi

Rodzaj obiektu: gwiazda pojedyncza

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; **Pegaz**

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: $21^{\text{h}} 44^{\text{m}} 11^{\text{s}}$ deklinacja: $9^{\circ} 53' 670$ l.św. = 205 pc = 42 370 800 AU

Typ widmowy i klasa jasności: K2Ib

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: -
4,19^m

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: +2,39^m

Temperatura efektywna: układ: 4000 K

jasność widoma 2,39^m; jest olbrzymem 7 tysięcy razy jaśniejszym od Słońca; odległa od Ziemi o 670 lat świetlnych.

**

Eos [gr., 'jutrzienka'], *mit. gr.* „różanopalca” bogini świtu (przynosząca dzień); siostra Selene i Heliosa, matka m.in. wiatrów: Zefira, Boreasza i Eurosa oraz Gwiazdy Zarannej i Gwiazd; w mitologii rzymskiej Aurora; temat greckiego malarstwa wazowego (czara Durisa) i malarstwa nowożytnego (m.in. G. Reni, Guercino, C. Callot — plafon w pałacu w Wilanowie, J.P. Norblin — plafon w Świątyni Diany w Arkadii), poezji (Ch.M. Wieland, G. Meredith) i kilku oper (m.in. E.T.A. Hoffmann).

**

epicykl [gr.], mały okrąg, który wg staroż. teorii ruchu planet krążył wraz z unoszoną na nim planetą po obwodzie deferentu; geocentryczna teoria.

**

Epimetheus, *astr.* księżyc Saturna; piąty, licząc wg rosnącej odległości od planety.

**

epoka [gr. *epochē* 'zatrzymanie', 'zawieszenie'], *astr.* moment stanowiący punkt odniesienia w rachubie czasu lub przy opisie liczbowym zjawisk astronomicznych; np. e., do których odnoszą się elementy orbity ciała niebieskiego.

**

Epsilon Aurigae, zaćmieniowy układ podwójny w gwiazdozbiornie Woźnicy, jasność widoma 3,03^m; złożony z nadolbrzyma i prawdopodobnie dysku akrecyjnego, wewnątrz którego znajduje się ciasny układ podwójny gwiazd; odległość od Ziemi 2000 lat świetlnych.

**

era hadronowa, b. wczesna faza Wielkiego Wybuchu, trwająca do ok. 10^{-4} s od chwili początkowej; gł. składnikiem materii Wszechświata były w tej erze hadrony (np. protony).

**

era leptonowa, faza Wielkiego Wybuchu trwająca od ok. 10^{-4} s do 10 s; gł. składnikiem materii Wszechświata były w tej erze leptony (elektrony, neutrina).

**

era materii, obecna faza ewolucji Wszechświata.

**

era promieniowania, okres ewolucji Wszechświata trwający od 10 s od momentu początkowego do ok. 10^5 lat po Wielkim Wybuchu.

**

Eratostenes z Cyreny, Eratosthénēs, ur. ok. 275 p.n.e., Cyrena (Libia), zm. ok. 194 p.n.e., Aleksandria, grecki filozof, astronom, matematyk i geograf; zajmował się także filologią, historią i muzyką; od 236 zarządzał Biblioteką Aleksandryjską; pierwszy dokonał pomiaru długości południka ziemskiego, wyznaczył kąt nachylenia ekliptyki do równika niebieskiego; pozostawił dzieło astronomiczne *Katasterismoí* — opis konstelacji; zachowały się fragmenty dzieła *Geōgraphiká*, w którym dał podstawy naukowego traktowania geografii; z osiągnięć matematycznych jest znane tzw. sito Eratostenesa.

**

Ernst MARCIN, ur. 4 III 1869, Warszawa, zm. 4 VI 1930, Lwów, ojciec Jana, astronom; od 1907 profesor Uniw. Lwow.; zajmował się m.in. wyznaczaniem orbit planetoid i meteoroidów, obserwacjami zaćmień Słońca, jasnością komet i gwiazd zmiennych; popularyzator astronomii; autor podręczników (m.in. podręcznika dla szkół średnich *Kosmografia* oraz podręcznika uniwersyteckiego *Astronomia sferyczna* 1928) i książek popularnonaukowych.

**

Eros, *astr.* planetoida o numerze katalogowym 433; podczas swego ruchu wokół Słońca zbliża się znacznie (na odległość ok. 22 mln km) do Ziemi; odkryta 1898 (G. Witt); obserwacje E. podczas zbliżeń były wykorzystywane m.in. do wyznaczania odległości Ziemi od Słońca.

**

Erydan, Eridanus, rozległy gwiazdozbiór równikowy i nieba południowego;

Umiejscowienie na niebie: gwiazdozbiór nieba południowego

Obszar gwiazdozbioru (w stopniach kwadratowych): 1138

Główne gwiazdy: [Achernar](#), [Cursa](#), [Acamar](#)

w Polsce częściowo widoczny w zimie; najjaśniejsza gwiazda — Achernar.

**

ESA → Europejska Agencja Kosmiczna.

**

ESO, ang. **European Southern Observatory, Europejskie Obserwatorium Południowe**, europejska organizacja międzyrządowa utworzona 1962 w celu wspólnego prowadzenia badań astronomicznych; członkami są: Belgia, Dania, Finlandia, Francja, Holandia, Niemcy, Portugalia, Szwajcaria, Szwecja, Wielka Brytania i Włochy; siedziba — Garching koło Monachium (Niemcy); stacje obserwacyjne ESO znajdują się w Chile na górze La Silla, na wysokości 2400 m n.p.m. (14 teleskopów, największy o średnicy 3,6 m, oraz 15-metrowa antena do obserwacji radiowych) i na górze Cerro Paranal, na wysokości 2600 m n.p.m. (*Very Large Telescope*, VLT — składający się z 4 teleskopów o średnicy 8,2 m).

**

Eta Carinae, jedna z najbardziej jasnych i zmiennych gwiazd w Galaktyce, leżąca w gwiazdozbiornie Kila;

Oznaczenie: η Carinae

Rodzaj obiektu: gwiazda podwójna (jaśniejszy składnik gwiazdy)

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; **Kil**

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: $10^{\text{h}} 45^{\text{m}} 04^{\text{s}}$ deklinacja: $-59^{\circ} 42' 3000$ l.św. = 920 pc = $189\,720\,000$ AU

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: $+6,2^{\text{m}}$

jasność widoma $6,2^{\text{m}}$; także źródło promieniowania podczerwonego i rentgenowskiego; odległa od Układu Słonecznego o ok. 3000 lat świetlnych.

**

Etamin, Eltanin, γ *Draconis*, najjaśniejsza gwiazda w gwiazdozbiornie Smoka;

Oznaczenie: γ Draconis

Rodzaj obiektu: gwiazda podwójna (jaśniejszy składnik gwiazdy)

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; **Smok**

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: $17^{\text{h}} 56^{\text{m}} 36^{\text{s}}$ deklinacja: $51^{\circ} 29' 148$ l.św. = 45 pc = $9\,359\,520$ AU

Typ widmowy i klasa jasności: K5III

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: $-1,04^{\text{m}}$

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: $+2,23^{\text{m}}$

Temperatura efektywna: temperatura składników układu lub gwiazdy pojedynczej: 4000 K

gwiazda podwójna; jaśniejszy składnik ma jasność widomą $2,23^{\text{m}}$, jest olbrzymem 500 razy jaśniejszym od Słońca; odległa od Ziemi o 148 lat świetlnych.

**

Eudoksos z Knidos, Eúdoxos, ur. ok. 408 Knidos, zm.ok. 355 p.n.e. tamże, gr. matematyk, astronom, geograf i filozof; jeden z najbardziej wszechstronnych uczonych starożytności; w matematyce pierwszy stworzył ogólną teorię proporcji, zastępującą (do XIX w.) teorię liczb rzeczywistych; zajmował się złotym podziałem, podał sposób obliczania objętości figur geom. metodą wyczerpywania; w zakresie astronomii E. próbował wyjaśnić ruch planet za pomocą geocentrycznego systemu sfer koncentrycznych; wysunął twierdzenie o kulistości Ziemi i obliczył w przybliżeniu jej obwód; jako filozof przyrody wznowił naukę Anaksagorasa z Klazomen o homojomeriach; w etyce głosił hedonizm, przeciwko któremu występował Platon w dialogu *Fileb*.

**

Euklides, Eukleídēs, żył na przeł. IV i III w. p.n.e., matematyk grecki; w dziele *Stoicheía geōmetrías* ['elementy geometrii'], składającym się z 13 ksiąg,

usystematyzował całość ówczesnej wiedzy matematycznej w postaci aksjomatycznego wykładu; dzieło to, tzw. *Elementy*, wywarło olbrzymi wpływ na dalszy rozwój matematyki; poza tym zachowały się w przekładach łacińskich dzieła Euklidesa z geometrii *Data* i *De divisionibus*, z optyki *Catoptrica* i *Optica* (prawo odbicia światła, zasada prostoliniowego rozchodzenia się promieni świetlnych), z astronomii *Phaenomena* i z teorii muzyki *Sectio Canonis*.

**

Euler [o'laɪ] LEONHARD , ur. 15 IV 1707, Bazylea, zm. 18 IX 1783, Petersburg, szwajcarski matematyk i fizyk. Od 1731 profesor Akademii Nauk w Petersburgu, 1741–66 profesor Akademii Nauk w Berlinie; 1766 powrócił do Petersburga, gdzie pracował (mimo całkowitej utraty wzroku) do końca życia; uważany za jednego z twórców nowoczesnej matematyki, wprowadził do niej wiele obecnie używanych oznaczeń, np. Σ , e , π , i , $f(x)$; opublikował ok. 900 prac naukowych, które dotyczyły niemal wszystkich znanych wówczas dziedzin matematyki, a także optyki, akustyki, mechaniki płynów, nawigacji, teorii ruchów Księżyca, budowy okrętów i in.; prace Eulera przyczyniły się szczególnie do rozwoju analizy matematycznej, m.in. w zakresie funkcji trygonometrycznych, równań różniczkowych cząstkowych, rachunku wariacyjnego, ale też teorii liczb, teorii grafów i geometrii; Euler był również autorem wielu konstrukcji technicznych.

**

Eulera kąty, trzy kąty φ , ψ , θ służące do określania położenia osi kartezjańskiego prostokątnego układu współrzędnych $OX'Y'Z'$ względem innego kartezjańskiego prostokątnego układu współrzędnych $OXYZ$ o tym samym początku O i tej samej orientacji; k.E. φ , ψ , θ są kątami między prostymi OX i OX' , OX i OZ' oraz OZ i OZ' , gdzie OX jest linią węzłów, czyli prostą, wzdłuż której przecinają się płaszczyzny OXY i $OX'Y'$; kąty φ i ψ zmieniają się od 0 do 2π , a kąt θ od 0 do π ; k.E. najczęściej używa się w mechanice do opisu ruchu obrotowego bryły sztywnej i w mechanice nieba; przy ruchu obrotowym bryły sztywnej kąt φ nazywa się kątem precesji, kąt ψ — kątem obrotu własnego, a kąt θ — kątem nutacji; wprowadzone 1748 przez L. Eulera.

**

Europa, Eurōpē, *mit. gr.* córka fenickiego króla Agenora; Zeus pod postacią byka uprowadził ją na Kretę, gdzie została matką Minosa i Radamantysa; później poślubiła Asteriosa, króla Krety, który adoptował jej synów; byk został przez bogów przeniesiony między gwiazdy (znak zodiaku); częsty temat w greckiej rzeźbie, rzymskim malarstwie ściennym (Pompeje) i malarstwie nowożytnym (Tycjan, G. Reni, Rembrandt, G.B. Tiepolo).

**

Europa, *astr.* naturalny satelita Jowisza, odkryty 1610 przez Galileusza i należący do 4 tzw. księżyców galileuszowych;

**



Europa – naturalny satelita Jowisza.

Europejska Agencja Kosmiczna, ang. **European Space Agency** (ESA), zachodnioeuropejska organizacja międzynarodowa, z siedzibą w Paryżu. Powstała 1975 z połączenia organizacji zajmujących się badaniami kosmicznymi oraz techniką kosmiczną i raketową — ESRO (European Space Research Organization, założona 1964) i ELDO (European Launcher Development Organization, założona 1961). W 2010 jej członkami było 18 państw: Austria, Belgia, Czechy, Dania, Finlandia, Francja, Grecja, Hiszpania, Holandia, Irlandia, Luksemburg, Norwegia, Niemcy, Portugalia, Szwajcaria, Szwecja, Wielka Brytania, Włochy; Kanada ma status państwa współpracującego z ESA.

Celem działalności agencji jest organizacja i stymulacja współpracy państw członkowskich w dziedzinie badań kosmicznych obejmująca planowanie, koordynację i realizację wspólnych przedsięwzięć kosmicznych, ich finansowanie, rozwój techniki i technologii kosmicznej (np. budowa własnych rakiet nośnych serii Ariane, współudział w budowie i eksploatacji laboratorium kosmicznego Spacelab oraz nowej Międzynarodowej Stacji Kosmicznej, a także wykorzystanie sztucznych satelitów Ziemi do celów użytkowych w wielu dziedzinach, głównie na potrzeby telekomunikacji, meteorologii, teledetekcji i in. ESA prowadzi ścisłą współpracę z amerykańską agencją kosmiczną NASA oraz rosyjską agencją kosmiczną, co wyraża się w realizacji wspólnych projektów kosmicznych i udziale astronautów z krajów członkowskich ESA w załogowych lotach kosmicznych amerykańskich wahadłowców, a także ich współuczestnictwie w programie badań prowadzonych na rosyjskiej stacji kosmicznej Mir.

Główne ośrodki ESA to: ESTEC (The European Space Research and Technology Centre) w Noordwijk aan Zee w Holandii, odpowiedzialny za realizację badań naukowych, prac konstrukcyjnych oraz rozwój technologii kosmicznej, ESOC (The European Space Operations Centre) w Darmstadt w Niemczech, stanowiący centrum operacyjne zarządzające monitorowaniem lotów statków kosmicznych ESA, korektą ich trajektorii, gromadzeniem i przetwarzaniem przesyłanych danych, oraz ESRIN (The European Space Research Institute) we Frascati we Włoszech, nadzorujący program badań teledetekcyjnych wykonywanych z pokładów satelitów ESA. W ramach działalności agencji zostały wyniesione w przestrzeń kosmiczną liczne sztuczne satelity Ziemi i próbniki międzyplanetarne (część z nich realizująca wspólne misje badawcze ESA i NASA) o charakterze naukowym, m.in. satelity astronomiczne:

COS-B, ISEE, IUE, Exosat, ISO, SOHO, Hipparcos, XMM oraz próbniki kosmiczne: Giotto, Ulysses, Cassini/Huygens; na orbicie okołoziemskiej umieszczono wiele satelitów użytkowych, np. serii Meteosat, ESRO, HEOS, MARECS, ERS i in.; ESA uczestniczy też w badaniach prowadzonych przez [teleskop kosmiczny Hubble'a](#) (HST). Polska bierze udział w niektórych programach badawczych ESA na podstawie umowy o współpracy, np. w misjach badawczych sond kosmicznych ESA — Mars Express i Venus Express, uczestniczyli naukowcy z Centrum Badań Kosmicznych PAN.

**

Europejskie Obserwatorium Południowe → [ESO](#).

**

Europejskie Towarzystwo Astronomiczne, ang. **European Astronomical Society**, towarzystwo nauk. zał. 1990, z siedzibą w Genewie; ma na celu rozwój i popularyzację astronomii w Europie; wydaje biuletyn „Newsletter”, corocznie organizuje zjazdy nauk. wspólnie z towarzystwem astr. kraju będącym gospodarzem zjazdu.

**

EUVE, ang. **Extreme Ultraviolet Explorer**, satelita amer. wyniesiony na orbitę okołoziemską 7 VI 1992 przez raketę Delta w celu prowadzenia obserwacji astr. zjawiska świecenia sfery niebieskiej i pojedynczych obiektów kosm. w skrajnie krótkofalowej części promieniowania nadfioletowego; program nauk. misji obejmował m.in. dokonanie szczegółowego przeglądu sfery niebieskiej, a zwł. obszarów wokół ekliptyki w celu dokładnej lokalizacji przestrzennej i precyzyjnego pomiaru jasności źródeł nadfioletowych oraz sporządzenia mapy ich rozkładu, obserwacje spektroskopowe indywidualnych obiektów (w tym m.in.: młodych, gorących gwiazd, białych karłów, gwiazd w pobliżu Słońca), a także obserwacje efektów związanych z wnikaniem szczątków komety Shoemaker-Levy w atmosferę Jowisza. Po wypełnieniu misji, w nocy z 30 na 31 I 2002 podczas kontrolowanego zejścia z orbity satelita spłonął w atmosferze Ziemi. Badania EUVE w znacznym stopniu przyczyniły się do zrozumienia procesów ewolucji gwiazd, mechanizmów transportu energii w ich atmosferach oraz poznania struktury i właściwości lokalnego ośr. międzygwiazdowego otaczającego Układ Słoneczny.

**

ewekcja [łac. *evection* ‘podniesienie’], *astr.* druga co do wielkości okresowa nierówność w ruchu Księżyca, wywołana działaniem perturbacyjnym Słońca; amplituda 76’.

**

Ewolucja gwiazd

Powstanie protogwiazdy

Gwiazdy powstają w wielkich obłokach, zbudowanych z gazu i pyłu międzygwiazdowego. Gdy masa takiego obłoku przekroczy tzw. **masę Jeansa**, staje się on niestabilny i zaczyna się kurczyć. Masa Jeansa zależy od warunków

panujących w ośrodku międzygwiazdowym, tzn. od gęstości i temperatury. Zazwyczaj jej masa wynosi wiele tysięcy mas Słońca, jest więc zbliżona do masy gromad gwiazd, a nie pojedynczych obiektów. W trakcie kurczenia się obłok ulega podziałowi na mniejsze fragmenty, które stają się protogwiazdami. Jeżeli obiekty te są silnie związane grawitacyjnie ze sobą, utworzą gromadę gwiazd; w przeciwnym wypadku po pewnym czasie rozproszą się w galaktyce.

Kontrakcja protogwiazdy

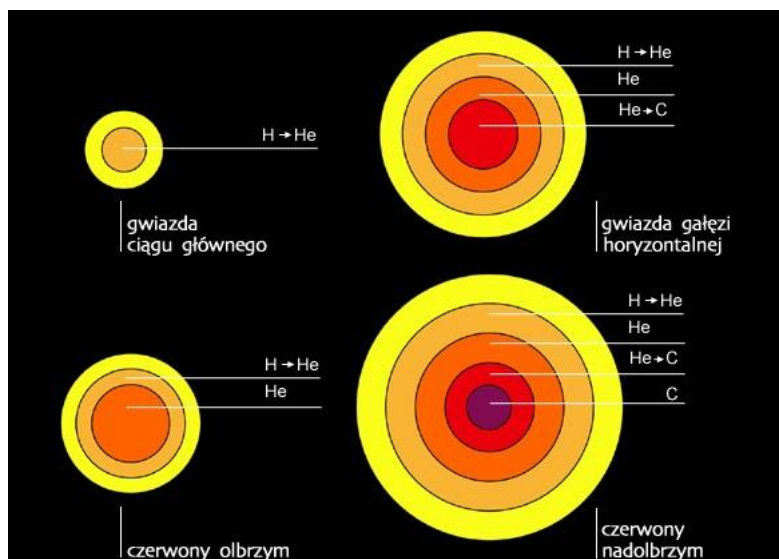
Protogwiazdy, podobnie jak materia międzygwiazdowa, zbudowane są głównie z wodoru i helu. Kurcząc się, uwalniają grawitacyjną energię potencjalną. Połowa tej energii zostaje zużyta na podgrzanie gazu, z których są zbudowane, zaś druga połowa jest wyświecana z powierzchni w postaci promieniowania elektromagnetycznego. Protogwiazdy obserwujemy jako tzw. gwiazdy typu T Tauri. Są to stosunkowo chłodne obiekty, na diagramie Hertzsprunga-Russella leżące nieco powyżej ciągu głównego. Otaczają je dyski gazowo-pyłowe, z których zapewne powstają planety. Czas trwania fazy kontrakcji jest bardzo różny i zależy od masy protogwiazdy. Dla obiektów o masie 0,1 masy Słońca wynosi on około miliarda lat, zaś w przypadku ciał o masie 100 mas Słońca — zaledwie kilkadziesiąt tysięcy lat.

Spalanie wodoru

Etap kontrakcji protogwiazdy kończy się, gdy temperatura centralnych części obiektu osiągnie około 10 mln K. Rozpoczynają się wtedy reakcje termojądrowe, przekształcające („spalające”) wodór w hel. Powstaje stabilna konfiguracja — nowonarodzona gwiazda. Na diagramie Hertzsprunga-Russella leży ona na tzw. ciągu głównym wieku zerowego — prawie prostej linii, przebiegającej od lewego górnego rogu ku prawemu dolnemu. Położenie gwiazdy zależy od jej masy. Im obiekt jest cięższy, tym wyżej znajduje się na ciągu głównym wieku zerowego, co oznacza, że ma tym większą jasność i temperaturę powierzchniową. W przybliżeniu jasność nowopowstałych gwiazd jest proporcjonalna do masy w pewnej potęgze a . Wartość wykładnika a w różnych fragmentach ciągu głównego wieku zerowego zmienia się od 3 do 5.

Brązowe karły

Zakres mas powstających gwiazd jest dość duży. Masa najcięższych przekracza zapewne 100 mas Słońca, zaś najlżejszych wynosi 0,08 masy Słońca. Temperatura centralnych części obiektów jeszcze lżejszych nigdy nie osiąga wartości wystarczającej do zapoczątkowania reakcji termojądrowych. Stają się one tzw. brązowymi karłami, które po prostu powoli stygną, emitując dzięki temu niewielką ilość światła. Najwięcej powstaje gwiazd małomasywnych; obiekty o masie przekraczającej 20 mas Słońca są bardzo nieliczne, jednak łatwo je odkryć ze względu na ich dużą jasność.



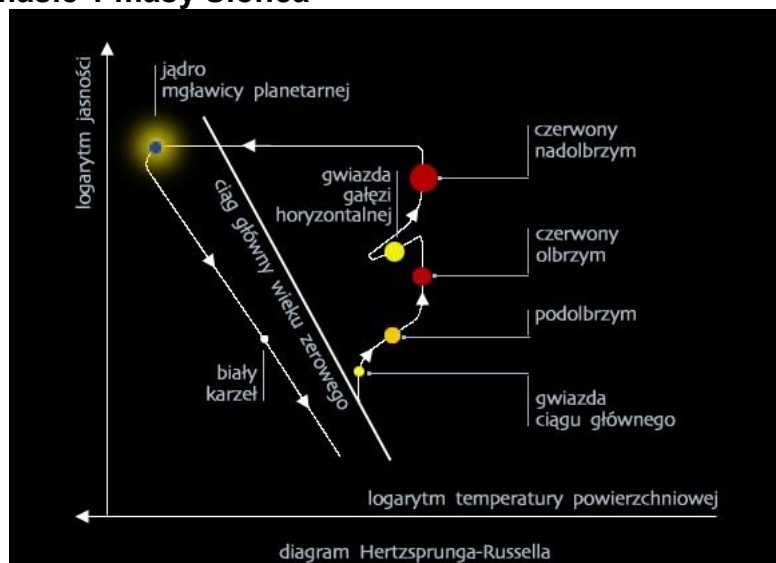
Faza ciągu głównego

Reakcje spalania wodoru przebiegają początkowo w centralnym jądrze gwiazdy. Okres ten nazywa się fazą ciągu głównego. W tym czasie przekształceniu ulega skład chemiczny jądra: maleje w nim obfitość wodoru, a wzrasta obfitość helu. Gwiazdy o masach mniejszych od 1,5 masy Słońca spalają wodór w cyklu p–p, zaś obiekty masywniejsze (których temperatura centralna jest wyższa) — w cyklu CNO. Parametry zewnętrzne gwiazd w trakcie fazy ciągu głównego zmieniają się stosunkowo nieznacznie. Jasność nieco rośnie, zaś temperatura powierzchniowa maleje (w przypadku gwiazd o masach większych od 1,5 masy Słońca) lub rośnie (w przypadku obiektów lżejszych).

Faza ciągu głównego jest najdłuższym etapem ewolucji gwiazdy i zajmuje jakieś 70–90% jej życia. Czas fazy ciągu głównego (jak i całej ewolucji) bardzo silnie zależy od masy — im gwiazda cięższa, tym krócej trwa jej żywot. I tak gwiazdy o masach przekraczających 20 mas Słońca spędzają na ciągu głównym zaledwie kilka milionów lat; Słońce, którego wiek wynosi 4,6 mld lat, jest dopiero w połowie tego etapu ewolucji; zaś czas fazy ciągu głównego dla obiektów o masach mniejszych od 0,8 masy Słońca jest dłuższy od wieku Wszechświata. Oznacza to, że wszystkie gwiazdy, które dotychczas narodziły się z tak małymi masami, wciąż palą wodór w jądrze.

Faza ciągu głównego kończy się, gdy cały wodór w centralnych częściach gwiazdy przekształci się w hel. Reakcje jądrowe spalające wodór przenoszą się wówczas do cienkiej warstwy otaczającej jądro. Nowo powstający hel odkłada się na jądrze, zwiększając jego masę. Dalsza ewolucja zależy od masy obiektu. Prześledzimy ją na dwóch przykładach: gwiazdy o masie 1 masy Słońca i gwiazdy o masie 15 mas Słońca.

Dalsza ewolucja gwiazd Gwiazdy o masie 1 masy Słońca



Przyspieszenie ewolucji. W przypadku gwiazdy o masie 1 masy Słońca początkowe fazy spalania wodoru w cienkiej warstwie przebiegają jeszcze stosunkowo powoli. Jasność obiektu jest prawie stała, a temperatura powierzchniowa maleje, podczas gdy promień rośnie. Gwiazda jest wówczas tzw. **podolbrzymem**. Gdy masa jądra helowego osiągnie około 10% całkowitej masy gwiazdy, ewolucja wyraźnie przyspiesza. Jądro zaczyna się kurczyć, zaś znajdująca się nad nim otoczka silnie zwiększa swoje rozmiary. Na diagramie Hertzsprunga-Russella gwiazda wchodzi na tzw. gałąź **czerwonych olbrzymów**. W trakcie tej fazy ewolucji temperatura powierzchniowa ma prawie stałą, stosunkowo niską wartość, rosną natomiast promień i jasność gwiazdy. Zwiększa się również temperatura jądra helowego.

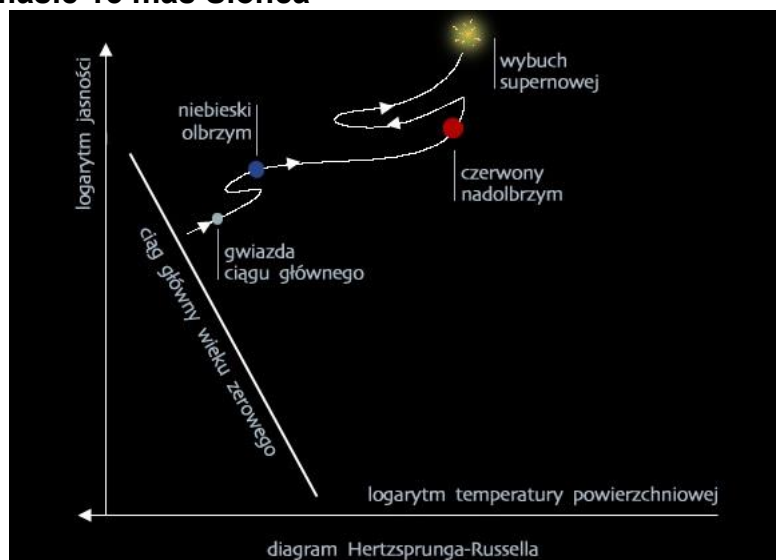
Spalanie helu. Gdy temperatura jądra osiągnie 100 mln K, zaczynają w nim zachodzić reakcje trzy alfa, przekształcające hel w węgiel. Włączenie się tego procesu ma gwałtowny przebieg. Struktura gwiazdy ulega przebudowie: całkowity promień i jasność maleją, natomiast jądro zwiększa swoje rozmiary. Rośnie też nieco temperatura powierzchniowa. Gwiazda osiada na tzw. gałęzi horyzontalnej. Ewolucja na tej gałęzi przypomina ewolucję na ciągu głównym, z tą różnicą, że gwiazda w swym jądrze spala teraz hel. Wciąż istnieje też cienka warstwa otaczająca jądro, w której zachodzą termojądrowe reakcje przemiany wodoru w hel (nadal dostarczające gwiazdzie większość wypromieniowywanej energii).

Gałąź czerwonych nadolbrzymów. Kiedy cały hel w jądrze przekształci się w węgiel (a częściowo w tlen, będący produktem wychwytu cząstek alfa przez jądra węgla), temperatura powierzchniowa znowu spada, a jasność i promień rosną. Gwiazda wchodzi na tzw. gałąź **czerwonych nadolbrzymów** (zwaną niekiedy gałęzią asymptotyczną), będącą przedłużeniem gałęzi czerwonych olbrzymów. Struktura gwiazdy wygląda wówczas następująco: węglowo-tlenowe jądro otacza cienka warstwa, w której pali się hel; nad nią umieszczona jest cienka warstwa, w której pali się wodór; jeszcze wyżej znajduje się rozległa otoczka wodorowo-helowa. Ewolucja na gałęzi czerwonych nadolbrzymów przypomina ewolucję na gałęzi czerwonych olbrzymów, jednak jasność i promień są wówczas znacznie większe.

W trakcie ewolucji na gałęzi czerwonych nadolbrzymów gwiazda traci znaczną ilość swojej materii poprzez ucieczkę cząstek z jej powierzchni (jest to tzw. wiatr gwiazdowy). Gdy masa otoczki spadnie do wartości około 0,01 masy Słońca, zaczyna się ona kurczyć. W tej fazie ewolucji jasność gwiazdy jest bardzo duża i stała, zmniejsza się natomiast promień, zaś temperatura powierzchniowa rośnie. Kiedy temperatura staje się dostatecznie wysoka, promieniowanie gwiazdy jonizuje gaz wyrzucony przez gwiazdę w czasie ewolucji na gałęzi czerwonych nadolbrzymów. Zaczyna on świecić i widać go wówczas jako mgławicę planetarną (nie ma ona nic wspólnego z planetami, a nazwa wzięła się stąd, że obiekt ten oglądany w teleskopie przypomina planetę).

Białe i czarne karły. Po odrzuceniu całej otoczki, w gwieździe ustają reakcje termojądrowe. Z rozgrzanego jądra gwiazdy powstaje **biały karzeł** — bardzo gęsty i mały obiekt, którego promień jest porównywalny z promieniem Ziemi. Stygnie on i świeci jeszcze przez mniej więcej miliard lat. Na diagramie Hertzsprunga-Russella przesuwają się w dół po linii prawie równoległej do ciągu głównego. Gdy jego temperatura powierzchniowa spadnie poniżej 4000 K, przestaje być dostrzegalny. Takie niewidoczne obiekty nazywamy czarnymi karłami.

Gwiazdy o masie 15 mas Słońca



Spalanie helu. Ewolucja gwiazdy o masie 15 mas Słońca przebiega o wiele szybciej. Po fazie ciągu głównego, która trwa około 12 mln lat, gwiazda wkracza w fazę palenia wodoru w cienkiej warstwie. Jej temperatura powierzchniowa maleje, a promień rośnie. Wzrasta też nieznacznie jasność. Podobnie jak w przypadku obiektu o masie 1 masy Słońca, temperatura jądra helowego staje się coraz większa. Gdy osiągnie wartość 100 mln K, w jądrze zaczynają zachodzić reakcje przemiany helu w węgiel i tlen. W odróżnieniu od gwiazdy o masie 1 masy Słońca, zapalenie helu następuje spokojnie i nie ma wielkiego wpływu na strukturę gwiazdy. Na diagramie Hertzsprunga-Russella gwiazda kontynuuje przesuwanie się w prawo po niemal poziomej linii. Po pewnym czasie cały hel w jądrze zostaje wyczerpany i powstaje konfiguracja z węglowo-tlenowym jądrem i dwoma cienkimi warstwami, w których zachodzą reakcje spalania helu i wodoru.

Spalanie węgla. W dalszym ciągu ewolucji temperatura jądra gwiazdy o masie 15 mas Słońca wzrasta na tyle, że mogą rozpocząć się w nim reakcje spalania węgla, a następnie tlenu. Reakcje te produkują krzem. Gdy któryś z rodzajów paliwa termojądrowego zostanie wyczerpany w jądrze, reakcje z udziałem tego pierwiastka przenoszą się na zewnątrz do cienkiej warstwy. Tak więc w końcowych fazach ewolucji struktura gwiazdy przypomina cebulę, ze względu na szereg koncentrycznych warstw otaczających jądro, w których zachodzą różne rodzaje reakcji termojądrowych. W tym czasie gwiazda traci dużą ilość materii, wywiewanej przez wiatr gwiazdowy. Promień obiektu może kilkakrotnie maleć i rosnąć, a na diagramie Hertzsprunga-Russella gwiazda może przesuwac się w lewo i w prawo. Czy rzeczywiście to zachodzi (a jeśli tak, to ile razy), zależy m.in. od ilości traconej masy.

Wybuch supernowej. Gdy krzem, znajdujący się w jądrze, ulegnie zapłonowi, powstaje z niego żelazo. Proces przekształcania krzemu w żelazo trwa w gwieździe zaledwie około sekundy. Reakcje termojądrowe z udziałem żelaza nie dostarczają energii, ale ją pochłaniają. Kiedy więc w gwieździe utworzy się żelazne jądro, staje się ona niestabilna. Aby podtrzymać wysoką temperaturę wnętrza, jądro zaczyna się gwałtownie zapadać, wydzielając wielkie ilości energii grawitacyjnej. Osiąga ono ogromną gęstość 10^{18} kg/m³. W takiej gęstości jądra wszystkich pierwiastków ulegają rozbiciu i przekształcają się w swobodne neutrony. Uwalniana energia powoduje powstanie fali uderzeniowej, która przemieszcza się na zewnątrz i rozrywa otoczkę. Opisane zjawisko nosi nazwę wybuchu supernowej.

Wybuch supernowej to zjawisko niezwykle energetyczne. Z badań teoretycznych wynika, że znaczna większość energii emitowana jest w postaci neutrin; w 1987 roku rzeczywiście zaobserwowano strumień neutrin pochodzący z wybuchu supernowej w pobliskiej galaktyce — Wielkim Obłoku Magellana, co potwierdziło przewidywania teoretyków. Mimo to supernowe są również bardzo jasne w zakresie promieniowania optycznego. W ciągu około doby supernowa osiąga jasność porównywalną z jasnością całej galaktyki, w której wybuchła. Później jej światło stopniowo słabnie, jednak jeszcze przez kilka lat jest wyraźnie dostrzegalna przez teleskopy. Z rozerwanej otoczki tworzy się mgławica gazowa, zwana pozostałością po supernowej. Ma ona zwykle rozmiary kilku do kilkudziesięciu lat świetlnych. Taką pozostałością po supernowej jest dobrze znana Mgławica Krab. Z jądra gwiazdy, która wybuchła, powstaje gwiazda neutronowa. Jest to niezwykle gęsty obiekt, którego masa zbliżona jest do masy Słońca, zaś promień wynosi zaledwie około 10 km. Młode gwiazdy neutronowe mają silne pole magnetyczne i szybko rotują. Wysyłają one wiązki promieniowania radiowego. Wiązka taka omiata niebo, a gdy trafia na Ziemię, radioteleskopy rejestrują krótki puls. Pulsy powtarzają się periodycznie z okresem równym okresowi obrotu gwiazdy neutronowej, wynoszącym zwykle ułamek sekundy. Dlatego obiekty te nazwano **pulsarami**.

Gwiazdy o mniejszej masie

Wydaje się, że ewolucja wszystkich gwiazd o początkowych masach mniejszych od 8 mas Słońca przypomina — w ogólnym zarysie — ewolucję gwiazdy o masie 1 masy Słońca. Czas życia gwiazdy zależy jednak bardzo od masy początkowej. Cała ewolucja (od ciągu głównego wieku zerowego do przekształcenia się w białego karła) gwiazdy o masie 3 mas Słońca trwa kilkaset milionów lat, zaś Słońcu zajmie to ponad 10 mld lat. Ponieważ masa białego karła nie może przekroczyć tzw. granicy Chandrasekhara, wynoszącej 1,4 masy Słońca, gwiazdy w czasie swego życia muszą pozbywać się znacznej ilości materii. Najwydajniej proces ten zachodzi, gdy gwiazda przebywa na gałęzi czerwonych nadolbrzymów.

Gwiazdy o większej masie

Gwiazdy o masach początkowych przekraczających 8 mas Słońca ewoluują podobnie do opisanej gwiazdy o masie 15 mas Słońca. Również w tym przypadku im cięższa gwiazda, tym krótsza cała ewolucja. Ewolucja gwiazdy masywnej kończy się wybuchem supernowej, którego produktem jest gwiazda neutronowa (a w przypadku gwiazd najcięższych — zapewne czarna dziura). Ocenia się, że w naszej Galaktyce supernowe rozbłyskują średnio raz na sto lat, aczkolwiek ostatni taki wybuch obserwowano w XVII w.

Ewolucja gwiazd podwójnych

Opisany przebieg ewolucji dotyczy gwiazd pojedynczych. Ewolucja gwiazd podwójnych może przebiegać inaczej, gdyż składniki układu w pewnych fazach swego życia mogą wymieniać materię, co bardzo komplikuje cały obraz.

Michał Czerny

**

Exosat, Europejskie Rentgenowskie Obserwatorium Satelitarne, satelita astr. ESA, działający 1983–86; służył do prowadzenia obserwacji promieniowania rentgenowskiego planet (Jowisz), gwiazd i ich układów podwójnych, pozostałości po supernowych, galaktyk, kwazarów, gromad galaktyk itp.; przeprowadził ok. 2000 obserwacji, zlokalizował m.in. gwałtownie zmienne źródła rentgenowskie, odkrył pierwszy układ biały karzeł–gwiazda neutronowa, jak również kwaziperiodyczne pulsacje natężenia promieniowania rentgenowskiego wielu źródeł galaktycznych.

**

Explorer [iksplɔ:rɛ] , seria amerykańskich sztucznych satelitów Ziemi; przeznaczone głównie do badań geofizycznych z zakresu fizyki atmosfery i jonosfery Ziemi, fizyki przestrzeni okołoziemskiej, obserwacji elektromagnetycznego i korpuskularnego promieniowania Słońca, a także pomiarów geodezyjnych; Explorer-1 (start 31 I 1958) był pierwszym amerykańskim sztucznym satelitą; 1958–81 wyniesiono w przestrzeń kosmiczną ogółem 56 satelitów tej serii.

**

„F”

Fabricius DAVID, ur. 9 V 1564, Esens, zm. 7 V 1617, Osteel, ojciec Johannesesa, holenderski teolog i astronom; był pastorem w Osteel, gdzie prowadził również obserwacje astr.; występował przeciw idei ekliptyczności planet wysuwanej przez J. Keplera; 1596 odkrył pierwszą gwiazdę zmienną Mira Ceti; 1604, niezależnie od Keplera i Galileusza, zauważył i obserwował gwiazdę nową w gwiazdozborze Wężownika.

**

Fabricius JOHANNES, ur. 8 I 1587, Osteel, zm. ok. 1615, Marienhafe, syn Davida, astronom holenderski; przeprowadził wiele obserwacji Słońca posługując się zarówno kamerą obscura, jak i lunetą; niezależnie od Galileusza, Th. Harriota i Ch. Scheinera odkrył (1610–11) plamy na Słońcu i na podstawie ich obserwacji stwierdził obrót Słońca dookoła osi.

**

Fabry [fabrij] CHARLES, ur. 11 VI 1867, Marsylia, zm. 11 XII 1945, Paryż, fizyk francuski; profesor uniw. w Marsylii i Paryżu; prace z optyki, spektroskopii, astrofizyki i akustyki; wykazał, że promieniowanie ultrafioletowe jest pochłaniane w wysokich warstwach atmosfery przez ozon.

**

fading [fɛjɔɪŋ; ang.], *telekom.* → zanik sygnału.

**

Faeton, Phaéthōn [gr., 'światlisty'], *mitol. gr.* syn Heliosa, boga Słońca, i Okeanidy Klimeny; za zgodą ojca poprowadził jego rydwan słoneczny; mimo przestróg zjechał ze szlaku wyznaczonego na sklepieniu niebios; Zeus obawiając się, że ziemia spłonie, poraził Faetona piorunem; mit wykorzystywany w literaturze starożytnej (Eurypides, Owidiusz) i nowożytnej (P. Calderón de la Barca, J.W. Goethe, W. Waiblinger), malarstwie (G. Pencz, F. Solimena, L. Silvestre, G.B. Tiepolo) i muzyce (J.B. Lully, A. Scarlatti, N. Jommelli i in.).

**

fala uderzeniowa, fala spiętrzeniowa, obszar gwałtownego wzrostu ciśnienia, temperatury, gęstości i prędkości ośrodka ciągłego przemieszczający się z prędkością większą niż prędkość rozchodzenia się dźwięku w tym ośrodku; fala uderzeniowa powstaje przy wybuchu, detonacji, opływach naddźwiękowych (np. samolotów, rakiet, pocisków; uderzenie dźwiękowe), w dyszach i dyfuzorach naddźwiękowych, w uderzeniu hydraulicznym.

**

fale, *fiz.* zaburzenia pól fizycznych rozchodzące się ze skończoną prędkością i przenoszące energię; ze względu na fizyczną naturę zachodzących zjawisk rozróżnia się: fale polegające na mechanicznym przemieszczaniu się elementów ośrodka (np. fale sprężyste), **fale elektromagnetyczne** (np. światło, fale radiowe), które są zaburzeniami pola elektromagnetycznego, fale grawitacyjne (stanowiące zaburzenia pola grawitacyjnego), **fale de Broglie'a** (zwane też falami materii), związane z poruszającymi się mikrocząstkami materii (np. elektronami, neutronami, atomami). Powyższy podział jest bardzo uproszczony — nie obejmuje m.in. pewnych specyficznych fal w plazmie (np. fal magnetohydrodynamicznych, zwanych też falami Alfvéna). Rozchodzenie się fal opisuje **równanie falowe**; dla fal sprężystych równanie to wynika z równań ruchu Newtona, dla fal elektromagnetycznych z równań Maxwella, fale de Broglie'a (w przybliżeniu nierelatywistycznym) opisuje równanie Schrödingera. W najprostszym przypadku fali jednowymiarowej (np. na sprężystej

$$\frac{\partial^2 \psi(x,t)}{\partial x^2} = \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 \psi(x,t)}{\partial t^2}$$

strunie) równanie falowe ma postać: $\frac{\partial^2 \psi(x,t)}{\partial x^2} = \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 \psi(x,t)}{\partial t^2}$, gdzie $\psi(x, t)$ — **funkcja falowa** — funkcja opisująca zależność zaburzenia od zmiennych przestrzennych i czasu, v — prędkość przemieszczania się zaburzenia. Z punktu widzenia zależności czasowej zaburzenia wyróżnia się: **impulsy falowe**, w których zaburzenie w określonym punkcie trwa przez określony czas, oraz **fale harmoniczne**, w których w określonym punkcie zaburzenie zmienia się w czasie t periodycznie. Wśród fal harmonicznych ważną grupę stanowią **fale sinusoidalne: biegnące** — w których zaburzenie przemieszcza się w przestrzeni, i **stojące** (w falach tych wyróżnia się punkty, w których zaburzenie stale znika — tzw. węzły, i punkty, w których

zaburzenie ma w określonej chwili wartość maksymalną — tzw. strzałki). Fale biegnące w przypadku jednowymiarowym opisuje funkcja falowa $\psi(x, t) = A \cos(kx - \omega t)$, dla fal de Broglie'a $\psi(x, t) = Ae^{i(kx - \omega t)}$, gdzie A jest amplitudą fali a argument $(kx - \omega t)$ określa fazę fali; ω — częstość kołowa fali, $k = 2\pi/\lambda$ — liczba falowa, λ — **długość fali**, czyli najmniejsza odległość między punktami o takiej samej fazie zaburzenia. Fale, w których punkty jednakowego zaburzenia (ściślej, jednakowej fazy), czyli **powierzchnia falowa**, wyznaczają w przestrzeni płaszczyznę, są zwane falami płaskimi, sferę — falami kulistymi, powierzchnię cylindryczną — falami cylindrycznymi. Powierzchnia falowa fali

harmonicznej przemieszcza się z prędkością fazową $v = \lambda \nu$ ($\nu = \frac{\omega}{2\pi}$ — częstotliwość fali). Z punktu widzenia charakteru zaburzenia rozróżnia się fale skalarne (w których zaburzenie jest opisane funkcją skalarną, np. ciśnienie w gazie), fale wektorowe, w których zaburzenie opisuje funkcja wektorowa (np. natężenie pola elektrycznego) i fale spinorowe (fale de Broglie'a dla elektronów z uwzględnieniem spinu). Fale, w których kierunek zaburzenia jest równoległy do kierunku rozchodzenia się fal, są **falami podłużnymi** (np. fale dźwiękowe w powietrzu), a fale, w których kierunek zaburzenia jest prostopadły do kierunku rozchodzenia się fal — **falami poprzecznymi** (np. fale elektromagnetyczne w próżni, fale na powierzchni wody); istnieją też fale wektorowe, które nie należą do żadnej z tych grup, np. fale sprężyste w kryształach, fale elektromagnetyczne w kryształach dwójłomnych. Z ruchem falowym wiąże się wiele charakterystycznych zjawisk, jak np.: interferencja fal, dyfrakcja fal, rozpraszanie fal, dyspersja fal, odbicie i załamanie fal, absorpcja fal; z falami nieskalarnymi łączą się ponadto zjawiska polaryzacji fal.

W historii fizyki rozróżnia się kilka okresów, w których odmiennie podchodzono do zjawiska falowego. W pierwszym (do połowy XIX w.) każdy ruch falowy był traktowany jako zaburzenie pewnego ośrodka materialnego (stąd koncepcja eteru, w którym rozchodziłyby się fale świetlne). W drugim okresie, rozpoczętym pracami J. Maxwella, promieniowanie elektromagnetyczne było opisywane jako zaburzenie pól elektrycznych i magnetycznych (które mogą istnieć w próżni). Okres trzeci zapoczątkowało stwierdzenie (na przełomie XIX i XX w.) korpuskularnej natury promieniowania elektromagnetycznego (**foton**) oraz odkrycie (1924) falowej natury mikrocząstek (hipoteza de Broglie'a); konsekwencją tego przełomowego odkrycia jest stwierdzenie, że falowe właściwości materii pojawiają się przy opisie mikroskopowym w dowolnej dziedzinie fizyki.

**

fale de Broglie'a, fale materii, fale reprezentujące cząstki w mechanice kwantowej; ruch każdej cząstki ma cechy falowe, przy czym długość fali cząstki swobodnej o pędzie p i energii E wynosi $\lambda = h/p$ (h — stała Plancka), a częst. $\nu = E/h$. Fale de Broglie'a mogą być rozpatrywane jako fale prawdopodobieństwa, gdyż kwadrat ich amplitudy w danym punkcie przestrzeni określa gęstość prawdopodobieństwa znalezienia w tym punkcie cząstki. Hipotezę fal materii wprowadził 1924 L.V. de Broglie; potwierdzeniem jej słuszności było odkrycie zjawiska dyfrakcji cząstek (czyli anizotropowego rozpraszania cząstek), prowadzącej do powstania charakterystycznych maksimum i minimum natężenia, analogicznie jak przy dyfrakcji fal.

**

fale elektromagnetyczne, rozchodzące się w przestrzeni zaburzenia pola elektromagnetycznego. W ośrodku jednorodnym fala elektromagnetyczna jest falą poprzeczną, tzn. wektory pól elektrycznego E i magnetycznego H są prostopadłe do kierunku rozchodzenia się fali; są one również wzajemnie prostopadłe, a zmiany ich są zgodne w fazie. Fale elektromagnetyczne przenoszą energię oraz pęd; gęstość energii przenoszonej przez fale elektromagnetyczne określa wektor Poyntinga–Umowa $S = E \times H$; najprostszą falą elektromagnetyczną jest fala harmoniczna (o sinusoidalnej zależności E i H od czasu). Fale elektromagnetyczne mogą się rozchodzić w próżni, gdzie ich prędkość nie zależy od częstotliwości i wynosi $c = 299\,792\,458$ m/s; jest to największa możliwa prędkość przekazywania informacji. W ośrodkach materialnych prędkość fal elektromagnetycznych wyraża się wzorem $v = c(\varepsilon\mu)^{-1/2}$ (ε — przenikalność elektryczna, μ — przenikalność magnetyczna ośrodka) i może zależeć od częstotliwości. Znany zakres długości fal obejmuje długości od ok. 10^{-14} m do tysięcy km. Widmo fal elektromagnetycznych podzielono umownie na pasma w zależności od sposobu generacji i detekcji; granice pewnych pasm zachodzą na siebie. Wszystkie fale elektromagnetyczne ulegają odbiciu, załamaniu, ugięciu (dyfrakcja fal), **interferencji** itp.; w miarę przechodzenia w stronę fal krótszych coraz słabiej występują cechy falowe, a coraz wyraźniej korpuskularne (**dualizm falowo-korpuskularny**). Wykrywanie fal elektromagnetycznych wymaga na ogół użycia detektorów przetwarzających energię fal elektromagnetycznych w inne formy energii, np. dla fal radiowych są używane anteny, w których pole elektryczne lub magnetyczne fal elektromagnetycznych indukuje prądy zmienne o wysokiej częstotliwości; fale bardzo krótkie są wykrywane metodami jonizacyjnymi lub fotochemicznymi. Nieznaczną część widma fal elektromagnetycznych (światło widzialne) jest wykrywana bezpośrednio przez zmysły. Fale elektromagnetyczne znalazły powszechne zastosowanie w telekomunikacji oraz do badań mikrostruktury materii (analiza spektralna, krystalografia rentgenowska), do badań przestrzeni kosmicznej (**radioastronomia**). Hipotezę istnienia fal elektromagnetycznych i podstawowe prawa nimi rządzące podał 1864 fizyk angielski, J. Maxwell (Maxwella równania); słuszność hipotezy Maxwella potwierdził doświadczalnie fizyk niemiecki, H.R. Hertz (1886), wytwarzając fale elektromagnetyczne za pomocą drgającego dipola.

**

fale grawitacyjne, rozchodzące się w przestrzeni zaburzenia pola grawitacyjnego wywołane niejednostajnym ruchem mas (ciał); istnienie fal grawitacyjnych wynika z ogólnej teorii względności. Wyniki ostatnich badań (m.in. pulsara — PSR 1913+16 — w układzie podwójnym; za odkrycie tego pulsara uczeni amer., R.A. Hulse i J.H. Taylor otrzymali 1993 Nagrodę Nobla) dają pośrednie dowody istnienia fal grawitacyjnych.

**

fale radiowe, fale elektromagnetyczne dł. od 0,1 mm do 100 km (częst. od 3000 GHz do 3 kHz). Zgodnie z Regulaminem Radiokomunik. Międzynarodowego Związku Telekomunikacyjnego obowiązuje dekadowy podział widma f.r. na zakresy; pozostaje też nadal w użyciu podział tradycyjny, oparty na fiz. właściwościach f.r., w którym granice zakresów nie zostały jednoznacznie ustalone. Zakres mikrofal został podzielony na pasma oznaczone umownie literami, gł. odpowiadające częst. pracy radarów i systemów radiokomunikacji satelitarnej (w tym telewizji i radiofonii satelitarnej).

Źródłami f.r. są anteny, przetwarzające energię prądu wysokiej częst., doprowadzanego z urządzeń nadawczych, a także radioźródła i wyładowania elektryczne. F.r. mogą się rozchodzić w liniach przesyłowych (prowadnicach falowych, np. falowodach) lub w przestrzeni nieograniczonej; w przestrzeni rozchodzą się albo we wszystkich kierunkach, albo jako wiązki skoncentrowane, za pomocą anten kierunkowych, wzdłuż wybranego kierunku (kierunków). Obszar przestrzenny, w którym rozchodzą się f.r., tzw. **środowisko propagacji**, jest charakteryzowany parametrami elektr.: przenikalnością elektryczną, przenikalnością magnetyczną i przewodnością elektryczną właściwą. W próżni f.r. rozchodzą się prostoliniowo, z prędkością równą prędkości światła, przy czym natężenie pola elektromagnetycznego związanego z f.r. jest odwrotnie proporcjonalne do odległości od źródła; natomiast w środowisku rzeczywistym, w wyniku oddziaływania z nim, a zwłaszcza z napotykanymi przeszkodami, f.r. mogą ulegać rozproszeniu, odbiciu, załamaniu, dyfrakcji (ugięciu) i pochłanianiu.

Na propagację f.r. w warunkach ziemskich mają wpływ powierzchniowe warstwy Ziemi oraz warstwy atmosfery ziemskiej: troposfera (rozciągająca się od powierzchni Ziemi do wys. kilkunastu km) i jonosfera (na wys. od 70 do 1000 km). Sposób propagacji f.r. zależy od wysokości umieszczenia anten nad powierzchnią otaczającego ją terenu (w zasadzie — od stosunku tej wysokości do długości fali) oraz kąta wypromieniowania (kąta elewacji) fali, mierzonego względem powierzchni Ziemi i uwarunkowanego charakterystyką kierunkowości anteny; istotną rolę odgrywa oddziaływanie f.r. ze środowiskiem propagacji, zależne od jej częstotliwości. Ze względu na sposób propagacji rozróżnia się fale: przyziemne, troposferyczne i jonosferyczne.

F.r. przyziemne dzielą się na powierzchniowe — rozchodzące się bardzo blisko powierzchni Ziemi (gruntu, morza), oraz przestrzenne — rozchodzące się w pewnej od niej odległości. **F.r. powierzchniowe** są wysyłane i odbierane przez anteny znajdujące się bezpośrednio na powierzchni Ziemi lub umieszczone na wysokości nie większej niż kilka długości rozchodzącej się f.r. Mają duży zasięg (np. w radiofonii długofalowej — do kilkuset km przy mocy nadajnika ok. 1 MW), co jest związane z występowaniem zjawiska dyfrakcji (ugięcia) na kulistej powierzchni Ziemi i na przeszkodach (wzniesieniach) o promieniu krzywizny wierzchołków porównywalnym z długością fali. Propagacja f.r. powierzchniowej zależy od jej częst. i od parametrów elektr. podłoża. Tłumienie fali (pochłanianie przez podłoże) jest większe dla dużych częst. i maleje ze wzrostem przewodności podłoża. Ze wzrostem częst. słabnie też zjawisko dyfrakcji. Dlatego też fale powierzchniowe mają istotne znaczenie gł. w radiofonii i radionawigacji w zakresie fal długich i średnich.

F.r. przestrzenne rozchodzą się w troposferze w większej niż f.r. powierzchniowe odległości od powierzchni Ziemi; obie współpracujące anteny (lub co najmniej jedna z nich) są wówczas umieszczone nad powierzchnią Ziemi, na wysokości znacznie większej od długości rozchodzącej się fali (warunek ten może być spełniony tylko dla fal bardzo krótkich, tj. ultrakrótkich i mikrofal). Do anteny odbiorczej dochodzi wtedy zwykle, oprócz fali bezpośredniej, fala odbita (lub rozproszona) od powierzchni Ziemi; zachodzi interferencja obu fal, w wyniku której natężenie odbieranej fali zwiększa się lub zmniejsza do 0 (fala zanika). W środowisku pełnym przeszkód (np. w obszarze zabudowanym) mogą wystąpić liczne fale odbite, w wyniku czego powstaje zjawisko wielodrogowości rozchodzenia się f.r., prowadzące do interferencji wielu f.r.

dochodzących do miejsca odbioru i do fluktuacji ich natężenia (często do zaników sygnałów). F.r. przestrzenna ulega również refrakcji i tłumieniu.

Propagacja **f.r. troposferycznych** zależy w dużym stopniu od zmian w przestrzeni parametrów elektr. troposfery, gł. przenikalności elektr., a więc i współczynnika załamania fali. Parametry te są ściśle związane z parametrami meteorologicznymi (temperaturą, ciśnieniem, wilgotnością). Podczas przechodzenia przez warstwy o różnym współczynniku załamania f.r. zmienia kierunek rozchodzenia się (refrakcja), co powoduje zwykle niewielki wzrost zasięgu f.r. ponad bezpośrednią (opt.) widoczność współpracujących anten. Ten sposób propagacji dotyczy gł. fal UKF i mikrofal, przy czym mikrofałe są pochłaniane i rozpraszane przez opady atmosferyczne oraz w pewnych pasmach częst. przez cząsteczki tlenu i pary wodnej, z czym wiąże się ich intensywne tłumienie w tych pasmach. Może to powodować zaniki sygnałów i znaczne zmniejszenie zasięgu łączności, gł. w zakresie fal milimetrowych, niekiedy centymetrowych. F.r. troposferyczne ulegają ponadto rozproszeniu na niejednorodnościach troposfery, co zwiększa ich zasięg nawet do 1000 km. Jednocześnie zjawisko wielodrogowości fal, towarzyszące rozproszeniu, oraz niestabilność parametrów troposfery w czasie i w przestrzeni prowadzi do dużych zmian poziomów odbieranych sygnałów (z występowaniem zaników łącznie).

F.r. jonosferyczne to fale, których propagacja zależy gł. od stanu jonosfery, tj. od koncentracji w niej elektronów (związanej z porą doby, roku, aktywnością słoneczną), a także od długości f.r. i kąta ich wypromieniowania w kierunku **jonosfery** (kąta padania na warstwę jonosferyczną). Podczas przechodzenia przez warstwy jonosfery o różnej koncentracji elektronów, f.r. może ulegać refrakcji i pochłanianiu, może też przenikać przez te warstwy. W wyniku refrakcji tor f.r. może zakrzywiać się tak znacznie, że fala wraca w kierunku Ziemi, co można traktować jako jej odbicie od jonosfery.

Wysokość, na której następuje odbicie f.r. w kierunku Ziemi, zależy od koncentracji elektronów w warstwie, częst. fali i kąta jej wypromieniowania przez antenę. Dla określonego kąta wypromieniowania wysokość ta jest proporcjonalna do częst. fali. F.r. o częst. większych od częst. własnej plazmy jonosferycznej (oscylacje plazmy) na danej wysokości przenikają przez warstwę (warstwy) jonosfery. Im większy kąt wypromieniowania, tym większa wysokość, na której następuje odbicie f.r.; zmniejszenie kąta powoduje zwiększenie zasięgu f.r. przy jednokrotnym odbiciu i umożliwia stosowanie większych częst. roboczych. F.r. jonosferyczne w wyniku wielokrotnych odbić od jonosfery i powierzchni Ziemi mogą rozchodzić się na odległości od kilkuset do ponad kilkunastu tys. km. Ma to duże znaczenie w dalekosiężnej radiokomunikacji porozumiewawczej w zakresie fal krótkich i w radiofonii w zakresie fal długich, średnich i krótkich. F.r. długie zwykle odbijają się od warstwy *D* (w dzień) i warstwy *E* (nocą), średnie — od warstwy *E*, krótkie — od warstwy *F* lub podwarstw *F*₁ i *F*₂, natomiast fale ultrakrótkie i mikrofałe zwykle przenikają przez jonosferę. Wnikaniu f.r. do warstw jonosfery towarzyszą zaniki sygnałów, spowodowane ich pochłanianiem lub interferencjami (pochłanianie jest większe dla fal o mniejszych częst.).

F.r. wykorzystuje się w radiofonii (fale od długich do ultrakrótkich), telewizji (ultrakrótkie), radiokomunikacji porozumiewawczej (gł. fale krótkie, ultrakrótkie i mikrofałe), radiolokacji (mikrofałe) oraz radionawigacji (długie, średnie, ultrakrótkie,

mikrofale). Mikrofałe stosuje się również w grzejnictwie elektr., medycynie (diagnostyce i terapii).

D.J. Bem *Anteny i rozchodzenie się fal radiowych*, Warszawa 1973;

J. Szóstka *Fale i anteny*, Warszawa 2000.

Aleksander Charytoniuk

**

FAST, ang. **Fast Auroral Snapshot Explorer**, amer. sztuczny satelita Ziemi; wyniesiony w przestrzeń kosm. 21 VIII 1996 przez raketę Pegasus; wyniesiony w przestrzeń kosm. 21 VIII 1996 przez raketę Pegasus; umieszczony na mocno wydłużonej, eliptycznej orbicie okołobiegunowej w celu prowadzenia badań nauk. dotyczących zjawisk zorzowych w magnetosferze Ziemi i ich przyczyn; zbierane dane o rozkładzie jonów w magnetosferze, gęstości i temperaturze plazmy, strukturze pola elektr. i magnet. są przydatne w poznawaniu mechanizmów przyspieszania jonów i elektronów w obszarach podbiegunowych.

**

faza Księżyca, określony kształt widocznej z Ziemi części tarczy Księżyca; nów, pierwsza kwadra, pełnia, ostatnia kwadra.

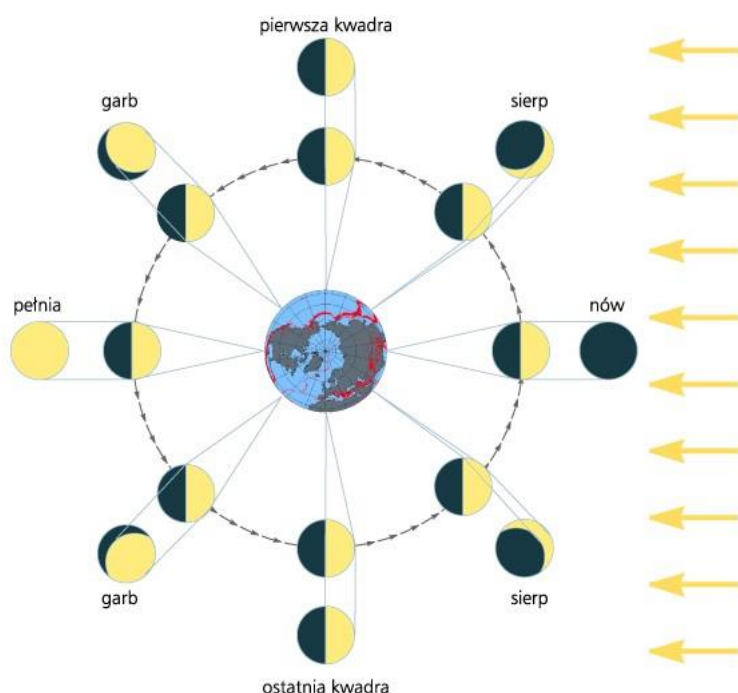
**

Fazy Księżyca i Wenus

Fazą Księżyca lub planety nazywamy kształt oświetlonej (widocznej) części tarczy Księżyca lub planety. Kształty wyróżniające się szczególną symetrią mają swoje nazwy. Gdy widoczna jest pełna tarcza mówimy, że jest pełnia, gdy jej zupełnie nie widać — nów, jasna prawa połowa — pierwsza kwadra, jasna lewa połowa — trzecia kwadra.

Andrzej Branicki

**



Fazy księżyca obserwowane z Ziemi.

Fazy Księżyca. Przewodnik

Miesiąc gwiazdowy

Miesiąc gwiazdowy to czas, po którym Księżyc powraca do tej samej pozycji względem gwiazd. To samo można wyrazić inaczej (z punktu widzenia zewnętrznego obserwatora) mówiąc, że jest to czas, po którym powtarza się konfiguracja położenia Ziemi, Księżyca i dowolnej gwiazdy.

Miesiąc synodyczny

Miesiąc synodyczny to czas, po którym powtarza się dowolna faza Księżyca. Fazy powtarzają się, gdy położenie na niebie Księżyca względem Słońca jest podobne. Zewnętrzny obserwator powiedziałby, że jest to czas, po którym powtarza się konfiguracja położenia Ziemi, Księżyca i Słońca. Ze względu na definicję, ten okres czasu mógłby się po polsku nazywać **miesiącem słonecznym**.

Obrót Księżyca

Księżyc obraca się wokół osi z tym samym okresem co okres obiegu wokół Ziemi (27.3217 doby). Gdyby tak nie było, z upływem czasu widzielibyśmy coraz to inne obszary powierzchni Księżyca. Nawet gdyby różnica pomiędzy tymi okresami była niewielka (np. okres = 27.3220 doby, w tym wypadku wybierz długi krok czasowy animacji) to po upływie kilkuset lat widać byłoby zmianę dostępną obserwacjom części Księżyca.

Z równości okresów nie wynika równość prędkości kątowych ruchu obiegowego i obrotowego. Ze względu na eliptyczność orbity Księżyca jego prędkość kątowa w ruchu obiegowym jest zmienna. Prędkość kątowa w ruchu obrotowym jest stała. Patrząc na animację łatwo wyobrazić sobie, że skutkiem tego jest niewielkie obracanie widocznej części Księżyca w lewo, gdy ruch obiegowy jest szybszy niż obrotowy i w prawo — w przypadku przeciwnym. Jest to jeden z przykładów tzw. libracji Księżyca.

Andrzej Branicki

**

Fazy Wenus. Przewodnik

Koniunkcja. Złączenie. Elongacja

Koniunkcja jest to takie położenie dwóch ciał, w którym kierunki do nich rzutowane na płaszczyznę ekliptyki pokrywają się (w lewym oknie kierunki do obu ciał pokrywają się). Planety Wenus i Merkury mogą występować w koniunkcji górnej ze Słońcem (planeta poza Słońcem) lub dolnej (planeta przed Słońcem). **Koniunkcję górną** nazywa się często złączeniem górnym, **koniunkcję dolną** – złączeniem dolnym.

Elongacja jest to kąt pomiędzy kierunkiem na obiekt i kierunkiem wybranym jako podstawowy. Dla planet takim podstawowym kierunkiem jest kierunek do Słońca. Elongacja planet dolnych (Wenus, Merkury) jest ograniczona. Największa elongacja Merkurego wynosi 23° , zaś Wenus 48° . Wartość największej elongacji zależy od rozmiarów orbit Ziemi i planety. Elongacja planet górnych (bardziej odległych od Słońca niż Ziemia) może być dowolna.

Okres gwiazdowy. Okres synodyczny

Tak jak dla Księżyca, tak i dla planet zdefiniować można **gwiazdowy okres obiegu Słońca**, czyli powtórzenie się tej samej konfiguracji w położeniu planety, dowolnej gwiazdy i Słońca, i synodyczny — powtórzenie się tej samej konfiguracji w położeniu planety, Ziemi i Słońca. Zmierz te okresy dla Wenus. Zauważ, że mogą się one

bardzo różnić. Kilka największych wartości kroku czasowego to odpowiednio: gwiazdowy okres obiegu Wenus, gwiazdowy okres obiegu Ziemi i synodyczny okres obiegu Wenus. Skorzystaj z nich. Zwróć uwagę na wynik animacji.

Andrzej Branicki

Feb, gr. **Phoibos**, łac. **Phoebus**, *mit. gr.* ['jasny', 'świecący'], poet. przydomek Apollina; w literaturze łac. używany równorzędnie z jego gr. imieniem; po utożsamieniu z Apollinem — jego epitet, w literaturze łac. używany równorzędnie z jego gr. imieniem.

**

Febe, *astr.* → [Phoebe](#).

**

Fenicjan religia, religia politeistyczna, bardzo zbliżona do religii Kananejczyków; na czele panteonu fenickiego stał El; podlegały mu: bóstwa kosm.-astralne, m.in. Szamim (Szamem) ['niebo'], Szamasz ['słońce'], Jarich ['księżyc'], Asztarte ['planeta Wenus'], Jam (władca morza, patron żeglarzy); bóstwa agrarne, m.in. Baal, Hadad — bóg burzy i urodzaju, Alijan — pory deszczowej i źródeł, Adon (gr. Adonis), Dagon — bóg zboża, Mot — suszy, żniw i śmierci, bogini Anat; inne bóstwa, np. Eszmun — bóg zdrowia, Kuszar — rzemiosł. Wielu z tych bogów było opiekunami poszczególnych miast, np. Eszmun — Sydonu, Asztarte — Berytos, Melkart — Tyru. Miejsca kultu: wzgórza, święte gaje, źródła rzek, w miastach — świątynie, przy których istniały kolegia kapłanów oraz działali wróżbici i astrologowie. Formy kultu: ofiary z płodów rolnych i ludzi (zwł. dzieci, Moloch), zastępowane stopniowo ofiarami ze zwierząt; prostytutka sakralna. Święta wiązały się z wiosną (np. Adonie), porą żniw i winobraniami. Z wyobrażeniami życia pozagrobowego łączył się kult zmarłych.

**

Feniks, *Phoenix*, *astr.* gwiazdozbiór nieba południowego;

Umiejscowienie na niebie: gwiazdozbiór nieba południowego

Obszar gwiazdozbioru (w stopniach kwadratowych): 469

Główne gwiazdy: [Ankaa](#)

najjaśniejsza gwiazda — Ankaa; w Polsce niewidoczny.

**

Feniks, gr. **Phoíniks**, łac. **Phoenix**, *mit. gr.* mityczny święty ptak żyjący w Arabii; według jednej z wersji co 500 lat odradzał się z własnych popiołów; u Greków symbol duszy, która przez śmierć ciała odradza się do nowego życia; w literaturze wczesnochrześcijańskiej Feniks był symbolem zmartwychwstania Chrystusa. W sztuce przedstawiany z głową na tle tarczy słonecznej lub w płomieniach, ze skrzydłami wzniesionymi do lotu.

**

Fiesienkow WASILIJ G., ur. 13 I 1889, Nowoczerkask, zm. 12 III 1972, Moskwa, astronom rosyjski; czł. AN ZSRR; prace z astrofizyki, astronomii gwiazdowej i kosmogonii; oprac. hipotezę powstania Układu Słonecznego, wykonał badania fotometryczne światła zodiakalnego, ocenił całkowitą masę pyłu w Galaktyce.

**

firmanent [łac.], *astr.* → **sfera niebieska**.

**

Fizeau [fizò] ARMAND HIPPOLYTE LOUIS, ur. 23 IX 1819, Paryż, zm. 18 IX 1896, Venteuil (dep. Seine-et-Marne), fizyk francuski; od 1863 profesor École Polytechnique w Paryżu; gł. prace Fizeau były poświęcone optyce; 1848 podał prawidłową interpretację zjawiska Dopplera w optyce; 1849 pierwszy dokonał pomiaru prędkości światła w warunkach ziemskich oraz pomiaru prędkości światła w poruszających się ośr.; wspólnie z J.B.L. Foucaultem odkrył prążki absorpcyjne w podczerwonej części widma słonecznego.

**

fizyka [gr. *physikē* ‘przyrodoznawstwo’ < *phýsis* ‘natura’, ‘przyroda’], nauka o budowie oraz właściwościach materii i działających na nią siłach; na podstawie obserwacji oraz przeprowadzanych doświadczeń odkrywa i formułuje prawa, którym podlega materia, a właściwości materii i zachodzące w niej zmiany opisuje językiem matematyki.

Zakres zjawisk i obiektów, którymi zajmuje się fizyka ukształtował się w toku jej rozwoju i podlega modyfikacji i rozszerzaniu w miarę dokonywania nowych odkryć; granice między fizyką i naukami pokrewnymi, np. astronomią czy chemią, nie są jednoznacznie sprecyzowane — istnieją działy tych nauk bardzo mocno związane z fizyką: **astrofizyka** i chemia fizyczna; pomimo że przedmiotem badań fizyki jest materia nieożywiona, to ich wyniki wykorzystuje się również do wyjaśniania procesów zachodzących w organizmach żywych (biofizyka).

Fizyka dzieli się najogólniej na **fizykę doświadczalną**, polegającą na przeprowadzaniu obserwacji i doświadczeń, oraz na **fizykę teoretyczną**, która uogólnia wyniki doświadczeń i opisuje je ścisłym językiem matematyki, tworząc teorie zjawisk fizycznych, lub odwrotnie: przewiduje nowe zjawiska, właściwości i formy materii, które są następnie weryfikowane doświadczalnie. Ten ścisły związek badań doświadczalnych i teoretycznych powoduje, że często działy fizyki wyodrębnia się nie na podstawie metod badawczych, lecz badanych przez nią obiektów: fizyka **cząstek elementarnych** (fizyka wielkich energii) dąży do poznania najbardziej podstawowych składników materii oraz praw rządzących ich wzajemnymi oddziaływaniami; fizyka jądrowa prowadzi badania właściwości jąder atomów istniejących w przyrodzie oraz wytworzonych sztucznie w wyniku reakcji jądrowych; fizyka plazmy zajmuje się materią zwana plazmą — mieszaniną silnie zjonizowanych atomów i elektronów; **fizyka atomowa i molekularna** bada właściwości atomów i cząsteczek oraz ich oddziaływanie z polem i promieniowaniem elektromagnetycznym; do opisu badanych obiektów i procesów posługuje się mechaniką kwantową; **fizyka materii skondensowanej** zajmuje się właściwościami i strukturą cieczy oraz ciał stałych — metali, dielektryków, półprzewodników, magnetyków i in. (fizyka ciała stałego).

Niektóre działy fizyki są określone nie przez objekty, które podlegają badaniom, lecz przez klasę zjawisk, którymi dany dział fizyki się zajmuje: mechanika opisuje, jak zachowują się pod wpływem sił na nie działających makroskopowe objekty materialne — ciała stałe (mechanika brył sztywnych) lub ciecze i gazy (mechanika ośrodków ciągłych); wyidealizowanym obiektem opisywanym przez mechanikę jest punkt materialny, czyli obiekt bez wymiaru, lecz obdarzony masą; mechanika stanowi

istotny element wielu nauk technicznych, a także astronomii i geofizyki; akustyka, uważana niekiedy za dział mechaniki, bada drgania i rozchodzenie się fal podłużnych w ośrodkach materialnych i ich oddziaływanie z tymi ośrodkami; optyka bada rozchodzenie się i oddziaływanie z ośrodkami materialnymi promieniowania elektromagnetycznego o częstotliwości fali widzialnych, podczerwieni i ultrafioletu; termodynamika zajmuje się zjawiskami cieplnymi ciał makroskopowych w powiązaniu z pracą wykonywaną przez te ciała; sformułowane przez nią zasady znajdują zastosowanie w technice i in. naukach — chemii, meteorologii; mikroskopowe podstawy **termodynamiki** tworzy fizyka statystyczna opisująca zachowanie się i właściwości układów składających się z bardzo dużej liczby mikroskopowych cząstek; teoria względności opisuje najbardziej ogólne przestrzenno-czasowe prawidłowości, którym podlegają wszystkie procesy fizyczne; **ogólna teoria względności** wiąże grawitację z deformacjami przestrzeni; **szczególna teoria względności** (mechanika relatywistyczna) opisuje zachowanie się ciał makroskopowych pod wpływem sił, niezależnie od ich prędkości; mechanika nierelatywistyczna jest dobrym przybliżeniem mechaniki relatywistycznej, gdy prędkości ciał są niewielkie w stosunku do prędkości rozchodzenia się światła w próżni; elektrodynamika klasyczna zajmuje się właściwościami pola elektromagnetycznego i jego klasycznym oddziaływaniem z ładunkami elektrycznymi; jej wyniki znalazły bardzo szerokie zastosowanie i stanowią podstawy wielu nauk technicznych, np. elektrotechniki, radiotechniki; oddziaływania kwantów pola elektromagnetycznego (fotonów) z ładunkami elementarnymi opisuje elektrodynamika kwantowa; związek pomiędzy procesami opisywanymi przez elektrodynamikę kwantową oraz przez teorię słabych oddziaływań jest podany przez ogólniejszą **teorię oddziaływań elektroslabych**; chromodynamika kwantowa stanowi teorię oddziaływań silnych; wraz z teorią oddziaływań elektroslabych tworzy Model Standardowy kwarków, leptonów i ich oddziaływań.

Fizyka w Polsce. Pierwszym polskim uczonym podejmującym zagadnienia fizyczne, ściślej optyki, był w XIII w. śląski filozof i przyrodnik Witelo, jednak dopiero w założonej w XIV w. Akademii Krakowskiej zajmowano się fizyką w większym stopniu. Pierwszą pracownię fizyczną założył 1597 S. Pudłowski. W XVII w. W. Magni wykonał w Warszawie, niezależnie od E. Torricellego, doświadczenie nad próżnią (1647), A. Kochański zaś wydał kilka rozpraw z mechaniki. W XVIII w. przy Uniwersytecie Jagiellońskim utworzono tzw. „kollegium fizyki”, na którego czele stali m.in. Jan Śniadecki i J. Jaśkiewicz. W okresie rozbiorów wielu fizyków polskich pracowało za granicą (m.in. M. Skłodowska-Curie); do ważniejszych wydarzeń tego okresu należy zorganizowanie na Uniwersytecie Jagiellońskim przez Z. Wróblewskiego pierwszego na świecie laboratorium kriogenicznego (niskich temperatur), gdzie 1883, wraz z K. Olszewskim, skroplił tlen i azot z powietrza; bardzo duże znaczenie miały teoretyczne prace M. Smoluchowskiego dotyczące ruchów Browna i statystycznej interpretacji II zasady termodynamiki, a także prace W. Natanson'a o procesach nieodwracalnych. Po I wojnie światowej szczególnego znaczenia nabral ośrodek przy Uniwersytecie Warszawskim (J. Wierusz-Kowalski, S. Pieńkowski), w którym prowadzono głównie badania luminescencji, oraz ośrodek badań przy Wolnej Wszechnicy Polskiej (L. Wertenstein). W 1931 powstał Zakład Fizyki Teoretycznej Uniwersytetu Warszawskiego (Cz. Białobrzewski — odkrywca roli ciśnienia promieniowania w gwiazdach). Na Politechnice Warszawskiej pracował M. Wolfke — prekursor holografii, a na politechnice i uniwersytecie we Lwowie — wybitny teoretyk W. Rubinowicz (odkrywca reguł wyboru w fizyce kwantowej i praw

promieniowania kwadropolowego). Po II wojnie światowej odbudowano zniszczone ośrodki oraz utworzono nowe. Do najważniejszych należą: Uniwersytet Białostocki, Uniwersytet Gdański, Uniwersytet Śląski, Uniwersytet Jagielloński, AGH w Krakowie, UMCS w Lublinie, Uniwersytet Łódzki, UAM w Poznaniu, UMK w Toruniu, Uniwersytet Warszawski, Uniwersytet Wrocławski i Politechnika Wrocławska. Powstały instytuty Polskiej Akademii Nauk: w Poznaniu — Instytut Fizyki Molekularnej, w Warszawie — Instytut Fizyki, Centrum Fizyki Teoretycznej i Centrum Wysokich Ciśnień „Unipress” oraz we Wrocławiu — Instytut Niskich Temperatur i Badań Strukturalnych. Utworzono też w Świerku k. Warszawy Instytut Badań Jądrowych (1955), a z jego filii w Krakowie powstał tam Instytut Fizyki Jądrowej (1960).

W celu prowadzenia badań, wymagających urządzeń szczególnie kosztownych, są organizowane międzynarodowe instytuty (Europejskie Źródło Promieniowania Synchrotronowego — ESRS w Grenoble, Instytut Laue-Langevine we Francji, CERN w Genewie, DESY w Hamburgu, Zjednoczony Instytut Badań Jądrowych — ZIBJ w Dubnej i in.) — polscy fizycy biorą aktywny udział w badaniach prowadzonych w tych ośrodkach.

Fizycy polscy są zrzeszeni w Polskim Towarzystwie Fizycznym. Najważniejszym czasopismem polskim z zakresu fizyki jest „Acta Physica Polonica”, publikujące prace oryginalne w obcych językach; do najważniejszych czasopism zagranicznych o charakterze ogólnym należą m.in.: „Physical Review”, „Physical Review Letters”, „Journal de Physique”, „Journal of Physics”, „Nuclear Physics”.

**

Fizyka w XX wieku

Pod koniec XIX w. wielu uczonym wydawało się, że badania w dziedzinie fizyki są niemal zakończone. W kwietniu 1900 W. Thomson (lord Kelvin) w głośnym wykładzie w Londynie stwierdził, iż „Piękno i jasność teorii dynamicznej, która tłumaczy ciepło i światło jako rodzaje ruchu, są obecnie przyciemniane przez dwa obłoczki... Jeden z nich to pytanie, jak Ziemia może się poruszać przez światłonośny eter, który w zasadzie jest sprężystym ciałem stałym. Drugi to doktryna Maxwella-Boltzmannowa ekwipartycji energii”.

Odkrycia w fizyce w XX w. całkowicie zmieniły obraz świata, jaki panował w końcu poprzedniego stulecia. Za symboliczną datę powstania nowej fizyki uważa się często dzień 14 XII 1900, kiedy to M.K.E. Planck przedstawił publicznie swą hipotezę kwantowania procesów absorpcji i emisji promieniowania. Ale już kilka lat wcześniej dokonano odkryć o fundamentalnym znaczeniu dla zrozumienia mikroświata.

Promienie X i promieniotwórczość

Podczas badań promieni katodowych W.C. Röntgen przypadkowo odkrył (listopad, 1895) niewidzialne dla oka, przenikliwe promieniowanie, które nazwał promieniami X.

Parę tygodni później A.H. Becquerel odkrył (luty, 1896), że takie samo przenikliwe promieniowanie wysyła uran. Błędna interpretacja wyników niektórych doświadczeń skłoniła A.H. Becquerela do uznania, że promieniowanie uranu podlega odbiciu, załamaniu i polaryzacji, jest to więc po prostu nowy rodzaj fal elektromagnetycznych

o bardzo małej długości fali. Ta błędna konkluzja upadła dopiero po odkryciu (1898) nowych pierwiastków promieniotwórczych, polonu i radu, przez M. Skłodowską-Curie i jej męża P. Curie. E. Rutherford odkrył (1898), że promieniowanie uranu ma dwie składowe, różniące się znacznie zdolnością przenikania przez materię. Składową silnie pochłanianą, która okazała się złożoną z cząstek o dodatnim ładunku elektrycznym, nazwał promieniowaniem α , a składową przenikliwą, o ujemnym ładunku — promieniowaniem β . P. Villard odkrył w 1900, że istnieje jeszcze neutralna składowa γ . W pierwszej dekadzie XX w. udało się wykryć wiele odmian pierwiastków promieniotwórczych (dziś zwanych izotopami) i uporządkować je w cztery szeregi promieniotwórcze.

Teoria kwantów

W ostatniej dekadzie XIX w. wyznaczono doświadczalnie rozkład widmowy natężenia promieniowania nagranych ciał, w tym tzw. ciała doskonale czarnego, wyidealizowanego obiektu, który można było z dużą dokładnością aproksymować doświadczalnie. W. Wien sformułował w 1893 tzw. prawo przesunięć (iloczyn temperatury promieniującego ciała i długości fali, przy której natężenie promieniowania jest maksymalne, jest wielkością stałą). Kiedy jednak światło traktowano, zgodnie z teorią Maxwella, jako falę elektromagnetyczną, to wszystkie próby znalezienia wzoru odtwarzającego rozkład widmowy natężenia promieniowania ciała doskonale czarnego, dawały wyniki sprzeczne z doświadczeniem.

W październiku 1900 M. Planck znalazł wreszcie wzór, który bardzo dobrze zgadzał się z wynikami doświadczenia. Był to jednak tylko wzór empiryczny. Próbuąc znaleźć jego uzasadnienie M. Planck wysunął (14 XII 1900) hipotezę, że wbrew wyobrażeniom klasycznym ciało może emitować i pochłaniać energię tylko w określonych porcjach, o wielkości proporcjonalnej do częstości światła. Współczynnik proporcjonalności h nazywamy dziś stałą Plancka.

W 1905 A. Einstein opublikował pracę na temat zjawiska fotoelektrycznego, w której rozszerzył pomysł M. Plancka i przypuścił istnienie kwantów światła (dziś nazywamy je fotonami), dzięki czemu mógł podać równanie wyjaśniające ilościowe cechy zjawiska fotoelektrycznego.

Teoria kwantów nie cieszyła się uznaniem fizyków w pierwszych dwóch dekadach XX w. Nawet sam M. Planck wypowiadał się publicznie (Kongres Solvayowski, 1911), że pomysł kwantowania energii należy raczej rozumieć jako wybieg matematyczny, a nie jako opis rzeczywistości fizycznej. R. Millikan w 1916 nazywał hipotezę kwantów światła Einsteina — lekkomyślną, chociaż to on właśnie dokładnie sprawdził równanie zjawiska fotoelektrycznego wyprowadzonego z tej hipotezy. Zwrot w podejściu fizyków nastąpił gdy A. Compton w 1923 odkrył zjawisko rozpraszania promieni X na elektronach, w którym korpuskularna natura promieniowania przejawia się niezwykle wyraźnie, przy czym energia kwantów promieniowania wynosi $h\nu$, a ich pęd $h\nu/c$, zgodnie z hipotezą A. Einsteina. G.N. Lewis zaproponował (1926) dla kwantów światła nazwę fotony.

Budowa atomów

W końcu XIX stulecia przyjmowano dość powszechnie model atomów wirowych podany przez Kelvina. Atom wirowy miał być obracającym się wirem w eterze. Z

rachunków wynikało, że taki wir pierścieniowy w doskonałym płynie byłby niezniszczalny i posiadałby doskonałą sprężystość.

Z badań promieni katodowych wynikało, że mogą one przenikać przez bardzo cienkie folie metalowe, z czego wnioskowano, że materia jest w jakimś stopniu przezroczysta. Ponadto, z pomiarów wykonanych niezależnie przez E. Wiecherta, W. Kaufmanna i J.J. Thomsona (1897) wynikało, że stosunek ładunku do masy (e/m) jest dla tych promieni około 1000 razy większy niż mierzony przy elektrolizie dla najbliższego znanego pierwiastka — wodoru. Taki sam stosunek ładunku do masy wynikał z rachunków, które przeprowadził H.A. Lorentz, aby wyjaśnić zjawisko rozszczepienia linii widmowych w polu magnetycznym, które odkrył w 1896 P. Zeeman. Była to wskazówka, że promienie katodowe są cząstkami o masie znacznie mniejszej od masy atomu wodoru.

J.J. Thomson uznał, że są to „korpuskuły”, które stanowią części składowe atomów. Wprowadzenie pojęcia „naładowanych elektrycznie części atomów” otwierało przede wszystkim problem ich stabilności, ponieważ wiadomo było, iż według fizyki klasycznej ładunek elektryczny poruszający się po torze zakrzywionym promieniuje, a więc traci energię. Atomy złożone z takich poruszających się w ich wnętrzu ładunków musiałyby więc być nietrwałe i bardzo szybko ulegać zanikowi.

J.J. Thomson wiedział, że ładunki elektryczne tworzące zamknięte pierścienie promieniają o wiele słabiej — mimo ruchu po okręgu — niż ładunki pojedyncze. Ponadto przypuszczał on, że prawidłowości w powstawaniu kolejnych pierścieni ładunków w atomach mają związek z ustaloną przez D. Mendelejewa periodycznością właściwości atomów. Jeszcze przez następnych kilka lat J.J. Thomson próbował rozwijać swój model atomu jako „ciastka z rodzynkami”. Zamiast nazwy „korpuskuły” powszechnie zaczęto używać nazwy „elektrony” wprowadzonej dużo wcześniej dla innych celów przez G.J. Stoney'a. Liczba elektronów w atomach nie była przez czas jakiś znana i sądzono, że może ona być bardzo duża.

E. Rutherford, kierując się wynikami badań rozproszenia cząstek alfa na foliach metalowych, zaproponował w 1911 nowy model atomu, w którym niemal cała masa była skupiona w małym, naładowanym elektrycznie jądrze, a reszta atomu, zawierająca ładunki elektryczne przeciwnego niż jądro znaku, była niemal pusta. Taki model pozwalał wyjaśnić duże prawdopodobieństwo rozproszenia cząstek alfa pod bardzo dużymi kątami. Pojawienie się jądrowego modelu atomu nie rozwiązało sprawy liczby elektronów w atomie, ponieważ nie było metody dokładnego wyznaczenia ładunku jądra. Koniec tej niepewności przyniosło dopiero opublikowanie (H. Moseley, 1913) wyników systematycznych badań charakterystycznego promieniowania rentgenowskiego pierwiastków. Prawo Moseleya pozwalało jednoznacznie ustalić ładunek jądra atomu danego pierwiastka, a więc — ze względu na neutralność atomu jako całości — także liczbę znajdujących się w nim elektronów.

N. Bohr zdecydował się na śmiały krok, wprowadzając (1913) arbitralne założenie o istnieniu w atomie pewnych dozwolonych orbit kołowych, po których elektrony obiegają jądro nie tracąc energii na promieniowanie. Orbity dozwolone były wyróżnione przez wartość momentu pędu J , który równał się całkowitej wielokrotności stałej Plancka, $J = nh$. Promieniowanie energii przez atom miało następować przy przejściu elektronu z jednej dozwolonej orbity na drugą. Przy tym

założeniu N. Bohr wyprowadził wzór J. Balmera (1885) na długości linii widmowych atomu wodoru. W półklasycznym planetarnym modelu atomu Bohra, zastosowanym najpierw dla atomu wodoru, pojawiła się początkowo tylko jedna liczba kwantowa n związana z promieniem kołowej orbity elektronu. Podobieństwo atomu N. Bohra do układu planetarnego było tylko pozorne, ponieważ w takim układzie planety są związane przyciągającymi siłami grawitacyjnymi, podczas gdy ujemnie naładowane elektrony w atomie są przyciągane przez dodatnie jądro, ale odpychają się nawzajem ze względu ten sam znak ładunku elektrycznego. Te nowe wyobrażenia o budowie atomu znalazły potwierdzenie, kiedy doświadczalnie stwierdzono występowanie skwantowanych stanów energetycznych w atomach (J. Franck, G. Hertz, 1913)

W dalszym rozwoju wyobrażeń o strukturze atomu wielkie zasługi położył A. Sommerfeld, toteż planetarny model atomu otrzymał nazwę modelu Bohra-Sommerfelda. Wkrótce okazało się, że do opisu danych doświadczalnych dotyczących promieniowania wysyłanego przez atomy potrzeba więcej, bo aż czterech liczb kwantowych. Druga liczba kwantowa, tzw. azymutalna, pozwalała uwzględnić istnienie orbit eliptycznych, a trzecia, magnetyczna, dotyczyła kwantyzacji ustawień orbity w przestrzeni, względem kierunku zewnętrznego pola magnetycznego. Kwantyzacja przestrzenna momentu pędu elektronu w atomie została potwierdzona doświadczalnie (O. Stern, W. Gerlach, 1921). Ostatnia, czwarta liczba kwantowa została wprowadzona po odkryciu (1925) spinu elektronu (S. Goudsmit, G. Uhlenbeck). Ta tzw. starsza teoria kwantów została w połowie lat 20. zastąpiona przez mechanikę kwantową.

Teoria względności

W czerwcu 1905 A. Einstein ogłosił słynną pracę *O elektrodynamice ciał w ruchu*, która zawierała jego szczególną teorię względności. Jako podstawę tej teorii A. Einstein przyjął dwa postulaty: 1) prawa przyrody są jednakowe dla wszystkich obserwatorów w ruchu jednostajnym prostoliniowym; 2) prędkość światła nie zależy od ruchu jego źródła. Konsekwencją tych założeń okazało się, że odstęp czasu między dwoma zdarzeniami nie ma charakteru absolutnego, lecz zależy od obserwatora, podobnie jak mierzona przezeń długość odcinka. Te dwa ważne wyniki, relatywistyczna dylatacja czasu i skrócenie długości, zostały następnie potwierdzone w wielu doświadczeniach. H. Minkowski podał w 1908 elegancki formalizm szczególnej teorii względności wprowadzając tzw. czasoprzestrzeń.

A. Einstein zaproponował we wrześniu 1905 wzór $E = mc^2$, a w 1907 wyprowadził podstawową zasadę równoważności masy grawitacyjnej i masy bezwładnej, będącą kluczem do ogólnej teorii względności. Opracowanie całej tej teorii potrwało jednak do 1915. Nowe ujęcie grawitacji pozwoliło A. Einsteinowi wyjaśnić ilościowo znaną od dawna wartość ruchu peryhelium Merkurego, przewyższającą to, co wynikało z mechaniki Newtona. A. Einstein podał też ilościowe przewidywania odchylenia promienia świetlnego w polu grawitacyjnym Słońca, które zostały potwierdzone przez obserwacje astronomiczne położenia gwiazd na niebie podczas całkowitego zaćmienia Słońca w 1919. Teoria względności, zwłaszcza szczególna, spotkała się początkowo z wielkim oporem ze względu na trudny do pogodzenia z tzw. zdrowym rozsądkiem opis czasu i przestrzeni. Dziś jest to fundament naszego rozumienia przyrody.

Mechanika kwantowa i kwantowa teoria pola

L. de Broglie wysunął w 1923 hipotezę, że przez analogię do światła ujawniającego w niektórych doświadczeniach naturę korpuskularną, także elektrony i inne cząstki

materialne powinny wykazywać właściwości falowe. Potwierdzili to doświadczalnie C. Davisson i L.H. Germer oraz niezależnie G. Thomson, którzy zaobserwowali w 1927 dyfrakcję elektronów.

W. Heisenberg zaczął rozwijać od 1925 mechanikę macierzową oraz znalazł w 1927 tzw. zasadę nieoznaczoności, narzucającą ograniczenia na dokładność jednoczesnego pomiaru par zmiennych kanonicznie sprzężonych, jak np. położenia i odpowiedniej składowej pędu cząstki, energii i czasu jej pomiaru. Zasada nieoznaczoności jest wyrazem dualizmu falowo-korpuskularnego.

E. Schrödinger zapoczątkował w 1926 mechanikę falową, podając słynne równanie falowe, którego rozwiązania zawierały liczby całkowite należące do opisu stanów kwantowych układu (w obliczeniach starszej teorii kwantów liczby kwantowe były narzucane). Udowodnił także, że jego podejście jest równoważne podejściu W. Heisenberga. Statystyczną interpretację funkcji falowej podał w 1926 M. Born udowadniając, że znajomość funkcji falowej pozwala obliczyć prawdopodobieństwo znalezienia cząstki w danym obszarze. W. Pauli sformułował w 1925 tzw. regułę zakazu (zakaz Pauliego).

P. Dirac zapoczątkował w 1927 elektrodynamikę kwantową publikując pracę na temat oddziaływania elektronu z polem elektromagnetycznym. W następnym roku sformułował on relatywistyczne równanie elektronu. Kwantyzacja pola elektromagnetycznego sprawiała jednak przez szereg lat trudności ze względu na pojawianie się w rachunkach wartości nieskończonych. Dopiero w latach 1947–49 R. Feynman, J. Schwinger, Shin'ichirō Tomonaga i F. Dyson znaleźli metodę renormalizacji, pozwalającą prowadzić obliczenia. Obecnie elektrodynamika kwantowa jest najdokładniejszą teorią fizyczną.

Fizyka atomu i materii skondensowanej

Rozwój mechaniki kwantowej miał wielkie znaczenie dla wyjaśnienia struktury materii. W. Heitler i F. London wykonali (1927) pierwsze obliczenia wiązania chemicznego cząsteczki wodoru, co zapoczątkowało chemię kwantową. W latach 1927–31 zbudowane zostały podstawy kwantowej teorii materii skondensowanej. F. Bloch i L. Brillouin zapoczątkowali teorię pasmową ciał stałych, opracowując tzw. metodę fal płaskich. F. Bloch i R. Peierls podali teorię przewodnictwa elektrycznego metali. A. Wilson, biorąc jako podstawę strukturę pasm energetycznych, zaproponował (1931) podział ciał stałych na metale, izolatory i półprzewodniki, wprowadził też pojęcie donorów i akceptorów. Fizyka ciała stałego rozwijała się jednak początkowo powoli, ustępując pierwszeństwa bardziej modnej w latach 30. fizyce jądra i cząstek elementarnych, w której nastąpiło wówczas wiele spektakularnych odkryć. Przełomowe znaczenie miało skonstruowanie w 1948 pierwszego tranzystora (J. Bardeen, W. Brattain i W. Shockley), które zapoczątkowało burzliwy rozwój elektroniki kwantowej i przyniosło wkrótce zastosowania w przekazywaniu informacji i komputeryzacji, zmieniające obraz życia w ostatnich dekadach XX w.. Rozwój fizyki ciała stałego przyniósł w ostatnich latach nowy przełom w postaci odkrycia i badania tzw. nanostruktur, których zastosowanie zrewolucjonizuje inżynierię materiałową.

H. Kamerlingh-Onnes w 1911 odkrył zjawisko nadprzewodnictwa, znikania oporu elektrycznego metali w temperaturach bliskich zera bezwzględnego. Udał teorię

nadprzewodnictwa opracowali w 1957 J. Bardeen, L. Cooper i J. Schrieffer. Ta teoria, zwana BCS od inicjałów jej twórców, jest oparta na założeniu istnienia par elektronów (par Coopera), które nie ulegają zderzeniom z atomami w nadprzewodniku. Dużym zaskoczeniem było odkrycie w 1986 przez J.G. Bednorza i K.A. Müllera, że w niektórych materiałach nadprzewodnictwo może występować nawet w temperaturach 35 K. Ze względu na olbrzymie potencjalne możliwości zastosowań rozpoczęło to trwający do dziś wyścig do osiągnięcia nadprzewodnictwa przy jak najwyższej temperaturze.

W 1917 A. Einstein opublikował pracę na temat kwantowej teorii promieniowania atomów, w której wskazał na możliwość tzw. emisji stymulowanej.

Rozwinięcie tej idei znalazło wyraz w konstrukcji pierwszych kwantowych generatorów fal elektromagnetycznych — maserów (Ch. Townes, 1954) i laserów (1960), które stały się potężnym narzędziem badań fizycznych oraz znalazły szerokie zastosowania w różnych dziedzinach.

Fizyka jądrowa i cząstek elementarnych

Początkowo cząstki alfa wysyłane przez pierwiastki promieniotwórcze były jedynymi pociskami pozwalającymi sondować wnętrze atomu. Za początek fizyki jądrowej niektórzy uznają obserwację, dokonaną w 1919 przez E. Rutherforda, pierwszej reakcji przekształcania pierwiastków pod wpływem bombardowania cząstkami alfa ($\alpha + {}^{14}\text{N} \rightarrow {}^1\text{H} + {}^{17}\text{O}$). Konstrukcja i rozwój akceleratorów umożliwiły wywoływanie reakcji jądrowych za pomocą pocisków przyspieszanych w sposób kontrolowany. J. Cockcroft i E. Walton jako pierwsi zbadali (1932) reakcję $p + {}^7\text{Li} \rightarrow \alpha + \alpha$.

W latach 20. XX w. sądzono, że jądro atomowe jest zbudowane z protonów i elektronów związanych przyciągającymi siłami kulombowskimi. Ten model elektronowo-protonowy nie zgadzał się jednak z wynikami doświadczeń. Kiedy J. Chadwick odkrył w 1932 neutron, D. Iwanenko i W. Heisenberg niezależnie od siebie wysunęli przypuszczenie, że w jądrze atomu znajdują się nie elektrony, lecz neutrony. Usuwało to wspomniane wyżej niezgodności z doświadczeniem, ale wymagało wprowadzenia nowego rodzaju sił, które mogłyby wiązać w jądrze protony z pozbawionymi ładunku elektrycznego neutronami. H. Yukawa zaproponował w 1934 istnienie sił wymiennych, których hipotetyczne nośniki miały mieć masę około 200 razy większą od masy elektronu.

F. Joliot-Curie i I. Joliot-Curie odkryli w 1934 tzw. sztuczną promieniotwórczość, wywołaną przez bombardowanie jąder atomowych cząstkami alfa i w tym samym roku E. Fermi stwierdził, że sztuczną promieniotwórczość mogą też wywoływać neutrony, które jako pociski neutralne mogły łatwo wnikać do naładowanych elektrycznie jąder. W wyniku badań reakcji wywołanych przez neutrony O. Hahn i F. Strassmann odkryli w 1938 zjawisko rozszczepienia jądra uranu z wydzielaniem znacznej energii. Znalazło to zastosowanie w reaktorze jądrowym, zbudowanym w 1941 przez E. Fermiego w Chicago oraz w konstrukcji bomb jądrowych, użytych do zbombardowania Hiroszimy i Nagasaki (1945).

Równolegle rozwijały się badania promieniowania kosmicznego, które odkrył w 1912 V. Hess. To bardzo przenikliwe promieniowanie uznano początkowo za promieniowanie elektromagnetyczne o długości fali jeszcze mniejszej od promieni γ

(nazywano je promieniowaniem „ultragamma”). Potem okazało się, że składa się ono z cząstek naładowanych dodatnio, przeważnie protonów. Pierwszym ważnym odkryciem dokonany w badaniach promieniowania kosmicznego było odkrycie pozytonu, cząstki o masie elektronu i ładunku dodatnim (C. Anderson, 1932). Istnienie takiej antycząstki elektronu zostało przewidziane przez P. Diraca. Okazało się, że pozytony są także wysyłane w procesie sztucznej promieniotwórczości.

C. Anderson i S. Neddermeyer odkryli w 1936 w promieniowaniu kosmicznym cząstkę o masie około 200 razy większą od masy elektronu. Nazwano ją początkowo „mezonem”, Okazało się jednak szybko, że nie może to być cząstka postulowana wcześniej przez H. Yukawę w celu wyjaśnienia wiązania jąder atomowych, ponieważ bardzo słabo oddziałuje z materią. Zagadka została rozwiązana, kiedy zespół kierowany przez C. Powella odkrył w 1947 inny mezon, o masie nieco większej, rozpadający się na „mezon” C. Andersona i S. Neddermeyera. Mezon C. Powella, nazwany mezonem π , okazał się cząstką silnie oddziałującą z materią. Cząstkę odkrytą wcześniej oznaczono symbolem μ (mion). Jest ona przedstawicielem leptonów, cząstek słabo oddziałujących.

W 1947 G. Rochester i C. Butler odkryli w promieniowaniu kosmicznym pierwsze cząstki V, które później podzielono na hiperony (bariony o masie większej od nukleonów) i ciężkie mezony. Rozpoczęła się epoka bardzo częstych odkryć nowych cząstek. Porządek w tej powodzi nastąpił kiedy M. Gell-Mann zaproponował (1964), że wszystkie cząstki silnie oddziałujące (hadrony) są złożone z kwarków. Model kwarków przyjęto zwłaszcza po stwierdzeniu w badaniach rozproszenia elektronów na protonach, że te ostatnie mają strukturę złożoną z obiektów punktowych, partonów.

W ostatnich dekadach w fizyce cząstek elementarnych opracowany został i udoskonalony tzw. Model Standardowy, który z wielką dokładnością zgadza się z doświadczeniami. Częścią Modelu Standardowego jest chromodynamika kwantowa, teoria z cechowaniem, zbudowana na wzór elektrodynamiki kwantowej. Inną częścią jest teoria oddziaływań elektroślabych, którą rozwinęli S. Glashow, A. Salam i S. Weinberg, unifikując opis oddziaływań elektromagnetycznych przenoszonych przez fotony i oddziaływań słabych przenoszonych przez bozony pośredniczące W^\pm i Z^0 . Te ostatnie miały być pośrednikami w tzw. prądach naładowanych. Wielkim triumfem tej teorii było odkrycie w 1978 przewidzianych prądów neutralnych oraz w 1983 — samych bozonów W^\pm i Z^0 . Model Standardowy ma jednak nadal zbyt wiele wolnych parametrów, trwają więc stale próby zastąpienia go przez doskonalszą teorię. Jednym z najpoważniejszych problemów jest znalezienie tzw. cząstki Higgsa, której istnienie przewiduje Model Standardowy. W celu rozwiązania tego problemu wybudowano w CERN w Genewie najpotężniejszy akcelerator świata, Large Hadron Collider (LHC), który uruchomiono w 2010.

Andrzej Kajetan Wróblewski

**

Ważniejsze fakty z historii fizyki

Starożytność

V–IV Atomistyczna teoria budowy materii —
w. Leukippos, Demokryt z Abdery;
p.n.e. pierwsze związki matematyki z fizyką

- Pitagoras z Samos, Platon
- IV w. p.n.e. Traktat *Fizyka* Arystotelesa; stworzenie podstaw optyki geometrycznej — Euklides
- III w. p.n.e. Stworzenie podstaw statyki (prawo dźwigni i równi pochyłej) i hydrostatyki (prawo Archimedesesa) — Archimedes
- II w. p.n.e. Geocentryczna teoria budowy Wszechświata — Klaudiusz Ptolemeusz

Średniowiecze

- XI w. Badania odbicia i załamania światła, ciemnia optyczna, prace nad budową oka — Ibn al-Hajtam (Alhazen)
- Opis aberracji sferycznej zwierciadeł — R. Bacon, Witelo; wyznaczanie
- XIII w. położenia biegunów magnetycznych w naturalnych magnesach, badania odpychania się biegunów jednoimiennych — Petrus Peregrinus
- Teoria impetu, wyjaśnienie trwania ruchu mimo ustania przyczyny
- XIV w. wywołującej ruch — J. Buridan; twierdzenie o ruchu jednostajnie przyspieszonym
- Heliocentryczna teoria budowy świata,
- 1543 wydanie dzieła *De revolutionibus orbium coelestium* — M. Kopernik

Czasy nowożytne

- 1600 Początki nauki o elektryczności — W. Gilbert
- Odkrycie prawa powszechnego
- 1602 spadania, podanie związku między siłą i ruchem ciał — Galileusz
- 1609– Prawa Keplera ruchu planet — J. Kepler
- 21
- 1643 Odkrycie ciśnienia atmosferycznego — E. Torricelli
- ok. Zaobserwowanie dyfrakcji światła —
- 1660 F.M. Grimaldi
- Stwierdzenie, że iloczyn objętości i ciśnienia gazu jest stały przy stałej temperaturze gazu (prawo Boyle’a–Mariotte’a) — R. Boyle i, niezależnie
- 1661– 62 1676, E. Mariotte
- 1672 Korpuskularna teoria światła — I.

- Newton
Stwierdzenie, że prędkość światła w próżni jest wielkością skończoną — O. Rømer
- 1676
- Philosophiae naturalis principia mathematica*, stworzenie podstaw mechaniki teoretycznej — I. Newton
- 1687
- Falowa teoria światła — Ch. Huygens
- 1690
- Początki kinetycznej teorii gazów — D. Bernoulli
- 1738
- Rozwój matematycznych podstaw mechaniki — L. Euler, J.L. Lagrange, J. d'Alembert, D. Bernoulli, P.S. Laplace i in.
- 1743–88
- Pomiary sił działających pomiędzy dwoma ładunkami elektrycznymi i pomiędzy dwoma biegunami magnetycznymi, sformułowanie prawa Coulomba — Ch. Coulomb
- 1785
- Zasada zachowania masy w reakcjach chemicznych — A. Lavoisier (w *Traité élémentaire de chimie*)
- 1789
- Wyznaczenie wartości stałej grawitacyjnej — H. Cavendish; stwierdzenie, że tarcie jest źródłem ciepła — hr. Rumford (B. Thompson)
- 1798
- Powstanie pierwszego ogniwa galwanicznego — A. Volta
- 1799

Wiek XIX

- Stworzenie podstaw teorii atomistycznej budowy materii —
- 1794–
- 1811 J.L. Proust, J. Dalton, J. Gay-Lussac, A. Avogadro
- 1801 Odkrycie interferencji światła — Th. Young
- Stwierdzenie, że prąd elektryczny wytwarza pole magnetyczne — H.Ch. Ørsted; prawo Ampère'a o polu magnetycznym prądu elektrycznego, wzajemne oddziaływanie przewodników, przez które płynie prąd elektryczny — A.M. Ampère
- 1820
- Teoria silników termodynamicznych — N. Carnot
- 1824
- Odkrycie indukcji elektromagnetycznej — M. Faraday i, niezależnie, J. Henry
- 1831

- 1833–
34 Stworzenie podstawy elektrochemii,
sformułowanie praw Faradaya —
M. Faraday
- 1842–
47 Włączenie ciepła do zasady zachowania
energii — J.R. Mayer, J.P. Joule, H.
Helmholtz
- 1851 Sformułowanie drugiej zasady
termodynamiki — R. Clausius,
W. Thomson
- 1856–
57 Interpretacja ciepła jako ruchu
molekuł; powstanie kinetycznej teorii
materii — R. Clausius, A.K. Krönig
- 1859 Zaobserwowanie charakterystycznych
linii w widmie światła emitowanego
przez pierwiastki — G.R. Kirchhoff,
R.W. Bunsen
- 1868 Stworzenie podstaw fizyki statystycznej
— L.E. Boltzmann
- 1873 Sformułowanie równań opisujących
zjawiska elektromagnetyczne — J.C.
Maxwell
- 1883 Skroplenie tlenu i azotu (powietrza) —
Z.F. Wróblewski, K. Olszewski
- 1885 Podanie wzoru opisującego liniowe
widmo wodoru — J.J. Balmer
- 1887 Zaobserwowanie fal
elektromagnetycznych — H.R. Hertz;
stwierdzenie, że prędkość światła nie
zależy od układu odniesienia — A.A.
Michelson, E.W. Morley
- 1887–
88 Odkrycie zjawiska fotoelektrycznego —
H. R.Hertz, W. Hallwachs
- 1895 Odkrycie promieni X — W.C. Röntgen
- 1896 Odkrycie promieniotwórczości — A.H.
Becquerel
- 1897 Odkrycie elektronu — J.J. Thomson
- 1898 Odkrycie radu i polonu — M.
Skłodowska-Curie, P. Curie
- 1900 Przedstawienie hipotezy, że energia
światła jest emitowana porcjami
(kwantami) — M. Planck

Wiek XX

- 1905 Szczególna teoria względności — A.
Einstein; wyjaśnienie zjawiska
fotoelektrycznego przy założeniu

- istnienia kwantów światła — A. Einstein
- 1905–
06 Wyjaśnienie ruchów Browna na podstawie kinetycznej teorii materii — A. Einstein, M. Smoluchowski
- 1911 Wykazanie, że w atomie istnieje jądro; model atomu — E. Rutherford; odkrycie nadprzewodnictwa metali — H. Kamerlingh-Onnes
- 1911–
13 Odkrycie promieniowania kosmicznego — V.F. Hess, W. Kolhörster
- 1913 Kwantowy model atomu — N. Bohr
- 1916 Opublikowanie ogólnej teorii względności — A. Einstein
- 1919 Obserwacyjne potwierdzenie ogólnej teorii względności — A.S. Eddington i in.; przeprowadzenie pierwszej reakcji jądrowej — E. Rutherford
- 1923 Zbadanie rozpraszania promieni X, potwierdzenie istnienia kwantów światła — A. Compton
- 1924–
26 Postulat o falowej naturze cząstek materialnych — L. de Broglie
- 1925–
26 Podstawy mechaniki kwantowej — W. Heisenberg, P. Jordan, E. Schrödinger
- 1927 Odkrycie dyfrakcji elektronów — C. Davisson, L. Germer i, niezależnie, G. Thomson
- 1928 Relatywistyczne równanie kwantowe dla elektronu — P.A.M. Dirac
- 1929 Podstawy teorii pasmowej ciał stałych — F. Bloch, L. Brillouin; teoria przewodnictwa metali F. Bloch, R. Peierls
- 1932 Odkrycie pierwszej antycząstki — pozytonu (antyelektronu) przewidzianego teoretycznie przez P.A.M. Diraca — C.D. Anderson; odkrycie neutronu — J. Chadwick; protonowo- neutronowa teoria jądra atomowego — W. Heisenberg i, niezależnie, D. Iwanienko
- 1934 Odkrycie sztucznej promieniotwórczości — I. i F. Joliot-Curie
- 1935 Mezonowa teoria sił jądrowych — H. Yukawa

- 1936 Odkrycie leptonu μ — C.D. Anderson, S.H. Neddermeyer
- 1938 Odkrycie rozszczepienia jądra atomu — O. Hahn, F. Strassmann
- 1942 Przeprowadzenie pierwszej kontrolowanej reakcji łańcuchowej; pierwszy reaktor jądrowy — E. Fermi
- Powstanie i rozwój relatywistycznej elektrodynamiki kwantowej — R.P. Feynman, J. Schwinger, Sh.
- 1947 Tomonaga; odkrycie mezonu π — C.M. Lattes, G.P.S. Occhialini, C.F. Powell; odkrycie pierwszych hiperonów i mezonów K — G. Rochester, C. Butler
- 1948–64 Opracowanie zasady holografii i jej realizacja — D. Gabor oraz E. Leith, J. Upatnieks
- 1948 Pierwszy tranzystor — J. Bardeen, W. Brattain, W. Shockley
- 1951 Opracowanie koncepcji wzmacniacza kwantowego; początek elektroniki kwantowej — Ch.H. Townes, W.A. Fabrikant
- 1952 Odkrycie pierwszego hiperjądra — M. Danysz, J. Pniewski
- Doświadczalne potwierdzenie istnienia antynukleonów: antyprotonów — E. Segrè, O. Chamberlain i in. (1955), antyneutronów — B. Cork i in. (1956)
- 1955–56 Zaobserwowanie neutrina — F. Reines, C. Cowan; odkrycie naruszenia zasady zachowania parzystości w słabych oddziaływaniach oraz symetrii C — T.D. Lee, C.N. Yang, C.S. Wu, L.M. Lederman i in.
- 1956 Hipoteza o niezmienniczości słabych oddziaływań względem transformacji CP — L.D. Landau, T.D. Lee, C.N. Yang
- 1957 Odkrycie efektu Mössbauera — R.L. Mössbauer
- 1958 Kwarkowy model hadronów — M. Gell-Mann, G. Zweig; odkrycie naruszenia niezmienniczości CP w rozpadach neutralnych mezonów K — J.W. Cronin i in.
- 1964 Powstanie zunifikowanej teorii

- 68 oddziaływań elektromagnetycznych i słabych — S. Glashow, A. Salam, S. Weinberg
- 1973 Odkrycie prądów neutralnych w oddziaływaniach słabych
Odkrycie mezonu J/ψ zawierającego
- 1974 kwark i antykwark powabne — S. Ting, R. Richter
- 1975 Odkrycie ciężkiego leptonu τ (tau) — M.L. Perl
- 1980 Odkrycie kwantowego efektu Halla — K. von Klitzing, G. Dorda, M. Pepper
- 1982 Odkrycie ułamkowego kwantowego efektu Halla — A.C. Gossard, H.L. Störmer, D.C. Tsui
- 1983 Odkrycie bozonów słabych oddziaływań Z^0 i W^\pm — C. Rubbia, S. Van der Meer
- 1986 Odkrycie wysokotemperaturowego nadprzewodnictwa — J.G. Bednorz, K.A. Müller
- 1995 Odkrycie szóstego kwarka t ; uzyskanie kondensatu Bosego-Einsteina atomów — E.A. Cornell, W. Ketterle, C.E. Wieman
- 1996 Obserwacja „oscylacji” neutrin
Uruchomienie w CERN pod Genewą akceleratora LHC (Large Hadron Collider) do obserwacji i badania
- 2008 właściwości cząstek Higgsa bądź innych cząstek postulowanych przez uogólnienia Modelu Standardowego

**

Flammarion [flamarja] NICOLAS CAMILLE, ur. 26 II 1842, Montigny-le-Roi, zm. 3 VI 1925, Juvisy-sur-Orge, astronom francuski; 1883 zał. obserwatorium astr. w Juvisy-sur-Orge k. Paryża; 1887 założył Fr. Tow. Astr. (Société Astronomique de France); prowadził obserwację Księżyca, Marsa, gwiazd podwójnych, komet; popularyzator astronomii — jego *Astronomie populaire* (1880) stanowiła przez wiele lat klas. pozycję w literaturze popularnonaukowej.

**

Flamsteed [flämsti:d] JOHN, ur. 19 VIII 1646, Denby, zm. 31 XII 1719, Greenwich, astronom ang.; pierwszy astronom król. w Anglii; od 1676 czł. Tow. Król. w Londynie; 1675 zał. obserwatorium astr. w Greenwich; pierwszy używał systematycznie lunet do pomiarów astr.; prowadził obserwacje położenia gwiazd oraz ruchów planet i ich satelitów; współpracował z J. Newtonem; jego dzieło *Historia coelestis Britannica* (1725) zawiera katalog ok. 3000 gwiazd i jest pierwszym nowoczesnym katalogiem gwiazd; wprowadzone przez niego oznaczenia są stosowane do dziś.

**

flokuły [łac. *flocculus* 'kosmyczek'], *astr.* jasne twory w fotosferze i chromosferze słonecznej związane z najmniejszymi spośród obserwowanych na Słońcu elementami magnet. — cienkimi, pionowymi włóknami o rozmiarach od kilkuset do kilku tys. km i czasie życia do kilku godz.; mają tendencje do układania się w sieć, która pokrywa się z brzegami komórek **supergranulacji**; w chromosferze są obserwowane w liniach wapnia i wodoru, a w fotosferze — z dala od środka tarczy słonecznej — w świetle widzialnym; duże skupiska f. tworzą pochodnie.

**

fluor, F, *fluorum*, pierwiastek chemiczny o liczbie atomowej 9;

Symbol: F

Nazwa łacińska: Fluorum

Liczba atomowa: 9

Pierwiastek promieniotwórczy: nie

Grupa układu okresowego pierwiastków: 17 — **fluorowce**

Odkrycie: 1886

Odkrywca: Moissan Henri Ferdinand

względna masa atomowa 18,998403; należy do grupy **fluorowców**; żółtozielony gaz o przenikliwej woni, trujący; temperatura topnienia $-219,62^{\circ}\text{C}$, temperatura wrzenia $-188,14^{\circ}\text{C}$, gęstość $1,696\text{ g/dm}^3$ w temperaturze 15°C (w temperaturze -190°C jest jasnożółtą cieczą o gęstości $1,51\text{ g/cm}^3$); w warunkach normalnych tworzy cząsteczki dwuatomowe; występuje na $-I$ stopniu utlenienia; jest pierwiastkiem najbardziej elektroujemnym i najbardziej aktywnym chemicznie; reaguje prawie ze wszystkimi pierwiastkami, związkami organicznymi i nieorganicznymi; z wodorem tworzy fluorowodór z wydzieleniem dużej ilości ciepła (płomień palników fluoro-wodorowych osiąga temperaturę ok. 4000°C); w przyrodzie występuje w postaci minerałów, głównie fluorytu, kriolitu i fluoroapatytu, oraz w organizmach roślinnych i zwierzęcych (jest mikroelementem). W postaci fluorków lub fluorowodoru jest stosowany w przemyśle szklarskim, metalurgii, przemyśle optoelektronicznym (np. lasery zawierające fluorek ksenonu XeF), katalizie (jako domieszka niektórych katalizatorów tlenkowych), a także w produkcji chemo- i termoodpornych polimerów (np. politetrafluoroetyleny); wykorzystywane są także jego związki organiczne; fluor w postaci plazmy stosuje się w przemyśle materiałów mikroelektronicznych (trawienie płytek krzemowych); w przemyśle paliw jądrowych jest wykorzystywany heksafluorek uranu UF_6 (oczyszczanie i wzbogacanie uranu). Otrzymany 1886 przez H. Moissana.

**

fluorowce, **halogeny**, pierwiastki chemiczne tworzące 17. grupę układu okresowego: fluor (F), chlor (Cl), brom (Br), jod (I), astat (At). niemetale; w warunkach normalnych fluor i chlor są gazami, brom — cieczą, jod i astat — ciałami stałymi; w związkach mają stopnie utlenienia od $-I$ (połączenia najtrwalsze) do VII; są pierwiastkami silnie elektroujemnymi, bardzo reaktywnymi; mają właściwości utleniające; z wodorem tworzą fluorowcowodory, których wodne roztwory są mocnymi kwasami, tworzącymi bardzo pospolite sole, halogenki; łączą się wzajemnie ze sobą, dając tzw. związki międzyfluorowcowe (międzyhalogenowe), np. ClF, Br_2Cl , IF_3 , ClF_5 , IF_7 . Fluorowce występują w przyrodzie, z wyjątkiem sztucznie otrzymanego, promieniotwórczego astatu; najbardziej rozpowszechniony jest chlor.

Fluorowce znalazły zastosowanie gł. jako środki dezynfekujące, utleniające oraz w syntezach org. do fluorowcowania; związki fluorowców są stosowane w niemal wszystkich dziedzinach przemysłu (chem., farm., mikro- i optoelektronicznym, metalurgicznym i in.). Największe znaczenie ma chlor i jego związki.

**

Fobos, *astr.* → [Phobos](#).

**

Fomalhaut [arab.], α *Piscis Australini*, najjaśniejsza gwiazda w gwiazdozbiornie Ryby Południowej;

Oznaczenie: α *Piscis Australini*

Rodzaj obiektu: gwiazda pojedyncza

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; [Ryba Południowa](#)

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: $22^{\text{h}} 57^{\text{m}} 39^{\text{s}}$ deklinacja: $-29^{\circ} 37' 25,1$ l.św. = 8 pc = 1 587 324 AU

Typ widmowy i klasa jasności: A3V

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: $+1,73^{\text{m}}$

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: $+1,16^{\text{m}}$

Temperatura efektywna: układ: 9000 K

odległa od Ziemi o 25,1 lat świetlnych; ma typ widmowy A3 V, jasność widomą $1,16^{\text{m}}$, temperaturę efektywną 9000 K; Fomalhaut jest [karłem](#) 20 razy jaśniejszym od Słońca; wokół gwiazdy zaobserwowano istnienie dysku pyłowego.

**

fosfor, P, *phosphorus*, pierwiastek chemiczny o liczbie atomowej 15;

Symbol: P

Nazwa łacińska: Phosphorus

Liczba atomowa: 15

Pierwiastek promieniotwórczy: nie

Grupa układu okresowego pierwiastków: 15 — azotowce

Odkrycie: 1669

Odkrywca: Brand Hennig

względna masa atomowa 30,973761; należy do grupy [azotowców](#); niemetal; tworzy odmiany alotropowe: **fosfor biały**, biała substancja krystaliczna; temperatura topnienia 44°C , gęstość $1,824 \text{ g/cm}^3$; w powietrzu dymi; rozdrobniony ulega samozapaleniu tworząc tlenek P_2O_5 ; świeci w ciemności; silnie trujący; nietrwały; ogrzewany w obecności śladów jodu, działającego jako katalizator, przechodzi w **fosfor czerwony**, który jest bezpostaciową, czerwoną masą, nietrujący; **fosfor fioletowy**, otrzymywany przez długotrwałe ogrzewanie fosforu w temperaturze powyżej 500°C , jest substancją krystaliczną o temperaturze topnienia 593°C i gęstości $2,34 \text{ g/cm}^3$; nietrujący, bierny chemicznie; **fosfor czarny**, zwany **metalicznym** — błyszczące, podobne do grafitu ciało krystaliczne o temperaturze topnienia $587,5^{\circ}\text{C}$, gęstości $2,7 \text{ g/cm}^3$; powstaje przez ogrzewanie fosforu białego

pod wysokim ciśnieniem; niepalny, bierny chemicznie, najtrwalsza odmiana fosforu; przewodzi prąd elektryczny. Fosfor występuje na stopniach utlenienia: –III, I, III, IV, V; jest aktywny chemicznie, bezpośrednio łączy się z tlenem, fluorowcami, siarką i wieloma metalami (tworząc odpowiednio tlenki, halogenki, siarczki i fosforoki); bezpośrednio reaguje z wodorem dając fosforowodory (np. fosforiak); znane są liczne kwasy tlenowe (fosforu kwasy) i ich sole (fosforany) oraz duża liczba związków fosforoorganicznych. W przyrodzie dość rozpowszechniony; występuje głównie w postaci minerałów, zwanych apatytami; jest ważnym składnikiem organizmów żywych — makroelement (występuje w każdej komórce organizmu głównie jako składnik kwasów nukleinowych oraz kwasu adenozynotryfosforowego — nośnika energii w organizmie, tworzy także układ buforujący krwi; jest składnikiem kości i zębów). Duże znaczenie mają związki fosforu, stosowane głównie do wyrobu nawozów sztucznych oraz w syntezach organicznych; syntetyczne fosforoki są stosowane w przemyśle elektronicznym; fosfor czerwony jest używany do wyrobu zapalek, świec dymnych, ogni sztucznych, jako dodatek do brązów fosforanowych; fosfor biały stosowany w przemyśle farmaceutycznym i do wyrobu trutek na gryzonie. Nazwa pierwiastka od gr. *phōsphōros* 'niosący światło'. Fosfor otrzymał 1669 niemiecki alchemik H. Brandt (Brand).

**

Fosforos, *astr.* → [Gwiazda Poranna](#).

**

fotografia astronomiczna, astrofotografia, metoda obserwacyjna astronomii polegająca na uzyskiwaniu obrazów fot. ciał niebieskich w celu wyznaczenia ich położenia, pomiaru jasności, rejestracji widm i określania wyglądu; do fotografowania nieba stosuje się te teleskopy, które dzięki specjalnym opt. układom korekcyjnym mają duże pole widzenia wolne od wad opt. (kamera Schmidta). Pierwsze fotografie ciał niebieskich wykonano w poł. XIX w.: 1840 — Księżyc, 1850 — Wega i Castora; na pocz. XX w. fotografię astronomiczną zastosowano w fotometrii astronomicznej; pierwszą fotografię Słońca w promieniowaniu rentgenowskim wykonano z pokładu rakiety Aerobee (1960). Obecnie technika fot. jest zastępowana przez znacznie wygodniejszą technikę CCD (umieszczony w ognisku teleskopu przetwornik CCD).

**

Fotografie obiektów astronomicznych

Poza jasnymi gwiazdami czy planetami wszystkie obiekty na niebie wydają się bezbarwne — szare. Tymczasem w różnych książkach i pismach widzimy fotografie tych samych obiektów, lecz zupełnie inne. Piękne wielobarwne obiekty. Czy te kolory są prawdziwe?

Powód, dla którego obiekty barwne wydają się bezbarwne, wynika z właściwości receptorów światła w siatkówce oka.

Obiekty na niebie rzeczywiście są barwne. Czy jednak barwy widoczne na zdjęciu są takie, jakie widzielibyśmy, gdyby oko było czulsze? Na pewno nie. Barwne klisze różnych firm różnie „widzą” świat i każda nieco inaczej niż oko. Fotografia tego samego tematu zrobiona na filmie Kodak różni się od fotografii wykonanej na Fuji. Obie fotografie różnią się w kolorach od tego, co widzieliśmy fotografując.

Andrzej Branicki

fotoheliograf [gr.], przyrząd do fotografowania Słońca; zwykle jest to kamera fot. o niewielkiej średnicy obiektywu i znacznej ogniskowej; pierwszy f. skonstruował 1857

przemysłowiec i uczoney bryt. W. De la Rue; obecnie f. używa się gł. do rejestracji plam słonecznych.

**

fotometeory [gr.], zjawiska świetlne powstające w atmosferze ziemskiej wskutek odbicia, załamania, ugięcia i interferencji światła pochodzącego od Słońca, Księżyca i in. ciał niebieskich lub ze sztucznych źródeł np.: halo, gloria, tęcza, wieńce, zjawisko Brockenu, zorza, miraż.

**

fotometr astronomiczny, przyrząd do pomiaru jasności obiektów astronomicznych; najczęściej umieszczany w ognisku teleskopu; w jednokanałowym f.a. fotoelektrycznym światło badanego obiektu przenika przez niewielki otwór diafragmy (otaczającej obraz badanego obiektu) i pada na układ opt. kierujący je do detektora promieniowania, a powstały w nim prąd elektr. jest następnie wzmacniany; obecnie terminem „fotometr astronomiczny” określa się nie tylko urządzenia wyposażone w detektory promieniowania opt., lecz także w odbiorniki fal radiowych i mikrofal, promieniowania rentgenowskiego i promieniowania gamma oraz bolometry.

**

fotometria astronomiczna, astrofotometria, dział astrofizyki obserwacyjnej obejmujący metody pomiaru jasności obiektów astr. (fotometria integralna), rozkładu energii w ich widmach (spektrofotometria) lub polaryzacji emitowanego promieniowania (polarymetria); obejmuje metody pomiaru jasności ciał niebieskich (fotometria integralna), ich jasności powierzchniowych, polaryzacji (polarymetria) lub rozkładu energii w ich widmach (spektrofotometria). Pomiar integralny prowadzi się zazwyczaj w jednym z istniejących systemów fotometrycznych, określanych przez charakterystykę przepuszczalności filtra i czułość widmową odbiornika promieniowania; skalę jasności i punkt zerowy systemu fotometrycznego ustala się na podstawie wielokrotnych i możliwie dokładnych obserwacji kilkudziesięciu gwiazd za pomocą standardowego, dla danego systemu, zestawu filtrów i odbiorników (gwiazdy te tworzą zestaw standardów systemu fotometrycznego); podstawowym urządzeniem fotometrii integralnej jest fotometr (astr.). Odmianą fotometru stosowaną do pomiaru polaryzacji światła gwiazd jest polarymetr. Celem spektrofotometrii jest wyznaczenie względnego lub bezwzględnego rozkładu energii w widmie obserwowanego obiektu; kalibracja widma w jednostkach energii wymaga porównania widma obserwowanego ze źródłem laboratoryjnym o znanym rozkładzie energii w widmie; podstawowym urządzeniem spektrofotometrii jest spektrograf (astr.).

**

fotometryczny system, astr. układ przedziałów widmowych (zw. w skrócie pasmami lub barwami), w których dokonuje się pomiarów jasności ciał niebieskich; skalę jasności i punkt zerowy s.f. ustala się na podstawie dokładnych, wielokrotnych obserwacji kilkudziesięciu gwiazd za pomocą standardowego zestawu filtrów i odbiorników; różnice jasności obiektu astr. w 2 pasmach danego systemu noszą nazwę wskaźników barwy.

**

foton, cząstka elementarna nie mająca ładunku elektrycznego, o masie spoczynkowej $m_0 = 0$, momencie magnetycznym $m = 0$, spinie $S = 1\hbar$, $\hbar = h/2\pi$, a h — stała Plancka (foton jest bozonem), poruszająca się z prędkością światła w próżni $c = 299\,792\,458$ m/s; jest nośnikiem oddziaływań elektromagnetycznych; stanowi kwant energii promieniowania elektromagnetycznego Energia fotonu $E = h\nu$ (h — stała Plancka, ν — częstotliwość promieniowania), pęd $p = h\nu/c$. Zależnie od energii promieniowania elektromagnetycznego i sposobu jego powstawania rozróżnia się fotony promieniowania γ , promieni X (rentgenowskich), światła i in.; fotonom o różnych energiach odpowiadają różne długości fal promieniowania elektromagnetycznego (**dualizm korpuskularno-falowy**). Fotony powstają w wyniku przejścia układu, np. atomu lub jądra atomowego, ze stanu wzbudzonego do stanu o niższej energii, podczas zmiany pędu cząstki naładowanej (**promieniowanie hamowania**), a także w wyniku **anihilacji par** elektron–pozyton. Absorpcja fotonu może doprowadzić np. do zjawiska fotoelektrycznego lub fotoefektu jądrowego; oddziaływanie fotonów z materią może ponadto spowodować rozproszenie fotonów (**Comptona zjawisko**) lub reakcję par elektron–pozyton. Wysuniętą 1905 przez A. Einsteina hipotezę istnienia fotonów potwierdziły liczne doświadczenia; opisem własności fotonu i jego oddziaływań zajmuje się elektrodynamika kwantowa.

**

fotosfera [gr.], najgłębsza warstwa atmosfery gwiazdy wysyłająca przeważającą część obserwowanej energii promienistej gwiazdy; promieniowanie fotosfery docierające do obserwatora daje widmo ciągłe; świecenie fotosfery jest podstawą klasyfikacji widmowej gwiazd. Najlepiej jest zbadana fotosfera **Słońca**, którą utożsamia się z jego powierzchnią. Grubość fotosfery Słońca wynosi ok. 100 (300?) km, temperatura i gęstość gazu na granicy z podfotosferycznym obszarem konwektywnym wynoszą odpowiednio 6000 K i ok. 10^{-4} kg/m³ i maleją do 4500 K i 10^{-5} kg/m³ na granicy z **dolną chromosferą**. Fotosfera jest źródłem promieniowania dającego widmo ciągłe, na którego tle obserwuje się linie absorpcyjne (linie Fraunhofera) powstające wskutek pochłaniania promieniowania w wyższych warstwach atmosfery. W świetle widzialnym środek tarczy słonecznej jest ok. 60% jaśniejszy od jej brzegów — tzw. **efekt pociemnienia brzegowego**, wynikający z faktu, że z dala od środka tarczy są widoczne coraz płytsze warstwy fotosfery o niższej temperaturze, będące źródłem mniej intensywnego promieniowania. Powierzchnia fotosfery nie jest jednorodna; obserwuje się w niej granule, będące przejawem procesów konwektywnych zachodzących w głębszych warstwach (**granulacja**), a także niejednorodności związane z aktywnością magnetyczną: **plamy słoneczne** i pory oraz **flokuły** i pochodnie (**pochodnie słoneczne**) tworzące jasną sieć fotosferyczną; ich liczba i intensywność zależą od fazy cyklu słonecznego — największe są w maksimum aktywności.

**

Foucault [fukò] JEAN BERNARD LÉON , ur. 18 IX 1819, Paryż, zm. 11 II 1868, tamże, fizyk francuski; od 1860 czł. Petersburskiej Akad. Nauk i od 1865 fr. Akad. Nauk; 1850 dokonał jednego z pierwszych pomiarów prędkości światła w powietrzu i wodzie; odkrył prądy wirowe (zw. prądami F.); prowadził badania w dziedzinie optyki, m.in. odkrył (wraz z A.H.L. Fizeau) prążki absorpcyjne w podczerwonej części widma słonecznego, zbudował pryzmat polaryzacyjny i fotometr; 1851 za pomocą wahadła dł. 67 m, zawieszonego w paryskim Panteonie (nazwanego wahadłem F.),

przeprowadził obserwacje będące bezpośrednim dowodem ruchu obrotowego Ziemi; 1852 wynalazł i podał teorię żyroskopu, w którym zastosował zawieszenie Cardana.

**

Fowler [fəˈwɪlɚ] WILLIAM ALFRED, ur. 9 VIII 1911, Pittsburgh, zm. 14 III 1994, Pasadena, amer. fizyk i astrofizyk; od 1936 pracownik nauk., od 1942 profesor California Institute of Technology w Pasadenie; prace F. dotyczą zastosowań fizyki jądr. w zagadnieniach ewolucji gwiazd, wytwarzania energii w ich wnętrzu oraz powstawania pierwiastków chem. we Wszechświecie (nukleosynteza); za wkład w rozwój astrofizyki gwiazdowej 1983 otrzymał, wspólnie z S. Chandrasekharem, Nagrodę Nobla.

**

Fraunhofer JOSEPH von, ur. 6 III 1787, Straubing (Bawaria), zm. 7 VI 1826, Monachium, niem. fizyk i konstruktor optyk; od 1823 profesor uniw. w Monachium; czł. akad. nauk tamże; autor pionierskich prac w zakresie analizy widmowej; za pomocą skonstruowanego przez siebie spektrometru 1814 wykrył ciemne linie (tzw. **linie Fraunhofera**) w widmie słonecznym; wynalazca (1816) heliometru i sferometru; 1821 pierwszy skonstruował siatkę dyfrakcyjną i oprac. metodę obserwacji ugięcia światła w wiązkach promieni równoległych (tzw. dyfrakcja Fraunhofera).

**

Fraunhofera linie, linie absorpcyjne występujące na tle ciągłego widma gwiazdy; spowodowane absorpcją promieniowania w wysokich, chłodniejszych niż podstawa, warstwach fotosfery gwiazdy; są podstawą analizy spektralnej gwiazd; po raz pierwszy I.F. zostały zaobserwowane w widmie Słońca; 1802 W.H. Wollaston zaobserwował 7 linii leżących w widzialnej części widma Słońca, a 1814 J. Fraunhofer odkrył i opisał ich ponad 600; obecnie w zakresie od nadfioletu do podczerwieni skatalogowano ok. 20 tysięcy I.F.; badanie I.F. doprowadziło do odkrycia helu.

**

Friedman, Friedmann, ALEKSANDR A., ur. 17 VI 1888, Petersburg, zm. 16 IX 1925, tamże, ros. fizyk i matematyk; 1918–20 profesor uniw. w Piotrogradzie; specjalista w zakresie teorii grawitacji, a także fizyki atmosfery; 1922 pierwszy znalazł niest. i niestacjonarne rozwiązania równań ogólnej teorii względności, co umożliwiło powstanie modeli rozszerzającego się Wszechświata.

**

Friedman [frɪːdmən] HERBERT, ur. 21 VI 1916, Brooklyn (Nowy Jork), zm. 9 IX 2000, Arlington (stan Wirginia), astrofizyk amerykański; zapoczątkował astrofizykę rentgenowską, odkrywając 1949 promieniowanie rentgenowskie Słońca; podał, że źródłem tego promieniowania jest korona Słońca i obszary plam słonecznych.

**

FUSE, ang. **Far Ultraviolet Spectroscopic Explorer**, amer. sztuczny satelita Ziemi przeznaczony do realizacji badań astronomicznych; skonstruowany przez NASA przy współudziale kanadyjskiej i fr. agencji kosm.; wyniesiony w przestrzeń kosm. 24 VI 1999 przez raketę Delta, został umieszczony na niemal kołowej orbicie

przebiegającej ok. 760 km ponad powierzchnią Ziemi. Celem misji jest prowadzenie obserwacji spektroskopowych w zakresie dalekiego nadfioletu (90–120 nm), gł. w liniach wodoru i deuteru. Badania FUSE mają umożliwić bliższe poznanie najwcześniejszych faz istnienia Wszechświata następujących po tzw. Wielkim Wybuchu, procesów ewolucji galaktyk i właściwości aktywnych jąder galaktyk, mechanizmów narodzin gwiazd, zjawisk akrecji, jak również prowadzenie obserwacji emisji w nadfiolecie np. z torusa Io, atmosfery Jowisza i z komet.

**

„G”

Gadomski JAN, ur. 1889, zm. 1966, astronom; prowadził obserwacje gwiazd zaćmieniowych w obserwatoriach astr. Uniwersytetu Jagiellońskiego i Uniwersytetu Warszawskiego; popularyzator astronomii i astronautyki.

**

Gadomski JAN, ur. 16 V 1859, Warszawa, zm. 10 X 1906, tamże, publicysta, dramatopisarz, wydawca; 1898–1906 wydawca i redaktor „Gazety Polskiej”; od 1900 wydawca i redaktor (do 1904 z A.T. Jezierskim) serii wyd. «Biblioteka Dzieł Wyborowych»; autor głośnej współcześnie alegorycznej tragedii *Larik* (1886), wyrażającej protest przeciw ugodowej postawie wobec zaborcy.

**

Gagarin JURIJ A., ur. 9 III 1934, Kłuszyno k. Gżacka (obwód smoleński), zm. 27 III 1968, sowiecki kosmonauta, pułkownik lotnictwa; 1957 ukończył szkołę lotniczą w Orenburgu, 1968 — Akademię Techniczną Lotnictwa w Moskwie; od 1960 w pierwszym zespole sowieckich astronautów (od 1961 jako jego dowódca); 12 IV 1961 jako pierwszy człowiek odbył lot kosmiczny (108 minut) po orbicie satelitarnej Ziemi w statku kosmicznym Wostok 1, podczas którego dokonał jednokrotnego okrążenia Ziemi; zginął podczas lotu treningowego; po jego śmierci Międzynarodowa Federacja Lotnicza ustanowiła złoty medal jego imienia; imię Gagarina nadano m.in. Wojskowej Akademii Lotniczej w Moskwie, centrum przygotowania astronautów, miastu rodzinnemu astronauty (Gżack) oraz jednemu z kraterów na Księżycu.

**

galaktyk gromada, zbiorowisko galaktyk o gęstości przestrzennej 100–1000 razy przewyższającej średnią gęstość materii we Wszechświecie; zawiera od kilkudziesięciu do kilku tysięcy galaktyk.

**

galaktyk grupa, układ niewielkiej (≤ 50) liczby galaktyk rozmieszczonych w obszarze o rozmiarach < 1 Mpc (**parsek**); na ogół w grupie galaktyk dominuje jedna lub kilka jasnych galaktyk otoczonych przez obiekty dużo słabsze; nasza Galaktyka i Wielka Mgławica Andromedy są dominującymi galaktykami Grupy Lokalnej, zawierającymi ponad 90% jej masy.

**

Galaktyka

Galaktyka, w której znajduje się Słońce, jest dość dużą galaktyką spiralną. Większość masy Galaktyki skupiona jest w samym jej środku, w jądrze o średnicy około 8 kpc. Jądro otacza tzw. zgrubienie centralne. Dalej rozpościera się tzw. dysk galaktyczny o promieniu co najmniej 15 kpc. Materia w tym dysku nie jest jednak rozłożona jednolicie.

Dysk tworzą gwiazdy i materia międzygwiazdowa lokalnie zgęszczone na skutek występowania tzw. fal gęstości. Fale te tworzą charakterystyczny, podobny do skręcanych sprężyn wzór — tzw. **galaktyczne ramiona spiralne**. Reszta materii Galaktyki rozłożona jest kuliście wokół jądra.

Magdalena Kozuchowska

**

Galaktyka

Słońce w Galaktyce

Gwiazdowe sąsiedztwo Słońca stanowi drobną część jednego z ramion spiralnych (tzw. ramienia lokalnego) naszej Galaktyki. Jest to **ramię Oriona**. W odległości około 2 kpc od Słońca (licząc wzdłuż promienia Galaktyki w kierunku jej centrum) znajduje się **ramię Strzelca** (na niebie środek centrum Galaktyki, leżący około 8,5 kpc od Słońca, widać właśnie na tle tego gwiazdozbioru). W odległości 2 kpc od ramienia Oriona (wzdłuż promienia Galaktyki) przebiega **ramię Perseusza**.

Gwiazdy w Galaktyce

Gwiazdy w Galaktyce

Razem około 10^{11}

W tym:

70% w układach podwójnych lub wielokrotnych

15% białych karłów

11% gwiazdy typów O — B

41% gwiazdy typów A — F

48% gwiazdy typów G — M

Średnia odległość między gwiazdami — 1 pc

Galaktyka liczy około 200 mld gwiazd. W zależności od wyglądu ich widm zostały one (w XIX wieku, obserwacyjnie) pogrupowane na tzw. **typy widmowe: A, B, C**, itd. Jak pokazuje teoria — największy wpływ na widmo ma temperatura powierzchniowa gwiazdy. Można więc różnym typom widmowym przypisać różne temperatury gwiazd. Okazało się jednak, że aby ustawić gwiazdy wg np. coraz niższych temperatur, należało zaburzyć kolejność alfabetyczną; najgorętsze okazały się gwiazdy typu O, potem B, A, F, G, K i M.

Parametry gwiazd naniesione na wykres wiążący **jasność** absolutną (prawdziwą, tj. przy uwzględnieniu poprawki na efekt osłabienia światła na skutek oddalenia gwiazdy) i typ widmowy (jest to tzw. **diagram Hertzsprunga-Russella**, na którym każda gwiazda odpowiada kropce) ukazały tendencję do grupowania się punktów

wzdłuż tzw. ciągu głównego. Prawidłowość ta dobrze odpowiada intuicji: czym gorętsza gwiazda (lewa część diagramu) tym jaśniej świeci (górna część diagramu). Gwiazdy chłodniejsze świecą słabiej (dolna prawa część diagramu).

Zdarza się jednak, że przy tej samej temperaturze powierzchniowej, gwiazdy świecą bardzo jasno (w porównaniu ze średnią na ciągu głównym) lub bardzo słabo (porównaj gwiazdę Van Maanena, [Słońce i Capellę](#)). Wynika to z ich rozmiarów — małe karły świecą znacznie słabiej niż rozdęte olbrzymy. Standardowy opis gwiazdy zawiera więc informację nie tylko o jej typie widmowym, ale także o jej tzw. klasie jasności (I — nadolbrzym, II — olbrzym, III, IV — podolbrzym, V — ciąg główny, VI, VII — podkarły, białe karły).

Struktura Galaktyki

Galaktyka, w której znajduje się Słońce, jest dość dużą **galaktyką spiralną**. W samym jej środku, w jądrze o średnicy około 8 kpc, skupiona jest większość masy Galaktyki. Jądro otacza tzw. zgrubienie centralne. Dalej rozpościera się tzw. dysk galaktyczny o promieniu co najmniej 15 kpc.

Materia w tym dysku nie jest jednak rozłożona jednolicie.

Dysk tworzą gwiazdy i materia międzygwiazdowa lokalnie zgęszczone na skutek występowania tzw. fal gęstości. Fale te tworzą charakterystyczny, podobny do skręcanych sprężyn wzór — tzw. **galaktyczne ramiona spiralne**.

Reszta materii Galaktyki rozłożona jest kuliście wokół jądra.

Magdalena Kożuchowska

**

Galaktyka [gr. *galaktikós* ‘mleczny’], układ obiektów astronomicznych, do którego należy m.in. Słońce i wszystkie widoczne gołym okiem gwiazdy. Galaktyka należy do grupy galaktyk spiralnych ([galaktyki](#)); zawiera ok. $3 \cdot 10^{11}$ [gwiazd](#), ma kształt silnie spłaszczonego dysku o średnicy ok. 30 kpc i grubości ok. 1 kpc (w zagęszczeniu centralnym ok. 2 kpc); Słońce znajduje się w płaszczyźnie dysku, w odległości ok. 8,5 kpc od centrum Galaktyki i okrąża je z prędkością 220 km/s w czasie 230 mln lat. Dysk Galaktyki, zbudowany głównie z gwiazd młodych i [materii międzygwiazdowej](#), jest otoczony kulistosymetrycznym halo galaktycznym złożonym ze starych gwiazd populacji II ([gwiazd populacje](#)). Za centralny obiekt Galaktyki, tzw. jądro Galaktyki, uważa się radioźródło Sgr A. Obserwacje ruchu gwiazd w promieniu ok. 0,01 pc od Sgr A pokazują, iż wewnątrz tego obszaru jest zawarta masa równa $2,6 \cdot 10^6$ mas Słońca, prawdopodobnie w postaci czarnej dziury. Mimo to Galaktyka nie jest typową [galaktyką aktywną](#), prawdopodobnie ze względu na zbyt małe tempo spadku materii do czarnej dziury oraz niską efektywność procesów promieniowania. W rezultacie jądro Galaktyki jest słabym źródłem promieniowania radiowego i rentgenowskiego. Oprócz gwiazd i materii międzygwiazdowej znaczną część masy Galaktyki stanowi [ciemna materia](#) o niepoznanej naturze.

**

Galaktyka - dane

Wiek	około $1,2 \cdot 10^{10}$ lat
Średnica dysku	około 30

	kpc
Grubość dysku galaktycznego w okolicach Słońca	250 pc
Masa	około 10^{11} mas Słońca
Średnia gęstość (obserwowanej materii)	$7 \cdot 10^{-24}$ g/cm ³
Odległość Słońca od centrum Galaktyki	8,5 kpc
Odległość Słońca od płaszczyzny Galaktyki	0
Prędkość obiegu Słońca wokół centrum	220 km/s
Gęstość obserwowanej materii w okolicy Słońca	$1,4 \cdot 10^{-23}$ g/cm ³
Liczba gwiazd	250–300 mld

**

galaktyka karłowata, galaktyka o mocy $< 10^9$ mocy Słońca (10^{35} W).

**

Galaktyka w Trójkącie, M 33, NGC 598, druga pod względem jasności galaktyka, widoczna nieuzbrojonym okiem; odległa od Galaktyki o ok. 2 mln lat świetlnych.

**

galaktyki [gr.], grawitacyjnie związane układy gwiazd, gazu, pyłu i ciemnej materii. Galaktyki można uważać za elementarne obiekty Wszechświata będące jednocześnie największymi systemami gwiazdowymi. Jedną z galaktyk jest [Galaktyka](#) i od niej pochodzi nazwa tej klasy obiektów. Dawniej na określenie galaktyki używano również terminu „mgławica pozagalaktyczna”. Galaktyki zawierają 10^6 – 10^{12} gwiazd, mają typowe rozmiary 1–100 kpc ([parsek](#)), masy 10^6 – 10^{19} mas Słońca (10^{36} – 10^{43} kg) i promieniają z mocą 10^6 – 10^{12} mocy Słońca (10^{32} – 10^{38} W), czemu odpowiadają absolutne [wielkości gwiazdowe](#) od -9^m do -24^m . W obserwowalnym obszarze Wszechświata znajduje się ok. 3 mld galaktyk dużej mocy ($\geq 4 \cdot 10^{36}$ W).

Badanie galaktyk opiera się na obserwacji pochodzącego od nich promieniowania elektromagnetycznego. W większości normalnych galaktyk dominuje promieniowanie gwiazd przypadające w widzialnym, podczerwonym i nadfioletowym zakresie widma. Dużo słabsze i nie mające znaczenia dla bilansu energetycznego tych galaktyk jest promieniowanie rentgenowskie, gamma i radiowe pochodzące od niektórych [gwiazd podwójnych](#), pozostałości po [supernowych](#) i [pulsarów](#) oraz z ośrodka międzygwiazdowego. Mniej liczne są [galaktyki aktywne](#), w których duża część promieniowania powstaje w ich centralnych obszarach wskutek procesów

niezwiązanych z obecnością gwiazd; ich zewnętrzne części nie różnią się jednak znacznie od galaktyk normalnych. Badanie widm galaktyk dostarcza informacji o ich ruchu oraz o względnych ruchach materii w ich wnętrzach. Przesunięcia położenia linii widmowych są miarą prędkości źródła promieniowania, natomiast poszerzenie linii jest miarą rozrzutu prędkości w jego wnętrzu. Spektroskopia galaktyki w optycznej dziedzinie widma wykorzystuje linie widmowe gwiazd. Obserwacje radiowe pozwalają zmierzyć położenie linii struktury nadsubtelnej atomu wodoru, której odpowiada fala o długości 21 cm. Tego typu pomiary mają zastosowanie do podukładów dyskowych galaktyk spiralnych, zawierających znaczne ilości neutralnego gazu i wskazują m.in. na znacznie większą masę tych galaktyk niż wynikałoby z całkowitej masy materii świecącej (**ciemna materia**). Obserwacje pokazują, że — z wyjątkiem kilku bliskich obiektów — widma galaktyk są przesunięte ku czerwieni, co oznacza ich oddalanie się od obserwatora. Świadczy to o rozszerzaniu się Wszechświata (**Hubble'a prawo**).

Galaktyki stanowią bardzo zróżnicowaną klasę obiektów. Najczęściej stosuje się do galaktyk system klasyfikacji Hubble'a oparty na wyglądzie ich obrazów, otrzymanych za pośrednictwem teleskopów optycznych. W systemie tym wyróżnia się galaktyki eliptyczne, soczewkowate, spiralne (zwykle i z poprzeczką) oraz galaktyki nieregularne. Gwiazdy **galaktyk eliptycznych** tworzą w przestrzeni elipsoidę o wyraźnie zwiększającej się gęstości ku centrum. Na ogół trudno jest stwierdzić, jaki jest rzeczywisty kształt elipsoidy i w modelach często zastępuje się ją sferoidą obrotową, a odpowiadający jej rozkład gwiazd w przestrzeni nazywa się podukładem sferoidalnym. W **galaktykach soczewkowatych** oprócz sferoidalnego występuje również — silnie spłaszczony wzdłuż wyróżnionej osi — podukład dyskowy o symetrii osiowej. W **galaktykach spiralnych** osiowa symetria dysku jest zaburzona przez obecność ramion spiralnych — jaśniejszych od otoczenia obszarów dysku o tym charakterystycznym kształcie. W środku galaktyk spiralnych gwiazdy tworzą sferoidalne zagęszczenie centralne, otoczone wraz z dyskiem sferoidalnym halo. **Galaktyki spiralne z poprzeczką** zawdzięczają swą nazwę obecności wewnątrz zagęszczenia centralnego obszaru jaśniejszego od otoczenia; ma on kształt cygara prostopadłego do osi dysku. **Galaktyki nieregularne** są pozbawione wymienionych wyżej regularnych cech budowy. Powyższy system klasyfikacji stosuje się głównie do jasnych obiektów (o mocy $\geq 10^9$ mocy Słońca; 10^{35} W); słabsze noszą nazwę **galaktyk karłowatych**. Istnienie rozmaitych typów morfologicznych galaktyk wiąże się z odmiennymi warunkami powstawania poszczególnych obiektów, nie ma jednak pełnego wyjaśnienia. Pewne cechy fizyczne galaktyk wyraźnie zależą od ich typu. Podstawowym czynnikiem jest tu zawartość chłodnego gazu (o temperaturze $\leq 10^4$ K), który jest praktycznie nieobecny w galaktykach eliptycznych i soczewkowatych, w galaktykach spiralnych może stanowić kilka procent masy, a w galaktykach nieregularnych do kilkunastu procent. Brak gazu w galaktykach eliptycznych i soczewkowatych powoduje, że nie powstają w nich nowe gwiazdy, a zatem nie występują w nich jasne, gorące gwiazdy o dużych masach. Światło tych galaktyk pochodzi więc od stosunkowo chłodnych gwiazd o małych masach i ma czerwoną barwę. Podobne cechy (brak gazu i masywnych gwiazd) mają też podukłady sferoidalne galaktyk spiralnych. Obecność gazu w dyskach galaktyk spiralnych i powstawanie z niego nowych gwiazd w obszarach ramion spiralnych, w tym gorących i jasnych gwiazd o dużej masie, będących dominującym źródłem promieniowania, powoduje, że galaktyki te mają niebieską barwę. Również galaktyki

nieregularne są niebieskie, chociaż mechanizm powstawania młodych gwiazd nie jest w nich związany z obecnością ramion spiralnych.

Średnia gęstość przestrzenna galaktyk wynosi 1 g/1 Mpc^3 , a zatem średnia odległość pomiędzy galaktykami równa się 1 Mpc; typowa odległość pomiędzy jasnymi (o mocy $\geq 10^{36} \text{ W}$) obiektami wynosi 5 Mpc. Galaktyki nie są rozmieszczone równomiernie w przestrzeni — na ogół tworzą one grupy, gromady i supergromady galaktyk ([Wszechświat](#)).

**

Galaktyki

Galaktyki to układy [gwiazd i materii międzygwiazdowej](#) (o masach 10^{38} – 10^{42} kg), w obrębie których wzajemne oddziaływania grawitacyjne przewyższają znacznie oddziaływania z innymi galaktykami. Jedną z galaktyk jest [Galaktyka](#). W niewielkich teleskopach galaktyki są widoczne jako mgliste plamki, stąd nazywano je dawniej mgławicami pozagalaktycznymi. Pod względem budowy i wyglądu zewnętrznego galaktyki dzieli się zwykle na: eliptyczne, spiralne i nieregularne.

Galaktyki eliptyczne (oznaczone symbolem *E*) składają się prawie wyłącznie z [gwiazd populacji II](#) i nie zawierają prawie materii międzygwiazdowej; najmniejsze galaktyki eliptyczne są prawdopodobnie obiektami zbliżonymi do międzygalaktycznych gromad kulistych ([gwiazd gromady](#)).

Galaktyki spiralne (symbol S)

cechuje występowanie jasnych ramion spiralnych, będących zgęszczeniami gwiazd i gorących obłoków gazowych; zawierają gwiazdy różnych populacji, a [gaz międzygwiazdowy](#) stanowi kilka procent masy galaktyk; obracają się wokół osi prostop. do płaszczyzny ramion; w ich centrum wyróżnia się na ogół jaśniejsze jądro.

Galaktyki nieregularne (symbol *I*) odznaczają się nieregularną budową oraz znaczną obfitością materii międzygwiazdowej.

Widma galaktyk (zarówno w promieniowaniu opt., jak i radiowym) wykazują przesunięcia ku falom dłuższym proporcjonalne do odległości; efekt ten nie tylko zmienia położenia linii widmowych, ale powoduje również zmianę barwy (tzw. poczerwienienie galaktyk). Interpretacja tego zjawiska, oparta na zjawisku Dopplera, prowadzi do wniosku, że w dostępnej dla obserwacji części [Wszechświata](#) zachodzi proces ucieczki galaktyk (tzw. ekspansja Wszechświata), która dla niezbyt odległych galaktyk odbywa się z prędkością v proporcjonalną do odległości r : $v = H \cdot r$, gdzie wartość stałej H (zw. [stałą Hubble'a](#)) jest zawarta między 50 a 100 km/(s · Mpc); zjawisko to jest pomocne w wyznaczaniu odległości do galaktyk.

Oprócz galaktyk normalnych istnieje wiele typów **galaktyk osobliwych**. Należą do nich galaktyki wysyłające silne promieniowanie radiowe ([radiogalaktyki](#)), galaktyki w jądrach których obserwuje się [wybuchy](#). Szczególnym typem galaktyk są [galaktyki Seyferta](#) i [galaktyki typu N](#), odznaczające się małymi, pozornie punktowymi jądrami, w których obserwuje się szybkie ruchy materii; części zewn. w galaktykach Seyferta nie różnią się od normalnych galaktyk spiralnych, natomiast w galaktykach typu *N* są niewidoczne. Galaktyki typu *N* są bardziej odległe niż galaktyki Seyferta, ale być może są to obiekty tego samego rodzaju, jedynie mające większą [jasność](#);

(absolutną), których części zewn. nie są widoczne. Widmo galaktyk Seyferta i typu *N* świadczy o istnieniu w jądrach tych ciał silnych pól magnetycznych.

Podobne cechy promieniowania mają **kwazary**, najjaśniejsze i najodleglejsze spośród obserwowanych obiektów we Wszechświecie (dla jednego z nich zaobserwowano prędkość ucieczki równą aż 0,88 prędkości światła).

**

galaktyki aktywne, galaktyki, w których jądrach zachodzą intensywne procesy dysypacji energii nie związane bezpośrednio z ewolucją gwiazd, a prowadzące do emisji promieniowania. Galaktyki aktywne promieniają w szerokim zakresie: od długich fal radiowych i podczerwieni do bardzo krótkiego promieniowania rentgenowskiego i gamma; galaktyki aktywne stosunkowo bliskie, w których można wyróżnić galaktykę macierzystą i aktywne jądro, są często klasyfikowane odrębnie (popularne klasy to **radiogalaktyki** i **Seyferta galaktyki**). Osobną podklasę galaktyk aktywnych stanowią obiekty bardzo odległe, o jasnych jądrach, w których dostrzeżenie otoczki gwiazdowej jest trudne czy nawet niemożliwe przy użyciu współczesnych instrumentów (**kwazary**). Według przyjętego obecnie modelu źródłem aktywności jądra galaktycznego jest masywna czarna dziura, ściągająca na siebie otaczającą ją materię (**akrecja**); spadanie materii na **czarną dziurę**, odbywające się przez dysk akrecyjny, wyzwala jej energię grawitacyjną, która może zostać wypromieniowana; opadająca materia tworzy najprawdopodobniej formę spłaszczonego, rotującego dysku o temperaturze rzędu 10^4 – 10^5 K, świecącego w zakresie widzialnym i nadfioletowym, otoczonego znacznie gorętszą plazmą stanowiącą źródło promieniowania rentgenowskiego. Większość promieniowania wydziela się w obszarze zaledwie kilkakrotnie przekraczającym promień czarnej dziury; część materii jest wyrzucana z aktywnego jądra galaktyki wzdłuż osi rotacji dysku w postaci dżetów (strug).

**

galaktyki cD, *astr.* największe spośród znanych galaktyk; rozmiary galaktyk cD osiągają 1 Mpc (parsek), masy — 10^{13} mas Słońca (ponad 10^{43} kg), a absolutne wielkości gwiazdowe -25^m ; spotykane w centrach niektórych bogatych gromad i zwartych grup galaktyk.

**

Galatea, *astr.* naturalny satelita Neptuna; czwarty licząc wg rosnącej odległości od planety.

**

Galileo [gälilëio^u], amerykański próbnik kosmiczny, przeznaczony do badań Jowisza oraz jego największych księżyców i pierścieni; wyniesiony na orbitę okołoziemską 18 X 1989 z pokładu wahadłowca Atlantis, a następnie wprowadzony na trajektorię międzyplanetarną ku Jowiszowi; po drodze zbliżył się do planetoidy Gaspra, VII 1995 od próbnika oddzieliła się sonda i obydwa moduły dotarły 7 XII 1995 w bezpośrednie otoczenie Jowisza, po czym sonda wniknęła w atmosferę planety, a tzw. orbiter pozostał na orbicie wokół Jowisza, stając się pierwszym sztucznym satelitą tej planety. Penetrująca atmosferę sonda przez ok. godzinę przekazywała dane o temperaturze, strukturze warstwowej i właściwościach chmur wokół Jowisza, pobrała próbki składu chemicznego atmosfery planety, dostarczyła danych o wiatrach tam

występujących, wyładowaniach atmosferycznych oraz energetycznych protonach i elektronach uwięzionych w polu magnetycznym Jowisza. Badania prowadzone z orbitera koncentrowały się głównie na obserwacjach największych księżyców Jowisza (Io, Europy, Ganimedesa, Callisto) oraz pierścieni wokół planety; w czasie misji Galileo m.in. wykrył wulkanizm Io, stosunkowo silne pole magnetyczne Ganimedesa, odkrył, że Europa, Io i Ganimedes mają żelazne jądra, a wewnątrz Callisto jest jednorodną mieszaniną skalno-lodową bez wyraźnie ukształtowanego jądra; wyniki badań Galileo pozwalają wnioskować o obecności słonej wody w warstwach podpowierzchniowych Europy i Callisto. Od startu z Ziemi do splonięcia w atmosferze Jowisza 21 IX 2003 Galileo przebył 4632 mln km.

**

Galileo [gälilëjo^u], globalny system nawigacji satelitarnej budowany od 1999 przez UE i [Europejską Agencję Kosmiczną](#) (ESA); planowany termin uruchomienia systemu 2010 (pełne uruchomienie — 2013). Galileo będzie systemem całkowicie cywilnym, mającym m.in. na celu uniezależnienie potencjalnych użytkowników europejskich od systemów GPS i GLONASS. Pierwszym etapem tworzenia Galileo było powstanie 1999 systemu EGNOS (ang. *European Geostationary Navigation Overlay Service*), którego zadaniem jest wspomaganie systemów [GPS](#) i GLONASS. Główną część systemu EGNOS stanowią 34 naziemne stacje RIMS (ang. *Ranging and Motoring Integrity Station*), rozmieszczone na całej kuli ziemskiej (jedna z nich od 2004 w Centrum Badań Kosmicznych w Warszawie); odbierają one sygnały z satelitów GPS (GLONASS) i dokonują obliczeń poprawek zwiększających dokładność wyznaczonego położenia odbiorników GPS (GLONASS). Galileo, działający na tej samej zasadzie co GPS, będzie się składać z konstelacji 30 satelitów (27 aktywnych oraz 3 rezerwowe), rozmieszczonych regularnie na kilku kołowych orbitach wokółziemskich o wysokości ok. 24 000 km, oraz z zespołu naziemnych stacji kontrolnych i obserwacyjnych (m.in. stacji EGNOS). Każdy satelita będzie emitował sygnał radiowy na przydzielonych mu, 2 częstotliwościach nośnych w pasmach: 1164–1215 MHz i 1260–1300 MHz. Sygnały wysyłane z 4 satelitów, odbierane (jednocześnie) przez odbiornik systemu, są podstawą wyznaczenia 3 współrzędnych określających jego położenie w przestrzeni (na ziemi, w wodzie lub w powietrzu). Przewidywana dokładność kilkadziesiąt cm. Planuje się interoperacyjność systemu Galileo z systemami nawigacyjnymi GPS i GLONASS, systemami telefonii komórkowej (np. GSM), radiotelefonii (TETRA) czy radiokomunikacji (WLAN), co umożliwi ich współdziałanie np. w akcjach poszukiwawczych i ratownictwie.

Aleksander Charytoniuk

**

Galileo Galilei → [Galileusz](#).

**

Galileusz, Galileo Galilei, ur. 15 II 1564, Piza, zm. 8 I 1642, Arcetri, włoski fizyk, astronom i filozof; twórca podstaw eksperymentalno-matematycznych metod badawczych w przyrodoznawstwie. 1589–92 i od 1610 profesor matematyki na uniwersytecie w Pizie, 1592–1610 w Padwie (gdzie pierwszy zaczął wykładać w języku włoskim). W zakresie fizyki prace Galileusza dotyczyły głównie mechaniki; 1583 odkrył prawo ruchu wahadła, 1586 zbudował wagę hydrostatyczną, ok. 1602 odkrył prawo swobodnego spadku ciała; 1638 ukazały się *Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze*, stanowiące zbiór podstawowych prac

Galileusza z zakresu mechaniki. Szczególnie duże znaczenie miały obserwacje astronomiczne Galileusza przeprowadzane za pomocą zbudowanej przez niego 1609 lunety (pierwsze zastosowanie lunety do obserwacji astronomicznej); 1609 odkrył góry na Księżcu, 1610 — 4 satelity Jowisza (Io, Europa, Ganimedes, Callisto; obecnie zwane satelitami galileuszowymi), fazy Wenus, plamy słoneczne oraz stwierdził obrót Słońca dookoła osi; 1637 (na kilka miesięcy przed utratą wzroku) odkrył librację Księżyca.

Galileusz był zwolennikiem idei M. Kopernika. W 1616 w wyniku przeprowadzonego przez inkwizycję dochodzenia został wezwany do Rzymu i zobowiązany do zaniechania głoszenia zasad heliocentryzmu jako sprzecznych z kosmologią biblijną, postanowienie to nie zostało jednak formalnie ogłoszone; 1632 wydał *Dialogo... sopra i due massimi sistemi del mondo ...* (wydanie polskie *Dialog o dwóch najważniejszych układach świata — ptolemeuszowym i kopernikowym*), co — mimo przychylności papieża Urbana VIII — naraziło go na ponowny proces przed trybunałem inkwizycji (1633). Zmuszony do publicznego odwołania swych poglądów (według XVIII-wiecznej legendy miał wówczas wyrzec słynne słowa *e pur si muove* 'a jednak się kręci'), resztę życia spędził pod nadzorem inkwizycji w domu rodzinnym w Arcetri koło Florencji, gdzie kontynuował pracę twórczą (*Dialog Galileusza* został wycofany z *Indeksu ksiąg zakazanych* 1822). W poglądach filozoficznych i naukowawczych Galileusz był zdecydowanym zwolennikiem nauki opartej na doświadczeniu, jednocześnie odcinał się od skrajnego empiryzmu i głosił, że samo nagromadzenie faktów nie stanowi jeszcze nauki; właściwym zadaniem nauki jest, według niego, ustalenie prawidłowości, następstwa i współwystępowania zdarzeń za pomocą rozumowania opartego na eksperymencie. Galileusz próbował uzgodnić swoje poglądy fizyczne i kosmologiczne z biblijną wizją świata; twierdził, iż Biblia wskazuje drogę do zbawienia, nauki przyrodnicze zaś opisują m.in. ruch ciał niebieskich; te 2 źródła poznania mają więc odmienne zadania; nie mogą zatem pozostawać ze sobą w sprzeczności. Odkrycia astronomiczne Galileusza miały epokowe znaczenie — były ważnym wkładem do zwycięstwa idei Kopernika i umożliwiły dalszy rozwój astronomii obserwacyjnej (choć sam Galileusz w wielu przypadkach nie zgadzał się z nowymi poglądami, np. nie zaakceptował odkrycia eliptycznych orbit planet przez J. Keplera). Współcześnie sprawa Galileusza stała się przedmiotem badań specjalnej komisji teologów, historyków i przyrodników, powołanej 1979 przez papieża Jana Pawła II. W 1993 papież oficjalnie przyznał, że potępiając Galileusza Kościół popełnił błąd.

**

Galle JOHAN GOTTFRIED, ur. 9 VI 1812, k. Gräfenhainichen, zm. 10 VII 1910, Poczdam, astronom niemiecki; 1835–51 zast. dyr. Obserwatorium Berlińskiego, 1851–97 dyr. obserwatorium astr. Uniw. Wrocławskiego; zaproponował metodę mierzenia wielkości w Układzie Słonecznym za pomocą paralaks planetoid; 1846 na podstawie obliczeń U.J. Le Verriera odkrył planetę Neptun.

**

Gamow [gɛjmo^u] GEORGE ANTHONY, ur. 4 III 1904, Odessa, zm. 19 VIII 1968, Boulder (stan Kolorado), amer. fizyk teoretyk, pochodzenia rosyjskiego; 1931–33 profesor Fizykotechn. Inst. w Leningradzie; od 1934 w USA, 1934–56 profesor uniw. w Waszyngtonie, od 1956 — uniw. stanowego w Fort Collins (Kolorado); czł. Nar. Akad. Nauk w Waszyngtonie; prowadził badania dotyczące gł. fizyki jądr. i astrofizyki;

1928 podał teorię rozpadu α opartą na zjawisku tunelowym, wniósł istotny wkład do teorii rozpadu β ; w dziedzinie astrofizyki podał teorię wybuchów supernowych, teorię pochodzenia pierwiastków chem. przez kolejne wychwyty neutronów; ogłosił wiele prac z dziedziny kosmologii relatywistycznej oraz procesów termojąd. zachodzących we wnętrzu gwiazd; był wybitnym popularyzatorem fizyki i astronomii (m.in. *Mr Tomkins w krainie czarów*, pol. wybór 1960, *Materia, Ziemia, Niebo*, pol. wybór 1963).

**

Ganga, sanskr. **Gāngā**, *mit. ind.* bogini uosabiająca najświętszą rzekę indyjską Gangę (Ganges); , spłynęła z nieba po głowie boga Śiwy, aby służyć ludziom, użyźniając i uświęcając ziemię; wyobrażona w monumentalnym zespole rzeźb (*Narodziny Gangi*) w Mahabalipuram; Ganges jest świętą rzeką hindusów, kąpiel w jej wodach oczyszcza i uwalnia od grzechów.

**

Ganimedes, *astr.* naturalny satelita Jowisza, będący największym księżycem w Układzie Słonecznym;

**

Gaspra, *astr.* planetoida pasa gł. o numerze katalogowym 951; odkryta 1916 (G. Neujmin); pierwsza planetoida zbadana za pomocą sondy kosm. (Galileo).

**

Gassendi [gasãdi] PIERRE, właśc. **P. Gassend**, ur. 22 I 1592, Champtercier k. Digne, zm. 24 X 1655, Paryż, fr. filozof i astronom, ksiądz; odrzucił arystotelizm i filozofię scholastyczną, głosił sensualizm i sceptycyzm w teorii poznania, epikurejski atomizm w fizyce oraz epikurejską etykę postulującą korzystanie z przyjemności wynikających ze spokoju ducha; wywarł wpływ m.in. na I. Newtona; polemizował z Kartezjuszem — *Obiekcje do «Medytacji» Descartesa* (1641, wyd. pol. w: R. Descartes *Medytacje...*, t. 1 1958), *Logika* (wyd. pol. 1964).

**

Gaszowiec PIOTR, **Petrus de Silesia**, **Petrus Strzelec**, ur. przed 1430, zm. między 28 I a 18 V 1474, Kraków(?), astronom, astrolog, lekarz; od 1456 profesor medycyny w Akad. Krak., jej rektor 1464–65 i 1470; od 1464 lekarz nadworny Kazimierza IV Jagiellończyka, od 1468 rajca miejski; oprac. kanony (sposób użycia) tablic astr., obliczone dla południka krak.; autor traktatu astrologicznego, kodeksu med. i astr., mów w stylu wł. retoryki humanistycznej.

**

Gauss CARL FRIEDRICH , ur. 30 IV 1777, Brunszwik, zm. 23 II 1855, Getynga, niemiecki matematyk, astronom, fizyk i geodeta; uważany za jednego z największych, oprócz Archimedesesa i I. Newtona, matematyków świata; przez współczesnych zwany księciem matematyków. Od 1807 profesor uniwersytetu w Getyndze i dyrektor obserwatorium astronomicznego tamże. Jego prace dotyczą prawie wszystkich dziedzin matematyki, a także jej zastosowań w fizyce i astronomii. W każdej z tych dziedzin uzyskał ważne wyniki, w szczególności rozwinął teorię liczb (teoria kongruencji), geometrię różniczkową (krzywizna powierzchni), analizę matematyczną, teorię błędów (rozkład normalny); niektórych ważnych wyników nie

ogłosił (o geometrii nieeuklidesowej, o teorii funkcji zespolonych). W dziedzinie fizyki zajmował się głównie zagadnieniami elektryczności i magnetyzmu oraz teorią potencjału.

**

gaz międzygwiazdowy, rozproszony w przestrzeni międzygwiazdowej gaz, głównie wodór i hel; jest, wraz z pyłem, składnikiem materii międzygwiazdowej.

**

Gaz międzygwiazdowy w Galaktyce

10^5 atomów na metr sześcienny — średnio

w tym:

wodoru około 73% (wg masy)

helu 25%

węgla, tlenu, azotu, neonu 1%

cięższych pierwiastków 1%

(na 1000 atomów wodoru przypadają około 82 atomy helu)

średnio jest około 15 % gazu gorącego (8000 K) i 85 % gazu chłodnego (100 K)

**

Gaz międzygwiazdowy w Galaktyce

Rozproszony w przestrzeni międzygwiazdowej gaz zawiera średnio 10^5 atomów na metr sześcienny, w tym:

- około 73 % (wg masy) wodoru,
- 25 % helu,
- 1 % węgla, tlenu, azotu, neonu,
- 1 % cięższych pierwiastków

Na 1000 atomów wodoru przypada około 82 atomy helu; średnio jest około 15 % gazu gorącego (8000 K) i 85 % gazu chłodnego (100 K).

Magdalena Kożuchowska

**

Gedania, *astr.* planetoida pasa gł. o numerze katalogowym 764; odkryta 1913 (F. Kaiser); nadano jej łac. nazwę Gdańska.

**

Geminga, *astr.* silne źródło promieniowania gamma położone w gwiazdozbiorze Bliźniąt; gwiazda neutronowa; uważa się, że powstała w wyniku wybuchu supernowej ok. 300 tys. lat temu.

**

Gemini [dżeminaɪ], typ amerykańskiego dwuosobowego statku kosmicznego, także nazwa programu lotów, które miały na celu wszechstronne badania organizmu człowieka w warunkach kosmicznych przed realizacją lotu człowieka na Księżyc; 1964–66 odbyło się 12 lotów statków kosmicznych typu Gemini (pierwsze 2

bezzałogowe), podczas których m.in. nastąpiło pierwsze wyjście amerykańskiego astronauty E.H. White'a (z Gemini 4) w otwartą przestrzeń kosmiczną oraz pierwsze w historii połączenie się dwóch obiektów kosmicznych (statku Gemini 8 ze zmodyfikowaną raketą Agena Target Vehicle) na orbicie okołoziemskiej.

**

Geminidy, rój meteorów; maksimum obfitości 13 XII; radiant w pobliżu gwiazdy α Gem w gwiazdozbiórze Bliźniąt, od którego pochodzi nazwa.

**

Gemma, astr. → [Alphecca](#).

**

geocentryczna teoria, teoria kosmologiczna, według której Ziemia znajduje się w środku (sferycznego) świata. U podstaw teorii geocentrycznej leżały założenia o centralnym położeniu Ziemi, kulistym kształcie ciał niebieskich oraz o kołowym i jednostajnym charakterze ich ruchów. Teoria geocentryczna powstała w starożytności; największą popularność w jej zakresie zyskały: system sfer homocentrycznych, stworzony przez Platona, Eudoksosa z Knidos i Arystotelesa, oraz system epicykliczny, stworzony przez Apoloniusza z Pergii i Hipparcha, opracowany ostatecznie przez Klaudiusza Ptolemeusza. System Klaudiusza Ptolemeusza był powszechnie akceptowany przez cały średniowieczny świat naukowy; zgodnie z nim każde ciało Układu Słonecznego poruszało się po małym okręgu, zwanym **epicyklem**, którego środek poruszał się wokół Ziemi po dużym okręgu, zwanym **deferentem**. Powstała w XVI w. **teoria heliocentryczna**, sformułowana przez M. Kopernika, obaliła definitywnie skomplikowany system teorii geocentrycznej.

**

geofizyka [gr. *gē* 'ziemia', *physikē* 'przyrodoznawstwo' < *phýsis* 'natura', 'przyroda'], nauka o Ziemi jako ciele fizycznym; przedmiotem jej badań są wszelkie zjawiska i procesy fizyczne, które zachodzą lub zachodziły w przeszłości we wnętrzu Ziemi, w hydrosferze, atmosferze ziemskiej i w okołoziemskiej przestrzeni kosmicznej oraz opisanie i wyjaśnianie tych procesów za pomocą praw fizyki. Geofizyka dzieli się na: fizykę wnętrza Ziemi (zwaną czasami fizyką litosfery), oceanologię, hydrologię, fizykę atmosfery i fizykę przestrzeni okołoziemskiej.

Do fizyki wnętrza Ziemi należą: sejsmologia, geomagnetyzm (magnetyzm ziemski), grawimetria, geotermika. Do tego działu geofizyki należy także geofizyka poszukiwawcza

Wody występujące na Ziemi bada oceanologia i hydrologia kontynentalna, hydrometeorologia (nauka o wodzie w atmosferze ziemskiej), glaciologia i hydrogeologia (zaliczana również do geologii).

Fizyka atmosfery (zwana też często meteorologią) zajmuje się badaniem procesów zachodzących w atmosferze ziemskiej.

Fizykę przestrzeni okołoziemskiej można ogólnie podzielić na fizykę jonosfery i fizykę magnetosfery; zjawiska wchodzące w zakres badań fizyki przestrzeni okołoziemskiej

to m.in.: zorze polarne, zmiany zewnętrznego pola magnetycznego i ich związek z zaburzeniami na Słońcu, powstawanie i zachowanie się plazmy w atmosferze ziemskiej, oddziaływanie pola magnetycznego Ziemi z wiatrem słonecznym, pasy radiacji.

Należy podkreślić pewną sztuczność powyższych podziałów, bowiem związki między poszczególnymi działami geofizyki są często bardzo silne; czasami jest to wspólny przedmiot badań, np. pole magnetyczne Ziemi bada zarówno geomagnetyzm, jak i fizyka magnetosfery, górnymi warstwami atmosfery zajmuje się aeronomia i fizyka jonosfery; wpływ wyników badań jednego działu geofizyki na inny może być bardzo silny (np. hydrologii na meteorologię), także silne są związki geofizyki z innymi naukami o Ziemi — z geologią, geodezją, geografiami fizyczną i astronomią (niektóre z wymienionych wyżej dyscyplin zalicza się także do geografii, geodezji lub geologii). Geofizyka korzysta z metod i teorii różnych działów fizyki, a także astronomii i sama wnosi do nich swój wkład. Rozwój astronautyki w ostatnich latach pozwolił na użycie metod geofizyki do badań innych planet, satelitów i planetoid. Z tego powodu obecnie nazwy „geofizyka” używa się też dla fizyki planet: Marsa, Wenus i in.

Historia. Postępy geofizyki były i są uzależnione od postępów fizyki. Fakt spłaszczenia Ziemi na biegunach i rosnącej ku środkowi Ziemi gęstości jej wnętrza pierwszy przewidział i objaśnił I. Newton (1687). W XVIII w. i na początku XIX w. matematycy i fizycy, m.in. C. Maclaurin, A.C. Clairaut, P.S. Laplace, L. Euler, C.F. Gauss, stworzyli podwaliny wielu podstawowych teorii geofizycznych odnoszących się do kształtu Ziemi, praw rządzących jej ruchem obrotowym, magnetyzmu ziemskiego, zjawisk przyływów i odpływów. W ciągu XIX w. i na początku XX w. opracowano wiele nowych matematycznych teorii licznych zagadnień geofizycznych (m.in. G.B. Airy, J.H. Pratt, C. Jacobi, G.G. Stokes, W. Thomson, H. Poincaré, M. Rudzki, A.M. Lapunow). Początkowo geofizyka rozwijała się jako nauka teoretyczna; przeprowadzano wprawdzie prace obserwacyjne (np. pomiary elementów ziemskiego pola magnetycznego i ich zmian czasowych dokonane 1837–43 w obserwatoriach tzw. Związku Magnetycznego, zainicjowane przez A. von Humboldta i zapoczątkowane przez Gaussa), jednak liczba pomiarów i ich dokładność były zbyt małe, by wykazać istotne błędy obowiązujących teorii. Dopiero na przełomie XIX i XX w. nastąpiła gruntowniejsza konfrontacja poglądów dominujących w geofizyce XIX w. z wynikami obserwacji, co przyczyniło się do szybkiego rozwoju geofizyki. Powstały pierwsze uniwersyteckie katedry geofizyki: w Polsce 1896 (Uniwersytet Jagielloński — Rudzki), w Niemczech 1898 (uniwersytet w Getyndze — E. Wiechert). Odkrycia: 1902 — stratosfery przez R. Assmana i L. Teisserenc de Borta, 1906 — jądra Ziemi przez R.D. Oldhama oraz 1909 — skoku prędkości fal sejsmicznych u podstawy skorupy ziemskiej, przez A. Mohorovičića, obaliły teorię o ciągłym charakterze geosfer; odkrycie promieniotwórczości wykazało błędność poglądów o stanie cieplnym wnętrza Ziemi. Wśród działów fizyki wnętrza Ziemi na czoło wysunęła się seismologia. W 1907 G. Herglotz i 1910 H. Bateman, na podstawie znajomości pozornej prędkości fal sejsmicznych na powierzchni Ziemi, wyznaczyli prawo zmiany rzeczywistych prędkości tych fal wraz ze wzrostem głębokości, co znalazło zastosowanie jako podstawa sejsmicznego sondażu skorupy i wnętrza Ziemi. W ten sposób, dzięki systematycznym pracom (1930–40) B. Gutenberga, H. Jeffreysa i K. Bullena, zlokalizowano wszystkie główne strefy wnętrza Ziemi i określono ich właściwości sprężyste.

W 1. połowie XX w. odkrycie nowych faktów spowodowało wyodrębnienie nowych dziedzin geofizyki; powstała np. meteorologia dynamiczna, której podstawy stworzył 1910 V.F. Bjerknes; 1917–18 R.J. Strutt wyjaśnił rolę ozonu w procesie pochłaniania promieniowania w atmosferze; 1925 badania E.V. Appletona pozwoliły na uzyskanie bezpośrednich dowodów istnienia jonosfery. Przeprowadzano również badania hydrosfery, które dotyczyły zwłaszcza bilansu energetycznego planetarnej cyrkulacji wód oceanicznych, wglębnych prądów oceanicznych oraz roli, którą w cyrkulacji oceanicznej odgrywa topografia dna oceanu światowego.

Współcześnie rozwój wszystkich działów geofizyki kształtuje się pod wpływem możliwości uzyskanych dzięki rozwojowi astronautyki, wprowadzeniu techniki komputerowej i nowych technik pomiarowych; ważne znaczenie ma także współpraca międzynarodowa, której celowość ujawnił już I Rok Polarny (1882–83), a potwierdził II Rok Polarny (1932–33). Trwałe formy współpracy zapewniło założenie 1922 Międzynarodowej Unii Geodezji i Geofizyki. Wspólne badania geofizyczne na olbrzymią skalę zostały przeprowadzone w okresie Międzynarodowego Roku Geofizycznego (1957–58); brało w nich udział 66 krajów i ponad 60 tysięcy specjalistów; zgromadzono wiele szczegółowych danych o wielu zjawiskach dotąd niedostatecznie poznanych (jak burze magnetyczne, zorze polarne, świecenie własne atmosfery) oraz danych o obszarach Ziemi słabo zbadanych (np. Antarktyda, rowy oceaniczne). Badania te rozszerzyły zakres zainteresowania geofizyki na sąsiadującą z Ziemią przestrzeń kosmiczną, co stało się możliwe dzięki coraz szerszemu stosowaniu do celów badawczych rakiet geofizycznych i (od 1957) sztucznych satelitów Ziemi. Obecnie, oprócz badań nad wnętrzem Ziemi, badań głębin oceanicznych, Arktyki i Antarktydy, eksploracja najwyższych warstw atmosfery oraz przestrzeni kosmicznej staje się naczelną rozwojową tendencją geofizyki

Geofizyka w Polsce. Badania naukowe z zakresu geofizyki prowadzi Instytut Geofizyki PAN, który koncentruje się głównie na fizyce litosfery i, w mniejszym stopniu, na fizyce atmosfery i hydrologii; te ostatnie dziedziny stanowią główny przedmiot badań Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej. Nad problemami oceanologii pracuje Instytut Oceanologii PAN, fizyką przestrzeni okołoziemskiej zajmuje się [Centrum Badań Kosmicznych](#). Działają m.in. centralne obserwatorium geofizyczne w Belsku Dużym koło Grójca, a także 2 stacje polarne: od 1957 stacja Hornsund na Spitsbergenie, od 1977 stacja Arctowski na Wyspie Króla Jerzego w Szetlandach Południowych. Od lat 90. XX w. rozwijają się badania skorupy ziemskiej i górnego płaszczka Ziemi za pomocą głębokich sondowań sejsmicznych (projekty: Polonaise 97 i Celebration 2000), które należą do najbardziej znaczących badań tego typu na świecie. W wielu innych ośrodkach są rozwijane działy geofizyki służące konkretnym zastosowaniom praktycznym. Placówki dydaktyczne mają: Instytut Geofizyki Uniwersytetu Warszawskiego (fizyka litosfery i atmosfery), AGH (geofizyka stosowana), Zakład Oceanologii Fizycznej Uniwersytetu Gdańskiego, Zakład Fizyki Morza Uniwersytetu Szczecińskiego i in. W 1947 utworzono Polskie Towarzystwo Meteorologiczne i Hydrologiczne, przemianowane 1963 na Polskie Towarzystwo Geofizyczne. Do polskich czasopism geofizycznych należą: „Acta Geophysica Polonica” (wydawane od 1953, obecnie przez Instytut Geofizyki PAN), „Przegląd Geofizyczny” (wydawany od 1948, obecnie przez Polskie Towarzystwo Geofizyczne i Wydawnictwo Naukowe PWN).

**

geomagnetyczny efekt, odchylenie pierwotnych torów promieniowania kosm. spowodowane działaniem pola magnet. Ziemi.

**

geometrie Riemanna, geometrie riemannowskie, wielowymiarowe uogólnienia klas. geometrii różniczkowej na dwuwymiarowych powierzchniach (zapoczątkowanej przez C.F. Gaussa), właśc. teoria przestrzeni Riemanna, stworzona 1854 przez B. Riemanna. W geometrii Riemanna rozważa się n -wymiarową przestrzeń abstrakcyjną, której punkty są oznaczone symbolem (x^1, \dots, x^n) , i wprowadza się w niej z definicji odległość ds między nieskończenie bliskimi punktami $P(x^i)$ i $Q(x^i + dx^i)$, zw. różniczką łuku krzywej $x^i = x^i(t)$ łączącej te punkty, wzorem:

$$ds = \left(\sum_{k,l=1}^n g_{kl} dx^k dx^l \right)^{1/2}$$

gdzie $g_{kl}(x^1, \dots, x^n)$ są funkcjami ciągłymi i różniczkowalnymi (ich zespół tworzy tzw. tensor metryczny dwukrotnie kowariantny, zw. krótko **tensorem metrycznym**); jeśli forma metryczna

$$\sum g_{lk} dx^k dx^l$$

nie jest dodatnio określona (forma), to g_{kl} nazywa się tensorem pseudometrycznym, a przestrzeń Riemanna z taką pseudometryką (możliwość urojonych odległości) — przestrzenią pseudoriemannowską; przykładem tej ostatniej jest czterowymiarowa **przestrzeń Minkowskiego** z następującą formą pseudometryczną: $ds^2 = c^2 dt^2 - (dx^2 + dy^2 + dz^2)$, gdzie x, y, z — współrz. przestrzenne, t — współrz. czasowa, c — prędkość światła w próżni. W geometrii Riemanna rolę prostych odgrywiają geodezyjne; wprowadza się również pojęcie krzywizny w różnych punktach przestrzeni Riemanna. Zarówno geometria euklidesowa, jak i geometrie nieeuklidesowe (hiperboliczna, eliptyczna) są szczególnymi przypadkami geometrii Riemanna, np. zarówno w geometrii hiperbolicznej, jak i geometrii eliptycznej (są to geometrie przestrzeni o stałej krzywiznie κ , geometria), w przypadku trójwymiarowym kwadrat różniczki łuku ds^2 wyraża się wzorem

$$ds^2 = \frac{(dx^1)^2 + (dx^2)^2 + (dx^3)^2}{\left\{ 1 + \frac{\kappa}{4} [(x^1)^2 + (x^2)^2 + (x^3)^2] \right\}^2},$$

przy czym $\kappa < 0$ dotyczy geometrii hiperbolicznej (geometria Łobaczewskiego), $\kappa > 0$ — geometrii eliptycznej (lub geometrii Riemanna w sensie węższym), $\kappa = 0$ — geometrii parabolicznej (czyli euklidesowej). Geometria Riemanna znalazła zastosowanie m.in. w ogólnej i szczególnej teorii względności.

**

Geotail [dźi:ǝteil], japoński sztuczny satelita Ziemi; wyniesiony 24 VII 1992 w przestrzeń kosm. przez raketę Delta, został wprowadzony na silnie wydłużoną, eliptyczną orbitę przecinającą ogon magnetosfery Ziemi; misja G. (realizowana przy współudziale NASA) służy dokładniejszemu poznaniu oddziaływań w układzie Słońce–Ziemia, w szczególności zbadaniu właściwości fiz., struktury i dynamiki obszarów ogona ziemskiej magnetosfery w szerokim zakresie przestrzennym; badania G. obejmują pomiary pola elektr. i magnet., obserwacje funkcji rozkładów jonów i elektronów, określenie składu izotopowego i zawartości jonów rozmaitych pierwiastków chem., a także pomiary fal plazmowych.

**

Gerard z Cremony, ur. 1114, Cremona, zm. 1187, Toledo, filozof pochodzenia wł., działający w Toledo; jeden z najwybitniejszych tłumaczy z języka arabskiego na łacinę, m.in. Arystotelesa.

**

Gęstość materii we Wszechświecie

Wyznaczenie średniej gęstości materii we Wszechświecie jest trudnym problemem. Bezpośrednio obserwowalne są źródła światła, czyli głównie gwiazdy. Dynamika gwiazd w galaktykach pokazuje jednak, że oprócz nich istnieje tam jakaś forma tzw. ciemnej materii, której masa od kilku do kilkudziesięciu razy przewyższa masę gwiazd. Podobnie dynamiczne oceny masy gromad galaktyk pokazują, że ich masa kilkakrotnie przewyższa masę wchodzących w ich skład galaktyk. Gęstość średnia Wszechświata, oparta na dynamicznych ocenach mas galaktyk, odpowiada obecności średnio jednego atomu wodoru w metrze sześciennym.

Michał Jaroszyński

**

Gęstość materii w przestrzeni kosmicznej

Rodzaj materii	cząstek/cm ³	cząstek/m ³
----------------	-------------------------	------------------------

materia międzyplanetarna 5 koło Ziemi		
--	--	--

materia międzygwiazdowa 10 ⁶ w obłokach	10 ⁶	10 ¹²
---	-----------------	------------------

materia międzygwiazdowa 0,1 między obłokami	10 ⁵	
--	-----------------	--

materia międzygalaktyczna	<1	
------------------------------	----	--

**

Giacconi [dziakkoni] RICCARDO, ur. 6 X 1931, Genua, astrofizyk amer., pochodzenia wł.; 1981–92 dyr. Space Telescope Science Institute w Baltimore, 1993–99 dyr. generalny European Southern Observatory (ESO), od 1999 prezes Associated Universities w Waszyngtonie; od 1982 profesor uniw. Johns Hopkins w Baltimore; czł. Narodowej Akad. Nauk w Waszyngtonie; zajmuje się nowymi technikami obserwacyjnymi w astronomii, szczególnie w zakresie promieniowania X; przewodniczył misjom NASA z udziałem satelitów wyposażonych w teleskopy rentgenowskie (m.in. Einstein, Chandra); 2002 otrzymał Nagrodę Nobla za pionierskie badania w dziedzinie astrofizyki, które doprowadziły do odkrycia kosmicznych źródeł promieniowania X (niezależnie od R. Davisa Jr. i M. Koshiy).

**

Giacobiniego–Zinnera kometa [k. dziakobiniego cinera], kometa o numerze katalogowym 21P; odkryta 1900 (M. Giacobini, i ponownie 1913 — E. Zinner); jest źródłem meteorów roju Drakonid.

**

Giotto [dzióto], próbnik kosm. ESA; w nocy z 13 na 14 III 1986 Giotto minął jądro komety w odległości ok. 600 km przeprowadzając dokładne pomiary składu pierwiastkowego oraz izotopowego gazu i pyłu kometarynego i ich rozkładu przestrzennego, pola magnet. i okołokometarynej plazmy oraz badania procesów fiz. i reakcji chem. zachodzących w atmosferze i jonosferze komety; misja G. zakończyła się 23 VII 1992.

**

Glaser [glɛizɚ] DONALD ARTHUR , ur. 21 IX 1926, Cleveland (USA), fizyk amerykański; od 1953 profesor University of Michigan w Ann Arbor, od 1959 University of California w Berkeley; badacz promieniowania kosm. i cząstek elementarnych, 1952 skonstruował komorę pęcherzykową (tzw. komorę Glasera), za co 1960 otrzymał Nagrodę Nobla.

**

Glenn JOHN HERSCHEL , ur. 18 VII 1921, Cambridge (stan Ohio), amerykański astronauta i polityk; od 1959 w zespole (pierwszych siedmiu) astronautów NASA; 20 II 1962 jako pierwszy Amerykanin odbył lot kosmiczny po orbicie okołoziemskiej w statku Mercury 6 (Friendship 7); podczas niego 3-krotnie okrążył Ziemię; brał udział w przygotowaniu programu Apollo; od 1975 senator z ramienia Partii Demokratycznej; 29 X-7 XI 1998 (w wieku 77 lat) uczestniczył w locie amerykańskiego wahadłowca Discovery i jest dotychczas (2010) najstarszym człowiekiem, który uczestniczył w okołoziemskim locie kosmicznym.

**

glin, Al, *aluminium*, pierwiastek chemiczny o liczbie atomowej 13;

Symbol: Al

Nazwa łacińska: Aluminium

Liczba atomowa: 13

Pierwiastek promieniotwórczy: nie

Grupa układu okresowego pierwiastków: 13 — borowce

Odkrycie: 1825

Odkrywca: Rrsted Hans Christian

względna masa atomowa 26,981538; należy do grupy **borowców**. Nazwy „glin” używa się w odniesieniu do pierwiastka chemicznego i jego związków, nazwy aluminium — zwyczajowo — gdy mówi się o metalu użytkowym. Glin to srebrzystobiały, kowalny, lekki metal; temperatura topnienia 660,37°C, temperatura wrzenia 2567°C, gęstość 2,70 g/cm³; dobry przewodnik ciepła i elektryczności; kowalny i ciągliwy (z glinu łatwo uzyskać cienki drut i folię); powierzchnia glinu pokrywa się ochronną warstewką tlenku (pasywacja), co powoduje jego odporność na czynniki atmosferyczne i kwasy utleniające (np. stężony kwas azotowy); glin reaguje z niektórymi kwasami (tworzy sole glinowe) i mocnymi zasadami (tworzy hydroksygliniany); bezpośrednio reaguje z tlenem (gdy ochronna warstewka tlenku zostanie uszkodzona), fluorowcami, w temperaturze powyżej 700°C — także z azotem, węglem i siarką; stopień utlenienia I i III; najważniejsze związki glinu: tlenek, wodorotlenki, siarczan, węglík, azotek, ałuny, gliniany, glinokrzemiany. Funkcja glinu w organizmie nie jest znana; przy większych stężeniach jest toksyczny; w przyrodzie bardzo rozpowszechniony; w skorupie ziemskiej pod względem

ilościowym zajmuje 3. miejsce (po tlenie i krzemie). Najważniejszymi minerałami są glinokrzemiany i krzemiany, głównie: skalenie (np. ortoklaz), łuszczyki (np. biotyt, muskowit), skaleniowce (np. nefelin) oraz produkty ich wietrzenia (np. kaolinit), a także tlenek (korund) i wodorotlenki (hydrargilit, diaspor, boehmit). Surowcem do otrzymywania glinu jest głównie boksyt; produkcja odbywa się w 2 etapach: 1) otrzymywanie czystego tlenku glinu, 2) otrzymywanie aluminium przez elektrolizę tlenku glinu rozpuszczonego w stopionym kriolicie; uzyskane aluminium hutnicze (zawartość 99,0–99,8% Al) poddaje się oczyszczaniu (aluminium rafinowane — 99,99–99,995% Al). Glin ma szerokie zastosowanie; w postaci stopów (aluminium stopy) stanowi lekki materiał konstrukcyjny (głównie w przemyśle lotniczym i samochodowym); metaliczny glin jest używany m.in. do platerowania (aluminowanie), do wyrobu naczyń kuchennych, przewodów elektrycznych, lusterek używanych do celów specjalnych (w teleskopach); w postaci folii do produkcji opakowań i kondensatorów elektrycznych; w stanie sproszkowanym do wydzielania niektórych metali z ich tlenków lub wytwarzania wysokiej temperatury (aluminotermia) i odtleniania stali, jako farba ochronna oraz do wyrobu materiałów wybuchowych i ogni sztucznych. Glin odkrył 1825 H.Ch. Ørsted.

**

glinokrzemiany, związki chem. o budowie krzemianów, w których część atomów krzemu (nie więcej niż 50%) w anionach krzemotlenowych jest zastąpiona atomami glinu, a powstała różnica ładunków jest skompensowana obecnością dodatkowych kationów metali, gł. z grupy litowców lub berylowców; w niektórych g. glin występuje zarówno w anionie krzemotlenowym, jak i w postaci kationów poza tym anionem, jak np. w kordierycie $Mg_2Al_3[AlSi_5O_{18}]$; ich wzory cząsteczkowe można przedstawić w postaci tlenkowej, np. ortoklaz $K[AlSi_3O_8]$ w postaci: $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$. G. są bardzo rozpowszechnione w przyrodzie jako minerały skałotwórcze, np. skalenie (m.in. ortoklaz, plagioklasy), łuszczyki (np. biotyt), skaleniowce (np. leucyt); stosowane do wyrobu materiałów bud. (cegła, cement) i ceramicznym (porcelana, fajans); zeolity stosuje się jako wymiennicze jonowe, adsorbenty i katalizatory.

**

glinu tlenek, Al_2O_3 , związek glinu z tlenem; tworzy odmiany polimorficzne; odmiana trwała $\alpha-Al_2O_3$, bezb. kryształy nierozpuszczalne w wodzie, w stężonych kwasach i zasadach, bardzo twarde (9 w skali Mohsa), temperatura topnienia $2045^\circ C$; w przyrodzie występuje jako minerał korund; stosowany gł. do wyrobu materiałów ogniotrwałych i szlifierskich; inne odmiany tlenku glinu (dawniej określane jako odmiana γ) są higroskopijne, roztwarzają się w kwasach i zasadach; stosowane jako adsorbenty; otrzymywane przez prażenie wodorotlenku glinu (w temp. $600-900^\circ C$); tlenek glinu otrzymuje się na skalę przem. z boksytu, niekiedy z kaolinu lub z glin; jest surowcem w produkcji metalicznego glinu, stosowany też jako składnik m.in. szkła oraz katalizatorów (używanych w przemyśle petrochemicznym).

**

glob [łac.], ciało niebieskie wchodzące w skład układu planetarnego, zwłaszcza Ziemia.

**

globule [łac. *globulus* 'kulka'], *astr.* ciemne mgławice pyłowe niewielkich rozmiarów (0,3–3 lata świetlne), widoczne na tle jasnych mgławic; prawdopodobnie są to kurczące się obłoki materii międzygwiazdowej, z których powstaną gwiazdy.

**

globus [łac.], kulisty model Ziemi lub innego ciała niebieskiego albo model sfery niebieskiej (globus nieba); Globus z kartograficznym obrazem powierzchni Ziemi (mapa) zachowuje z punktu widzenia teorii odwzorowań kartograficznych wszystkie cechy oryginału (kąty, odległości, powierzchnie) w skali jednakowej w każdym punkcie globusa. Najczęściej wykonuje się globusy o treści politycznej lub fizycznej (z obrazem ukształtowania terenu), rzadziej globusy tematyczne (geologiczne, klimatyczne). Pierwszy globus Ziemi, przedstawiający hipotetyczne rozmieszczenie lądów, wykonał prawdopodobnie Krates z Mallos ok. 150 p.n.e. Najstarszym zachowanym globusem jest globus M. Behaima z 1492. Globus zwany Jagiellońskim (przechowywany w Muzeum Uniwersytetu Jagiellońskiego) z 1510 jest jednym z pierwszych, na których oznaczono Amerykę. Znanym wytwórcą globusów i autorem prac na ich temat był V.M. Coronelli; w Wiedniu działa od 1952 Międzynarodowe Towarzystwo Miłośników Globusów im. Coronellogo (Coronelli-Weltbund der Globusfreunde).

**

gloria [łac.], zjawisko opt. w atmosferze ziemskiej wywołane dyfrakcją światła na kropelkach wody lub kryształkach lodu; ma postać jednego lub kilku koncentrycznych, barwnych kręgów wokół cienia obserwatora (lub przedmiotu znajdującego się w pobliżu obserwatora), widzianych na tle mgły lub chmury; w każdym kręgu pierścień wewn. jest niebieskawy, zewn. — czerwony; g. najczęściej można obserwować w górach lub w czasie lotów nad chmurami.

**

Głębocki ROBERT, ur. 2 I 1940, Trepalów, zm. 21 II 2005, Gdańsk, astrofizyk; profesor Uniw. Gdańskiego (1981–82 rektor); 1991 min. edukacji nar.; działacz NSZZ „Solidarność”; prace gł. z astrofizyki; opublikował (ze współpracownikami) obszerny katalog prędkości rotacji gwiazd.

**

Głogowczyk, matematyk, astronom, filozof i teolog, → [Jan z Głogowa](#).

**

Głowa Czarownicy, *astr.* jasna mgławica w gwiazdozbiórze Erydanu, w pobliżu gwiazdy Rigel; odległa od Układu Słonecznego o ok. 456 lat świetlnych.

**

Główne roje meteorów

Rój	Data maksimum	Rektascencja radiantu	Deklinacja radiantu	Przybliżona ZHR
Kwadrantydy ^a	3/4 stycznia	15,5 h	+50°	100
Lirydy	21 kwietnia	18,1 h	+32°	10
Eta Akwarydy	5 maja	22,3 h	−01°	35

Delta	29 lipca	22,6 h	-17°	25
Akwarydy	6 sierpnia	23,1 h	+02°	10
Perseidy	12 sierpnia	03,1 h	03,1°	80
Orionidy	20–22 października	06,4 h	06,4°	25
Taurydy	5 listopada	03,8 h	<i>b</i>	10
Leonidy ^c	17 listopada	10,1 h	+22°	10
Geminidy	13 grudnia	07,5 h	+32°	100
Ursydy	23 grudnia	14,5 h	+78°	10

a — bardzo ostre maksimum

b — podwójny radiant dec = +14° i +22°

c — co 33 lata — burze meteorowe

ZHR (od ang. *zenithal hourly rate*) — przybliżona liczba meteorów jaką pojedynczy obserwator zauważyłby w ciągu godziny, gdyby radiant roju znajdował się w zenicie.

**

gnomon [gr.], najstarszy instrument astronomiczny w postaci pionowego pręta lub słupa na poziomej podstawie; według długości i kierunku jego cienia wyznaczano deklinację i azymut Słońca; służył również jako zegar słoneczny.

**

gnomonika [gr.], dawniej dział astronomii obejmujący teorię i sztukę budowania zegarów słonecznych.

**

Gnosia, *astr.* → [Alphecca](#).

**

Goddard [gɔdɔɹˈd] ROBERT HUTCHINGS, ur. 5 X 1882, Worcester (stan Massachusetts), zm. 10 VIII 1945, Baltimore, amer. konstruktor; specjalista w zakresie techniki raketowej; pionier techniki raketowej i astronautyki; 1919–43 profesor uniw. Clarka w Worcester; uzyskał 214 patentów za opracowania z dziedziny techniki raketowej; 1926 udany start rakiety eksperymentalnej konstrukcji Goddard

**

Gołąb, *Columba*, gwiazdozbiór nieba południowego; w Polsce widoczny zimą bardzo blisko horyzontu;

Umiejscowienie na niebie: gwiazdozbiór nieba południowego

Obszar gwiazdozbioru (w stopniach kwadratowych): 270

Główne gwiazdy: [Phakt](#)

najjaśniejsza gwiazda — Phakt.

**

Gomeisa, β *Canis Minoris*, druga pod względem jasności gwiazda w gwiazdozbiórze Małego Psa;

Oznaczenie: β Canis Minoris

Rodzaj obiektu: gwiazda pojedyncza

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; [Mały Pies](#)

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: $7^{\text{h}} 27^{\text{m}} 09^{\text{s}}$ deklinacja: $8^{\circ} 17' 170$ l.św. = 52 pc = 10 750 800 AU

Typ widmowy i klasa jasności: B8V

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: $-0,70^{\text{m}}$

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: $+2,90^{\text{m}}$

Temperatura efektywna: układ: 12000 K

jasność widoma $2,90^{\text{m}}$; jest karłem 300 razy jaśniejszym od Słońca; odległa od Ziemi o 170 lat świetlnych.

**

Góra Stołowa, *Mensa*, astr. gwiazdozbiór nieba południowego;

Umiejscowienie na niebie: gwiazdozbiór nieba południowego

Obszar gwiazdozbioru (w stopniach kwadratowych): 153

w Polsce niewidoczny; nie zawiera jasnych gwiazd.

**

górowanie, astr. → [kulminacja \(górna\)](#).

**

GPS, ang. **Global Positioning System**, globalny system wyznaczania pozycji (lokalizacji) obiektów wykorzystujący sztuczne satelity Ziemi, przeznaczony do ciągłego, szybkiego i dokładnego wyznaczania trzech współrzędnych, określających pozycję anteny odbiornika osobistego albo zainstalowanego na obiekcie stałym lub ruchomym, znajdującym się na lądzie, wodzie lub w powietrzu. System służy również jako wzorcowe źródło czasu i jest wykorzystywany do określania prędkości poruszającego się odbiornika. Został zaprojektowany i zbudowany (1969–95) na zlecenie Ministerstwa Obrony USA, początkowo pod nazwą NAVSTAR GPS (angielskie Navigation Satellite Time and Ranging GPS). Pierwszego satelitę (próbny) umieszczono na orbicie 1978, natomiast satelitę użytkowego — 1989; osiągnięcie pełnego stadium operacyjnego systemu ogłoszono 1995. GPS pozwala na uzyskanie dokładności wyznaczania pozycji od kilku mm (w geodezji) do kilku m (w nawigacji), czasu od kilkudziesięciu do kilkuset ns oraz prędkości obiektów poniżej 0,1 m/s. Składa się z 3 segmentów: satelitarnego (kosmicznego), operacyjnego (kierowania, nadzoru) i segmentu użytkowników.

Segment satelitarny stanowi konstelacja 32 (2008) satelitów, rozmieszczonych co najmniej po 4 na 6 orbitach nachylonych względem płaszczyzny równika pod kątem 55° i równomiernie rozłożonych w długości geograficznej; orbity mają kształt prawie kołowy, ich nominalny promień wynosi 26 560 km, a wysokość nad powierzchnią Ziemi — ok. 20 200 km. Taka konfiguracja satelitów w przestrzeni zapewnia możliwość jednoczesnej obserwacji przynajmniej 4 satelitów (o znanym położeniu w

przestrzeni) z prawie dowolnego punktu na Ziemi i pozwala na jednoczesny pomiar odległości danego odbiornika sygnałów GPS do każdego z satelitów.

Segment operacyjny, funkcjonujący od 1985, składa się z: głównej stacji operacyjnej (angielskie Master Control Station), znajdującej się w Bazie Sił Powietrznych USA Schriever (Colorado Springs), oraz współpracujących z nią 11 stacji monitorujących, rozmieszczonych prawie równomiernie w pobliżu równika, w: Waszyngtonie, Ekwadorze, Argentynie, Londynie, Bahrajnie i Australii oraz na przylądku Canaveral i na wyspach: Wniebowstąpienia, Diego Garcia, Kwajalein i Hawajach. Stacje monitorujące prowadzą ciągłe obserwacje wszystkich satelitów GPS, wykorzystywanych do precyzyjnych obliczeń parametrów orbity (efemeryd) każdego satelity i poprawek wskazań pokładowych zegarów atomowych (w stosunku do przyjętej skali czasu całego systemu GPS). W ten sposób pozycja każdego satelity w przestrzeni jest stale aktualizowana, a czas jego zegara jest synchronizowany z czasem systemu GPS. Najnowsze satelity (Block IIR i IIR-M), wystrzelwane od lipca 1997, samoczynnie wyznaczają parametry swoich orbit. Stacja główna tworzy tzw. **depesze satelitarne** (depesze nawigacyjne), zawierające aktualne parametry orbit satelitów, poprawki do obliczeń, dokładny czas i inne dane, które tworzą pakiet informacji wysyłany okresowo do satelitów, a następnie wraz z sygnałem satelitarnym — do odbiornika.

Sygnał satelitarny jest emitowany na dwóch podstawowych częstotliwościach nośnych: $L1 = 1575,42$ MHz i $L2 = 1227,60$ MHz z zastosowaniem modulacji (kluczowania) specjalnymi sygnałami cyfrowymi: kodem C/A (angielskie Coarse Acquisition) — standardowym ogólnodostępnym, emitowanym na częstotliwości $L1$, oraz kodem P (angielskie Precise lub Protected) — precyzyjnym, zastrzeżonym dla uprawnionych użytkowników, zapewniającym uzyskanie dużych dokładności, emitowanym na częstotliwości $L1$ i $L2$. Wykorzystywanie dwóch częstotliwości ma na celu możliwość obliczania poprawek eliminujących błędy wyznaczania pozycji spowodowane refrakcją jonosferyczną.

Segment użytkowników jest reprezentowany przez wiele milionów różnorodnych jedno lub wielokanałowych odbiorników (m.in. kieszonkowych), wykorzystywanych przez użytkowników wojskowych i cywilnych; stanowią one m.in. wyposażenie rakiet kierowanych, pojazdów, samolotów, okrętów. Do podstawowych funkcji odbiornika GPS należą: odbiór sygnału, identyfikacja satelity nadającego ten sygnał, wyznaczenie czasu propagacji sygnału od satelity do odbiornika i wykonanie obliczeń (przy wykorzystaniu informacji zawartych w depeszy satelitarnej) pozycji oraz prędkości obiektu (w wyspecjalizowanych odbiornikach).

Oprócz zastosowania w nawigacji (także nawigacji samochodowej, turystyce), GPS jest stosowany do tworzenia przestrzennych sieci geodezyjnych, osnów do szybkiego kartowania i realizacji projektów inżynierskich (trasowanie linii komunikacyjnych, budownictwo przemysłowe), do badania szkód górniczych i skutków trzęsień Ziemi, a także do obserwacji zjawisk geodynamicznych (pływów, ruchów kontynentów, stabilności ruchu obrotowego Ziemi i położenia biegunów).

Podobnym systemem jest uruchomiony przez ZSRR system GLONASS, a także projektowany europejski system o nazwie EGNOS (angielskie European Geostationary Navigation Overlay Service) lub [Galileo](#).

**

Graff KAZIMIERZ ROMUALD, ur. 7 II 1878, Próchnowo, zm. 15 II 1950, Wiedeń, astronom; pracował poza granicami kraju — 1902–27 w obserwatorium astr. w Bergedorf pod Hamburgiem, 1928–37 i 1945–50 w obserwatorium astr. w Wiedniu (którego był dyrektorem); współzałożyciel (1919) obserwatorium astr. Uniw. Poznańskiego; prowadził prace gł. z fotometrii gwiazd; udoskonalił fotometr klinowy.

**

granica Chandrasekhara [g. czändrəsikera], maksymalna masa, jaką może mieć biały karzeł, równa ok. 1,44 mas Słońca.

**

granica Roche’a [g. rosza], najmniejsza odległość satelity (księżycy) od planety, poniżej której zostałyby on rozerwany przez siły pływowe planety; jeśli gęstość satelity i gęstość planety są jednakowe, odległość ta wynosi 2,455 promienia planety od jej środka masy.

**

Graniczna wielkość gwiazdowa :

D_{tel} [mm]	m_{gr}
40	9,9 ^m
50	10,4 ^m
60	10,8 ^m
70	11,2 ^m
80	11,4 ^m
90	11,7 ^m
100	11,9 ^m
150	12,8 ^m
300	14,3 ^m
500	15,4 ^m
2000	18,4 ^m
5000	20,4 ^m

Oznaczenia:

D_{tel} — średnica obiektywu (lornetki, lunety lub teleskopu)

m_{gr} — graniczna wielkość gwiazdowa

**

granulacja [łac. *granulum* ‘ziarnko’], *astr.* ziarnista struktura fotosfery Słońca wywołana zachodzącą w jego otoczcze konwekcją; tworzące ją **granule**, zawierające gorącą plazmę, są komórkami konwektywnymi (Słońce) o nieregularnych kształtach, rozmiarach od kilkuset do, niekiedy, ok. 2000 km i czasie życia rzędu 10 min; gorąca materia, jaśniejsza od otoczenia o ok. 10%, wypływa z centrum granuli z prędkością ok. 1 km/s, ochładza się i opada, tworząc ciemniejszy, wąski pierścień wokół gorącego, jasnego centrum, następnie znów się ogrzewa, tworząc nową granulę itd.

**

gravitacja [łac. *gravitas* 'ciężkość'], **ciężenie powszechne**, zjawiska fizyczne, wśród których najważniejsze polega na wzajemnym przyciąganiu się wszystkich ciał; do początku XX w. przez grawitację rozumiano jedynie to ostatnie zjawisko. Według teorii grawitacji I. Newtona, której podstawę stanowi **prawo ciężenia Newtona** (1687), czas i przestrzeń są dane *a priori* i nie zależą od rozkładu mas. Każde ciało wytwarza w otaczającej przestrzeni pole grawitacyjne; stosunek siły działającej do masy, umieszczonej w takim polu, nazywa się natężeniem pola grawitacyjnego γ ; γ zależy od rozkładu mas i w pobliżu powierzchni Ziemi jego wartość bezwzględna $\gamma = g \approx 9,81 \text{ m/s}^2$ (g — przyspieszenie ziemskie). Teoria ta, opisując poprawnie ruchy większości ciał niebieskich, nie potrafiła jednak wyjaśnić np. anomalii ruchu peryhelium Merkurego. Poprawną, relatywistyczną teorię grawitacji, zwaną **ogólną teorią względności**, sformułował 1916 A. Einstein. Teoria Einsteina opiera się na podobieństwie sił ciężenia i sił **bezwładności**; według tej teorii nie można sił grawitacyjnych lokalnie odróżnić od sił bezwładności (zasada równoważności). Według ogólnej teorii względności obecność mas wpływa na właściwości przestrzeni i czasu; **czasoprzestrzeń** jest zakrzywiona i ma strukturę czterowymiarowej przestrzeni Riemanna; miarą zakrzywienia jest przyspieszenie grawitacyjne. Właściwości geometryczne czasoprzestrzeni są powiązane z rozkładem mas przez równanie pola grawitacyjnego. Teoria grawitacji Einsteina zawiera teorię Newtona jako przypadek graniczny dla słabych pól grawitacyjnych i ograniczonych przestrzennie rozkładów masy; przewiduje ona nadto nowe efekty: grawitacyjne przesunięcie prążków widmowych ku czerwieni, grawitacyjną dylatację czasu, zakrzywienie promieni świetlnych w pobliżu dużych mas, anomalie ruchu peryhelium planet, opóźnienie sygnałów świetlnych przechodzących w pobliżu dużych mas oraz osobliwości czasoprzestrzeni w postaci m.in. **czarnych dziur**; wszystkie te zjawiska są obserwowane i wykazują zgodność z przewidywaniami teoretycznymi. Ogólna teoria względności w odróżnieniu do teorii grawitacji Newtona pozwala na globalny opis struktury Wszechświata (**kosmologia**).

**

Grecy i Trojańczycy, Trojańczycy, *astr.* dwie grupy planetoid poruszające się w przybliżeniu po orbicie Jowisza, jedna wyprzedzająca Jowisza — Grecy (Achilles, Agamemnon, Odyseusz, Menelaos i in.), druga podążająca za nim — Trojańczycy (Priam, Eneasz, Anchizes, Troilos i in.).

**

Greenstein [grj:nstain] JESSE LEONARD, ur. 15 X 1909, Nowy Jork, zm. 21 X 2002, astrofizyk amerykański; profesor Kalifornijskiego Inst. Technol.; prace ze spektroskopii gwiazd i fizyki ośr. międzygwiazdowego.

**

Greenwich Observatory [grj:nicz ɔbzə:ˈwɔtri], obserwatorium astronomiczne w dzielnicy Greenwich w Londynie, założone 1675; 1953 Greenwich Observatory przeniesiono do zamku Herstmonceux w hrabstwie East Sussex, a następnie 1990 do Cambridge; prace z zakresu heliofizyki, astrometrii i spektroskopii gwiazdowej.

**

Gregory [grɛgɔri] JAMES, ur. 1638, zm. 1675, matematyk i astronom szkocki; projekt teleskopu typu reflektor; badania nad hiperbolami; *Optica Promota*.

**

Grigga–Skjellerupa kometa, kometa o numerze katalogowym 26P; odkryta 1902 (J. Grigg) i ponownie — po zagubieniu — 1922 (J.F. Skjellerup); jej ruch zbadał pol. astronom G. Sitarski; 1992 badana przez sondę Giotto, która odkryła m.in. nadspodziewanie silne zjawiska falowe w środowisku plazmowym komety.

**

Grimaldi FRANCESCO MARIA, ur. 2 IV 1618, Bologna, zm. 28 XII 1663, także, wł. matematyk i fizyk, jezuita; profesor matematyki w seminarium duchownym w Bolonii; badał rozchodzenie się światła, jego odbicie i załamanie; odkrył i badał dyfrakcję światła; wyniki swoich dociekań zawarł w pracy *De lumine* (wyd. 1665); przeprowadził obserwację powierzchni Księżyca i wykonał jego mapę, którą opisał i opublikował G.B. Riccioli.

**

GRO, amer. obserwatorium satelitarne; obecna nazwa → **CGRO**.

**

Gromada w Pannie, Virgo, najbliższa, nieregularna gromada galaktyk; zawiera ok. 2500 galaktyk w obszarze ok. 3 Mpc (ok. 10 mln lat świetlnych); odległa od Układu Słonecznego o ok. 50 mln lat świetlnych.

**

Gromada w Warkoczu Bereniki, Coma, jedna z najgęstszych gromad galaktyk; b. rozległa (średnica ok. 10 mln lat świetlnych); zawiera ponad 1000 galaktyk (gł. eliptycznych i soczewkowatych); odległa od Układu Lokalnego o ok. 370 mln lat świetlnych.

**

Gromady galaktyk

Tak jak gwiazdy skupiają się w **galaktykach**, tak galaktyki skupiają się w tzw. **gromadach galaktyk**

O ile jednak średnia odległość między gwiazdami jest znacznie większa od ich rozmiarów (dlatego często galaktyki traktowane są przez astronomów jak „gaz gwiazdowy”) to odległości między galaktykami są rzędu kilku ich średnic.

Dobrym poglądowym modelem przestrzennego rozmieszczenia galaktyk jest luźny piętrowy parking. Na parkingowych miejscach mogą stać różne pojazdy (od małych motocykli po duże ciężarówki), ale prawie zawsze dzieli je kilka miejsc pustych. W tym modelu „pojazdy” to mniejsze i większe galaktyki, a parkingowe miejsce ma rozmiar kilkudziesięciu kiloparseków.

Galaktyka, w której się znajdujemy, wchodzi w skład skupiska zwanego **Układem Lokalnym** lub Lokalną Grupą Galaktyk. Należy do niego kilkadziesiąt obiektów, w tym dominująca pod względem masy **Wielka Mgławica w Andromedzie**. Skupisko to ma około 3 Mpc średnicy.

Gromady galaktyk i supergromady

Większość jasnych gwiazd Galaktyki (w tym również Słońce) skupia się wokół wyróżnionej płaszczyzny i krąży wokół prostopadłej do niej osi; obserwowane z Ziemi tworzą jaśniejszy pas na niebie zw. Drogą Mleczną. Poza Galaktyką istnieją i inne układy zawierające od setek milionów do setek miliardów związanych ze sobą grawitacyjnie gwiazd, nazywane galaktykami. Galaktyki również tworzą grawitacyjnie związane układy zawierające od kilku do kilku tysięcy obiektów zw. odpowiednio grupami lub gromadami galaktyk; ich rozkład w przestrzeni nie jest przypadkowy; istnieją obszary o znacznie podwyższonej gęstości występowania gromad zwane supergromadami i obszary niemal pozbawione galaktyk, tzw. pustki; nie stwierdzono istnienia tworów wyższego rzędu od supergromad i na nich urywa się hierarchiczny rozkład materii.

**

Gromady gwiazd

Gwiazdy rzadko są pojedyncze — w galaktycznym dysku ponad połowa wchodzi w skład układów podwójnych lub wielokrotnych. Zdarza się jednak, że gromadzą się także w liczniejsze skupiska — tzw. asocjacje gwiazd licząc od kilkudziesięciu do około dwustu członków.

W gromadach otwartych ([Plejady](#), [Hiady](#)) mamy gwiazd od kilkuset do tysiąca, w gromadach kulistych — nawet milion.

Magdalena Kożuchowska

**

Gromady gwiazdne

Gromady gwiazdne są skupiskami gwiazd, których wzajemne oddziaływania grawitacyjne przewyższają znacznie oddziaływania z gwiazdami otoczenia. Gwiazdy wchodzące w skład gromady mają jednakowy ruch i wspólne pochodzenie. Rozróżnia się **gromady gwiazd kuliste**, liczące 10^4 – 10^6 gwiazd, i mniej liczne **gromady gwiazd otwarte**. Gromady otwarte zawierają przeciętnie po kilkaset gwiazd, mają rozmiary od kilku do kilkunastu pc, zawierają gwiazdy populacji I; czas ich rozpadu ocenia się na ok. 10^9 lat. Gromady kuliste mają rozmiary rzędu 100 pc, charakteryzuje je regularna, sferyczna budowa; są tworami trwałymi, o czasie rozpadu 10^{12} lat, dłuższym od wieku Galaktyki; zawierają gwiazdy II populacji. W Galaktyce znajduje się ponad 200 gromad kulistych, tworzących podsystem sferyczny.

**

Grupa lokalna galaktyk

[Droga Mleczna](#) jest grawitacyjnie związana z kilkudziesięcioma innymi [galaktykami](#) tworzącymi [Grupę Lokalną](#). Nieco jaśniejsza od Galaktyki jest [Wielka Mgławica Andromedy](#) (M31) i te dwie galaktyki spiralne zawierają większość masy całego układu. Najbliższymi sąsiadami Galaktyki w przestrzeni są Wielki i Mały [Obłok Magellana](#), nieregularne galaktyki w odległości około 150 tysięcy [lat świetlnych](#). Towarzyszy im kilka galaktyk karłowatych. Również M31 otacza kilka mniejszych obiektów. Galaktyki spiralne zaznaczamy niebieskim, eliptyczne — czerwonym, a

nieregularne — fioletowym kolorem. Ta i następne mapy przedstawiane są w rzucie na płaszczyznę supergalaktyczną (SGX, SGY).

Michał Jaroszyński

**

Grupa w Rzeźbiarzu, najbliższa grupa galaktyk; galaktyki, gł. spiralne, rozmieszczone są na obrzeżach układu; oddalona od Lokalnej Grupy Galaktyk o ok. 10 mln lat świetlnych.

**

GSC, ang. *Guide Star Catalogue*, katalog gwiazdowy (w formie zbioru komputerowego) zawierający bardzo dokładne położenia ok. 20 mln gwiazd jaśniejszych od 15 wielkości gwiazdowej.

**

Guo Shoujing, złożony przyrząd astronomiczny zawierający instrumenty do pomiaru współrzędnych równikowych i azymutu oraz zegar słoneczny (przeł. XIII i XIV w.)

**

gwiazd asocjacje, nietrwale skupiska młodych gwiazd o rozmiarach od kilku do kilkudziesięciu pc (**parsek**), rozpadające się w okresie rzędu 10^6 – 10^7 lat; zawierają na ogół od 10 do 200 gwiazd; w skład asocjacji gwiazd wchodzi gorące gwiazdy ciągu głównego (**gwiazdy**, **Hertzsprunga–Russella diagram**) oraz chłodne **protogwiazdy** (głównie gwiazdy zmienne typu T *Tauri*); pod względem cech fizycznych tworzących je gwiazd asocjacje gwiazd nie różnią się od najmłodszych gromad otwartych (**gwiazd gromady**). Oceny wieku asocjacji gwiazd, oparte na tempie ich rozszerzania się, dają wartości w granicach 10^5 – 10^7 lat, co jest zgodne z ocenami opartymi na właściwościach fizycznych gwiazd. W obrębie asocjacji gwiazd znajdują się zwykle znaczne ilości materii gazowo-pyłowej. W Galaktyce asocjacje gwiazd występują wyłącznie w ramionach spiralnych; zaobserwowano również asocjacje gwiazd w innych galaktykach.

**

gwiazd gromady, skupiska gwiazd, których wzajemne oddziaływania grawitacyjne przewyższają znacznie oddziaływania z gwiazdami otoczenia. Gwiazdy wchodzące w skład gromady mają jednakowy ruch i wspólne pochodzenie; rozróżnia się **gromady kuliste**, liczące 10^4 – 10^6 gwiazd, i mniej liczne **gromady otwarte**. Gromady otwarte zawierają przeciętnie po kilkaset gwiazd, mają rozmiary od kilku do kilkunastu pc, zawierają gwiazdy populacji I (**gwiazd populacje**); czas ich rozpadu ocenia się na ok. 10^9 lat. Gromady kuliste mają rozmiary rzędu 100 pc, charakteryzuje je regularna, sferyczna budowa; są tworem trwałymi, o czasie rozpadu 10^{12} lat, dłuższym od wieku Galaktyki; zawierają gwiazdy II populacji. W Galaktyce jest znanych ok. 100 gromad kulistych i ok. 1000 gromad otwartych.

**

gwiazd podsystemy, grupy gwiazd w Galaktyce o jednakowych cechach kinematycznych i jednakowym rozmieszczeniu przestrzennym; zależnie od stopnia koncentracji względem płaszczyzny Galaktyki gwiazd do nich należących, rozróżnia się 3 rodzaje podsystemów gwiazd: płaskie, pośrednie i sferyczne; gwiazdy należące

do różnych podsystemów mają odmienny skład chemiczny i wiek oraz prawdopodobnie różne pochodzenie.

**

gwiazd populacje, grupy gwiazd o jednakowym składzie chemicznym i zbliżonym wieku; twórcą pojęcia „populacje gwiazd” był (1944) W. Baade, który podzielił wszystkie obiekty w Galaktyce na 2 populacje; do populacji I zaliczył gwiazdy młode (o dużej zawartości, ok. 2–4%, pierwiastków cięższych od helu), podsystemu płaskiego (**gwiazd podsystemy**), skupione w dysku galaktycznym i tworzące zgrupowania: ramiona spiralne, gromady otwarte, asocjacje; do populacji II zakwalifikował gwiazdy stare (zawierające mało, ok. 1% lub mniej, pierwiastków cięższych od helu), podsystemu sferycznego, tworzące jądro i halo Galaktyki, gromady kuliste; nie obserwuje się ostrej granicy między gwiazdami populacji I i II, dlatego obecnie stosuje się bardziej szczegółowy schemat klasyfikacyjny zawierający 5 populacji: populację I młodą, pośrednią i starą oraz populację II pośrednią i skrajną; taki podział uwzględnia w sposób systematyczny zmianę wielu istotnych charakterystyk gwiazd, takich jak: skład chemiczny, wiek, stopień koncentracji ku centrum Galaktyki, charakter ruchów.

**

Gwiazda Barnarda, gwiazda o największym ruchu własnym, należy do gwiazdozbioru Wężownika;

Rodzaj obiektu: gwiazda pojedyncza

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; Wężownik

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: $17^{\text{h}} 57^{\text{m}} 49^{\text{s}}$ deklinacja: $4^{\circ} 42' 5,98 \text{ l.św.} = 2 \text{ pc} = 378 175 \text{ AU}$

Typ widmowy i klasa jasności: M5Ve

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: $+13,22^{\text{m}}$

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: $+9,54^{\text{m}}$

znajduje się w najbliższej, po układzie *Alfa Centauri*, odległości od Układu Słonecznego — ok. 6 lat świetlnych; jasność widoma $9,54^{\text{m}}$; karzeł; niewidoczna nieuzbrojonym okiem.

**

Gwiazda Betelgeuse, zdjęcie tarczy najjaśniejszej gwiazdy z zimowego gwiazdozbioru Oriona. Po raz pierwszy udało się zaobserwować tak dokładnie powierzchnię innej niż Słońce gwiazdy. Betelgeuse jest czerwonym nadolbrzymem znajdującym się w ramieniu Oriona (w lewym górnym rogu obrazka). Zdjęcia z Kosmicznego Teleskopu ukazały jej rozległą (patrz: porównanie z orbitą Jowisza, na dole obrazka) atmosferę świecąca w nadfiolecie, oraz tajemniczą gorącą plamę. Plama ta ma rozmiary przekraczające 10 razy rozmiary Ziemi i temperaturę o 2000 K wyższą niż sąsiedztwo. Jej obecność może świadczyć o istnieniu nieznanych jeszcze procesów w atmosferach gwiazdowych.

**

Gwiazda Kapteyna, gwiazda z gwiazdozbioru Malarza;

Rodzaj obiektu: gwiazda pojedyncza

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; [Malarz](#)

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: $5^{\text{h}} 11^{\text{m}} 41^{\text{s}}$ deklinacja: $-45^{\circ} 01' 12,8$ l.św. = 4 pc = 809 472 AU

Typ widmowy i klasa jasności: sM1V

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: $+10,8^{\text{m}}$

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: $+8,8^{\text{m}}$

najbliższy [podkarzeł](#); odległa od Układu Słonecznego o ok. 13 lat świetlnych.

**

Gwiazda Polarna, *astr.* → [Polaris](#).

**

Gwiazda Poranna, Jutrzenka, Fosfor, Lucifer, popularna nazwa planety Wenus, gdy jest widoczna nad horyzontem przed wschodem Słońca.

**

gwiazda spadająca, popularna nazwa → [meteoru](#) (*astr.*).

**

Gwiazda Wieczorna, Hesperia, Hesperos, popularna nazwa planety Wenus, gdy jest widoczna nad horyzontem po zachodzie Słońca.

**

gwiazda wielokrotna, układ wielokrotny, układy złożone z 3 lub więcej gwiazd położonych tak blisko siebie na sferze niebieskiej, że bez użycia teleskopu (a niekiedy i przy jego użyciu) są widziane jako gwiazda pojedyncza. W **gwiazdach wielokrotnych fizycznie** poszczególne składniki poruszają się wokół wspólnego środka masy, mają przeważnie takie same ruchy własne i prędkości radialne, **gwiazdy wielokrotne optycznie** nie są ze sobą fizycznie powiązane, a pozorna bliskość wynika z rzutowania ich położenia na sferę niebieską; gwiazdą wielokrotną, sześciokrotną, jest np. Castor (Kastor) z gwiazdozbioru Bliźniąt; w teleskopie jest on widoczny jako gwiazda podwójna, której odległe o $2''$ składniki (będące gwiazdami spektroskopowo podwójnymi) obiegają wspólny środek masy w ciągu 400 lat; w odległości $73''$ od nich znajduje się gwiazda (również spektroskopowo podwójna) o takim samym ruchu w przestrzeni, obiegająca poprzednią parę w czasie ok. 10 000 lat; gwiazdami wielokrotnymi są także Polaris (Gwiazda Polarna) z gwiazdozbioru Małej Niedźwiedzicy, której najjaśniejszy składnik (nadolbrzym) ma 3 towarzyszy odległych odpowiednio o: $18,3''$ (gwiazda spektroskopowo podwójna), $43''$ oraz $83''$, oraz Mizar z gwiazdozbioru Wielkiej Niedźwiedzicy, będący gwiazdą wizualnie podwójną (odległość między składnikami $14,4''$), której każdy ze składników jest z kolei gwiazdą spektroskopowo podwójną.

**

Gwiazdozbiory :

Komuś, kto rzadko spogląda w niebo, wydaje się, że gwiazdy są rozłożone zupełnie chaotycznie.

Orientowanie się na niebie przypomina orientowanie się w lesie. Orientację pośród mrowia podobnych do siebie obiektów znakomicie ułatwia łączenie ich w grupy, charakterystyczne układy. W tym zakresie na niebie nie możecie już nic zrobić (chyba, że na własny użytek). Jesteśmy dziedzicami wspaniałej, gwiazdowej wersji mitologii i współczesnych doprecyzowań. Stare mapy nieba zachwycają starannością, pięknem rysunku i dziwią skojarzeniami. Zazwyczaj układ gwiazd wydaje się nie mieć nic wspólnego z obrazowaną postacią. Tak już zostało, a pierwotne rysunki mocno się zgeometryzowały. Warto poznać kilka gwiazdozbiorów, choćby Wielką Niedźwiedzicę (Wielki Wóz), Kasjopeę, Lutnię, czy Oriona. To piękne fragmenty nieba i znakomita pomoc w orientacji na niebie.

Andrzej Branicki

Andromeda, *Andromeda (And)*, gwiazdozbiór nieba północnego;
Baran, łac. *Aries*, gwiazdozbiór nieba północnego;
Bliźnięta, łac. *Gemini*, gwiazdozbiór nieba północnego;
Byk, łac. *Taurus*, gwiazdozbiór nieba północnego;
Cefeusz, *Cepheus*, gwiazdozbiór nieba północnego;
Centaur, *Centaurus*, gwiazdozbiór nieba południowego;
Cyrkiel, *Circinus*, gwiazdozbiór nieba południowego.;
Delfin, *Delphinus*, astr. mały gwiazdozbiór równikowy;
Erydan, *Eridanus*, rozległy gwiazdozbiór równikowy i nieba południowego;
Feniks, *Phoenix*, astr. gwiazdozbiór nieba południowego;
Gołąb, *Columba*, gwiazdozbiór nieba południowego;
Góra Stołowa, *Mensa*, astr. gwiazdozbiór nieba południowego;
Herkules, *Hercules*, astr. rozległy gwiazdozbiór nieba północnego;
Indianin, *Indus*, gwiazdozbiór nieba południowego;
Jaszczurka, *Lacerta*, mały gwiazdozbiór nieba północnego;
Jednorożec, *Monoceros*, gwiazdozbiór równikowy;
Kameleon, łac. *Chamaeleon*, mały gwiazdozbiór nieba południowego
Kasjopea, *Cassiopea*, **Kasjopeja**, gwiazdozbiór nieba północnego;
Kil, łac. *Carina*, astr. gwiazdozbiór nieba południowego;
Kompas, *Pyxis*, astr. gwiazdozbiór nieba południowego;
Korona Południowa, *Corona Australis*, mały gwiazdozbiór nieba południowego;
Korona Północna, *Corona Borealis*, gwiazdozbiór nieba północnego;
Koziorożec, łac. *Capricornus*, astr. gwiazdozbiór nieba południowego;
Kruk, *Corvus*, astr. gwiazdozbiór nieba południowego;
Krzyż Południa, **Krzyż**, *Crux*, najbardziej charakterystyczny gwiazdozbiór nieba południowego;
Lew, łac. *Leo*, gwiazdozbiór równikowy i zodiakalny;
Lew Mały, *Leo Minor*, astr. gwiazdozbiór nieba północnego;
Lis, **Lisek**, *Vulpecula*, gwiazdozbiór nieba północnego;
Lutnia, **Lira**, *Lyra*, gwiazdozbiór nieba północnego.;
Łabędź, *Cygnus*, gwiazdozbiór nieba północnego;
Malarz, łac. *Pictor*, gwiazdozbiór nieba południowego;
Mikroskop, *Microscopium*, gwiazdozbiór nieba południowego;

Mucha, *Musca*, *astr.* mały gwiazdozbiór nieba południowego;
Niedźwiedzica Mała, gwiazdozbiór nieba północnego;
Niedźwiedzica Wielka, rozległy gwiazdozbiór nieba północnego;
Oktant, *Octans*, *astr.* gwiazdozbiór nieba południowego;
Ołtarz, *Ara*, gwiazdozbiór nieba południowego;
Orion, **Kosiarze**, wyraźny gwiazdozbiór równikowy;
Orzeł, *Aquila*, *astr.* gwiazdozbiór równikowy;
Panna, łac. *Virgo*, - gwiazdozbiór równikowy;
Paw, *Pav*, *astr.* gwiazdozbiór nieba południowego;
Pegaz, *Pegasus*, *astr.* rozległy gwiazdozbiór nieba północnego;
Perseusz, *Perseus*, gwiazdozbiór nieba północnego;
Piec, *Fornax (For)*, gwiazdozbiór nieba południowego;
Pies Mały, *Canis Minor*, mały gwiazdozbiór nieba północnego;
Pies Wielki, *Canis Maior*, gwiazdozbiór nieba południowego;
Pompa, *Antlia*, gwiazdozbiór nieba południowego;
Psy Gończe, łac. *Canes Venatici*, gwiazdozbiór nieba północnego;
Ptak Rajski, łac. *Apus*, gwiazdozbiór nieba południowego;
Puchar, łac. *Crater*, mały gwiazdozbiór nieba południowego;
Rak, łac. *Cancer*, gwiazdozbiór nieba północnego;
Rufa, łac. *Puppis*, *astr.* gwiazdozbiór nieba południowego;
Ryba Latająca, łac. *Volans*, mały gwiazdozbiór nieba południowego;
Ryba Południowa, łac. *Piscis Austrinus*, niewielki gwiazdozbiór nieba południowego;
Ryby, łac. *Pisces*, gwiazdozbiór nieba północnego;
Rylec, łac. *Caelum*, mały gwiazdozbiór nieba południowego;
Ryś, łac. *Lynx*, gwiazdozbiór nieba północnego;
Rzeźbiarz, łac. *Sculptor*, niewielki gwiazdozbiór nieba południowego;
Sekstans [łac.], **Sekstant**, *Sextans*, mały gwiazdozbiór równikowy;
Sieć, *Reticulum*, gwiazdozbiór nieba południowego;
Skorpion, łac. *Scorpius*, **Niedźwiadek**, gwiazdozbiór nieba południowego;
Smok, łac. *Draco*, rozległy gwiazdozbiór położony blisko północnego bieguna świata;
Strzała, *Sagitta*, *astr.* mały gwiazdozbiór nieba północnego;
Strzelec, łac. *Sagittarius*, rozległy gwiazdozbiór nieba pd.;
Tarcza, łac. *Scutum*, mały gwiazdozbiór nieba południowego, leżący na Drodze Mlecznej;
Teleskop, łac. *Telescopium*, gwiazdozbiór nieba południowego;
Trójkąt, łac. *Triangulum*, mały gwiazdozbiór nieba północnego;
Trójkąt Południowy, łac. *Triangulum Australe*, gwiazdozbiór nieba południowego;
Tukan, łac. *Tucana*, *astr.* gwiazdozbiór nieba południowego, w pobliżu południowego bieguna świata;
Waga, gr. *Libra*, gwiazdozbiór nieba południowego położony blisko równika niebieskiego;
Warkocz Bereniki, łac. *Coma Berenices*, gwiazdozbiór nieba północnego;
Wąż, łac. *Serpens*, gwiazdozbiór równikowy;
Wąż Wodny, **Hydra**, łac. *Hydra*, rozległy gwiazdozbiór leżący po obu stronach równika niebieskiego;
Wąż Wodny Mały, **Wąż Morski**, łac. *Hydrus*, gwiazdozbiór nieba południowego;
Węgielnica, łac. *Norma*, *astr.* mały gwiazdozbiór nieba południowego;
Wężownik, *Ophiuchus*, *astr.* rozległy gwiazdozbiór równikowy;
Wieloryb, łac. *Cetus*, rozległy gwiazdozbiór równikowy;
Wilk, łac. *Lupus*, gwiazdozbiór nieba południowego;

Wodnik, łac. *Aquarius*, rozległy gwiazdozbiór nieba południowego, przylegający do równika niebieskiego;

Wolarz, łac. *Bootes*, gwiazdozbiór nieba północnego;

Woźnica, łac. *Auriga*, gwiazdozbiór nieba północnego;

Zając, łac. *Lepus*, astr. gwiazdozbiór nieba południowego;

Zegar, łac. *Horologium*, astr. mały gwiazdozbiór nieba pd.;

Złota Ryba, łac. *Dorado*, gwiazdozbiór nieba południowego

Żrebię, łac. *Equuleus*, astr. najmniejszy gwiazdozbiór nieba północnego;

Żagiel, łac. *Vela*, astr. gwiazdozbiór nieba południowego;

Żuraw, łac. *Grus*, astr. gwiazdozbiór nieba południowego;

Żyrafa, łac. *Camelopardalis*, astr. gwiazdozbiór nieba północnego, położony w pobliżu bieguna niebieskiego;

**

gwiazdozbiór, konstelacja, obszar sfery niebieskiej o umownie wyznaczonych granicach. Starożytni i średniowieczni astronomowie nie dzielili całej sfery niebieskiej (północnej, gdyż tylko ta była dostępna obserwacjom) na gwiazdozbiory, a jedynie spośród jasnych gwiazd dobierali charakterystyczne ich grupy, które nazywali gwiazdozbiorami. Większość nazw gwiazdozbiorów zaczerpnięto z mitologii; zgodnie z uchwałą Międzynarodowej Unii Astronomicznej 1922 przyjęto obowiązujący obecnie podział nieba na 88 gwiazdozbiorów; gwiazdy w obrębie danego gwiazdozbioru oznacza się, poczynając na ogół od najjaśniejszej, kolejnymi literami alfabetu greckiego lub kolejnymi liczbami.

**

gwiazdy, obiekty astronomiczne — kule gazowe o masach porównywalnych z masą Słońca, świecące przez znaczną część życia wskutek zachodzących w nich reakcji termojądrowych. Gołym okiem można dostrzec na niebie ok. 6000 gwiazd z 10^{11} gwiazd należących do naszej **Galaktyki**. Blask gwiazd może się znacznie zmieniać (gwiazdy zmienne, np. **nowe**, **supernowe**). Odległości gwiazd są wyznaczone na podstawie pomiaru ich paralaks rocznych lub też porównania ich jasności absolutnej i obserwowanej; najbliższą gwiazdą (prócz Słońca) jest *Proxima* (4,2 lat świetlnych). Masy gwiazd wyznaczone na podstawie III prawa Keplera z ruchów gwiazd podwójnych, są zawarte w granicach od kilku setnych do 100 mas Słońca. Pod względem wielkości rozróżnia się nadolbrzymy (promień do 1000 razy większe od promienia Słońca), **olbrzymy**, **karły** (do których należy Słońce), **białe karły** (promień porównywalny z promieniem Ziemi), gwiazdy neutronowe (promień rzędu 10 km); gwiazdy te różnią się bardzo między sobą średnią gęstością ($\bar{\rho}$); np. $\bar{\rho}$ Antaresa (nadolbrzym) wynosi $10^{-6} \bar{\rho}_A$ ($\bar{\rho}_A$ — średnia gęstość Słońca), Arktura (olbrzym) — $4 \cdot 10^{-4} \bar{\rho}_A$, Syriusza B (biały karzeł) — ok. $10^5 \bar{\rho}_A$, gwiazdy neutronowej — ok. $10^{12} \bar{\rho}_A$. Temperatura powierzchniowa określa wygląd widma (**klasyfikacja widmowa gwiazd**) oraz barwę gwiazd; dla gwiazd ciągu głównego na **diagramie Hertzsprunga–Russella** zawiera się w granicach od poniżej 3000 K do ok. 50 000 K. Większość gwiazd występuje w galaktykach, w których część z nich tworzy gromady (**gwiazd gromady**).

Ewolucja gwiazd, ciąg zmian w strukturze gwiazd, zachodzących w czasie ich istnienia. Przyczyną ewolucji gwiazd jest zmiana składu chemicznego materii w wyniku reakcji termojądrowych, stanowiących źródło energii promieniowanej przez gwiazdy. Przebieg i szybkość zmian ewolucyjnych zależą głównie od masy gwiazd.

Gwiazdy powstają najprawdopodobniej w wyniku samograwitacyjnego kurczenia się obłoków materii międzygwiazdowej; po zakończeniu procesu kontrakcji, tzn. po osiągnięciu przez protogwiazdę stanu równowagi hydrostatycznej i termicznej, w gwiazdach o masach większych od 0,08 masy Słońca rozpoczyna się termojądrowa przemiana atomów wodoru w atomy helu, tzw. spalanie wodoru (obiekty o masie mniejszej niż 0,08 masy Słońca nigdy nie osiągają we wnętrzu temperatury zapłonu wodoru, nie zalicza się ich więc do gwiazd, tylko do obiektów podgwiazdowych, zwanych **brązowymi karłami**). Czas trwania tej fazy, zwanej fazą ciągu głównego (gdyż gwiazda znajduje się wówczas na ciągu głównym na diagramie Hertzsprunga–Russella), zależy w dużym stopniu od początkowej masy gwiazd i zawiera się w granicach od ok. 10 mln lat dla gwiazd o masie ok. 1,5 masy Słońca do ponad 10 mld lat dla gwiazd o masach Słońca. Po wyczerpaniu się wodoru we wnętrzu dalsza ewolucja gwiazd przebiega znacznie szybciej. Jądro gwiazdy kurczy się i ogrzewa, części zewnętrzne natomiast rozszerzają się i stygną; gwiazda wchodzi w fazę czerwonego olbrzyma. Głównym źródłem energii jest spalanie wodoru w cienkiej warstwie otaczającej helowe jądro. Dalsze losy gwiazdy zależą od jej masy; gwiazdy o masach mniejszych od ok. 2 mas Słońca pozostają w tej fazie przez dłuższy czas, dopóki masa jądra helowego nie osiągnie krytycznej wartości ok. 0,48 mas Słońca; temperatura w jej wnętrzu osiąga wówczas wartość rzędu 100 mln K, wystarczającą do zapoczątkowania reakcji przemiany helu w węgiel i tlen. Po wyczerpaniu helu w jądrze, tlenowo-węglowe jądro kurczy się jeszcze bardziej, a otoczka rozszerza się, gwiazda wchodzi w krótką fazę mgławicy planetarnej. W gwiazdach o masach mniejszych od ok. 0,7 masy Słońca nie występuje zapalenie się helu w jądrze i gwiazdy te bezpośrednio przechodzą w stadium mgławicy planetarnej; po wyczerpaniu reszty zapasów paliwa jądrowego, jądro mgławicy planetarnej zaczyna stygnąć, przechodząc w fazę białego, a następnie czarnego karła; czas stygnięcia jest bardzo długi, rzędu mld lat. W gwiazdach o masach większych od ok. 2,5 mas Słońca po zakończeniu fazy ciągu głównego zapala się hel w jądrze i gwiazdy pozostają w fazie czerwonego olbrzyma aż do chwili utworzenia jądra węglowo-tlenowego. Jeżeli masa gwiazdy jest mniejsza od ok. 8 mas Słońca, jądro węglowe zapala się gwałtownie po osiągnięciu masy ok. 1,4 masy Słońca i gwiazda kończy ewolucję prawdopodobnie jako supernowa. W gwiazdach o masach początkowych większych od ok. 8 mas Słońca najpierw zapala się węgiel, a następnie tlen, neon, magnez, krzem i nikiel; końcowym produktem jest jądro żelaza, które z braku dalszych źródeł energii termojądrowej gwałtownie zapada się grawitacyjnie (zapadanie grawitacyjne), wytwarzając gwiazdę neutronową, a w szczególnych przypadkach czarną dziurę, warstwy zewnętrzne natomiast ekspandują w wybuchu bardzo jasnej supernowej. Końcowe stadia ewolucji gwiazd nie są jeszcze dobrze poznane.

Gwiazdy magnetyczne, karły typów widmowych B, A i F mające silne pola magnetyczne o indukcji rzędu 0,1 tesli i większej; w ich atmosferach występują duże — w stosunku do Słońca — nadwyżki niektórych pierwiastków ciężkich; wykazują zmiany obserwowanych charakterystyk z okresem rotacji; wśród najchłodniejszych gwiazd magnetycznych wykryto regularne zmiany blasku o małej (rzędu 1% lub mniej) amplitudzie i krótkich (ok. 10 min) okresach, będące przypuszczalnie wynikiem pulsacji nieradialnych.

Gwiazdy neutronowe, obiekty gwiazdowe o niewielkim promieniu (rzędu 10 km) i bardzo dużej gęstości (średnio 10^{17} kg/m³), zbudowane z materii składającej się

głównie z neutronów. Gwiazda neutronowa jest końcowym stadium ewolucji gwiazd o masach ok. 5–30 mas Słońca; powstaje podczas wybuchu supernowej typu II w wyniku grawitacyjnego zapadnięcia zdegenerowanego jądra węglowego; w jej wnętrzu nie ma czynnych źródeł energii; struktura gwiazdy neutronowej jest określona przez warunek równowagi siły grawitacji i ciśnienia materii neutronowej. Teoretyczne modele gwiazd neutronowych przewidują następujący schemat ich budowy: warstwa zewnętrzna grubości od kilku do kilkunastu cm tworzy atmosferę gwiazdy neutronowej zbudowaną z gorącej plazmy o temperaturze (w chwili powstania) rzędu 10^{10} K. Bezpośrednio pod atmosferą, do głębokości ok. 1 km, rozciąga się krystaliczna skorupa zbudowana głównie z jąder żelaza, chromu, niklu, kobaltu i jąder innych pierwiastków grupy żelaza. W miarę wzrostu głębokości, w coraz większym stopniu następuje tzw. neutronizacja materii (zdegenerowana materia w coraz większym stopniu składa się z trwałych neutronów); na głębokości ok. 5 km materia przechodzi w postać zdegenerowanej kwantowej cieczy neutronowej (ciecz kwantowa). W samym wnętrzu znajduje się najprawdopodobniej twarde jądro o gęstości rzędu 10^{18} kg/m³ zbudowane z cząstek subjadrowych (mezonów, hiperonów i in.). Stabilne gwiazdy neutronowe mogą mieć masy od ok. 1,4 do 3 mas Słońca. W obiektach o mniejszych masach gęstość jest niewystarczająca do rozpoczęcia neutronizacji materii, natomiast obiekty o większych masach nie mogą być podtrzymywane przez ciśnienie neutronów i zapadają się dalej, tworząc czarne dziury. Gwiazdy neutronowe o szczególnie silnym polu magnetycznym (ok. 10^{11} T) noszą nazwę **magnetarów**. W wyniku zapadania gwiazdy znacznemu przyspieszeniu ulega jej obrót: młode gwiazdy neutronowe mają okresy obrotu rzędu setnych części sekundy. Silne pola magnetyczne przy powierzchni oraz szybki obrót wywołują zjawiska pozwalające obserwować gwiazdy neutronowe w postaci pulsarów radiowych. Akrecja materii na gwiazdy neutronowe w układzie podwójnym jest przyczyną świecenia bersterów.

Gwiazdy Wolfa–Rayeta, gwiazdy o bardzo dużych temperaturach powierzchniowych (ok. 50 tysięcy K) i stosunkowo dużych jasnościach absolutnych (-2^m do -4^m), charakteryzujące się obecnością w widmie linii emisyjnych wodoru i helu oraz, niekiedy — węgla i azotu; mają rozległe atmosfery, z których następuje wypływ materii z dużymi prędkościami (ok. 2000 km/s). Prawdopodobnie gwiazdy te odpowiadają późnym stadiom ewolucji gwiazd masywnych, poprzedzającym stadium białego karła; pierwsze gwiazdy tego typu odkryli astronomowie francuscy: Ch.J.E. Wolf i G.A.P. Rayet.

Gwiazdy zmienne, gwiazdy zmieniające jasność obserwowaną (blask) w czasie krótkim w porównaniu z czasem ich zmian ewolucyjnych. Zmiany jasności gwiazdy mogą występować w wąskich przedziałach widma (np. w niektórych liniach widmowych), szerokich przedziałach widma (np. w zakresie widzialnym), a także w całym obserwowanym zakresie widma elektromagnetycznego. Przyczyny zmian jasności gwiazd zmiennych mogą być geometryczne lub fizyczne. Te pierwsze decydują o zmienności ciasnych gwiazd podwójnych (gwiazdy zaćmieniowe), wywołują również np. zmiany jasności gwiazd soczewkowanych, tj. gwiazd, których jasność wzrasta jednorazowo na kilka dni lub tygodni, wskutek przewidzianego przez ogólną teorię względności efektu soczewkowania grawitacyjnego. Przyczyny fizyczne, występujące w gwiazdach pojedynczych, decydują o zmienności supernowych (wybuch), pojedynczych gwiazd aktywnych, tj. gwiazd wykazujących dużą aktywność magnetyczną (powstawanie i zanik podobnych do słonecznych plam

gwiazdowych, rozbłyski) oraz gwiazd pulsujących, czyli gwiazd zmiennych, w których zmiany jasności są związane z okresowym pęcznieniem i kurczeniem się gwiazdy sferycznej (pulsacje radialne) lub okresową zmianą kształtu gwiazdy (pulsacje nieradialne). Najważniejsze typy **gwiazd pulsujących radialnie** to cefeidy, gwiazdy typu RR *Lyrae* i gwiazdy typu δ *Scuti*. **Cefeidy** klasyczne (typu δ *Cephei*) są to bardzo jasne nadolbrzmy typów widmowych F, G i K, zmieniające blask z okresami od ok. 1 do 100 dni i z amplitudą do 2 wielkości gwiazdowych; są gwiazdami skrajnej populacji I o masach powyżej 3 mas Słońca; ścisła zależność istniejąca między jasnościami absolutnymi cefeid i ich okresami zmian służy do wyznaczania odległości do układów gwiazdowych, w których się one znajdują. Charakterystyki obserwacyjne podobne do cefeid klasycznych mają **cefeidy populacji II** (typu W *Virginis*) o masach równych 0,5–0,8 masy Słońca. Gwiazdy pulsujące typu **RR Lyrae** są olbrzymami o masach równych 0,5–0,7 masy Słońca, typu widmowego A, o okresach zmian ok. 0,2–1 doby oraz amplitudach równych 0,5–2 wielkości gwiazdowych; wszystkie mają niemal jednakowe jasności absolutne (ok. 100 razy większe od Słońca), co pozwala na wykorzystanie ich do wyznaczania odległości, podobnie jak w przypadku cefeid; są gwiazdami skrajnej populacji II i często występują w gromadach kulistych. Gwiazdy pulsujące typu δ *Scuti* są gwiazdami ciągu głównego typu widmowego A, o okresach zmian ok. 0,5–5 h i amplitudach mniejszych niż 0,9 wielkości gwiazdowej; mają masy ok. 2 mas Słońca. Do gwiazd pulsujących radialnie należą też chłodne gwiazdy typu Mira Ceti — tzw. Miry, RV *Tauri* i R *Coronae Borealis*; wszystkie one mają długie (sięgające paru lat), nieregularne okresy zmian i znaczne amplitudy zmian blasku. **Gwiazdy pulsujące nieradialnie** to m.in. gwiazdy typu β *Cephei* (albo β *Canis Majoris*); są to podolbrzmy typu widmowego B z okresami zmian 2–8 h i amplitudami mniejszymi od 0,1 wielkości gwiazdowej; mają masy nieco mniejsze niż 10 mas Słońca i są zapewne w stadium ewolucyjnym tuż po wypaleniu wodoru w jądrze. Nieradialnie pulsują też niektóre gwiazdy magnetyczne i niektóre białe karły (typu ZZ *Ceti*); wszystkie one mają krótkie (rzędu minut) okresy i małe (mniej niż parę procent) amplitudy zmian.

L. OSTER *Astronomia współczesna*, Warszawa 1978;

E. PITTICH, D. KALMANČOK *Niebo na dłoni*, Warszawa 1988;

J.M. KREINER *Astronomia z astrofizyką*, Warszawa 1992.

**

Gwiazdy

Gwiazdy to obiekty astronomiczne, do których należy Słońce — kule gazowe o masach nie przekraczających kilkudziesięciu mas Słońca i przynajmniej przez część swej ewolucji świecące w wyniku reakcji termojądrowych (zwłaszcza przemiany wodoru w hel) zachodzących w ich wnętrzach. Gołym okiem można dostrzec na niebie ok. 6000 gwiazd należących do naszej Galaktyki, do której należy Słońce. Blask gwiazd może się znacznie zmieniać (gwiazdy zmienne, np. nowe, supernowe). Odległości gwiazd są wyznaczane na podstawie pomiaru ich paralaks rocznych lub też porównania ich jasności absolutnej i obserwowanej; najbliższą gwiazdą (prócz Słońca) jest *Proxima Centauri* (4,3 lat świetlnych). Masy gwiazd wyznaczane na podstawie III prawa Keplera z ruchów gwiazd podwójnych, są zawarte w granicach od kilku setnych do kilkudziesięciu mas Słońca. Pod względem wielkości rozróżnia się nadolbrzmy (promień do 1000 razy większe od promienia Słońca), olbrzmy, karły (do których należy Słońce), białe karły (promień porównywalny z promieniem Ziemi), gwiazdy neutronowe (promień kilkanaście–kilkadziesiąt km); gwiazdy te różnią się bardzo między sobą średnią gęstością; np. Antaresa (nadolbrzym) wynosi $10^{-6} \bar{\rho}_A$ ($\bar{\rho}_A$ — średnia gęstość Słońca), Arktura

(olbrzym) — $4 \cdot 10^{-4} \bar{\rho}_A$, Syriusza B (biały karzeł) — ok. $10^5 \bar{\rho}_A$, gwiazdy neutronowej — ok. $10^{12} \bar{\rho}_A$. Temperatura powierzchniowa określa wygląd widma (gwiazd widmowa klasyfikacja) oraz barwę gwiazd; dla gwiazd ciągu głównego na diagramie Hertzsprunga–Russella zawiera się w granicach od poniżej 3000 K do ok. 50 000 K. Większość gwiazd występuje w galaktykach, w których część z nich tworzy gromady (gwiazd gromady).

**

Gwiazdy. Ewolucja gwiazd

Ewolucja gwiazd to ciąg zmian w strukturze gwiazd, zachodzących w czasie ich istnienia. Przyczyną ewolucji gwiazd jest zmiana składu chemicznego materii w wyniku reakcji termojądrowych, stanowiących źródło energii promieniowanej przez gwiazdy. Przebieg i szybkość zmian ewolucyjnych zależą głównie od masy gwiazd.

Gwiazdy powstają najprawdopodobniej w wyniku samograwitacyjnego kurczenia się obłoków materii międzygwiazdowej; po zakończeniu procesu kontrakcji, tzn. po osiągnięciu przez protogwiazdę stanu równowagi hydrostatycznej i termicznej, w gwiazdach o masach większych od 0,08 masy Słońca rozpoczyna się termojądrowa przemiana atomów wodoru w atomy helu, tzw. spalanie wodoru. Czas trwania tej fazy, zw. fazą ciągu głównego (gdyż gwiazda znajduje się wówczas na ciągu głównym na diagramie Hertzsprunga–Russella), zależy w dużym stopniu od początkowej masy gwiazd i zawiera się w granicach od ok. 10 mln lat dla gwiazd o masie ok. 1,5 masy Słońca do ponad 10 mld lat dla gwiazd o masach Słońca.

Po wyczerpaniu się wodoru we wnętrzu dalsza ewolucja gwiazd przebiega znacznie szybciej. Jądro gwiazdy kurczy się i ogrzewa, części zewnętrzne natomiast rozszerzają się i stygną; gwiazda wchodzi w fazę czerwonego olbrzyma. Głównym źródłem energii jest spalanie wodoru w cienkiej warstwie otaczającej helowe jądro.

Dalsze losy gwiazdy zależą od jej masy; gwiazdy o masach mniejszych od ok. 2 mas Słońca pozostają w tej fazie przez dłuższy czas, dopóki masa jądra helowego nie osiągnie krytycznej wartości ok. 0,48 mas Słońca; temperatura w jej wnętrzu osiąga wówczas wartość rzędu 100 mln K, wystarczającą do zapoczątkowania reakcji przemiany helu w węgiel i tlen. Po wyczerpaniu helu w jądrze, tlenowo-węglowe jądro kurczy się jeszcze bardziej, a otoczka rozszerza się, gwiazda wchodzi w krótką fazę mgławicy planetarnej.

W gwiazdach o masach mniejszych od ok. 0,7 masy Słońca nie występuje zapalenie się helu w jądrze i gwiazdy te bezpośrednio przechodzą w stadium mgławicy planetarnej; po wyczerpaniu reszty zapasów paliwa jądrowego, jądro mgławicy planetarnej zaczyna stygnąć, przechodząc w fazę białego, a następnie czarnego karła; czas stygnięcia jest bardzo długi, rzędu mld lat.

W gwiazdach o masach większych od ok. 2,5 mas Słońca po zakończeniu fazy ciągu głównego zapala się hel w jądrze i gwiazdy pozostają w fazie czerwonego olbrzyma aż do chwili utworzenia jądra węglowo-tlenowego.

Jeżeli masa gwiazdy jest mniejsza od ok. 8 mas Słońca, jądro węglowe zapala się gwałtownie po osiągnięciu masy ok. 1,4 masy Słońca; gwiazda wchodzi w krótką fazę supernowej; otoczka gwiazdy rozprasza się w przestrzeni, a jądro zapada się, tworząc gwiazdę neutronową.

W gwiazdach o masach początkowych większych od ok. 8 mas Słońca najpierw zapala się węgiel, a następnie tlen, neon, magnez, krzem i nikiel; końcowym produktem jest jądro żelaza, które z braku dalszych źródeł energii termojądrowej gwałtownie zapada się grawitacyjnie), wytwarzając prawdopodobnie czarną dziurę, warstwy zewnętrzne natomiast ekspandują w wybuchu bardzo jasnej supernowej.

Końcowe stadia ewolucji gwiazd nie są jeszcze dobrze poznane; dokładniejszego badania wymagają również procesy utraty materii w fazie czerwonego olbrzyma.

**

Gwiazdy. Gwiazdy magnetyczne

Gwiazdy magnetyczne to karły typów widmowych B, A i F mające silne pola magnetyczne o indukcji rzędu 0,1 tesli i większej; w ich atmosferach występują duże — w stosunku do Słońca — nadwyżki niektórych pierwiastków ciężkich; wykazują zmiany obserwowanych charakterystyk z okresem rotacji; wśród najchłodniejszych gwiazd magnetycznych wykryto regularne zmiany blasku o małej (rzędu 1% lub mniej) amplitudzie i krótkich (ok. 10 min) okresach, będące przypuszczalnie wynikiem pulsacji nieradialnych.

**

Gwiazdy. Gwiazdy neutronowe

Gwiazdy neutronowe to gwiazdy o bardzo dużych gęstościach (ponad 10^{15} g/cm³), w których wnętrzach, wskutek oddziaływań między protonami i elektronami, doszło do przekształcenia się ich w neutrony, a przy gęstościach rzędu 10^{20} g/cm³ — do utworzenia się hiperonów; teoretyczne modele gwiazd neutronowych przewidują, iż ich promienie mogą zawierać się w granicach 10–100 km, a masy nie mogą przekraczać ok. 2 mas Słońca; z powodu dużej gęstości gwiazd neutronowych do opisu ich budowy należy stosować ogólną teorię względności; gwiazdy neutronowe są prawdopodobnie ostatnim etapem ewolucji gwiazd o masach większych od ok. 3 mas Słońca (po odrzuceniu przez nie części zewnętrznej); przypuszcza się, że gwiazdami neutronowymi są odkryte 1967 pulsary.

**

Gwiazdy. Gwiazdy Wolfa–Rayeta

Są to gwiazdy o bardzo dużych temperaturach powierzchniowych (ok. 50 tys. K) i stosunkowo dużych jasnościach absolutnych (-2^m do -4^m), charakteryzujące się obecnością w widmie linii emisyjnych wodoru i helu oraz, niekiedy — węgla i azotu; mają rozległe atmosfery, z których następuje wypływ materii z dużymi prędkościami (ok. 2000 km/s). Prawdopodobnie gwiazdy te odpowiadają późnym stadiom ewolucji gwiazd masywnych, poprzedzającym stadium białego karła; pierwsze gwiazdy tego typu odkryli astronomowie francuscy: Ch.J.E. Wolf i G.A.P. Rayet.

**

Gwiazdy. Gwiazdy zmienne

Gwiazdy zmienne są gwiazdami o zmiennej jasności; dzielą się na gwiazdy zaćmieniowe (gwiazdy podwójne) i gwiazdy zmienne fizycznie, w których zmiany blasku (i towarzyszące im zwykle zmiany innych cech gwiazdy) są wynikiem powierzchniowych lub wewnętrznych procesów fizycznych; do gwiazd zmiennych fizycznie zalicza się: **gwiazdy wybuchowe** (nowe, supernowe), gwiazdy pulsujące,

gwiazdy rozbłyskowe, a także gwiazdy typu *T Tauri*, będące gwiazdami bardzo młodymi, w stadium kurczenia się (na diagramie Hertzsprunga–Russella przesuwają się na ciąg główny).

Gwiazdy pulsujące

Są gwiazdami zmiennymi, w których zmiany jasności są związane z okresowym pęcznieniem i kurczeniem się gwiazdy sferycznej (pulsacje radialne) lub okresową zmianą kształtu gwiazdy (pulsacje nieradialne).

Gwiazdy pulsujące radialnie

Najważniejsze typy gwiazd pulsujących radialnie to cefeidy, gwiazdy typu *RR Lyrae* i gwiazdy typu δ *Scuti*. **Cefeidy** klasyczne (typu δ *Cephei*) są to bardzo jasne nadolbrzmy typów widmowych F, G i K, zmieniające blask z okresami od ok. 1 do 100 dni i z amplitudą do 2 wielkości gwiazdowych; są gwiazdami skrajnej populacji I o masach powyżej 3 mas Słońca; ścisła zależność istniejąca między jasnościami absolutnymi cefeid i ich okresami zmian służy do wyznaczania odległości do układów gwiazdowych, w których się one znajdują (Zmieniający się Wszechświat). Charakterystyki obserwacyjne podobne do cefeid klasycznych mają **cefeidy populacji II** (typu *W Virginis*) o masach równych 0,5–0,8 masy Słońca. Gwiazdy pulsujące typu **RR Lyrae** są olbrzymami o masach równych 0,5–0,7 masy Słońca, typu widmowego A, o okresach zmian ok. 0,2–1 doby oraz amplitudach równych 0,5–2 wielkości gwiazdowych; wszystkie mają niemal jednakowe jasności absolutne (ok. 100 razy większe od Słońca), co pozwala na wykorzystanie ich do wyznaczania odległości, podobnie jak w przypadku cefeid; są gwiazdami skrajnej populacji II i często występują w gromadach kulistych. Gwiazdy pulsujące typu δ **Scuti** są gwiazdami ciągu głównego typu widmowego A, o okresach zmian ok. 0,5–5 h i amplitudach mniejszych niż 0,9 wielkości gwiazdowej; mają masy ok. 2 mas Słońca. Do gwiazd pulsujących radialnie należą też chłodne gwiazdy typu *Mira Ceti* — tzw. *Miry*, *RV Tauri* i *R Coronae Borealis*; wszystkie one mają długie (sięgające paru lat), nieregularne okresy zmian i znaczne amplitudy zmian blasku.

Gwiazdy pulsujące nieradialnie

To m.in. gwiazdy typu β *Cephei* (albo β *Canis Majoris*); są to podolbrzmy typu widmowego B z okresami zmian 2–8 h i amplitudami mniejszymi od 0,1 wielkości gwiazdowej; mają masy nieco mniejsze niż 10 mas Słońca i są zapewne w stadium ewolucyjnym tuż po wypaleniu wodoru w jądrze. Nieradialnie pulsują też niektóre gwiazdy magnetyczne i niektóre białe karły (typu *ZZ Ceti*); wszystkie one mają krótkie (rzędu minut) okresy i małe (mniej niż parę procent) amplitudy zmian.

Gwiazdy rozbłyskowe

Są to gwiazdy zmienne typu *UV Ceti*, karły typów widmowych K i M, rozbłyskujące nieregularnie co pewien czas na ok. kilka minut, z amplitudami od paru setnych do kilku wielkości gwiazdowych; przypuszcza się, że gwiazdy rozbłyskowe są to młode, szybko rotujące i bardzo aktywne (słoneczna aktywność) gwiazdy o masach ok. 0,5 masy Słońca; obserwowane rozbłyski są zapewne zachodzącymi na znacznie większą skalę rozbłyskami chromosferyczno-koronalnymi.

**

gwiazdy aktywne, gwiazdy zmienne wykazujące dużą aktywność magnetyczną (która jest wynikiem oddziaływania pól magnetycznych z ruchami materii w

zewnątrznych warstwach gwiazd); jej skutkiem jest występowanie okresowych, powolnych zmian jasności obserwowanej (blasku), wywołanych rotacją gwiazdy niejednakowo pokrytej ciemnymi plamami; występują też rozbłyski (od kilku min do kilku godzin), zwiększające jasność gwiazdy od kilku do kilkuset procent.

**

gwiazdy ewolucja, ciąg zmian gwiazdy, od momentu jej powstania z obłoku materii międzygwiazdowej do „śmierci”; w czasie ewolucji gwiazdy występują na przemian fazy kurczenia się grawitacyjnego (gwiazda ogrzewa się do odpowiednio wysokiej temperatury) i fazy, w których zachodzą reakcje termojądrowe; przebieg i szybkość zachodzących zmian zależą od masy gwiazdy; stadium końcowym jest czarny karzeł, gwiazda neutronowa lub czarna dziura.

**

Gwiazdy, ich gromady, mgławice i materia międzygwiazdowa

Galaktyka liczy około 200 mld gwiazd.

W zależności od wyglądu ich widm zostały te gwiazdy (w XIX w., obserwacyjnie) pogrupowane na tzw. typy widmowe: A, B, C, itd. Jak pokazuje teoria — największy wpływ na widmo ma temperatura powierzchniowa gwiazdy. Można więc różnym typom widmowym przypisać różne temperatury gwiazd. Okazało się jednak, że aby ustawić gwiazdy wg np. coraz to niższych temperatur należało zaburzyć kolejność alfabetyczną; najgorętsze okazały się gwiazdy typu O, potem B, A, F, G, K i M.

Parametry gwiazd naniesione na wykres wiążący jasność absolutną („prawdziwą” — z poprawką uwzględniającą efekt osłabienia światła na skutek oddalenia gwiazdy) i typ widmowy (jest to tzw. diagram Hertzsprunga-Russella, na którym każda gwiazda odpowiada kropce) ukazały tendencję do grupowania się punktów wzdłuż tzw. ciągu głównego.

Prawidłowość ta dobrze odpowiada intuicji: im gorętsza gwiazda (lewa część diagramu) tym jaśniej świeci (górną część diagramu). Gwiazdy chłodniejsze świecą słabiej (dolną prawą część diagramu).

Zdarza się jednak, że przy tej samej temperaturze powierzchniowej gwiazdy świecą bardzo jasno (w porównaniu ze średnią na ciągu głównym) lub bardzo słabo (porównaj gwiazdę Van Maanena, Słońce i Capellę). Wynika to z ich rozmiarów — małe karły świecą znacznie słabiej niż rozdęte olbrzymy. Standardowy opis gwiazdy zawiera więc informację nie tylko o jej typie widmowym, ale także o jej tzw. klasie jasności (I — nadolbrzym, II — olbrzym, III, IV — podolbrzym, V — ciąg główny, VI, VII — podkarły, białe karły).

W Galaktyce jest około 10^{11} gwiazd, w tym:

- 70 % w układach podwójnych lub wielokrotnych,
- 15 % białych karłów,
- 11 % gwiazd typów O–B,
- 41 % gwiazd typów A–F,
- 48 % gwiazd typów G–M.

Średnia odległość między gwiazdami — 1 pc.

gwiazdy magnetyczne, gwiazdy osobiwe chemicznie mające regularne pole magnetyczne (o indukcji rzędu 0,1 tesli i większej).

Gwiazdy — najbliższe Ziemi

Najbliższe gwiazdy

Gwiazda	Gwiazdo- zbiór	Położenie ^a rektascen- sja	deklinacja	Odległość w latach światlnych	Typ widmowy i klasa jasności	Jasność widoma w wielkościach gwiazdowych	Jasność absolutna	Moc promie- niowania
Słońce	—			0,000016	G2 V	-26,74	4,84	1
Proxima (Alfa Centauri C)	Centaur	14 ^h 27 ^m 6	-62°43'	4,2	M5 V	11,01	15,1	0,00008
Rigil Centaurus (Alfa Centauri A)	Centaur	14 ^h 39 ^m 6	-60°50'	4,4	G2 V	-0,01	4,4	1,5
Alfa Centauri B	Centaur	14 ^h 39 ^m 6	-60°50'	4,4	K1 V	1,33	5,8	0,44
Gwiazda Barnarda	Wężownik	17 ^h 57 ^m 9	+04°33'	6,0	M5 V	9,54	13,23	0,00045
GL 406 (Wolf 359)	Lew	10 ^h 56 ^m 6	+06°57'	7,8	dM6	13,5	16,6	0,000016

^a W 2000.

Najjaśniejsze gwiazdy

Gwiazda	Ozna- czenie	Gwiazdo- zbiór	Jasność widoma w wielkościach gwiazdowych	Typ widmowy i klasa jasności	Odległość w latach światlnych	Moc promie- niowania (Słońce = 1)
Słońce			-26,74	G2 V	0,000016	1
Syriusz	α CMa	Pies Wielki	-1,46	A1 V	8,6	24
Canopus	α Car	Kil	-0,72	F0 II	313	4 970
Arktur	α Boo	Wolarz	-0,04	K1,5 III	36,7	114
Rigil Centaurus	α Cen	Centaur	-0,01	G2 V	4,4	1,5
Wega	α Lyr	Lutnia	0,03	A0 V	25,3	55
Capella ^a	α Aur	Woźnica	0,08 ^b	G5 III	42,2	150
Rigel ^a	β Ori	Orion	0,12	B8 Ia	770	86 300
Procyon ^a	α CMi	Pies Mały	0,38	F5 IV-V	11,4	7,7
Achernar	α Eri	Erydan	0,46	B3 V	144	550
Betelgeuse ^a	α Ori	Orion	0,50	M2 Ia	430	23 300
Agema (Hadar)	β Cen	Centaur	0,61	B1 III	525	1 980
Altair	α Aql	Orzeł	0,77	A7 V	16,8	10,4
Acrux ^a	α Cru	Krzyż (Południa)	1,33	B0,5 IV	320	6 500
Aldebaran	α Tau	Byk	0,85	K5 III	65,1	164

Antares ^a	α Sco	Skorpion	0,96	M1,5 lab	605	10 400
Spica ^a	α Vir	Panna	0,98	B1 III–IV	262	1 500
Pollux	β Gem	Bliźnięta	1,14	K0 III	33,7	34
Fomalhaut	α PsA	Ryba	1,16	A3 V	25,1	14
Mimosa	β Cru	Południowa Krzyż	1,25	B1 III	520	5 970
Deneb ^a	α Cyg	Łabędź	1,25	A2 Ia	1 000(?)	26 000
Regulus ^a	α Leo	Lew	1,35	B7 V	77,5	164
Adhara	α CMa	Pies Wielki	1,50	B2 II	430	8 630
Castor ^a	α Gem	Bliźnięta	1,98	A1 V	51,5	41
Shaula ^a	λ Sco	Skorpion	1,63	B2 IV	700	1 980

^a Gwiazda podwójna lub wielokrotna; jasność i typ widmowy podane dla jaśniejszego składnika; ^b łączna jasność widoma składników.

U w a g a : Odległości gwiazd wg katalogu Hipparcosa.

**

gwiazdy neutronowe, obiekty gwiazdowe o niewielkim promieniu (rzędu 10 km) i bardzo dużej gęstości (średnio 10^{17} kg/m³), zbudowane z materii składającej się głównie z neutronów; prawdopodobnie końcowy etap ewolucji gwiazd o masach ok. 5–30 mas Słońca.

**

gwiazdy okołobiegunowe, gwiazdy nie zachodzące lub nigdy nie wschodzące dla danego miejsca na Ziemi; deklinacja δ gwiazd okołobiegunowych i szer. geogr. φ miejsca obserwacji spełniają nierówność: $|\varphi + \delta| \geq 90^\circ$.

**

gwiazdy osobliwe chemicznie, grupa gwiazd, które mają linie widmowe niektórych pierwiastków chem., zwłaszcza metali ciężkich, znacznie silniejsze niż w widmach gwiazd normalnych; atomy tych pierwiastków dyfundowały do atmosfery gwiazdy z warstw leżących bezpośrednio pod nią, wskutek selektywnego działania ciśnienia promieniowania.

**

gwiazdy podwójne, układy podwójne, układy złożone z 2 gwiazd obiegających wspólny środek masy. Bez użycia teleskopu widać je zwykle jako gwiazdy pojedyncze. Ciasne gwiazdy podwójne dzieli się na układy kontaktowe, gdy gwiazdy stykają się ze sobą, półrozdzielone, gdy jedna gwiazda wypełnia dopuszczalną dla niej część pewnej powierzchni krytycznej (tzw. krytycznej powierzchni Roche'a), a w wypadku jej przekroczenia traci masę na rzecz drugiej gwiazdy, mniejszej od swej części powierzchni krytycznej (akrecja), i rozdzielone, gdy obydwie gwiazdy mieszczą się wewnątrz odpowiadających im części powierzchni krytycznej. Ze względu na technikę obserwacyjną rozróżnia się: 1) **gwiazdy podwójne wizualnie**, w których oba składniki można dostrzec przez teleskop; znanych jest obecnie ok. 40 tysięcy takich gwiazd, dla kilkuset z nich zostały obliczone orbity; 2) **gwiazdy podwójne spektroskopowo**, w których widmach obserwuje się okresowe przesuwanie się linii, świadczące o zmianach prędkości radialnych składników (czasami jest widoczne tylko widmo składnika jaśniejszego); gwiazdy te nawet w teleskopie są widoczne jako pojedynczy obiekt; 3) **gwiazdy podwójne zaćmieniowe**, których płaszczyzny orbit są nachylone pod niewielkim kątem do kierunku widzenia, wskutek czego w stałych odstępach czasu następuje wzajemne

przesłanianie się (zaćmienia) gwiazd-składników; z przebiegu zmian jasności gwiazd zaćmieniowych wyznacza się elementy ich orbity, względne rozmiary i jasności składników, kąt nachylenia orbity do kierunku widzenia i in.; analiza zmian prędkości radialnych składników i znajomość elementów orbity pozwalają wyznaczyć bezwzględne wartości rozmiarów i mas składników; najbardziej znaną gwiazdą zaćmieniową jest Algol (występowanie jego zaćmień wykazał 1782 J. Goodricke). Najważniejsze typy gwiazd zaćmieniowych to gwiazdy zaćmieniowe: typu Algola (chłodny podolbrzym i gorąca gwiazda ciągu głównego), typu β *Lyrae* (2 elipsoidalnie odkształcone gwiazdy o różnych masach), typu *W Ursae Majoris* (2 silnie odkształcone gwiazdy o podobnych, niezbyt dużych masach, stykające się ze sobą) i *R S Canum Venaticorum* (chłodny podolbrzym i chłodny karzeł); gwiazdy zaćmieniowe 2 ostatnich typów odznaczają się dużą aktywnością. Pierwszą gwiazdę podwójną — Mizar — odkrył przez lunetę 1650 G.B. Riccioli

**

gwiazdy podwójne optycznie, układy gwiazd niezwiązanych dynamicznie i w rzeczywistości odległych, położonych blisko siebie na sferze niebieskiej; pozorna bliskość 2 gwiazd jest wynikiem rzutowania ich położenia na sferę niebieską.

**

gwiazdy podwójne spektroskopowo, gwiazdy podwójne, których składniki są identyfikowalne na podstawie przesunięcia linii widmowych tych składników; w teleskopie widoczne jako jeden punkt.

**

gwiazdy podwójne wizualnie, gwiazdy podwójne, których składniki spostrzega się na sferze niebieskiej okiem nieuzbrojonym lub przez teleskop jako odrębne źródła światła.

**

Gwiazdy — populacje i podsystemy w Galaktyce

Populacje i podsystemy gwiazd w Galaktyce

Populacja	Pod-system	Skład chemiczny ^a w %	Wiek w latach	Rozmieszczenie ^b w parsekach	Prędkość rotacji w okolicy Słońca w km/s	Dyspersja prędkości przemieszczających w okolicy Słońca w km/s	Typowe obiekty
Skrajna populacja I	płaski	4	10^9	120	275	10	gaz i pył międzygwiazdowy, asocjacje, gwiazdy typu O, nadolbrzymy, cefeidy
Pośrednia populacja I	pośredni	3	$(1-3) \cdot 10^9$	160	275	20	gwiazdy typu A, gromady otwarte (średnio)
Populacja „dysk”	pośredni	2	$(3-10) \cdot 10^9$	400	250	30	gwiazdy jądra Galaktyki, gwiazdy

(stara populacja I)						nowe, mgławice planetarne
Pośrednia populacja II	pośredni 1	$10 \cdot 10^9$	700	225	50	gwiazdy szybkie (średnio), gwiazdy zmienne długookresowe
Skrajna populacja II — „halo”	sferyczny « 1	$\gg 10 \cdot 10^9$	2000	125	130	podkarły, gromady kuliste, gwiazdy zmienne typu RR Lyrae

^a Procentowa zawartość pierwiastków cięższych niż wodór i hel;

^b średnia wartość odległości od płaszczyzny Galaktyki obiektów danego podsystemu; charakteryzuje ona grubość warstwy tworzonej przez te obiekty.

Uwaga: Liczby podane w tabeli mają charakter przybliżony.

**

Gwiazdy w Galaktyce

Gwiazdy w Galaktyce

Razem około 10^{11}

W tym:

70% w układach podwójnych lub wielokrotnych

15% białych karłów

11% gwiazdy typów O — B

41% gwiazdy typów A — F

48% gwiazdy typów G — M

Średnia odległość między gwiazdami — 1 pc

**

gwiazdy pulsujące, gwiazdy zmienne, w których zmiany jasności obserwowanej (blasku) są wywołane zmianami rozmiarów (pulsacje radialne) lub/i kształtu gwiazdy (pulsacje nieradialne); pulsacje są skutkiem zamiany części energii promienistej produkowanej w jądrze gwiazdy na energię mech. ruchu.

**

gwiazdy rozblyskowe, gwiazdy zmienne, których jasność w bardzo nieregularnych odstępach czasu zwiększa się gwałtownie, a następnie wolniej powraca do stanu podstawowego.

**

gwiazdy stałe, nazwa gwiazd używana w starożytności i średniowieczu w celu odróżnienia ich od planet zw. gwiazdami błędzącymi.

**

gwiazdy szybkie, gwiazdy, których prędkości przestrzenne względem gwiazd najbliższego otoczenia Słońca są duże, większe od ok. 59 km/s; obserwacyjnymi cechami tych gwiazd są duże ruchy własne lub duża bezwzględna wartość prędkości radialnej (tj. rzutu prędkości gwiazdy na kierunek jej widzenia; liczona dodatnio, gdy gwiazda oddala się od obserwatora); najbardziej znaną g.sz. jest Gwiazda Barnarda; g.sz. są gwiazdami II populacji (gwiazd populacje), które przypadkowo znalazły się w pobliżu Słońca.

**

Gwiazdy w Galaktyce

Razem około 10^{11}

W tym:

70% w układach podwójnych lub wielokrotnych

15% białych karłów

11% gwiazdy typów O — B

41% gwiazdy typów A — F

48% gwiazdy typów G — M

Średnia odległość między gwiazdami — 1 pc

**

gwiazdy Wolfa–Rayeta, gwiazdy o bardzo dużych temperaturach powierzchniowych (ok. 50 tys. K) i stosunkowo dużych jasnościach absolutnych; wykazują obecność w widmie linii emisyjnych wodoru i helu, a niekiedy także węgla i azotu; mają rozległe atmosfery; odkryte 1867 (Ch.J.E. Wolf i G.A.P. Rayet).

**

gwiazdy zaćmieniowe, gwiazdy podwójne, w których składniki — dla obserwatora — przesłaniają się nawzajem podczas ruchu orbitalnego; zaćmienia występują, gdy promień widzenia leży niemal w płaszczyźnie orbity układu; najdawniej znaną g.z. jest Algol.

**

gwiazdy zmienne, gwiazdy zmieniające jasność obserwowaną (blask) w czasie krótkim w porównaniu z czasem ich zmian ewolucyjnych; rozróżnia się gwiazdy zmienne zaćmieniowe (zaćmienia wywołane wzajemnym przesłanianiem się składników krążących wokół wspólnego środka masy) i gwiazdy zmienne fizycznie (np. gwiazdy pulsujące, gwiazdy rozbłyiskowe).

**

„H”

h Persei, otwarta gromada gwiazd w gwiazdozbiornie Perseusza, widoczna okiem nieuzbrojonym; oddalona od Układu Słonecznego ok. 7000 lat świetlnych; wraz z χ *Persei* tworzy podwójną gromadę otwartą.

**

Hadar [arab., 'ziemia'], *astr.* gwiazda w gwiazdozbiornie Centaura, → [Agena](#).

**

Hale [heil] GEORGE ELLERY, ur. 29 VI 1869, Chicago, zm. 21 II 1938, Pasadena (stan Kalifornia), astronom amerykański; inicjator budowy obserwatorium Mount Wilson i 1904–23 jego pierwszy dyr.; rozwinął metody badawcze współcz. heliofizyki; niezależnie od H. Deslandresa 1889–92 wynalazł spektroheliograf i 1924 — spektrohelioskop; 1908 stwierdził obserwacyjnie istnienie pola magnet. plam słonecznych; inicjator budowy teleskopu Hale'a; założyciel (1895) i pierwszy redaktor „Astrophysical Journal”.

**

Hale'a–Boppa kometa [k. heila b.], kometa o numerze katalogowym C/1995 01, odkryta 1995 niezależnie przez astronomów A. Hale'a i T. Boppa; przelot komety przez Układ Słoneczny (minim. odległość od Słońca 0,9 AU w IV 1997) zmienił jej okres obiegu z ok. 4200 na ok. 2400 lat; wyjątkowo duże rozmiary jądra komety (oszacowane na 20–35 km) i otaczającego je rozrośniętego obłoku wodorowego (0,5 AU, tj. ok. $0,75 \cdot 10^8$ km) oraz duża aktywność spowodowały, że kometa była bardzo jasna i dobrze widoczna przez kilka miesięcy 1997; umożliwiło to wnikliwe jej badanie, które znacznie wzbogaciło wiedzę o kometach, np. spowodowało odkrycie tzw. trzeciego warkocza utworzonego z neutralnych atomów sodu.

**

Hall [ho:l] ASAPH, ur. 15 X 1829, Goshen (stan Connecticut), zm. 22 XI 1907, Annapolis (stan Maryland), astronom amerykański; profesor uniw. Harvarda w Cambridge; badania gł. planet i orbit gwiazd podwójnych; 1877 odkrył 2 księżycy Marsa (Phobosa i Deimosa).

**

Halley [hãli] EDMOND , ur. 8 XI 1656, Haggerston k. Londynu, zm. 14 I 1742, Greenwich, astronom angielski. Od 1703 profesor uniwersytetu w Oksfordzie, od 1720 astronom królewski; 1676–77 określił odległość Słońca od Ziemi na podstawie obserwacji przejść Merkurego przed tarczą słoneczną; na zlecenie Towarzystwa Królewskiego w Londynie, którego był członkiem i sekretarzem, odwiedził (1679) J. Heweliusza w Gdańsku; 1698–1700 opracował pierwsze mapy deklinacji magnetycznej. H. współpracował z I. Newtonem; wydał jego *Philosophiae naturalis principia mathematica* (1687); obliczał orbity komet, stosując metodę, którą opracował wspólnie z nim; odkrył przy tym (1705) istnienie kometarnych eliptycznych orbit okresowych (np. dla komety Halleya), które opisał w dziele *Synopsis Astronomiae cometicae*. 1715 obserwował zaćmienie Słońca i podał opis wyglądu chromosfery i korony słonecznej; 1718 odkrył ruchy własne gwiazd.

**

Halleya kometa, kometa o numerze katalogowym 1P, której pojawienie się 1758 zostało przewidziane przez E. Halley'a (1705); dowiodło ono słuszności przypuszczenia Halleya, że komety obserwowane 1682, 1607 i 1531 są jednym i tym samym obiektem, okrążającym Słońce po torze eliptycznym w okresie ok. 76 lat.; ostatnie przejście w pobliżu Słońca 1986; z rozpadu komety Halleya pochodzą przypuszczalnie Akwarydy i Orionidy (meteoroidy); III 1986 próbniki kosmiczne Wega 1, Wega 2 i Giotto przeleciały w niewielkiej odległości od komety, wykonując fotografie jej głowy i jądra oraz badania właściwości fizykochemicznych jej materii; jak się okazało jądro komety Halleya jest wydłużoną bryłą o rozmiarach ok. 15 km na 7,5 km i średniej gęstości $0,1 \text{ g/m}^3$.

**

halo galaktyczne, zewnętrzny obszar galaktyki, położony symetrycznie wokół jej centrum; zawiera gwiazdy, gromady gwiazd, materię międzygwiazdową.

**

Hamal [arab., 'baran'], α *Arietis*, najjaśniejsza gwiazda w gwiazdozbiornie Barana;

Oznaczenie: α Arietis

Rodzaj obiektu: gwiazda pojedyncza

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; [Baran](#)

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: $2^{\text{h}} 07^{\text{m}} 10^{\text{s}}$ deklinacja: $23^{\circ} 27' 66 \text{ l.św.} = 20 \text{ pc} = 4 173 840 \text{ AU}$

Typ widmowy i klasa jasności: K2III

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: $+0,5^{\text{m}}$

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: $+2,0^{\text{m}}$

Temperatura efektywna: układ: 4400 K

jasność widoma $2,00^{\text{m}}$; olbrzym 90 razy jaśniejszy od Słońca, odległy od Ziemi o 65,9 lat świetlnych.

**

Hambarcumian WIKTOR A. astrofizyk ormiański, → [Ambarcumian Wiktor A.](#)

**

Hantle, M 27, NGC 6853, *astr.* wielka mgławica planetarna w gwiazdozbiornie Lisa; prawdopodobnie pozostałość po wybuchu supernowej.

**

Hanyl, w mitologii koreańskiej niebo, porządek natury, naturalny porządek rzeczy, prawda, prawo wszechświata; także synonim Hanyнима, najwyższego bóstwa koreańskiego.

**

Hanynim, Hananim, najwyższe bóstwo koreańskie, władca nieba; bóstwo niewidzialne i niepoznawalne, manifestujące swą obecność np. blaskiem błyskawic, odgłosem gromu; oddawano mu cześć modląc się ze złożonymi dłońmi przed

naczyniem ze źródlaną wodą; Hanynim miał kontrolować wszystkie uczynki człowieka, nagradzać za dobre, a karać za złe, tj. takie, które naruszały przyjęte normy współżycia społecznego.

**

Hartmann JOHANNES FRANZ, ur. 11 I 1865, Erfurt, zm. 13 IX 1936, Getynga, astrofizyk niemiecki; od 1909 profesor uniw. w Getyndze; 1921–31 dyr. obserwatorium astr. w La Plata (Argentyna); 1899 wynalazł mikrofotometr, 1904 — stereokomparator; stosując analizę spektralną 1905 odkrył gaz międzygwiazdowy.

**

Harvard Observatory [hɑ:ˈwɛɪd əbzə:ˈwɔ:tri], obserwatorium astr. Uniw. Harvarda w Cambridge (USA), zał. 1839; ma 3 stacje: Oak Ridge (stan Massachusetts, USA), Climax (stan Kolorado, USA) i Boyden Station (RPA).

**

Hathor [egipskie, 'dom Horusa'], w staroż. Egipcie jedno z najważniejszych boskich imion, określających personifikacje różnych aspektów boskiej mocy, wyrażanych słowami rodzaju żeńskiego; pełniła różne funkcje: 1) bóstwa kosm., matki Słońca, pani nieba i życia; 2) patronki króla (faraona) i personifikacji pałacu król.; 3) opiekunki zmarłych i patronki nekropoli; 4) patronki radości i miłości; Hathor była identyfikowana z wszystkimi gł. boginiami (m.in. Izydą, Nut, Bastet); Grecy utożsamiali ją z Afrodytą; wyobrażana najczęściej jako krowa lub kobieta z głową (lub tylko uszami) krowy; ośr. kultu w całym kraju (m.in. w Denderze i Tebach).

**

Hawking [hɔ:kiŋ] STEPHEN WILLIAM, ur. 8 I 1942, Oksford, brytyjski fizyk teoretyk. Od 1977 profesor matematyki uniwersytetu w Cambridge; od 1974 członek Towarzystwa Królewskiego w Londynie. Mimo poważnego kalectwa (od początku lat 60. chory na stwardnienie zanikowe boczne, nie ma możliwości chodzenia, mówienia i pisania — w kontaktach z otoczeniem posługuje się specjalnie skonstruowanym komputerem) pracuje naukowo i jest zaliczany do najwybitniejszych współczesnych fizyków teoretyków. Wniósł istotny wkład do teorii grawitacji, podał wiele twierdzeń o występowaniu osobliwości w kosmologii i procesie zapadania grawitacyjnego, z których najogólniejsze jest twierdzenie o osobliwościach w ogólnej teorii względności, udowodnione 1969 (wspólnie z R. Penrose'em); 1974 odkrył proces kwantowego promieniowania czarnych dziur, obecnie zwany procesem Hawkinga; wspólnie z J. Hartlem zajmował się zagadnieniem kwantowania w grawitacji; publikacje popularnonaukowe, m.in. *Krótką historia czasu. Od Wielkiego Wybuchu do czarnych dziur* (1988, wydanie polskie 1993).

**

HD, ang. *The Henry Draper Catalogue*, katalog gwiazdowy; zawiera, wraz z *Dodatkiem*, typy widmowe i wielkości gwiazdowe ok. 400 tys. gwiazd; oprac. 1918–24 przez A.J. Cannon i E.C. Pickeringa, na podstawie obserwacji własnych i wykonanych wcześniej przez H. Drapera.

**

HEAO, ang. **High Energy Astronomy Observatory, Obserwatorium Astronomiczne Wysokich Energii**, seria 3 dużych amer. satelitów astr., przeznaczonych do obserwacji emitowanego przez źródła kosm. promieniowania rentgenowskiego (X) oraz γ , a także promieniowania kosmicznego; HEAO-1 (start 1977) dokonywał ciągłych przeglądów sfery niebieskiej wyszukując źródła promieniowania X (galaktyki i ich gromady, kwazary, układy podwójne i in.), HEAO-3 (start 1979) obserwował sferę niebieską gł. w zakresie niskoenerg. promieniowania γ oraz promieniowania kosm.; HEAO-2 — Einstein (start 1978, pracował do IV 1981) — najnowocześniejsze wówczas obserwatorium rentgenowskie — śledził źródła tysiąckrotnie słabsze od możliwych dotąd do zaobserwowania. Program badawczy HEAO-2 koncentrował się na obserwacji emisji rentgenowskiej źródeł dyskretnych (m.in. galaktyk i ich gromad, kwazarów, pozostałości po supernowych itp.); przeprowadzone obserwacje wykazały, że zdecydowana większość obiektów astr. emituje promieniowanie rentgenowskie, odkryto m.in. słabą emisję tego promieniowania z Jowisza oraz sporządzono mapy rozkładu gorącego gazu międzygalaktycznego.

**

Hebat, bogini syryjskiego m. Aleppo (ob. Halab) i małżonka lokalnego boga burzy; wspominana już w tekstach klinowych z Ebli (XXIV w. p.n.e.); w XVIII w. p.n.e. Huryci syryjscy uczynili Hebat i jej towarzysza (Tesub) gł. bóstwami panteonu; na przeł. XV i XIV w. p.n.e. ich kult upowszechnił się także w Anatolii, a w XIII w. p.n.e. kapłani utożsamili Hebat ze Słońcem z Arinny, najważniejszą boginią państwa hetyckiego; występuje w mitach huryckich (*Pieśń o Ullikummi*), hetyckich i luwijskich.; przedstawiona m.in. na reliefie w Yazılıkaya k. Bogazkale.

**

Heckmann [hękman] OTTO, ur. 23 I 1901, Opladen, zm. 13 V 1983, Regensburg, astronom niemiecki; profesor uniw. w Hamburgu; dyr. obserwatorium w Hamburgu i European Southern Observatory w Chile; prezes Międzynar. Unii Astr.; prace z kosmologii, mechaniki nieba, dynamiki gwiazdowej.

**

hel, He, *helium*, pierwiastek chemiczny o liczbie atomowej 2;

Symbol: He

Nazwa łacińska: Helium

Liczba atomowa: 2

Pierwiastek promieniotwórczy: nie

Grupa układu okresowego pierwiastków: 18 — helowce

Odkrycie: 1868

Odkrywca: [Janssen Pierre Jules César](#), [Lockyer Joseph Norman](#)

masa atomowa 4,002602(2); należy do grupy **helowców**; bezbarwny, bezwonny, niepalny gaz, ok. 7 razy lżejszy od powietrza; ma najniższą spośród gazów temperaturę skraplania $-268,93^{\circ}\text{C}$, można go zestalić jedynie stosując podwyższone ciśnienie, np. pod ciśnieniem 25 MPa w temperaturze $-272,19^{\circ}\text{C}$; hel występuje w postaci jednoatomowej (nie tworzy cząsteczek He_2); bierny chemicznie (gaz szlachetny); ciekły hel wykazuje specyficzne właściwości: hel ^3He i ^4He w temperaturach bliskich 0 K mają właściwości cieczy kwantowej, co przejawia się

m.in. nadpłynnością; występuje w bardzo małej ilości w powietrzu, niektórych gazach ziemnych i w niektórych minerałach, we Wszechświecie natomiast, jako składnik gwiazd i materii międzygwiazdowej, jest drugim (po wodorze) najobficiej występującym pierwiastkiem; otrzymywany przez destylację frakcjonowaną skroplonego powietrza lub gazu ziemnego; dawniej stosowany głównie do napełniania balonów i sterowców, obecnie — do wytwarzania atmosfery chemicznie biernej (np. podczas wytopu cyrkonu lub tytanu, produkcji monokryształów krzemu), do uzyskiwania niskiej temperatury (w badaniach kriogenicznych), do napełniania lamp jarzeniowych, w technice laserowej (jako wypełnienie laserów) i raketowej (do sprężania paliw ciekłych); wraz z tlenem (tzw. powietrze helowe) służy nurkom do oddychania pod wodą; wiązki jonów helu (He^+) są stosowane w analizie powierzchni ciał stałych i technice jądrowej. Hel odkryli 1868 P.J. Janssen i J.N. Lockyer podczas analizy spektralnej atmosfery Słońca jako pierwiastek nie znany jeszcze na Ziemi (nazwa od gr. *hēlios* 'słońce').

**

hel pierwotny, hel powstały w wyniku reakcji termojądrowych w czasie Wielkiego Wybuchu (ok. 200 s od momentu początkowego).

**

Helena, *astr.* księżyc Saturna; trzynasty, licząc wg rosnącej odległości od planety.

**

heliakalny wschód gwiazdy, wschód gwiazdy na krótko przed wschodem Słońca, obserwowany po raz pierwszy po okresie jej niewidoczności wskutek bliskości Słońca; obserwacje heliakalnego wschodu gwiazdy stanowiły w staroż. Egipcie podstawę do badania rocznego ruchu Słońca, wyznaczania długości roku i wylewów Nilu.

**

heliocentryczna teoria, *astr.* teoria kosmologiczna, według której Słońce jest położone w centrum świata; jakkolwiek już Arystarch z Samos (III w. p.n.e.) był wyznawcą teorii heliocentrycznej, to jednak została ona na wiele wieków zarzucona i pełne jej sformułowanie zawierają dopiero dzieła M. Kopernika.

**

heliofizyka [gr. *hēlios* 'słońce', *physikē* 'przyrodoznawstwo'], dział astrofizyki obejmujący teorię budowy i ewolucji Słońca, zjawisk w nim występujących oraz oddziaływania z otoczeniem. Przyczyną wyodrębnienia heliofizyki jest odmiennosc warunków, w jakich dokonuje się obserwacji Słońca, w porównaniu z innymi gwiazdami — duża jasność powierzchniowa Słońca umożliwia uzyskanie znacznych powiększeń małych fragmentów tarczy Słońca i badanie ich struktury oraz otrzymywanie widma promieniowania słonecznego o dużej dyspersji. Aby osiągnąć duże powiększenia stosuje się w heliofizyce teleskopy o długich ogniskowych, zazwyczaj nieruchome, których obiektywy (w celu uniknięcia szkodliwego wpływu turbulencji powietrza) są umieszczane wysoko (kilkanaście lub kilkadziesiąt m) nad ziemią — są to tzw. teleskopy wieżowe; światło Słońca kieruje się do nich celostatami. Używając spektroheliografów bada się rozmieszczenie w atmosferze Słońca gazów, powodujących emisję lub absorpcję promieniowania odpowiadającego poszczególnym liniom widmowym, za pomocą zaś magnetografów

— pole magnetyczne Słońca; do obserwacji chromosfery i korony używa się koronografów. Coraz większego znaczenia nabierają badania wnętrza Słońca prowadzone metodami heliosejsmologii, polegającymi na wykorzystaniu oscylacji słonecznych. Bogatym źródłem informacji o Słońcu są obserwacje spoza atmosfery Ziemi. Badania teoretyczne heliofizyki koncentrują się głównie na zagadnieniach budowy zewnętrznych warstw Słońca oraz zjawiskach w nich zachodzących. Badania te mają ścisły związek zarówno z astrofizycznymi badaniami budowy wnętrza gwiazd i ich atmosfer, jak i z badaniami geofizycznymi — odnoszącymi się do oddziaływań Słońca i ośrodka międzyplanetarnego na Ziemię, jej magnetosferę i atmosferę.

**

heliograf [gr.], *astr.*:

1) przyrząd do fotografowania Słońca (→ **fotoheliograf**);

2) przyrząd do rejestrowania usłonecznienia; działanie oparte na wykorzystaniu efektów cieplnych lub fotochemicznych wywołanych przez promieniowanie słoneczne.

**

heliolatria [gr.], *religiozn.* → **kulty solarne**.

**

heliometr [gr. *hēlios* 'słońce', *metréō* 'mierzę'], odmiana lunety stosowana w XIX w. do pomiaru małych (rzędu kilkunastu do kilkudziesięciu minut łuku) odległości kątowych między gwiazdami, rozmiarów kątowych Księżyca, Słońca; astronomiczne instrumenty.

**

Helios, seria 2 niem. próbników kosm. do badań ośrodka międzyplanetarnego wewnątrz orbity Ziemi; wyniesione na orbity heliocentryczne (Helios 1 — 1974, Helios 2 — 1976) dokonały największych w historii lotów kosm. zbliżeń do Słońca (Helios 1 — na odległość 46,5 mln km, Helios 2 — 43,4 mln km); prowadziły systematyczne pomiary wiatru słonecznego i promieniowania kosm., obserwacje emisji rentgenowskiej i radiowej Słońca, badania rozkładu pyłu międzyplanetarnego i mikrometeoroidów, rejestrację światła zodiakalnego, pomiary pola magnet. w przestrzeni międzyplanetarnej oraz pomiary fal magnetohydrodynamicznych.

**

Helios [gr., 'słońce'], *mit. gr.* bóg słońca; wg Hezjoda syn tytanów: Hyperiona i Tei, brat Selene i Eos (Księżycyca i Jutrzenki); ojciec m.in. Kirke, Pazyfae i Faetona; uważano, że w dzień przemierza niebo w rydwanie zaprzężonym w 4 konie, obdarzając ludzi światłem i ciepłem, a w nocy podróżuje w złotej czaszy, opływając ziemię pod Okeanosem z zachodu na wschód; jako wszechwiedzący bywał przywoływany w przysięgach oraz obrzędach magicznych; czczony głównie na Rodos; w mitologii rzymskiej — Sol; przedstawienia Heliosa występowały w greckim malarstwie wazowym i rzeźbie (wschodni przycółek Partenonu, *Helios na kwadrydze* Lizypa, *Rodyjski Kolos* Charesa z Lindos, jeden z siedmiu cudów świata) oraz w malarstwie nowożytnym.

**

heliosejsmologia [gr. *hēlios* 'słońce', *seismós* 'trzęsienie (ziemi)', *lógos* 'słowo', 'nauka'], dział heliofizyki, w którym do badania Słońca wykorzystuje się analizę drgań jego powierzchni wywołanych przez fale akustyczne rozchodzące się we wnętrzu gwiazdy (oscylacje słoneczne); instrumenty umieszczone na satelicie SOHO (angielskie Solar and Heliospheric Observatory) umożliwiają pomiary wolne od zakłóceń atmosferycznych.

**

heliosfera [gr. *hēlios* 'słońce', *sphaíra* 'kula'], obszar wokół Słońca, w którym dominuje materia pochodzenia słonecznego; w h. wiatr słoneczny ma znaczne ciśnienie; w obrębie h. znajdują się planety Układu Słonecznego.

**

Heliosfera

Wiatr słoneczny wypełnia rozległą przestrzeń wokół Słońca, zwaną heliosferą, sięgając poza orbity najdalszych planet Układu Słonecznego. Ostatecznie zderzenie z materią międzygwiazdową powoduje wyhamowanie wiatru słonecznego na terminalnej fali uderzeniowej (*termination shock*) do prędkości poddźwiękowych i stopniowe jego dostosowanie się do warunków narzuconych przez ruch materii międzygwiazdowej. Ostateczna granica obszaru zdominowanego przez wiatr słoneczny nazywa się heliopauzą, i może znajdować się w odległości aż 1000 AU od Słońca.

**

helioskop [gr. *hēlios* 'słońce', *skopéō* 'patrzę'], przyrząd do wizualnych obserwacji Słońca.

**

heliostat [gr. *hēlios* 'słońce', *statós* 'postawiony', 'umocowany'], instrument składający się ze zwierciadła poruszanego mechanizmem zegarowym odpowiednio do ruchu dziennego Słońca; kieruje światło słoneczne do obiektu nieruchomego teleskopu; astronomiczne instrumenty.

**

Heller MICHAŁ, ur. 12 III 1936, Tarnów, filozof przyrody, ksiądz; rektor Inst. Teol. w Tarnowie, profesor Papieskiej Akad. Teol. w Krakowie, współpracownik Watykańskiego Obserwatorium Astr.; czł. Papieskiej Akad. Nauk; prowadzi badania z zakresu fizyki teoret. i kosmologii oraz filozofii i historii nauki; prace nauk. i popularnonauk. *Wszczęświat i Słowo* (1981), *Questions to the Universe* (1986), *Wszczęświat — maszyna czy myśl?* (1988, z J. Życińskim), *Nowa fizyka i nowa teologia* (1992), *Filozofia świata* (1992), *Fizyka ruchu i czasoprzestrzeni* (1993), *Nauki przyrodnicze a teologia* (2001); 2008 otrzymał Nagrodę Templetona.

**

Helmholtz [hɛłmhɔlc] HERMANN LUDWIG FERDINAND **von**, ur. 31 VIII 1821, Poczdam, zm. 8 IX 1894, Charlottenburg (obecnie w granicach Berlina), niemiecki fizyk, fizjolog i filozof, z wykształcenia lekarz. Od 1849 profesor fizjologii uniwersytetu w Królewcu, następnie w Bonn, Heidelbergu, od 1871 — fizyki uniwersytetu w Berlinie. W dziedzinie fizyki główną zasługą Helmholtza było podanie (niezależnie od J.R. Mayera i J.P. Joule'a) matematycznej interpretacji zasady zachowania energii

i wykazanie jej powszechnego charakteru; był autorem wielu prac, m.in. z akustyki, głównie analizy dźwięków, elektryczności, hydrodynamiki (1858 opracował teorię ruchu wirowego płynów doskonałych), termodynamiki (m.in. wprowadził pojęcie energii swobodnej); 1854 podał teorię, wg której źródłem energii wypromieniowanej przez gwiazdy miało być ich kurczenie się, połączone ze zmianą energii grawitacyjnej w ciepło (tzw. teoria kontrakcyjna Helmholtza). Prace Helmholtza z dziedziny fizjologii dotyczyły fizjologii zmysłów i układu nerwowego; 1853 opracował teorię akomodacji oka, teorię widzenia barw, dał podstawy fizyczne i fizjologiczne teorii słuchu; 1851 skonstruował oftalmoskop i lusterko laryngologiczne czołowe. W filozofii zajmował się zwłaszcza teorią poznania, w której stał na stanowisku agnostycyzmu.

**

Helmholtza teoria kontrakcyjna, Helmholtza–Kelvina teoria kontrakcyjna, teoria, wg której źródłem energii wypromieniowywanej przez Słońce (ogólnie przez gwiazdy) jest kurczenie się Słońca, połączone z zamianą energii grawitacyjnej w energię promienistą; stworzona 1854 przez H.L.F. Helmholtza, rozwinięta przez W. Thomsona (lorda Kelvina).

**

helowce, gazy szlachetne, pierwiastki chemiczne tworzące 18 grupę układu okresowego pierwiastków: hel (He), neon (Ne), argon (Ar), krypton (Kr), ksenon (Xe) i radon (Rn); bezb., bezwonne, trudne do skroplenia (niskie temp. kryt.) gazy występujące w postaci jednoatomowej; są bierne chemicznie; dawniej uważano, że helowce nie tworzą żadnych związków chem.; pierwszymi otrzymanymi połączeniami helowców były klatraty (np. Ar i Kr z hydrochinonem) oraz hydraty; od 1962 otrzymano wiele związków chem. cięższych helowców (gł. Xe oraz Kr i Rn), m.in. fluorki, tlenki, tlenofluorki, kwasy tlenowe, w których helowce występują na stopniach utlenienia od I do VIII (najczęściej VI, II i IV); są znane również ich związki koordynacyjne i sole podwójne. Helowce występują w przyrodzie w stanie wolnym; należą do pierwiastków bardzo rozpowszechnionych we Wszechświecie; w atmosferze i skorupie ziemskiej występują jednak w niewielkich ilościach, gł. jako śladowe składniki powietrza oraz w gazie ziemnym; otrzymywane (z wyjątkiem Rn) przez destylację frakcjonowaną skroplonego powietrza, hel także z gazu ziemnego.

**

Henderson [hɛndɛˈsɛn] THOMAS, ur. 1798, zm. 1844, astronom szkocki; profesor uniw. w Edynburgu; członek m.in. Towarzystwa Królewskiego w Londynie, także w Edynburgu, 1832–33 przebywał na Przyl. Dobrej Nadziei, gdzie mierzył położenie gwiazd na niebie południowym i prowadził obserwacje komet, jako pierwszy zmierzył paralaksę gwiazdy Alfa Centauri.

**

Heraklides z Pontu, Hērakleídēs Pontikós, ur. ok. 390, Herakleja Pontyjska (ob. Eregli), zm. po 322 p.n.e., Ateny, filozof grecki; uczeń Platona; głosił pogląd o nieskończoności Wszechświata; uważał, że Ziemia wykonuje dobowy obrót wokół osi, a Wenus (i zapewne Merkury) krążą wokół Słońca i, razem z nim oraz innymi planetami, obiegają Ziemię.

**

Herkules, Hercules, *astr.* rozległy gwiazdozbiór nieba północnego;

Umiejscowienie na niebie: gwiazdozbiór nieba północnego
Obszar gwiazdozbioru (w stopniach kwadratowych): 1225
Główne gwiazdy: [Ras Algethi](#), [Kornephoros](#)

w Polsce najlepiej widoczny latem, a jego północna część widoczna przez cały rok; najjaśniejsze gwiazdy — Kornephoros i Ras Algethi; H. zawiera okazałą gromadę kulistą M 13 (NGC 6205), o jasności 5^m7, widoczną nieuzbrojonym okiem jako mglista plamka.

**

Herkules X-1, *astr.* silne źródło promieniowania rentgenowskiego w gwiazdozbiorze Herkulesa; stanowi je ciasny układ podwójny złożony z pulsara rentgenowskiego i słabej gwiazdy optycznej.

**

Hermaszewski MIROSŁAW, ur. 15 IX 1941, Lipniki k. Równego, kosmonauta, pilot myśliwski (klasy mistrzowskiej), generał; członek Międzynarodowego Stowarzyszenia Uczestników Lotów Kosmicznych; dowódca pułku myśliwców przechwytyjących MiG 21 we Wrocławiu; 1988–91 komendant Wyższej Oficerskiej Szkoły Lotniczej w Dęblinie, 1991–92 zastępca dowódcy Wojsk Lotniczych i Obrony Powietrznej, 1992–95 szef bezpieczeństwa lotów tamże, 1995–98 inspektor ds. Sił Powietrznych w Sztabie Generalnym WP; 27 VI–5 VII 1978 jako pierwszy i jedyny Polak odbył (wraz z P.I. Klimukiem) lot kosmiczny na statku Sojuz 30 i stacji orbitalnej Salut 6; w locie tym zrealizowano bogaty program naukowy z zakresu medycyny, geofizyki, technologii materiałowej.

**

Hermes, *astr.* planetoida o średnicy ok. 1 km, odkryta 1937 (K. Reinmuth); na podstawie badań jej ruchu wyznaczono stosunkowo dokładnie wartość odległości Ziemia–Słońce.

**

Herschel [hɛ:ˈszɛl] Sir FREDERICK WILLIAM, ur. 15 XI 1738, Hanower, zm. 25 VIII 1822, Slough (hrab. Buckinghamshire), ojciec Johna Fredericka Williama, astronom brytyjski, pochodzenia niemieckiego, z wykształcenia muzyk. Uważany za twórcę nowoczesnej astronomii gwiazdowej; przy współudziale siostry, Karoliny, podjął obserwacje astronomiczne budowanymi przez siebie teleskopami (m.in. największy wówczas teleskop o średnicy 120 cm, zbudowane 1785–89 z funduszków króla Jerzego III). Odkrył planetę Uran (1781), 2 jego księżyce (1787) i 2 księżyce Saturna (1789); badał rozmieszczenie i ruchy własne gwiazd, 1783 odkrył ruch Słońca w przestrzeni i stwierdził 1784 skończone rozmiary Galaktyki; zapoczątkował badania gwiazd podwójnych (odkrył i skatalogował ich ponad 800); wykazał (1803) istnienie względnego ruchu gwiazd — składników układów podwójnych. Na podstawie przeprowadzonych obserwacji opracowane obszerne katalogi mgławic i gromad gwiazdowych oraz zainicjował badania dotyczące ich rozmieszczenia przestrzennego.

**

Herschel [hɛ:ˈʃɛɪ] Sir JOHN FREDERICK WILLIAM, ur. 7 III 1792, Slough (hrab. Buckinghamshire), zm. 11 V 1871, Collingwood (hrab. Kent), syn Fredericka Williama, bryt. astronom i fizyk; kontynuował badania ojca dotyczące gwiazd podwójnych i mgławic, oprac. 11 katalogów gwiazd podwójnych; 1834–38 w południowej Afryce wykonywał obserwacje gwiazd i mgławic na południowej półkuli nieba i uzyskał ważne wyniki dotyczące rozmieszczenia mgławic pozagalaktycznych; publikował też prace z optyki i teorii nauk przyr.; był jednym z pionierów fotografii; 1819 odkrył właściwości rozpuszczania soli srebra przez tiosiarczan sodowy; 1833 pierwszy użył nazwy fotografia, wprowadził nazwy negatyw i pozytyw, 1839 zaproponował tiosiarczan sodowy jako utrwalacz fot.; odkrył zjawisko zw. zjawiskiem Herschela.

**

Hertzsprung [hɛrsprun] EJNAR, ur. 8 X 1873, Frederiksberg, zm. 21 X 1967, Roskilde, astronom duński; od 1909 profesor uniw. w Getyndze, od 1919 — w Lejdzie oraz 1935–45 dyr. obserwatorium astr. tamże; wykrył związek między jasnością absolutną gwiazdy a jej typem widmowym (Hertzsprunga–Russella diagram), wyznaczył punkt zerowy zależności okres–jasność absolutna cefeid i obliczył z jej pomocą odległość Małego Obłoku Magellana, wykonał pomiary fotometryczne gwiazd w Plejadach.

**

Hertzsprunga–Russella diagram, wykres przedstawiający zależność blasku gwiazdy od jej temperatury. Punkty odpowiadające gwiazdom są odłożone we współrzędnych: jasność absolutna i typ widmowy; często zamiast typu widmowego podaje się temperaturę efektywną lub wskaźnik barwy; gdy na diagramie Hertzsprunga–Russella są przedstawione dane odnoszące się do grupy gwiazd znajdujących się w jednakowej odległości od obserwatora (np. należących do gromady), zamiast jasności absolutnej podaje się jasność obserwowaną. Cechą charakterystyczną diagramu Hertzsprunga–Russella skonstruowanego dla ogółu gwiazd jest istnienie **ciągu głównego**, w którym grupuje się znaczna liczba gwiazd (**karły**). Ponad ciągiem głównym znajduje się obszar **podolbrzymów**, **olbrzymów i nadolbrzymów**, poniżej występują podkarły oraz **białe karły**. W czasie ewolucji gwiazdy zmieniają swe położenie na diagramie Hertzsprunga–Russella.

**

Hesperia [gr.], *astr.* → [Gwiazda Wieczorna](#).

**

Hesperos [gr.], *astr.* → [Gwiazda Wieczorna](#).

**

hetycka religia, określenie odnoszące się do wierzeń Protohetytów, Hetytów, Luwijczyków, Palajczyków i in. ludów Anatolii w II tysiącleciu p.n.e. Czczono tam różne bóstwa lokalne wywodzące się często z tradycji przedhetyckiej (hattycka religia), gł. bogów burzy i ich partnerki — boginie matki. Kiedy Hetyci utworzyli państwo (XVII w. p.n.e.), powstał panteon oficjalny z niebiańskim bogiem burzy i boginią Słońcem z m. Arinna na czele. Bogom lokalnym i ziem podbitych oddawano cześć w językach rodzimych. Gdy w końcu XV w. p.n.e. Huryci przynieśli z Syrii kult Teshuba, Hebat i in. bogów, rozpoczął się okres synkretyzmu bóstw miejscowych i

obcych, a zarazem uniwersalizacji gł. bóstw. Świat bogów przybliżają mity recytowane w czasie obrzędów magicznych; mity pochodzenia hurycyckiego stanowią również odrębne, obszernie utwory literackie. Liczne wątki mitol. przetrwały w tradycji anatolijskiej po I tysiącl. p.n.e., kiedy to przejęli je Grecy. Modlitwy ukazują, odmienny od babilońskiego, racjonalny stosunek Hetytów wobec bogów. Hetyci znali pojęcie boga osobistego; rozwinęli formułę przymierza z bogiem w postaci, w której odegrało ono tak wielką rolę w religii Izraela. W opisach świąt częste są składniki ludyczne. Materialnym odzwiedleniem wierzeń są pozostałości licznych świąt, wyobrażenia bogów na skałach i dekoracji świątyni, ich posądky, a także cenne naczynia kultowe.

**

Heweliusz JAN, **Johannes Hevelius**, ur. 28 I 1611, Gdańsk, zm. 28 I 1687, tamże, astronom, gdańszczanin, twórca nowożytnej selenografii; od 1664 członek Towarzystwa Królewskiego w Londynie. W 1640 założył w Gdańsku obserwatorium astronomiczne (po jego śmierci przestało istnieć), do którego sam wykonał wiele instrumentów; dokonał obserwacji położenia niektórych planet, komet i gwiazd, powierzchni Księżyca, księżyców Jowisza i Saturna, zmian blasku gwiazd zmiennych itp. Pierwsza praca Heweliusza *Selenografia* (1647) zawierała opis powierzchni Księżyca z mapami opracowanymi przez Heweliusza na podstawie własnych obserwacji; nazwy wielu obiektów na powierzchni Księżyca, nadane przez Heweliusza, pozostały do dziś. Wydana 1688 *Cometographia* zawiera opis wielu komet; Heweliusz odkrył 9 komet. W 1673 ukazała się pierwsza część dzieła Heweliusza *Machina coelestis*, zawierająca historię astronomii i opis obserwatorium w Gdańsku oraz zbudowanie przez Heweliusza pod Gdańskiem wielkiego teleskopu o długości 50 m, wówczas największego na świecie; druga część tej pracy, dedykowana Janowi III Sobieskiemu (1679), obejmuje obserwacje Heweliusza. Wielkie dzieło Heweliusza, *Prodromus astronomiae* (1690), zawiera w trzeciej części atlas nieba *Firmamentum Sobiescianum*. Heweliusz opracował katalog 1564 gwiazd. Wprowadził do astronomii 7 nowych gwiazdozbiorów, wśród nich *Scutum Sobiescianum* (Tarcza Sobieskiego, obecnie zwana Tarczą). 1652 Heweliusz zastosował, na 2 lata przed holenderskim fizykiem Ch. Huygensem, wahadło do odmierzenia czasu. W 1648–82 wykonał pomiary deklinacji magnetycznej i odkrył jej zmiany.

**

Hewish [hju:isz] ANTHONY, ur. 11 V 1924, Fowey (hrab. Kornwalia), astrofizyk brytyjski; od 1971 profesor Cavendish Laboratory w Cambridge; autor prac z zakresu radioastronomii; kierując w Mullard Radio Astronomy Observatory w Cambridge zespołem pracującym nad projektem badawczym, wykorzystującym obserwacje doktorantki Jocelyn Bell, przyczynił się do odkrycia 1967 pulsarów; za prace doprowadzające do tego odkrycia 1974 otrzymał (wspólnie z M. Ryle'em) Nagrodę Nobla.

**

Hiady [gr.], *astr.* najjaśniejsza otwarta gromada gwiazd ([gwiazd gromady](#)); widoczna nieuzbrojonym okiem w gwiazdozbiore Byka (położona w pobliżu Aldebarana); odległa od Ziemi o ok. 135 lat świetlnych; jej całkowita jasność wynosi 0,6^m, wiek jest oceniany na 0,4–1,1 miliarda lat.

**

Hidalgo, *astr.* planetoida o numerze katalogowym 944; przybliża się do Słońca na odległość 2,0 AU i oddala od niego na odległość do 9,7 AU; średnica planetoidy jest oceniana na 40–60 km.

**

hierogamia [gr. *hierós* ‘święty’, *gámos* ‘zaślubiny’], sakralna ceremonia zawarcia związku małżeńskiego, bądź odbycia stosunku seksualnego przez reprezentantów sfery sacrum (najczęściej króla bądź kapłana i królową, kapłankę, hierodulę, także posągi i in. wcielenia bogów), symbolizująca zjednoczenie boskich sił lub tychże z ludzkością. Upamiętniane w wielu religiach staroż. podczas świąt odprawianych zwykle na początku roku, a mających na celu podtrzymywanie płodności i wegetacji przyrody; przykładami hierogamii są: zaślubiny gr. Zeusa i Hery, egipskiego Ozyrysa i Izidy, jap. Izanagi i Izanami.

**

Himalia, *astr.* naturalny satelita Jowisza; odkryty 1904 przez Ch.D. Perrina.

**

Hinode, Solar-B, jap. sztuczny satelita Ziemi; wystrzelony 23 IX 2006; przeznaczony do obserwacji niezakłóconego przez atmosferę ziemską promieniowania Słońca (w zakresie widzialnym, nadfioletowym i rentgenowskim); celem badań będą m.in. zjawiska magnetohydrodynamiczne na Słońcu, propagacja wysokoenerg. cząstek ze Słońca do Ziemi, wyjaśnienie zagadki grzania korony słonecznej.

**

hipernowa, *astr.* rodzaj [supernowej](#), charakteryzującej się wyjątkowo dużą jasnością, dziesięcio- lub stukrotnie przewyższającą jasność typowej supernowej, oraz emisją znacznej części energii w postaci promieniowania gamma; hipotezę istnienia hipernowych przedstawił B. Paczyński w kontekście wyjaśniania natury obserwowanych błysków gamma ([rozbłyski gamma](#)); sądzi się, że eksplozja gwiazdy typu nadolbrzyma ma charakter eksplozji hipernowej, gdy masa gwiazdy jest wyjątkowo duża, a w wyniku zapadania wewnętrznej części gwiazdy powstaje rotująca [czarna dziura](#).

**

hiperony [gr.], *fiz.* cząstki elementarne należące do klasy barionów — zbudowane z 3 kwarków, znajdujących się w stanie podstawowym; co najmniej jeden z kwarków wchodzących w skład h., jest kwarkiem dziwnym (kwarkiem s), a pozostałe kwarkami u lub d. H. lambda (Λ), sigma (Σ^{\pm} i Σ^0) zawierają jeden kwark s, h. ksi (Ξ^- i Ξ^0) — 2, a h. omega (Ω^-) — 3 kwarki s. Masy h. są większe od mas nukleonów, więc h. mogą się rozpadać na nukleony lub inne, lżejsze h. Rozpady h. zachodzą w wyniku oddziaływań słabych lub elektromagnetycznych. Średnie czasy życia h. wynoszą od $0,8 \cdot 10^{-10}$ do $2,9 \cdot 10^{-10}$ s. Jedyne czas życia h. Σ^0 , rozpadającego się poprzez oddziaływanie elektromagnetyczne, jest znacznie krótszy i wynosi $7,4 \cdot 10^{-20}$ s. H. mają spin 1/2 lub 3/2 (h. Ω^-) i dodatnią parzystość. H. Λ (1947), Σ^{\pm} (1953) i Ξ^- (1952) zostały odkryte w oddziaływaniach promieni kosm., natomiast h. Σ^0 (1957), Ξ^0 (1959) i Ω (1964) oraz antyhiperony — w zderzeniach wysokoenerg. cząstek przyspieszanych w akceleratorach. Niekiedy h. nazywa się także ich stany wzbudzone, które mogą mieć inne spiny i parzystości. Wzbudzone stany h. rozpadają się pod wpływem oddziaływań silnych.

**

hipoteza skwantowania energii, hipoteza wysunięta 1900 przez M. Plancka w celu wytłumaczenia rozkładu energii w widmie promieniowania ciała doskonale czarnego skwantowanie energii przejawia się w postaci emisji lub absorpcji ściśle określonych porcji (kwantów) energii przez układ; w przypadku promieniowania elektromagnetycznego o częst. ν kwant energii jest równy $h\nu$, gdzie h jest stałą Plancka; koncepcja Plancka kwantów energii stanowi jedną z najważniejszych podstaw mechaniki kwantowej.

**

Hipparch, Hípparchos, ur. ok. 190 p.n.e., zm. ok. 125 p.n.e., astronom gr., pochodzący z Bitynii (Azja Mniejsza). Żył w Aleksandrii i na wyspie Rodos; oprac. teorię rocznego ruchu Słońca i Księżyca oraz wyznaczył odległości tych ciał od Ziemi, wykrył przesuwanie się punktu równonocy wiosennej wzdłuż ekliptyki w kierunku malejących długości ekliptycznych, zapoczątkował rachunek trygonometryczny, wynalazł przyrząd do mierzenia wysokości ciał niebieskich nad horyzontem (astrolabium), określił związki między współrz. geogr. i astr.; prace Hipparcha w większości zaginęły i są znane gł. z *Almagestu* Klaudiusza Ptolemeusza.

**

Hipparcos [hipa:ˈkɛs], sztuczny satelita Ziemi zbudowany przez Eur. Agencję Kosmiczną; wyniesiony 8 VIII 1989 na orbitę okołoziemską przez raketę Ariane; do 1993 prowadził badania astrometryczne obejmujące precyzyjne wyznaczanie pozycji, paralaks i ruchów własnych gwiazd; bezpośrednim wynikiem misji H. było m.in. sporządzenie 2 astrometrycznych katalogów pozycji gwiazd — *Hipparcos* (o większej dokładności, zawierający ok. 120 tys. obiektów) i *Tycho* (nieco mniej precyzyjny, obejmujący ponad 1 mln gwiazd); obserwacje H. umożliwiły także dokładniejsze określenie odległości do gwiazd, poznanie nowych podwójnych i wielokrotnych układów gwiazdowych, a dzięki swej dokładności pośrednio przyczyniły się również do odkrycia planet wokół innych niż Słońce gwiazd.

**

Historia i ewolucja Wszechświata

W latach dwudziestych XX w. amerykański astronom Edwin Hubble stwierdził, że galaktyki oddalają się od siebie, a więc Wszechświat jako całość rozszerza się. Późniejsze obserwacje, prowadzone za pomocą coraz doskonalszych instrumentów, potwierdziły jego tezę. Ekspansja Wszechświata powoduje, że staje się on coraz rzadszy i chłodniejszy. Oznacza to również, że dawniej musiał być gęstszy i gorętszy — tym bardziej, im głębiej sięgamy w przeszłość. Korzystając ze znanych praw fizyki można wydedukować, jak Wszechświat wyglądał w różnych epokach, czyli odtworzyć jego historię.

**

Historia i ewolucja Wszechświata. Wielki Wybuch

Z formalnej ekstrapolacji obserwacji rozszerzania się Wszechświata wynika, że kilkanaście miliardów lat temu, w pewnej chwili $t = 0$, cały Wszechświat był skupiony w jednym punkcie o nieskończonej gęstości, po czym zaczął się rozszerzać. Początek ekspansji Wszechświata nazywamy Wielkim Wybuchem. W rzeczywistości

zapewne nigdy gęstość nie przyjmowała nieskończonej wartości, jednak chwilę $t = 0$ wygodnie jest traktować jako umowny moment, od którego zaczyna się mierzyć upływający czas.

Michał Czerny

**

Historia i ewolucja Wszechświata. Era Plancka

Pierwsze 10^{-43} sekundy stanowi tzw. era Plancka. O tym, co działo się wtedy, nie możemy praktycznie nic powiedzieć, gdyż we Wszechświecie panowały tak ekstremalne warunki, że współczesna znajomość praw fizyki nie wystarcza do ich opisu. Spodziewamy się, że ekspansja Wszechświata powodowała, iż temperatura i gęstość malały. Termin „gęstość” oznacza tu całkowitą ilość materii i energii zawartą w jednostce objętości, a nie tylko gęstość samej materii. Zgodnie z teorią względności energia może zamieniać się w materię i odwrotnie. Równoważność energii i materii opisuje słynny wzór Einsteina $E = mc^2$. W erze Plancka (a także następnych) występowała zdecydowana dominacja energii nad materią. Na zakończenie ery Plancka gęstość wynosiła 10^{97} kg/m³, a temperatura 10^{32} kelwinów.

Michał Czerny

**

Historia i ewolucja Wszechświata. Era Wielkiej Unifikacji

Warunki, jakie panowały we Wszechświecie, gdy gęstość i temperatura spadły poniżej tych wartości, można już próbować badać w ramach istniejących teorii cząstek elementarnych i podstawowych oddziaływań fizycznych. Trzeba jednakże pamiętać, że nie są to jeszcze teorie ostateczne, dlatego nadal istnieje spora niepewność w opisie najwcześniejszych faz Wszechświata. Epoka następująca po erze Plancka nosi nazwę ery wielkiej unifikacji. Wszystkie oddziaływania, z wyjątkiem grawitacyjnego, mające wpływ na cząstki — elektromagnetyczne, słabe i silne — miały wówczas jednakową moc i były nieodróżnialne. Fizycy mówią, że między oddziaływaniami występowała symetria. Została ona złamana w chwili $t = 10^{-35}$ sekundy, kiedy temperatura spadła do wartości 10^{28} kelwinów. Oddziaływanie silne oddzieliło się wtedy od oddziaływania słabego i elektromagnetycznego, a jego moc zaczęła przewyższać moc dwóch pozostałych, jak ma to miejsce i dzisiaj.

Michał Czerny

**

Historia i ewolucja Wszechświata. Era inflacji

Konsekwencją złamania symetrii było wydzielenie się wielkiej ilości energii. Próżnia zmieniła wówczas swój stan. Do pewnego stopnia przypominało to przejście fazowe wody w lód (w takim przejściu fazowym również wydziela się energia). Wyzwolona energia spowodowała gwałtowne przyspieszenie ekspansji Wszechświata. Doprowadziło to do wygładzenia wszelkich większych niejednorodności, jakie mogły istnieć we wcześniejszych fazach. Dlatego dzisiaj Wszechświat w dużych skalach jest jednorodny i izotropowy, tzn. we wszystkich kierunkach wygląda tak samo. Etap gwałtownego rozszerzania się Wszechświata nazywamy erą inflacji.

Michał Czerny

**

Historia i ewolucja Wszechświata. Powstanie materii

Po zakończeniu ery inflacji, które nastąpiło w chwili $t = 10^{-33}$ sekundy, ekspansja stała się znacznie wolniejsza. Wszechświat nadal zmniejszał swą gęstość i stygnął. Rozpad istniejących wówczas ciężkich cząstek spowodował powstanie niewielkiej

nadwyżki materii nad antymaterią. Dlatego późniejsza anihilacja materii i antymaterii nie była kompletna i pozostała pewna ilość materii, z której zbudowany jest dzisiejszy Wszechświat.

Po 10^{-11} sekundy, gdy temperatura opadła do wartości $2 \cdot 10^{15}$ kelwinów, oddziaływanie słabe oddzieliło się od oddziaływania elektromagnetycznego. Wszechświat wypełniały wówczas głównie fotony, neutrina, elektrony i swobodne kwarki. W chwili $t = 10^{-5}$ sekundy temperatura przyjęła wartość $3 \cdot 10^{12}$ kelwinów. Nastąpiło wtedy łączenie się kwarków w protony i neutrony.

Michał Czerny

**

Historia i ewolucja Wszechświata. Era nukleosyntezy

Gdy wiek Wszechświata wynosił około 1 sekundy, temperatura spadła do wartości $5 \cdot 10^9$ kelwinów. Istniejące jeszcze wówczas pozytony anihilowały z elektronami, zwiększając liczbę fotonów. Rozpoczęła się wtedy era nukleosyntezy, w trakcie której powstały proste jądra atomowe. Protony przyłączały neutrony, tworząc jądra deuteru. Te z kolei absorbowały następne protony lub neutrony, w wyniku czego powstawały jądra helu-3 i trytu. Dalsze reakcje produkowały cząstki alfa, czyli jądra helu-4. Pod koniec ery nukleosyntezy, która trwała około 4 minut, około 77% masy Wszechświata stanowiły protony (czyli jądra wodoru), a resztę — cząstki alfa (jądra helu-4). Występowały też niewielkie ilości deuteru, helu-3 oraz litu. Jądra ciężkich pierwiastków praktycznie nie powstały, gdyż do ich produkcji potrzebna jest duża obfitość cząstek alfa oraz wysoka temperatura i gęstość. Gdy obfitość jąder helu stała się wystarczająca, temperatura i gęstość Wszechświata były już zbyt małe, by mogły one reagować i produkować cięższe pierwiastki.

Michał Czerny

**

Historia i ewolucja Wszechświata. Rozprężanie materii i promieniowania

Era nukleosyntezy jest ostatnim z gwałtownych etapów ewolucji Wszechświata. Następne fazy przebiegały o wiele wolniej. Po zakończeniu produkcji helu Wszechświat wypełniały protony, cząstki alfa i swobodne elektrony, zanurzone w kąpiel fotonów i neutrin. Neutrina nie oddziaływały z materią, natomiast fotony wymieniały energię z elektronami, tak więc ich temperatura była równa temperaturze materii. Wszechświat ciągle się rozszerzał i stygnął. Po około 10 000 lat od Wielkiego Wybuchu energia zawarta w promieniowaniu stała się mniejsza od energii związanej z materią. Mówimy, że Wszechświat przestał być zdominowany przez promieniowanie, a stał się zdominowany przez materię. Po kolejnych 300 000 lat temperatura spadła do wartości 3000 kelwinów. W tym momencie elektrony połączyły się z protonami i cząstkami alfa, tworząc elektrycznie obojętne atomy wodoru i helu. Ponieważ fotony prawie nie oddziałują z obojętnymi atomami, od tej chwili Wszechświat stał się praktycznie przezroczysty dla promieniowania. Fotony pozostałe po tej fazie rejestrujemy dzisiaj jako tzw. promieniowanie reliktowe (zwane też kosmicznym promieniowaniem tła). Odkryte w 1964 roku przez Arno Penziasa i Roberta Wilsona, stanowi jeden z podstawowych dowodów poprawności teorii Wielkiego Wybuchu. Ekspansja Wszechświata powodowała, że promieniowanie reliktowe ochładzało się i jego temperatura wynosi obecnie 2,73 K.

Michał Czerny

**

Historia i ewolucja Wszechświata. Powstanie galaktyk

W tym czasie formowały się już struktury, które później przekształciły się w galaktyki. W rzeczywistości zalążki galaktyk powstawały już w erze inflacji. Inflacyjna ekspansja nie przebiegała identycznie w całym Wszechświecie: niektóre obszary rozszerzały się nieco szybciej, inne nieco wolniej. Te, które rozszerzały się wolniej, miały większą gęstość. Siły grawitacyjne przyciągały materię do obszarów o większej gęstości. Z obszarów tych utworzyły się galaktyki i większe struktury — gromady i supergromady galaktyk.

Obecnie nie wiemy jeszcze z całą pewnością, czy najpierw powstały supergromady, które potem podzieliły się na gromady, a następnie galaktyki, czy też pierwsze uformowały się galaktyki, a grawitacja połączyła je w gromady i supergromady. Nieco bardziej prawdopodobna wydaje się druga możliwość. Wiemy natomiast, że proces formowania się galaktyk musiał przebiegać szybko, odkryto bowiem galaktyki znajdujące się w odległości kilkunastu miliardów lat świetlnych od nas. Ponieważ światło rozchodzi się ze skończoną prędkością, widzimy je takimi, jakie były kilkanaście miliardów lat temu, czyli zaledwie miliard czy dwa miliardy lat po Wielkim Wybuchu.

Michał Czerny

**

Historia i ewolucja Wszechświata. Ewolucja chemiczna galaktyk

Gdy galaktyki już powstały, skupiły w sobie większość materii Wszechświata. Dlatego od tej chwili ewolucja Wszechświata polega na zmianach zachodzących we wnętrzach galaktyk. Początkowo gaz, z którego się utworzyły, składał się prawie wyłącznie z wodoru i helu. Niestabilności grawitacyjne powodowały, że obłoki tego gazu zapadały się, tworząc pierwsze pokolenie gwiazd. W gwiazdach zachodziły reakcje jądrowe, które przekształcały jądra wodoru w jądra helu, a w późniejszych fazach — także jądra helu w jądra węgla i tlenu. Najistotniejszą rolę w ewolucji chemicznej galaktyk pełnią gwiazdy masywne (o masach przekraczających 8 mas Słońca). W końcowych etapach rozwoju powstają w nich również jądra innych pierwiastków, a swój żywot kończą gigantycznymi fajerwerkami, jakimi są wybuchy supernowych. W trakcie takiego wybuchu z najbardziej wewnętrznych części gwiazdy tworzy się gwiazda neutronowa (lub czarna dziura), natomiast zewnętrzne warstwy zostają rozerwane i przenikają do materii międzygwiazdowej. Zawierają one jądra ciężkich pierwiastków, wyprodukowane w trakcie poprzedniej ewolucji gwiazdy. W ten sposób pierwiastki te wzbogacają gaz międzygwiazdowy. Tak więc każde kolejne pokolenie gwiazd powstających z zapadających się obłoków gazu, zawiera coraz większą ilość pierwiastków ciężkich (tzn. innych niż wodór i hel).

Proces wzbogacania materii międzygwiazdowej w pierwiastki ciężkie trwa do chwili obecnej. Słońce, którego wiek wynosi 4,6 mld lat, zawiera w swym wnętrzu około 2% pierwiastków ciężkich. Z obserwacji najmłodszych gwiazd, powstałych niewiele milionów lat temu, wynika, że pierwiastki ciężkie stanowią około 4% tworzącego je materiału.

Michał Czerny

**

Historia i ewolucja Wszechświata. Powstawanie układów planetarnych

Pierwsze gwiazdy, które powstały w galaktykach, nie miały prawdopodobnie swoich układów planetarnych. Obecne teorie formowania się planet sugerują, że do ich powstania potrzebne są krystaliczne ziarna pyłu. Ziarna te zlepiając się tworzą

większe ciała, tzw. planetozymale, będące zalążkami planet. Ponieważ pył zbudowany jest z pierwiastków ciężkich nie mógł istnieć w pierwszych fazach rozwoju galaktyki. Kiedy jednak wytworzyła się wystarczająca ilość pierwiastków ciężkich, z materii otaczających nowo powstałe gwiazdy zaczęły formować się planety. Z ostatnich obserwacji wynika, że powstawanie planet jest zjawiskiem bardzo powszechnym.

Michał Czerny

**

Historia i ewolucja Wszechświata. Przyszłość Wszechświata

Jaka przyszłość czeka Wszechświat? Przez wiele następnych miliardów lat jego wygląd nie ulegnie istotnej zmianie. W galaktykach będą rodziły się i umierały kolejne gwiazdy, coraz większa będzie jedynie obfitość pierwiastków ciężkich. Wzrośnie też ilość materii uwięzionej w zwartych obiektach (białych karłach, gwiazdach neutronowych i czarnych dziurach), które są końcowymi fazami ewolucji gwiazd o różnych masach.

Co stanie się dalej, zależy od obecnych wartości średniej gęstości Wszechświata i tempa jego rozszerzania się. Ponieważ wielkości te nie są zbyt dobrze znane, rysują się dwa scenariusze. Jeżeli średnia gęstość jest większa od tzw. gęstości krytycznej, w pewnym momencie grawitacja zatrzyma ekspansję i Wszechświat zacznie się kurczyć. Galaktyki będą najpierw się zbliżać, a potem łączyć. Kolejne etapy przebiegną coraz szybciej. W pewnej chwili zaczną zderzać się ze sobą gwiazdy, a potem poszczególne atomy. Materia znowu stanie się całkowicie zjonizowana. Temperatura i gęstość będą rosły. Gdy zaczną zderzać się jądra atomowe, nastąpi ich rozbitcie na protony i neutrony, a następnie swobodne kwarki. Wszechświat przejdzie przez wszystkie fazy Wielkiego Wybuchu, tyle że w odwróconej kolejności. Scenariusz ten nosi nazwę **Wielkiego Skurczu**.

Jeżeli, co wydaje się bardziej prawdopodobne, średnia gęstość jest równa lub mniejsza od gęstości krytycznej, Wszechświat będzie rozszerzał się wiecznie. Za wiele miliardów lat w galaktykach przestaną powstawać nowe gwiazdy. Materia zostanie uwięziona w czarnych dziurach, gwiazdach neutronowych i białych karłach (całkowicie już wystygłych). Być może będą się one łączyć w coraz większe czarne dziury. Jeżeli poza nimi zostanie jakakolwiek materia, będzie ona bardzo zimna i rzadka. Zmalaże również gęstość wypełniającego Wszechświat promieniowania, a jego temperatura będzie dążyć do zera absolutnego. Ten scenariusz nosi nazwę **Wielkiego Chłodu**.

Michał Czerny

**

Historia kosmologii

Dopiero po 1920 możliwe było, głównie dzięki obserwacjom E.P. Hubble'a, ustalenie, że poza Drogą Mleczną istnieją i inne równoważne układy gwiazd, czyli galaktyki. Obserwacje wielkoskalowej struktury Wszechświata trwają po dziś dzień. Fakt rozszerzania się Wszechświata wykrył Hubble (prawo Hubble'a) w 1929. Mikrofalowe promieniowanie tła wykryte zostało przypadkowo przez A.A. Penziasa i R.W. Wilsona w 1965. Dokładne badanie tego promieniowania z użyciem satelity COBE po 1990 pozwoliło ustalić jego równowagowy charakter oraz wykryć fluktuacje temperatury w skali kilku stopni.

Michał Jaroszyński

**

Historia poznawania Wszechświata

Gromadzenie wiedzy i jej przekazywanie wiąże się niewątpliwie z powstaniem języka, sama tradycja ustna musi jednak pozostać wielką niewiadomą do czasu utrwalenia jej w jakikolwiek uchwytne materialnie sposób. W wypadku astronomii, jak się przypuszcza, pierwszymi świadectwami znajomości zjawisk i rytmów niebieskich są naskalne malowidła z grot północnej Hiszpanii i południowej Francji, związane prawdopodobnie z sezonowymi zmianami w przyrodzie, oraz serie nacięć na drobnych zabytkach kościanych, których liczba zazwyczaj stanowi wielokrotność długości miesiąca synodycznego. Są to jednak tylko oznaki już dość zaawansowanego etapu rozwoju wiedzy, u którego początków leżało zdobycie orientacji w przestrzeni (określenie kierunków kardynalnych), identyfikacja ważniejszych ciał niebieskich i gwiazdozbiorów, a także określenie cykli księżycowych i słonecznych. Jest to zasób wiadomości niezbędny do przetrwania w warunkach gospodarki zbieracko-łowieckiej, człowiek więc musiał go osiąść już bardzo dawno, do czego wystarczały mu jednak tylko własne oczy i umysł. Stopniowo wiedza ta była systematyzowana, prowadząc do powstania kalendarzy, obejmujących okres co najmniej jednego roku (bransolety z Mezynia, płytki z Malty), co wymagało już uzgadniania niewspółmierności biegu Słońca i Księżyca.

Umiejętność ta okazała się szczególnie przydatna w epoce przechodzenia do osiadłego, rolniczego trybu życia, wprowadzie bowiem kolejność poszczególnych prac regulował Księżyc, jednakże cały cykl upraw musiał z natury rzeczy zawierać się w okresie roku słonecznego. Wyniki prowadzonych w tym celu obserwacji były włączane w skład mitów i wierzeń, leżących u podłoża powstających licznie w tych czasach tzw. obiektów megalitycznych. Wbrew nazwie bywały one konstruowane nie tylko z kamieni, lecz również z ziemi i drewna, a ich rozmiary i charakter wykazywały ogromne zróżnicowanie – od parometrowej średnicy kręgów kamiennych przez rozmaitych typów grobowce aż po monumentalne budowle typu Stonehenge. Konstrukcje takie wznoszono w różnych okresach niemal na całej Ziemi, a w ich orientacjach, wymiarach i symbolice niemal zawsze odnajdujemy związki z wiedzą astronomiczno-kalendarzową.

Z badań A. Thoma można nawet wnioskować, że w zach. Europie posługiwano się wtedy podziałem roku na 18 dwudziestodniowych „miesięcy”, zagadką natomiast, pomimo licznych hipotez, pozostaje dotychczas cel ustawiania w równoległe rzędy całych tysięcy pionowych głazów (menhirów) w pld. Bretanii we Francji.

Robert M. Sadowski

**

Historia poznawania Wszechświata. Starożytność

Kiedy na zachodzie Europy powstawały megality, na Bliskim Wschodzie rodziły się wielkie cywilizacje świata starożytnego. Pierwsze państwa organizowały się wokół centrów urbanistycznych, skupiających w sobie władzę świecką i sakralną, często reprezentowaną przez te same osoby. Instytucje te były żywotnie zainteresowane w rozpowszechnianiu wizji kosmosu, wedle której porządek ziemski (państwowy) i niebieski są ze sobą zwrotnie sprzężone za pośrednictwem panującego, co przyczyniało się do powstania klasy zawodowych obserwatorów nieba, na płaszczyźnie ideologicznej zaś utrwalalo przekonanie o skuteczności wszelkiego rodzaju praktyk magicznych (np. uzdrowicielskich, agrotechnicznych itp.) jako odwrótności odczytywania losów ze znaków na niebie ([astromancja](#) i [astrologia](#)).

Robert M. Sadowski

**

Historia poznawania Wszechświata. Starożytność. Egipt starożytny

Cywilizacja egipska, a w związku z tym i jej astronomia, odznaczała się dużym konserwatyzmem. Typowym tego przykładem jest oficjalny kalendarz, w którym długość roku, raz ustalona na 365 dni, nie była zmieniana aż do czasów ptolemejskich pomimo oczywistej rozbieżności ze stanem faktycznym. Rok ten dzielił się na 12 miesięcy po 30 dni każdy, a dodatkowe 5 dni, nazywane z grecka dniami epagomenalnymi, miały odrębne oznaczenia. Chociaż był on podzielony na trzy czteromiesięczne odcinki o nazwach związanych z pracami rolniczymi, to jego początek ustawicznie cofał się względem roku zwrotnikowego, powracając na poprzednie miejsce dopiero po 1460 latach.

W życiu codziennym jednak Egipcjanie posługiwali się o wiele praktyczniejszym 12-miesięcznym rokiem księżycowym, do którego dodawano (interkalowano) 13 miesiąc, kierując się obserwacjami heliakalnego wschodu Syriusza (pierwszego widocznego przed wschodem Słońca po okresie corocznej niewidoczności), albowiem to regularne zjawisko stanowiło tradycyjnie zapowiedź nadejścia przyboru wód Nilu. W późniejszym okresie (ok. V/IV w. p.n.e.) wprowadzono również synchronizację oficjalnego kalendarza z ruchem Księżyca za pomocą okresu: 25 lat (po 365 dni) = 309 miesięcy synodycznych.

Egipcjanie dzielili dobę (zaczynając od wschodu Słońca) na 24 godziny: 12 w dzień i 12 w nocy, w związku z czym były to godziny nierówne, zależne nie tylko od pory roku, ale i od szerokości geograficznej, co w Egipcie, z racji jego rozciągłości z północy na południe, było szczególnie wyraźne. Za dnia czas mierzono, tak jak i w epokach wcześniejszych, długością cienia pionowo ustawionego pręta (gnomonu), który przy świątyniach i pałacach przybierał formę monumentalnego obelisku, w nocy zaś posługiwano się odpowiednio wyskalowanymi zegarami wodnymi (klepsydrami).

Ponadto począwszy od okresu Średniego Państwa (XXI–XVIII w. p.n.e.) wprowadzono do pomiaru czasu system tzw. dekanów. Było to 36 grup gwiazd, położonych w tej samej odległości od ekliptyki co Syriusz i wschodzących heliakalnie kolejno w mniej więcej 10-dniowych odstępach po heliakalnym wschodzie tej gwiazdy, która również była dekanem (36.). Pierwszy wschodzący dekan informował o porze roku, ponieważ zaś w ciągu nocy (bez świtu i zmierzchu) wschodziło 12 dekanów, mogły one również pełnić rolę zegara gwiazdowego. Oprócz tych gwiazd szczególnym zainteresowaniem Egipcjan cieszyły się okolice północnego bieguna nieba. Dzięki temu właśnie, mimo że w okresie wznoszenia piramid (XXVIII–XXVI w. p.n.e.) brak było wśród gwiazd odpowiednika współczesnej Gwiazdy Polarnej, potrafili oni bardzo precyzyjnie wyznaczać kierunek północy, obserwując moment, gdy dwie równoodległe od bieguna gwiazdy znajdowały się na linii pionu. Efektem takich pomiarów jest niezwykle dokładna orientacja piramidy Cheopsa. Niewiele natomiast wiadomo o wyobrażeniach Egipcjan na temat planet poza tym, że znali oni ich synodyczne i gwiazdowe okresy obiegu.

Robert M. Sadowski

**

Historia poznawania Wszechświata. Starożytność. Mezopotamia

Chociaż na obszarze Międzyrzecza początki cywilizacji (urbanizacja i pismo) były jeszcze wcześniejsze niż w Egipcie, to jednak zabytki z pierwszego (sumeryjskiego) okresu są jeszcze zbyt nieliczne, by móc zrekonstruować stan ówczesnej wiedzy o

niebie, z pewnością jednak Sumerowie nieźle orientowali się wśród gwiazd, posługiwali się kalendarzem (najprawdopodobniej księżycowym) oraz rozpoznawali planety, a w szczególności Wenus, identyfikowaną wówczas z boginią Inaną (późniejszą Isztar).

Dopiero jednak na przełomie III i II tysiąclecia p.n.e., już po najazdach ludów semickich (Amorytów), czyli w okresie istnienia starego państwa babilońskiego, obfitość dokumentów pozwala wysnuwać pewniejsze wnioski. W tym czasie mamy do czynienia z istniejącym na pewno już od dawna księżycowym kalendarzem 12-miesięcznym, wymagającym interkalacji dodatkowych miesięcy, co czyniono najprawdopodobniej trzykrotnie w okresie ośmiu lat (tzw. oktaetyda), odpowiadającym jednocześnie pięciu okresom synodycznym Wenus.

Niewielka dokładność tego cyklu była z pewnością zachętą do prowadzenia stałych obserwacji nieba, ale jeszcze silniejszym bodźcem była potrzeba tworzenia ominów (przepowiedni), które od tego czasu stają się charakterystycznym przejawem babilońskiej kultury. Zbiór tych wróżb, zwany serią *Enuma Anu Enlil*, zawierający ostatecznie około 7000 ominów, obejmuje m.in. słynną tabliczkę Ammisaduki z wynikami obserwacji Wenus, które przyczyniły się do ustalenia chronologii babilońskiej.

W późniejszym okresie, pomiędzy II a I tysiącleciem p.n.e., pojawiają się coraz systematyczniej zapisy, składające się na tzw. serię *mul Apin*, zawierające spisy gwiazd wraz z danymi o ich heliakalnych wschodach i zachodach. Podobne dane zawierają również tzw. astrolaby, czyli okrągłe tabliczki, gdzie nazwy gwiazd zapisane były w sektorach, odpowiadających poszczególnym porom roku, a poza tym pogrupowane według przynależności do jednej ze „ścieżek nieba”: Ea, Anu lub Enlila, czyli obszarów okołobiegunowych lub pasa okołorównikowego.

Podobne spisy, ale już znacznie dokładniejsze, powstają nadal w okresie państwa asyryjskiego, kiedy to królowie zasięgają porady gwiazd niemal przy każdej okazji, co wpływa na wzrost liczebności grupy wyspecjalizowanych kapłanów oraz powstawanie bibliotek. W ten sposób tworzą się warunki do prowadzenia badań, jakie i dziś można by nazwać naukowymi, uczeni babilońscy dysponują bowiem wówczas już, oprócz pisma i bardzo praktycznego, dziesiętno-sześćdziesiątkowego systemu liczbowego, także układami odniesienia na niebie w postaci 32 tzw. gwiazd normalnych, a później zodiaku, oraz jednostkami pomiaru czasu — podwójnymi godzinami słonecznymi, zwanymi *beru* (dzielonymi na 30 mniejszych odcinków, równych współczesnym 4 minutom, czyli przesunięciu nieba o 1°), a także interwałami, równymi 1/30 średniego miesiąca synodycznego, zwanymi obecnie *tithi* (termin hinduski).

Cały ten aparat umożliwiał nie tylko opisywanie zjawisk bieżących, ale i przewidywanie przyszłych pozycji Słońca, Księżyca (szczególnie ważnego z uwagi na jego rolę kalendarzową oraz znaczenie, jakie przywiązywano do jego zaćmień) i planet. Zapiski takie gromadzono w dokumentach, zwanych dziennikami i almanachami, z których można wywnioskować, że Babilończycy do połowy I tysiąclecia p.n.e. poznali już dobrze okresy obiegów planet, a także ruch Księżyca, wykrywając w nim zależność, nazywaną często (ale błędnie) sarosem, zgodnie z którą 223 miesiące synodyczne ($6585\frac{1}{3}$ dnia = 18,03 roku) \cong 242 miesiącom

smoczym \cong 239 miesiącom anomalistycznym; po upływie tego okresu zaćmienia powtarzają się mniej więcej w tej samej okolicy o tej samej porze dnia, można więc je było w miarę dokładnie przewidywać.

Badanie podobnych współmierności w ruchach planet przyczyniło się do powstania idei tzw. wielkiego roku, czyli bardzo długiego, ale skończonego okresu, po którym planety powrócą do wspólnego punktu startowego, z jakiego wyruszyły na początku świata. W krótszej perspektywie natomiast pozwalało to na wyliczanie horoskopów, od V w. p.n.e. coraz częściej powstających na zamówienie nie tylko władców, ale i zwykłych obywateli.

W tym samym mniej więcej okresie wprowadzono również do użytku kalendarzowego 19-letni cykl, obejmujący 235 miesięcy synodycznych. Warto ponadto zauważyć, że astronomia babilońska aż do końca posługiwała się pojęciem roku gwiazdowego, a nie zwrotnikowego, z uwagi na związanie układu współrzędnych z konkretnymi gwiazdami. Wprawdzie co pewien czas Babilończycy gwiazdy te byli zmuszeni zmieniać, jednakże nie ma świadectw, by zaowocowało to powstaniem jakiegokolwiek ogólnej teorii precesji.

Robert M. Sadowski

**

Historia poznawania Wszechświata. Starożytność. Grecja starożytna

Najdawniejszą relacją o wiedzy astronomicznej Greków są *Prace i dni* Hezjoda, opisujące cykl prac rolniczych w zależności od położenia Słońca i gwiazd. Taka „neolityczna” astronomia jest udziałem większości ludów, w Grecji jednak, a właściwie w jej azjatyckiej kolonii Milecie, już w VI w. p.n.e. pojawiają się również myśliciele, tacy jak Tales, Anaksymander i Anaksymenes, którzy usiłują stworzyć ogólne koncepcje budowy Wszechświata na podstawie logicznego rozumowania, choć ich założenia nie zawsze wspierają się na solidnej obserwacji rzeczywistości.

Podobny charakter noszą również nieco późniejsze spekulacje Pitagorasa, dla którego zasadą wszechrzeczy były liczby, przy czym Wszechświatowi przypisywał najdoskonalszą z nich, czyli 10 (bo jest ona sumą pierwszych czterech liczb). Przez analogię do proporcji interwałów muzycznych dopatrywał się on również w świecie harmonii i dysharmonii pomiędzy jego elementami. Także i sam Pitagoras albo jego uczniowie opracowali model świata, w którym centralny ogień okrążają wszystkie ciała niebieskie, łącznie ze Słońcem, przy czym Ziemia miała w nim bliźniaczą Przeciwiemię, kryjącą się z drugiej strony centrum. Choć poglądy te szybko się zestarzały, pitagorejski mistycyzm liczbowy wraz z teorią harmonii świata przetrwał próbę czasu niemal do dziś. Co ważniejsze jednak, Pitagorasa, tak jak i pozostałych uczonych greckich, cechuje dążność do konstruowania coraz to doskonalszych geometrycznych modeli świata, co zdecydowanie różni ich od Babilończyków, którzy, pomimo wyrafinowania matematycznego, w sprawach kosmologii nie poczynili żadnych postępów, pozostawiając te sprawy religii.

Dalsze dzieje tego procesu wiążą się z upowszechnieniem pojęcia sfery niebieskiej oraz odkryciem kulistości Ziemi (co przypisuje się Parmenidesowi). To znaczenie formy kulistej, już przez pitagorejczyków uważanej za najdoskonalszą z brył, każe Platonowi opisywać Wszechświat jako kulę, w której wokół Ziemi krążą planety. Ten

alegoryczny obraz ukonkretnił jego uczeń Eudoksos z Knidos, konstruując model koncentrycznych, obracających się ruchem jednostajnym sfer o środku w Ziemi. Oczywiście, dla wyjaśnienia odchyłeń płaszczyzn obiegu planet i ich ruchów wstecznych trzeba było wprowadzać sfery dodatkowe — początkowo było ich 26, ale Kallipos, a za nim Arystoteles powiększyli ich liczbę do 55. Zgodnie ze swym mechanicystycznym widzeniem świata Arystoteles ponadto uznał, że każda z tych sfer musi mieć własną przyczynę ruchu; w późniejszych wiekach te (boskie?) siły nosiły często miano „inteligencji” lub „aniołów-poruszycieli”.

Arystoteles wprowadził też podział świata na sferę podksiężycową, konstytuowaną przez cztery elementy: ziemię, ogień, wodę i powietrze (w której umieścił oprócz zjawisk meteorologicznych także meteory i komety) oraz położone na zewnątrz niebios, których wyłącznym składnikiem był eter (*aithir*), nazywany potem często kwintesencją (*quinta essentia*), czyli piątym elementem.

Warto tu również wspomnieć o dwóch oryginalnych koncepcjach budowy Wszechświata z czasów mniej więcej współczesnych Arystotelesowi. Autorem pierwszej z nich był Heraklides, który uważał że Ziemia obraca się wokół osi, a Merkury i Wenus okrążają nie Ziemię, lecz Słońce (por. system T. Brahego), drugiej zaś — Arystarch z Samos, twórca prawdziwej teorii heliocentrycznej. Wprawdzie poglądy tych astronomów nie zyskały uznania (Arystarcha poparł w pół wieku później Seleukos z Seleucji, ale też bez powodzenia), imię Arystarcha nie zostało jednak zapomniane, był on bowiem poza tym wynalazcą niezwykle popularnego typu zegara słonecznego, zwanego *skafe*, w kształcie czaszy, odpowiadającej ćwierci sfery.

Wśród osiągnięć wczesnej astronomii greckiej trzeba też wymienić reformatorów kalendarza. Początkowo interkalacje miesięcy prowadzono dość dowolnie w razie potrzeby, a ok. 520 p.n.e. Kleostrates z Tenedos wprowadził cykl 8-letni (oktaeterydę), odpowiadający 99 miesiącom synodycznym, którego do dziś istniejącym śladem jest tradycja odbywania igrzysk olimpijskich co 4 lata. Zaniedbania w interkalacji trwały jednak nadal, w związku z czym w 432 p.n.e. ateński astronom Meton i jego uczeń zaproponowali wykorzystanie cyklu, noszącego dziś jego imię (19 lat = 235 miesięcy synodycznych = 6940 dni). Co prawda, w tym samym czasie cykl ten był już prawdopodobnie znany w Babilonii, ale nie ma dowodów, że Meton stamtąd właśnie czerpał inspirację. Mniej więcej sto lat później Kallipos opracował nowy cykl 76-letni, który był po prostu czterokrotnością cyklu Metona, skróconą o jeden dzień (do 27 759 dni), reformy te jednak nawet jeśli weszły do użytku cywilnego, to na bardzo krótko, i posługiwali się nimi niemal wyłącznie sami astronomowie.

Robert M. Sadowski

**

Historia poznawania Wszechświata. Starożytność. Cywilizacja hellenistyczna i Rzym cesarski

Powstanie imperium Aleksandra Wielkiego stanowiło przełom nie tylko w historii politycznej, ale i w dziejach astronomii. Wprawdzie już wcześniej jego terytorium przez około 200 lat było zjednoczone pod panowaniem perskim i pewne idee wędrowały np. z Mezopotamii na wschód (Indie), a także na zachód (m.in. do Egiptu i Grecji), jednakże dopiero narzucenie wspólnego języka i niezwykła mobilność Greków zapoczątkowały wymianę kulturową na szeroką skalę, choć nie zawsze jej przepływ był równie intensywny w obie strony. Uczni greccy z pewnością przyjęli ze

Wschodu wiele pomysłów i narzędzi, jak np. zodiak czy sześćdziesiątkowy podział kątów, niemniej jednak przy konstruowaniu modeli ruchów planet kontynuowali swą własną tradycję.

Tak było w wypadku Apoloniusza z Pergii, znanego w dziejach matematyki z badań nad krzywymi stożkowymi. Zamiast homocentrycznych sfer Eudoksosa wprowadził on kołowe orbity geocentryczne (deferenty), po których dopiero biegły środki mniejszych okręgów, tzw. epicykli, zakreślanych przez planety. Dobierając odpowiednio stosunek prędkości kątowej środka epicyklu i jego obrotu można było dowolnie modelować ruchy proste i wsteczne. Warto zauważyć, że konstrukcja ta jest geometrycznie równoważna ruchowi planety po kole bez epicyklu, którego środek zatacza jednak wokół Ziemi koło tej samej wielkości, co epicykl; jego promień w tym wypadku nazywamy mimośrodem, a całą orbitę kołem mimośrodowym.

W odróżnieniu od Apoloniusza, działający w połowie II w. p.n.e. Hipparch z Nikei był już doskonałym reprezentantem połączenia tradycji wschodniej i greckiej, prócz zdolności geometrycznych bowiem wyróżniał się on umiejętnością prowadzenia systematycznych obserwacji i wyciągania z nich przemyślanych wniosków. Lista jego dokonań jest długa — do teorii ruchu Księżyca wprowadził poprawkę, zwaną anomalią, dzięki czemu mógł dokładniej przewidywać zaćmienia, a także dokonał pierwszej, stosunkowo dokładnej, oceny jego odległości od Ziemi z pomiaru paralaksy horyzontalnej. Choć podobna procedura w odniesieniu do Słońca przyniosła znacznie gorszy rezultat, to jednak, w połączeniu z nieco wcześniejszym pomiarem obwodu Ziemi, przeprowadzonym przez Eratostenesa, astronomowie uzyskali dzięki temu w miarę realny obraz rzeczywistych rozmiarów Układu Słonecznego.

Hipparch zestawiał również obszerny katalog gwiazd, a porównując ich pozycje z wcześniejszymi danymi stwierdził, że ich długości ekliptyczne (liczone od ustalonego punktu, zwanego punktem równonocy wiosennej lub punktem Barana, a nie od jakiegokolwiek gwiazdy odniesienia) systematycznie rosną, stał się więc odkrywcą ruchu precesyjnego, którego górną granicę ocenił zdumiewająco trafnie na $1^\circ/100$ lat (zjawisko to aż do czasów Kopernika nosiło nazwę ruchu ósmej sfery, czyli sfery gwiazd stałych). Ponadto najprawdopodobniej to Hipparch wynalazł konstrukcję rzutu stereograficznego sfery na płaszczyznę (jego cechą szczególną jest to, że przeprowadza okręgi w okręgi) i na jego podstawie zbudował pierwsze astrolabium płaskie, choć może tylko podał nań przepis. Jest to przyrząd o kluczowym znaczeniu w historii astronomii, używano go bowiem przez bez mała 2000 lat. Jego współczesnym odpowiednikiem jest powszechnie znana obrotowa mapa nieba, jednak typowe astrolabium miało ponadto przeziernik do prowadzenia obserwacji oraz tablice pomocnicze, zawierające m.in. zestawienie cięciw kolejnych kątów (czyli sinusów ich połówek); wprowadzenie tych początków trygonometrii zawdzięczamy również Hipparchowi. Trzeba wspomnieć, że wymyślił on jeszcze superdokładny kalendarz na bazie cyklu 304 lat, który jednak nigdy nie wszedł do użytku.

Po Hipparchu przez długi czas nie pojawił się żaden astronom w dzisiejszym rozumieniu sensu tego słowa, jednocześnie obserwujemy lawinowy wręcz rozwój astrologii. Indywidualne horoskopy zaczynają powstawać w Mezopotamii już co najmniej w V w. p.n.e., a proces ten kojarzony jest z postępującą astralizacją religii późnobabilońskiej, czyli uznawaniem planet już nie za atrybuty czy też hipostazy

bóstw, lecz po prostu za samych bogów, decydujących osobiście o losie każdego człowieka z osobna, do czego dołącza się perskiego pochodzenia wiara w boską naturę czasu.

O boskim charakterze ciał niebieskich wspomina już Platon (m.in. w *Timajosie*), a od przełomu IV/III w. p.n.e. poglądy takie upowszechniają się za sprawą publikacji *Babiloniaków*, dzieła Berossosa, chaldejskiego kapłana boga Baala, który wyemigrował do Antiochii i szerzył stamtąd wiedzę o astrologii, w czym zapewne miał wielu naśladowców. Ideologiczną podbudowę astrologii dawała także popularna w tym czasie filozofia stoików, głosząca istnienie sieci wzajemnych powiązań pomiędzy sprawami nieba i ziemi. Stoicy uważali ponadto, że przyczyną potopu była koniunkcja wszystkich planet w Koziorożcu, a podobny układ w Raku spowoduje pożar powszechny, po którym świat się odrodzi na nowo w takim samym kształcie, a nawet z tymi samymi ludźmi. Okres ten, nazywany Wielkim Rokiem, bywał wyliczany wielokrotnie już w starożytności, a jego długość wahała się pomiędzy 300 000 a 17 503 200 lat! Często mylono go zresztą z tzw. rokiem platońskim (z uwagi na wzmiankę w *Timajosie*), czyli okresem obiegu punktu równonocy wiosennej wokół równika, który wynosi około 25 000 lat.

W hellenizowanym Egipcie w tej samej epoce rodzi się nurt hermetyzmu, opartego na wierze w synkretyczne bóstwo, Hermesa Trismegistosa, patrona i nauczyciela magii, astrologii i alchemii. Największym wkładem Egiptu w warsztat astrologiczny była koncepcja dekanów, które zmieniły wcześniejszy charakter, stając się teraz patronami 10-stopniowych odcinków zodiaku.

Spośród innych ówczesnych religii astralnych warto wymienić jeszcze mitraizm, którego główny bóg — Mitra brał wprawdzie rodowód z wcześniejszych wierzeń perskich, na przełomie er jednak został umieszczony w całkowicie nowym, rzecz można astronomicznym kontekście. Otóż centralne dla tej religii przedstawienie tauroktomii, czyli scena zabicia byka przez Mitrę, daje się odczytać jako obraz nieba wcześniejszy o 2000 lat, a ponieważ skądinąd nic nie wiadomo o tak starożytnym rodowodzie mitraizmu, jedynym wytłumaczeniem może być dobra znajomość i zręczne wykorzystanie świeżej podówczas wiedzy o precesji. Religia ta i jej wariant w postaci kultu Sol Invictus (Słońca Niezwycięzonego) miały swój okres wznoszenia i upadku w Cesarstwie Rzymskim, pozostawiając w spadku chrześcijaństwu datę ich głównego święta, przypadającego na 25 grudnia, czyli przesilenie zimowe, jako umowny termin Bożego Narodzenia.

Oczywiście, względne osłabienie naukowego nurtu astronomii nie oznacza, że tego rodzaju uczonych nie było wcale — po prostu brak było utalentowanych jednostek. Życie naukowe tej epoki skupiało się przede wszystkim w Aleksandrii, gdzie ptolemejscy królowie Egiptu sfinansowali budowę sławnej biblioteki oraz Muzejonu, czyli swego rodzaju akademii, i to właśnie tam powstały koncepcje dwóch ważnych reform kalendarzy — egipskiego i rzymskiego. Wprawdzie obie wprowadzały identyczną średnią długość roku, równą 365,25 dnia, ich historia była jednak odmienna. Pierwszą reformę, polegającą na dodawaniu co 4 lata 6, a nie 5 dni epagomenalnych próbował wprowadzić już w 239 p.n.e. Ptolemeusz III tzw. dekretem z Kanopos, ale spotkał się z oporem egipskich kapłanów i dopiero Oktawian August w 23 p.n.e. odniósł sukces, ustanawiając oficjalnie ten kalendarz, zwany aleksandryjskim.

Druga reforma, która przyniosła w efekcie opracowany przez astronoma Sosigenesa kalendarz zwany juliańskim, była dziełem Juliusza Cezara. Dotychczasowy kalendarz rzymski wymagał częstych interkalacji, wprowadzanych dość dowolnie przez kapłanów-pontyfików, co stwarzało warunki do nadużyć i błędów (w 46 p.n.e. kalendarz spieszyl się już o 3 miesiące względem pór roku), trzeba więc było działać radykalnie. W celu uzgodnienia rachuby kalendarzowej z rzeczywistym biegiem czasu rok 46 p.n.e. przedłużono do 445 dni, a następnie wprowadzono regułę interkalacji, którą jednak stosowano błędnie, tak że dopiero od roku 8 n.e. mechanizm kalendarza zaczął funkcjonować regularnie.

Na przełomie I/II w. n.e. w Aleksandrii działał Klaudiusz Ptolemeusz, być może najwybitniejszy, a z pewnością najbardziej znany astronom antyczny. O jego życiu nie wiadomo praktycznie nic, jego dzieła jednak zachowały się w licznych tłumaczeniach, a wiele innych próbowano mu przypisać, co też poniekąd świadczy o jego sławie. Zasłużył sobie na nią przede wszystkim księgą, która początkowo zwała się po prostu *Mathematike syntaksis* („Traktat matematyczny”), potem zaś stała się *Megiste syntaksis* („Wielkim traktatem”), od czego Arabowie ukuli nazwę *Almagest*, i tak już pozostało. Jest to kompletny wykład geocentrycznej teorii budowy Wszechświata (czyli właściwie Układu Słonecznego), w dużej mierze oparty na wcześniejszych ustaleniach Hipparcha, lecz w wielu istotnych miejscach udoskonalonej. I tak do poprawek do średniego ruchu Słońca włączył on nie tylko anomalie mimośrodową (uwzględniającą ekscentryczność jego orbity), ale i czynnik, wynikający z nachylenia ekliptyki do równika, co dało w efekcie znane do dziś równanie czasu.

W teorii Księżyca Ptolemeusz dodał nową funkcję, opisującą zmienność jego ruchu, zwaną ewekcją oraz uwzględnił nachylenie płaszczyzny jego orbity do ekliptyki, co znacznie poprawiło dokładność wyznaczania momentów zaćmień (w tym i całkowitych zaćmień Słońca, ale nie granic geograficznych ich cienia, ten bowiem problem rozwiązano dopiero w XVII w.), a jednocześnie pominął milczeniem to, że w jego modelu widome rozmiary tarczy Księżyca powinny zmieniać się niemal dwukrotnie!

Dla planet wprowadził on dość sztuczną konstrukcję ekwantu, czyli koła, po którym (a nie po deferencie) środek epicyklu poruszał się ruchem jednostajnym, przy czym dla Merkurego wymyślił deferent o kształcie wydłużonego i lekko przewężonego w środku owalu. Oczywiście, przy opisie gwiazd stałych Ptolemeusz uwzględnił precesję, zarówno w swym modelu, jak i dołączonym doń katalogu. Niezbędnym uzupełnieniem *Almagestu* były *Tablice podręczne*, które nawet bez znajomości teorii pozwalały wyliczać pozycje ciał niebieskich w dowolnych momentach. Nic dziwnego, że tak kompletne dzieło przez mniej więcej 1500 lat pozostawało kanonem wiedzy astronomicznej, utrwalając geocentryczny model świata. Jakby tego nie było dość, Ptolemeusz stał się również autorytetem w dziedzinie astrologii, napisał on bowiem tzw. *Tetrabiblos* („Czworoksiąg”), w którym wyłożył zasady tej sztuki, starając się jednocześnie w charakterystyczny dla siebie sposób nadać jej w miarę racjonalistyczny charakter.

W późniejszych wiekach nie przejmowano się wprawdzie zbyt dochowaniem wierności podejściu Ptolemeusza, przypisując mu mnóstwo twierdzeń, jakie z

pewnością by odrzucił, niemniej jednak świadczyło to przynajmniej o jego nieustającym autorytecie.

Po Ptolemeuszu astronomia antyczna nie miała już równie oryginalnego przedstawiciela i większość powstających później prac to tylko komentarze do jego dzieła. *Almagest* i kilka innych jego książek dość szybko przetłumaczono na syryjski i perski, brak było natomiast tłumaczenia łacińskiego. W Cesarstwie Rzymskim na plan pierwszy wysuwała się astrologia, widoczna zarówno w życiu codziennym, jak i w monumentalnych budowlach (np. Panteon czy też Pole Marsowe z obeliskiem jako gnomonem wielkiego zegara słonecznego). Astrologicznym celom służył zapewne i sławny instrument z Antykity (I w. p.n.e.) — swego rodzaju mechaniczne planetarium do szybkiego obliczania horoskopów. W astrologii zresztą przewagę nad racjonalnym podejściem Ptolemeusza szybko zdobył nurt tzw. egipski, czyli związany z magią. Istotnym czynnikiem, jaki pojawił się na scenie późnego Cesarstwa, było również rosnące w siłę chrześcijaństwo.

Chrześcijanie byli z reguły niechętnie nastawieni do wszelkiej magii i astrologii, choć zdarzały się wypadki spektakularnych nawróceń (przykładem takiej zmiany poglądów jeszcze w V w. może być niejaki Firmicus Maternus, początkowo uznany astrolog, a może nawet kapłan jakiejś religii astralnej, po nawróceniu zaś gorliwy chrześcijanin i autor traktatu o błędach pogaństwa), natomiast dużym zainteresowaniem cieszyły się wśród nich problemy chronologii i kalendarza, zarówno z powodu oczekiwanego rychłego końca świata, jak i ważnej kwestii ustalenia daty obchodów Wielkanocy. Znamienne, że Kościół chrześcijański przejął w spadku po Cesarstwie nie tylko kalendarz juliański, ale i 7-dniowy tydzień astrologiczny (planetarny), wywodzący się zresztą pierwotnie z tradycji żydowskiej.

Robert M. Sadowski

**

Historia poznawania Wszechświata. Starożytność. Inne kultury (Indie, Chiny i Daleki Wschód, prekolumbijskie kultury Ameryki)

Wczesna, tzw. wedyjska astronomia indyjska nie różniła się poziomem od początków astronomii egipskiej lub babilońskiej, wyróżniała ją jednak stosowanie tzw. nakszatr (domów księżycowych), czyli układu 27 lub 28 odcinków, na jakie dzielono trasę orbity Księżyca w trakcie miesiąca gwiazdowego (syderycznego). Ponieważ nakszatry tworzyły właściwie nie tyle odcinki, co zawarte w wyznaczonych przez nie sektorach sfery niebieskiej gwiazdy okołoekliptyczne, stanowiły one coś w rodzaju zodiaku księżycowego.

Okolo V/IV w. p.n.e. docierają do Indii za pośrednictwem Persji wpływy astronomii babilońskiej, wyrażające się m.in. we wprowadzeniu astronomicznej, lunarnej jednostki czasu *tithi* oraz zegara wodnego i gnomonu, natomiast poczynając mniej więcej od II w. Hindusi zapoznają się z osiągnięciami astronomii greckiej, który to dorobek został zebrany w VI w. w traktacie pt. *Pañczasiddhantika* przez astronoma i astrologa o imieniu Varahamihira.

Działalność współczesnego mu Aryabhaty i nieco późniejszego Bhaskary wniosła wiele udoskonaleń technicznych i obliczeniowych (m.in. wprowadzenie funkcji sinus, a nie cięciwy kąta), ani oni jednak, ani ich następcy nie wykroczyli nigdy sami poza ramy tego modelu, a dzieło Ptolemeusza poznano w Indiach dopiero w XVIII w. Charakterystyczne dla astronomii indyjskiej niezwykle długie okresy, zwane yugami,

mają również rodowód babiloński, są bowiem zawsze tworzone na bazie liczby 60 (np. *kaliyuga* = 432 000 lat = $3 \cdot 60^3$ lat = „wielki rok” Berossosa), uzyskując tu ponadto niezwykle bogate otoczenie symboliczne. Łatwo przyjęła się również w Indiach astrologia grecka, uzupełniona elementami pochodzenia miejscowego, jak np. włączenie do planet węzłów orbity Księżyca, *Rahu* i *Ketu*.

W bardziej od Indii izolowanych, a zarazem przeważnie tworzących zwarty organizm państwowy Chinach astronomia dość wcześnie uzyskała status podobny jak w Mezopotamii. Astronomowie, a właściwie astrolodzy i wróżbici, tworzyli korpus urzędników cesarskich (uprawianie astronomii poza nim było z reguły zabronione) z wszystkimi wadami i zaletami tej sytuacji. Najważniejszą ich funkcją była dbałość o kalendarz (każda dynastia musiała mieć nowy, co nie znaczy, że radykalnie odmienny) oraz stała obserwacja nieba w poszukiwaniu omenów. Siłą rzeczy wiedza astronomów w ten sposób rosła, nie zaowocowało to jednak nigdy powstaniem jakichkolwiek modeli teoretycznych na wzór grecki. Niemniej Chińczycy dysponowali archiwami, zawierającymi mnóstwo faktów o zjawiskach takich, jak komety czy meteory, a nawet supernowe.

Oczywiście, chińskie widzenie nieba miało swoje osobliwości, jak choćby początkowe koncentrowanie uwagi na gwiazdach okołobiegunowych i równikowych, a także samo ich grupowanie w gwiazdozbiory, które były liczne, a w związku z tym małe, co ułatwiało orientację bez posilkowania się układem współrzędnych. Podobnie jak Hindusi, Chińczycy od dawna wyróżniali też 28 domów księżycowych. Mniej więcej na przełomie er ustala się pogląd o sferycznym kształcie nieba, a wkrótce potem i ustalenie pojęcia ekliptyki, dzielonej zgodnie ze średnim tempem ruchu Słońca na 365,25 „stopnia”.

Instrumentarium astronomiczne nie było zbyt urozmaicone — oprócz zegarów słonecznych, wodnych i ogniowych używano gnomonów (niekiedy w postaci wysokich ceglanych wież) oraz sfer armilarnych, też czasami wielkich rozmiarów. Niewątpliwym sukcesem chińskiej wynalazczości był astronomiczny zegar mechaniczny z wychwytem, napędzany wodą, który powstał pod koniec XI w., jego konstrukcja jednak nie została upowszechniona.

Ważnym, bo istniejącym do dnia dzisiejszego, produktem chińskiej astronomii jest tradycyjny kalendarz księżycowy (a właściwie słoneczno-księżycowy), którego podstawą jest 12-letni cykl tzw. „zwierzęcego zodiaku jowiszowego” w kombinacji z cyklami 5-, 10-, 19- i 60-letnimi. Dzięki nieprzerwanemu od co najmniej 2000 lat stosowaniu umożliwia on dokładną periodyzację dziejów Chin. Kalendarz ten upowszechnił się z lokalnymi odmianami w większości krajów Dalekiego Wschodu, pozostających pod wpływem chińskiej kultury. W późniejszych czasach chińska astronomia popadła w stagnację, a kiedy w XVII w. pojawiły się w Chinach misje jezuickie, ich uczeni (m.in. pochodzący ze Lwowa M. Boim) wprowadzali już nowe, europejskie metody i pojęcia.

Astronomii prekolumbijskich ludów Ameryki możemy tu poświęcić jedynie wzmiankę. Jej charakterystyczną cechą, szczególnie widoczną u mieszkańców tzw. Mezoameryki, była wybitna rola Wenus, równa co najmniej znaczeniu Słońca i Księżyca. Szeroko na tym terenie stosowany system kalendarzowy miał dość skomplikowaną strukturę, jego 52-letni cykl tworzyły bowiem dwa zazębiające się

podcykle: jeden to 365-dniowy *haab/uayeb*, dzielący się na 18 miesięcy i 5 dni feralnych, drugi zaś stanowił 260-dniowy *tzolkin* o 13 ponumerowanych sekwencjach 20 dni. W systemie tym każdy z dni miał swoją nazwę od miejsca w obu podcyklach, która w ciągu 52 lat występowała tylko jeden raz. W ten sposób dochodzono do bardzo ścisłego skorelowania rachuby słonecznej ze 104-letnim cyklem Wenus, ponadto zaś Majowie w tzw. okresie klasycznym (III–X w.) posługiwali się tzw. długą rachubą, czyli systemem ciągłego odliczania czasu od pewnej ustalonej daty 11 sierpnia 3114 p.n.e.), później jednak zadowalano się chronologią, sięgającą tylko około 256 lat. Warto nadmienić, że rolę sygnalizatora interkalacji, w Egipcie i na Bliskim Wschodzie odgrywaną przez Syriusza, tu spełniały z reguły Plejady.

Robert M. Sadowski

**

Historia poznawania Wszechświata. Starożytność. Islam

Zwycięski pochód islamu doprowadził w początkach VIII w. do ponownej unifikacji terytoriów, objętych niegdyś przez cywilizację hellenistyczną, a wymianę kulturową ułatwiało ponowne wprowadzenie jednego języka, tym razem arabskiego. Rozkwitający po okresie zamieszek i wojen kalifat Abbasydów stwarzał idealne warunki pracy uczonym — i rzeczywiście, właśnie wtedy obserwujemy gwałtowny wzrost aktywności naukowej. Początkowo biorą w nim udział głównie przedstawiciele ludów podporządkowanych, takich jak Żydzi, Persowie czy też Syryjczycy, a w szczególności Sabejczycy z Harranu w północnej Mezopotamii, którzy aż do X w. kultywowali u siebie starą religię astralną. Nowi władcy domagali się przede wszystkim źródeł pisanych w swym własnym języku, dzięki więc działalności przekładowej zostały uratowane dla potomności liczne, w oryginale dziś zaginione dzieła starożytności, a wśród nich również m.in. spuścizna Ptolemeusza.

Zanim to jednak nastąpiło, już w końcu VIII w. dwaj astronomowie — Pers Al Fazari i Żyd Ibn Tarik — udostępnił Arabom hinduski traktat pod nową nazwą *Zidż as-Sindhind*, który nie tylko zapoznał ich z podstawami astronomii, ale i przyczynił się do wprowadzenia hinduskich oznaczeń cyfr (cyfry „arabskie”) oraz metod obliczeniowych, a także upowszechnienia w astrologii systemu domów księżycowych.

Wkrótce potem Abu Ma’szar (Albumasar) napisał podobne dzieło pt. *Zidż al-hazarat*, w którym skompilował, nie zawsze w składny sposób, elementy wiedzy greckiej, indyjskiej oraz perskiej, w tym ostatnim wypadku korzystając z popularnych w okresie Sasanidów *Tablic królewskich*. Samo określenie „zidż” jest w zasadzie wiernym tłumaczeniem pojęcia „tablice” z innych języków, a wzorcem dla nich były *Tablice podręczne* Ptolemeusza, znane w redakcji Teona z Aleksandrii z IV w. Jednakże późniejsze *zidże*, które pisali niemal wszyscy znaczącej astronomowie muzułmańscy, rozrastały się często do rozmiarów sporych podręczników, zawierając także nierzadko poradniki astrologiczne. Taki właśnie charakter miała praca Abu Ma’szara, który propagował w niej m.in. teorię o decydującej roli, jaką odgrywają w dziejach ludzkości koniunkcje Jowisza i Saturna, w czym sekundował mu inny ówczesny astrolog, Masza’allach, znany także jako autor horoskopu na założenie Bagdadu w 762. Powstały w tym mieście pod patronatem kalifów „Dom mądrości” miał jednak osiągnięcia i w dziedzinie czystej astronomii, działali tam bowiem tacy uczeni, jak Al Chuwarizmi, autor niezwykle popularnego *zidżu*, znany jednak bardziej z prac matematycznych (słowo *algorytm* pochodzi od jego nazwiska). Późniejszy o pokolenie Sabejczyk Sabit ibn Kurra zasłynął głównie jako domniemany autor

Traktatu o ruchu ósmej sfery, w którym wyłożono teorię trepidacji, czyli oscylacji punktów równonocy, napisał jednak sam i przełożył kilka innych dzieł (m.in. dał on poprawiony przekład *Almagestu*), a poza tym był protoplastą całej dynastii uczonych. Inny Sabejczyk, Al Battani znany jest przede wszystkim jako doskonały obserwator, który poprawił wartości większości parametrów orbity Słońca. Konstruował on również i udoskonalał swe instrumenty, wśród których wspomnieć należy sferę armilarną (złożony z koncentrycznych pierścieni model układu współrzędnych niebieskich, czyli trójwymiarowe astrolabium), kwadrant murowy i trikwetrum (trzy ruchome listwy, połączone zawiasami, służące do pomiaru współrzędnych horyzontalnych); posługiwał się on także, znaną i z chińskich źródeł, tubą do patrzenia, która nie tylko pozwalała skupić uwagę na jednym punkcie, ale przede wszystkim podwyższała kontrast obrazu dzięki ograniczeniu pola widzenia.

Szczyt rozwoju astronomii arabskiej przypada jednak na wiek X, kiedy to w Bagdadzie działał m.in. As Sufi, twórca *Księgi gwiazd stałych*, czyli atlasu nieba i katalogu, którego ustalenia terminologiczne i rysunki gwiazdozbiorów zachowały po części aktualność po dziś dzień. W tym samym czasie w Kairze działał Ibn Junus, wybitny obserwator i autor niezwykle dokładnych *Tablic Hakemickich*. W Kairze również osiadł oryginalny uczyony Al Hajtham (Alhazen), znany głównie z prac o optyce, które wywarły duży wpływ na Zachodzie. Zawarł w nich ostrą krytykę teorii Ptolemeusza, choć nie potrafił sam zaproponować lepszych rozwiązań.

Rozbicie polityczne na Wschodzie w następnych wiekach nie sprzyjało zawsze pracom naukowym, trzeba jednak wspomnieć o działalności Omara Chajjama, który na przełomie XI i XII w. prowadził przez 18 lat wielkie obserwatorium w pobliżu Isfahanu, a rezultaty tej pracy opublikował w *Tablicach Ilchańskich*. Podobny program przyświecał w 2. połowie XIII w. twórcom obserwatorium w Maradze (na płn.-zach. od Teheranu), którego kierownikiem był Nasir ad-Din at-Tusi, krytyk Ptolemeusza i autor ciekawych konstrukcji geometrycznych (np. tzw. para at-Tusiego, czyli model ruchu oscylacyjnego, wynikającego ze złożenia dwóch ruchów kołowych). Wielkie obserwatoria wznoszono w świecie islamu jeszcze kilkakrotnie (Uług Beg w Samarkandzie w 1420, Ad-Din w Stambule w 1575), jednakże ostatnie, założone w 1740 w Dżajpurze (Indie) przez Jai Singha, choć istnieje do dzisiaj, było już zupełnym anachronizmem.

Zachodni przyczółek islamu w Europie, Hiszpania czyli Al-Andalus, też ma swój ważny rozdział w historii astronomii, aczkolwiek początkowo postępy nauki były tam skromne. Dopiero wraz z powstaniem w X w. emiratu Kordoby nastąpił dłuższy okres spokoju, co od razu sprawiło, że zaczęły powstawać całe szkoły naukowe. Wśród ich adeptów wyróżnia się nazwisko Al-Madżritiego, który przeliczył stare tablice Al-Chuwarizmiego na południk Kordoby, sam stając się nauczycielem całej rzeszy młodszych astronomów. Ich dokonania promieniowały nie tylko na świat islamu, ale i do krajów chrześcijańskich, na terenie Półwyspu Pirenejskiego wzajemne kontakty obu stron były bowiem częste i nie ograniczały się tylko do konfliktów zbrojnych.

W XI w. w Toledo powstał silny ośrodek naukowy, którego wybitnym przedstawicielem był Az-Zarkalli (Arzachel). Włożył on wiele wysiłku w opracowanie matematycznego modelu zjawiska trepidacji, większe zasługi dla astronomii położył jednak jako wynalazca uniwersalnego astrolabium, tzw. *saphea*, ponadto zaś

napisał, a raczej skompilował z różnych źródeł, bardzo popularne *Tablice Toledańskie*.

Znaczną rolę w transferze wiedzy pomiędzy Hiszpanią a resztą Europy odgrywało też tylko powierzchownie zislamizowane środowisko żydowskie, które w XI i XII w. wydało takich uczonych, jak Abraham bar Chijja (Savasorda), autor *Tablic Księżących* czy wędrujący po Zachodniej Europie Abraham ibn Ezra, autor encyklopedii astrologicznej i licznych pomniejszych tablic, a zwłaszcza Mosze ben Majmon (Majmonides), którego *Hilchot Kiddusz* („Przepisy świętowania nowiu Księżyca”) są wzorem staranności obliczeniowej, a znane powszechnie w Europie dzieło *Przewodnik zbląkanego* przyczyniło się do recepcji arystotelizmu.

Oprócz powszechnych problemów dociekań, astronomowie arabscy wiele starań wkładali w rozwiązywanie dwóch zagadnień, specyficznych dla tego kręgu kulturowego, a mianowicie określania tzw. *qibli*, czyli kierunku do Mekki z dowolnego punktu na Ziemi oraz wyznaczanie godzin modlitwy. Ściśle księżycowy kalendarz muzułmański, wprowadzony już w VII w., opierał się na 30-letnim cyklu z 11-krotną interkalacją dodatkowego miesiąca. Podobnie jak w kalendarzu żydowskim, początek miesiąca liczono w nim od momentu pierwszej widoczności sierpa Księżyca po nowiu, co wiązało się z trudnymi obliczeniami. Z innych astronomicznych osiągnięć Arabów warto odnotować rozwój ich metod nawigacyjnych.

Robert M. Sadowski

**

Historia poznawania Wszechświata. Średniowiecze

Astronomia w Europie w epoce upadku Cesarstwa Rzymskiego przeżyła głęboki kryzys. Rozdrobnienie terytorialne, a przede wszystkim zubożenie ludności i brak szerszego dostępu do edukacji nie dawało bodźca do zajmowania się tak odległymi tematami. Co gorsza, jedyna praktycznie wykształcona warstwa, a mianowicie kler świecki i zakonny, z reguły też nie odczuwała potrzeby pogłębionych studiów, na większość pytań znajdując odpowiedź w Piśmie. Niemniej Kościół sięgał czasami po pomoc astronomii, szczególnie w kłopotliwej sprawie ustalenia metody wyznaczania daty Wielkanocy.

Po licznych i zaciętych sporach zagadnienie to rozstrzygnął ostatecznie w VI w. Dionizy Mały, tworząc kanon oparty na znanym już wcześniej 532-letnim cyklu, łączącym w sobie cykl Metona z 28-letnim cyklem dni tygodnia w roku juliańskim. Kanon ten nie od razu jednak został zaakceptowany we wszystkich krajach, a jego upowszechnienie w VII w. było zasługą głównie encyklopedysty Izydora z Sewilli oraz angielskiego opata z Jarrow, Bedy zwanego Czcigodnym. Dzieła obu tych autorów były niezwykle popularne przez całe średniowiecze, dzięki czemu rozpowszechnił się również, propagowany przez Bedę, system datowania „od narodzenia Chrystusa” (wprowadzony również przez Dionizego). Nie była to tyle astronomia, co system chronologiczny, nazywany z łaciny *computus*.

Kłopotliwy dla Kościoła był również problem kulistego kształtu Ziemi, kłócił się on bowiem z biblijnym opisem świata, ostatecznie jednak, wraz z recepcją neoplatonizmu za pośrednictwem św. Augustyna i arystotelizmu w wersji Boecjusza, chrześcijaństwo pogodziło się z tym faktem, co również ma odzwierciedlenie w dziele Bedy. W związku z zanikiem znajomości greki chrześcijański Zachód pozostał skazany na te źródła, które były dostępne po łacinie i dlatego też brak było

znajomości *Almagestu*, a jednocześnie na plan pierwszy wybijały się dzieła drugorzędne, takie jak *Komentarz do „Snu Scypiona”* Makrobiusza oraz *Zaślubiny Merkurego z Filologią*, które napisał Martianus Capella. W średniowiecznym systemie edukacyjnym siedmiu nauk wyzwolonych (*trivium* i *quadrivium*) teksty te używane były zarówno jako czytanki do nauki łaciny, jak i podręczniki kosmologii, choć wiedza astronomiczna została w nich przedstawiona w alegoryczny i mocno niedoskonały sposób. Wprawdzie grecka spuścizna antyku zachowała się w dużej mierze w Bizancjum, przez długi czas była ona jedynie przedmiotem komentarzy, a nie inspiracją do dalszych badań, a krótkotrwały tzw. renesans Paleologów w XIV/XV w. należy już do innej epoki.

Oczywiście, nawet we wczesnym średniowieczu pewna wiedza o pomiarze czasu była niezbędna, choćby w klasztorach dla odprawiania modlitw (*hora canonica*), konstruowano więc obok wodnych również i słoneczne zegary, ale były one bez porównania prymitywniejsze od rzymskich czy arabskich.

Początki ożywienia na przełomie X/XI w. można łączyć z działalnością Gerberta z Aurillac (późniejszego papieża Sylwestra II), który przez swój pobyt w klasztorze w Ripoll w Katalonii zaznajomił się z osiągnięciami nauki arabskiej, rozpowszechniając następnie tę wiedzę (m.in. o sztuce konstruowania astrolabiów) ze swej rzymskiej siedziby. Zapoczątkowało to praktykę podobnych podróży, zresztą w obie strony, której nie przerwała nawet I wyprawa krzyżowa, która zresztą dodatkowo jeszcze nasiliła kontakty Zachodu z islamem. Dzięki temu właśnie już w XII w. przetłumaczono wreszcie *Almagest* na łacinę, długo jednak nie cieszył się on popularnością z uwagi na trudność wykładu i dlatego też częściej wybierano jego „streszczenie” autorstwa Al Farghaniego (IX w.), w którym propagował on ideę ciasno przystających do siebie kryształowych sfer planetarnych. Uzupełnione arystotelesowskim *O niebie* oraz tłumaczonymi z arabskiego podręcznikami astrologii, były to podstawowe lektury astronomiczne na powstających coraz liczniej od XII/XIII w. uniwersytetach.

W początkach XIII w. zestaw ten uzupełniło bardzo popularne, ale raczej elementarne dzieło *O sferze* Jana Sacrobosco, jednakże już od połowy XIII w. ich liczba zaczęła gwałtownie wzrastać dzięki działalności założonej z inspiracji arcybiskupa i króla Kastylji, Alfonsa X Mądryego, w świeżo odbitym od Arabów Toledo szkoły tłumaczy. Szczególną sławę zdobyło sobie całkiem nowe opracowanie *Tablic Toledańskich*, które pod nazwą *Tablic Alfonsyńskich* miały na dwa następne stulecia zdominować europejską astronomię.

Rolę uniwersyteckiej astronomii dobitnie podkreśliło uznanie przez Tomasza z Akwinu arystotelesowskiej kosmologii za podstawę jego *Summa theologiae*, przyjętej jako oficjalna nauka Kościoła. Nie ułatwiało to sytuacji w wypadku podjęcia prób jej zakwestionowania i dlatego też wielu uczonych wolało pograżać się w jałowych, „scholastycznych” dysputach, byli jednak i tacy, którzy przedkładali nad te zajęcia obserwacje, jak William z Saint Cloud lub też konstruowanie nowych instrumentów, jak np. Peter Nightingale, wynalazca prostego ekwatorium, czyli swego rodzaju okrągłego suwaka o wielu tarczach do obliczania położenia ciał niebieskich. Największy taki przyrząd, który miał ponad 60 skal, zwany albionem („all by one” czyli „wszystko w jednym”), skonstruował oksfordzki astronom Ryszard z Wallingfordu, poza tym również twórca pierwszego (już nieistniejącego) astronomicznego zegara z

wychwytem mechanicznym w opactwie Saint Albans. Krytyką systemu Ptolemeusza zajmowali się nieliczni, do których należy przede wszystkim Henryk z Langensteinu (Hesja), zarzucający mu niepotrzebne komplikacje i wprowadzanie pojęć niefizycznych.

Warto tu może wspomnieć też o wielkich poetach tej epoki, dla których astronomia stała się natchnieniem, G. Chaucer bowiem napisał wierszowany *Traktat o astrolabium*, Dante zaś materiał do swej *Boskiej komedii* czerpał wprost z lektur „szkolnych”, czyli przede wszystkim Makrobiusza.

Robert M. Sadowski

**

Historia poznawania Wszechświata. Czasy nowożytne

Późne średniowiecze i renesans. Znaczna część XV w. w Europie pozostawała pod dominacją dwóch astronomów, Georga Peurbacha i Johannesu Muellera, zwanego Regiomontanusem. Peurbach działał głównie na terenach Austrii i Węgier, a jego najbardziej znanymi dziełami były *Nowe teorie planetarne*, wbrew nazwie zbiór nie nowych, lecz właśnie starych teorii, oraz *Tablice zaćmień*.

Regiomontanus odznaczył się szczególnie jako wykładowca i wydawca, wydał bowiem drukiem pracę Peurbacha, do której dołączył własny almanach na lata 1474–1506, którego egzemplarzem posługiwał się Kolumb w trakcie swych podróży. Opublikował on również własne *Tablice kierunkowe*, tekst w znacznej części astrologiczny, w którym zaprezentował jakoby nową (a w istocie znaną już Al Battaniemu) metodę obliczania domów horoskopu.

Właśnie w XV w. zaznacza się wyraźny wzrost zainteresowania astrologią, związany niewątpliwie z ideami Odrodzenia, którym sprzyjały idee neoplatońskie, szerzone w Akademii Florenckiej. Choć ani Marsilio Ficino, ani Pico della Mirandola nie byli zdeklarowanymi astrologami, to jednak ogólny klimat zainteresowania wiedzą starożytną, czerpaną m.in. z greckich manuskryptów sprawiał, że dla wielu powagę nauki miała nawet zwyczajna magia, o czym najlepiej świadczy dzieło Corneliusa Agryppy von Nettesheim *De occulta philosophia*. W dziejach astronomii prąd ten zaznaczył się powstaniem teorii o sferach homocentrycznych Girolamo Fracastoro i Giovanniego Amica, stanowiących krok wstecz w stosunku do Ptolemeusza i na szczęście szybko zapomnianych.

W tym czasie Uniwersytet Jagielloński był jednym z przodujących ośrodków astrologicznych w Europie, nie miało to jednak chyba większego wpływu na Mikołaja Kopernika, podobnie jak jego dalsze studia we Włoszech, gdzie nawet osobiście zetknął się z Fracastoro. Znaczenie jego *De revolutionibus* nie wymaga tu szerszego opisu, choć może warto zauważyć, że pomimo wielkiego szacunku dla starożytnych najwyższe zaufanie pokładał on jednak w wynikach własnych obserwacji, a jego heliocentryczny system spełnia postulat prostoty, o jaki upominał się wcześniej Henryk z Langensteinu.

Recepcja kopernikanizmu nie przebiegała z początku zbyt gładko, albowiem często traktowano tę teorię tylko jako wygodny wariant obliczeniowy, czego przykładem mogą być *Tablice pruskie* Erazma Reinholda. Zagorzałych popleczników znalazł heliocentryzm w Anglii, gdzie popierał go Thomas Digges, a przede wszystkim William Gilbert, twórca nauki o magnetyzmie. Tycho Brahe odnosił się do dzieła

Kopernika z sympatią, ale i pobłażaniem z powodu jego słabego wyposażenia w instrumenty obserwacyjne. Ponieważ był wręcz obsesyjnie precyzyjny w swych obserwacjach uznał, że ich wyniki dają mu prawo do skonstruowania własnego systemu, w którym Ziemię okrążał Księżyc i Słońce, a wokół Słońca obracały się pozostałe planety. Wprawdzie w układzie tym orbita Marsa najwyraźniej przecinała orbitę Słońca, ale Tycho przeszedł nad tym do porządku dziennego, i w ten sposób wyobrażenie litych, kryształowych sfer planetarnych niepostrzeżenie znikło z pola widzenia astronomii. Zresztą Tycho już wcześniej zlekceważył sfery, umieszczając kometa z 1577 poza orbitą Księżyca, a spostrzeżenie supernowej w 1572 przekonało go o fałszu twierdzenia o niezmienności nieba. Dzięki swym starannym obserwacjom Tycho wykrył ponadto kolejny współczynnik nieregularności ruchu Księżyca, zwany wariacją, przy wszystkich tych zasługach warto jednak pamiętać, że był on także oficjalnym astrologiem duńskiego dworu królewskiego.

Relacja o dziejach astronomii tej epoki nie byłaby jednak pełna, gdyby nie wspomnieć, że 15 X 1582 nastąpiła wreszcie od dawna postulowana reforma kalendarza juliańskiego, dokonana na polecenie papieża Grzegorza XIII przez Alojzego Liliusa i Christophera Claviusa.

Wiek XVII. Umierając, Tycho Brahe przekazał Johannesowi Keplerowi swoje materiały z prośbą o ich opublikowanie. Kepler jednak zwlekał ponad 25 lat, dzięki czemu *Tablice rudołfińskie* stały się niedoścignionym wówczas wzorem dokładności, umożliwiając np. przewidywanie przejścia Wenus lub Merkurego przed tarczą Słońca. Przez ten czas zdołał napisać wiele innych prac, a każda z nich zapewniłaby pamięć niejednemu z pomniejszych astronomów. Trudno je tu wszystkie wymienić, poprzestańmy więc na stwierdzeniu, że dopiero wyprowadzenie jego tzw. III praw ruchu planet stanowiło ostateczne zerwanie z tradycją Ptolemeusza, wprowadzając orbity eliptyczne zamiast idealnych okręgów.

Choć jednak Kepler był niezłym obserwatorem i genialnym matematykiem, to niemal wszystkie jego prace przepaja chęć udowodnienia pewnej mistycznej harmonii w kosmosie. Oczywiście, Kepler był również astrologiem, i to bardzo sprawnym, dla swoich celów jednak stworzył całkiem nową klasę aspektów, które według niego miały ową harmonię konstituować przez oddziaływania o charakterze psychicznym. Ostatecznie jednak to nie ten rys jego działalności sprawił, że ma on poczesne miejsce w historii. Między innymi, Kepler pisał również o prawach optyki, a nawet opracował teoretycznie konstrukcję, zwaną dziś lunetą keplerowską, na jego życie bowiem przypadł moment tej chyba największej rewolucji astronomicznej, jaką jest wynalazek teleskopu.

Marząc o nowej astrologii, Kepler sam zarazem przyłożył rękę do jej klęski, odtąd bowiem astronomia będzie się od niej coraz bardziej oddalać, a miejsce po spekulacjach myślowych zajmą w niej teraz fakty obserwacyjne. Już Galileusz, widząc góry na Księżycu, nie musiał niczego zmyślać. Dostrzeżenie takich nieznanych dotąd obiektów, jak plamy na Słońcu, księżyce Jowisza czy gwiazdy w Drodze Mlecznej dało astronomii status prawdziwie nowoczesnej nauki, którego już nie dała sobie odebrać. Galileusz wyraził to, pisząc *Dialog o dwóch głównych systemach*, co skończyło się dla niego wyrokiem i aresztem domowym. Od tego czasu odkrycia sypały się jedno za drugim, ważniejsze jednak chyba są pierwsze próby ich zastosowań. Serie obserwacji ruchów galileuszowych satelitów Jowisza

wykorzystał G.D. Cassini do opracowania metody wyznaczania czasu z ich względnych pozycji, co pozwalało z niezwykłą dotąd precyzją określać długość geograficzną (na lądzie).

Oczywiście, odkrycia teleskopowe natychmiast pociągnęły za sobą próby konstruowania coraz lepszych narzędzi, te zaś odkrywały przed oczami astronomów nowe, coraz bardziej subtelne zjawiska. Po dostrzeżeniu pierścieni Saturna Cassini odkrył przerwę w nich, a Gassendi mógł obserwować tarczę Merkurego na tle Słońca. Po wynalezieniu mikrometru stało się również możliwe mierzenie kątowych średnic planet, szkopułem jednak był brak informacji o odległości (albo paralaksie) Słońca, bo tylko wtedy można otrzymać ich bezwzględne wartości. W tym celu w 1673 zorganizowano pod kierownictwem J. Richera wyprawę do Cayenne (Gujany Francuskiej) w Ameryce Południowej. Kolejne wyprawy wykorzystywały w tym celu przejścia Wenus przed Słońcem.

Po śmierci Keplera nie znalazł się odpowiedni kandydat do kontynuacji prac nad jego teorią planetarną, a zarzuty wobec przyjętej przez niego zależności siły od odwrotności drugiej potęgi odległości były najczęściej nienaukowej natury. Jakościowy opis sił, działających pomiędzy ciałami niebieskimi próbował dać R. Descartes w swej teorii wirów, ale nie zdołano na tym gruncie osiągnąć żadnych wyników ilościowych. W Anglii większą popularność miała teoria o oddziaływaniu magnetycznym, kiedy jednak w 1664 pojawiły się aż dwie komety, analiza ich ruchów na gruncie tej teorii okazała się niemożliwa. Wtedy to R. Hooke zapoczątkował serię eksperymentów, które potwierdzały jego domysły o istnieniu uniwersalnej siły grawitacyjnej, nie zdołał jednak ująć ich wyników w spójną teorię, teorią taką dysponował natomiast I. Newton. Jego zasady dynamiki i rachunek różniczkowy potwierdzały w zastosowaniu do praw Keplera odwrotną proporcjonalność siły grawitacji od kwadratu odległości, co w odniesieniu do komet (nieperiodycznych) dawało orbity paraboliczne. Rezultaty tych wyliczeń stały się jądrem dzieła *Principia mathematica philosophiae naturalis*, opublikowanego w 1687, w którym Newton zawarł również podstawowe koncepcje absolutnego czasu i przestrzeni. Teoria grawitacji tłumaczyła nie tylko kształty i inne parametry orbit ciał kosmicznych, ale też opisywała ich wzajemne zakłócenia (perturbacje), jak również wyjaśniała fizyczne przyczyny precesyjnego ruchu osi ziemskiej.

Blask bijący od tego dzieła przyćmiewa jednak nieco sylwetki astronomów, współpracujących przy jego powstaniu: E. Halleya, wiernego zauszniaka Newtona i badacza deklinacji magnetycznej, którego imię nosi pierwsza poznana kometa okresowa oraz jego oponenta J. Flamsteeda, twórcy obserwatorium w Greenwich i pierwszego Astronoma Królewskiego. Astronomem królewskim, tyle że króla polskiego, był także gdańszczanin J. Heweliusz, który budował niezwykle długie teleskopy, często jednak posługiwał się jeszcze okiem nieuzbrojonym i instrumentarium z czasów Tycho Brahego. Jego wspaniałe zdobione sztychami prace: *Selenographia*, *Cometographia* oraz *Machina coelestis* są świadectwem odchodzącej już w przeszłość epoki.

Wiek XVIII. Gdy E. Halley objął po śmierci Flamsteeda stanowisko dyrektora w Greenwich, podjął tam badania, które doprowadziły go szybko do ważnego odkrycia ruchów własnych niektórych gwiazd, co świadczyło o ich względnie niewielkim oddaleniu. Podobne znaczenie miały dwa odkrycia J. Bradleya, który najpierw

stwierdził zjawisko aberracji światła, a potem wykrył ruch nutacyjny osi ziemskiej. Odkrycia te w dalszej perspektywie doprowadziły do uświadomienia sobie ruchu Układu Słonecznego względem odległych gwiazd ku tzw. apeksowi, tymczasem jednak uczeni nadal niecierpliwie wyczekiwali metody, pozwalającej mierzyć paralaksy (a więc i odległości) do gwiazd.

Jednocześnie przez cały wiek XVIII jesteśmy świadkami tryumfalnego pochodu mechaniki nieba. C. Maclaurin rozwijał teorię figur równowagi, natomiast inni matematycy, tacy jak L. Euler, A. Clairaut i J. d'Alembert prześcigali się w rozwiązywaniu problemu trzech ciał w rozmaitych konfiguracjach oraz perturbacji orbitalnych. Ciężkim orzechem do zgryzienia okazała się zagadka wiekowego przyspieszenia ruchu Księżyca, za której rozwiązanie paryska Akademia co roku przyznawała nagrody. Kilka razy otrzymywał je genialny matematyk, J.L. Lagrange, lecz i jemu nie udało się przedstawić finalnego rozwiązania. Dopiero P.S. Laplace wyjaśnił, że przyczyną mogą być bardzo powolne zmiany elementów orbitalnych Ziemi. Jego prace doprowadziły też do wniosku, że Układ Słoneczny jako całość powinien zachowywać niezwykle stabilność.

Odrębny rozdział w dziejach XVIII stulecia stanowią badania F.W. Herschela. Ten utalentowany szlifierz soczewek i konstruktor wielkich teleskopów przybył z Hanoweru do Anglii ze swą siostrą i współpracownicą Karoliną, która całkiem zasłużenie zyskała sobie przydomek „łowczyni komet”. Po odkryciu Urana stał się on tak sławny, że mógł przejść na utrzymanie króla i zająć się już tylko badaniami. W tym celu Herschel skonstruował największy podówczas reflektor o średnicy 121 m i skierował go na cel najbardziej dla niego interesujący, a mianowicie Drogę Mleczną. Już od chwili pierwszego zastosowania teleskopu do obserwacji astronomicznych był to obiekt często oglądany, ale dopiero w połowie XVIII w. konstruktor mechanicznych planetariów T. Wright wystąpił z hipotezą, że jest to efekt oglądania w perspektywnym skrócie małego wycinka ogromnej, sferycznej warstwy, złożonej z mnóstwa gwiazd. Wkrótce potem I. Kant w *Allgemeine Naturgeschichte...* zaproponował dla tego zbioru gwiazd model, przypominający dysk ze Słońcem w centrum, a w 10 lat później J.H. Lambert przedstawił hierarchiczny model Wszechświata, w którym dyskopodobna Galaktyka była tylko jednym ze szczebli w drabinie układów wyższego i niższego rzędu. Herschel znał te prace, jak również katalog mgławic Messiera, nie widział więc nic dziwnego w tym, że jego teleskop ujawniał mgławice również i wewnątrz Drogi Mlecznej. Herschel wraz z synem badali jej strukturę metodą „próbekowania”, czyli zliczeń gwiazd w ustalonych, niewielkich obszarach. Metodę tę kontynuowali inni astronomowie i w XIX w. Próby znalezienia metody wyznaczania odległości do gwiazd doprowadziły go także do systematycznego programu badania gwiazd podwójnych.

Wiek XIX. Największą zasługą H.W. Olbersa, oprócz sformułowania tzw. paradoksu ciemnego nieba (znanego jednak prawdopodobnie już Halleyowi), było poparcie, jakiego udzielił F.W. Besselowi. To właśnie Bessel dokonał tego, o czym marzyli daremnie jego poprzednicy, a mianowicie pomierzył pierwszą paralaksę trygonometryczną gwiazdy (61 Cygni), a później, badając ruchy Syriusza i Procyona stwierdził, że obie gwiazdy mają niewidocznych karłowatych towarzyszy. Zaczął też tworzyć katalog wszystkich gwiazd jaśniejszych od 9 wielkości gwiazdowej, który dokończył F. Argelander; jest to powszechnie znany katalog BD (*Bonner Durchmusterung*).

W XIX w. znaczne sukcesy święciła mechanika ciał Układu Słonecznego. Tzw. prawo Titiusa-Bodego skłoniło astronomów do poszukiwania brakującej planety pomiędzy Marsem a Jowiszem, co w rezultacie doprowadziło do odkrycia pasa planetoid, badania zakłóceń orbity Urana naprowadziły zaś U.J.J. Le Verriera na trop nowej planety, którą we wskazanym miejscu odnalazł J. Galle. Planetę nazwano Neptunem, a niemiłym zgrzytem była sprawa J.C. Adamsa, który jeszcze wcześniej dokonał takich samych obliczeń, lecz na skutek nieporozumień nie mógł uzyskać potwierdzenia obserwacyjnego swojego odkrycia.

Była to również era budowy wielkich teleskopów soczewkowych, czyli refraktorów, zaniechanych obecnie wobec konkurencji daleko łatwiejszych w produkcji i tańszych reflektorów. Prawdziwym przełomem, i to nie tylko technicznym, stało się wprowadzenie fotografii w latach 40. w połączeniu z analizą widmową, umożliwiającą poznawanie składu chemicznego gwiazd. Wprowadzona pod koniec wieku tzw. harwardzka klasyfikacja widmowa przygotowała grunt do badań nad ewolucją gwiazd, ale to już dzieje wieku XX. Tu może dodajmy jeszcze tylko, że w wieku XIX udoskonalono międzynarodowe standardy pomiaru czasu, a także zaczęto wprowadzać, przynajmniej w niektórych krajach, czas strefowy.

Robert M. Sadowski

**

Historia poznawania Wszechświata. Współczesność

W wieku XX nastąpił ogromny rozwój astronomii, co spowodowane było wieloma przyczynami. Z jednej strony pojawiły się nowe teorie fizyczne (szczególna i ogólna teoria względności, mechanika kwantowa), dzięki którym znacznie lepiej poznano prawa rządzące mikro- i makroświatem. Zastosowanie tych teorii w astronomii pozwoliło zrozumieć procesy fizyczne zachodzące we Wszechświecie i jego obiektach. Z drugiej strony nastąpił wielki postęp w technikach obserwacji. Konstruowano coraz większe teleskopy optyczne, rozszerzono też badania na inne zakresy widma promieniowania elektromagnetycznego. Stało się to możliwe m. in. dzięki wysłaniu aparatury pomiarowej poza atmosferę Ziemi, która pochłania promieniowanie gamma, rentgenowskie, ultrafioletowe i podczerwone. Rozpoczęto też badania promieniowania korpuskularnego i neutrinowego. Zastosowanie komputerów pozwoliło efektywnie opracowywać zebrane dane obserwacyjne oraz przeprowadzać skomplikowane obliczenia teoretyczne.

W dziedzinie badań ciał Układu Słonecznego zasadniczy przełom nastąpił, gdy w ich kierunku zaczęto wysyłać bezzałogowe (a na Księżyc — później także załogowe) sondy kosmiczne, co nastąpiło pod koniec lat pięćdziesiątych. Pojazdy kosmiczne wylądowały na powierzchniach lub dotarły w okolice planet oraz niektórych mniejszych obiektów (księżyców, asteroid, komet) i umożliwiły szczegółowe poznanie ich topografii, jak również własności fizycznych (ciśnienia, temperatury i składu chemicznego atmosfery, natężenia pola magnetycznego, ewentualnych anomalii pola grawitacyjnego i in.); dokonały też wielu odkryć (księżyców, pierścieni wokółplanetarnych itp.). Przeprowadzone poszukiwania jakichkolwiek form życia nie dały pozytywnych rezultatów.

Strukturę zewnętrznych warstw Słońca zbadano dokładnie dzięki detektorom wyniesionym na statkach kosmicznych poza atmosferę ziemską. Poznano strukturę

chromosfery, korony i wiatru słonecznego. Duże znaczenie miało odkrycie drobnoskalowych, pięciominutowych oscylacji powierzchni. Parametry tych oscylacji silnie zależą od struktury wnętrza Słońca, mogą więc służyć do weryfikacji modeli teoretycznych budowy naszej gwiazdy. Zarejestrowano też strumień neutrin wysyłanych przez Słońce. Jego wartość (zbyt mała w porównaniu z przewidywaniami) stanowi do dziś nie do końca rozwiązana zagadkę.

Budowa coraz większych teleskopów i rozwój fotometrii i spektroskopii umożliwiły szczegółową analizę promieniowania gwiazd. Dzięki temu udało się przeprowadzić klasyfikację gwiazd ze względu na ich parametry fizyczne. W pierwszych trzech dziesięcioleciach XX w. położono podstawy pod teorię budowy i emisji promieniowania gwiazd. Nie znane były jednak źródła ich energii. W 1930 S. Chandrasekhar podał teorię budowy białych karłów, wykorzystując właśnie poznane zasady mechaniki kwantowej, zaś w 1938 H.A. Bethe stwierdził, że źródłem energii gwiazd są reakcje termojądrowe. Na podstawie tego odkrycia M. Schwarzschild i inni doszli do wniosku, że ewolucja gwiazd jest skutkiem termonuklearnej przemiany wodoru w hel, a następnie w cięższe pierwiastki. Stwierdzono, że wszystkie pierwiastki cięższe od wodoru i helu istniejące w przyrodzie zostały wytworzone we wnętrzach gwiazd. Zastosowanie komputerów umożliwiło prześledzenie wszystkich stadiów ewolucji gwiazd, od ich narodzin z kurczących się obłoków gazowo-pyłowych, aż do śmierci w postaci czarnych karłów, gwiazd neutronowych lub czarnych dziur. Wnioski płynące z obliczeń numerycznych zostały potwierdzone przez obserwacje. Dzięki wykorzystaniu radioteleskopów odkryto pulsary (będące silnie namagnesowanymi gwiazdami neutronowymi), zaś detektorów promienia rentgenowskiego — kandydatów na czarne dziury.

W ostatnich dziesięcioleciach XX w. rozwinęła się teoria powstawania układów planetarnych. Poszukiwania planet pozasłonecznych przyniosły rezultaty dopiero w latach 90. Pierwsze planety, krążące wokół jednego z pulsarów, odkrył w 1991 polski astronom Aleksander Wolszczan. Planety obiegające normalne gwiazdy zaczęto odkrywać w 1995.

Dopiero po 1920 możliwe było, głównie dzięki obserwacjom E.P. Hubble'a, ustalenie, że poza Drogą Mleczną istnieją i inne równoważne układy gwiazd, czyli galaktyki. Po wieloletniej debacie, definitywnie stwierdzono, że tzw. mgławice spiralne są w rzeczywistości galaktykami — ogromnymi zgrupowaniami gwiazd, podobnymi do Drogi Mlecznej. W późniejszych czasach odkryto jeszcze większe struktury: gromady i supergromady galaktyk, tworzące tzw. ściany i pustki we Wszechświecie. Obserwacje wielkoskalowej struktury Wszechświata trwają po dziś dzień. Odkrycie przez W. Baadego w 1944 populacji gwiazd, mających różny skład chemiczny, wiek i rozmieszczenie w galaktykach, stanowiło dowód na ewolucję galaktyk. Badania radiowe umożliwiły poznanie rozmieszczenia materii międzygwiazdowej w Drodze Mlecznej i innych galaktykach. W 1963 M. Schmidt odkrył kwazary — najbardziej energetyczne obiekty we Wszechświecie. Z opracowanej później teorii ich budowy wynika, że są to galaktyki, w których centrach rezydują supermasywne czarne dziury, zasilane przez spadającą do nich materię. Dzięki wyniesionemu w 1990 roku na orbitę Kosmiczemu Teleskopowi Hubble'a udało się dostrzec bardzo odległe (a więc i bardzo młode) galaktyki. Umożliwiło to weryfikację różnych koncepcji dotyczących powstawania i ewolucji galaktyk.

Ogłoszenie przez A. Einsteina zasad ogólnej teorii względności stało się kamieniem węgielnym współczesnej kosmologii. W 1922 A. Friedman opracował matematyczny model rozszerzającego się Wszechświata. W kilka lat później (1929) E.P. Hubble odkrył ucieczkę galaktyk, co potwierdziło przewidywania teoretyczne. Podstawowy dowód poprawności teorii Wielkiego Wybuchu uzyskano dzięki odkryciu w 1964 roku przez A.A. Penziasa i R.W. Wilsona mikrofalowego promieniowania reliktowego, które stanowi pozostałość po wczesnych, gorących fazach Wszechświata. Dokładne badanie tego promieniowania z użyciem satelity COBE po 1990 pozwoliło ustalić jego równowagowy charakter oraz wykryć fluktuacje temperatury w skali kilku stopni. Niektóre problemy, związane z właściwościami Wszechświata (jego płaskość i jednorodność), tłumaczy powstała w 1980 teoria Wszechświata inflacyjnego. Teoria ta wykorzystuje najnowsze osiągnięcia badań cząstek elementarnych.

Michał Czerny

**

Hoene-Wroński JÓZEF MARIA, właśc. **J. Hoene** (nazwisko Wroński przybrał później), ur. 24 VIII 1776, Wolsztyn (Wielkopolska), zm. 9 VIII 1853, Paryż, filozof metafizyk, filozof wychowania, matematyk, astronom, fizyk, technik wynalazca, prawnik, ekonomista, jeden z czołowych przedstawicieli polskiej filozofii mesjanistycznej. Uczestnik insurekcji kościuszkowskiej, później w armii rosyjskiej, od 1800 na stałe we Francji; jeden z głównych przedstawicieli mesjanizmu polskiego; głosił koncepcję poznania opartą na „prawie tworzenia” rzeczywistości, „warunkowania” jej (tj. wyprowadzania z jednej zasady) przez człowieka „kreatora”; w matematyce wprowadził tzw. wronskian, tj. wyznacznik funkcyjny w teorii równań różniczkowych; 1919 powstał w Polsce Instytut Mesjanistyczny propagujący jego dzieło; 1932 powołano Towarzystwo im. J.M. Hoene-Wrońskiego i organ prasowy — dwutygodnik „Zet”; *Prodrom mesjanizmu* (1831, wydanie polskie 1921), *Metapolityka* (1839, wydanie polskie 1923), *Propedeutyka mesjanizmu* (t. 1–2 1855–75, wydanie polskie 1912), *Filozofia pedagogii* (1922).

SIKORA *Hoene-Wroński*, Warszawa 1995.

**

horoskop [gr.], w astrologii diagram przedstawiający w uproszczeniu ułożenie ciał niebieskich w danym momencie w odniesieniu do danego punktu Ziemi; podstawę horoskopu stanowi Zodiak; na podstawie horoskopu są wysuwane wnioski dotyczące rzekomego charakteru danego wydarzenia, np. urodzenia w tym czasie i miejscu człowieka, a także jego dalszego rozwoju.

**

Horus [egip., ‘ten, który jest ponad’, ‘odległy’], bóstwo opiekuńcze monarchii egipskiej; panujący utożsamiał się z nim i przyjmował jego imię; syn Ozyrysa i Izydy; przedstawiany jako sokół lub z głową sokoła zwieńczoną tarczą słoneczną oraz jako dziecko z palcem w ustach.

**

horyzont [gr. *horízōn* ‘koło ograniczające’], *astr.* koło wielkie na sferze niebieskiej, leżące w płaszczyźnie prostopadłej do kierunku pionu lokalnego (miejsca obserwacji); jest to horyzont **astronomiczny**; linia zaś, wzdłuż której niebo wydaje się stykać z powierzchnią Ziemi to horyzont **widomy** lub **widnokrąg** — jego średnica wzrasta wraz ze wzrostem wysokości miejsca obserwacji, kształt zależy od nierówności terenu; dla obserwatora znajdującego się na płaskim terenie nad

powierzchnią Ziemi widziany przez niego widnokrąg znajduje się poniżej horyzontu astronomicznego.

**

horyzont zdarzeń, *astr.* powierzchnia graniczna [czarnej dziury](#).

**

Hoyle [hoil] Sir FRED, ur. 24 VI 1915, Bingley (hrab. Yorkshire), zm. 20 VIII 2001, Bournemouth, bryt. astronom i matematyk; 1958–72 profesor uniw. w Cambridge, 1969–72 — Król. Inst. Astronomicznego i in.; 1948 H. (wspólnie z H. Bondim i T. Goldem) zaproponował stacjonarny model Wszechświata, w którym materia zachowuje stałą w czasie średnią gęstość — w rozszerzającym się Wszechświecie miałyby zachodzić stała kreacja materii (obserwacje astr., m.in. odległych galaktyk, promieniowania tła, nie potwierdzają tego modelu); twórca teorii wchłaniania materii międzygwiazdowej przez gwiazdy; liczne prace dotyczące budowy wewn. i ewolucji gwiazd oraz właściwości materii międzygwiazdowej; także autor książek popularyzujących astronomię oraz powieści fantastyczno-naukowych.

**

HST → [Teleskop Kosmiczny Hubble'a](#).

**

Hubble [habl] EDWIN POWELL, ur. 20 XI 1889, Marshfield (stan Missouri), zm. 28 IX 1953, San Marino (stan Kalifornia), amerykański astronom i prawnik; prowadząc (1922–25) fotograficzne i spektrograficzne badania mgławic zwane obecnie pozagalaktycznymi wykazał, że są one systemami gwiazdowymi podobnymi do Galaktyki; 1929 stwierdził proporcjonalność między odległościami galaktyk a przesunięciem ich widm ku czerwieni ([Hubble'a prawo](#)).

**

Hubble'a diagram, *astr.* wykres przedstawiający zależność widomej wielkości gwiazdowej galaktyki od jej prędkości oddalania się; jest podstawą do sformułowania prawa Hubble'a; sporządzony po raz pierwszy przez E. Hubble'a.

**

Hubble'a prawo, *astr.* reguła mówiąca, że prędkość wzajemnego oddalania się galaktyk we Wszechświecie jest proporcjonalna do ich odległości; sformułowane 1929 przez E.P. Hubble'a, a wysnute jako wniosek z badań spektroskopowych. Prawo Hubble'a jest spełnione ściśle w jednorodnych i izotropowych modelach kosmologicznych. Na ogół prawo Hubble'a zapisuje się w formie: $v = H_0 r$, gdzie v jest prędkością oddalania się galaktyki od naszej Galaktyki, r — jej odległością, H_0 — **stałą Hubble'a** (dla dużych odległości prawo Hubble'a ma zmodyfikowaną postać). Prędkości ruchów galaktyk mają rozrzut statystyczny rzędu 600 km/s, a zatem prawo Hubble'a można stosować dla galaktyk o znacznie większych prędkościach; np. dla $v \geq 6000$ km/s, czemu odpowiadają odległości $r \geq 100$ Mpc, oczekiwane odstępstwo od prawa Hubble'a jest mniejsze od 10%. Dokładne wyznaczenie stałej Hubble'a wymaga więc jednoczesnego zmierzenia prędkości i odległości dla wielu odległych obiektów. Wyznaczenie prędkości, oparte na pomiarze przesunięcia ku czerwieni linii widmowych (Dopplera zjawisko), jest możliwe z dużą dokładnością. Trudniejsze i mniej pewne jest zmierzenie odległości, wymagające użycia wielostopniowej

procedury. Podstawą jest w tym przypadku określenie skali odległości wewnątrz Galaktyki, której znajomość pozwala określić jasności absolutne wybranych rodzajów gwiazd (np. cefeid). Dokładność tego typu wyznaczeń wzrosła dzięki pomiarom odległości do wielu bliskich gwiazd za pośrednictwem satelity [Hipparcos](#). Obserwacje cefeid pozwalają wyznaczyć odległości do galaktyk w promieniu ok. 20 Mpc i określić absolutne jasności supernowych typu Ia, których wybuchy wystąpiły w tych galaktykach. Natomiast odległości do dalekich galaktyk (100–500 Mpc) umożliwiają obserwacje supernowych Ia. Na tej podstawie przyjmuje się, że $H_0 \approx 65$ km/s/Mpc, czyli np. obiekt w odległości $r \approx 100$ Mpc ma — zgodnie z prawem Hubble’a — prędkość 6500 km/s. Odległość, dla której prędkość oddalania jest bliska prędkości światła (ok. 3000 Mpc) stanowi promień obserwowalnego Wszechświata. Istnieją i inne metody wyznaczania odległości, niezależne od własności gwiazd, ale mają one zastosowanie tylko w szczególnych przypadkach, jedną z nich jest obserwacja wielokrotnych obrazów niektórych [kwazarów \(soczewkowanie grawitacyjne\)](#).

**

Hubble’a przepływ, *astr.* niezaburzony ruch galaktyk związany z rozszerzaniem się Wszechświata zgodnym z prawem Hubble’a; w rzeczywistości wzajemne oddziaływanie grawitacyjne galaktyk zaburza ich ruch.

**

Hubble’a stała, *astr.* współczynnik proporcjonalności w prawie Hubble’a.

**

Hubble’a teleskop → [Teleskop Kosmiczny Hubble’a](#).

**

Hufnagel LEON, ur. 1893, Warszawa, zm. 19 II 1933, Berlin, astronom; pracownik gabinetu astr. Wolnej Wszechnicy Pol.; prace ze statystyki gwiazdowej; wyznaczał temp. gwiazd olbrzymów.

**

Huggins [hąginz] Sir WILLIAM, ur. 7 II 1824, Stoke Newington (hrab. Wielki Londyn), zm. 12 V 1910, Londyn, astronom brytyjski; 1856 zał. prywatne obserwatorium w Londynie; 1900–05 prezes Tow. Król. w Londynie; badał widma gwiazd, strukturę mgławic gazowych; stwierdził istnienie radialnych ruchów gwiazd.

**

Hulse [hals] RUSSELL ALAN, ur. 28 XI 1950, Nowy Jork, amer. fizyk i astrofizyk; doktorat uzyskał 1975 pod kierunkiem J.A. Taylora na uniw. stanowym Massachusetts w Amherst; H. i Taylor, korzystając z radioteleskopu średnicy 300 m w Arecibo (Portoryko), odkryli (1974) podwójny pulsar (Nagroda Nobla 1993), którego badanie przyczyniło się do udokumentowania istnienia fal grawitacyjnych; od 1977 H. jest profesorem uniw. w Princeton — zajmuje się fizyką plazmy.

**

Hulst [hülst] HENDRIK CHRISTOFFEL **van de**, ur. 19 XI 1918, Utrecht, zm. 31 VII 2000, holenderski astronom i fizyk; 1952–84 profesor uniw. w Lejdzie; przewidział teoretycznie emitowanie przez wodór międzygwiazdowy promieniowania radiowego o dł. fali 21,1 cm (czyli w tzw. linii 21,1 cm), 1951–54 przeprowadził (wraz z C. Müllerem i J. Oortem) jego pomiary w Drodze Mlecznej i na ich podstawie zbadał

przebieg ramion spiralnych Galaktyki; prowadził badania rozpraszania światła w ośr. międzygwiazdowym.

**

Hutton [hʌtən] JAMES , ur. 3 VI 1726, Edynburg, zm. 26 III 1797, także, geolog szkocki, z wykształcenia lekarz; w wyd. 1795 2-tomowym dziele *Theory of the Earth* stworzył podwaliny nowoczesnej geologii; sformułował podstawową dla geologii zasadę aktualizmu geol., która została rozwinięta i uzasadniona przez Ch. Lyella; pierwszy wyraził pogląd o niezmiernie długim czasie trwania geol. historii Ziemi, która wg niego składa się z cyklicznie powtarzających się procesów sedymentacji, twerdnienia luźnych osadów, ich wypiętrzania, a następnie erozji; był gł. przedstawicielem plutonizmu.

**

Huygens [høichəns], próbnik Eur. Agencji Kosm., który na pokładzie międzyplanetarnej sondy kosm. Cassini doleciał do Saturna i 14 I 2005 wylądował na powierzchni jego księżyca — Tytana; dostarczył wielu zdjęć oraz informacji o własnościach atmosfery i powierzchni tego bardzo słabo dotychczas poznanego obiektu; w skład aparatury naukowej Huygensa wchodził, zbudowany w Centrum Badań Kosm. PAN, czujnik do pomiaru temperatury i przewodnictwa cieplnego.

**

Huygens [høichəns] CHRISTIAAN , ur. 14 IV 1629, Haga, zm. 8 VII 1695, także, syn Constantijna, holenderski fizyk, astronom i matematyk; od 1663 członek Towarzystwa Królewskiego w Londynie, od 1666 — francuskiej Akademii Nauk. W dziedzinie fizyki do najważniejszych osiągnięć H. należy podanie 1678 zarysu teorii falowej światła oraz wyjaśnienie za jej pomocą wielu zjawisk optycznych (Huygensa zasada); ponadto prowadził prace z zakresu mechaniki, m.in. podał teorię ruchu wahadła matematycznego; wynalazł wahadło cykloidalne; 1657 pierwszy skonstruował użyteczny zegar wahadłowy, 1674 zastosował w zegarach sprężynowych stalową spiralę do balansu (tzw. włos); opracował nowe metody szlifowania i polerowania soczewek, zbudował teleskop, za pomocą którego odkrył 1655 jeden z księżyców Saturna (Tytan) oraz 1656 pierścień Saturna. W dziedzinie matematyki Huygens zajmował się m.in. badaniem krzywych.

**

Hyakutake kometa [k. hjakutake], kometa o numerze katalogowym C/1996 B2, odkryta 1996 przez japońskiego astronoma amatora Y. Hyakutake; obiega Słońce po prawie parabolicznej orbicie; przelatując 1996 w odległości ok. 15 mln km od Ziemi była dobrze widoczna przez kilka tygodni; jej obserwacje doprowadziły do wielu ważnych odkryć, m.in. promieniowania rentgenowskiego komet.

**

Hydra, *Hydra*, *astr.* → [Wąż Wodny](#).

**

Hygiea, *astr.* czwarta pod względem wielkości planetoida; promień ok. 215 km, okres obiegu wokół Słońca 5,59 lat; odkryta 1849 (A. de Gasparis).

**

Hyperion, astr. naturalny satelita Saturna; odkryty 1848 przez G.Ph. Bonda i W. Lassella.

**

„|”

IAA → Międzynarodowa Akademia Astronautyczna.

**

IAF → Międzynarodowa Federacja Astronautyczna.

**

Iapetus [gr.], **Japet**, naturalny satelita Saturna; odkryty 1671 przez G.D. Cassiniego.

**

Ibn asz-Szatir, **Ibn aš-Šātir**, ur. 1304, zm. 1375, astronom arabski działał w Damaszku; autor teorii planet, w której pewne rozwiązania (zastąpienie ekwantu dodatkowym epicyklem, podwójny epicykl w teorii Księżyca) są identyczne z rozwiązaniami przyjętymi przez M. Kopernika w jego dziele *De revolutionibus...*

**

Ibn Junis, ur. ok. 950, zm. 1008 lub 1009, astronom arabski (egipski), żył i pracował w Kairze na dworze kalifa Hakema, gdzie zorganizował, a następnie kierował obserwatorium astr.; autor tablic astronomicznych.

**

IC, ang. **Index Catalogue**, dwa katalogi mgławic i gromad gwiazd; opublikowane 1895 i 1908 przez J.L. Dreyera.

**

ICE, ang. **International Cometary Explorer**, amer. bezzałogowy statek kosmiczny; , wystrzelony 12 VIII 1978 (pierwotna nazwa ISEE-3, ang. Internantional Sun–Earth Explorer, Międzynarodowy Badacz Związków Słońce–Ziemia) w celu prowadzenia pomiarów plazmy, wiatru słonecznego, cząstek wysokoenerg., pól elektromagnetycznych w wietrze słonecznym, słonecznego promieniowania rentgenowskiego i radiowego i in. Po zakończeniu pierwotnej misji próbnik został wyprowadzony za pomocą złożonych manewrów orbitalnych na trajektorię ku komecie Giacobini-Zinner, 11 IX 1985 przeszedł w odległości ok. 8000 km od jej jądra; wykonał pierwsze bezpośrednie (tj. prowadzone z kosmosu) pomiary właściwości pola magnet. komety oraz cząstek pochodzenia kometarnego. Skierowany następnie ku komecie Halleya (przełot 28 III 1986 w odległości ok. 30 mln km od jądra) badał właściwości wiatru słonecznego przed jego bezpośrednim oddziaływaniem na kometę.

**

Ida, planetoida pasa głównego o numerze katalogowym 243; odkryta (1884) przez austr. astronoma J. Palisa; VIII 1993 w odległości 2400 km od I. przeleciała sonda Galileo, przesyłając na Ziemię obraz planetoidy; I. jest nieregularną, pokrytą

kraterami, bryłą o rozmiarach 60×25×19 km; analizując dane przekazane przez Galileo, odkryto krążący wokół niej (w odległości ok. 100 km) księżyc o średnicy ok. 1,5 km, który nazwano Daktylem.

**

Ikar, *astr.* planetoida o numerze katalogowym 1566; śred. ok. 0,9 km; odkryta 1949 (W. Baade); 1968 l. przeleciał w odległości 6,5 mln km od Ziemi, co umożliwiło m.in. po raz pierwszy odbiór echa radiowego odbitego od powierzchni planetoidy.

**

Ikar, **Íkaros**, *mit. gr.* syn Dedala, z którym na skrzydłach sporządzonych z piór i wosku uleciał z Krety; wbrew zaleceniom ojca za bardzo zbliżył się do Słońca; wosk skrzydeł stopił się i Ikar spadł do morza, które od jego imienia nosi nazwę Morza Ikaryjskiego, a wyspa, na której został pochowany, Ikarii; mit znalazł odbicie również w nowożytnym malarstwie (P. Bruegel *Upadek Ikara*), w dramacie, poezji, prozie (J. Iwaszkiewicz *Śmierć Ikara*) i balecie (I. Markevitch).

**

Ikonos, komercyjny sztuczny satelita Ziemi; wystrzelony 24 IX 1999 na prawie kołową orbitę biegunową odległą od powierzchni Ziemi o ok. 680 km; obiega Ziemię w okresie ok. 98 min w sposób zsynchronizowany z jej obrotem, dzięki czemu nad miejscowym południkiem znajduje się zawsze o tej samej godzinie (10:30 czasu lokalnego); jest przeznaczony do ciągłego fotografowania powierzchni Ziemi, dostarcza obrazy czarno-białe o rozdzielczości 1 m i kolorowe (wykonane w 4 kanałach spektralnych: niebieskim, zielonym, czerwonym i bliskiej podczerwieni) o rozdzielczości 4 m; ten sam obszar jest obrazowany nie rzadziej niż co 3 dni.

**

IMAGE, ang. **Imager for Magnetopause-to-Aurora Global Exploration**, amer. sztuczny satelita Ziemi, wyniesiony 25 III 2000 na silnie eliptyczną orbitę okołoziemską; realizował badania mające służyć wyznaczeniu rozkładów gęstości, energii i mas cząstek naładowanych w wewn. magnetosferze; misja zakończona XII 2005.

**

impakcja [łac.], gwałtowne uderzenie ciała niebieskiego (np. meteoroidu, planetoidy, komety) w inne ciało niebieskie (np. w Ziemię). Powoduje powstanie krateru uderzeniowego (impakcyjnego, np. [krater meteorytowy](#)), zazwyczaj także eksplozję ciała uderzającego, metamorfizm zderzeniowy, stopienie i częściowe wyparowanie skał w miejscu kolizji oraz wzniesienie w górę chmury odłamków skalnych, cząstek rozpylonego stopu, a także przegrzanych gazów i par; cięższe fragmenty spadają na Ziemię, reszta rozprasza się w górnych warstwach atmosfery ziemskiej. Siła i. działa w czasie od ułamków s do kilkudziesięciu s, wyzwalając w zasięgu fali uderzeniowej ciśnienie — do ok. 500 GPa i temp. dochodzącą do 30 tys. °C. W wyniku i. tworzą się skały, zw. impaktytami. I. odegrała istotną rolę w protoplanetarnym rozwoju Układu Słonecznego. Kolizje ciał niebieskich przyczyniły się do uformowania większości planet i księżyców, a następnie do ewolucji ich materii aż do obecnego stanu. Liczne kratery uderzeniowe odkryto na planetoidach, a także na Merkurym, Wenus, Marsie i Ziemi oraz na księżycach Marsa, Ziemi, Jowisza, Saturna i in.; spośród ponad 140

kraterów uderzeniowych odnalezionych na Ziemi, do największych należy krater Sudbury w południowo-wschodnim Ontario (Kanada), o średnicy ok. 200 km.

**

Inana, bogini panteonu sumeryjskiego, → [Isztar](#).

**

Indianin, *Indus*, gwiazdozbiór nieba południowego;

Umiejscowienie na niebie: gwiazdozbiór nieba południowego
Obszar gwiazdozbioru (w stopniach kwadratowych): 294

w Polsce niewidoczny; najjaśniejszą gwiazdą jest trzeciej wielkości gwiazdowej α *Indi*.

**

Indonezji religie, ogół religii wyznawanych w Indonezji. Indonezja, będąca oficjalnie krajem muzułm, stanowi w rzeczywistości kraj wielu religii i ich synkretycznych odmian: islamu integrystycznego (prow. Aceh w północnej Sumatrze), islamu „państwowego” (Jawa), hinduizmu i buddyzmu (wyspy Bali, Lombok), chrześcijaństwa (wyspy Flores, Timor, środkowa Sumatra) oraz wielorakich form animizmu (np. u ludu Kubu na Sumatrze), a także wierzeń synkretycznych łączących elementy kultu przodków i katolicyzmu (wyspy Sumba i Celebes), animizmu i protestantyzmu (prow. Papua) czy hinduizmu i islamu (kult wektu telu na wyspie Lombok). To przemieszanie kultów wynika ze specyfiki dziejów tego regionu, w których kolejne grupy panujących przynosiły ze sobą nowe wierzenia, a te nawarstwiały się na poprzednie. Pierwszą cywilizację — a wraz z nią — hinduizm i buddyzm, wprowadzili w VIII–X w. na Jawie kupcy, bramini i mnisi buddyjscy przybyli z Indii. Religie te wywarły ogromny wpływ na mentalność i kulturę mieszkańców Indonezji, przyczyniły się także do rozwoju literatury (zwł. jawańskiej) i sztuki (np. Borobudur — arcydzieło architektury buddyjskiej na Jawie); obecnie hinduizm jest wyznawany gł. na Bali i częściowo na wyspie Lombok, natomiast wyznawcami buddyzmu są gł. Chińczycy. Islam zaczął rozprzestrzeniać się w Indonezji od XIII w. wraz z pojawieniem się kupców muzułm. z Indii, Persji i Płw. Arabskiego; obecnie 87% Indonezjczyków to muzułmanie. W XVI w. rozpoczęła się w Indonezji ponad 4-wiekowa dominacja metropolii eur. (początkowo Portugalii, od XVII w. Hiszpanii), a wraz z nią epoka chrystianizacji; obecnie chrześcijanie stanowią 9,5% ludności Indonezji, przy czym katolicyzm ugruntował się gł. na wyspach Timor i Flores, natomiast protestantyzm zdobył największą liczbę wyznawców wśród Bataków Toba i ludu Toradża. Przy animizmie pozostają Borneo, Papua, Celebes i Sumba.

**

Indra [sanskryt., ‘silny’, ‘mocny’], *mit. ind.* bóg związany ze zjawiskami atmosferycznymi, zwłaszcza gromem i błyskawicą; ideał boskiego wojownika zwalczającego siły zła i chroniącego rytę (ład kreacyjny) przed mocami chaosu; wedyjski bóg wojny, król bogów; w *Rygwedzie* do niego jest skierowana większość hymnów; opiekun i dobroczyńca, pogromca demonów: Wrytry w postaci węża (uwolnił więzione przez niego wody), Wali, Namucęgo; jego bronią jest gromowa maczuga, a mocy dodaje mu soma — napój przygotowany przez kapłanów;

opowieść o zwycięskiej walce Indry z Wrytrą oraz uwolnieniu życiodajnych żywiołów stanowi podstawowy mit staroindyjski.

**

indukcja elektrostatyczna, rozdzielanie ładunków elektrycznych różnych znaków w przewodnikach lub dielektrykach pod wpływem zewnętrznego pola elektrostatycznego; w przewodniku elektrony swobodne przemieszczają się dopóty, dopóki pole elektryczne wytworzone przez nowy rozkład ładunków elektrycznych nie skompensuje pola zewnętrznego; w dielektrykach pole elektryczne powoduje tylko nieznaczne przemieszczenie ładunków w atomach i cząsteczkach i w konsekwencji powstanie dipoli o momentach proporcjonalnych do natężenia pola zewnętrznego (dipol elektryczny, polaryzacja dielektryka).

**

inercja [łac. *inertia* 'bezczynność', 'opieszalność'], fiz. → **bezwładność**.

**

Infeld LEOPOLD, ur. 20 VIII 1898, Kraków, zm. 16 I 1968, Warszawa, fizyk teoretyk. 1939–50 profesor uniw. w Toronto, od 1950 — Uniwersytetu Warszawskiego; od 1952 czł. PAN i wielu zagr. akad. nauk oraz towarzystw nauk.; 1936–38 współpracował z A. Einsteinem w Institute for Advanced Study w Princeton; prace dotyczące gł. teorii względności; książki popularnonauk. *Nowe drogi nauki. Kwanty i materia* (1933); *Ewolucja fizyki* (1947, wspólnie z A. Einsteinem); był także publicystą i pisarzem (*Wybrańcy bogów* 1950, *Szkice z przeszłości* 1964, *Kordian, fizyka i ja* 1967); 1955 otrzymał nagrodę państw. I stopnia.

**

Inflacja. Sukcesy kosmologii opartej na modelu Wielkiego Wybuchu

Teoria Wielkiego Wybuchu, powszechnie zaakceptowana dzisiaj teoria ewolucji Wszechświata, tłumaczy w prosty sposób kosmologiczne pomiary i obserwacje astronomiczne:

- ekspansję Wszechświata, czyli „ucieczkę Galaktyk”;
- rozpowszechnienie lekkich pierwiastków we Wszechświecie;
- istnienie i rozkład energii mikrofalowego promieniowania tła;
- istnienie struktur we Wszechświecie może być naturalnie wytłumaczone przez narastanie niejednorodności gęstości rozkładu materii obecnych, jak to wynika z pomiarów niejednorodności promieniowania tła, w chwili rozprężenia materii i promieniowania;
- naturalną kosmologiczną skalę czasową (odwrotność stałej Hubble’a; pozwala oszacować wiek Wszechświata w sposób zgodny z oszacowaniami wieku najstarszych obserwowanych obiektów we Wszechświecie).

Lech Mankiewicz

**

Inflacja. Paradoksy standardowej kosmologii

Pomimo naprawdę wielkich sukcesów kosmologii opartej na Wielkim Wybuchu, teoria ta nie jest w pełni zadowalająca. Pewnych wynikających z obserwacji własności Wszechświata nie da się zadowalająco wytłumaczyć w ramach standardowej teorii kosmologicznej.

Lech Mankiewicz

**

Inflacja. Paradoxy standardowej kosmologii. Problem płaskości

Obserwacje wskazują, że Wszechświat jest nieskończony i płaski, to znaczy że w kosmologicznych skalach geometria Wszechświata opisana jest z dobrym przybliżeniem metryką Robertsona–Walkera–Friedmana z parametrem krzywizny $k = 0$, a zatem obecna gęstość energii, wliczając w nią wkład stałej kosmologicznej, jest bliska gęstości krytycznej. Paradoxy polega na tym, że z równań ogólnej teorii względności Einsteina wynika, że sytuacja taka jest niestabilna, to znaczy że jeśli nawet w jakiejś chwili czasu sytuacja taka ma miejsce i gęstość energii jest równa w przybliżeniu gęstości krytycznej, to później, na skutek ewolucji Wszechświata, szybko wzrośnie. Innymi słowy, w przybliżeniu jednorodny, płaski, nieskończony Wszechświat nie jest stabilnym rozwiązaniem równań ogólnej teorii względności (oczywiście jeśli gęstość energii jest równa *dokładnie* gęstości krytycznej, Wszechświat jest i będzie zawsze płaski i nieskończony).

Rzecz w tym, że obserwacje dostarczają argumentów za tym, że gęstość energii jest równa w *przybliżeniu*, a nie *dokładnie*, gęstości krytycznej. Nikomu jeszcze nie udało się podać dobrego powodu, dla którego gęstość energii powinna być równa *dokładnie* gęstości krytycznej.

Wiek Wszechświata wynosi mniej więcej 10^{10} lat. Jeśli dziś stosunek gęstości energii do gęstości krytycznej jest równy mniej więcej jeden, wcześniej musiałby być równy jeden z coraz większą dokładnością: w epoce rozprężenia materii i promieniowania, gdy Wszechświat istniał 10^{13} sekund, musiałby być równy jeden z dokładnością do jednego promila, w epoce nukleosyntezy, gdy wiek Wszechświata wynosił mniej więcej jedną sekundę, gęstość energii musiałaby być równa gęstości krytycznej z dokładnością jednej części w 10^{16} , to znaczy stosunek W gęstości do gęstości krytycznej musiałby spełniać nierówność $0,9999999999999999 < W < 1,0000000000000001$. Ponieważ w ramach standardowego modelu kosmologicznego W może przyjmować dowolne wartości, jest niewątpliwie zagadką, dlaczego wynosiła dokładnie tyle. Nawet tylko trochę inna wartość parametru W doprowadziłaby do Wszechświata, który wyglądałby dziś zupełnie inaczej, niż ten, w którym żyjemy. Problem ten nazywa się w kosmologii problemem płaskości Wszechświata.

Lech Mankiewicz

**

Inflacja. Paradoxy standardowej kosmologii. Problem horyzontu

Mikrofalowe promieniowanie tła, które dociera do nas ze wszystkich kierunków, jest zdumiewająco jednorodne. Przyjęto charakteryzować rozkład energii tego promieniowania przypisując mu określoną temperaturę promieniowania ciała doskonale czarnego. Dane doświadczalne, zebrane przez specjalnie w tym celu zbudowane satelity, np. COBE, wskazują że temperatura mikrofalowego promieniowania tła pochodzącego, na przykład, z dwóch przeciwnych kierunków na niebie jest praktycznie taka sama. Najbardziej naturalna interpretacja tego faktu prowadzi do wniosku, że widocznie w chwili rozprężenia materii i promieniowania części Wszechświata, skąd pochodzą dochodzące do nas z dwóch przeciwnych kierunków fotony mikrofalowego promieniowania tła, były w równowadze termodynamicznej. To znaczy, że wcześniej musiały oddziaływać ze sobą, tak aby w obu tych regionach ustaliła się ta sama temperatura promieniowania.

Niestety, zgodnie ze standardowym modelem kosmologicznym obszary leżące na antypodach nie mogły „uzgodnić” między sobą temperatury — wszelka informacja może rozchodzić się najwyżej z prędkością światła, a więc punkty Wszechświata odległe od siebie o więcej niż ct , gdzie c jest prędkością światła a t — wiekiem Wszechświata, w chwili rozprężenia materii i promieniowania nie mogą się między sobą kontaktować. Kątowa odległość punktów, które zgodnie z modelem Wielkiego Wybuchu mogły znajdować się w przyczynowym kontakcie ze sobą w chwili rozprężenia, wynosi około dwóch stopni. Pomimo to obserwujemy, że mikrofalowe promieniowanie tła ma tę samą temperaturę niezależnie od kierunku, z którego do nas dochodzi. Problem ten nazywa się **problemem horyzontu**.

Z drugiej strony, jeśli zmierzyć dostatecznie dokładnie rozkład kątowy temperatury mikrofalowego promieniowania tła na niebie, okazuje się, że nie jest ono całkiem jednorodne. Obserwujemy małe odstępstwa od jednorodności, drobne falki na rozkładzie promieniowania ciała doskonale czarnego o rozmiarach kątowych od jednego stopnia wzwyż. Oznacza to, że i rozkład materii we Wszechświecie nie był w chwili rozszczepienia całkowicie jednorodny — całe szczęście, bo to właśnie z tych niejednorodności powstały na drodze grawitacyjnego kolapsu galaktyki i gromady galaktyk a także w końcu nasz Układ Słoneczny. Problem horyzontu polega tu na tym, że żaden proces fizyczny nie mógłby wytworzyć niejednorodności o takim rozmiarze, gdyż materia leżąca w punktach po przeciwnych stronach falki o rozmiarze kątowym większym niż dwa stopnie nie mogła być ze sobą w kontakcie do chwili rozszczepienia. Nie sposób więc zrozumieć, jak powstały takie zaburzenia — być może były po prostu częścią warunków początkowych, to znaczy powstały w chwili, w której powstał Wszechświat i dlatego pytanie o ich pochodzenie nie ma sensu. Wprawdzie nikt nie jest w stanie wyjaśnić, dlaczego tak właśnie nie miałyby być, ale wolelibyśmy móc zrozumieć, skąd wzięły się niejednorodności temperatury mikrofalowego promieniowania tła. Ten drugi paradoks, związany z problemem horyzontu, jest równie tajemniczy jak pierwszy.

Lech Mankiewicz

**

Inflacja. Paradoksy standardowej kosmologii. Problem pozostałości kosmologicznych

Współczesne teorie cząstek elementarnych, w połączeniu ze standardowym modelem kosmologicznym, przewidują że we Wszechświecie wokół nas powinno istnieć wiele pozostałości z bardzo wczesnych faz rozwoju Wszechświata, takich jak np. struny kosmiczne, związane z supersymetrią cząstki elementarne zwane grawitinami lub, związane z teorią superstrun, pola modułowe. Można pokazać, że ponieważ wszystkie te „pozostałości” powinny być bardzo ciężkie, związana z ich masą gęstość energii już dawno powinna zdominować gęstość energii Wszechświata i w konsekwencji zmienić jego historię. Tak jednak nie jest, choć w ramach teorii Wielkiego Wybuchu trudno jest zrozumieć, dlaczego nie ma we Wszechświecie wokół nas monopoli, strun kosmicznych, czy grawitin. Problem ten nosi w kosmologii nazwę problemu pozostałości, lub „reliktów”.

Lech Mankiewicz

Inflacja. Inflacja wyjaśnia paradoksy kosmologiczne

Inflacja to epoka rozwoju Wszechświata, dzięki której wszystkie wspomniane powyżej paradoksy i problemy znajdują naturalne wytłumaczenie. Współczesne teorie oddziaływań fundamentalnych sugerują, że Wszechświat mógł przechodzić przez fazę gwałtownego wzrostu czynnika skali. Termin „inflacja” odwołuje się tu do znanego z ekonomii gwałtownego wzrostu cen, choć jak przekonamy się za chwilę, żadna ekonomia nie wytrzymałaby wzrostu cen w tempie kosmologicznej inflacji.

Standardowe rozwiązania równań Friedmana, opisujące ewolucję Wszechświata wypełnionego promieniowaniem bądź materią mają tę własność, że iloczyn czynnika skali i stałej Hubble’a maleje szybko w czasie. W rezultacie, pojawia się problem płaskości, gdyż stosunek gęstości do gęstości krytycznej rośnie, i nawet jeśli kiedyś był w przybliżeniu równy jedności, szybko zmienia swoją wartość. W fazie inflacji iloczyn czynnika skali i stałej Hubble’a rośnie gwałtownie, i w rezultacie, jeśli tylko inflacja trwała dostatecznie długo, to *jakakolwiek by nie była gęstość energii* w chwili, gdy inflacja się rozpoczęła, bardzo szybko osiąga ona wartość równą z fantastyczną dokładnością gęstości krytycznej. Należy podkreślić, że mowa tutaj o rzeczywiście bardzo szybkim, eksponencjalnym wzroście czynnika skali. Kiedy faza inflacji zakończyła się (Wszechświat miał około 10^{-34} sekundy) czynnik skali wzrósł ponad e^c razy, gdzie c jest bardzo dużą liczbą, na przykład 10^{10} . Po zakończeniu inflacji ewolucja Wszechświata toczy się dalej zgodnie ze standardową kosmologią Wielkiego Wybuchu.

Dzięki fazie inflacyjnej w historii Wszechświata potrafimy teraz wyjaśnić paradoksy kosmologii teorii Wielkiego Wybuchu. Jak wspomnieliśmy powyżej, okres szybkiego eksponencjalnego wzrostu czynnika skali pozwala nam w prosty sposób zrozumieć, dlaczego gęstość energii we Wszechświecie w chwili obecnej tak mało różni się od gęstości krytycznej.

Fazę inflacji charakteryzuje eksponencjalnie szybki w czasie wzrost iloczynu czynnika skali i stałej Hubble’a. Oznacza to, że stosunek odległości pomiędzy dwoma współporuszającymi się punktami Wszechświata, która rośnie jak czynnik skali, do horyzontu zdarzeń określonego przez odwrotność stałej Hubble’a eksponencjalnie maleje. W rezultacie jest zupełnie możliwe, że cały obserwowany przez nas dziś Wszechświat pochodzi z obszaru, który przed fazą inflacyjną był na tyle mały, że mogły w nim zachodzić związane przyczynowo procesy, takie jak ustalenie się równowagi termodynamicznej promieniowania tła, czy powstanie niewielkich zaburzeń w jednorodnym rozkładzie tego promieniowania. W końcu, problem cząstek reliktowych także zostaje przez inflację rozwiązany, gdyż w fazie inflacyjnej gęstość ich energii maleje bardzo szybko i po zakończeniu inflacji nie odgrywa żadnej roli.

Lech Mankiewicz

**

Inflacja. Inflacja wyjaśnia paradoksy kosmologiczne. Skąd wzięła się inflacja?

Aby faza eksponencjalnego wzrostu czynnika skali pojawiła się w historii Wszechświata, pola wypełniającej go materii muszą znajdować się w szczególnym stanie, charakteryzującym się ujemną wartością śladu tensora energii–pędu: $\rho c^2 + 3p < 0$. Wielkości ρ i p oznaczają tu odpowiednio gęstość energii i ciśnienie materii. Ponieważ energia jest zawsze dodatnia, warunek ten oznacza, że aby zaszła inflacja, materia musi znajdować się w stanie o ujemnym ciśnieniu. Współczesne teorie oddziaływań fundamentalnych sugerują, że taki stan prawie na pewno miał miejsce w

historii Wszechświata, i że zaistnienie, a następnie zakończenie inflacji było związane z jednym z przejść fazowych, jakie miały miejsce we wczesnym Wszechświecie. Najbardziej prawdopodobny scenariusz przewiduje, że kosmologiczna inflacja związana była z przejściem fazowym, które doprowadziło do złamania supersymetrii. W świetle współczesnych teorii oddziaływań fundamentalnych pojawienie się kosmologicznej inflacji w historii Wszechświata jest zjawiskiem naturalnym, praktycznie nie do uniknięcia.

Lech Mankiewicz

**

Inflacja. Inflacja wyjaśnia paradoksy kosmologiczne. Fluktuacje mikrofalowego promieniowania tła

Choć inflacja została zaproponowana, aby wyjaśnić paradoksy standardowej kosmologii, opartej na teorii Wielkiego Wybuchu, istnienie fazy inflacyjnej pozwala przewidzieć także rozkład zaburzeń mikrofalowego promieniowania tła w różnych skalach kątowych. Bardzo szybki wzrost czynnika skali „wygładza” wprowadzie rozkład materii we Wszechświecie, czyniąc go prawie zupełnie jednorodnym, ale subtelne efekty kwantowe nie pozwalają na całkowitą jednorodność. Znana z mechaniki kwantowej zasada nieoznaczoności Heisenberga prowadzi do wniosku, że nawet w próżni, oglądanej przez mikroskop o dużej zdolności rozdzielczej, zobaczyć można niewielkie fluktuacje gęstości energii. W normalnej sytuacji powstają one i nikną, i obserwowana przez czas dłuższy próżnia wydaje się być pusta i jednorodna. W czasie inflacji, z powodu bardzo szybkich zmian w czasie czynnika skali, raz powstałe kwantowe fluktuacje gęstości energii nie znikają i stają się załączkami wielkoskalowych struktur w obserwowanym dzisiaj rozkładzie materii. Takie naturalne wyjaśnienie pochodzenia początkowych zaburzeń gęstości materii stanowi wielki sukces modelu inflacyjnego, tym większy, że przewidywania dotyczące struktury tych początkowych zaburzeń zostały potwierdzone przez wyniki pomiarów mikrofalowego promieniowania tła w eksperymentach BOOMERANG i DASI i podane do publicznej wiadomości w 2001 roku.

Lech Mankiewicz

**

instrument przejściowy, przyrząd do rejestracji momentów przejść gwiazd przez południk niebieski miejsca obserwacji; astronomiczne instrumenty.

**

instrument uniwersalny, przenośny instrument obserwacyjny do celów astr.-geodezyjnych: wyznaczania współrzędnych geogr., czasu i azymutu (na podstawie obserwacji gwiazd lub Słońca); astronomiczne instrumenty.

**

INTEGRAL, ang. **International Gamma-Ray Astrophysics Laboratory**, kosm. laboratorium wysokich energii Eur. Agencji Kosm. (ESA); start 17 X 2002; krąży wokół Ziemi po orbicie eliptycznej w okresie 72 godz.; jest przeznaczone do wykrywania i badania źródeł promieniowania gamma we Wszechświecie (w zakresie 15 keV–10 MeV); w tworzeniu programu, budowie aparatury i opracowywaniu uzyskiwanych danych aktywnie uczestniczą Centrum Astr. im. M. Kopernika i Centrum Badań Kosm. PAN.

**

Interball, międzynarod. misja kosm. przeznaczona do badań magnetosfery Ziemi i procesów jej oddziaływania z wiatrem słonecznym; realizowana przez 2 pary satelita+subsatelita, z których pierwsza — ros. satelita Interball 1 (zw. sondą ogonową) wraz z czeską subsatelitą Magion 4, wyniesiona 2 VIII 1995 w przestrzeń kosm. przez raketę Mołnija, została umieszczona na silnie eliptycznej orbicie wnikającej w głąb ogona magnetosfery Ziemi, a druga — ros. satelita Interball 2 (zw. sondą zorzową) wraz z czeską subsatelitą Magion 5, wystrzelona 29 VIII 1996 przez raketę Mołnija, została wprowadzona na orbitę przebiegającą przez obszar zorzowy magnetosfery Ziemi; zadaniem misji było przeprowadzenie pomiarów właściwości fiz. plazmy, cząstek wysokoenerg., fal, pól elektr. i magnet. w różnych obszarach magnetosfery, badań struktury i dynamiki magnetopauzy oraz obserwacji promieniowania rentgenowskiego i radiowego Słońca.

**

interferencja fal, fiz. zjawisko nakładania się (superpozycji) 2 lub więcej fal, przy którym w różnych punktach przestrzeni następuje wzmacnianie (**interferencja konstruktywna**) lub osłabianie (**interferencja destruktywna**) amplitudy fali wypadkowej. Gdy częstotliwości są jednakowe, a różnica faz fal w każdym punkcie jest stała w czasie (fale są spójne), to otrzymuje się niezmienny w czasie rozkład amplitud w przestrzeni z następującymi po sobie maksimami i minimami. Interferencja fal ugiętych może prowadzić do powstania charakterystycznych obrazów dyfrakcyjno-interferencyjnych (dyfrakcja fal). W wyniku interferencji fal o nieco różnych częstotliwościach powstają dudnienia, natomiast w wyniku interferencji fal bieżącej i odbitej powstaje fala stojąca. Interferencja jest zjawiskiem charakterystycznym dla każdego ruchu falowego. Szczególnie duże znaczenie ma interferencja światła. **Interferencja fal radiowych**, powstająca w wyniku nakładania się fal dochodzących bezpośrednio od anteny z falami ugiętymi i odbitymi (np. od powierzchni Ziemi, jonosfery), stanowi często źródło zakłóceń odbioru radiowego; wykorzystywana niekiedy do uzyskania żądanej charakterystyki kierunkowej. **Interferencję fal rentgenowskich** ugiętych na atomach wykorzystuje się do badania struktury ciał krystalicznych, zaś **interferencję fal akustycznych** — m.in. do pomiaru współczynnika pochłaniania materiałów dźwiękochłonnych oraz do pomiaru prędkości ultradźwięków.

**

interferometria gwiazdowa, astr. technika wykorzystująca falowe właściwości promieniowania elektromagnetycznego w obszarze jego spójności — interferencję, do pozyskania informacji o emitującym to promieniowanie obiekcie astronomicznym. Narzędziem i.g. jest **interferometr gwiazdowy** umożliwiający obserwację obiektów astr. z bardzo dużą zdolnością rozdzielczą (zdolność rozdzielcza pojedynczych teleskopów opt., ograniczona wpływem atmosfery ziemskiej, rzadko przekracza 1"); składa się z 2 lub więcej teleskopów znajdujących się w pewnej odległości jeden od drugiego, zw. bazą; obecnie jest stosowany gł. do pomiarów średnic gwiazd i odległości składników gwiazd podwójnych. W **interferometrii faz**, zmieniając bazę, określa się wielkość obszaru (zw. obszarem spójności), w którym obraz interferencyjny, powstały w wyniku interferencji 2 wiązek światła, jest jeszcze widoczny; średnicę gwiazdy lub odległość kątową między składnikami układu podwójnego wyznacza się z wielkości obszaru spójności. Pionierem tej techniki był A.A. Michelson — który, wykorzystując interferometr własnej konstrukcji

zainstalowany na teleskopie w obserwatorium Mount Wilson — zmierzył 1919 średnice 6 gwiazd (wynosiły one od 0,02" do 0,047").

Dokładniejszą techniką jest **interferometria natężeń**, zastosowana 1956 przez R.H. Browna i R.Q. Twissa; polega ona na badaniu korelacji fluktuacji natężeń fotonów rejestrowanych w 2 oddalonych odbiornikach światła (teleskopach); na podstawie zmian współczynnika korelacji w funkcji odległości między odbiornikami wyznaczyli oni m.in. średnicę kątową Syriusza. Ze względu na swoje możliwości techniki interferometryczne są stosowane i rozwijane w wielu obserwatoriach. Do ważnych urządzeń należą: SUSI (Sydney University Interferometer) złożony z 2 teleskopów o średnicach 14 cm, baza 5–640 m, COAST (Cambridge Optical Aperture Synthesis Telescope) — z 5 teleskopów o średnicach 40 cm, baza 48 m, IOTA (Infrared Optical Telescope Array) — 3 teleskopy o średnicach 45 cm, usytuowane na planie litery L, o ramionach dł. 15 i 35 m, ISI (Infrared Spatial Interferometer) — 2 teleskopy o średnicach 165 cm, baza 75 m. W budowie są obecnie interferometry o ogromnych powierzchniach zbiorczych, pozwalające na obserwacje znacznie słabszych niż dotąd obiektów, m.in. VLTI i bliźniacze teleskopy Keck mające osiągnąć zdolność rozdzielczą 0,005"–0,01". Planowane są interferometry kosm., m.in. SIM (Space Interferometry Mission) złożony z 5 teleskopów połączonych w interferometr o bazie 10 m, który pozwoli na pomiary astrometryczne z dokładnością do 0,001" i pomiary ruchów własnych gwiazd z dokładnością do 0,002"/rok.

Andrzej Niedzielski

**

interferometria międzykontynentalna, *astr.* → [interferometria wielkobazowa](#).

**

interferometria plamkowa, *astr.* metoda eliminowania rozmycia obrazów gwiazd spowodowanego niejednorodnościami atmosfery ziemskiej.

**

interferometria wielkobazowa, interferometria międzykontynentalna, *ang.* **Very Long Baseline Interferometry** (VLBI), najbardziej zaawansowana technika pomiarowa w badaniach radioastronomicznych. Rozwinęła się pod koniec lat 60. XXw. równolegle w USA i Kanadzie, co stało się możliwe po opracowaniu odpowiednich standardów, zbudowaniu wyspecjalizowanych urządzeń pomocniczych oraz dzięki pojawieniu się na rynku wysokiej klasy rejestratorów magnet. i atomowych wzorców częstotliwości. I.m., zrealizowana dotychczas jedynie w zakresie fal radiowych, wykorzystuje sieć radioteleskopów zainstalowanych w różnych miejscach globu, co pozwala uzyskać wysoką rozdzielczość kątową. Podstawą techniki jest użycie radiointerferometrów z niezależną rejestracją sygnałów radiowych w każdym elemencie sieci. Umożliwia to późniejsze równoczesne odtworzenie danych w urządzeniu zw. korelatorem VLBI. W ten sposób otrzymuje się kompleksową wartość współczynnika korelacji (amplituda i faza tzw. listków korelacyjnych) dla wszystkich możliwych kombinacji par anten. Dane pozwalają odtworzyć informację o przestrzennym położeniu źródła promieniowania i jego strukturze kątowej. Rozdzielczości kątowe obrazów radiowych otrzymywanych techniką i.m. przewyższają o kilka rzędów wielkości otrzymywane innymi metodami. W zakresie fal centymetrowych rozdzielczości te wynoszą ok. 0,001" (sekundy łuku), a w zakresie fal milimetrycznych osiągają 0,00005".

Obecnie istnieją 3 podstawowe sieci i.m.: sieć amer. znana jako VLBA, sieć eur. — EVN oraz sieć austral. i wschodnioazjatycka. Do rozwinięcia i.m. w znacznym stopniu przyczyniło się użycie 8-metrowej anteny umieszczonej na jap. satelicie HALCA, krążącym po orbicie okołoziemskiej i współpracującej ze stacjami naziemnymi. Ważnym elementem eur., globalnej i kosm. i.m. są radioteleskopy 15-metrowy i 32-metrowy w Piwnicach k. Torunia.

Andrzej Kus

**

Interkosmos [łac.-gr.], seria wysyłanych przez ZSRR, a później przez Rosję, sztucznych satelitów Ziemi (pierwszy start — 14X 1969, łączna liczba satelitów tej serii — 25); wyposażone w aparaturę zbudowaną przez naukowców różnych krajów (członków programu Interkosmos i in.), przeznaczoną głównie do badań procesów fizycznych w atmosferze, jonosferze i magnetosferze Ziemi, pomiarów promieniowania słonecznego oraz obserwacji Ziemi z kosmosu.

**

Interkosmos [łac.-gr.], program międzyn. współpracy w dziedzinie badań i wykorzystania przestrzeni kosm. w celach pokojowych; powstał 1967 z inicjatywy ZSRR; oprócz ZSRR do Interkosmosu należały kraje z jego strefy wpływów; prowadzono badania z zakresu fizyki plazmy kosm., aeronomii, geofizyki, heliofizyki, bioastronautyki i medycyny kosm., meteorologii i teledetekcji oraz przedsięwzięcia dotyczące łączności kosmicznej. Do realizacji tych zadań używano m.in. rakiet sondażowych (gł. serii Wertikal), sztucznych satelitów Ziemi (gł. serii Kosmos i Interkosmos) oraz próbników kosm. (np. Wega). W 1978–89 w ramach programu Interkosmos zrealizowano 15 lotów kosm. międzyn. załóg, w tym m.in. lot pol. kosmonauty M. Hermaszewskiego (wraz z P. Klimukiem) w statku Sojuz 30 (27 VI–5 VII 1978). Udział Polski w programie Interkosmos obejmował ponadto m.in. badania z zakresu fizyki kosmosu i heliofizyki, np. obserwacje wybuchowego promieniowania radiowego Słońca, obserwacje słonecznego promieniowania rentgenowskiego, pomiary fal plazmowych w jonosferze i magnetosferze Ziemi oraz w otoczeniu komety Halleya (próbniki Wega), jak również badań bioastronautycznych oddziaływania warunków lotu kosm. na organizmy żywe, wstępne badania z zakresu technologii materiałowej i teledetekcji, oraz udział w systemie łączności satelitarnej Intersputnik.

**

Interkosmos-Kopernik 500, sztuczny satelita Ziemi, którego wystrzeleniem wspólny program ówczesnych państw komunist. Interkosmos uczcił pięćsetlecie urodzin M. Kopernika; 19 IV 1973 wystrzelony na orbitę o najmniejszej i największej odległości od powierzchni Ziemi odpowiednio 202 i 1551 km; z jego pokładu został przeprowadzony pierwszy pol. eksperyment satelitarny poświęcony badaniom sporadycznego promieniowania Słońca w zakresie 0,6–6,0 MHz i niejednorodności koncentracji elektronów w jonosferze Ziemi.

**

International Space Station [intɚˈnæʃnzənəl speɪs stੇɪʃzən] → [Międzynarodowa Stacja Kosmiczna](#).

**

Intersputnik, międzynarodowa organizacja łączności satelitarnej z siedzibą w Moskwie, założona 15 XI 1971 na mocy międzynarodowego porozumienia (ratyfikowanego 1972) przez: Bułgarię, Czechosłowację, Kubę, Mongolię, NRD, Polskę, Rumunię, Węgry i ZSRR; także nazwa systemu radiokomunikacji satelitarnej. Obecnie (2010) Intersputnik zrzesza 25 państw; zadaniem organizacji jest projektowanie, budowa, eksploatacja i modernizacja naziemnych i kosmicznych środków służących zapewnieniu systemu stałej łączności satelitarnej (głównie usług telekomunikacyjnych) państwom członkowskim i in. — na zasadach komercyjnych; zasięgiem działania Intersputnik obejmuje głównie półkulę północną — rejony Oceanu Atlantyckiego, Oceanu Indyjskiego i Oceanu Spokojnego. Pierwszymi satelitami wykorzystywanymi przez Intersputnik były satelity serii Mołnija, umieszczane na silnie wydłużonych orbitach eliptycznych (nie geostacjonarnych); 1979 do eksploatacji weszły satelity serii Gorizont, a następnie serii Raduga. W 2. połowie lat 90. rozwinięto (we współpracy międzynarodowej) nowe generacje satelitów — Express i Express A; satelity LMI są budowane we współpracy z amerykańskim koncernem Lockheed Martin. W systemie Intersputnik funkcjonuje, głównie w Eurazji, 150 dużych stacji naziemnych i ponad 1500 stacji z antenami VSAT oraz satelity geostacjonarne: rosyjskie Express-A i Yamal-200 oraz amerykańsko-rosyjskie Lockheed Martin LM-1, wykorzystywane do obsługi systemu i świadczenia usług telekomunikacyjnych (głównie transmisja rozmów telefonicznych, danych i obrazów, poczta elektroniczna), a także dzierżawione systemowi EUTELSAT. W Polsce stacja naziemna systemu Intersputnik działa od 1974 w Psarach-Kątach k. Kielc.

**

Io [gr.], księżyc Jowisza, piąty, licząc wg rosnącej odległości od planety; aktywny wulkanicznie; jeden z 4 tzw. księżyców galileuszowych.

**

Io, w wierzeniach Maorysów z Nowej Zelandii Istota Najwyższa; jego siedzibą jest najwyższe z 12 niebios, z którego rządzi światem za pośrednictwem innych bóstw i duchów opiekuńczych; jest dawcą wszelkiego życia oraz mocy mana.

**

Io, sodowa chmura, wokół jowiszowego księżyca Io (po wybuchu wulkanu)

**

IRAS, ang. **Infrared Astronomy Satellite, Satelita Astronomii Podczerwieni**, pierwszy specjalistyczny satelita astr. przeznaczony do detekcji i prowadzenia obserwacji kosm. źródeł promieniowania podczerwonego. Zbudowany w kooperacji hol.-amer.-bryt., wystrzelony 1 1983 został umieszczony na prawie kołowej orbicie biegunowej o wys. ok. 900 km. Głównym przyrządem satelity był teleskop podczerwony Ritchey–Chretien'a. Za pomocą tego teleskopu, fotometru i spektrometru niskiej rozdzielczości IRAS prowadził do XI 1983 obserwacje astr. w kilku pasmach promieniowania podczerwonego pomiędzy dł. fal 8,5 i 119 μm . Dokonał pierwszego w historii szczegółowego (obejmującego ok. 95% pow.) przeglądu sfery niebieskiej w celu wykrycia, skatalogowania i późniejszego badania źródeł promieniowania podczerwonego oraz sporządzenia map nieba w tym zakresie widma. Odkrył ponad 200 tys. źródeł podczerwonych, zarejestrował liczne planetoidy,

odkrył nowe komety oraz nową klasę galaktyk charakteryzujących się bardzo silną emisją w podczerwieni, dostarczył informacji o narodzinach gwiazd z gęstych obłoków materii międzygwiazdowej, odkrył gwiazdy w końcowych stadiach ewolucji, stwierdził istnienie torusa pyłowego w pasie planetoid, odkrył wokół gwiazdy Wega otoczkę materii stałej, która może być pierwotną formą istnienia systemu planetarnego poza Układem Słonecznym.

**

ISO, ang. **Infrared Space Observatory**, satelitarne obserwatorium astr. Eur. Agencji Kosmicznej; wyniesione 17 XI 1995 na orbitę okołozemską przez raketę Ariane w celu prowadzenia obserwacji fotometrycznych i spektralnych w zakresie podczerwieni od ok. 3 mm do 200 mm; przedmiotem obserwacji ISO (prowadzonych do IV 1998) były m.in. bardzo odległe galaktyki, najbliższe otoczenie czarnych dziur i jąder galaktyk, zderzające się galaktyki, chmury pyłu i gazu międzygwiazdowego, tworzące się gwiazdy otoczone dyskami pyłowymi, gwiazdy w końcowym stadium ewolucji, atmosfery zewn. planet Układu Słonecznego; obserwacje ISO przyczyniły się m.in. do identyfikacji różnych pierwiastków i związków molekularnych występujących w otoczeniu planet i gwiazd, w przestrzeni międzygwiazdowej i w innych galaktykach, w tym obecności pary wodnej na Saturnie, Tytanie, Uranie, Neptunie oraz w chmurach w centrum Galaktyki.

**

Isztar, babilońsko-asyryjska bogini miłości, płodności i wojny; Isztar przedstawiano w postaci karmiącej matki, nagiej kobiety lub jako boginię wojny stojącą na wozie z lwami; jej atrybutem była 8-ramienna gwiazda; gł. ośr. kultu: Uruk (ob. AI-Warka w południowym Iraku); z kultem Isztar była związana prawdopodobnie prostytutka sakralna; utożsamiana z fenicką Asztarte i z gr. Afrodytą.

**

Itzamna, najwyższy bóg w religii Majów; bóg słońca, patron sztuk i wiedzy, który obdarował Majów pismem; jego imię pojawia się często w tekście *Popol Vuh*.

**

IUE, ang. **International Ultraviolet Explorer**, sztuczny satelita Ziemi wyniesiony 26 I 1978 przez raketę Delta na geosynchroniczną, eliptyczną orbitę okołozemską, będący specjalistycznym, satelitarnym obserwatorium astr., skonstruowanym i oprzyrządowanym przez NASA, ESA i Bryt. Radę Badań Nauk., przeznaczonym do prowadzenia spektroskopowych i fotometrycznych obserwacji świecenia w nadfiolecie rozmaitych obiektów i struktur kosm. Wyposażenie badawcze IUE (teleskop ultrafioletowy o średnicy 45 cm, 2 spektrografy oraz zestaw kamer) umożliwiło prowadzenie badań źródeł kosm. emitujących promieniowanie nadfioletowe w zakresie fal o dł. 115–335 nm, w tym m.in.: gwiazd różnych typów widmowych, gwiazd zmiennych, strumieni gazów wewnątrz i w otoczeniu układów podwójnych, gromad kulistych, pozostałości po wybuchach supernowych, odległych źródeł pozagalaktycznych (galaktyki i kwazary), ośr. międzygwiazdowego, obszarów pyłu i gazu międzygwiazdowego, a także planet i komet w Układzie Słonecznym. We IX 1985–VI 1986 IUE prowadził obserwacje emisji wodoru, tlenu i cząstek OH z jądra komety Halleya podczas jej zbliżenia do Słońca. Misja IUE, trwająca do końca IX 1996, wniosła istotny wkład do uściślenia teorii ewolucji gwiazd, ustalenia skali temperatur gorących gwiazd, określenia rozmiarów jąder galaktyk Seyferta i stopnia

ich podobieństwa do kwazarów, poznania struktur układów podwójnych, zjawisk utraty masy przez gwiazdy wskutek rozbłysków i wiatrów gwiazdowych, a także poszerzyła wiedzę o ośr. międzygwiazdowym.

**

Iwanowska WILHELMINA, ur. 2 IX 1905, Wilno, zm. 16 V 1999, Toruń, astronom; od 1946 profesor UMK w Toruniu, 1960–77 dyr. obserwatorium astr. w Piwnicach k. Torunia; od 1950 czł. TNW; od 1956 czł. PAN; 1973–79 wiceprzewodn. Międzynar. Unii Astr.; 1934–46 prowadziła jeden z pierwszych testów teorii pulsacji cefeid; 1950 wykryła różnice składu chem. gwiazd należących do różnych populacji; 1952 podała, niezależnie od W. Baadego, argumenty wskazujące na konieczność zmiany skali odległości galaktyk; prowadziła także statyst. badania populacji gwiazdowych.

**

Izar, Pulcherrima, ε Bootis, gwiazda wizualnie podwójna w gwiazdozbiornie Wolarza;

Oznaczenie: ε Bootis

Rodzaj obiektu: gwiazda podwójna

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; [Wolarz](#)

Współrzędne i odległość od Ziemi: ε^A Boo rektascensja: $14^h 44^m 59^s$
deklinacja: $27^\circ 05' 251$ l.św. = 77 pc = 15 873 240 AU, ε^B Boo rektascensja: $14^h 44^m 59^s$
deklinacja: $27^\circ 05' 251$ l.św. = 77 pc = 15 873 240 AU

Typ widmowy i klasa jasności: K0II (ε^B Boo), A2V (ε^A Boo)

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: -
 $1,69^m$ (ε^B Boo)

Jasność widoma (obserwowana): układ: $+2,37^m$; jasność składników układu
lub gwiazdy pojedynczej: $+2,7^m$ (ε^B Boo), $+5,1^m$ (ε^A Boo)

Temperatura efektywna: temperatura składników układu lub gwiazdy
pojedynczej: ε^B Boo — 4600 K

w rzeczywistości układ potrójny, gdyż słabszy składnik stanowi układ spektroskopowo podwójny; jaśniejszy składnik ma jasność widomą $2,70^m$ i jest [olbrzymem](#) 600 razy jaśniejszym od Słońca; odległa od Ziemi o 251 lat świetlnych.

**

izotopy [gr. *ísos* 'równy', *tópos* 'miejsce'], nuklidy o tej samej liczbie atomowej Z i różnych liczbach masowych A (tj. o tej samej liczbie protonów i różnych liczbach neutronów); 3 izotopy tlenu są np. nuklidy $^{16}_8\text{O}$, $^{17}_8\text{O}$, $^{18}_8\text{O}$ (każdy ma 8 protonów).

Dla każdego pierwiastka chemicznego znanych jest kilka (pierwiastki lekkie), kilkanaście lub nawet kilkadziesiąt izotopów (pierwiastki ciężkie); np. dla radu jest znanych obecnie ok. 30 izotopów. Tylko niektóre z izotopów są trwałe (najwięcej izotopów trwałych, 10, ma cyna), a pozostałe samorzutnie się rozpadają (izotopy promieniotwórcze). Niektóre pierwiastki chemiczne nie mają w ogóle izotopów trwałych (transuranowce). Izotopy tego samego pierwiastka mają różne właściwości (różne masy, rozmiary, całkowite energie wiązania, spiny, rodzaje statystyki, momenty magnetyczne itd.), co z kolei powoduje pewne różnice właściwości fizycznych substancji o odmiennych składach izotopowych (izotopowe efekty); te niewielkie różnice właściwości fizycznych wykorzystuje się do rozdzielania izotopów

(separacja izotopów) oraz rozdzielania substancji, w których skład one wchodzi. Pierwiastki występujące w przyrodzie stanowią mieszaninę o prawie stałym składzie izotopowym, tj. o prawie stałym stosunku ilościowym poszczególnych izotopów trwałych. Izotopy promieniotwórcze są szeroko stosowane w wielu dziedzinach nauki, techniki, w medycynie, głównie jako wskaźniki izotopowe (izotopowych wskaźników metoda), a także jako źródła promieniowania jądrowego m.in.: w radioterapii, defektoskopii, kontroli procesów przemysłowych, do automatycznej regulacji procesów technologicznych, w ogniwach izotopowych, analizie aktywacyjnej, a także do sterylizacji, określania wieku substancji (datowanie izotopowe). Odkrycie zjawiska **izotopii** wiąże się z odkryciem promieniotwórczości; termin „izotopy” wprowadził F. Soddy, natomiast istnienie izotopów stwierdził doświadczalnie J.J. Thomson (1913).

**

Izyda, gr. **Ísis**, w staroż. Egipcie jedno z najczęściej spotykanych imion boskich, określających różne aspekty boskości, wyrażane słowami rodzaju żeńskiego; hieroglif imienia Izydy oznaczał „tron”, „siedzibę”; przypuszczalnie Izyda była początkowo personifikacją tronu bądź pałacu króla; wg mitologii egipskiej żona Ozyrysa i matka Horusa; patronka magii; gł. ośr. kultu Izydy w Egipcie były Busiris, Iseum (Bdehbet el-Hagar) w Delcie, Abydos, Koptos i File; kult Izydy był powszechny do końca starożytności i rozprzestrzenił się w czasach cesarstwa rzym. poza Egipt; świątynia Izydy znajdowała się nawet w Rzymie; przedstawiana najczęściej jako kobieta z hieroglifem na głowie — wyobrażeniem tronu, lub (identyfikacja Izydy z Hathor) dyskiem słonecznym między krowimi rogami; często występuje w towarzystwie Neftydy; brązowe figurki Izydy z małym Horusem na kolanach uważano w średniowieczu za wyobrażenia Madonny z Dzieciątkiem.

**

Izydor z Sewilli, **Isidorus Hispalensis**, święty, ur. ok. 560, Sewilla(?), zm. 4 IV 636, także, średniow. teolog, encyklopedysta; od 601 biskup Sewilli; 1598 kanonizowany; Doktor Kościoła; autor dzieł teol., hist. oraz encyklopedii powszechnej *Etymologiarum libri XX seu Origines*, zawierającej systematyczny zbiór wiadomości z różnych dziedzin wiedzy i umiejętności praktycznych; *Etymologie* były podstawowym podręcznikiem szkół średniow.; działalność Izydora kończy okres zachodniej patrystyki.

**

„J”

Jahwe, powszechnie przyjęta wersja wymowy tetragramu JHWH; w *Starym Testamencie* imię Boga jedyne, który objawił się Mojżeszowi i zawarł przymierze z ludem Izraela; w okresie pobiblijnym obowiązywał zakaz jego wymawiania, a przy recytacji tekstów biblijnych i liturgicznych wymawiano Adonaj.

**

Jan z Głogowa, **Głogowczyk**, **Głogowita**, **Glogoviensis**, **Jan Schelling**, ur. ok. 1445, Głogów k. Legnicy, zm. 11 II 1507, Kraków, matematyk, astronom, astrolog, lekarz, teolog i filozof; przedstawiciel przyrodoznawczego nurtu albertyzmu; od 1468 profesor Akad. Krak.; autor prac o charakterze podręcznikowym obejmujących całokształt ówczesnej wiedzy filoz., a także pracy z zakresu matematyki *Introductio in*

artem numerandi (1497); oprac. komentarze do *Kosmografii* Klaudiusza Ptolemeusza.

**

Jansky KARL, ur. 1905, zm. 1950, amer. inżynier i astronom, badania nad zakłóceniami fal radiowych; 1931 odkrył radiową emisję Galaktyki, dając początki radioastronomii (w radioastronomii strumień promieniowania wyraża się w Janskich; $1 \text{ Jy} = 10^{-26} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{Hz}^{-1}$).

**

Janssen [żāsę] PIERRE JULES CÉSAR, ur. 22 II 1824, Paryż, zm. 23 XII 1907, Meudon, astronom francuski; 1876 zał. obserwatorium astr. w Meudon pod Paryżem; 1862 odkrył w widmie słonecznym linie telluryczne; 1868 podał — niezależnie od J.N. Lockyera — metodę obserwacji (poza zaćmieniami) protuberancji słonecznych za pomocą spektroskopu; 1876 pierwszy odkrył granule w fotosferze Słońca.

**

Jantzen KAZIMIERZ, ur. 19 XI 1885, Warszawa, zm. 5 X 1940, Wilno, astronom i meteorolog; profesor Uniw. Wil.; prace dotyczące statystyki komet, gwiazd podwójnych, planetoid.

**

Janus, *astr.* naturalny satelita Saturna; odkryty 1966 przez A. Dollfusa.

**

Japet, *astr.* → [Iapetus](#).

**

Jasnorzewska, *astr.* planetoida pasa głównego o numerze katalogowym 4114; odkryta 1982 (Z. Vavrova), nazwana na cześć M. Pawlikowskiej-Jasnorzewskiej.

**

jasność, *astr.* natężenie oświetlenia powierzchni promieniowaniem elektromagnetycznym wysyłanym przez dany obiekt astronomiczny, czyli ilość energii docierająca w jednostce czasu od danego obiektu do jednostkowej powierzchni prostopadłej do kierunku padania promieniowania. Jasność gwiazd wyraża się zwykle w logarytmicznej skali **wielkości gwiazdowych**: $m = -2,5 \cdot \log \varepsilon - 14,05$, gdzie ε jest wyrażonym w luksach natężeniem oświetlenia od obiektu o wielkości gwiazdowej m . **Jasność obserwowana (widoma)** obiektu astronomicznego (np. gwiazdy; potocznie blask gwiazdy) zależy od przedziału widmowego, na który czuły jest odbiornik promieniowania; dlatego wprowadza się pojęcia jasności w określonych barwach (w celu obserwacji jasności w danej barwie stosuje się w fotometrach odpowiednie filtry). **Jasnością bolometryczną** nazywa się natężenie oświetlenia we wszystkich długościach fal promieniowania danego obiektu, mierzone spoza atmosfery Ziemi, a **jasnością wizualną** — natężenie w zakresie czułości oka ludzkiego. W celu określenia mocy promieniowania obiektu astronomicznego wprowadza się pojęcie **jasności absolutnej**, tj. jasności, jaką miałby obiekt, gdyby był obserwowany z odległości 10 pc w pustej przestrzeni; jasność absolutna jest wyrażona w wielkościach gwiazdowych i oznaczana literą M ; może być bolometryczna lub w określonej barwie. Najjaśniejszym obiektem nieba jest Słońce:

$m = -26,7^m$ ($M = 4,8^m$); Księżyc w pełni ma jasność $-12,7^m$, najjaśniejsza gwiazda Syriusz — $m = -1,43^m$. Jasności absolutne nadolbrzymów wynoszą ok. $-7,0^m$, galaktyk normalnych zawierają się w granicach od ok. -16^m do -20^m najjaśniejszych obecnie znanych obiektów Wszechświata, kwazarów — ok. -25^m .

**

jasność absolutna, M , *astr.* wyrażana w wielkościach gwiazdowych jasność, jaką miałby obiekt astronomiczny obserwowany z odległości 10 pc (parsek) w pustej przestrzeni; **jasność absolutna bolometryczna** (we wszystkich długościach fal promieniowania) lub w określonej barwie; określa moc promieniowania obiektu.

**

jasność absolutna bolometryczna, *astr.* jasność obiektu *astr.* we wszystkich długościach fali (przy spełnieniu warunków takich, jak przy jasności absolutnej).

**

jasność bolometryczna, *astr.* jasność w całym zakresie widma promieniowania (we wszystkich długościach fali promieniowania) danego obiektu, mierzona spoza atmosfery Ziemi.

**

jasność obserwowana, *astr.* → **jasność widoma**.

**

jasność widoma, **jasność obserwowana**, *astr.* jasność obiektu astronomicznego (np. gwiazdy — potocznie zwana blaskiem gwiazdy), zależna od przedziału widmowego, na który czuły jest odbiornik promieniowania (oko ludzkie, fotometr).

**

jasność wizualna, *astr.* jasność obiektu astronomicznego w przedziale widmowym, na które jest czułe oko ludzkie.

**

Jaszczurka, *Lacerta*, mały gwiazdozbiór nieba północnego;

Umiejscowienie na niebie: gwiazdozbiór nieba północnego
Obszar gwiazdozbioru (w stopniach kwadratowych): 201

w Polsce widoczna cały rok; nie zawiera gwiazd jaśniejszych od czwartej wielkości gwiazdowej; w XX w. w gwiazdozbiorze zaobserwowano 3 **nowe** (*astr.*) w 1910, 1936 i 1950.

**

Jądra atomowe

Poza jądrem wodoru (jeden proton) jądra atomowe są stanami związanymi nukleonów: protonów i neutronów. Obserwowano także hiperjądra, zawierające oprócz nukleonów hiperony (bariony o dziwności różnej od zera), istnieją one jednak bardzo krótko ze względu na nietrwałość hiperonów.

Z doświadczenia wynika, że składnikami jąder są nukleony, a nie bezpośrednio kwarki i gluony. Możliwe jest jednak, że w pewnych warunkach (większa gęstość barionów lub wyższa temperatura, sytuacja taka może się pojawić przy zderzeniu jąder przyspieszonych w akceleratorze) może nastąpić przejście do stanu plazmy kwarkowo–gluonowej.

Modele jąder

Mimo tego, że składniki jądra silnie oddziałują, przybliżony opis właściwości jąder udało się otrzymać używając uproszczonych modeli. W modelu kropkowym jądro traktowane jest jak kropla naładowanego elektrycznie płynu. Model uwzględnia różnice w energii wiązania dla nukleonów znajdujących się wewnątrz i na powierzchni jądra, co wyraża się w postaci napięcia powierzchniowego. Model powłokowy traktuje nukleony jako niezależne cząstki, podlegające działaniu siły uśrednionej. Ponieważ nukleony są fermionami, mogą one obsadzać tylko dostępne stany na powłokach energetycznych. Istnieją oddzielne powłoki dla protonów i dla neutronów. Model kolektywny, uwzględniający korelacje między nukleonami nie należącymi do zamkniętych powłok, pokazuje, że nawet w stanie podstawowym kształt pewnych jąder może różnić się dość znacznie od sferycznego.

Oznaczanie jąder

Jądra atomowe oznaczamy podając nazwę pierwiastka oraz liczbę masową A (ilość protonów = Z + ilość neutronów) i ewentualnie także ilość protonów Z . Np. He^4 oznacza jądro helu (dla helu $Z = 2$) o liczbie masowej $A = 4$ (2 protony i 2 neutrony). Istnieje także inny rodzaj jąder helu He^3 (2 protony i 1 neutron). Atomy zawierające jądra o tej samej wartości Z a różnych liczbach masowych A nazywa się izotopami danego pierwiastka.

Siły jądrowe

Wiązanie nukleonów w jądrze wynika z sił jądrowych. Siły te można je traktować jako wymianę mezonów, a szczególnie najbliższych z nich, mezonów π . Siły jądrowe są krótkozasięgowe, o zasięgu rzędu rozmiaru nukleonów (1 fermi). Opisuje je potencjał Yukawy — na odległości r energia oddziaływania = $-(\alpha_s/r) \exp(-r/r_0)$, gdzie $r_0 \approx \hbar/m_\pi c = 1,4$ fermi (\hbar oznacza $h/2\pi$), a stała α_s charakteryzuje siłę oddziaływań jądrowych. Odległość sąsiednich nukleonów w jądrze jest więc rzędu rozmiaru nukleonu. Dlatego rozmiary jąder zależą od liczby nukleonów A w przybliżeniu jak $r_0 \cdot A^{1/3}$.

Energia wiązania i stabilność jąder

Energie wiązania nukleonów (licząc na jeden nukleon) są rzędu od kilku do 10 MeV, a więc milion razy większe niż wiązań chemicznych. Dlatego energia wyzwolona w wybuchu bomby wodorowej może być mierzona w megatonach co odpowiada sile wybuchu miliona ton trotylu.

Tylko ograniczony zakres wartości (Z , A) odpowiada stabilnym stanom związanym.

Dla przypadku $A = 2$ istnieje tylko jeden taki stan, stan związany protonu i neutronu, deuteron H^2 . Jest on jądrem atomowym ciężkiego wodoru. Nie istnieją stany związane dwóch neutronów ani dwóch protonów.

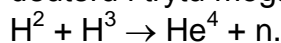
Stabilne jądra lekkie mają w przybliżeniu taką samą ilość protonów i neutronów.

Dla cięższych jąder stabilne są stany zawierające więcej neutronów. Dzięki temu średnia odległość protonów jest większa, co osłabia odpychanie elektrostatyczne, dążące do rozbitcia jądra.

Znamy 267 trwałych jąder. Jądrem trwałym o największej wartości Z ($Z = 83$) jest Bi^{209} .

Oprócz nich istnieją jądra nietrwałe, o bardzo różnych czasach połowicznego rozpadu (U^{238} — 4,5 miliarda lat, C^{14} — 5568 lat, Po^{220} — 0,14 s). Największa wartość Z dla jąder = 105.

Energia wiązania przypadająca na jeden nukleon jest w charakterystyczny sposób zależna od liczby masowej jądra. Dla lekkich jąder siła wiązania wzrasta z A . W pobliżu $A = 60$ osiąga maksimum. Dla większych jąder energia wiązania maleje przy wzroście A . Jeżeli dwa lekkie jądra łączą się ze sobą, energia wiązania nukleonów nowego jądra będzie większa niż w jądrach początkowych. Na przykład, jądra deuteru i trytu mogą połączyć się tworząc jądro helu i neutron:



Nadmiar energii wydzielony się w formie energii kinetycznej cząstek końcowych. Reakcja ta zachodzi w bombie wodorowej. Z kolei dla ciężkiego jądra uranu U^{235} energia wiązania jest mniejsza niż dla jąder z mniejszą liczbą nukleonów. W tym przypadku nadmiar energii wydzielony się przy rozpadzie jądra U^{235} na mniejsze jądra. Szczególnie dużą energię wiązania mają jądra magiczne, dla których ilość protonów Z i neutronów N przyjmują wartości 2, 8, 20, 28, 50, 82, 126. Wartości te odpowiadają pełnemu wypełnieniu kolejnych powłok protonowych i neutronowych (zakaz Pauliego stosuje się oddzielnie dla protonów i neutronów).

Reakcje jądrowe

Jądra nietrwałe są promieniotwórcze. W wyniku reakcji jądrowych zamieniają się one w inne rodzaje jąder, przy czym zachodzi emisja cząstek.

Jedną z możliwych reakcji jest rozpad beta. Neutrony swobodne są nietrwałe (czas życia około 1000 s). Jednak w jądrach atomowych mogą one żyć dowolnie długo. Jest tak dlatego, że rozpad neutronu (rozpad beta minus, w którym neutron rozpada się na proton, elektron i antyneutrino elektronowe ν_{e^-} : $n \rightarrow p + e^- + \nu_{e^-}$) prowadzi do powstania protonu. Jeżeli stany dostępne dla protonu w jądrze odpowiadają zbyt wysokiej energii, neutron się nie rozpadnie. Podobnie chociaż swobodny proton jest trwały, w jądrze może zachodzić reakcja beta plus — rozpad protonu na neutron, pozyton i neutrino elektronowe, a także pokrewny proces, w którym proton łączy się z elektronem tworząc neutron i neutrino. Jądra z nadmierną liczbą protonów są niestabilne względem procesu beta plus, a jądra z nadmierną liczbą neutronów względem rozpadu beta minus.

Podobnie jak atomy, jądra, które znalazły się w stanie wzbudzonym mogą przejść do stanów o niższej energii emitując przy tym fotony — cząstki gamma.

Dla jąder ciężkich może zachodzić rozpad alfa — emisja cząstki alfa (jądro He^4). Możliwy jest też proces rozpadu jądra na części porównywalnych rozmiarów — rozszczepienie jądra. Do rozszczepienia jąder na fragmenty może dojść samorzutnie,

lub w wyniku wzbudzenia jądra, na przykład przez neutron. Do rozszczepienia U^{235} wystarczy neutron o niskiej energii. W wyniku reakcji wydziela się znaczna energia, rzędu 170 MeV. Ponieważ rozszczepienie jądra U^{235} produkuje dodatkowe neutrony, mogą one inicjować kolejne reakcje, jest to reakcja łańcuchowa.

Andrzej Czechowski

**

jądro atomowe, centralna część atomu, o rozmiarach ok. 10^5 razy mniejszych od rozmiarów atomu, skupiająca prawie całą jego masę; masa j.a. jest średnio ok. 4000 razy większa od masy elektronów tworzących powłokę atomu, gęstość materii w j.a. wynosi ok. $2,8 \cdot 10^{17} \text{ kg/m}^3$. Jądro atomowe jest zbud. z nukleonów, tj. elektrycznie naładowanych protonów i elektrycznie obojętnych neutronów, związanych ze sobą siłami jądrowymi. Liczba protonów Z w jądrze nazywa się liczbą atomową lub liczbą porządkową, a liczba wszystkich nukleonów $A = Z + N$ (N jest liczbą neutronów) — liczbą masową. Jądro o liczbach Z , N i A (nuklid) oznacza się A_ZX_N gdzie za X wpisuje się symbol chem. pierwiastka; np. jądro berylu o $Z = 4$ i $A = 9$: ${}^9_4\text{Be}_5$ (lub krócej ${}^9\text{Be}$). Jądro atomowe może znajdować się w wielu stanach; każdy z nich jest scharakteryzowany przez zespół cech, do których należą: energia, całkowity moment pędu (spin), parzystość, a także momenty elektr. i magnet., czas życia, deformacja i in. Badaniem właściwości stanów jądr. oraz przejść pomiędzy nimi, zarówno w jednym jądrze, jak i między różnymi jądrami, zajmuje się spektroskopia jądr.; opiera się ona na badaniu właściwości promieniowania wysyłanego przez jądro (rozpad promieniotwórczy). Stan jądra o najniższej energii nazywa się stanem podstawowym, pozostałe są stanami wzbudzonymi. Jądro atomowe w stanie podstawowym może być trwałe lub nie. Obecnie jest znanych ok. 2700 różnych jąder (nuklidów); mają one liczby atomowej od 1 do 111. Najlżejszym jądrem atomowym jest jądro wodoru ${}^1\text{H}$ (proton), a najcięższym jądro roentgena (pierwiastek o $Z = 112$ nie został uznany przez IUPAC, a doniesienia o radioizotopach pierwiastków o $Z = 114$ i $Z = 116$ nie zostały dotychczas (2005) potwierdzone (jądra superciężkie). Wśród poznanych dotychczas jąder tylko ok. 270 jest trwałych; pozostałe rozpadają się; najcięższym jądrem trwałym jest ${}^{209}\text{Bi}$. Ładunek jądra atomowego jest równy Ze , gdzie e — ładunek elementarny (ładunek elektryczny). Masa jądra atomowego jest mniejsza od sumy mas jego składników; ten niedobór masy stanowi miarę energii wiązania jądra atomowego. Energia jądr. wyzwolona w procesach rozszczepienia jąder ciężkich lub łączenia się (syntezy) jąder lekkich jest częścią energii wiązania. Objętość jądra atomowego jest w przybliżeniu proporcjonalna do liczby nukleonów A ; stąd jego gęstość w przybliżeniu nie zależy od A , a jego promień wynosi: $R_0 = r_0 A^{1/3}$, gdzie $r_0 = 1,2 \text{ fm}$. Poznawanie struktury jądra atomowego i oddziaływań jądr. realizuje się przez: badanie właściwości różnych jąder w ich różnych stanach, badanie przemian jądr. oraz badanie mechanizmu reakcji jądrowych. Brak dokładnej znajomości oddziaływania jądr. oraz niemożność dokładnego rozwiązania zagadnienia wielu ciał powoduje, że nie ma ścisłej teorii jądra atomowego, a jego właściwości opisuje się za pomocą odpowiednich modeli (jądrowe modele).

**

jądro galaktyki, centralny obszar galaktyki spiralnej lub soczewkowatej, przeważają w nim stare gwiazdy II populacji.

**

jądro Galaktyki, centralna część Galaktyki skupiająca ok. 75% jej masy; za centralny obiekt Galaktyki uważa się radioźródło Sagittarius A, a obserwacje ruchu materii w jego pobliżu pozwalają ocenić masę tego obiektu na rzędu 10^6 mas Słońca, co sugeruje obecność czarnej dziury.

**

Jądro Ziemi

Jądro ziemi (barysfera) to centralna część kuli ziemskiej, o promieniu około 3470 km, masie około $185 \cdot 10^{23}$ kg (około 31% całkowitej masy Ziemi) i średniej gęstości $10\,600 \text{ kg/m}^3$. Według współczesnych poglądów jądro Ziemi jest utworzone ze stopu niklu (Ni) i żelaza (Fe) — stąd używana niekiedy nazwa **nife**; być może zawiera też pewne ilości pierwiastków lekkich (według niektórych uczonych do 20%), najprawdopodobniej krzemu lub siarki. Na podstawie badań sejsmologicznych w jądrze Ziemi rozróżniono 3 strefy: jądro zewnętrzne, strefę przejściową i jądro wewnętrzne.

Jako granicę płaszcza Ziemi i jądra przyjmuje się nieciągłość Gutenberga — strefę (na głębokości około 2900 km), w której obserwuje się gwałtowny spadek prędkości podłużnych fal sejsmicznych, a poprzeczne fale sejsmiczne, poczynając od niej, przestają przenikać w głąb Ziemi.

Jądro zewnętrzne (grubość około 2080 km) ma charakter cieczy o temperaturze $4000\text{--}4800^\circ\text{C}$ i dużej przewodności elektrycznej; przyjmuje się, iż w jądrze zewnętrznym występują (prawdopodobnie na wielką skalę) prądy konwekcyjne. Wskutek oddziaływania ruchu stopionego żelaza z polem magnetycznym powstaje skomplikowany układ prądów elektrycznych i ruchów materii jądra, powodujący podtrzymywanie pola magnetycznego Ziemi (magnetyzm ziemski). Proces ten nazywamy dynamem planetarnym.

Jądro wewnętrzne (o promieniu 1250 km) ma charakter ciała stałego, prawdopodobnie o bardzo dużej sztywności; jego gęstość wzrasta wraz ze wzrostem głębokości, osiągając wartość $16\,000\text{--}18\,000 \text{ kg/m}^3$ w środku Ziemi, gdzie ciśnienie wynosi około 400 GPa, a temperatura dochodzi do 6500°C . Charakter strefy przejściowej (grubość około 140 km) nie jest dotychczas wyjaśniony; prawdopodobnie między jądrem zewnętrznym a wewnętrznym nie ma nagłej zmiany składu chemicznego; według niektórych uczonych w obrębie strefy przejściowej następuje stopniowe przejście od fazy ciekłej do stałej.

**

Jeans [dži:nz] Sir JAMES HOPWOOD, ur. 11 IX 1877, Londyn, zm. 17 IX 1946, Dorking (hrab. Surrey), bryt. astronom i fizyk; profesor uniw., m.in. w Cambridge i Institute for Advanced Study w Princeton (USA); prowadził badania z zakresu kinet. teorii gazów oraz promieniowania ciała doskonale czarnego (prawo Rayleigha–J.); oprac. przybliżoną teorię powstawania Układu Słonecznego oraz wysunął hipotezę powstania gwiazd podwójnych; popularyzator wiedzy fiz. i astr. (m.in. *Wszechświat* 1929, wyd. pol. 1932, *Horyzonty nowej nauki* 1933, wyd. pol. 1937, *Podróż w czasie i przestrzeni* 1934, wyd. pol. 1936).

**

Jeansa niestabilność, samorzutne narastanie, wskutek samograwitacji, fluktuacji gęstości w jednorodnym ośrodku gazowym (obłoku materii), prowadzące do fragmentacji ośrodka; z niestabilności Jeansa można wyprowadzić **masę Jeansa** — jest to krytyczna wartość masy jednorodnego obłoku materii, powyżej której obłok kurczy się wskutek samograwitacji; niestabilność Jeansa odgrywa podstawową rolę w procesie formowania się struktur we Wszechświecie.

**

Jednorożec, *Monoceros*, gwiazdozbiór równikowy;

Umiejscowienie na niebie: gwiazdozbiór równikowy

Obszar gwiazdozbioru (w stopniach kwadratowych): 482

w Polsce widoczny zimą; nie zawiera jasnych gwiazd; w J. znajduje się wiele mgławic i gromad gwiazd.

**

Jednostki odległości stosowane w astronomii

Obiekty astronomiczne	Odległość między obiektami w jednostkach stosowanych w astronomii			
	[mln km]	[jednostki astronomiczne, j.a.]	[jednostki światłne]	[parseki, pc]
Słońce–Ziemia	149,6	1 j.a.	500 s	0,000005 pc
Słońce–Pluton	5913,52	40 j.a.	5,5 godz.	0,0002 pc
	$9,4605 \cdot 10^6$	63 240 j.a.	1 rok	0,3066 pc
	$30,857 \cdot 10^6$	206 265 j.a.	światłny	
			3,2616 lat	1 pc
			światłnych	
Słońce– najbliższa gwiazda			4,3 lata	1,3 pc
			światłne	

**

Jeffreys [dżęfriz] Sir HAROLD, ur. 22 IV 1891, Fatfield (hrab. Durham), zm. 18 III 1989, bryt. astronom i geofizyk; 1946–58 profesor uniw. w Cambridge; prowadził badania dotyczące pochodzenia Układu Słonecznego, teorii ruchów biegunów ziemskich, historii termicznej Ziemi i rozchodzenia się fal sejsmicznych; pracował również nad teorią prawdopodobieństwa, hydrodynamiką i teorią sprężystości.

**

jesień, pora roku zaczynająca się z dniem równonocy jesiennej i trwająca do dnia przesilenia zimowego; na półkuli północnej Ziemi trwa od ok. 23 września do ok. 22 grudnia; na półkuli południowej w tym czasie jest wiosna; w meteorologii jesień obejmuje miesiące: wrzesień, październik i listopad (półkula północna).

**

Jędrzejewicz JAN WALERY, ur. 14 IV 1835, Warszawa, zm. 19 XII 1887, Płońsk, lekarz i astronom amator; 1872 zał. w Płońsku obserwatorium astr., w którym prowadził systematyczne obserwacje; był w Polsce pionierem spektroskopii astr.; napisał podręcznik astronomii *Kosmografia* (1886); po śmierci Jędrzejewicza obserwatorium płońskie przeniesiono do Warszawy.

**

Johnson [dżonsn] HAROLD LESTER, ur. 17 IV 1921, Denver (stan Kolorado), zm. 2 IV 1980, m. Meksyk, astronom amerykański; od 1959 profesor University of Texas w Austin, od 1962 — University of Arizona w Tucson; oprac., wraz z W.W. Morganem, system fotometrii gwiazdowej (system *UBV*), obecnie powszechnie przyjęty, oraz wykonał pomiary jasności kilku tysięcy gwiazd w tym systemie; jego fotometria gromad gwiazd jest podstawą współcz. wiedzy o ich ewolucji.

**

jon [gr. *iōn* 'idący'], atom lub grupa atomów obdarzona dodatnim lub ujemnym ładunkiem elektrycznym; zależnie od liczby elementarnych ładunków elektrycznych może być jedno- lub wielododatni (zwany **kationem**) albo ujemny (zwany **anionem**), np. Fe^{2+} , NH_4^+ , Cl^- , lub ClO_4^- ; jon obdarzony zarówno ładunkiem ujemnym, jak i dodatnim nosi nazwę jonu obojnego; jony są nośnikami prądu elektrycznego; oprócz ładunku elektrycznego dany jon charakteryzują określony promień jonowy oraz budowa powłoki elektronowej; jony powstają głównie w wyniku jonizacji, przyłączenia elektronów do obojętnych atomów lub cząsteczek oraz dysocjacji elektrolitycznej; jony w roztworach elektrolitów są trwałe dzięki wzajemnemu oddziaływaniu z rozpuszczalnikiem; w gazach stosunkowo szybko ulegają rekombinacji, tj. zobojętnieniu; jony występują też w sieciach krystalicznych kryształów jonowych; reakcje chemiczne, w których reagentami są jony, noszą nazwę reakcji jonowych. W organizmach żywych jony pełnią różne funkcje, np. przekazywanie bodźców jest związane z przepływem jonów sodu, potasu, chloru i wapnia przez błony komórkowe; przepływ ten odbywa się w kanałach jonowych; z gradientami stężeń jonów wiąże się wystąpienie potencjałów bioelektrycznych; jony metali wchodzi też w skład cząsteczek związków będących przenośnikami tlenu (np. jony żelaza w hemoglobinie); jony biorą udział w osmoregulacji.

**

Jones [dżɔ́nz] Sir HAROLD SPENCER, ur. 29 III 1890, zm. 3 XI 1960, astronom brytyjski; czł. Tow. Król. w Londynie; prezes Międzynar. Unii Astr.; badania ruchu obrotowego Ziemi i Księżyca.

**

jonizacja [gr.], odrywanie elektronu lub elektronów od elektrycznie obojętnych atomów lub cząsteczek, prowadzące do powstania dodatnio naładowanych jonów (kationów) i swobodnych elektronów; aby nastąpiła jonizacja, musi być dostarczona atomowi (cząsteczce) określona ilość energii (energia jonizacji). Jonizacja może być wywołana ogrzaniem gazu do odpowiednio wysokiej temperatury (jonizacja **termiczna**, **termojonizacja**), promieniowaniem elektromagnetycznym (**fotjonizacja**; przy czym energia fotonów musi być co najmniej równa energii jonizacji), promieniowaniem korpuskularnym oraz polem elektrycznym przyspieszającym cząstki naładowane do energii wystarczającej, by wywołać

jonizację; jeśli pole elektryczne jest dostatecznie silne, przyspiesza powstałe w wyniku jonizacji elektrony i jony do takiej energii, że mogą jonizować następne atomy; zachodzi wtedy tzw. jonizacja **lawinowa**. Jonizacja gazów jednoatomowych może być jednokrotna lub wielokrotna (z wytworzeniem jonów o ładunku równym wielokrotności ładunku elementarnego); jonizacji cząsteczek wieloatomowych zwykle towarzyszy dysocjacja. Procesem odwrotnym do jonizacji jest rekombinacja jonów. Jonizację wykorzystuje się w detektorach cząstek jonizujących stosowanych w fizyce jądrowej i fizyce wielkich energii, gazowych lampach elektronowych i oświetleniowych, próżniomierzach jonizacyjnych, pompach jonowych i in.

**

jonosfera [gr.], warstwa atmosfery ziemskiej, położona na wys. 70–1000 km, w której występuje duża liczba swobodnych elektronów i jonów. Jonizacja zachodzi gł. pod wpływem promieniowania słonecznego (nadfioletowego i rentgenowskiego), a także promieniowania kosmicznego. Jony powstające w jonosferze to gł.: O^+ , NO^+ , N^+ . Koncentracja elektronów i jonów w j. zależy od przebiegu procesów jonizacji i rekombinacji jonów, zaś wydajność tych procesów — od natężenia i długości fali promieniowania wywołującego jonizację, od składu chem. i gęstości powietrza (zmieniających się z wysokością), pory doby, roku i od aktywności słonecznej. W jonosferze rozróżnia się warstwy (o różnej koncentracji elektronów i jonów): *D*, *E* i *F*, przy czym warstwę *F* można podzielić na podwarstwy: F_1 i F_2 , rozróżnialne jedynie w dzień (w nocy nakładają się na siebie). Warstwa *D* (sięgająca do wys. 90 km) istnieje tylko w ciągu dnia i odznacza się obecnością jonów ujemnych, które nie występują w pozostałych warstwach; warstwy: *E* (wys. 90–140 km), F_1 (wys. 140–250 km) i F_2 (powyżej 250 km) składają się gł. z jonów dodatnich, swobodnych elektronów i obojętnych cząsteczek (warstwa F_1 występuje tylko w dzień). Warstwa F_2 odznacza się największą ze wszystkich warstw koncentracją elektronów i odgrywa istotną rolę w rozchodzeniu się fal radiowych, które w jonosferze ulegają załamaniu, odbiciu, pochłanianiu i polaryzacji. Odbicie fal radiowych od j., dzięki któremu można je przesyłać na duże odległości, jest związane z obecnością w niej swobodnych elektronów; fale dłuższe ulegają odbiciu już od niżej leżących warstw, o mniejszej koncentracji elektronów; warstwy te są przepuszczalne dla fal krótszych, które odbijają się dopiero od warstw wyższych o większej koncentracji elektronów. Częste zmiany składu jonosfery powodują zakłócenia w łączności radiowej (np. zanik fal określonej częst.). J. — warstwa o wysokiej przewodności elektr., stanowi część globalnego obwodu elektr. związanego z działalnością burzową w atmosferze. Dzięki pochłanianiu przez j. promieniowania nadfioletowego na powierzchni Ziemi istnieją warunki do życia. Badaniem j. zajmuje się aeronomia.

Istnienie przewodzącej elektryczność warstwy atmosfery zakładał już 1839 C.F. Gauss, tłumacząc w ten sposób fluktuacje ziemskiego pola magnetycznego. W 1902 Amerykanin A.E. Kennelly i Brytyjczyk O. Heaviside na występowaniu odbijającej fale radiowe warstwy przewodzącej w górnych rejonach atmosfery (nazwano ją wówczas warstwą Kennelly’ego–Heaviside’a) oparli wyjaśnienie mechanizmu przeprowadzonej 1901 przez G. Marconiego transmisji krótkofalowych sygnałów radiowych przez Atlantyk. Ostatecznie istnienie j. potwierdził 1925 E.V. Appleton dzięki badaniom nad rozchodzeniem się fal radiowych. W latach 20. XX w. rozpoczęto systematyczne badania j. za pomocą fal radiowych, po II wojnie świat. zaczęto wykorzystywać w tym celu rakiety, umieszczając na nich aparaturę pomiarową, obecnie stosuje się sztuczne satelity.

**

Jordell Bank Observatory [dʒoːˈdɛl bɑŋk əbzəːˈwɔːtri], obserwatorium radioastr. w Goostrey, należące do uniw. w Manchesterze (W. Brytania); zał. 1945 (B. Lovell); gł. instrument — sterowany radioteleskop paraboloidalny o średnicy 76 m.

**

Jowisz, *mit. rzym.* spolonizowana forma imienia boga Jupitera, utworzona od łac. formy dopełniacza — Iovis.

**

Jowisz, symbol ♃, *astr.* piąta według oddalenia od Słońca i największa planeta Układu Słonecznego, a po Słońcu, Księżycu i planecie Wenus czwarty pod względem jasności obiekt na niebie (maksymalna jasność wynosi $-2,8$ wielkości gwiazdowej).

podstawowe dane

masa: $1,9 \cdot 10^{27}$ kg (71% sumy mas wszystkich planet Układu Słonecznego)

średnia gęstość: $1,3 \text{ g/cm}^3$

promień równikowy: 71,5 tys. km

promień biegunowy: 66,9 tys. km

promień orbity: 778,3 mln km

okres obiegu wokół Słońca: 11,86 lat ziemskich

prędkość ucieczki: 59,5 km/s

księżyce: co najmniej 63

atmosfera

ciśnienie: 0,7 ciśnienia ziemskiego

skład

wodór: ok. 90%

hel: ok. 10%

ślady m.in. metanu, etanu, amoniaku, pary wodnej

temperatura powierzchni (umownej): -110°C

Symbol: ♃

Odległość od Słońca: 740,7 mln km (4,951203 AU); 816,1 mln km (5,455214 AU); 778,3 mln km (5,202540 AU)

Okres obiegu wokół Słońca (w latach): 11,86

Okres obrotu (w godzinach): 9,9

Masa planety: $1898 \cdot 10^{24}$ kg (317,710077 · masa Ziemi)

Średnia gęstość: $1,3 \text{ g/cm}^3$

Jądro planety: krzem, żelazo

Atmosfera planetarna: hel (10%), wodór (90%), metan, etan, amoniak;

temperatura na powierzchni: od 110 K do 165 K — od -163°C do -108°C ; ciśnienie: 0,7 · ciśnienie Ziemi

Satelity naturalne: 63 ważniejsze satelity naturalne: Callisto, Europa, Ganimedes, Io

Odkrycie: znany od starożytności

Loty kosmiczne badające planetę: Pioneer 10 (misja bez lądowania, dokumentacja fotograficzna; pomiary magnetosfery i atmosfery); Pioneer 11 (misja

bez lądowania, badania pierścieni Jowisza); Voyager 1 (misja bez lądowania, dokumentacja fotograficzna, badania atmosfery; badania księżyców); Voyager 2 (misja bez lądowania, dokumentacja fotograficzna); Galileo (misja bez lądowania, badanie atmosfery); Ulysses (misja bez lądowania, badania Jowisza i jego księżyców); New Horizons (misja bez lądowania, badania Jowisza i czterech jego księżyców)

Jowisz okrąży Słońce po prawie kołowej orbicie, położonej w płaszczyźnie nachylonej do płaszczyzny ruchu Ziemi pod kątem $1,3^\circ$, w średniej odległości 5,2 AU (778,3 mln km); średnia prędkość orbitalna — 13 km/s, okres obiegu wokół Słońca — 11 lat 315 dni. Masa Jowisza wynosi $1,9 \cdot 10^{27}$ kg (co stanowi 71% sumy mas wszystkich planet Układu Słonecznego), średnia gęstość Jowisza — $1,3 \text{ g/cm}^3$, promień równikowy — 71,5 tysiąca km i jest o 4,6 tysiąca km dłuższy od promienia biegunowego. Jowisz szybko rotuje wokół osi niemal prostopadłej do płaszczyzny swej orbity: pełny obrót trwa 9,9 h (najkrótszy okres obrotu wśród wszystkich planet Układu Słonecznego); jego konsekwencją jest stosunkowo duże spłaszczenie globu Jowisza.

Jowisz składa się przede wszystkim z wodoru i helu (w stosunku ocenianym na 9:1) oraz śladowych ilości metanu, amoniaku, wody i różnych minerałów skalnych. Wnętrze globu jest wypełnione głównie ciekłym wodorem metalicznym, otoczonym warstwą ciekłego wodoru cząsteczkowego przechodzącego w zewnętrznych obszarach w stan gazowy; w centrum znajduje się przypuszczalnie niewielkie jądro żelazowo-krzemianowe, skupiające ok. 13% masy. Jowisz nie ma stałej powierzchni, a umowną granicą między jego globem i atmosferą (wyznaczającą promień Jowisza) jest warstwa gazów o ciśnieniu 1 bara (10^5 Pa). Temperatura tak określonej powierzchni Jowisza wynosi ok. 165 K. W centrum planety temperatura sięga ok. 20 tysięcy K, a ciśnienie $4,5 \cdot 10^{12}$ Pa. Pole magnetyczne jest w przybliżeniu polem dipola o osi odchylonej ok. 10° od osi obrotu Jowisza; natężenie pola magnetycznego przy powierzchni Jowisza jest kilkanaście razy większe od ziemskiego. Sprawia to, że Jowisz otacza ogromna magnetosfera, sięgająca w kierunku Słońca na odległość ok. 4 mln km; długość jej ogona skierowanego od Słońca dochodzi do 650 mln km. Szybko wirujące wraz z planetą pole magnetyczne przyspiesza uwięzione w pasach radiacji cząstki naładowane do prędkości bliskich prędkości światła; są one źródłem silnego promieniowania radiowego o decymetrowych długościach fal.

Atmosfera Jowisza, sięgająca do wysokości ok. 1000 km nad umowną powierzchnią planety, składa się z wodoru (90%) i helu (10%), z niewielkimi domieszkami przede wszystkim substancji bogatych w wodór: metanu, etanu, amoniaku i wody. Widoczne na zdjęciach Jowisza struktury równoleżnikowe (jaśniejsze nazywane strefami, a ciemniejsze pasami) odzwierciedlają zróżnicowanie składu chemicznego i temperatury warstw powierzchniowych oraz prędkości wiejących w nich wiatrów (dochodzących do 600 km/h). Najbardziej charakterystycznym tworem na powierzchni Jowisza jest tzw. wielka czerwona plama, obserwowana od 2. połowy XVII w. Jest to owal o rozmiarach ok. 12 tysięcy \times 25 tysięcy km, będący prawdopodobnie gigantycznym zawirowaniem warstw powierzchniowych.

Jowisz otacza pierścień, położony w płaszczyźnie równika, którego główna część (szerokość ok. 7000 km i grubość do 30 km) znajduje się w odległości od środka 1,7–1,8 promienia planety (R_J); przechodzi on płynnie w rozrzedzone i rozproszone

przestrzenie halo rozciągające się w kierunku Jowisza do odległości ok. $1,4 R_J$, a na zewnątrz w jeszcze bardziej rozrzedzony tzw. pierścień azurowy, sięgający odległości ok. $3 R_J$. Pierścień Jowisza składa się z bardzo małych (rzędu 10^{-6} m) brył skalnych; został odkryty 1979 dzięki sondom Voyager. Jowisz obiega liczne naturalne satelity (księżyce); do końca 2008 odkryto ich 63. Cztery największe to tzw. księżyce galileuszowe, odkryte przez Galileusza.

Jowisz odgrywa ważną rolę w dynamicznej ewolucji małych ciał Układu Słonecznego. W 1994 obserwowano niezwykle zjawisko uderzeń w powierzchnię Jowisza fragmentów, na które rozpadła się pod jego wpływem kometa Shoemaker-Levy 9. Do końca 2008 układ Jowisza był badany przez 8 sond kosmicznych, z których jedna (Galileo) od 1995 do 2003 krążyła wokół Jowisza, a odłączony od niej próbnik zanurzył się (7 XII 1995) w atmosferę oraz warstwy powierzchniowe planety.

**

Joy [dżoi] ALFRED HARRISON, ur. 23 IX 1882, Greenville (stan Illinois), zm. 18 IV 1973, Waszyngton, astronom amerykański; od 1915 pracownik Mount Wilson Observatory; 1918 stwierdził (wraz z G.E. Hale'em i S. Nicholsonem) okresowe zmiany kierunków pól magn. w plamach słonecznych; 1938 odkrył gwiazdy zmienne typu *T Tauri*; obserwator gwiazd podwójnych spektroskopowych i cefeid.

**

Julia, *astr.* księżyc Urana; szósty licząc wg rosnącej odległości od planety.

**

Juno, *astr.* duża planetoida; promień ok. 120 km (9. pod względem wielkości), okres obiegu wokół Słońca 4,36 lat; odkryta 1804 przez niem. astronoma K. Hardinga (1765–1834).

**

Jupiter, Jowisz, łac. **Iuppiter, Diespiter**, *mit. rzym.* ojciec jasnego nieba, najważniejsze bóstwo panteonu rzym. uosabiające najwyższą władzę sprawowaną nad światem; oficjalny przydomek — Optimus Maximus ['najlepszy i największy']; był mu poświęcony gł. przybytek Rzymu, na Kapitolu (świątynia dedykowana 508 p.n.e.); znajdowały się w niej również posągi jego małżonki Junony oraz Minerwy (triada kapitolńska); swą moc przejawiał w burzy oraz we wszelkich zjawiskach atmosferycznych; jako patron miasta był bogiem auspicjów oraz triumfu, co znaczy, że żadna ważna czynność polit. lub wojsk. nie powinna być podejmowana bez przychylnego znaku danego przez Jupitera oraz że zwycięstwo władzy rzym. przypisywano mocy boga; w poezji i ikonografii utożsamiany z gr. Zeusem.

**

Jura. Kontynenty, oceany i klimat

W jurze następuje dalszy rozpad Pangei (II), zapoczątkowany w triasie. Od Afryki zaczęła odrywać się Ameryka Południowa, zapoczątkowując powstawanie południowej części Oceanu Atlantyckiego, a całkowicie oderwał się od niej blok australijsko-antarktyczny, dzięki czemu zaczął poszerzać się Ocean Indyjski. Od Europy stopniowo zaczyna odrywać się Ameryka Północna i rozszerza się powoli północny Atlantyk. Wpływ tego zbiornika na klimat w Europie jest olbrzymi, co zaznacza się zmianą barwy formacji lądowych na szarą (w triasie przeważały barwy

czerwone, pstre). Ocean Tetydy rozszerza się znacznie. W północnej, brzeżnej strefie Oceanu Tetydy znajdują się łuki wyspowe i morza wewnętrzne, w obrębie istniejącej tu wielkiej strefy subdukcji. Do Azji dobijają bloki kontynentalne, odrywające się od gondwańskich wybrzeży Tetydy. Dzięki temu powstają pasma górskie w południowej Azji.

Druga wielka strefa subdukcji istniała u zachodnich wybrzeży Ameryki Północnej i Ameryki Południowej, gdzie subdukcji ulegała oceaniczna skorupa Pacyfiku. Jej rezultatem były procesy fałdowe, magmowe i metamorficzne zachodzące na obszarze Kordylierów i Andów.

Klimat w jurze był w dalszym ciągu ciepły. Łądy były na dużych obszarach porośnięte przez lasy, a ze szczątków roślin powstawały później złoża węgla brunatnych. W rezultacie wietrzenia chemicznego tworzyła się terra rossa; znaczne obszary łądów zajęte były przez pustynie. W morzach tworzyły się osady węglanowe z liczną ciepłolubną fauną, częste były rafy oraz ewaporaty.

Pod koniec jury środkowej w rejonie bieguna północnego zaczął się tworzyć chłodny zbiornik borealny, w którym osadzały się ciemne ropy i brunatne piaskowce ze szczątkami zimnolubnych amonitów i małżów.

Włodzimierz Mizerski

**

Jutrzenka, *astr.* → **Gwiazda Poranna**.

**

„K”

Kaho–Kozika–Lisa kometa, kometa jednopojawieniowa o numerze katalogowym C/1936 O1; odkryta 1936 niezależnie przez: Kaho Shigeru, S. Kozika i W. Lisa.

**

kalendarz Majów, istniał zapewne już w IV tysiącleciu p.n.e., był najdokładniejszym kalendarzem świata; rok dzielił na 365 dni (wcześniej na 360) i 18 miesięcy po 20 dni i 5 dni dodatkowych; w rachubie czasu Majowie posługiwali się 2 cyklami: 260- i 365-dniowymi; kombinacja tych cykli dawała okres 18 980 dni, umożliwiając bardzo precyzyjne datowanie.

**

kalendarz wieczny, odpowiednio zestawiona tabela, za pomocą której można odnaleźć w sposób mechaniczny brakujący element daty (np. rok, miesiąc, dzień miesiąca, dzień tygodnia), pod warunkiem, że są dane 3 jej pozostałe elementy.

**

Kalifornia, *astr.* rozległa mgławica gazowa w gwiazdozbiornie Perseusza, w której atomy gazu są pobudzane do świecenia promieniowaniem pobliskiej gwiazdy; odległa od Układu Słonecznego o ok. 1950 lat świetlnych.

**

Kalipso, *astr.* → [Calypso](#).

**

Kallipos z Cyzyku, Kállipos, data ur. nieznana, zm. ok. 330 p.n.e., astronom grecki; rozwinął system sfer współśrodkowych Eudoksosa z Knidos; twórca 76-letniego cyklu kalendarzowego księżycowo-słonecznego.

**

Kallisto, *astr.* → [Callisto](#).

**

Kambr. Kontynenty, oceany i klimat

Superkontynent Pangea, który istniał u schyłku proterozoiku, rozpadł się jeszcze w najwyższym prekambryzie na bloki zmieniające stopniowo swe pozycje geograficzne, z których największym była Gondwana, obejmująca dzisiejsze kontynenty półkuli południowej, a także fragmenty dzisiejszej Azji. Pomiędzy kontynentem Baltica (dzisiejsza platforma wschodnioeuropejska) a kontynentem Laurencja (dzisiejsza platforma północnoamerykańsko-grenlandzka) znajdował się powiększający się ocean Japetus. Jego brzeżne części ulegały intensywnej subsydencji, dzięki czemu utworzyły się tam grube formacje skał osadowych. Osady typowo oceaniczne podlegały subdukcji i metamorfizmowi. Fragmenty kambryjskiej skorupy oceanu Japetus wbudowane są w kaledońskie łańcuchy dzisiejszej Europy i Ameryki Północnej w postaci stref ofiolitowych.

Na bloki kontynentalne wkraczały w wielu rejonach płytkie morza, w których powstawały różnorodne osady okruczowe, węglanowe, a lokalnie i sole. Mikrokontynenty wchodzące dzisiaj w skład Syberii oddzielone były od Baltiki Oceanem Uralskim. Oddalone były również od siebie inne bloki kontynentalne, będące dzisiaj fragmentami kontynentu azjatyckiego. Między Gondwaną a grupą kontynentów znajdujących się dzisiaj na półkuli północnej rozciągał się szeroki ocean — Prototetyda. Na zachodnich peryferiach Laurencji miała miejsce intensywna sedymentacja osadów, z których dzisiaj zbudowane są Góry Skaliste.

Odzwierciedleniem takiego rozkładu bloków kontynentalnych i oceanów były odmienne od współczesnych warunki klimatyczne na nich panujące, co odbiło się w powstających wówczas osadach. Na południu dzisiejszej platformy syberyjskiej występują wapienie i dolomity, powyżej których znajdują się grube formacje kambryjskich soli kamiennych i potasowych świadczących o gorącym klimacie. W strefach międzyzwrotnikowych (np. w Australii, wchodzącej wówczas w skład Gondwany) powstawały grube formacje wapieni i dolomitów, tworzonych częściowo przy udziale archeocjatyw i glonów. Na kontynencie Laurencja osady kambru dolnego wykształcone są w facjach okruczowych, zaś kambru środkowego i górnego — w facjach węglanowych. Na kontynencie Baltica natomiast przeważają facje okruczowe, charakterystyczne dla mórz stref umiarkowanych.

**

Włodzimierz Mizerski

Kameleon, łac. *Chamaeleon*, mały gwiazdozbiór nieba południowego; w Polsce niewidoczny.

Umiejscowienie na niebie: gwiazdozbiór nieba południowego
Obszar gwiazdozbioru (w stopniach kwadratowych): 132

**

kamera Maksutowa, teleskop Maksutowa, teleskop meniskowy, teleskop soczewkowo-zwierciadlany odznaczający się dużym polem widzenia, zbudowany 1941 niezależnie przez D. Maksutowa i A. Bouwersa; składa się z wklęsłego zwierciadła sferycznego (głównego) i — umieszczonej w odległości nieznacznie przekraczającej jego ogniskową — soczewki wypukło-wklęsłej (menisku), służącej do eliminowania aberracji sferycznej zwierciadła (aberracje układu optycznego); modyfikacją k.M. jest teleskop do obserwacji bezpośrednich, w którym na środkową część menisku jest napyłona warstwa odbijająca; światło odbite od tak otrzymanego wypukłego zwierciadła jest wyprowadzane na zewnątrz przez otwór w zwierciadle głównym.

**

kamera Schmidta [k. szmita], **teleskop Schmidta**, teleskop soczewkowo-zwierciadlany o dużym polu widzenia (średnica dochodząca do 25°), skonstruowany 1931 przez optyka niem., B.V. Schmidta (1879–1935). Składa się z wklęsłego zwierciadła sferycznego oraz płyty korekcyjnej — umieszczonej w podwójnej odległości ogniskowej przed zwierciadłem — o tak dobranej krzywiznie powierzchni, aby skompensować aberrację sferyczną zwierciadła; średnica płyty korekcyjnej jest mniejsza od średnicy zwierciadła (np. średnica zwierciadła k.Sch. na Mount Palomar wynosi 183 cm, płyty korekcyjnej 122 cm); równoległe wiązki światła padające z różnych kierunków, po przejściu przez płytę korekcyjną i odbiciu od zwierciadła, skupiają się w płaszczyźnie ogniskowej. K.Sch. odznacza się dużą światłością (stosunkiem średnicy teleskopu, w przypadku k.Sch. płyty korekcyjnej, do ogniskowej teleskopu); jest stosowana gł. do fotografowania nieba; np. za pomocą 3 k.Sch. umieszczonych w obserwatoriach: Mount Palomar (USA), La Silla (Chile) i Siding Spring (Australia) wykonano zdjęcia pokrywające całe niebo, na których są widoczne wszystkie gwiazdy i galaktyki do 23 wielkości gwiazdowej.

**

kami [starojap.], japońskie bóstwa religii shintō; wg *Kojiki* jest ich na niebie i ziemi 8 mln; natura kami jest wieloraka: są to budzące cześć zjawiska naturalne (słońce, burza), twory geofiz. (szczyty gór, morza), zwierzęta i rośliny, zmarli bohaterowie, a nawet każdy zmarły oraz (do 1946) żyjący cesarz; kami są czczone w swej konkretnej postaci, ale przypisuje się im również posiadanie ducha ożywiającego; duchy te są wyobrażane najczęściej antropomorficznie; mogą być przywoływane do sakralnych przedmiotów i ołtarzyków domowych (kamidana); składa się im ofiary i kieruje do nich modlitwy w celu zjednania sobie ich łask.

**

Kamieński MICHAŁ, ur. 24 XI 1879, Dembrowka (gubernia mohylewska), zm. 18 IV 1973, Warszawa, astronom; 1914–19 dyr. obserwatorium mor. we Władystoku; od 1923 profesor Uniwersytetu Warszawskiego oraz 1923–45 kier. jego obserwatorium;

od 1929 czł. PAU; prace z mechaniki nieba, geodezji i geofizyki (hydrologii); prowadził wieloletnie badania komety Wolf I (1931 odkrył jej wiekowe opóźnienie) oraz komety Halleya.

**

Kanopus, astr. → **Canopus**.

**

Kant IMMANUEL , ur. 22 IV 1724, Królewiec (Königsberg, ob. Kaliningrad), zm. 12 II 1804, tamże, niemiecki filozof, czołowy przedstawiciel klasycznej niemieckiej filozofii idealistycznej, jeden z najwybitniejszych reprezentantów oświecenia. 1770–96 profesor uniwersytetu w Królewcu (1786 i 1788 rektor); twórca transcendentalnego idealizmu, zwłaszcza też krytycyzmem teoriopoznawczym. Rozpatrując charakter sądów matematycznych, przyrodniczych i metafizycznych, Kant podzielił wszelkie sądy na analityczne i syntetyczne oraz na aprioryczne i aposterioryczne. Możliwość sądów syntetycznych a priori (występujących wg niego w matematyce i czystym przyrodoznawstwie) uzasadniał istnieniem w poznającym podmiocie apriorycznych form oglądu zmysłowego (czasu i przestrzeni) i kategorii intelektu (m.in. przyczyna, substancja, jedność, wielość) określanych łącznie ideami konstytutywnymi; organizują one materiał dany we wrażeniach i współtworzą doświadczenie poznawcze, którego przedmiotem są zjawiska (fenomenalizm) stanowiące przejaw niepoznawalnych „rzeczy samych w sobie”. Granice wszelkiego możliwego doświadczenia wyznaczają idee regulatywne rozumu (wszechświata, duszy i Boga), które same nie mogą być przedmiotem poznania. Transcendentalizm Kanta, polegający na filozoficznej analizie warunków wszelkiego możliwego poznania, nie zaś aktów poznawczych, ich przebiegu i treści, oraz zakwestionowanie przez niego możliwości naukowego uprawiania metafizyki, otworzyły drogę do nowoczesnych badań epistemologicznych, akcentujących aktywną rolę podmiotu w kreowaniu obrazu poznawanego przezeń świata. W etyce Kant był zwolennikiem rygorystyki moralnego, opartego na sformułowaniu apriorycznego imperatywu kategorialnego oraz wskazaniu człowieka jako twórcy norm moralnych. Próbę powiązania analizy działalności poznawczej człowieka (rozumu teoretycznego) z analizą jego aktywności moralnej (rozumu praktycznego) stanowiła u Kanta analiza władzy sądenia opartej na regulatywnej idei celowości. W rozważaniach historiozoficznych Kant traktował historię jako postęp w kształtowaniu kultury dokonujący się na zasadzie wewnętrznych antagonizmów wyznaczanych przez dwoistość społecznej natury człowieka („społeczna towarzyskość”). Konceptje filozoficzne Kanta stanowiły przełom w filozofii nowożytnej, zapoczątkowały okres tzw. klasycznej filozofii niemieckiej oraz wywarły ogromny wpływ na dalszy rozwój filozofii europejskiej. Główne dzieła: *Krytyka czystego rozumu* (1781, wydanie polskie 1904, wydanie ostatnie 1986), której główne myśli podane w dostępniejszej i prostszej formie przedstawił Kant w *Prolegomenach do wszelkiej przyszłej metafizyki...* (1783, wydanie polskie 1901, wydanie ostatnie 1993); *Krytyka praktycznego rozumu* (1788, wydanie polskie 1911, wydanie ostatnie 1984), której popularniejsze wydanie stanowi *Uzasadnienie metafizyki moralności* (1785, wydanie polskie 1906, wydanie ostatnie 1984); *Krytyka władzy sądenia* (1791, wydanie polskie 1964, wydanie ostatnie 1986). W tłumaczeniu polskim ukazały się ponadto: *Religia w obrębie samego rozumu* (1793, wydanie polskie 1795, wydanie współczesne 1993), *O wiecznym pokoju: zarys filozoficzny* (1795, wydanie polskie 1795, wydanie współczesne 1993); wybór polski *Pisma przedkrytyczne* (1999).

M.J. SIEMEK *Idea transcendentalizmu u Fichtego i Kanta*, Warszawa 1977;
K. Bał *Wprowadzenie do etyki Kanta*, Wrocław 1984;
O. HÖFFE *Immanuel Kant*, Warszawa 1994;
S. Kaczmarek *Immanuel Kant. Portret filozofa*, Poznań 1995;
Z. Kuderowicz *Kant*, Warszawa 2000.

**

Kanta–Laplace’a teoria, jedna z pierwszych hipotez powstania Układu Słonecznego; właściwie 2 hipotezy, podobne w ogólnych zarysach, wysunięte niezależnie przez I. Kanta (1755) i P.S. Laplace’a (1796); wg Kanta Układ Słoneczny powstał jednocześnie ze Słońcem z pierwotnej mgławicy mającej ruch obrotowy, przy czym planety powstały w wyniku odrywania się materii od tworzącego się Słońca; natomiast wg Laplace’a planety powstały z pierścieni, które oddzieliły się od wirującej mgławicy, stanowiącej prasołnce.

**

KAO, ang. **Kuiper Airborn Observatory**, obserwatorium astr. umieszczane od 1974 na kolejnych stratosferycznych samolotach, będących własnością NASA; zawiera zaopatrzone w spektrometry i kamery teleskop o średnicy 91 cm; uwolnienie od wpływu atmosfery ziemskiej pozwala na prowadzenie obserwacji w dalekiej podczerwieni i w zakresie fal submilimetrycznych (pochłanianych przez zawartą w atmosferze ziemskiej parę wodną); jednocześnie ruch samolotu i ruch Ziemi umożliwiają obserwację dowolnego obiektu na obu półkulach sfery niebieskiej; za pomocą teleskopu KAO 1977 odkryto pierścienie Urana.

**

Kapella, astr. → [Capella](#).

**

kapsuła [fac.], szczelnie zamknięty, specjalnie ukształtowany zbiornik znajdujący się w sztucznym satelicie; powraca na Ziemię (lądowanie, wodowanie).

**

Kapteyn [kaptɛjn] JACOBUS CORNELIUS, ur. 19 I 1851, Barneveld, zm. 18 VI 1922, Amsterdam, astronom holenderski; od 1878 profesor uniwersytetu w Groningen, gdzie założył laboratorium astr. (obecnie jego imienia); przy współudziale obserwatorium na Przyl. Dobrej Nadziei oprac. (1869–1900) największy katalog położeń przeszło 450 tys. gwiazd nieba południowego *Cape Photographic Durchmusterung*; 1904 wykrył istnienie werteksu (kierunku, w którym wzajemne różnice prędkości danej grupy gwiazd są największe); inicjator (1906) statyst. badań gwiazd w wybranych 206 polach, równomiernie rozmieszczonych na niebie (tzw. polach kapteynowskich).

**

Karbon. Kontynenty, oceany i klimat

Układ bloków kontynentalnych w karbonie ulegał stopniowym zmianom. Początkowo przypominał on sytuację ze schyłku dewonu, Euroameryka była oddzielona od kontynentu syberyjskiego Oceanem Uralskim, a od Gondwany — Oceanem Paleotetydy. Później nastąpiły zasadnicze zmiany w rozmieszczeniu kontynentów, co było powodem głównych faz orogenezy waryscyjskiej. Euroameryka zaczęła się zbliżać do Gondwany i w końcu się z nią zderzyła, powodując powstanie łańcuchów górskich w Europie Zachodniej i Południowej, północnej Afryce oraz we wschodniej i

południowej Ameryce Północnej. Utworzył się wielki ląd, od którego oddzielony był jeszcze kontynent syberyjski. Ocean Uralski uległ już jednak znacznemu zwężeniu. Kontynenty leżące dzisiaj na półkuli północnej, w karbonie znajdowały się w strefie równikowej i zwrotnikowej, podobnie jak i północna część Afryki i Ameryki Południowej. Na obszarach tych w warunkach gorącego i wilgotnego klimatu panowały sprzyjające warunki do bujnego rozwoju flory lądowej, która stała się źródłem powstania złóż węgla kamiennego (np. zagłębia: Górnośląskie, Dolnośląskie i Lubelskie w Polsce) lub brunatnego (np. Zagłębie Moskiewskie).

Na kontynencie syberyjskim panował klimat umiarkowany, o czym świadczą mniejsze rozmiary roślin wyróżnianych jako flora tunguska.

Znaczna część lądu Gondwany leżała w strefie okołobiegunowej. Tam, w warunkach klimatu polarnego, rozwinęły się potężne lądolody, których ślady (tillity, rysy lodowcowe) spotykamy na wszystkich kontynentach półkuli południowej i na Dekanie. We florze przeważają paprocie nasienne (flora glossopterisowa) o małych rozmiarach i wyraźnych rocznych słojach przyrostowych.

W płytkich morzach epikontynentalnych, znajdujących się w obrębie współczesnych kontynentów, powstawały wapienie organogeniczne (w tym rafowe), a także ewaporaty i osady okrucowe.

Włodzimierz Mizerski

**

Karliński FRANCISZEK, ur. 4 X 1830, Kraków, zm. 21 III 1906, tamże, astronom i meteorolog; 1862–1902 dyr. obserwatorium astr. Uniwersytetu Jagiellońskiego; od 1873 czł. AU; obserwował położenia planetoid i komet, obliczał orbity planetoid, prowadził badania gwiazd zmiennych; zajmował się również historią astronomii i meteorologią; 1866 oprac. kod, którym po pewnych ulepszeniach posługiwano się rozsyłając telegramy o odkryciach planetoid i komet do obserwatoriów astr. na całym świecie.

**

karły, *astr.* najczęściej występujący typ gwiazdy; są to gwiazdy populacji I ([gwiazd populacje](#)) leżące w granicach ciągu głównego na diagramie Hertzsprunga–Russella. W ramach [klasyfikacji widmowej](#) karły są zaliczane do klasy jasności V (klasyfikacja widmowa gwiazd). Bezpośrednio po powstaniu gwiazdy mają stosunkowo duże rozmiary; następnie kurczą się, zmierzając na [diagramie Hertzsprunga–Russella](#) do linii karłów ciągiem głównym wieku zero. Jej dokładne położenie zależy od składu chemicznego materii gwiazdowej, mierzonego sumaryczną zawartością wszystkich pierwiastków cięższych od helu. Po osiągnięciu ciągu głównego wieku zero gwiazda przestaje się kurczyć (osiągając swój minimalny promień) i staje się karłem; w jej jądrze rozpoczyna się reakcja przemiany wodoru w hel. W miarę zużywania wodoru promień karła powoli rośnie. Gwiazda opuszcza ciąg główny, gdy w jej środku wyczerpie się całkowicie wodór. Czas życia na ciągu głównym, t_{cg} , czyli czas trwania stadium karła, można oszacować z przybliżonej formuły: $t_{cg} \approx 10^{10} (M/M_A)^{-2,5}$ lat, gdzie M jest masą karła, a M_A masą Słońca. Od ciągu głównego gwiazda przechodzi do obszaru [olbrzymów](#).

Podstawowe parametry karłów, czyli jasność (L) i temperatura efektywna (a zatem i promień), są określone w dobrym przybliżeniu przez masę gwiazdy, $\log(L/L_A) =$

$k \log(M/M_A) + 0,08$, gdzie $k = 3,8$ dla $M > 0,2 M_A$ (dla gwiazd mniej masywnych — ok. 2,5), L_A jest jasnością Słońca. Przemiana wodoru w hel zachodzi w jądrach karłów przez dwa podstawowe łańcuchy reakcji termojądrowych: tzw. cykl proton–proton (p–p) i cykl CNO. W mało masywnych karłach dominuje cykl p–p, w karłach o masie ok. $1,3 M_A$ (obydwa cykle mają porównywalną wydajność) w bardziej masywnych karłach dominuje zaś cykl CNO. W jądrach karłów o $M > 1,3 M_A$ wskutek konwekcji następuje mieszanie materii powodujące utrzymanie w całym jądrze praktycznie takiego samego składu chemicznego; skokowy spadek zawartości helu — do wartości odpowiadającej nie przetworzonej w reakcjach jądrowych materii gwiazdowej — występuje na jego zewnętrznej granicy; poza jądrem energia jest przenoszona na zewnątrz gwiazdy na drodze promienistej. W jądrach karłów o $M < 1,3 M_A$ nie ma konwekcji, a tempo zmniejszania zawartości wodoru najszybsze jest w środku, coraz wolniejsze ku zewnętrznej granicy jądra; w efekcie zawartość helu spada płynnie od środka gwiazdy do granicy jądra; wytworzona energia jest przenoszona na zewnątrz, początkowo na drodze promienistej, a bliżej powierzchni karła w wyniku konwekcji. W karłach o coraz mniejszych masach i temperaturach efektywnej warstwa częściowej jonizacji (a wraz z nią warstwa konwektywna) sięga coraz głębiej pod powierzchnię (np. w Słońcu do ok. $\frac{1}{3}$ jego promienia), aż przy masie karłów ok. $0,3 M_A$ dochodzi do środka gwiazdy. Obecność warstwy konwektywnej w rotującej gwiazdzie prowadzi do powstania aktywności magnetycznej gwiazdy. Minimalna masa karłów wynosi ok. $0,08 M_A$ (dokładna jej wartość zależy od składu chemicznego materii gwiazdowej). Obiekty o mniejszych masach nie osiągają w centrum dostatecznie wysokiej temperatury, by mogły zachodzić w nich reakcje przemiany wodoru w hel ([brązowe karły](#)).

**

Karme, *astr.* → [Carme](#).

**

Kasjoepa, *Cassiopea*, **Kasjoepja**, gwiazdozbiór nieba północnego;

Umiejscowienie na niebie: gwiazdozbiór nieba północnego
Obszar gwiazdozbioru (w stopniach kwadratowych): 598
Główne gwiazdy: [Shedir](#), [Caph](#), [Tsih](#), [Ruchbah](#)

w Polsce widoczny cały rok; najjaśniejsza gwiazda, Shedir, wraz z 4 jasnymi gwiazdami (Tsih, Caph, Ruchbah i ϵ Cas) tworzy charakterystyczny układ w kształcie litery W.

**

Kasjoepa, **Kasjoepja**, gr. **Kassiépeia**, *mit. gr.* żona Kefeusa, króla Etiopii, matka Andromedy, przemieniona w gwiazdozbiór; chępiła się, że przewyższa urodą Nereidy, co wywołało gniew bogiń; wówczas Posejdon nasłał na Etiopię wielkiego węża morskiego, a wyrocznia Ammona orzekła, że klęska się skończy, jeśli córka królewska zostanie ofiarowana potworowi; przykutą do skały Andromedę uwolnił Perseusz; mit znany ze starożytnych opowieści o przemianie w gwiazdy (Pseudo-Eratostenes) oraz zbiorów mitów (Pseudo-Apollodor, Hyginus).

**

Kasjoepa A, *astr.* → [Cassiopea A](#).

**

Kasjopeja, *astr.* → [Kasjopea](#).

**

Kastor, *astr.* → [Castor](#).

**

Kastor i Polluks, gr. **Kástōr, Polydeúkēs**, łac. **Castor, Pollux**, *mit. gr.* herosi gr., bliźniacy, → Dioskurowie.

**

katalog gwiazdowy, spis gwiazd znajdujących się w danym obszarze nieba, jaśniejszych od pewnej wielkości gwiazdowej i uszeregowanych według położenia na niebie lub według klasyfikacji widmowej; katalogi gwiazdowe sporządzano już w starożytności (Hipparch, Ptolemeusz Klaudiusz); w czasach współczesnych najbardziej znanymi katalogami gwiazdowymi są: *Bonner Durchmusterung* (BD), zawierający przybliżone pozycje ok. 458 tysięcy gwiazd jaśniejszych od $9,5^m$, o deklinacji od -23° do $+90^\circ$, i jego przedłużenie na niebo południowe *Cordoba Durchmusterung* (CD), zawierający ok. 614 tysięcy gwiazd; dokładne pozycje gwiazd podają katalogi pozycyjne; informacje o fizycznych cechach gwiazd zawierają katalogi typów widmowych, katalogi ruchów własnych i paralaks trygonometrycznych (np. astrometryczne katalogi Hipparcos, 118 218 gwiazd, i Tycho, ponad milion gwiazd), katalogi prędkości radialnych, gwiazd podwójnych, gwiazd zmiennych.

**

katalogi astronomiczne, zestawienie pozycji (najczęściej współrzędnych równikowych) ciał niebieskich; oprócz katalogów gwiazd istnieją także katalogi astronomiczne obiektów niegwiazdowych: mgławic gazowych i pyłowych, gromad gwiazd, galaktyk, gromad galaktyk, radioźródeł, źródeł podczerwonych, źródeł promieniowania rentgenowskiego i in.

**

kation [gr.], *chem.* jon o dodatnim ładunku elektrycznym ([jon](#)); np. jednododatni kation sodu Na^+ , dwudodatni kation wapnia Ca^{2+} ; podczas elektrolizy kationy wędrują do elektrody ujemnej — katody; kationy powstają np. w wyniku dysocjacji elektrolitycznej, jonizacji.

**

Katonda, Istota Najwyższa w wierzeniach Gandów (Uganda), stwórca Wszechświata i ludzi; wg jednego z mitów jest ojcem Kintu — bantuskiego odpowiednika bibl. Adama; nie odgrywa znacznej roli w kulcie, który jest skoncentrowany na bóstwach przyrody i duchach przodków (mizimu).

**

Kaus Australis, ϵ *Sagittarii*, najjaśniejsza gwiazda w gwiazdozbiornie Strzelca;

Oznaczenie: ϵ Sagittarii

Rodzaj obiektu: gwiazda podwójna (jaśniejszy składnik gwiazdy)

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; [Strzelec](#)

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: $18^{\text{h}} 24^{\text{m}} 10^{\text{s}}$ deklinacja: $-34^{\circ} 23'$ 145 l.św. = 44 pc = 9 169 800 AU

Typ widmowy i klasa jasności: B9III

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: $-1,5^{\text{m}}$

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: $+1,85^{\text{m}}$

Temperatura efektywna: temperatura składników układu lub gwiazdy pojedynczej: 10000 K

jasność widoma $1,85^{\text{m}}$; jest olbrzymem 500 razy jaśniejszym od Słońca; odległa od Ziemi o 145 lat świetlnych.

**

kąt godzinny, *astr.* kąt — łuk między płaszczyzną południka niebieskiego a płaszczyzną **koła godzinnego** przechodzącą przez dane ciało niebieskie; k.g. jest jedną ze współrzędnych układu równikowo-południkowego (**współrzędne astronomiczne**).

**

Kennedy'ego, Przylądek, 1963–73 nazwa przyl. → **Canaveral** w USA.

**

Kenozoik. Kontynenty, oceany i klimat

Najmłodsza era w dziejach Ziemi rozpoczęła się 65 mln lat temu i trwa do dziś. W erze tej wyróżnia się dwa okresy (systemy): trzeciorzęd i czwartorzęd. Nazwy te pochodzą jeszcze z XVIII w., kiedy dzieje Ziemi dzielono na pierwszorzęd, drugorzęd, trzeciorzęd i czwartorzęd. Dwie pierwsze nazwy z czasem zarzucono, lecz dwie ostatnie silnie zakorzeniły się w naukach geologicznych. Ostatnio pojawiła się jednak tendencja do dzielenia ery kenozoicznej na trzy okresy: paleogen, neogen i czwartorzęd. Tutaj przedstawiono podział tradycyjny.

Rozmieszczenie kontynentów i oceanów ulegało dalszym zmianom. Likwidacji uległ Ocean Tetydy, a bezpośrednim wynikiem tej likwidacji było powstanie śródziemnomorsko-himalajskiej alpejskiej strefy fałdowej. Procesom fałdowym towarzyszył magmatyzm, a w wielu rejonach również silny metamorfizm. Poszerzył się Atlantyk i Ocean Indyjski, a zmniejszył Pacyfik. Na granicy Pacyfiku z otaczającymi blokami kontynentalnymi powstały pasma fałdowe Kordylierów i Andów. Ruchy górotwórcze związane z subdukcją na granicy płyt trwają na tych obszarach do dziś, czego świadectwem są częste i silne trzęsienia ziemi oraz czynny wulkanizm.

Na początku ery kenozoicznej panowały podobne warunki klimatyczne jak w kredzie. Pod koniec trzeciorzędu klimat stopniowo oziębiał się. Było to w dużym stopniu wywołane konfiguracją kontynentów. Na półkuli południowej Australia oddzieliła się od Antarktydy, co spowodowało powstanie zimnego prądu morskiego (dryfu) okrążającego Antarktydę. Z prądem tym związane było znaczne oziębienie i — już z końcem oligocenu — rozwój na Antarktydzie lądolodów, które na tym kontynencie niemal nieprzerwanie istnieją do dziś. Na półkuli północnej proces zlodowacenia rozpoczął się później — około 5 mln lat temu, kiedy lądolodem zaczęła pokrywać się Grenlandia. Około 1 mln lat temu na średnich szerokościach geograficznych na

półkuli północnej nastąpiły zlodowacenia kontynentalne. Łądolody wielokrotnie pokrywały znaczne połacie północnej i środkowej Europy, północnej Azji i Ameryki Północnej. W górach następowały zlodowacenia górskie, a jezory lodowców wychodziły daleko na przedpole łańcuchów górskich. Kilkanaście tysięcy lat temu łądolody na półkuli północnej stopniały niemal zupełnie i rozpoczął się najmłodszy, współczesny odcinek dziejów Ziemi — holocen, którego najbardziej charakterystyczną cechą jest intensywny rozwój kultur ludzkich i przekształcanie środowiska przyrodniczego przez człowieka.

Włodzimierz Mizerski

**

Kenozoik. Życie

Sama nazwa era kenozoiczna — oznacza erę nowego życia. W erze tej stopniowo rozwijały się nowe grupy organizmów coraz bardziej podobne do współczesnych. Po wielkim wymieraniu na granicy kredy i trzeciorzędu nastąpiło gwałtowne przyspieszenie ewolucji ssaków, które opanowały środowisko łądowe, a niektóre przystosowały się do życia w wodzie lub uzyskały zdolność do lotu. Pod koniec ery pojawił się człowiek.

Włodzimierz Mizerski

**

Kepler JOHANNES , ur. 27 XII 1571, Weil der Stadt (Wirtembergia), zm. 15 XI 1630, Ratzbona, niemiecki astronom i matematyk. W czasie studiów teologicznych w Tybindze poznał prace M. Kopernika i stał się ich propagatorem; 1594–1600 uczył astronomii i matematyki w Grazu; uchodząc przed prześladowaniami religijnymi udał się do Pragi, gdzie 1600–01 był współpracownikiem T. Brahego; na podstawie jego obserwacji opracował tablice ruchu planet (*Tabulae Rodolfinae* 1627); 1612–26 wykładał matematykę w Linzu, następnie przebywał w Ulm (1626–28) i Żaganiu; wieloletnia analiza obserwacji astronomicznej Brahego umożliwiła Keplerowi odkrycie eliptycznego kształtu orbit planetarnych (*Astronomia nova* 1609) oraz związku między odległościami i okresami obiegu planet (*Harmonices mundi...* 1619); wynalazł lunetę zbudowaną z 2 soczewek skupiających, tzw. lunetę keplerowską (*Dioptrics...* 1611).

**

Keplera prawa, trzy prawa sformułowane przez J. Keplera na podstawie analizy obserwacji ruchu planet. I prawo Keplera: orbita każdej planety jest elipsą, a Słońce znajduje się w jednym z jej ognisk; II prawo Keplera: promień wodzący planety zakreśla równe pola w równych odstępach czasu (tzw. prawo pól); III prawo Keplera: stosunek sześciątów wielkich półosi a orbit planet do kwadratów okresów T obiegu planet wokół Słońca (a^3/T^2) jest jednakowy dla wszystkich planet; I i II prawo sformułował Kepler 1609, natomiast III — 1619. Uzasadnienie i uogólnienie praw Keplera dla ruchu względnego 2 ciał powiązanych siłami grawitacyjnymi podał 1687 I. Newton. W sformułowaniu Newtona prawa Keplera mają następującą postać: uogólnione I prawo Keplera: jedno z ciał porusza się po orbicie będącej krzywą stożkową, w której ognisku znajduje się drugie ciało; uogólnione II prawo Keplera: prędkość polowa w ruchu względnym ciała pierwszego względem drugiego jest stała; uogólnione III prawo Keplera: jeżeli ciało o masie m obiega ciało o masie M po

orbicie eliptycznej o półosi wielkiej a , to $\frac{a^3}{T^2} = \frac{G(M+m)}{4\pi^2}$, gdzie G jest stałą grawitacji.

**

Keviczky [kɛwɨckɨ] LASZLO, ur. 2 IV 1945, Rackeve, węg. inżynier elektryk i automatyk; od 1981 prof. politechn. w Budapeszcie; od 1985 czł. Węg. AN, od 1991 Szwedz. Król. AN, od 1993 Eur. Akad. Nauk i Sztuki, od 2005 — PAN; gł. prace w dziedzinie automatyki, zwłaszcza dotyczące identyfikacji i estymacji układów, teorii odpornych, układów optymalnych i adaptacyjnych oraz ich zastosowania w przemyśle; podał m.in. rekursywny optymalny algorytm on-line identyfikacji układów dynamicznych, uogólnienie regulatora samonastrajających się w przypadkach układów o wielu wejściach i wielu wyjściach, podał metodę modelowania i identyfikacji nieliniowych układów dynamicznych, rozwinął nowe techniki optymalizacji układów sterowania.

**

Kępiński FELICJAN, ur. 29 IV 1885, Piotrków Trybunalski, zm. 8 IV 1966, Warszawa, astronom i geodeta; 1925–55 dyr. Obserwatorium Astr. w Warszawie; od 1927 profesor Politechniki Warsz., 1958–61 Zakładu Astronomii PAN; badania gł. w zakresie mechaniki nieba i astrometrii; do ważniejszych osiągnięć K. należy obliczenie parametrów komety Kopffa w sferze predominacji Jowisza, co umożliwiło odnalezienie jej przez E. Roemera; liczne publikacje, m.in. *Astronomia praktyczna* (cz. 1–2 1951–61), *Astronomia sferyczna* (1955).

**

kierunek podstawowy, astr. kierunek, od którego mierzy się kąt będący jedną ze współrz. astr., określających położenie obiektu astr. na sferze niebieskiej; zwykle jest nim kierunek południowy, ku punktowi Barana lub ku centrum Galaktyki.

**

Kil, łac. *Carina*, astr. gwiazdozbiór nieba południowego;

Umiejscowienie na niebie: gwiazdozbiór nieba południowego

Obszar gwiazdozbioru (w stopniach kwadratowych): 494

Główne gwiazdy: [Canopus](#) (druga, po Syriuszu, najjaśniejsza gwiazda nocnego nieba), [Miaplacidus](#), [Eta Carinae](#)

w Polsce niewidoczny; najjaśniejsza gwiazda Canopus, druga, po Syriuszu, najjaśniejsza gwiazda nocnego nieba. (mapa).

**

Kirchhoff [kɨʃhɔf] GUSTAV ROBERT, ur. 12 III 1824, Królewiec, zm. 17 X 1887, Berlin, fizyk niemiecki; profesor uniwersytetu we Wrocławiu, Heidelbergu i Berlinie; 1847 sformułował podstawowe prawa dotyczące obwodów elektrycznych (Kirchhoffa prawa); 1849–54 zajmował się zagadnieniami mechaniki (teorię odkształceń, ruchem i równowagą ciał sprężystych, przepływem cieczy); 1859 sformułował podstawowe prawo promieniowania temperaturowego (tzw. prawo promieniowania Kirchhoffa); wspólnie z R.W. Bunsenem opracował metodę analizy spektralnej (widmowej); 1860 odkrył cez i 1861 — rubid.

**

Kitt Peak National Observatory [kɨt pi:k nɔʃznɛɪ ɔbzə:ˈwɔtri], obserwatorium astr. położone 80 km za południowy zachód od Tuscon (Arizona), na wys. 2064 m; zał. 1958 przez Nar. Fundację Nauki, kierowane przez stowarzyszenie amer. uniw.; gł.

instrumentem obserwatorium jest reflektor o średnicy 4 m; K.P.N.O. jest największym obserwatorium heliofiz. na świecie, posiada teleskop słoneczny o ogniskowej 90,5 m; oprócz badań Słońca są tam prowadzone prace ze spektroskopii i fotometrii gwiazd.

**

klasa jasności, *astr.* cecha różnicująca gwiazdy o tym samym typie widmowym pod względem jasności absolutnej; rozróżnia się następujące klasy jasności: Ia i Ib — nadolbrzymy, II — jasne olbrzymy, III — olbrzymy, IV — podolbrzymy, V — karły, VI — podkarły, VII — białe karły; podziału na klasy jasności dokonuje się na podstawie oceny stosunków natężenia odpowiednich par linii widmowych, będących miarą ciśnienia panującego w atmosferach gwiazd.

**

klasyfikacja widmowa gwiazd, podział gwiazd na określone typy widmowe i klasy jasności dokonywany na podstawie wyglądu ich widma; w praktyce widmowej klasyfikacji gwiazd dokonuje się przez porównanie widma danego obiektu z widmami gwiazd wzorcowych. Kryterium zaliczenia gwiazdy do danego typu widmowego jest występowanie (lub brak) określonych linii widmowych oraz ich względne natężenie; poszczególne typy widmowe są oznaczone literami: O, B, A, F, G, K, M, przy czym każdy z nich dzieli się na 10 podtypów, oznaczonych cyframi od 0 do 9. Istnieje jednoznaczna zależność między typem widmowym i temperaturą efektywną: powyższy ciąg typów widmowych odpowiada ciągowi temp. od ok. 40 tys. do ok. 2 tys. K. Kryterium zaliczenia gwiazdy do danej **klasy jasności** są stosunki natężeń wybranych linii absorpcyjnych pierwiastków zjonizowanych i niezjonizowanych; rozróżnia się następujące klasy jasności: Ia i Ib — nadolbrzymy, II — jasne olbrzymy, III — olbrzymy, IV — podolbrzymy, V — karły (gwiazdy ciągu głównego na diagramie Hertzsprunga–Russella), VI — podkarły (karły populacji II), VII — białe karły. Klasa jasności (w obrębie tego samego typu widmowego) jest związana z jasnością absolutną; gwiazdy klasy jasności I mają jasności absolutne największe, a gwiazdy klas jasności V–VII — najmniejsze. Ponieważ jasność powierzchniowa gwiazdy jest określona przez jej temperaturę (typ widmowy), jasność absolutna natomiast jest proporcjonalna do iloczynu jasności powierzchniowej i kwadratu promienia (pola powierzchni) gwiazdy, z 2 gwiazd tego samego typu widmowego gwiazda o większej jasności absolutnej ma również większe rozmiary. Znajomość zależności między temperaturą efektywną i jasnością absolutną a typem widmowym i klasą jasności niektórych gwiazd (kalibracja temperaturowa i jasnościowa) pozwala na stosunkowo proste określanie parametrów fiz. innych gwiazd na podstawie ich widma.

**

Klimat

Klimatem nazywamy całokształt warunków pogodowych charakterystyczny dla danego obszaru lub miejsca, kształtujący się pod wpływem położenia geograficznego i właściwości fizycznych tego obszaru, określony na podstawie wieloletnich obserwacji. O kształtowaniu się klimatu decydują: promieniowanie słoneczne, obieg wody i cyrkulacja atmosfery. Przebieg zjawisk i procesów wpływających na klimat zależy od **czynników geograficznych** (szerokości geograficznej, wysokości nad poziomem morza, rzeźby powierzchni Ziemi, charakteru podłoża i jego pokrycia), a także **działalności człowieka**. Klimat przejawia się poprzez **elementy** klimatu, do których należą: promieniowanie słoneczne, uwarunkowana nim temperatura

powietrza, wilgotność, zachmurzenie i opady oraz ciśnienie atmosferyczne i związane z nim wiatry.

Klimaty kuli ziemskiej układają się strefowo, w przybliżeniu równoleżnikowo. Są to **strefy klimatyczne**: równikowa (gorąca, małe roczne amplitudy temperatur, wilgotna, z zaznaczającą się porą suchą na północ i południe od równika, opady maksymalne przy zenitalnym położeniu Słońca), zwrotnikowa (bardzo gorąca latem, ciepła zimą, okresowo lub stale sucha z dużymi dobowymi amplitudami temperatur), podzwrotnikowa (ciepła, o zróżnicowanej ilości opadów i czasie ich występowania), umiarkowana (o znacznym zróżnicowaniu temperatury i opadów), okołobiegunowa (zimna i sucha). W każdej strefie istnieją różne **typy** klimatów, uwarunkowane wzniesieniem terenu, odległością od oceanów i położeniem w stosunku do nich. Są to klimaty: **górski** (chłodny, zwykle bardziej wilgotny niż na nizinach, z piętami klimatycznymi), **morski** (o niewielkich wahaniami temperatury i dość wysokich opadach, z maksimum w zimie; typowy głównie dla strefy umiarkowanej), **kontynentalny** (o dużych rocznych wahaniami temperatury — bardzo niska zimą, i niewielkich opadach, z maksimum w lecie; występuje głównie w strefie umiarkowanej), **śródziemnomorski** (ciepły, z suchym latem i deszczową zimą; charakterystyczny dla strefy podzwrotnikowej), **monsunowy** (ciepły, z suchą zimą i deszczowym latem; występuje w strefie podzwrotnikowej i umiarkowanej), **klimat pustyń** (skrajnie suchy, zwłaszcza w strefie zwrotnikowej, lecz także w głębi kontynentów strefy podzwrotnikowej i umiarkowanej) i inne.

Pierwszej **klasyfikacji klimatów** dokonali Grecy (III w. p.n.e.), dzieląc Ziemię na 5 stref, w zależności od kąta padania promieni słonecznych (klimaty solarne): gorącą, 2 umiarkowane i 2 chłodne, rozgraniczone zwrotnikami i kręgami polarnymi. Nowsze klasyfikacje pojawiły się dopiero w końcu XIX w.; A. Supan, A.I. Wojekow, W. Köppen wyróżnili również 5 stref termicznych, ograniczonych izotermami określonej wartości. W XX w. dokonano bardzo licznych podziałów klimatów na strefy i typy (W. Köppen, E. de Martonne, L.S. Berg i inni, z Polaków — W. Górczyński, W. Okołowicz), opartych na wskaźnikach termicznych i wilgotnościowych, często uwzględniających typy roślinności. Spośród nich najbardziej rozpowszechnił się podział Köppena, oparty na wartościach średnich miesięcznych temperatur, wielkości opadów rocznych i ich rocznym przebiegu (na półkuli 5 stref, 11 typów klimatu). Z lat 40. pochodzi klasyfikacja klimatów B.P. Alisowa (tzw. genetyczna), przeprowadzona na podstawie przeważających (w ciągu całego roku lub sezonowo) typów mas powietrznych (na półkuli 7 stref). Podział klimatów świata Okołowicza jest oparty na rozmieszczeniu zespołów fitosocjologicznych z uwzględnieniem stosunków termicznych i opadowych.

**

Kłos Panny, *astr.* → [Spica](#).

**

kobalt [niem.], Co, *cobaltum*, pierwiastek chem. o liczbie atomowej 27;

Symbol: Co

Nazwa łacińska: Cobaltum

Liczba atomowa: 27

Pierwiastek promieniotwórczy: nie

Grupa układu okresowego pierwiastków: 9 — kobaltowce

Odkrycie: 1735

Odkrywca: Brandt Georg

względna masa atomowa 58,9332; k. należy do grupy kobaltowców; metal ciągliwy, ferromagnet., srebrzystoszary z odcieniem różowym; temperatura topnienia 1495°C, temperatura wrzenia 2870°C; gęstość 8,9 g/cm³; występuje w 2 odmianach alotropowych; w temp. pokojowej odporny na działanie powietrza, wody i stężonego kwasu azotowego (pasywacja); rozтворя się w nieutleniających kwasach nieorg.; stopnie utlenienia gł. II i III, rzadko IV i V; tworzy liczne związki koordynacyjne; najważniejsze proste związki kobaltu: tlenek CoO, siarczek CoS oraz kobaltu(II) chlorek. Kobalt występuje w skorupie ziemskiej w niezbyt dużych ilościach, gł. w związkach z arsenem i siarką; najważniejszymi rudami są: smaltyn, kobaltyn, linneit, spotykane najczęściej w złożach miedzi, srebra, bizmutu, uranu; k. występuje w organizmach żywych, jest mikroelementem; wchodzi w skład wit. B₁₂. Wydobywa się go z rud polimetalicznych, np. miedziowo-kobaltowo-niklowych, kobaltowo-miedziowych; otrzymany z rud koncentrat poddaje się przeróbce pirometalurg., a uzyskany w jej wyniku żużel przerabia w procesach hydrometalurg.: rozdrobniony żużel poddaje się prażeniu utleniającemu połączonemu z chlorowaniem, a uzyskaną prażonkę — ługowaniu wodą, k. z roztworu wydziela się elektrolitycznie lub strąca w postaci wodorotlenku, który prażony przechodzi w tlenek; przez redukcję tlenku (np. węglem lub wodorem) otrzymuje się metaliczny k. Stosowany m.in. jako dodatek stopowy stali szybko tnących i specjalnych (martenzytycznych, magnetycznie twardych), składnik stopów magnetycznie twardych (alnico), twardych stopów narzędziowych (stellity), stopów odpornych na korozję (żarowytrzymałych), węglików spiekanych; sztuczny izotop promieniotwórczy ⁶⁰Co jest stosowany (jako źródło promieniowania γ) w chemii radiacyjnej, defektoskopii, lecznictwie (bomba kobaltowa). Związki k. są używane do produkcji farb (błękit Thenarda, smalta) i lakierów w przemyśle szklarskim i ceramicznym oraz w technologii materiałów elektronicznych (np. krzemek), a także do wytwarzania cienkich warstw opt. (tlenek Co₃O₄). Związki kobaltu były znane w starożytności; metaliczny kobalt otrzymał 1735 G. Brandt.

**

Kocab, Kochab, β *Ursae Minoris*, astr. druga pod względem jasności gwiazda w gwiazdozbiornie Małej Niedźwiedzicy;

Oznaczenie: β Ursae Minoris

Rodzaj obiektu: gwiazda pojedyncza

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; [Mała Niedźwiedzica](#)

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: 14^h 50^m 43^s deklinacja: 74° 09' 126 l.św. = 39 pc = 7 968 240 AU

Typ widmowy i klasa jasności: K4III

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: - 0,88^m

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: +2,08^m

Temperatura efektywna: układ: 4000 K

jasność widoma $2,08^m$; olbrzym 400 razy jaśniejszy od Słońca; odległa od Ziemi o 126 lat świetlnych.

**

Kochab, *astr.* → [Kocab](#).

**

Kochański ADAM ADAMANDY, ur. 5 VIII 1631, k. Dobrzynia, zm. 17 V 1700, Cieplice (Czechy), matematyk, konstruktor zegarów, jezuita. Nadworny matematyk i bibliotekarz króla Jana III Sobieskiego; wykładał w kolegiach jezuickich w: Bambergu, Florencji, Pradze, Ołomuńcu, Wrocławiu i Warszawie; publikacje w „Acta Eruditorum”; pierwszy uczonej polski, który poznał podstawy rachunku różniczkowego i całkowego (korespondencja z G.W. Leibnizem); w najbardziej znanej pracy matematycznej podał przybliżone rozwiązanie problemu rektyfikacji okręgu (konstrukcja Kochańskiego).

**

Kohoutka kometa, kometa jednopojawieniowa o numerze katalogowym C/1973 E1; odkryta III 1973 (L. Kohoutek); intensywnie badana, przyczyniła się do poszerzenia wiedzy o kometach.

**

Kokoszki, *astr.* gromada gwiazd, → Plejady.

**

kolaps grawitacyjny, *astr.* → [zapadanie grawitacyjne](#).

**

Kolumny konwekcyjne wewnątrz jądra zewnętrznego Ziemi, schemat jakościowy (kolumny są równoległe do osi obrotu Ziemi)

**

kolur [gr.], *astr.* koło wielkie na sferze niebieskiej przechodzące przez bieguny niebieskie i punkty równonocy.

**

koło godzinne, wielkie koło na sferze niebieskiej przechodzące przez bieguny niebieskie i np. dany obiekt (gwiazdę, planetę) lub punkt Barana.

**

koło podbiegunowe, koło polarne, równoleżnik ziemski przechodzący przez punkty o szerokości geograficznej $+66^{\circ}33'$ (północne koło podbiegunowe) lub $-66^{\circ}33'$ (południowe koło podbiegunowe); gdyby nie było refrakcji astronomicznej, to na kole podbiegunowym Słońce byłoby widoczne na horyzoncie o północy w dniu przesilenia letniego, a w południe — w dniu przesilenia zimowego.

**

koło południkowe, instrument astronomiczny do rejestracji momentów przejść gwiazd przez południk niebieski, przebiegający przez miejsce obserwacji, i do

pomiaru ich wysokości; stosowany w celu wyznaczania rektascensji i deklinacji gwiazd oraz długości i szerokości geograficznej miejsca obserwacji.

**

koło wielkie, *astr.* okrąg na [sferze niebieskiej](#), którego płaszczyzna przechodzi przez środek sfery.

**

koło wierzchołkowe, *astr.* południkowy instrument *astr.* do wyznaczania deklinacji gwiazd; konstrukcja podobna do konstrukcji instrumentu uniwersalnego.

**

koło wierzchołkowe, *astr.* → [wertykał](#).

**

Komarow WŁADIMIR M., ur. 16 III 1927, Moskwa, zm. 24 IV 1967, ros. pilot kosmonauta, inżynier; 12–13 X 1964 z K. Fieoktistowem i B. Jegorowem odbył lot na orbitę satelitarną Ziemi jako dow. Woschoda 1, pierwszego wieloosobowego statku kosm.; 23–24 IV 1967 wykonał lot na orbitę satelitarną Ziemi w Sojusie 1, zginął w ostatniej fazie powrotu, wskutek awarii układu spadochronowego.

**

kometa [gr. *komētēs* ‘długowłosy’], małe ciało Układu Słonecznego, które odróżnia od pozostałych (planetoid, meteoroidów) przede wszystkim charakterystyczny wygląd na niebie jako „gwiazdy z warkoczem”.

Uważa się, że komety są pozostałościami tworzywa, z którego ponad 4,5 mld lat temu uformował się Układ Słoneczny. Resztki ze skraju dysku protoplanetarnego są składnikami obserwowanego [pasa Kuipera](#), natomiast resztki pozostałe w obszarze kondensacji planet zostały — w wyniku oddziaływań grawitacyjnych — odrzucone w odległe od Słońca rejony i tworzą [obłok Oorta](#).

Komety są zwykle nieregularnymi bryłami o porowatej strukturze i rozmiarach najczęściej kilku km, są konglomeratem lodów, przede wszystkim zestalonej wody (ocenia się, że od 50% do 80%), a także tlenu i dwutlenku węgla, metanu i amoniaku oraz cząstek krzemianów i metali. Gdy taki obiekt znajdzie się w odległości kilku AU od Słońca, rozpoczyna się sublimacja lodów z jego powierzchni. Wyzwalane gazy unoszą cząstki pyłu, tworząc wokół tzw. odtąd jądra komety otoczkę gazowo-pyłową zwaną komą. Jądro i koma stanowią razem **głowę komety**, której rozmiary mogą dochodzić nawet do kilkuset tysięcy km. Sublimacja lodu wodnego, a następnie rozpad powstałych cząsteczek wskutek zderzeń (w pobliżu jądra) oraz działania promieniowania słonecznego (w zewnętrznej częściach komy) prowadzi do powstania wokół głowy obłoku wodorowego, którego promień może sięgać kilkudziesięciu mln km. Gazy i pyły uwalniane z jądra są początkowo skierowane głównie ku Słońcu, ale ciśnienie jego promieniowania oraz [wiatr słoneczny](#) zdmuchują część materii komy w kierunku przeciwnym, tworząc w ten sposób tzw. **warkocz komety**, którego długość może dochodzić do kilkuset mln km (średnia gęstość materii jest rzędu 10 cząstek/cm³).

Zmianę prędkości i kierunku ruchu niektórych komet, takie że mogą się one znaleźć w pobliżu Słońca i być obserwowane z Ziemi, powodują działające na nie różne siły, np. wpływy grawitacyjne najbliższych gwiazd lub sąsiadujących ze Słońcem masywnych obłoków materii międzygwiazdowej, a także oddziaływania pływowe Galaktyki w przypadku obiektów obłoku Oorta oraz zakłócenia pochodzące od planet i zderzenia w przypadku obiektów pasa Kuipera. Do końca XX w. zarejestrowano ponad 1,7 tysiąca pojawień się komet; ok. 150 z nich to tzw. komety okresowe, które okrążają Słońce po torach eliptycznych, wykonując jeden obieg w czasie krótszym niż 200 lat (mogą więc być obserwowane podczas kilku pojawień; np. [Halleya kometa](#), [Enckego kometa](#)). Pozostałe to tzw. komety jednopojawieniowe, które poruszają się po torach zbliżonych do paraboli (np. [Hyakutake kometa](#)). Sądzi się, że źródłem komet okresowych może być pas Kuipera, natomiast komet jednopojawieniowych — obłok Oorta. Komety są nietrwałymi obiektami. Duże cząstki pyłu oraz różne grudki materii odkruszone od jądra zostają rozproszone wzdłuż orbity komety, tworząc w przestrzeni tzw. strumień meteoroidów. Wygasłymi jądrami komet są prawdopodobnie niektóre z planetoid bliskich Ziemi i centaurów. Kres życia komety może też nastąpić wskutek rozpadu jądra, zderzenia z jakimś ciałem układu planetarnego, a także upadku na Słońce.

**

Komety

Sporadycznie w Układzie Słonecznym pojawiają się także komety. Są to obiekty o lodowo-pyłowych jądrach rzędu kilkudziesięciu kilometrów — często określa się je jako „brudne kule śniegowe”. Przy zbliżaniu się komety do Słońca z jej jądra, pod wpływem ciśnienia promieniowania i wiatru słonecznego, wydmuchiwane zostają dwa warkocz — długi, wąski gazowy i unoszony przez wiatr warkocz pyłowy. Nie zawsze oba są wyraźnie widoczne, ale gazowy skierowany jest zawsze od Słońca.

Orbity komet — inaczej niż planetarne — bywają bardzo nachylone do płaszczyzny ekliptyki, a kierunek obiegu komet wokół Słońca bywa wsteczny (tzn. zgodny z kierunkiem ruchu wskazówek zegara — patrząc od strony bieguna północnego). Komety okresowe (regularnie powracające w okolice Słońca) pochodzą najprawdopodobniej z pasa Kuipera, natomiast jednopojawieniowe — z obłoku Oorta.

Wszystkie obiekty (planety, planetoidy i komety) tracą część swojej masy w wyniku np. zderzeń albo oddziaływań ze Słońcem — w ten sposób powstają np. drobne pyły oraz większe tzw. meteoroidy krążące po okołosłonecznych orbitach przypominających orbity ciał macierzystych. Tym samym przestrzeń międzyplanetarna nie jest oczywiście pusta. Wypełnia ją jednak przede wszystkim gaz. Tę składową gazową stanowi głównie wiatr słoneczny — zjonizowane atomy (przeważnie wodoru) i elektrony wypływające ze słonecznej korony. O ile gazowa materia rozłożona jest wokół Słońca kuliście, to pyłowa zalega dość wąską warstwą wokół płaszczyzny ekliptyki (patrz światło zodiakalne).

Za planetami jowiszowymi krąży po bardzo nietypowej dla planet orbicie (wydłużonej i mocno nachylonej do płaszczyzny ekliptyki) Pluton. Jest to prawdopodobnie największy obiekt drugiego, odległego pasa lodowych planetoid — pasa Kuipera.

Magdalena Kozuchowska

**

komora niskich ciśnień, barokamera, komora baryczna, szczelne pomieszczenie z układem pomp do obniżania ciśnienia atmosferycznego; w astronautyce i medycynie służy do celów badawczych oraz opracowywania metod zabezpieczających organizm ludzki przed szkodliwymi zmianami ciśnienia.

**

Kompas, *Pyxis*, *astr.* gwiazdozbiór nieba południowego;

Umiejscowienie na niebie: gwiazdozbiór nieba południowego
Obszar gwiazdozbioru (w stopniach kwadratowych): 221

w Polsce widoczny pod koniec zimy (nisko nad horyzontem).

**

Konacki MACIEJ, ur. 1972, Toruń, astrofizyk; od 2000 w California Institute of Technology; 2005 odkrył pierwszą planetę (HD188753Ab; większa od Jowisza) w potrójnym układzie gwiazd, znajdującym się w gwiazdozbiornie Łabędzia.

**

kondensacja [łac. *condensatio* 'zgęszczenie'], *fiz.* przemiana gazu w ciecz (skraplanie) lub gazu bezpośrednio w ciało stałe (resublimacja); najczęściej kondensacją nazywa się wyłącznie skraplanie.

**

koniunkcja [łac. *coniunctio* 'połączenie'], **złączenie**, *astr.* położenie 2 ciał niebieskich na niebie, w którym mają one jednakową długość ekliptyczną.

**

konstelacja [łac.], *astr.* → [gwiazdozbiór](#).

**

Koński Łeb, *astr.* mgławica absorpcyjna o charakterystycznym kształcie w gwiazdozbiornie Oriona; oświetlana przez znajdującą się za nią mgławicę emisyjną; odległa od Układu Słonecznego o ok. 320 lat świetlnych.

**

Kopal ZDENEK, ur. 1914, zm. 1993, astronom czeski; profesor uniw. w Manchesterze; prace z teorii gwiazd podwójnych oraz rachunków przybliżonych.

**

Kopernik MIKOŁAJ, ur. 19 II 1473, Toruń, zm. 24 V 1543, Frombork, astronom, matematyk, lekarz, prawnik, ekonomista, kanonik kapituły warmińskiej, twórca teorii heliocentrycznej i jeden z XVI-wiecznych prekursorów nowożytnej nauki. Studiował w Akademii Krakowskiej, następnie od 1496 w Bolonii (astronomię) i od 1501 w Padwie (prawo i medycynę); 1503 uzyskał doktorat z prawa kanonicznego w Ferrarze; w końcu 1503 wrócił do Polski (na Warmię). W 1504–10 był sekretarzem i lekarzem przybocznym wuja, biskupa warmińskiego Ł. Watzenrodego i przebywał głównie w Lidzbarku Warmińskim; 1509 ogłosił drukiem w Krakowie swój łaciński przekład greckich listów Teofilakta Symokatty; 1510 jako kanonik osiedlił się we Fromborku, tu prowadził obserwacje astronomiczne i pisał główne dzieło; 1516–19

i w połowie 1521 był administratorem dóbr kapitularnych w Olsztynie; podczas wojny polsko-krzyżackiej 1520–21 bronił zamku olsztyńskiego przed Krzyżakami. Interesował się zagadnieniami ekonomicznymi, czego wynikiem był jego projekt reformy walutowej (1517); memoriał w tej sprawie przedłożony przez Kopernika na sejmiku w Toruniu (1519), został poszerzony (1526) i ujęty w formę traktatu pt. *Monetae cudendae ratio*; sformułował w nim Kopernik zasady reformy monetarnej oparte na projekcie poprawy pieniądza i ujednoczenia monety pruskiej i polskiej; sformułował prawo ekonomiczne, zgodnie z którym pieniądz gorszy wypiera pieniądz lepszy; prawo to nazwano później prawem Greshama, któremu przypisywano jego odkrycie. Około 1510 Kopernik podał zarys teorii heliocentrycznej w rozprawie znanej pt. *Commentariolus*; nie była ona drukowana, lecz krążyła w odpisach, z których 2 znaleziono dopiero w XIX w.

Główne dzieło Kopernika, zawierające wykład astronomii ujęty w aspekcie obrotu Ziemi dookoła osi oraz obiegu razem z innymi planetami dookoła Słońca, powstało 1515–30. Mimo że Kopernik nie zdecydował się na ogłoszenie wyników swych dociekań naukowych, a jedynie (1535) z inicjatywy B. Wapowskiego opracował almanach (zaginiony) oparty na tablicach astronomicznych z *De revolutionibus...*, wiadomość o tej teorii budowy świata szerzyła się w Europie; 1539 przybył do Fromborka G.J. von Lauchen, zwany Retykiem (Rheticus), aby się z nią zapoznać; skłonił on Kopernika do wydania dzieła; wyciąg z niego, znany pod skróconym tytułem *Narratio Prima*, sporządzony przez Retyka, ukazał się drukiem w Gdańsku 1540; 1541 Retyk oddał dzieło Kopernika do druku w Norymberdze; nad drukiem czuwał A. Osiander; wycofał on bez wiedzy Kopernika jego przedmowę, a umieścił na jej miejscu własną, niepodpisaną, przedstawiającą teorię Kopernika jako hipotezę ułatwiającą obliczenia; było to niezgodne ze stanowiskiem Kopernika, wyraźnie sformułowanym w *Liście dedykacyjnym* do papieża Pawła III, wydrukowanym na początku tej samej książki; dzieło ukazało się 1543 pt. *De revolutionibus orbium coelestium (O obrotach sfer niebieskich)*. Dzieło Kopernika, godzące w ustalone poglądy na budowę świata, nie od razu spotkało się z pozytywnym przyjęciem zarówno wśród uczonych, jak i władz duchownych. Od przełomu XVI i XVII w. teoria Kopernika zyskiwała coraz więcej zwolenników, a do jej ugruntowania najbardziej przyczynili się G. Bruno, J. Kepler i Galileusz. Jeszcze za życia Kopernika jego teoria spotkała się z ostrym sprzeciwem M. Lutra, Ph. Melanchtona i J. Kalwina, jako sprzeczna z tekstem *Biblii*. Kościół katolicki początkowo nie zajmował oficjalnie stanowiska wobec teorii Kopernika, jednak później, po soborze trydenckim uznał ją za przeciwną światopoglądowi religijnemu; Kongregacja Indeksu wydała (1616) dekret potępiający *De revolutionibus...*; z *Index librorum prohibitorum* dzieło Kopernika zostało usunięte 1758. Rewolucja Kopernikańska (jak później nazwano wystąpienie i dzieło Kopernika) polegała na przewyżczeniu poglądu uznawanego przez wieki, na podjęciu dawnej idei układu heliocentrycznego (wprowadzonego do astronomii przez Arystarcha z Samos) i stworzeniu dla tej koncepcji pełnej i ścisłej, jak to było możliwe w ramach ówczesnej wiedzy, podbudowy naukowej.

H. KESTEN *Kopernik i jego czasy*, Warszawa 1961;

M. BISKUP, J. DOBRZYCKI *Mikołaj Kopernik. Uczony i obywatel*, Warszawa 1972;

K. GÓRSKI *Dom i środowisko Mikołaja Kopernika*, wyd. 2 Poznań 1972;

E. RYBKA, P. RYBKA *Kopernik. Człowiek i myśl*, Warszawa 1972;

J. OLKIEWICZ *A jednak się porusza*, Warszawa 1987.

**

Korczak, astr. planetoida pasa gł. o numerze katalogowym 2163; odkryta 1971 N. Czernycha w obserwatorium astr. na Krymie i nazwana na cześć J. Korczaka.

**

Kordelia, *astr.* księżyc Urana, pierwszy licząc wg rosnącej odległości od planety.

**

Kornephoros, β *Herculis*, najjaśniejsza gwiazda w gwiazdozbiorze Herkulesa; jasność widoma 2,77^m; olbrzym 200 razy jaśniejszy od Słońca; odległość od Ziemi — 148 lat świetlnych.

**

Kornephoros, druga pod względem jasności gwiazda w gwiazdozbiorze Herkulesa;

Oznaczenie: β *Herculis*

Rodzaj obiektu: gwiazda pojedyncza

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; [Herkules](#)

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: 16^h 30^m 13^s deklinacja: 21° 29' 148 l.św. = 45 pc = 9 359 520 AU

Typ widmowy i klasa jasności: G7III

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: - 0,5^m

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: +2,77^m

Temperatura efektywna: układ: 5000 K

odległa od Układu Słonecznego o ok. 980 lat świetlnych.

**

Korolow SIERGIEJ P., ur. 12 I 1907, Żytomierz, zm. 14 I 1966, Moskwa, ros. specjalista w dziedzinie techniki raketowej i astronautyki; od 1933 m.in. zastępca dyr. Inst. Nauk.-Badawczego Napędów Odrzutowych; od 1953 czł. Akad. Nauk ZSRR; uczestniczył w organizowaniu badań raketowych w ZSRR; konstruktor silników raketowych, m.in. do raket nośnych sztucznych satelitów; twórca załogowych statków kosm. Wostok i Woschod, sztucznych satelitów Ziemi i próbników Zond; twórca sow. programu kosm. (gł. konstruktor).

**

Korona Południowa, *Corona Australis*, mały gwiazdozbiór nieba południowego;

Umiejscowienie na niebie: gwiazdozbiór nieba południowego

Obszar gwiazdozbioru (w stopniach kwadratowych): 128

w Polsce, ściślej jedynie w jej południowej części, jest widoczny latem, nad horyzontem, niewielki fragment gwiazdozbioru.

**

Korona Północna, *Corona Borealis*, gwiazdozbiór nieba północnego;

Umiejscowienie na niebie: gwiazdozbiór nieba północnego

Obszar gwiazdozbioru (w stopniach kwadratowych): 179

Główne gwiazdy: [Alphecca](#), [R Coronae Borealis](#)

w Polsce widoczny na wiosnę; najjaśniejsza gwiazda — Alphecca; K.P. zawiera charakterystyczną gwiazdę wybuchową R *Coronae Borealis*, której spadki jasności, o zmiennym czasie trwania, dochodzą do 10^m .

**

korona słoneczna, najbardziej zewnętrzna część atmosfery Słońca, leżąca nad **chromosferą** i cienkim obszarem warstwy przejściowej; zawiera rozrzedzony gaz (gęstość 10^{-13} – 10^{-15} kg/m³) o temperaturze 1–3 mln K; rozciąga się do odległości co najmniej 700 tysięcy km od chromosfery; obserwowana w świetle widzialnym podczas zaćmień Słońca lub za pomocą **koronografu** ma postać białawej otoczki o kształcie i rozmiarach silnie zależnych od poziomu aktywności Słońca. Korona słoneczna jest źródłem promieniowania radiowego oraz intensywnego promieniowania rentgenowskiego o liniach widmowych wielokrotnie zjonizowanych pierwiastków: tlenu, magnezu, krzemu, wapnia, żelaza; wewnętrzne obszary korony emitują promieniowanie o 3 charakterystycznych liniach, które tworzą tzw. obrazy korony zielonej (Fe^{+13} , $\lambda = 530,29$ nm), żółtej (Ca^{+14} , $\lambda = 569,45$ nm) i czerwonej (Fe^{+9} , $\lambda = 637,45$ nm). Korona słoneczna jest miejscem powstawania **wiatru słonecznego**, najbardziej intensywnego w obszarach tzw. dziur koronalnych (są to obszary korony Słońca o otwartych liniach pola magnetycznego), oraz **protuberancji i wyrzutów koronalnych**, szczególnie licznych podczas wzmożonej aktywności Słońca.

Koronalne wyrzuty masy, ilustracja „bąbla” koronalnego wyrzutu masy przedzierającego się przez otaczający wiatr słoneczny z dostatecznie dużą prędkością, aby powstała frontowa fala uderzeniowa (a nie słoneczna, jak błędnie podano na rysunku); taka fala uderzeniowa może przyspieszać cząstki wiatru słonecznego do energii odpowiadających promieniom kosmicznym (wg A. J. Hundhausen'a, *Solar Wind*, eds. C.P. Sonett, P. J. Coleman Jr., and J. M. Wilcox, NASA SP-308, Washington D.C.).

**

koronograf [łac.-gr.], instrument astronomiczny do obserwacji i fotografowania korony słonecznej dzięki zastosowaniu przesłony odcinającej światło fotosfery — tzw. sztucznego księżyca.

**

Koshiha [košiba] MASATOSHI, ur. 19 IX 1926, Toyohashi (Honsiu), fizyk japoński; 1970–87 profesor Uniw. Tokijskiego, 1987–97 profesor uniw. Tōkai; konstruktor detektora Kamiokande do badania neutronów słonecznych (zarejestrowano w nim również neutrona pochodzące z wybuchu supernowej w 1987) oraz detektora Super-Kamiokande (1996), którego obserwacje wskazały na istnienie oscylacji neutronów czyli pośrednio na ich niezerową masę; 2002 otrzymał Nagrodę Nobla (wspólnie z R. Davisem, niezależnie od R. Giacconiego) za pionierski wkład do astrofizyki, w szczególności za detekcję neutronów słonecznych.

**

Kosiarze, *astr.* stosowana niekiedy nazwa gwiazdozbioru → **Orion**.

**

kosmiczna przestrzeń, przestrzeń rozpościerająca się poza obszarem atmosfery Ziemi; wobec braku ścisłej definicji w prawie kosmicznym, umownie przyjmuje się wysokość 100 km ponad powierzchnią Ziemi za dolny skraj przestrzeni kosmicznej, co pozostaje w zgodności z ustaleniami Międzynarodowej Federacji Lotniczej, dotyczącymi lotów kosmicznych, jak również z przyjętym powszechnie poglądem, że granica ta powinna odpowiadać poziomowi minimalnego perygeum sztucznych satelitów Ziemi (ok. 100 km); potocznie obszar, w którym są prowadzone obserwacje i dokonywane badania głównie za pomocą sztucznych satelitów i próbników kosmicznych.

**

kosmiczne badania, interdyscyplinarna dziedzina współcz. przyrodznawstwa łącząca — poprzez metodykę badawczą opartą na wykorzystaniu technik kosm. — różne elementy poznawcze i aplikacyjne fizyki, astronomii, nauk o Ziemi itp.; są stymulatorem wzrostu gosp., obszarem narodzin nowych technologii, innowacyjności oraz postępu wielu kierunków nauki i techniki.

**

kosmiczny obiekt, w międzynar. prawie kosm. urządzenie (także oddzielona od niego część, np. rakieta nośna) przeznaczone do umieszczenia w przestrzeni kosm. bądź urządzenie tam się znajdujące (załogowy statek kosm., sztuczny satelita, próbnik kosm.), lub też zainstalowane na powierzchni ciała niebieskiego (np. pojazdy księżycowe, łunochod); pot. każdy obiekt fiz. pochodzenia naturalnego (ciała niebieskie, np. galaktyki, gwiazdy, planety, komety i in.) lub sztucznego (urządzenia wytworzone przez człowieka, np. statki kosm.), znajdujący się we Wszechświecie.

**

kosmita [gr.], domniemany mieszkaniec innej planety niż Ziemia, mieszkaniec kosmosu.

**

kosmobiologia [gr.], dziedzina biologii, → [egzobiologia](#).

**

kosmochemia [gr.], **astrochemia**, nauka obejmująca badania występujących we Wszechświecie pierwiastków chemicznych, ich połączeń oraz przemian, którym substancje te ulegają.

**

kosmodrom [gr.], port kosmiczny, teren, wraz z otaczającą go strefą ochronną, odpowiednio wyposażony i przystosowany do realizacji startów (niekiedy i lądowań) statków kosmicznych oraz kierowania ich lotem i nadzoru nad jego przebiegiem; kosmodrom obejmuje oddziały montażu i stanowiska testów obiektów kosmicznych, kompleksy startowe wraz ze stanowiskami wyrzutni, pola lądowań, ośrodek sterowania i kontroli lotu; wyposażony w układy łączności, zdalnego kierowania oraz śledzenia, urządzenia ratownictwa kosmicznego oraz infrastrukturę portową niezbędną do pełnienia funkcji kosmodromu, obejmującą instalacje inżynieryjno-budowlane, urządzenia i środki zabezpieczające transport i zaopatrzenie (np. magazyn materiałów pędnych), zaplecze socjalne i in.; najważniejsze kosmodromy: amerykańskie — Ośrodek Kosmiczny im. J. Kennedy'ego na Florydzie i Vandenberg

w Kalifornii, Bajkonur w Kazachstanie, Kapustin jar i Plesieck w Rosji oraz kosmodrom ESA w Kourou-Ariane w Gujanie.

**

kosmogonia [gr.], dział astronomii badający pochodzenie oraz ewolucję obiektów astronomicznych i ich układów; obecnie zagadnienia kosmogonii są przedmiotem badań poszczególnych dyscyplin astronomii; zagadnienia powstania i ewolucji Wszechświata są rozpatrywane w kosmologii, ewolucję gwiazd i materii międzygwiazdowej bada astrofizyka; terminu kosmogonia używa się najczęściej w odniesieniu do zagadnień związanych z powstaniem i ewolucją Układu Słonecznego.

**

kosmografia [gr.], dawny dział astronomii, stanowiący zbiór ogólnych, opisowych wiadomości z zakresu astronomii, a także geografii, geologii i meteorologii; w końcu XIX i na pocz. XX w. była wykładana w szkołach średnich.

**

kosmologia [gr. *kósmos* 'porządek', 'ład wszechświata', *lógos* 'słowo', 'nauka'], *astr.* dział astronomii, którego przedmiotem badań jest Wszechświat jako całość, jego budowa i ewolucja. Celem kosmologii jest otrzymanie matematycznego modelu Wszechświata, pozwalającego zrozumieć jego obecną skomplikowaną strukturę jako skutek zgodnej z prawami fizyki ewolucji od stanu początkowego. Różne ilościowe dane astronomiczne dotyczą głównie wypełniającej Wszechświat materii, a pośrednio także geometrii przestrzeni. Standardowy model kosmologiczny opisuje ewolucję Wszechświata po tzw. Wielkim Wybuchu (Wielkiego Wybuchu teoria). Poznane teorie fizyczne nie pozwalają badać początkowego okresu w ewolucji Wszechświata, kiedy m.in. powinny występować efekty kwantowe związane z oddziaływaniem grawitacyjnym. Oznacza to nie tylko trudność w poprawnym ilościowo opisie przebiegu ekspansji, ale prowadzi do fundamentalnych problemów z opisem czasu i przestrzeni. Zrozumienie początków ewolucji Wszechświata stanowi wyzwanie dla fizyki; badanie konsekwencji, jakie dla obecnego stanu Wszechświata mogą nieść nowe teorie fizyczne, jest najprostszym testem ich niesprzeczności. Współczesna kosmologia opiera się na ogólnej teorii względności A. Einsteina (1916), a jej podstawą jest badanie relatywistycznych modeli kosmologicznych, wprowadzonych przez A. Friedmana (1922), A.G. Lemaître'a (1927), H.P. Robertsona (1935) i A.G. Walkera (1936). Podstawowe dla kosmologii obserwacje wykazały, że elementarnymi obiektami Wszechświata są galaktyki (E. Hubble 1924), doprowadziły też do wykrycia ekspansji Wszechświata (Hubble 1929), odkrycia obecności mikrofalowego promieniowania tła (A. Penzias i R.W. Wilson 1965) oraz pierwotnego chemicznego składu materii. Wszystkie te fakty są zgodne z hipotezą ewoluującego Wszechświata, który na początku był bardzo gęsty i gorący.

Badanie obiektów astronomicznych i Wszechświata jako całości dostarcza dowodów na istnienie w nim, oprócz zwykłej materii, tzw. ciemnej materii oraz ciemnej energii (kosmologiczna stała), będących źródłem pola grawitacyjnego, ale nie wysyłających obserwowalnego promieniowania. Poznanie natury ciemnej materii i ciemnej energii jest jednym z podstawowych problemów kosmologii i fizyki. Do rozwoju kosmologii niezbędne jest uściślenie ilościowej wiedzy dotyczącej Wszechświata metodami astronomicznymi. Planowane obserwacje mikrofalowego promieniowania tła ze

zwiększoną zdolnością rozdzielczą oraz masowe przeglądy nieba, zmierzające do wykrycia położenia milionów galaktyk, pozwolą na lepsze zrozumienie mechanizmu powstawania struktury Wszechświata. Pośrednio mogą także doprowadzić do określenia podstawowych cech ciemnej materii, co może przybliżyć zrozumienie jej natury.

**

kosmologia religijna:

1) w węższym znaczeniu — mityczna geografia świata ludzi żywych i zaświatów tworząca hierarchiczną strukturę;

2) w szerszym znaczeniu — jeden z podstawowych działów doktryny rel., obejmujący wszelkie zagadnienia dotyczące kosmosu, jego powstania, struktury, funkcjonowania i rozwoju; w tak pojmowanej kosmologii religijnej wyróżnia się tradycyjnie, oprócz kosmologii w znaczeniu węższym, kosmogonię, czyli naukę o powstaniu kosmosu, geogonię, tj. naukę o powstaniu ziemi, oraz biogenezę, naukę o powstaniu życia.

**

kosmologiczna stała, hipotetyczna gęstość energii próżni we Wszechświecie nie związana z obecnością materii i promieniowania. S.k. dodatnia odpowiada dodatniej energii i ujemnemu ciśnieniu (i odwrotnie dla s.k. ujemnej). Zmiana próżni w czasie ewolucji Wszechświata może powodować zmianę wartości s.k. Obserwacje wybuchów supernowych w odległych galaktykach, ocena średniej gęstości materii Wszechświata oraz analiza anizotropii mikrofalowego promieniowania tła wskazują, iż s.k. jest obecnie prawdopodobnie dodatnia i równa ok. 4 GeV/m^3 , czyli większa (ok. 2 razy) od średniej gęstości całkowitej energii materii i promieniowania. Uzasadnienie teoret. istnienia i liczbowej wartości s.k. należy do fizyki wielkich energii. Jednak dotychczasowe rachunki i oszacowania dają wartość s.k. kilkadziesiąt rzędów wielkości większą niż wynikająca z obserwacji. Problem tej niezgodności (tzw. problem s.k.) jest uważany za jeden z najtrudniejszych w fizyce teoretycznej. S.k. została wprowadzona do równań Einsteina przez niego samego (1916) w celu otrzymania modelu stat. Wszechświata (później odrzuconego z powodu obserwacji ekspansji Wszechświata). S.k. jest przykładem ciemnej energii, czyli stanu, w którym energia jest dodatnia a ciśnienie ujemne.

**

kosmologiczne modele, uproszczone opisy podstawowych własności Wszechświata i rządzących nim praw, pozwalające interpretować obserwacje Wszechświata i wysuwać weryfikowalne hipotezy dotyczące jego natury; większość współczesnych modeli kosmologicznych opiera się na ogólnej teorii względności; np. model Friedmana, model inflacyjny, model stanu stacjonarnego.

**

kosmologiczne zasady, postulaty dotyczące możliwości badania całości Wszechświata na podstawie obserwacji dokonywanych w jakimś jego obszarze ograniczonym w przestrzeni i czasie. **Słaba** z.k. orzeka, że ogólny obraz Wszechświata i przebieg zachodzących w nim zjawisk nie zależą od wyboru miejsca obserwacji; **silna** z.k. (nie spełniona ze względu na rozszerzanie się Wszechświata) uogólnia pierwszą: do miejsca obserwacji dodaje czas obserwacji, zrównując w ten sposób wszystkie epoki w dziejach Wszechświata.

**

kosmonautyka [gr.] → [astronautyka](#).

**

Kosmos, największa seria sowieckich bezzałogowych sztucznych satelitów Ziemi, wynoszonych na orbitę okołoziemską pojedynczo lub niekiedy grupowo przez rakiety nośne typu: Kosmos, Proton, Sojuz, Cyklon; także sowiecka dwustopniowa rakietka nośna, używana do wynoszenia na orbitę okołoziemską satelitów serii Kosmos i Interkosmos. W 1962–90 wysłano z różnych kosmodromów ZSRR ponad 2050 satelitów tej serii. Kosmos są używane do pomiarów geofizycznych w górnych warstwach atmosfery ze szczególnym uwzględnieniem jonosfery, do badań procesów zorzowych, rejestracji tzw. promieniowania uwięzionego (w pasach van Allena), pomiarów pola magnetycznego, obserwacji astronomicznych Słońca, pomiarów promieniowania kosmicznego; są także wykorzystywane do badań medyczno-biologicznych, meteorologicznych, w oceanografii, nawigacji, teledetekcji oraz do celów wojskowych; Kosmos są również używane do testowania aparatury, urządzeń, materiałów, rozwiązań prototypowych; Kosmos-186 i Kosmos-188 zrealizowały 1967 pierwsze w historii połączenie na orbicie 2 statków bezzałogowych.

**

Kosmos [gr.], *astr.* → [Wszechświat](#).

**

Kowalczyk JAN, ur. 16 X 1833, Rzeszotary k. Wieliczki, zm. 8 XII 1911, Warszawa, astronom; 1865–73 pracownik Obserwatorium Astr. w Warszawie, 1865–73 pracownik Obserwatorium Astr. w Warszawie; od 1902 czł. AU; jego najważniejszą pracą był katalog pozycji 6041 gwiazd (1904), oparty na własnych obserwacjach; opublikował 2 monografie z zakresu mechaniki nieba: *O sposobach wyznaczania biegu ciał niebieskich* (1889), *O sposobach obliczania przeszkód biegu ciał niebieskich* (1901).

**

Kowalski MARIAN, ur. 15 X 1821, Dobrzyń nad Wisłą, zm. 28 V 1884, Kazań, astronom; pracował w Rosji, od 1852 profesor astronomii na uniw. w Kazaniu; 1852 oprac. teorię ruchu Neptuna, prowadził pomiary współrz. gwiazd; 1859 podał i zastosował, niezależnie od G. Airy'ego, metodę wyznaczania ruchu Słońca w Galaktyce na podstawie ruchów własnych gwiazd; 1860 sformułował teorię ruchu obrotowego Galaktyki.

**

Koza, *astr.* gwiazda w gwiazdozbiórze Woźnicy, → [Capella](#).

**

Kozieł KAROL, ur. 1910, zm. 1976, astronom; profesor Uniwersytetu Jagiellońskiego i dyr. jego obserwatorium astr.; prace o libracji Księżyca.

**

Kozioróżca zwrotnik, zwrotnik półkuli południowej ([zwrotniki](#)).

**

Koziorożec, ♄, znak Zodiaku; wejściu Słońca w znak Koziorożca (21 lub 22 XII) towarzyszy przesilenie zimowe (na półkuli północnej); tego dnia Słońce jest w punkcie Koziorożca, który obecnie wskutek precesji osi ziemskiej znajduje się w gwiazdozbiornie Strzelca.

**

Koziorożec, łac. *Capricornus*, astr. gwiazdozbiór nieba południowego;

Umiejscowienie na niebie: gwiazdozbiór nieba południowego

Obszar gwiazdozbioru (w stopniach kwadratowych): 414

Główne gwiazdy: Deneb Algiedi

w Polsce widoczny latem; najjaśniejsza gwiazda — Deneb Algiedi.

**

Krab, Mgławica Krab, M1, NGC 1952, mgławica gazowo-pyłowa w gwiazdozbiornie Byka; odległa od Układu Słonecznego o ok. 5000 lat świetlnych; jest pozostałością po wybuchu **supernowej** zaobserwowanym 1054 przez astronomów chiń. i jap.; K. rozszerza się z prędkością ok. 2000 km/s; obecnie ma średnicę ok. 6 lat świetlnych i włóknistą strukturę. W centrum K. znajduje się pulsar PSR 0531+21 — wirująca (z okresem 0,0331 s) gwiazda neutronowa o silnym polu magnet. ($3 \cdot 10^5$ T) — którego pulsacje są obserwowane we wszystkich zakresach widma. Świecenie mgławicy jest spowodowane promieniowaniem synchrotronowym, którego źródłem są emitowane przez pulsara relatywistyczne elektrony poruszające się w polu magnet.; zaabsorbowane przez materię mgławicową promieniowanie synchrotronowe powoduje jej wysoką jonizację, co w konsekwencji daje silne linie emisyjne różnych pierwiastków w zakresie opt. i ultrafioletowym. K. jest także silnym źródłem promieniowania rentgenowskiego (znany jako *Taurus X-1*) i radiowego (znany jako *Taurus A*).

**

krater meteorytowy, zagłębienie w kształcie czaszy lub leja, z obrzeżającym je pierścieniowym wałem, powstałe na powierzchni Ziemi lub innego ciała niebieskiego (np. planety, księżycy) w rezultacie upadku meteoroidu (**impakcja**); Zależnie od masy i prędkości spadania meteoroidu, średnica k.m. może wynosić od kilkudziesięciu m do kilkuset km; przy prędkości do ok. 4 km/s tworzy się stosunkowo niewielki krater uderzeniowy, wypełniony licznymi odłamkami meteorytu, przy czym największe z nich, o masie setek kg, a nawet przekraczającej 1 t, wbijają się w grunt na głęb. kilku m, a małe tkwią w wewn. ścianach krateru; w k.m. znajdują się również skały zw. impaktytami; przy prędkości przekraczającej 4 km/s i masie rzędu co najmniej setek t powstaje krater eksplozywny, zazwyczaj bardzo rozległy, często o płaskim dnie, jego krawędziami bywają uniesione przez wybuch skały podłoża; nieliczne, drobne relikty meteorytu są rozproszone dookoła krateru, natomiast impaktyty znajdują się zarówno wewnątrz, jak też na zewnątrz krateru. Do największych k.m. należy krater Sudbury w południowo-wschodnim Ontario (Kanada), średnicy ok. 200 km; k.m. występują nieraz grupowo.

**

kreacja par, tworzenie par, proces jednoczesnego powstawania cząstki i antycząstki; np. proces przemiany fotonu o dostatecznie dużej energii (większej od sumy mas powstających cząstek — $1,022 \text{ MeV}/c^2 = 1,602 \cdot 10^{-13} \text{ J}$), oddziałującego z polem elektrostat. jądra atomowego lub elektronów w atomie, w parę elektron–pozyton; możliwe jest również powstawanie pary nukleon–antynukleon (dla energii większych niż $1,876 \text{ GeV}/c^2 = 3,0 \cdot 10^{-10} \text{ J}$) oraz par mionowych. Procesem odwrotnym jest anihilacja par.

**

Kreda. Kontynenty, oceany i klimat

W paleogeografii Ziemi nastąpiły w kredzie dalsze zmiany w porównaniu z jurą. Atlantyk rozszerzył się, Ameryka Południowa oderwała się od Afryki. Szerzej otworzył się Ocean Indyjski. Kontynentalne bloki: dekański, chiński, tarymski i irański wędrowały ku północy. Powiększanie się Oceanu Indyjskiego następowało kosztem stopniowej likwidacji Oceanu Tetydy (w wyniku czego Afryka systematycznie zbliżała się do Europy), rozszerzanie zaś Atlantyku spowodowało zmniejszanie się Pacyfiku. Połączone były jeszcze ze sobą Australia z Antarktydą. Szybki ruch bloków kontynentalnych powodował deformacje fałdowe na krańcach płyty pacyficznej oraz na północnych brzegach Oceanu Tetydy.

Okres kredowy był kolejnym okresem panowania na kuli ziemskiej ciepłego klimatu, o czym świadczy charakter ówczesnych osadów. Tylko w najniższej kredzie na północy istniał jeszcze zbiornik borealny. Na wielu lądach powstawały węgle brunatne, a w płytkich morzach rafy i osady chemiczne. W roślinności nie następowały przerwy związane z porami roku. Przeciętna temperatura na Ziemi była na tyle wysoka, że w strefach biegunowych nie tworzyły się czapy lodowcowe.

Włodzimierz Mizerski

**

Kresyda, *astr.* satelita Urana, → [Cressida](#).

**

Krikałow SIERGIEJ K., ur. 1958, astronauta ros., uczestnik 4 lotów kosm. (łącznie ponad 480 dni w kosmosie).

**

Kron GERALD EDWARD, ur. 6 IV 1913, Milwaukee, zm. 9 IV 2012, astronom amerykański; pierwszy zastosował w fotometrii astr. fotopowielacze.

**

Kronos, tytan, najmłodszy syn Uranosa i Gai; z pomocą matki i braci obalił panowanie ojca i objął władzę nad światem; mąż Rei, ojciec Hestii, Demeter, Hery, Hadesa, Posejdona i Zeusa, który odebrał mu rządy; w mitologii rzymskiej Saturn.

**

Król MARCIN, uczony działający w XV w., → [Marcin Król](#).

**

Krüger PIOTR, ur. 20 X 1580, Królewiec (ob. Kaliningrad), zm. 6 VI 1639, Gdańsk, pol. astronom i matematyk; uczeń J. Keplera; od 1609 profesor matematyki i poetyki w gimnazjum gdańskie; autor wielu rozpraw z astronomii i trygonometrii, konstruktor

przyrządów astr.; był nauczycielem J. Heweliusza, którego zachęcił do poświęcenia się astronomii.

**

Kruk, *Corvus*, *astr.* gwiazdozbiór nieba południowego;

Umiejscowienie na niebie: gwiazdozbiór nieba południowego

Obszar gwiazdozbioru (w stopniach kwadratowych): 184

w Polsce widoczny na wiosnę.

**

Krymskie Obserwatorium Astrofizyczne, obserwatorium, zał. 1946 w miejscowości Naucznyj (26 km od Symferopola); gł. instrumenty: reflektory o śred. 260 cm i 120 cm, wieżowy teleskop słoneczny.

**

krypton, Kr, *krypton*, pierwiastek chem. o liczbie atomowej 36;

Symbol: Kr

Nazwa łacińska: Krypton

Liczba atomowa: 36

Pierwiastek promieniotwórczy: nie

Grupa układu okresowego pierwiastków: 18 — helowce

Odkrycie: 1898

Odkrywca: Ramsay William, Travers Morris William

względna masa atomowa 83,80; k. należy do grupy **helowców**; bezb. i bezwonny gaz, występuje w postaci jednoatomowej; temperatura topnienia $-156,55^{\circ}\text{C}$, temperatura wrzenia $-152,25^{\circ}\text{C}$, gęstość $3,733 \cdot 10^{-3} \text{ g/cm}^3$; bierny chemicznie (tzw. gaz szlachetny); w odpowiednich warunkach tworzy fluorki, np. KrF_2 ; znane są też: tlenek KrO_2 oraz hydraty, klatraty i połączenia z innymi helowcami (np. KrXe); w stanie wolnym stanowi składnik powietrza, z którego jest otrzymywany przez destylację frakcjonowaną; stosowany do wypełniania żarówek dużej mocy, niektórych lamp jarzeniowych (w mieszaninie z argonem); radioaktywny izotop ^{85}Kr jest wykorzystywany w badaniach warstwy powierzchniowej ciał stałych. Nazwa pierwiastka od gr. *kryptós* 'ukryty'. Krypton odkryli 1898 W. Ramsay i M.W. Travers.

**

krzem, Si, *silicum*, pierwiastek chemiczny o liczbie atomowej 14;

Symbol: Si

Nazwa łacińska: Silicium

Liczba atomowa: 14

Pierwiastek promieniotwórczy: nie

Grupa układu okresowego pierwiastków: 14 — węglowce

Odkrycie: 1823

Odkrywca: Berzelius Jöns Jacob

względna masa atomowa 28,0855; krzem należy do grupy **węglowców**; niemetale;

wykazuje właściwości półprzewodnika; szare, twarde, kruche kryształy; temperatura topnienia 1410°C, temperatura wrzenia 2355°C, gęstość 2,33 g/cm³; stopień utlenienia IV, wyjątkowo II (w fazie gazowej tworzy SiO, a w stałej — polimer (SiO)_n); najważniejsze związki: krzemu(IV) tlenek (krzemionka), kwasy krzemowe i ich sole krzemiany, krzemki, krzemu(IV) węgiel, krzemu(IV) azotek, krzemowodory (silany), krzemooorganiczne związki i halogenki krzemu (np. SiCl₄, SiF₄). Krzem jest odporny na działanie kwasów, reaguje tylko z mieszaniną kwasów azotowego i fluorowodorowego, natomiast łatwo roztwarza się w roztworach wodorotlenków litowców, tworząc krzemiany. Krzem odgrywa ważną rolę w procesach życiowych roślin i zwierząt na niskim szczeblu rozwoju ewolucyjnego; jest także obecny w tkankach zwierząt wyższych i człowieka, gdzie pełni ważne funkcje w systemie nerwowym, zapobiega zwapnieniu tętnic, wzmacnia tkanki wyścielające. Pierwiastek ten jest jednym z podstawowych składników skorupy ziemskiej (ok. 27,7% masowych); najpospolitszy po tlenie; występuje w postaci związków we wszystkich niemal skałach, głównie w postaci glinokrzemianów, krzemianów i ditlenku krzemu. W przemyśle duże ilości krzemu otrzymuje się w postaci stopu z żelazem (żelazokrzem) w wyniku prażenia rudy żelaza, węgla i piasku kwarcowego. Wolny krzem otrzymuje się przez redukcję krzemionki metalicznym magnezem lub glinem. Krzem o dużej czystości uzyskuje się, przeprowadzając surowy krzem w trichlorosilan, który po usunięciu zanieczyszczeń (przez destylację frakcjonowaną) rozkłada się, a wydzielony krzem oczyszcza metodą topienia strefowego, a następnie metodą Czochralskiego otrzymuje się monokryształy krzemu. Płytki monokryształicznego krzemu, czyste chemicznie lub domieszkowane np. fosforem lub borem, stosuje się w przemyśle mikro- i optoelektronicznym (krzem stosuje się też w postaci warstw epitaksjalnych lub amorficznych); krzem jest także używany jako dodatek do stali stopowych (na rdzenie transformatorów elektrycznych) oraz jako składnik stopów (głównie z żelazem, miedzią, glinem) o dużej wytrzymałości i odporności na korozję. Krzem wchodzi w skład szkieł (krzemianowych), materiałów ceramicznych, szkieł metalicznych oraz polimerów o znacznej odporności termicznej i bierności chemicznej (np. silikony). Krzem (amorficzny) otrzymał po raz pierwszy 1823 J.J. Berzelius.

**

krzemiany, substancje krystaliczne lub amorficzne, w których strukturach występują czworościany (tetraedry) SiO₄. w sieci przestrzennej k. mogą występować proste (monomeryczne) jony [SiO₄]⁴⁻ (ortokrzemiany lub krzemiany wyspowe) lub polianiony (krzemiany grupowe, pierścieniowe, wstęgowe, warstwowe i przestrzenne). Krzemiany są związkami trwałymi, nierozpuszczalnymi w wodzie (oprócz krzemianów litowców); od przestrzennego układu tetraedrów krzemotlenowych zależy skład chem. i właściwości krzemianów (np. twardość, łupliwość, właściwości opt.); w krystal. sieci krzemianów jony krzemu mogą być zastępowane innymi jonami, najczęściej jonami glinu (glinokrzemiany), rzadziej boru (borokrzemiany), berylu (berylkrzemiany), w niewielkim stopniu krzem może być także podstawiany magnezem lub żelazem. Krzemiany litowców powstają przez stapianie krzemionki z wodorotlenkami lub węglanami litowców. Krzemiany występują w przyrodzie jako liczne minerały skałotwórcze (należą do gł. składników skorupy ziemskiej); krzemianami są m.in.: oliwiny, pirokseny, amfibole, łuszczyki, kaolin, montmorillonit, zeolity. K. pod wpływem czynników atmosferycznych ulegają reakcjom chem. (np. uwodnieniu, kondensacji), a ostatecznym produktem jest ditlenek krzemu (np. piasek kwarcowy). Krzemiany nierozpuszczalne w wodzie stanowią surowiec do produkcji

materiałów ceramicznych, cementu portlandzkiego oraz szkła. Szeroko wykorzystuje się także syntet. zeolity (sita molekularne). Roztwory wodne krzemianu sodu i potasu tworzą tzw. szkło wodne.

**

krzemionka, *chem.* → [krzemu\(IV\) tlenek](#).

**

krzemu(IV) tlenek, ditlenek krzemu, krzemionka, SiO_2 , związek krzemu z tlenem; ma charakter bezwodnika kwasowego; temperatura topnienia 1710°C ; stapiany z wodorotlenkami lub węglanami litowców tworzy krzemiany. W przyrodzie bardzo rozpowszechniony; stanowi jeden z gł. składników skorupy ziemskiej; występuje w postaci krystal. odmian polimorficznych, gł. jako: kwarc, trydymit, krystobalit oraz, w formie bezpostaciowej substancji miner. zawierającej wodę, np. jako opal. Syntetyczne kryształy SiO_2 można otrzymać przez krystalizację na kryształach zarodnikowych, z przesyconych roztworów krzemianów. Kryształy kwarcu są stosowane w zegarach elektronicznych; cienkie amorficzne warstwy ditlenku — w technologii materiałów mikro- i optoelektronicznych (warstwy dielektr., światłowodowe); SiO_2 jest też składnikiem diod typu metal–tlenek–półprzewodnik (np. $\text{Pd-SiO}_2\text{-Si}$) używanych m.in. jako czujniki wodoru, a także wielu katalizatorów tlenkowych stosowanych w procesach org. (oraz nośnikiem katalizatorów). Krzemionkę stosuje się do produkcji materiałów ogniotrwałych, szkła (krzemianowego i kwarcowego), materiałów budowlanych (np. cementu portlandzkiego, cegły silikatowej), służy również do otrzymywania krzemu i stopów (np. żelazokrzemu). Do odwadniania substancji stosuje się żel krzemionkowy.

**

Krzyż, *astr.* gwiazdozbiór, → [Krzyż Południa](#).

**

krzyż Millsa, radiointerferometr, skonstruowany przez B.Y. Millsa, w którym anteny składowe są rozmieszczone wzdłuż 2 prostopadłych osi.

**

Krzyż Południa, Krzyż, *Crux*, najbardziej charakterystyczny gwiazdozbiór nieba południowego;

Umiejscowienie na niebie: gwiazdozbiór nieba południowego

Obszar gwiazdozbioru (w stopniach kwadratowych): 68

Główne gwiazdy: [Acrux](#), [Mimosa](#)

jego jasne gwiazdy tworzą figurę krzyża; K.P. jest najmniejszym gwiazdozbiorem nieba; w Polsce niewidoczny; najjaśniejsza gwiazda — Acrux, druga pod względem jasności — Mimosa.

**

Krzyż Północy, grupa 5 najjaśniejszych gwiazd w gwiazdozbiornie Łabędzia; najjaśniejsza — Deneb.

**

kсенon, Xe, *xenon*, pierwiastek chem. o liczbie atomowej 54;

Symbol: Xe

Nazwa łacińska: Xenon

Liczba atomowa: 54

Pierwiastek promieniotwórczy: nie

Grupa układu okresowego pierwiastków: 18 — helowce

Odkrycie: 1898

Odkrywca: Ramsay William, Travers Morris William

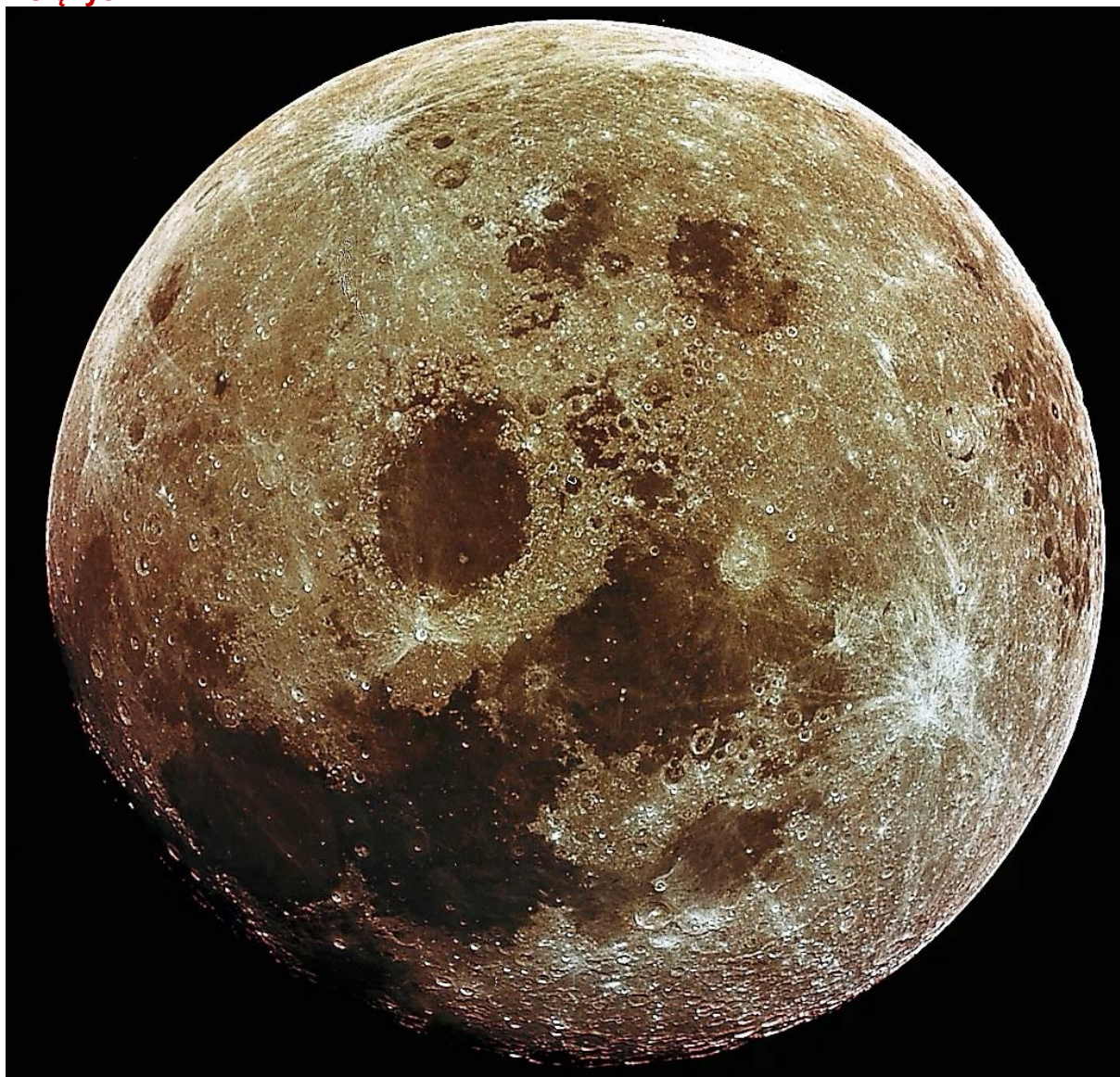
względna masa atomowa 131,29; k. należy do grupy [helowców](#); bezb. gaz; temperatura topnienia $-111,85^{\circ}\text{C}$, temperatura wrzenia $-107,5^{\circ}\text{C}$, gęstość $5,887 \cdot 10^{-3} \text{ g/cm}^3$; tzw. gaz szlachetny (dawniej uważany za bierny chemicznie); w związkach występuje na dodatnich, parzystych stopniach utlenienia, od II do VIII; znanych jest ponad 80 związków ksenonu, w odpowiednich warunkach tworzy je z fluorem (XeF_2 , XeF_4 i XeF_6 ; bezb. substancje krystal., w czasie ogrzewania rozkładają się — działają silne utleniająco i fluorująco), z tlenem (XeO_3 ; substancja stała łatwo rozkładająca się wybuchowo); znane są też związki koordynacyjne (np. XePtF_6) oraz połączenia typu klatratów (np. z hydrochinonem); ksenon stanowi składnik powietrza, z którego jest otrzymywany przez destylację frakcjonowaną; stosowany w technice laserowej oraz jako wypełniacz niektórych komór pęcherzykowych, żarówek dużej mocy, lamp jarzeniowych, lamp elektronicznych; pary XeF_6 są wykorzystywane do trawienia płytek krzemu, kwarcu lub azotku krzemu (stosowanych w urządzeniach elektronicznych); tlenowe związki k. są używane jako silne utleniacze w analizie chem.; sztucznie wytworzony izotop ^{133}Xe — jako źródło radioaktywne. Ksenon odkryli 1898 W. Ramsay i M.W. Travers.

**

księżyc, ciało niebieskie obiegające planetę (→ [satelita naturalny](#)).

**

Księżyc



Czy Księżyc rzeczywiście jest zwrócony do nas wciąż tą samą stroną?

Na pierwszy rzut oka wydaje się, że rzeczywiście zawsze widzimy tę samą stronę Księżyca. Jednak przy dokładniejszej obserwacji zauważyć można niewielkie wahania. Ich przyczyny są różnej natury.

Pierwszą jest pochycenie osi obrotu Księżyca względem płaszczyzny orbity. Z tego powodu przez połowę okresu oglądamy jeden z biegunów Księżyca, przez drugą połowę drugi biegun (podobnie wyglądałaby Ziemia oglądana ze Słońca).

Drugą przyczyną jest niejednostajna prędkość kątowna ruchu Księżyca wokół Ziemi. Prędkość jest zmienna, bo orbita Księżyca jest eliptyczna. Księżyc wokół osi obraca się jednostajnie, natomiast Ziemię obiega niejednostajnie. Skutek jest taki, że gdy jest daleko, po orbicie przemieszcza się za wolno w stosunku do obrotu i pokazuje nam dodatkowo fragmenty od lewej strony (od wschodu). I odwrotnie. Gdy jest blisko, położenie na orbicie zmienia się za szybko w stosunku do prędkości obrotu, i wtedy pokazuje nam dodatkowe fragmenty z prawej strony (od zachodu)

Trzecią przyczyną jest nasz ruch. Patrzymy z obracającej się Ziemi. Patrząc na Księżyc z rana i wieczorem, oglądamy go z różnych kierunków.

Wszystkie te wahania (libracje) mają charakter okresowy. Dzięki nim widzimy 59% całkowitej powierzchni Księżyca. Ta dostępna naszemu oku część Księżyca jest jednak niezmienna. Wynika to z tego, że Księżyc obiega Ziemię w takim samym okresie, w jakim obraca się wokół swej osi.

Czy rozmiary kątowe Księżyca zmieniają się? Jeśli tak, to w jakim rytmie?

Nawet na oko można zauważyć zmienność rozmiarów kątowych Księżyca. Zmiany następują z okresem równym okresowi obiegu Księżyca wokół Ziemi. Stosunek rozmiarów minimalnych do maksymalnych wynosi $7/8$. Efekt ten może być nieco przesłonięty pozorną zmianą rozmiarów związaną z położeniem Księżyca względem horyzontu.

Zwróćmy uwagę na położenie Księżyca względem gwiazd w kolejnych dniach. Czy się przemieszcza? Jeśli tak, to w jakim tempie?

Księżyc przesuwa się względem gwiazd z zachodu na wschód. W ciągu doby przesuwa się o około 13° . Ruch ten jest widoczny, jeśli porównać położenia Księżyca w odstępie kilku godzin. Na przemieszczanie się Księżyca względem gwiazd wpływa również nasz ruch w przestrzeni spowodowany obrotem Ziemi. Powoduje on niewielkie, zmienne spowalnianie ruchu Księżyca.

Porównajmy jego położenia na niebie w kolejnych miesiącach. Czy może znaleźć się w każdej części nieba, czy też wyróżnia pewien obszar nieba?

Z pewnością nikt nigdy nie widział Księżyca nad północnym horyzontem, czy w pobliżu Gwiazdy Polarnej. Można go zobaczyć nad wschodnim, południowym albo zachodnim horyzontem. Można powiedzieć, że przemieszcza się on względem horyzontu mniej więcej w tym samym obszarze co Słońce.

A może jego droga względem horyzontu powtarza się, gdy jest w tej samej fazie. Czy Księżyc w pełni latem i zimą porusza się podobnie?

Chyba nikt nie pamięta letnich długich księżycowych nocy. Latem, jeśli jest pełnia, Księżyc wschodzi na południowym wschodzie, podnosi się na kilkanaście stopni ponad horyzont i zachodzi na południowym zachodzie. Ponad horyzontem znajduje się zaledwie przez kilka godzin (około 6 godz.).

Zimą Księżyc w pełni wschodzi na północnym wschodzie, góruje bardzo wysoko (do 65° ponad horyzontem) i zachodzi po kilkunastu godzinach wędrówki (do 18 godz.).

Zwróćmy uwagę na rytm zmian faz Księżyca — zmianę kształtu oświetlonej części. W każdym przypadku starajmy się określić położenie Słońca (kierunek na Słońce). Czy dostrzegamy jakiś związek pomiędzy kształtem jasnej części Księżyca i położeniem Słońca?

Z upływem czasu linia oddzielająca część oświetloną i ciemną (terminator) przesuwa się zawsze od prawej do lewej (z zachodu na wschód). Oba końce terminatora leżą na średnicy Księżyca. Słońce jest zawsze w kierunku zgodnym z osią symetrii widocznej części Księżyca.

Gdy Księżyc będzie wąskim sierpem (będzie wtedy widoczny zaraz po zachodzie Słońca lub tuż przed wschodem), uważnie popatrz na miejsce, gdzie powinna być widoczna jego nieoświetlona reszta. Czy jest widoczna?

Jest widoczna. Niewyraźnie, ale bezspornie. Wąski sierp Księżyca widać na jasnym niebie. Księżyc jest w niewielkiej kątowej odległości od Słońca. Aby zobaczyć tę

resztę wyraźnie, należy poczekać aż trochę się ściemni, ale Księżyc będzie jeszcze wystarczająco wysoko. Nieoświetlona Słońcem część Księżyca będzie brązowobrunatnoczerwona, lekko kontrastująca z tłem nieba.

W Układzie Słonecznym jedynym źródłem światła jest Słońce. Pośrednio są nimi również wszystkie rzeczy przez nie oświetlone. Oświetlona Słońcem Ziemia też. Ziemia świeci najintensywniej w kierunku Słońca (z tego kierunku widać pełną tarczę Ziemi, z innych niepełną). Jeśli Księżyc jest w pobliżu tego kierunku, to jest przez Ziemię oświetlany od tyłu (od strony przeciwnej niż Słońce).

Andrzej Branicki

Księżyc, łac. **luna**, gr. **selene**, naturalny satelita Ziemi;

podstawowe dane

masa: $7,35 \cdot 10^{22}$ kg (81 razy mniejsza od masy Ziemi)

średnia gęstość: $3,34 \text{ g/cm}^3$

promień równikowy: 1 737,4 km

promień orbity wokół Ziemi: 384 tys. km

prędkość ucieczki: 2,4 km/s

temperatura powierzchni: od ok. -180°C (noc księżycowa) do ok. 110°C (dzień księżycowy)

jest drugim pod względem jasności (po Słońcu) obiektem na niebie i dotychczas jedynym ciałem niebieskim (poza Ziemią), na którym przebywał człowiek. Księżyc ma kształt kuli o promieniu 1737,4 km. Obiega Ziemię w okresie 27,3 dnia (miesiąc gwiazdowy, sydereczny) z prędkością ok. 1 km/s po prawie kołowej orbicie (mimośród 0,055), położonej w płaszczyźnie nachylonej do płaszczyzny orbity Ziemi pod kątem $5,1^\circ$, nachylenie płaszczyzny orbity Księżyca do płaszczyzny równika ziemskiego waha się od $18,2^\circ$ do $28,6^\circ$ w zależności od orientacji przestrzennej orbity, która zmienia się w okresie ok. 18,6 lat. Średnia odległość Księżyca od środka Ziemi wynosi 384,4 tysiąca km (minimalna 363,3 tysiąca km, maksymalna 405,5 tysiąca km). Pozorny ruch Księżyca po sferze niebieskiej, będący odzwierciedleniem ruchu Księżyca wokół Ziemi, odbywa się z zachodu na wschód z prędkością ok. 13° na dobę. Księżyc świeci odbitym od swej powierzchni światłem słonecznym (widoma jasność w pełni wynosi 12,7 wielkości gwiazdowej, albedo 0,07). Tarcza Księżyca obserwowana na niebie ma średnicę ok. $0,5^\circ$, a jej wygląd (tzw. faza) jest wynikiem zmian wzajemnej konfiguracji w przestrzeni Ziemi, Księżyca i Słońca (ściślej, kąta pomiędzy kierunkami z Księżyca na Ziemię i Słońce). Pełny cykl ciągłych zmian fazy Księżyca, zwany **lunacją**, trwa średnio 29,5 dnia (miesiąc synodyczny); obejmuje najpierw wzrost widoczności Księżyca od nowiu (kiedy półkula Księżyca zwrócona ku Ziemi jest nieoświetlona), poprzez pierwszą kwadrę (tarcza Księżyca ma kształt półkula zwróconego wypukłością w kierunku Słońca) do pełni (oświetlona jest cała półkula widoczna z Ziemi), a następnie zmniejszanie się widoczności oświetlonej półkuli, poprzez ostatnią (trzecią) kwadrę (analogiczna do pierwszej, ale dotyczącą drugiej strony globu), aż do następnego nowiu. Podczas nowiu (koniunkcja ze Słońcem; koniunkcja, *astr.*) tarcza Księżyca może przesłonić tarczę Słońca i wtedy następuje zaćmienie Słońca, a podczas pełni (opozycja względem Słońca; opozycja, *astr.*) na powierzchnię Księżyca może paść cień Ziemi i wtedy obserwuje się zjawisko zaćmienia Księżyca. Rotacja Księżyca wokół osi nachylonej do płaszczyzny orbity Ziemi następuje pod kątem $88,5^\circ$. Ponieważ okres obrotu Księżyca jest równy miesiącowi synodycznemu, dlatego Księżyc jest zwrócony do Ziemi zawsze tą samą stroną (z Ziemi można jednak zobaczyć więcej niż połowę jego powierzchni, ok. 59%,

dzięki zjawisku **libracji**). Masa Księżyca, równa $7,35 \cdot 10^{22}$ kg, jest 81 razy mniejsza od masy Ziemi, natomiast przyciąganie grawitacyjne na jego powierzchni — 6-krotnie mniejsze od ziemskiego. Oddziaływanie grawitacyjne Księżyca na Ziemię powoduje m.in. **pływy** oraz spowolnianie szybkości obrotu Ziemi o ok. 1,5 ms na stulecie. Średnia gęstość materii, z której zbudowany jest Księżyc, wynosi $3,34 \text{ g/cm}^3$.

Wnętrze globu Księżyca ma warstwową strukturę: niewielkie żelazne jądro, o promieniu ok. 340 km, otacza warstwa stopionych skał o grubości ok. 400 km, nad którą rozpościera się sztywny, skalisty płaszcz pokryty twardą skorupą, której średnia grubość wynosi 68 km. Powierzchnię Księżyca tworzą głównie skały bazaltowe pochodzenia wulkanicznego. Starsze obszary wyżynne są pokryte licznymi kraterami uderzeniowymi, a młodsze, stosunkowo gładkie, tzw. morza, stanowią prawdopodobnie pozostałości ogromnych basenów pochodzenia uderzeniowego, które zostały zalane płynną lawą. Występują także łańcuchy gór, o wysokości do 8 km. Większość powierzchni jest pokryta grubą warstwą regolitu. Temperatura powierzchni Księżyca zmienia się od $+110^\circ\text{C}$ w środku dnia księżycowego do -180°C w środku nocy; tak duże różnice są spowodowane brakiem atmosfery. Księżyc nie ma też pola magnetycznego; jego powierzchnia jest więc stale wystawiona na bezpośrednie działanie wiatru słonecznego i promieniowania kosmicznego. Chociaż skład chemiczny Księżyca różni się od ziemskiego, przede wszystkim znacznie mniejszą zawartością żelaza, to jednak jego niemal identyczny z ziemskim skład izotopowy sugeruje wspólne pochodzenie obu ciał. Według najbardziej wiarygodnej obecnie hipotezy Księżyc powstał w końcowej fazie procesu tworzenia się Układu Słonecznego jako rezultat zderzenia protoplanety o wielkości Marsa z rozwarstwowaną już na jądro i płaszcz Ziemią. Zderzenie nie było centralne i dlatego w jego wyniku Ziemia została pozbawiona tylko części płaszcza, zachowując większość żelaznego jądra. Materiał płaszcza, rozproszony wokół Ziemi w postaci dysku, szybko stygnąc skondensował się jako satelita. Oddziaływania pływowe oddaliły od siebie oba ciała; jeszcze obecnie odległość Księżyca od Ziemi wzrasta w tempie ok. 3,8 cm na rok.

Bezpośrednie badania Księżyca umożliwiły **loty kosmiczne** załogowe i bezzałogowe. Amerykański program **Apollo** doprowadził 20 VII 1969 do lądowania pierwszych ludzi (N. Armstrong i E.E. Aldrin) na Księżycu 1969–72 na powierzchni Księżyca przebywało 12 amerykańskich astronautów, którzy m.in. dostarczyli na Ziemię ok. 385 kg materii księżycowej (jej wiek oszacowano na 3–4,6 mld lat). Intensywną eksplorację Księżyca prowadził także (do 1976) ZSRR za pomocą sond **Łuna**. Po długiej przerwie, amerykańskie sondy **Clementine** (1994) i Lunar Prospector (1998–99) doprowadziły do odkrycia lodu wodnego na nie oświetlonych przez Słońce dnach kraterów w obszarach okołobiegunowych Księżyca.

**

księżyce galileuszowe, cztery największe księżyce Jowisza (Ganimedes, Callisto, Io, Europa), odkryte 1610 przez Galileusza; pierwsze odkryte księżyce planet.

**

księżyce Kordylewskiego, pyłowe księżyce Ziemi; 2 prawdopodobne zgęszczenia materii międzyplanetarnej wokół trójkątnych punktów libracji układu Ziemia–Księżyc; bardzo trudne do zaobserwowania. O ich dostrzeżeniu pierwszy doniósł 1961 pol. astronom, K. Kordylewski (1903–81).

**

Księżycowe morza

Obszary Księżyca zalane lawą, która wyrzucana była gwałtownie na powierzchnię 3900–3000 mln lat temu to ciemniejsze od otoczenia tzw. **księżycowe morza**. Znajdują się głównie na widocznej stronie Księżyca, gdzie skorupa naszego satelity jest cieńsza. W najmłodszych basenach wypełnionych lawą utworzyły się morza koliste, a w nich często znajdują się maskony. Morza nieregularne są płytkie i wypełniają baseny starsze, gorzej zachowane. Skały mór są bazaltami.

Magdalena Kożuchowska

**

Księżycowe morza:

Oceanus Procellarum – Ocean Burz;

Mare Imbrium - Morze Deszczów;

Mare Serenitatis - Morze Jasności;

Mare Fecunditatis, Mare Foecunditatis - Morze Żyzności albo Morze Obfitości;

Mare Tranquillitatis - Morze Spokoju;

Mare Crisium - Morze Przesileń;

Mare Humorum - Morze Wilgoci;

Mare Nectaris - Morze Nektaru;

Mare Frigoris - Morze Zimna;

Mare Orientale - Morze Wschodnie;

Mare Australe - Morze Południowe;

Mare Cognitum - Morze Poznane;

Mare Nubium - Morze Chmur;

Mare Marginis - Morze Brzegowe;

Mare Smythii - Morze Smytha;

Mare Spumans - Morze Pieniące;

Mare Undarum - Morze Fal;

Mare Humboldtianum - Morze Humboldta;

Mare Moscoviense - Morze Moskwy;

Mare Ingenii - Morze Pomysłów;

Mare Anguis - Morze Wężowe;

Mare Vaporum - Morze Oparów;

Mare Insularum - Morze Wysp;

Sinus Medii - Zatoka Centralna;

Sinus Aestuum - Zatoka Upałów;

Sinus Roris - Zatoka Rosy;

Sinus Amoris - Zatoka Miłości;

Sinus Iridum - Zatoka Tęcz;

Palus Putredinis - Bagno Zgnilizny;(Zaniku);

Palus Somni - Bagno Snu;

Palus Epidemiarum - Bagno Epidemii;

Palus Nebularum – Błoto Mgieł;

Lacus Mortis – Jezioro Śmierci;

Lacus Somniorum - Jezioro Snów;

Lacus Veris - Jezioro Wiosny;

Lacus Autumni - Jezioro Jesieni;

Księżycowe morza uporządkowano wg przybliżonej wielkości; **ocean** oznacza bardzo rozległe morze, a **jezioro, zatoka, bagno** — twory mniejsze.

**

Kubasow WALERIJ N., ur. 1935, kosmonauta sow.; 1969 lot na pokładzie Sojuza 6 uczestniczącego we wspólnym locie trzech statków Sojuz: 6, 7 i 8; 1975 udział we wspólnym locie statków Sojuz–Apollo.

**

Kubrick [kju:brik] STANLEY , ur. 26 VII 1928, Nowy Jork, zm. 7 III 1999, Saint Albans k. Londynu, amerykański reżyser, scenarzysta i producent filmowy; od 1961 pracował w Wielkiej Brytanii. Realizował filmy w USA (Hollywood) i Wielkiej Brytanii; autor m.in. oskarżycielskiego, antywojennego dramatu *Ścieżki sławy* (1959), satyr. tragigroteski *Dr Strangelove...* (1963), fantazji nauk. *2001: Odyseja kosmiczna* (1968, Oscar tegoż roku) i paradoksalnej, katastroficznej przypowieści *Mechaniczna pomarańcza* (1972 wg A. Burgessa); adaptacja klas. powieści W.M. Thackeraya *Barry Lyndon* (1975, 4 Oscary tegoż roku); ponadto *Lśnienie* (1980 wg S. Kinga), *Full Metal Jacket* (1987) i *Oczy szeroko zamknięte* (1999).

**

Kuiper [kju:pɛɪ] GERARD PETER, ur. 7 XII 1905, Harenkarspel (Holandia), zm. 23 XII 1973, m. Meksyk (Meksyk), astronom amerykańskiego, pochodzenia holenderskiego; profesor uniwersytetu w Chicago; specjalista w dziedzinie fizyki planet; 1951 opracował teorię powstania Układu Słonecznego, 1948 odkrył piątego satelitę Urana — Mirandę i 1949 drugiego satelitę Neptuna — Nereidę.

**

Kuipera pas [p. kujpera], *astr.* zbiorowisko małych ciał Układu Słonecznego (zwanymi planetoidami lub obiektami transneptunowymi) obiegających Słońce po prawie kołowych orbitach w tym samym kierunku i w tej samej mniej więcej płaszczyźnie co wielkie planety, w średnich odległościach przewyższających odległość Neptuna od Słońca (ok. 30 AU; [astronomiczna jednostka](#)); stanowią prawdopodobnie pozostałość zewnętrznego skraju dysku protoplanetarnego; pas Kuipera jest uważany za źródło komet krótkookresowych i centaurów; hipotezę jego istnienia sformułował G.P. Kuiper, natomiast pierwsze planetoidy pasa Kuipera zaobserwowano 1992; do chwili obecnej odkryto ok. 800 obiektów o rozmiarach kilkuset km; [Pluton](#) uznaje się za największy obiekt pasa Kuipera. 19 I 2006 został wyniesiony w przestrzeń kosmiczną próbnik kosmiczny [New Horizons](#) w celu zbadania Plutona i innych obiektów pasa Kuipera; próbnik ma dotrzeć do Plutona (na odległość ok. 9600 km) VII 2015.

**

Kukarkin BORIS W., ur. 1909, zm. 1977, astronom rosyjski; profesor uniw. w Moskwie; 1943 ogłosił teorię podsystemów gwiazdowych.

**

Kulczycki ADAM JOACHIM, ur. 2 X 1809, Puławy, zm. 11 VII 1882, Tahiti, inżynier, astronom, kartograf, meteorolog i podróżnik; badacz Oceanii; od 1843 we fr. służbie kolonialnej w Oceanii, gł. w Polinezji Fr., gdzie prowadził prace adm., geol. i kartograficzne (wykonał m.in. mapy wysp Tahiti i Moorea oraz archipelagu Tuamotu); zorganizował obserwatorium astr. i meteorol. na Tahiti; 1859–65 dyr. obserwatorium w Numei (Nowa Kaledonia).

**

kulminacja [łac.], *astr.* przejście ciała niebieskiego przez płaszczyznę południka niebieskiego; w chwili kulminacji górnej (górowania) ciało niebieskie osiąga największą wysokość (astronomiczne współrzędne), w chwili kulminacji dolnej (dołowania) — najmniejszą.

**

kulty lunarne, ważny składnik wierzeń w religiach politeistycznych, którego istotą jest kult Księżyca lub jego personifikacji; najbardziej rozwinęły się w staroż. Mezopotamii (sumer. bóg Nanna/Zuen, babiloński Sin), u ludów śródziemnomor. (gr. Selene) i Bliskiego Wschodu (egipski Thot), w Chinach (bogini Chang-e), Indiach (Ćandra), u Majów (Ix-Chel), Azteków (Coyolxauhqui) i Inków (Mama Quilla), co wiąże się z powszechnym w tych cywilizacjach zjawiskiem kultów astralnych; zjawiska faz i zaćmienia Księżyca znajdują wyjaśnienie w mitach mówiących o jego umieraniu i zmartwychwstaniu lub w opowieściach o potworze (wilku, psie itp.) pożerającym Księżyc; lunacje księżycowe były podstawą mierzenia czasu i tworzenia kalendarza; żeńskim bóstwom lunarnym często przypisywano zarówno płodność, jak też dziewictwo (gr. Artemida, rzym. Diana), męskie zaś bóstwa księżycowe często wyobrażano pod postacią byka, symbolu potencji i płodności (np. babiloński Sin).

**

kulty solarne, ważny składnik wierzeń w religiach politeistycznych, którego istotą jest kult Słońca lub jego personifikacji. Najbardziej rozwinęły się w Mezopotamii (sumer. Utu, babiloński Szamasz), u ludów śródziemnomor. i Bliskiego Wschodu (gr. Helios, rzym. Sol, hetycka bogini Ariniti, egipski Re), Chin (matka 9 słońc Xi He), Indii (Surja) oraz u Majów (bóg zdrowia i medycyny Kinich Ahau), Azteków (Tonatiuh) i Inków (Inti), co wiąże się ze zjawiskiem powszechnych w tych cywilizacjach kultów astralnych. Bóstwa solarne łączyły funkcję bogów wegetacji i płodności oraz bogów ustanawiających i strzegących ładu kosm. i społ. — były prototypami ziemskiej władzy (władca jako syn Słońca lub jako tożsamy z bóstwem Słońca), co zdaje się świadczyć o ścisłym związku między rozwojem kultów solarnych a rozwojem rolnictwa i cywilizacji. Sprawowanie kultu było w gestii wyspecjalizowanej klasy kapłanów, ściśle związanych z władcą lub faktycznie sprawujących władzę (teokracja). Na potrzeby kultu opracowano także „teologię solarną”, stanowiącą tajemną wiedzę kapłanów. W odróżnieniu od bardziej naturalist. i lud. wierzeń wcześniejszych, kulty solarne miały charakter religii urzędowej i częściowo elitarnej.

**

kupała, kupalnocka, *mit. słow.* u Słowian wschodnich obchody letniego przesilenia słonecznego, połączone z obrzędami, tańcami wokół ognia, zbieraniem ziół itp., co miało zapewnić zdrowie i urodzaj; zaadaptowana przez chrześcijaństwo, została związana ze świętem Jana Chrzciciela lub Zielonymi Świątkami; w Polsce znana pod nazwą sobótka.

**

Kuratowski, planetoida pasa głównego o numerze katalogowym 26205; odkryta 1997 (P.G. Comba); nazwana na cześć K. Kuratowskiego.

**

Kursa, *astr.* → **Cursa**.

**

Küstner KARL FRIEDRICH, ur. 1856, zm. 1936, astronom niem.; badał położenia gwiazd, opracował katalog gwiazdowy; 1888 odkrył zjawisko zmiany położenia biegunów Ziemi.

**

kwadra [łac.], *astr.* faza Księżyca, w której długości ekliptyczne Księżyca i Słońca różnią się o 90° ; podczas kwadry jest widoczna połowa tarczy Księżyca.

**

kwadrant [łac.], *astr.* dawny (przedteleskopowy) przyrząd do pomiaru wysokości ciał niebieskich nad horyzontem w momencie przejścia przez południk miejscowy; [astronomiczne instrumenty](#).

**

Kwadrantydy, *astr.* rój meteorów związany z orbitą komety Kozika–Peltiera; maksimum obfitości ok. 3 l; radiant w gwiazdozbiórce Smoka.

**

kwadratura [łac.], *astr.* położenie ciała niebieskiego względem Ziemi, w którym różnica długości ekliptycznych jego i Słońca wynosi 90° lub 270° .

**

Kwantowa teoria grawitacji

Ostatnim poziomem jest poziom odpowiadający skali długości Plancka: 10^{18} GeV. Dla tak małych rozmiarów nieoznaczoność energii (a więc także masy) staje się dość duża, aby wywołać zaburzenia struktury czasoprzestrzeni. Próby zbudowania kwantowej teorii grawitacji nie doprowadziły jeszcze do zrozumienia procesów, które mogą zachodzić w tym obszarze. Być może czasoprzestrzeń wyobrazić sobie można jako „pianę”: burzącą się nieustannie strukturę, w której pojawiają się i giną tunele (*wormholes* czyli dziury po robakach) i „bąble”. Możliwe, że pojawią się dodatkowe wymiary czasoprzestrzeni, wzdłuż których rozmiar Wszechświata jest bardzo mały (tzw. wymiary zwarte). Przewiduje to teoria superstrun.

Andrzej Czechowski

**

kwarki, *fiz.* cząstki elementarne (fundamentalne), składniki protonów, neutronów i in. hadronów; spin kwarka: $\hbar/2$ (gdzie $\hbar = h/2\pi$, h — stała Plancka), liczba barionowa $1/3$, ładunek elektryczny $2/3$ lub $-1/3$ ładunku elementarnego; znanych jest (2004) 6 rodzajów (tzw. zapachów) kwarków: „dolne” d, s i b (o ładunku $-1/3$) oraz „górne” u, c i t (o ładunku $2/3$); odpowiednie antykwarki mają przeciwny znak ładunku elektrycznego; podobnie do leptonów, kwarki biorą udział w oddziaływaniach elektroślabych, które mogą przeprowadzać jedne kwarki w drugie (zmiana zapachu; np. w rozpadzie β^- neutronu jeden z kwarków d wchodzących w skład neutronu przekształca się w kwark u, emitując przy tym elektron i antyneutrino elektronowe). Występowanie oddziaływania silnego między kwarkami tłumaczy się właściwością kwarków, zwanym ładunkiem kolorowym lub kolorem. Oddziaływania między kwarkami obdarzonymi różnym ładunkiem kolorowym są przenoszone przez „kolorowe” gluony; oddziaływanie gluonów i kwarków opisuje się za pomocą

chromodynamiki kwantowej. Wiele właściwości hadronów można wyjaśnić, korzystając z kwarkowego modelu hadronów; zakłada on, że bariony są układami 3 kwarków (antybariony — układami 3 antykwarków), a mezony — układami kwark–antycwark. Oprócz wymienionych kwarków, zwanych walencyjnymi, w hadronach występują także gluony i tzw. morze par kwark–antycwark; wszystkie te składniki hadronów nazywa się też **partonami**. Siły między kolorowymi ładunkami kwarków rosną ze wzrostem odległości, dlatego też próba odseparowania kwarków od siebie powoduje jedynie wzrost energii pola kolorowego między nimi; gdy energia ta przekracza pewną wartość, to może na jej koszt zostać wyprodukowana nowa para kwark–antycwark (w ten sposób są produkowane nowe hadrony). Tę niemożliwość odseparowania pojedynczego kwarka nazywa się **uwięzieniem** kwarka. Kwarkowy model hadronów zaproponowali 1964 M. Gell-Mann i G. Zweig; 1967–73 J. Friedman, H. Kendal i R. Taylor przeprowadzili w laboratorium Stanford Linear Accelerator Center serię eksperymentów, które potwierdziły kwarkową strukturę nukleonów. W 1995 ostatecznie uzyskano dane o istnieniu szóstego kwarka t (top) o ładunku $2/3$ i masie ok. $175 \text{ GeV}/c^2$.

**

kwazary, klasa aktywnych galaktyk o jasnościach przekraczających typowe jasności galaktyk. Widma optyczne kwazarów charakteryzują się obecnością bardzo szerokich linii emisyjnych, którym odpowiadają nietypowe długości fal. Interpretację tego zjawiska, jako efektu przesunięcia linii widmowych ku czerwieni (Dopplera zjawisko) będącego skutkiem ekspansji Wszechświata, podał 1963 astronom amerykański pochodzenia holenderskiego M. Schmidt — data ta jest przyjęta za moment odkrycia kwazarów. Obecnie kwazary ujmuje się wraz z **radiogalaktykami i galaktykami Seyferta** w jedną klasę galaktyk aktywnych. Specyfika kwazarów polega wyłącznie na tym, że jasność optyczna aktywnego jądra kwazarów jest na tyle duża, że przyćmiewa niemal całkowicie świecenie gwiazd galaktyki macierzystej; tylko w przypadku najbliższych kwazarów udaje się obecnie zaobserwować gwiazdną poświatę. Silna emisja radiowa jest charakterystyczna tylko dla ok. 10% kwazarów, większość jest zaliczana do klasy radiowo cichych, natomiast wszystkie silnie świecą w zakresach od optycznego do rentgenowskiego. Jasności całkowite kwazarów mogą kilka tysięcy razy przekraczać jasność zwykłych galaktyk, a dominująca część ich promieniowania przypada typowo w zakresie nadfioletu. Niewielka część radiowo głośnych kwazarów emituje w przeważającej części twarde promieniowanie rentgenowskie oraz promieniowanie gamma i charakteryzuje się wyjątkowo gwałtowną zmiennością tego promieniowania; są to obiekty z **dżetami**, skierowanymi (w przybliżeniu) wzdłuż linii widzenia. Kwazary można obserwować w odległościach kosmologicznych, bliskich horyzontu Wszechświata. Kwazar o największym przesunięciu ku czerwieni $z = 6,28$ znajduje się w odległości ok. 12,40 mld lat świetlnych (dla porównania do mikrofalowego promieniowania tła — 13,06 mld lat świetlnych). Statystyczne badania liczby kwazarów w zależności od odległości, a zatem ewolucyjnego zaawansowania Wszechświata, pokazują, że aktywność typu kwazarowego była najsilniejsza, gdy Wszechświat był 3-krotnie młodszy — potem stopniowo malała. I chociaż pewna przejściowa aktywność jest charakterystyczna dla znacznej części galaktyk, to tylko niewielka ich część (ok. 1 na 1 mln) wykazywała kiedykolwiek w trakcie swej ewolucji aktywność taką, jak kwazary.

**

Kwiatkowski, *astr.* planetoida pasa głównego o numerze katalogowym 7789; odkryta przez amer. astronoma E. Bowella na Mount Palomar i nazwana na cześć pol. astronoma T. Kwiatkowskiego.

**

kwintet Stephana, grupa 5 galaktyk w gwiazdozbiornie Pegaza; 4 z nich, odległe od Układu Słonecznego o ok. 420 mln lat świetlnych, są związane grawitacyjnie, piąta, odległa o ok. 30 mln lat świetlnych, tylko pozornie (na niebie) wydaje się być blisko nich.

**

„L”

Lacaille [lakaj] NICOLAS LOUIS **de**, ur. 15 V 1713, zm. 21 III 1762, astronom fr.; jako pierwszy podjął próbę zrobienia mapy obejmującej całe niebo południowe; podczas pobytu (pocz. lat 50. XVIII w.) na Przylądku Dobrej Nadziei skatalogował ok. 10 tys. gwiazd, a w *Coelum Australe Stelliferum* opisał dokładne pozycje 2000 gwiazd; twórca 14 nowych konstelacji o nazwach nawiązujących gł. do instrumentów nauk. (m.in. Cyrkiel, Mikroskop, Teleskop).

**

lacertydy, *astr.* obiekty astronomiczne zaliczane do galaktyk aktywnych; → [blazary](#).

**

Lagrange [lagrã:ż] JOSEPH LOUIS **de**, **Giuseppe Lodovico Lagrangia**, **Luigi De la Grange**, ur. 25 I 1736, Turyn, zm. 10 IV 1813, Paryż, francuski matematyk, mechanik i astronom; samouk; od 1755 profesor geometrii w szkole artylerii w Turynie, jeden z inicjatorów powstania Akademii Królewskiej tamże; 1766–87 przewodniczący sekcji matematyki Królewskiej Akademii Nauk w Berlinie; od 1787 w Paryżu, profesor École Normale Supérieure i École Polytechnique, członek francuskiej Akademii Nauk; najważniejsze prace Lagrange’a dotyczą rachunku wariacyjnego i mechaniki teoretycznej; w swym głównym dziele *Mécanique analitique* (1788) zawarł najważniejsze osiągnięcia swych poprzedników w dziedzinie mechaniki teoretycznej, a także wzbogacił ją nowymi pojęciami i metodami (m.in. rozwiązał problem libracji Księżyca); istotne wyniki uzyskał również w algebrze, teorii liczb i analizie matematycznej; 1790–95 brał udział w pracach komisji nad wprowadzeniem nowego systemu jednostek miar (układ metryczny).

**

Lagrange’a punkty, *astr.* → [punkty libracji](#).

**

Lambert [lãbɛ:r] JOHANN HEINRICH, ur. 26 VIII 1728, Miluza, zm. 25 IX 1777, Berlin, szwajcarski fizyk, matematyk, astronom i filozof; samouk; od 1765 czł. Król. Akad. Nauk w Berlinie; m.in. wprowadził funkcje hiperboliczne, pierwszy dowiódł niewymierności liczby π (1766); zajmował się fotometrią (Lamberta prawo), higrometrią, refrakcją światła w atmosferze, badaniem orbit komet; w swych poglądach filoz. uchodzi za poprzednika I. Kanta.

**

Landau LEW D., ur. 22 I 1908, Baku, zm. 1 IV 1968, Moskwa, rosyjski fizyk teoretyk. Od 1937 profesor uniwersytetu w Moskwie i kierownik oddziału teoretycznego Instytutu Problemów Fizycznych Akademii Nauk ZSRR: członek Akademii Nauk ZSRR (od 1946) i wielu akademii zagranicznej; zajmował się wieloma dziedzinami fizyki współczesnej; szczególnie duże znaczenie miały jego prace dotyczące mechaniki kwantowej, fizyki ciała stałego, teorii przemian fazowych drugiego rodzaju, teorii nadpłynności, teorii promieniowania kosmicznego, hydrodynamiki, kwantowej teorii pola, fizyki cząstek elementarnych i fizyki plazmy; 1938 w wyniku rozważań teoretycznych przewidział istnienie gwiazd neutronowych; za prace nad teorią materii skondensowanej, a zwłaszcza ciekłego helu, 1962 otrzymał Nagrodę Nobla; autor, wraz z J.M. Lifszycem, podręcznika *Fizyka teoretyczna* (t. 1–6 1944–51, wydanie polskie 1958–61).

**

Landsat, seria 5 amerykańskich bezzałogowych satelitów teledetekcyjnych, wprowadzonych 1972–84 na niemal biegunowe orbity kołowe wokół Ziemi; za pomocą zainstalowanego na ich pokładzie systemu kamer telewizyjnych oraz skanera wielospektralnego wykonano zdjęcia powierzchni obszarów Ziemi pomiędzy równoleżnikami 81° szerokości geograficznej północnej i południowej, w kilku przedziałach długości fal w zakresie długofalowego promieniowania widzialnego oraz podczerwieni. Zdjęcia uzyskane z satelitów Landsat umożliwiły m.in. wykrywanie nowych złóż kopalin, kontrolę zasobów wodnych i stanu ich zanieczyszczenia, rejestrację zmian stanu środowiska naturalnego, sporządzanie map kartograficznych, a także prognozowanie pogody.

**

Langley [lądli] SAMUEL PIERPONT, ur. 22 VIII 1834, Roxbury (stan Massachusetts), zm. 27 II 1906, Aiken (stan Karolina Pd.), amer. astronom i aerodynamik. 1864–87 dyr. Allegheny Observatory w Pensylwanii; od 1887 sekr. Smithsonian Institute w Waszyngtonie; 1880–81 zbudował bolometr i badał podczerwoną część widma Słońca; L. zajmował się także teorią lotu; zbudował model hydroplanu, a następnie 1903 hydroplan, który spadł po kilku sekundach lotu.

**

Laplace [lapłas] PIERRE SIMON de , ur. 25 III 1749, Beaumont-en-Auge (Normandia), zm. 5 III 1827, Paryż, francuski matematyk, astronom i fizyk. Od 1817 markiz i par Francji; od 1785 członek francuskiej Akademii Nauk; 1799 minister spraw wewnętrznych, 1803 wiceprzewodniczący senatu; prace Laplace'a w dziedzinie astronomii stały się podstawą rozwoju nowożytnej mechaniki nieba; tej ostatniej dziedzinie poświęcił monografię *Traité de mécanique céleste* (t. 1–5 1799–1823); 1796 ogłosił pierwszą naukową hipotezę kosmogoniczną, według której Układ Słoneczny miał powstać z pierwotnej mgławicy; Laplace jest autorem bogatej w nowe idee pracy o teorii prawdopodobieństwa (*Théorie analytique des probabilités* 1812), jak też wielu ważnych prac z innych dziedzin matematyki (m.in. równań różniczkowych cząstkowych, teorii funkcji kulistych, teorii wyznaczników); w dziedzinie fizyki zajmował się teorią powszechnego ciężenia, podał metodę obliczania prędkości dźwięku w powietrzu.

**

Laplace'a punkt, dawniej wyznaczany punkt sieci astr.-geodezyjnej (zwykle sieci triangulacyjnej), w którym metodami astr. określano współrzędne geograficzne (szerokość φ i długość λ), a także azymut jednego z boków wychodzących z tego punktu; zmierzone w p.L. parametry umożliwiały wyznaczenie tzw. równania Laplace'a, określającego prawidłową orientację sieci na elipsoidzie odniesienia; obecnie do tego celu wykorzystuje się GPS, a p.L. straciły swoje znaczenie.

**

Larissa, księżyc Neptuna, piąty licząc wg rosnącej odległości od planety.

**

Larmor [lɑ:məʀ] Sir JOSEPH, ur. 11 VII 1857, Magheragall (hrab. Antrim), zm. 19 V 1942, Holyood (hrab. Down), irł. fizyk i matematyk; profesor uniw. w Galway oraz Cambridge; czł. Tow. Król. w Londynie; prace z zakresu elektrodynamiki, magnetyzmu, struktury atomu, teorii elektronu.

**

lato, pora roku zaczynająca się z dniem przesilenia letniego i trwająca do dnia równonocy jesiennej; na półkuli północnej trwa od ok. 22 VI do ok. 22 IX; w meteorologii obejmuje czerwiec, lipiec i sierpień.

**

lądownik, część statku kosm. lądująca na Ziemi lub innym ciele niebieskim; l. były używane m.in. podczas lotów na Księżyc (także w wersji załogowej Lunar Module) oraz przy badaniu Wenus, Marsa.

**

Le Verrier [lə werjɛ], **Leverrier**, URBAIN JEAN JOSEPH, ur. 11 III 1811, Saint-Lô, zm. 23 IX 1877, Paryż, astronom francuski; od 1846 profesor uniw. w Paryżu i 1854–70 oraz 1873–77 dyr. obserwatorium paryskiego; prace z mechaniki Układu Słonecznego; 1845–46, niezależnie od astronoma bryt. J.C. Adamsa, na podstawie analizy perturbacji biegu planety Uran, stwierdził istnienie nie znanej planety i określił przybliżone elementy jej orbity; dane te umożliwiły astronomowi niem. J. Gallemu odnalezienie 1846 tej planety, nazwanej potem Neptunem; 1859 odkrył ruch perihelium Merkurego.

**

Leavitt [lɛwɪt] HENRIETTE SWAN, ur. 4 VII 1868, Lancaster (stan Massachusetts), zm. 12 XII 1921, Cambridge (tamże), astronom amerykański; od 1902 pracowała w Harvard Observatory; 1912 wykryła zależność między okresem i jasnością absolutną cefeid (gwiazdy pulsujące), umożliwiającą pomiar odległości galaktyk i gromad gwiazd zawierających cefeidy.

**

Lebiediew PIOTR N., ur. 8 III 1866, Moskwa, zm. 14 III 1912, tamże, fizyk rosyjski; od 1900 profesor uniw. w Moskwie; twórca pierwszej w Rosji szkoły fizyków; szczególnie duże znaczenie miały prace L. dotyczące ciśnienia wywieranego przez fale świetlne; 1901 wykrył istnienie ciśnienia światła na ciała stałe, a 1907 — na ciała gazowe.

**

Leda, naturalny satelita Jowisza; odkryta 1974 przez astronoma amer. pochodzenia pol. Ch. Kowala (ur. 1940).

**

Lem, astr. planetoida pasa głównego o numerze katalogowym 3836; odkryta 1979 (N.S. Czernycha); nazwana na cześć S. Lema.

**

Lemaître [lömętr] GEORGES ÉDOUARD, ur. 17 VII 1894, Charleroi, zm. 20 VI 1966, Leuven, belgijski astrofizyk i matematyk, jezuita; od 1927 profesor uniw. w Leuven; autor oprac. w ramach ogólnej teorii względności teorii rozszerzającego się i skończonego w czasie Wszechświata; dostrzegał silne związki nauki z teologią, a ekspansja Wszechświata od „początkowej osobliwości” stanowiła dla niego potwierdzenie kreacji świata przez Boga.

**

Leonidy, astr. rój meteorów związany z kometą 55P/Tempel–Tuttle; maksimum obfitości 17 XI, radiant znajduje się w gwiazdozbiornie Lwa; 1833 i 1966 L. wywołały krótkotrwałe, ale bardzo intensywne tzw. deszcze meteorów.

**

Leonow ALEKSIEJ A., ur. 30 V 1934, Listwianka k. Kemerowa, sowiecki astronauta, generał; od 1960 w zespole astronautów; 18–19 III 1965 pełniąc funkcję drugiego pilota odbył (współ z P. Bielajewem) lot kosmiczny po orbicie wokółziemskiej w statku Woschod 2, podczas którego jako pierwszy człowiek w dziejach lotów kosmicznych wyszedł ze statku w otwartą przestrzeń kosmiczną i — połączony z nim liną — orbitował w przestrzeni przez ok. 12 minut, oddalając się od statku na odległość do 5 m; VII 1975 jako dowódca statku Sojuz uczestniczył (wraz z W. Kubasowem — ZSRR oraz Th.P. Staffordem, V. Brandem i D.K. Slaytonem — USA) w pierwszym w historii wspólnym międzynarodowym locie kosmicznym statków należących do różnych państw (Sojuz–Apollo).

**

Levi-Civita [lęwi cziwita] TULLIO, ur. 29 III 1873, Padwa, zm. 29 XII 1941, Rzym, matematyk włoski; 1902–18 profesor mechaniki na uniw. w Padwie, 1918–38 — w Rzymie; czł. wielu akad. nauk; wraz z wł. matematykiem G. Ricci-Curbastro stworzył podstawy rachunku tensorowego (1900); zajmował się również mechaniką nieba, hydrodynamiką i geometrią różniczkową.

**

Lew, łac. *Leo*, gwiazdozbiór równikowy i zodiakalny;

Umiejscowienie na niebie: gwiazdozbiór równikowy

Obszar gwiazdozbiornu (w stopniach kwadratowych): 947

Główne gwiazdy: Regulus, Denebola, Algieba

w Polsce widoczny zimą i wiosną; najjaśniejsza gwiazda — Regulus; zawiera liczne galaktyki;

**

Lew, Ω , znak Zodiaku; w wyniku precesji osi ziemskiej obecnie początek znaku Lwa znajduje się w pobliżu granicy między gwiazdozbiorami Raka i Bliźniąt.

**

Leza, w wierzeniach ludów Zambii i sąsiadujących krajów Istota Najwyższa, stwórca Wszechświata i ludzi, bóg błyskawicy, grzmotu i deszczu w kulcie nie odgrywa większej roli; jest przykładem częstego w Afryce zjawiska rozprzestrzeniania się idei rel. poza granice etniczne poszczególnych ludów.

**

LHC, ang. **Large Hadron Collider**, **Wielki Zderzacz Hadronów**, największy (o obwodzie 27 km) kołowy akcelerator przyspieszający i zderzający 2 wiązki protonów o energii 7000 GeV każda; oddany do eksploatacji 10 IX 2008 w ośrodku CERN pod Genewą; po awarii wyłączony, pełną operacyjność osiągnął 2011.

**

libracja [łac. *libratio* 'kołysanie', 'ważenie'], obserwowane z Ziemi zjawisko oscylacji globu księżycowego, dzięki któremu można zobaczyć nie połowę, ale 59% powierzchni Księżyca; libracja jest spowodowana głównie niejednostajnością prędkości obiegowej Księżyca przy stałej prędkości obrotu, nachyleniem jego osi obrotu do płaszczyzny orbity, a także zmianą położenia obserwatora spowodowaną obrotem Ziemi.

**

Libracje

Czy Księżyc rzeczywiście jest zwrócony do nas wciąż tą samą stroną?

Na pierwszy rzut oka wydaje się, że zawsze widzimy tę samą stronę Księżyca. Jednak przy dokładniejszej obserwacji zauważyć można niewielkie wahania. Ich przyczyny są różnej natury.

Pierwszą jest pochylenie osi obrotu Księżyca względem płaszczyzny orbity. Z tego powodu przez połowę okresu oglądamy jeden z biegunów Księżyca, przez drugą połowę drugi biegun (podobnie wyglądałaby Ziemia oglądana ze Słońca).

Drugą przyczyną jest niejednostajna prędkość kątowna ruchu Księżyca wokół Ziemi. Prędkość jest zmienna, ponieważ orbita Księżyca ma kształt elipsy. Księżyc obraca się wokół osi jednostajnie, Ziemię zaś obiega niejednostajnie. Skutek jest taki, że gdy jest daleko, po orbicie przemieszcza się za wolno w stosunku do obrotu i pokazuje nam dodatkowo fragmenty od lewej strony (od wschodu). I odwrotnie. Gdy jest blisko, położenie na orbicie zmienia się za szybko w stosunku do prędkości obrotu, i pokazuje nam dodatkowe fragmenty z prawej strony (od zachodu).

Trzecią przyczyną jest nasz ruch. Patrząc na Księżyc z obracającej się Ziemi rano i wieczorem, oglądamy go z różnych kierunków.

Wszystkie te wahania (**libracje**) mają charakter okresowy. Dzięki nim widzimy 59% całkowitej powierzchni Księżyca. Ta dostępna naszym oczom część Księżyca jest jednak niezmienna. Wynika to z tego, że okres obiegu Księżyca wokół Ziemi jest równy okresowi jego obrotu wokół swej osi — animacja Fazy Księżyca.

Andrzej Branicki

**

Lick Observatory [lɪk ɔbzəːˈrɪwətɹi], obserwatorium astr., zał. 1874–88 z funduszków amer. astronoma, J. Licka, na Mount Hamilton w Kalifornii.

**

liczba barionowa, B , jedna z liczb kwantowych — różnica między liczbą barionów i antybarionów wchodzących w skład układu fizycznego; zachowana we wszystkich oddziaływaniach cząstek.

**

Liebig [li:biś] JUSTUS **von** , ur. 12 V 1803, Darmstadt, zm. 18 IV 1873, Monachium, chemik niemiecki; pierwszy chemik organik, pionier chemii rolnej. 1824–50 profesor uniwersytetu w Giessen, od 1850 — uniwersytetu w Heidelbergu, a od 1852 — uniwersytetu w Monachium; od 1860 członek i prezes Bawarskiej Akademii Nauk; 1831 opracował metody analizy elementarnej, udoskonalił technikę laboratoryjną, 1856 stwierdził redukujące właściwości glukozy, przeprowadził syntezę wielu związków organicznych (m.in. 1831 chloroformu, 1835 aldehydu octowego); badał przemianę materii u roślin i zwierząt; sformułował i udowodnił teorię mineralną odżywiania się roślin (*Chemia w zastosowaniu do rolnictwa i fizjologii* 1840, wydanie polskie 1846) i tym samym przyczynił się do rozpowszechnienia nawozów mineralnych; autor prawa minimum (Liebiga prawo minimum).

**

Lindblad BERTIL, ur. 26 XI 1895, Örebro, zm. 25 VI 1965, Sztokholm, astronom szwedzki; od 1927 profesor uniw. i dyr. obserwatorium w Sztokholmie; 1948–52 prezes Międzynar. Unii Astr.; od 1959 czł. PAN; prowadził badania nad budową i dynamiką galaktyk; podał metodę analizy ruchów radialnych gwiazd i teorię powstania ramion spiralnych galaktyk.

**

linia absyd, linia łącząca 2 punkty orbity eliptycznej ciała niebieskiego, w których jest ono najbliżej i najdalej od ciała obieganego, czyli linia łącząca odpowiednio perycentrum z apocentrum; l.a. przechodzi przez ogniska orbity; pod wpływem perturbacji jej położenie ulega zmianie; obrót l.a. w płaszczyźnie orbity (odkryty 1859) jest zgodny z przewidywaniami ogólnej teorii względności (zjawisko znane jako ruch perihelium Merkurego).

**

linia wodoru 21 cm, astr. linia emisyjna promieniowania elektromagnetycznego o dł. 21 cm (zakres radiowy), emitowanego przez atomy wodoru; obserwacje promieniowania wodoru o tej dł. fali dostarczają podstawowych informacji o ruchach i rozmieszczeniu materii międzygwiazdowej.

**

linia zmiany daty, linia na mapie stref czasowych (czasu rachuba); przy jej przekraczaniu ze wschodu na zachód dodaje się jeden dzień, z zachodu na wschód zaś odejmuje; przebiega zasadniczo wzdłuż południka 180°, z odchyleniami uwzględniającymi granice państw.

**

linie telluryczne, linie i pasma absorpcyjne w widmach ciał niebieskich, powstające wskutek pochłaniania ich promieniowania przez gazy atmosfery ziemskiej.

**

Lira, astr. gwiazdozbiór → [Lutnia](#).

**

Lirydy, astr. rój meteorów związany z kometą Thatchera (C/1861 G1); maksimum aktywności przypada 22 IV, a radiant znajduje się w gwiazdozbiornie Lutni.

**

Lis, Lisek, *Vulpecula*, gwiazdozbiór nieba północnego; w Polsce widoczny latem; nie zawiera jasnych gwiazd;

Umiejscowienie na niebie: gwiazdozbiór nieba północnego
Obszar gwiazdozbiornia (w stopniach kwadratowych): 268

w Polsce widoczny latem; nie zawiera jasnych gwiazd; w L. znajduje się mgławica planetarna Hantle.

**

lit [łac. < gr.], Li, *lithium*, pierwiastek chem. o liczbie atomowej 3;

Symbol: Li

Nazwa łacińska: Lithium

Liczba atomowa: 3

Pierwiastek promieniotwórczy: nie

Grupa układu okresowego pierwiastków: 1 — litowce

Odkrycie: 1817

Odkrywca: Arfvedson Johan August

względna masa atomowa 6,941; l. należy do grupy [litowców](#); jest to srebrzystobiały, miękki, bardzo reaktywny metal; temperatura topnienia 180,54°C, temperatura wrzenia 1342°C, gęstość 0,534 g/cm³ (najlżejszy z pierwiastków stałych); stopień utlenienia I; spalany w powietrzu tworzy tlenek Li₂O i w nieznacznej ilości nadtlenuk Li₂O₂; bezpośrednio łączy się z wodorem, fluorowcami, azotem, węglem; wodorotlenek litu LiOH jest trudno rozpuszczalną mocną zasadą. W przyrodzie lit występuje w niewielkich ilościach; tworzy własne minerały (gł. lepidolit, spodumen, ambligonit) lub nagromadza się w innych minerałach (np. w biotycie, turmalinie). Stosowany jako dodatek do stopów (np. aluminium, ołowiu), odtleniacz w produkcji innych metali, do wyrobu anod w bateriach o długim czasie życia (ogniwo litowe), do otrzymywania związków litoorganicznych; związki litu są używane w produkcji specjalnego szkła, porcelany, emalii, do wyrobu ogni sztucznych (czerwone zabarwienie płomienia) oraz w lecznictwie. Lit odkrył 1817 A. Arfvedson, w czystej postaci zaś otrzymali 1855 R.W. Bunsen i A. Matthiessen.

**

litowce, metale alkaliczne, pierwiastki chemiczne stanowiące 1 grupę układu okresowego pierwiastków: lit (Li), sód (Na), potas (K), rubid (Rb), cez (Cs) i promieniotwórczy frans (Fr); są metalami lekkimi, miękkimi (można je krajać nożem), łatwo topliwymi, bardzo aktywnymi chemicznie; bez dostępu powietrza mają barwę srebrzystobiałą; w powietrzu (zwłaszcza wilgotnym) energicznie utleniają się (należy przechowywać je w atmosferze gazu obojętnego, w próżni lub pod naftą); gwałtownie reagują z wodą z wydzieleniem wodoru i utworzeniem odpowiednich wodorotlenków, które należą do najmocniejszych zasad; litowce łączą się bezpośrednio z wodorem i fluorowcami, lit także z azotem i węglem; są pierwiastkami najbardziej elektrododatnimi; w związkach występują na I stopniu utlenienia; lotne związki litowców barwią płomień; dają charakterystyczne linie w części widzialnej widma. W przyrodzie występują jedynie w postaci związanej. Otrzymuje się je gł. przez elektrolizę stopionych chlorków lub wodorotlenków, a także rozkład termiczny azydów bądź redukcję chlorków za pomocą metalicznego wapnia. Litowce, a zwłaszcza ich związki, znalazły bardzo wiele zastosowań.

**

LM → [Lunar Module](#).

**

Lockyer [lɔkjɛr] Sir JOSEPH NORMAN, ur. 17 V 1836, Rugby (hrab. Warwickshire), zm. 16 VIII 1920, Salcombe Regis (hrab. Devon), astrofizyk brytyjski; 1885–1913 dyr. obserwatorium słonecznego w Londynie; 1868 wynalazł, niezależnie od P.J.C. Janssen, metodę obserwacji protuberancji słonecznych poza zaćmieniem oraz odkrył w ich widmie linie pochodzące od nieznanego wówczas pierwiastka — helu; 1868 zał. pismo „Nature”.

**

Lokalna Grupa Galaktyk, Grupa Lokalna, Układ Lokalny, luźna grupa galaktyk związanych siłami grawitacyjnymi, do której należy nasza Galaktyka; Galaktyka oraz leżąca w odległości 700 kpc [Wielka Mgławica Andromedy](#) stanowią ponad 90% masy Lokalnej Grupy Galaktyk; każda z nich jest otoczona przez kilkanaście mniejszych obiektów, w tym także galaktyki karłowate o masach nawet 10^5 razy od nich mniejszych. Najbliższymi Galaktyki obiektami Lokalnej Grupy Galaktyk są Wielki Obłok Magellana i Mały Obłok Magellana, nieregularne galaktyki znajdujące się w odległości ok. 50 kpc i widoczne na południowej półkuli nieba, oraz słabo widoczna, przesłonięta przez centralne obszary Galaktyki, karłowata galaktyka w Strzelcu. Oprócz galaktyk w sąsiedztwie Galaktyki i Wielkiej Mgławicy Andromedy do Lokalnej Grupy Galaktyk należy kilkanaście innych obiektów o małej masie. Najbliżej Lokalnej Grupy Galaktyk znajduje się Grupa w Rzeźbiarzu, odległa od niej o ok. 10 mln lat świetlnych.

**

Loran, ang. **Long Range Navigation**, hiperboliczny system radionawigacji; skonstruowany w USA, pierwszy łańcuch radiolatarni powstał 1942; stopniowo zastępowany przez GPS; 2001 działało jeszcze 8 łańcuchów odmiany Loran A (tylko na wybrzeżu Chin) i 24 łańcuchy nowszej odmiany Loran C (łącznie 94 radiolatarnie) o zasięgu w dzień do 900 mil mor. (ok. 1600 km), w nocy (fale odbite od jonosfery) do 1200 mil mor. (ok. 2200 km); obejmuje północne akweny O. Atlantyckiego, Oceanu Spokojnego i O. Indyjskiego oraz lądy i morza przyległe (w Europie z

wyłączeniem M. Bałtyckiego i M. Śródziemnego); odbiornik systemu mierzy różnicę czasu odbioru impulsów wysłanych jednocześnie z 2 radiolatarni, co umożliwia wyznaczenie linii pozycyjnej.

**

Lorentz [lɔ:renc] HENDRIK ANTOON, ur. 18 VII 1853, Arnhem, zm. 4 II 1928, Haarlem, holenderski fizyk teoretyk. Od 1878 profesor uniwersytetu w Lejdzie; od 1923 dyrektor Instytutu Teylera w Haarlemie; od 1925 członek PAU; autor fundamentalnych prac z fizyki teoretycznej, w których dążył do połączenia w jedną całość zjawisk elektromagnetycznych i optycznej; analizował niezmienniczość równań Maxwella (Lorentza przekształcenia), podał wzór na siłę, z jaką pole elektromagnetyczne działa na poruszającą się w nim cząstkę naładowaną (siła Lorentza); 1895 sformułował teorię elektronową (wyjaśniającą m.in. zjawisko dyspersji i przewodnictwa elektrycznego), podał wzór (niezależnie od G.F. Fitzgeralda) na skrócenie ciała sztywnego w ruchu (Lorentza–Fitzgeralda kontrakcja); 1896 wyjaśnił wpływ pola magnetycznego na promieniowanie światła (zjawisko Zeemana), za co 1902 (wraz z P. Zeemanem) otrzymał Nagrodę Nobla.

**

lot, *techn.* ruch statku latającego w przestrzeni; warunkiem koniecznym lotu jest wystąpienie siły nośnej (siła aerodynamiczna) lub odśrodkowej, równoważącej albo przewyższającej siłę ciężkości (ciężar statku), a także wystąpienie siły ciągu, równoważącej lub przewyższającej siłę oporu aerodynamicznego podczas ruchu statku względem powietrza atmosferycznego. W wypadku statku powietrznego siła nośna powstaje wskutek statycznego (aerostat) lub dynamicznego (aerodyna) oddziaływania powietrza na cały statek lub jego powierzchnie nośne, albo też dzięki pracy zespołu napędowego wytwarzającego ciąg pionowy. Pod względem rodzaju sił działających na statek rozróżnia się lot **ustalony** (siły zrównoważone; prędkość stała) i lot **nieustalony** (siły nie zrównoważone; prędkość zmienna); w zależności od pochylenia toru lotu względem horyzontu rozróżnia się lot: **poziomy**, **wznoszący** i **opadający** (ślizgowy, nurkowy); lot **ślizgowy** jest to lot statku pod małym kątem do horyzontu, bez napędu lub przy zdławionej mocy silników, a lot **nurkowy** — po torze nachylonym stromo do horyzontu; lot poziomy na wysokości poniżej 50 m jest zwany lotem **koszącym**. Śmigłowce lub samoloty pionowego startu i lądowania mogą wykonywać lot **wiszący** (prędkość względem Ziemi równa zero). Szybowce mogą wykonywać lot **wleczony** (holowany) i lot **swobodny** (ślizgowy i żaglowy, wyzyskujący prądy wznoszące zboczowe lub termiczne zwane kominami). Lot statku powietrznego może być wykonywany z widocznością Ziemi (zgodnie z przepisami VFR, *Visual Flight Rule*) lub bez widoczności (tzw. lot ślepy) na podstawie wskazań przyrządów pokładowych i urządzeń radionawigacyjnych na Ziemi (zgodnie z przepisami IFR, *Instrument Flight Rule*). Lotem **balistycznym** nazywa się lot bezwładnościowy ciała (rakiet, pocisku) po krzywej balistycznej, po nadaniu pewnej prędkości początkowej; loty statków latających poza atmosferą ziemską są zwane **lotami kosmicznymi**.

**

lot orbitalny, **lot satelitarny**, lot z prędkością kosmiczną umożliwiającą osiągnięcie przez sztucznego satelitę orbity ciała niebieskiego bądź lot takiego satelity po orbicie satelitarnej.

**

loty kosmiczne, loty statków kosmicznych poza górne warstwy atmosfery Ziemi. Obejmują loty satelitarne wokół Ziemi, loty ku innym ciałom Układu Słonecznego (planetom i ich satelitom, kometom, planetoidom), loty poza przestrzeń ziemskiego układu planetarnego (loty międzygwiazdowe). Wyniesienie statków w przestrzeń kosmiczną odbywa się na ogół za pomocą wielostopniowych rakiet nośnych, a w wypadku amerykańskich **wahadłowców** — dzięki napędowi odłączalnych **rakiet** wspomagających oraz ciągu głównego silnika statku (**statek kosmiczny**). W celu osiągnięcia danej trajektorii lotu kosmicznego niezbędne jest nadanie statkowi odpowiedniej prędkości (**prędkość kosmiczna**) i wykonanie manewru wprowadzenia na orbitę; minimalna prędkość warunkująca odbycie przez obiekt lotu kosmicznego po orbicie kołowej tuż przy powierzchni Ziemi, zwana pierwszą prędkością kosmiczną, wynosi 7,9 km/s; w praktyce, wskutek istnienia atmosfery, lot satelitarny wokół Ziemi może się odbywać dopiero na wysokości rzędu 150–200 km ponad jej powierzchnią. Okołoziemskie loty satelitarne, jak również loty ku Księżycowi, wiążące się z wejściem statku na orbitę okołoksiężycową (sztuczne satelity Księżyca) lub lądowaniem na jego powierzchni, były wykonywane zarówno przez statki automatyczne (bezzałogowe), jak i statki załogowe. Międzyplanetarne loty kosmiczne związane z penetracją przestrzeni międzyplanetarnej, zbliżeniem, lądowaniem lub wejściem na orbitę wokół innego niż Ziemia i Księżyc ciała Układu Słonecznego wymagały nadania statkowi prędkości przewyższającej drugą prędkość kosmiczną (11,2 km/s) i były dotąd wykonywane jedynie przez statki bezzałogowe (**próbnik kosmiczny**). Realizowane są bezzałogowe loty kosmiczne międzygwiazdowe poza Układ Słoneczny, wymagające nadania statkom kosmicznym prędkości przewyższającej trzecią prędkość kosmiczną. Dotychczas nie wykonywano lotów kosmicznych międzygalaktycznych, do czego potrzebne jest nadanie statkowi czwartej prędkości kosmicznej. Do znaczących osiągnięć ostatnich lat w zakresie międzynarodowej współpracy w dziedzinie lotów kosmicznych należy zbudowanie **Międzynarodowej Stacji Kosmicznej**.

**

Lowell [lawl] Sir ALFRED CHARLES BERNARD, ur. 31 VIII 1913, Oldland Common (hrab. Gloucestershire), astronom brytyjski; od 1951 profesor uniw. w Manchesterze; 1951–81 dyr. obserwatorium radioastr. w Jodrell Bank; od 1955 czł. Tow. Król. w Londynie; prowadzi badania w dziedzinie obserwacji radioźródeł, radiowej łączności z pojazdami kosm., konstrukcji przyrządów radioastr.; w czasie II wojny świat. wydatnie przyczynił się do udoskonalenia radaru.

**

Lowell Observatory [lo^uɛl əbzəːˈwɔːtri], obserwatorium astr., zał. 1893 przez P. Lowella we Flagstaff w Arizonie ($\lambda = 7^{\text{h}}27^{\text{m}}$, $\varphi = 35^{\circ}12'$, na wys. 2210 m n.p.m.) w L.O. odkryto przesunięcie widm galaktyk ku czerwieni oraz planetę Pluton.

**

Lowell [lo^uɛl] PERCIVAL, ur. 13 III 1855, Boston, zm. 12 XI 1916, Flagstaff (stan Arizona), amer. astronom i dyplomata; w zbud. przez siebie obserwatorium (Lowell Observatory) prowadził obserwacje powierzchni Marsa; na podstawie perturbacji w ruchu Urana obliczył 1915 położenie nie znanej wówczas planety, odkrytej 1930 dzięki obliczeniom w Lowell Observatory i nazwanej Plutonem.

**

Lucid SHANNON W., ur. 14 I 1943, Szanghaj (Chiny), astronautka amerykańska, z wykształcenia biochemik; od 1979 w zespole astronautów; odbyła 5 lotów kosmicznych na pokładach wahadłowców (począwszy od lotu Discovery — start 17 VI 1985); podczas ostatniego lotu — obejmującego także 188-dniowy (22 III–26 IX 1996) pobyt na stacji kosmicznej Mir, w trakcie którego prowadziła eksperymenty biologiczne i technologiczne — ustanowiła rekord długości lotu kosmicznego astronauty amerykańskiego (ponad 223 dni w kosmosie).

**

Lucifer [łac.], *astr.* → **Gwiazda Poranna**.

**

Lug [irl.], galijskie **Lugos**, walijskie **Lieu, Llew**, jeden z ważnych bogów celtyckich z generacji Tuatha Dé Danann; prawdopodobnie bóstwo solarne; jego imię zachowało się w nazwach niektórych miast, m.in. Lyon, Legnica. jeden z ważnych bogów celtyckich z generacji Tuatha Dé Danann; utożsamiany z Apollem, a przez Cezara z Merkurem; prawdopodobnie bóstwo solarne; patron wszelkich kontraktów i umów; wyśmienity wojownik posługujący się w walce magiczną włócznią i procą; jego imię zachowało się w wielu nazwach geogr., np. Legnica, Lyon (Francja), Lejda (Leiden, Holandia).

**

Lukasiewicz, planetoida pasa głównego o numerze katalogowym 27114; odkryta 1998 (P.G. Comba); nazwana na cześć Jana Łukasiewicza.

**

Luna, *mit. rzym.* bogini księżyca; jej świątynie znajdowały się m.in. na Awentynie, Palatynie; była opiekunką big (zaprzęgów dwukonnych), stąd jej przybytek (wspólny z bóstwem słońca, Sol) w Circus Maximus; utożsamiana z gr. Selene.

**

lunacja [łac.], cykl zmian faz Księżyca między 2 kolejnymi nowiami; czas trwania l. jest równy miesiącowi synodycznemu.

**

Lunar Module [lʊːnɚˈ mɔdjuːl; ang.], **LM**, lądownik księżycowy używany w amerykańskim programie Apollo do lądowania astronautów na Księżycu; w okolicy Księżyca LM docierał połączony ze statkiem macierzystym Apollo, na orbicie okołoksiężycowej następowało ich rozdzielenie i LM (z 2 astronautami) wykorzystując własny napęd lądował na powierzchni Księżyca; po wykonaniu przez astronautów przewidzianych zadań LM startował z powierzchni Księżyca i docierał do krążącego na okołoksiężycowej orbicie statku macierzystego Apollo (z trzecim członkiem załogi na pokładzie), by ostatecznie ponownie połączyć się z nim. LM 6-krotnie lądowały na powierzchni Księżyca (pierwsze lądowanie — LM Eagle — 20 VII 1969 z N. Armstrongiem i E. Aldrinem podczas misji Apollo 11), umożliwiając dotarcie nań 12 amerykańskim astronautom.

**

Lunar Orbiter [lɹ:nəʔ ɔ:'bitəʔ; ang.], seria 5 amerykańskich bezzałogowych sztucznych satelitów Księżyca wystrzelonych 1966–67; ich głównym zadaniem było uzyskanie z orbity okołoksiężycowej szczegółowych zdjęć powierzchni Księżyca, w celu wyboru potencjalnych miejsc lądowania przyszłych wypraw załogowych, realizowanych w ramach programu **Apollo**, a także w celu sporządzenia map kartograficznych powierzchni Księżyca; Lunar Orbiter wykorzystywano też do badań pola grawitacyjnego Księżyca oraz do zbadania warunków lotu na trasie Ziemia–Księżyc (zagrożeń dla astronautów ze strony promieniowania uwięzionego w pasach Van Allena, promieniowania kosmicznego i meteoroidów).

**

Lunar Prospector [lɹ:nəʔ prɒspɛktəʔ], amer. próbnik kosm. przeznaczony do badań Księżyca; wyniesiony w przestrzeń kosm. 7 I 1998 przez raketę Athena II, od poł. I 1998 krążył wokół Księżyca po kołowej orbicie przebiegającej ponad jego biegunami i odległej o ok. 100 km od powierzchni globu; VII 1999 zakończył misję, zderzając się z powierzchnią globu; gł. celem misji było uzyskanie szczegółowych obrazów topograf. powierzchni Księżyca, badanie właściwości gruntu księżycowego, sporządzenie globalnej mapy pola grawitacyjnego Księżyca, identyfikacja jego nieregularności oraz anomalii związanych z maskonami, pomiary szczątkowego pola magnet. Księżyca, badanie procesów uwalniania składników gazowych z jego powierzchni i ich wpływu na rozrzedzoną atmosferę księżycową, a także obserwacje oddziaływań materii księżycowej z wiatrem słonecznym; badania L.P. doprowadziły m.in. do odkrycia obecności lodu wodnego na terenie obydwu obszarów podbiegunowych Księżyca.

**

luneta [fr.], przyrząd optyczny służący do zwiększania kąta widzenia („zbliżania”) odległych obiektów, zwiększania ilości dochodzącego od nich światła oraz wyznaczania kierunku, w jakim się te obiekty znajdują. Zasadniczymi częściami lunety są: obiektyw o stosunkowo długiej ogniskowej, tworzący w pobliżu swojego ogniska obraz rzeczywisty i odwrócony obserwowanego obiektu oraz okular o stosunkowo krótkiej ogniskowej, umieszczony tak, aby jego ognisko leżało w płaszczyźnie obrazu utworzonego przez obiektyw (ponieważ pojedyncza soczewka daje obraz obarczony licznymi wadami, zarówno obiektyw, jak i okular składają się zazwyczaj z układu soczewek). W lunecie **Galileusza** okular jest umieszczony między obiektywem a jego ogniskiem, w lunecie **Keplera** — za ogniskiem obiektywu; luneta Keplera daje obraz odwrócony (pozorny), jest zaopatrzona w dodatkowy układ pryzmatów (tzw. układ Porro) — prosty (tzw. luneta **ziemska, pryzmatyczna**). Powiększenie katowe lunety jest równe stosunkowi ogniskowych obiektywu i okularu. Lunety stosowane do badań astronomicznych nazywają się **refraktorami**. W lunecie o dużej średnicy obiektywu okular jest zwykle zastępowany przez płytę fotograficzną, spektrograf lub fotometr.

Przypuszczalnie pierwsze lunety skonstruowali (1604–08) Holendrzy Z. Jansen i H. Lippershey, a pierwsi zastosowali je do obserwacji astronomicznych Galileusz we Włoszech i Th. Harriot w Anglii; lunetę złożoną ze zbierającej soczewki, obiektywu i działającego jako lupa okularu (również soczewki zbierającej) zaprojektował J. Kepler, a skonstruował Niemiec C. Scheiner. Obecnie lunety są stosowane jako części składowe wielu przyrządów optycznych (dalmierza, teodolitu, lornetki,

celownika). W badaniach astrofizycznych ze względu na aberracje sferyczną i chromatyczną (aberracje układów optycznych) oraz straty światła w soczewkach lunety zostały zastąpione niemal całkowicie przez reflektory ([teleskop](#)).

**

luneta Galileusza, luneta, w której okular (skupiający układ soczewek) jest umieszczony między obiektywem a jego ogniskiem.

**

luneta Keplera, luneta, w której okular (rozpraszający układ soczewek) jest umieszczony za ogniskiem obiektywu.

**

Lutnia, Lira, Lyra, gwiazdozbiór nieba północnego.;

Umiejscowienie na niebie: gwiazdozbiór nieba północnego

Obszar gwiazdozbioru (w stopniach kwadratowych): 286

Główne gwiazdy: [Wega](#)

w Polsce widoczny latem; najjaśniejsza gwiazda — Wega.

**

Lyell [lajɛl] Sir CHARLES , ur. 14 XI 1797, Kinnordy (Szkocja), zm. 22 II 1875, Londyn, geolog szkocki; uważany za twórcę nowoczesnej geologii. Od 1831 profesor King's College w Londynie; 1834–36 i 1849 prezes Londyńskiego Towarzystwa Geologicznego, członek Towarzystwa Królewskiego w Londynie (od 1826); jeden z twórców nowoczesnej geologii, którą oparł na zasadzie aktualizmu geologicznego, odrzucając katastrofizm i ugruntowując pogląd o niezmiernie długim czasie trwania okresów geologicznych; zasadę tę rozwinął i uzasadnił w swym podstawowym dziele *The Principles of Geology* (t. 1–3 1830–33); utrzymywał m.in. że dzieje Ziemi mają charakter cykliczny (a nie kierunkowy, jak powszechnie zakładano) i układają się w ciąg niezwykle długich, sukcesywnie po sobie następujących tzw. wielkich sezonów, związanych ze zmiennym rozkładem lądów i oceanów, zaś nieustannym zmianom warunków geologicznych na Ziemi, towarzyszy wymieranie jednych gatunków zastępowanych innymi, które stale powstają; dzieło to wywarło ogromny wpływ na całe pokolenia geologów i przyrodników Europy. Badał m.in. skamieniałości mięczaków zawarte w skałach trzeciorzędowych i na tej podstawie wprowadził podział trzeciorzędu na eocen, miocen i pliocen.

**

Lyot [ljo] BERNARD FERDINAND, ur. 27 II 1897, Paryż, zm. 2 IV 1952, Kair, astronom francuski; od 1939 czł. fr. Akad. Nauk; 1922 skonstruował polarymetr do obserwacji planet oraz 1931 koronograf, za pomocą którego dokonał obserwacji korony słonecznej poza zaćmieniem Słońca oraz sfilmował 1935 rozwój protuberancji słonecznych.

**

Lysithea, *astr.* naturalny satelita Jowisza; odkryty 1938 przez S.B. Nicholsona. odkryty 1938 przez S.B. Nicholsona.

**



Łabędź, *Cygnus*, gwiazdozbiór nieba północnego;

Umiejscowienie na niebie: gwiazdozbiór nieba północnego
Obszar gwiazdozbioru (w stopniach kwadratowych): 804
Główne gwiazdy: [Deneb](#), [Albireo](#), [P Cygni](#), [Nowa Cygni](#)

w Polsce widoczny latem; 5 najjaśniejszych gwiazd (z najjaśniejszą — Deneb) tworzy tzw. Krzyż Północy; zawiera 2. co do jasności źródło promieniowania radiowego — *Cygnus A*, silne źródło promieniowania rentgenowskiego — *Cygnus X-1*, oraz liczne mgławice.

**

Łajki, rasy psów z grupy szpiców, z północnej części kontynentu eurazj., hodowanych od Skandynawii po północną część Oceanu Spokojnego; kilkanaście ras psów średniej wielkości lub małych, z uszami trójkątnymi stojącymi, ogonem zawiniętym na grzbiet lub biodro; występują pod różnymi nazwami miejscowymi; używane do polowań, do zaprzęgu sań oraz jako psy pasterskie i obrończe.

**

Łączność kosmiczna, dziedzina techniki zajmująca się przesyłaniem informacji z Ziemi do statków kosm. i z powrotem, pomiędzy statkami kosm., a także łącznością na Ziemi uzyskiwaną za pośrednictwem sztucznych satelitów (radiokomunikacja), umożliwiającą przekazywanie informacji w skali świat. i regionalnej; w ł.k. podstawowym nośnikiem informacji są fale radiowe; prowadzi się próby zastosowania jako nośnika promienia laserowego.

**

Łomonosow MICHAŁ W., ur. 19 XI 1711, Denisowka (ob. Łomonosowo, obwód archangielski), zm. 15 IV 1765, Petersburg, rosyjski przyrodnik, filozof, filolog i poeta. od 1745 profesor Petersburskiej Akademii Naukowej; członek in. akademii nauk: od 1760 szwedzkiej, od 1764 bolońskiej; inicjator założenia (1755) uniwersytetu w Moskwie; 1748 zorganizował pierwsze w Rosji naukowe laboratorium chemiczne; Ł. był kolejnym w historii badaczem, który formułował prawo zachowania masy (jako ogólne prawo przyrody), odnosząc je bardziej konkretnie niż poprzednicy (Empedokles z Akragas, Arystoteles, R. Boyle i I. Newton) do łącznej masy oddziałujących składników; podał własną korpuskularną teorię ciepła, skonstruował refraktometr i fotometr. W 1761, na podstawie obserwacji astronomicznej, wyraził pogląd, że Wenus jest otoczona gęstą atmosferą. W geologii był zwolennikiem aktualizmu; podał właściwą charakterystykę skał osadowych; badał skały metamorficzne; 1763 podał, że próchnica glebowa, węgiel, torf i ropa naftowa są pochodzenia organicznego. Próbował wyjaśnić istotę wyładowań elektrycznych w atmosferze i zjawisko zorzy polarnej. Łomonosow był czołowym przedstawicielem materialistycznej filozofii oświeceniowej w Rosji; jego poglądy wykraczały poza ramy mechanicznego pojmowania rzeczywistości, panującego w ówczesnej filozofii; w poglądzie na religię był bliski deizmowi. Do historii literatury rosyjskiej Łomonosow wszedł jako twórca jednej z 2 szkół poetyckich, reprezentujących klasycyzm rosyjski

1. połowy XVIII w., reformator języka literackiego (*Rossijskaja grammatika* 1757) i wersyfikacji (*Piśmo o prawidłach rossijskiego stichotworstwa* 1778); autor ód panegirycznych i filozoficzno-religijnych, poematów, tragedii i poezji dydaktycznej.

**

łuk dzienny, leżąca nad horyzontem część drogi ciała niebieskiego, przebywanej przez nie w wyniku ruchu obrotowego Ziemi.

**

łuk galaktyczny, obraz odległej galaktyki zniekształcony wskutek zjawiska soczewkowania grawitacyjnego przez znajdujące się bliżej galaktyki i gromady galaktyk.

**

Łuna, seria wysyłanych przez ZSRR próbników kosmicznych, przeznaczonych do badań Księżyca i jego otoczenia; Łuna 1 (start 2 I 1959) stała się pierwszą sztuczną planetoidą (tj. pierwszym obiektem ziemskim, który osiągnął drugą prędkość kosmiczną), 4 I 1959 minęła Księżyc w odległości 5–6 tysięcy km, przeprowadziła badania pola magnetycznego i promieniowania korpuskularnego w otoczeniu Ziemi i Księżyca oraz pomiary składu i natężenia promieniowania kosmicznego; Łuna 2 (start IX 1959) jako pierwszy w historii obiekt ziemski osiągnęła 14 IX 1959 powierzchnię Księżyca; Łuna 3 (start X 1959) dokonała pierwszych zdjęć odwrotnej strony Księżyca; Łuna 9 (start I 1966) jako pierwszy obiekt ziemski wylądowała łagodnie 3 II 1966 na Księżycu i przekazała panoramiczne zdjęcia jego powierzchni; Łuna 10 (start III 1966) stała się pierwszym sztucznym satelitą Księżyca; Łuna 16 (start IX 1970) po wylądowaniu automatycznie pobrała próbki gruntu księżycowego, które zostały przesłane na Ziemię; Łuna 17 (start XI 1970) dostarczyła na powierzchnię Księżyca pierwszy pojazd księżycowy **Łunochod 1**; Łuna 21 (start I 1973) dostarczyła na Księżyc Łunochod 2; ostatnia z serii Łuna 24 (start VIII 1976) przywiozła na Ziemię próbkę gruntu księżycowego pobraną z głębokości 2 m.

**

Łunochod, automatyczny pojazd księżycowy, zdalnie sterowany drogą radiową z Ziemi, zbudowany w ZSRR, przeznaczony do samodzielnego prowadzenia badań na powierzchni Księżyca; zbudowany z 2 zasadniczych członów: próżnioszczelnego przedziału przyrządowego zawierającego aparaturę badawczą (m.in. urządzenie do pomiarów właściwości mechanicznych gruntu księżycowego, spektrometr rentgenowski do analiz jego składu chemicznego, mierniki promieniowania kosmicznego, układ kamer telewizyjnych, odbłyśnik laserowy) oraz z samobieżnego układu jezdnego złożonego z 8 niezależnie napędzanych elektrycznie kół, zasilanych z akumulatorów ładowanych z baterii słonecznych. Łunochod 1 — pierwszy w historii pojazd księżycowy został dostarczony na Księżyc 17 XI 1970 przez Łunę 17, funkcjonował przez ponad 10 miesięcy, przebył łącznie trasę ok. 10,5 km, przebadał obszar o powierzchni ok. 80 tysięcy m², wykonując w ponad 500 miejscach pomiary właściwości fizyko mechanicznych gruntu, a w 25 — analizę chemiczną jego składu, przesłał na Ziemię ponad 200 panoramicznych i ponad 20 tysięcy zwykłych zdjęć powierzchni Księżyca. Drugi egzemplarz pojazdu — Łunochod 2 został dostarczony na powierzchnię Księżyca 1973 przez Łunę 21.

**

Łuskina STEFAN, ur. 31 XII 1725, Witebszczyzna, zm. 21 VIII 1793, Warszawa, wydawca i redaktor, jezuita; od 1759 profesor matematyki, następnie także fizyki i filozofii w warsz. Collegium Nobilium (1772–73 rektor); po kasacie zakonu jezuitów uzyskał 1773 dożywotni monopol na wydawanie w Koronie gazet w języku pol. i in. językach (z wyjątkiem fr.); od 1774 wydawał „Gazetę Warszawską”; przeciwnik poglądów oświec. i wpływów masonerii.

**

„M”

m, *astr.* oznaczenie → [wielkości gwiazdowej](#).

**

M, *astr.* oznaczenie katalogu rozciąglonych obiektów *astr.*, sporządzonego 1760–84 przez Ch. Messiera, a następnie uzupełnionego 1786 przez P. Méchiana; także oznaczenie absolutnej wielkości gwiazdowej.

**

M 31, *astr.* → [Wielka Mgławica w Andromedzie](#).

**

Maat, *mit. egip.* w religii staroż. Egiptu pierwsze dzieło boga-Stwórcy, mityczna córka Atuma-Re, identyfikowana z Tefnut; uosobienie ładu we wszechświecie (ustanowionego w czasie aktu stworzenia świata), sprawiedliwości i prawdy, uniwersalny wzorzec etyczny; przedstawiana jako kobieta z piórem na głowie; Maat czczono w całym Egipcie — w jej świątyniach odbywały się sądy.

**

Machu Picchu [mącziu pjkczu], stanowisko archeol. w Peru (dep. Cuzco), regionalne centrum ceremonialne i gosp. (uprawa koki) Inków; położone między szczytami Machu Picchu i Wayna Picchu, na wys. ok. 2350 m, w dolinie rz. Urubamba, w prow. Urubamba; odkryte 24 VII 1911 przez amer. badacza H. Bingham. Początkowo uważane za Vilcabambę, ostatnią stol. państwa Inków lub wręcz za stanowisko przedinkaskie; obecnie przyjmuje się, że powstało ok. poł. XV w., za panowania inkaskiego władcy Pachakuti Inki Yupankiego, jako regionalne centrum ceremonialne i gosp. (uprawa koki). Opuszczone przez Inków prawdopodobnie ok. 1537–1538. Obejmuje 2 zasadnicze zespoły: tzw. Sektor Roln., z kilkudziesięcioma sztucznymi tarasami uprawnymi, oraz Sektor Miejski, podzielony obszernym placem na część wschodnią i zachodnią. Budynki wykonane z obrobionego kamienia, grobowce w naturalnych jaskiniach, kute w skale ołtarze i platformy (np. słynna Intihuatana). Inne budowle to: Świątynia Trzech Okien, Acllahuasi, Świątynia Księżycy. Machu Picchu łączyła z Cuzco droga, wzdłuż której leży wiele mniejszych stanowisk. Wpisane na Listę Świat. Dziedzictwa Kult. i Przyr. UNESCO.

**

Maffei galaktyki, dwie galaktyki w gwiazdozbiornie Kasjopei, położone blisko równika galaktycznego; odkryte 1968 przez P. Maffei; Maffei 1 leży w odległości ok. 13 tys. lat świetlnych, a Maffei 2 — ok. 16 tys. lat świetlnych od Układu Słonecznego.

**

Magellan [mɛgɛlɛn], amerykański próbnik kosmiczny wyniesiony 4 V 1989 na pokładzie wahadłowca Atlantis na orbitę okołozemską i następnie skierowany na trajektorię ku Wenus z zadaniem badania tej planety; VIII 1990 próbnik wszedł na eliptyczną orbitę okołowenusjańską, z której za pomocą radaru pokładowego prowadził (do X 1994) szczegółowe badania form powierzchniowych na Wenus i sporządził dokładną mapę 98% powierzchni planety.

**

Magellan FERDYNAND, portug. **Fernão de Magalhães**, hiszp. **Fernando Magallanes**, ur. 1480, Sabrosa (dystrykt Vila Real), zm. 27 IV 1521, wyspa Mactan (Filipiny), żeglarz portugalski w służbie hiszpańskiej; jedna z najwybitniejszych postaci w dziejach żeglugi i odkryć geograficznych, organizator i dowódca pierwszej wyprawy, która opłynęła Ziemię. Od 1504 żeglował jako oficer marynarki portugalskiej, m.in. do Indii i Malakki; od 1517 w służbie hiszpańskiej; relacje z wypraw poprzedników nasunęły mu śmiały plan wyprawy do zajętych przez Portugalczyków Wysp Korzennych (Moluki) drogą na zachód, przez Ocean Atlantycki; za aprobatą króla hiszpańskiego Karola I wyprawa Magellana wyruszyła z San Lúcar 20 IX 1519; składała się z karawel Trinidad, San Antonio, Victoria, Concepción, Santiago i liczyła 265 osób; I 1520 Magellan osiągnął La Platę, gdzie nie znalazł cieśniny wiodącej na zachód; po przezimowaniu w zatoce San Julián, u wybrzeży Patagonii, dopłynął do cieśniny nazwanej później jego imieniem; 28 XI 1520 wyprawa wypłynęła na ocean, który Magellan nazwał Morzem Spokojnym; 6 III 1521 statki dotarły do Marianów (Magellan nazwał je Wyspami Złodziejskimi); następnie dopłynął do Filipin, gdzie, interweniując w sporze między krajowcami, zginął 27 IV 1521 w potyczce; XI 1521 do Moluków dotarły tylko Trinidad i Victoria; Victoria pod dowództwem J.S. Elcaño, z ładunkiem zakupionych na Molukach towarów, wyruszyła w połowie XII 1521 w kierunku południowo-zachodnim i przez Ocean Indyjski, dookoła Przylądka Dobrej Nadziei, powróciła 6 IX 1522 do San Lúcar, mając na pokładzie już tylko 18 ludzi. Umiejętności żeglarskie i zdolności dowódcze Magellana stawiają pierwszą podróż dookoła Ziemi na czele wszystkich czynów odkrywczych w historii, w tym zwłaszcza zadziwiające było pokonanie zupełnie nieznannej, niebezpiecznej Cieśniny Magellana (następni żeglarze, znając już drogę, płynęli przez nią po kilka miesięcy). Wyprawa Magellana potwierdziła ostatecznie kulistość Ziemi; z wyprawy zachował się opis jej uczestnika, Włocha A. Pigafetty, *Relacja z wyprawy Magellana dookoła świata* (1800, wydanie polskie 1992).

W. Przyrowski *Wyprawa Magellana*, Warszawa 1990;

R. Humble *Wielcy podróżnicy. Marco Polo, Krzysztof Kolumb, Ferdynand Magellan, James Cook, David Livingstone*, Bielsko-Biała 1992;

A. Pigafetta *Relacja z wyprawy Magellana dookoła świata*, Gdańsk 1992;

S. Zweig *Magellan*, Katowice 1994.

**

magnetary [gr.], *astr.* gwiazdy neutronowe charakteryzujące się niezwykle silnym polem magnetycznym o indukcji magnetycznej przekraczającej 10^{10} T, czyli ponad 100-krotnie większej niż typowe pola magnetyczne młodych pulsarów; wydaje się, że obiekty o takich własnościach są odpowiedzialne za obserwowane, powtarzające się

wielokrotnie z jednego źródła silne rozbłyski w zakresie promieniowania rentgenowskiego i gamma; znanych jest (2010) ok. 20 takich źródeł, z których większość znajduje się w naszej Galaktyce.

**

magnetopauza [gr.], powierzchnia wewnątrz magnetosfery planety, wzdłuż której ciśnienie wiatru słonecznego równoważy ciśnienie pola magnet. planety; w przypadku Ziemi minim. odległość m. od środka globu wynosi 10,4 promienia Ziemi.

**

magnetosfera [gr.], część przestrzeni wokół ciała niebieskiego, w której dominujący wpływ na ruch cząstek naładowanych elektrycznie ma pole magnetyczne tego ciała, natomiast wpływ zderzeń i wpływ pola grawitacyjnego są pomijalnie małe; kształt i rozmiary magnetosfery zależą od natężenia tworzącego ją pola magnetycznego, a także własności otaczającego ośrodka. W Układzie Słonecznym wypływający ze Słońca strumień elektronów i jonów poruszających się ze znacznymi prędkościami (wiatr słoneczny), spotykając pole magnetyczne planety, powoduje powstanie fali uderzeniowej i tzw. płaszcz magnetycznego okalającego magnetosferę; znajdująca się bliżej planety powierzchnia wyznaczona równoważeniem się zewnętrznego ciśnienia wiatru słonecznego i wewnętrznego ciśnienia planetarnego pola magnetycznego tworzy tzw. magnetopauzę, traktowaną zazwyczaj jako granica magnetosfery. Najlepiej poznaną magnetosferą jest **magnetosfera Ziemi**, sięgająca w kierunku Słońca do odległości ok. 60–80 tysięcy km (zależnie od stopnia aktywności słonecznej) i rozciągająca się w kierunku przeciwnym w postaci tzw. ogona magnetosfery na odległość do 6–7 mln km; w obszarze ogona, w płaszczyźnie równika magnetycznego, obserwuje się podwyższoną koncentrację cząstek naładowanych — tzw. ogon plazmowy; wewnątrz magnetosfery Ziemi znajdują się także pasy radiacji (Van Allena pasy). Najbardziej rozległą jest magnetosfera Jowisza rozprzestrzeniająca się w kierunku Słońca do odległości ok. 5 mln km, a w kierunku odslonecznym aż do orbity Saturna (jest największym obiektem w Układzie Słonecznym). Na strukturę, dynamikę i skład chemiczny cząstek uwięzionych w magnetosferze planet mają wpływ poruszające się wewnątrz magnetosfery satelity oraz pierścienie planetarne.

**

magnetyzm [gr.], *fiz.* dział fizyki materii skondensowanej zajmujący się właściwościami magnetyków oraz termin stosowany na określenie właściwości magnetyków przejawiającej się w oddziaływaniu tych ciał między sobą oraz z zewnętrznym polem magnetycznym lub prądem elektrycznym. Makroskopowe właściwości substancji (diamagnetyzm, paramagnetyzm, ferromagnetyzm, ferrimagnetyzm) wynikają z właściwości magnetycznych wchodzących w ich skład atomów (i ich jąder), jonów oraz cząsteczek. Magnetyzm atomowy jest uwarunkowany istnieniem własnego momentu magnetycznego elektronów (tzw. spinowego momentu magnetycznego) oraz momentu magnetycznego wytworzonego przez ruch orbitalny elektronów w powłokach elektronowych atomu. Moment magnetyczny atomu (lub cząsteczki) jest sumą momentów magnetycznych wytwarzanych przez wszystkie jego elektrony. Magnetyzm jądrowy jest uwarunkowany własnymi momentami magnetycznymi nukleonów wchodzących w skład jądra oraz ich wzajemnym położeniem i oddziaływaniem. Podstawową właściwością każdej substancji umieszczonej w polu magnetycznym jest

diamagnetyzm, ale bywa on maskowany przez inne efekty; gdy cząsteczki substancji mają trwałe momenty magnetyczne, lecz oddziaływania ich są słabe, występuje paramagnetyzm, natomiast w przypadku silnych oddziaływań prowadzących do uporządkowania elementarnych momentów magnetycznych w małych obszarach, czyli do spontanicznego namagnesowania tych obszarów — ferromagnetyzm (lub ferrimagnetyzm). Wielkością charakteryzującą zdolność substancji do zmian indukcji magnetycznej jest przenikalność magnetyczna, wielkością zaś charakteryzującą zdolność substancji do zmiany jej namagnesowania jest podatność magnetyczna. Właściwości magnetyczne ciał są powiązane z wieloma innymi właściwościami fizycznymi (magnetoptyczne zjawiska, magnetokaloryczne zjawisko, magnetostrykcja, galwanomagnetyczne zjawiska i termomagnetyczne zjawiska); związek ten znajduje wytlumaczenie na gruncie elektronowej struktury ciał.

**

magnetyzm ziemski, geomagnetyzm, zespół zjawisk magnetycznych związanych z Ziemią, także dział geofizyki obejmujący zagadnienia związane z ziemskim polem magnetycznym (polem geomagnetycznym). Pole to jest przedstawiane w każdym punkcie przestrzeni za pomocą całkowitego wektora pola, określonego (w zależności od układu współrzędnych) przez różne składowe: całkowite natężenie F , składową poziomą H i pionową Z , deklinację D (kąąt między południkiem geograficznym i magnetycznym w miejscu obserwacji), inklinację I (kąąt między wektorem F w miejscu obserwacji a rzutem tego wektora na płaszczyznę poziomą). Rozkład pola geomagnetycznego na powierzchni Ziemi przedstawia się na mapach w formie izolinii łączących punkty jednakowego natężenia F , H lub Z (izodynamy), jednakowej deklinacji (izogony) i inklinacji (izokliny).

Około 99% całkowitego pola magnetycznego Ziemi to **pole stałe** (zwane też głównym), mające źródło we wnętrzu Ziemi. W pierwszym przybliżeniu jest to pole dipola, znajdującego się w środku Ziemi, którego oś tworzy z osią obrotu Ziemi kąąt ok. $11,5^\circ$. Punkty przecięcia osi dipola z powierzchnią Ziemi to bieguny geomagnetyczne północny i południowy; punkty, w których inklinacja magnetyczna wynosi odpowiednio $+90$ i -90 , to bieguny magnetyczne Ziemi. Pole dipolowe stanowi ok. 90% stałego pola magnetycznego; pozostała część to pole niedipolowe, odpowiedzialne za występowanie na powierzchni Ziemi anomalii magnetycznych, czyli obszarów o natężeniu pola większym (anomalia dodatnia) lub mniejszym (anomalia ujemna) od natężenia pola dipolowego. Stałe pole magnetyczne, wbrew nazwie, ulega powolnym, długookresowym zmianom, zwanym zmianami wiekowymi, o okresach rzędu kilku tysięcy, kilkuset i kilkudziesięciu lat. Obecnie przyjmuje się, że pole stałe jest wywołane przez prądy konwekcyjne zachodzące w ciekłym, przewodzącym materiale zewnętrznym jądra Ziemi w polu elektromagnetycznym przestrzeni okołoziemskiej, co tworzy układ działający na zasadzie podwójnego samowzbudnego dynama geomagnetycznego. Badaniem stałego pola magnetycznego Ziemi w jej przeszłości historycznej zajmuje się archeomagnetyzm, natomiast w przeszłości geologicznej paleomagnetyzm.

Pole magnetyczne **zmiennie** obejmujące ok. 1% całego pola geomagnetycznego Ziemi jest wywołane przez zachodzące w przestrzeni okołoziemskiej zjawiska elektromagnetyczne (np. prądy elektryczne płynące w jonosferze, związane z działaniem na nią Słońca i Księżyca); pole zmienne jest rejestrowane w formie magnetogramów w wielu obserwatoriach magnetycznych; rozróżnia się kilka typów

zmian tego pola; zmiany wolne (gładkie), zwane spokojnymi lub niezaburzonymi i zmiany szybkie i gwałtowne, zwane zaburzonymi; wśród zmian spokojnych można wyróżnić zmiany o okresach: dobowym, sezonowym, rocznym, jedenastoletnim. Zmiany zaburzone dzielą się na periodyczne, czyli zaburzone dobowe zmiany słoneczne i pulsacje, których okres wynosi kilka minut, zmiany zatokowe, które na magnetogramie przyjmują kształt zatoki, oraz zmiany aperiodyczne, które występują podczas burz magnetycznych (w czasie burz amplituda zmian natężenia pola może sięgać kilku tysięcy nT); główną część zaburzeń stanowią nieprawidłowe fluktuacje, które składają się z szeregu następujących po sobie zmian o różnych okresach i amplitudach.

Pomiary pola magnetycznego Ziemi są prowadzone ze statków wodnych oraz powietrznych i z satelitów na różnych wysokościach nad powierzchnią Ziemi, jak również przez sieć obserwatoriów magnetycznych; należą do nich również obserwatoria znajdujące się na terenie Polski (wzorcowe polskie obserwatorium znajduje się w Belsku Dużym koło Grójca).

**

magnez, Mg, *magnesium*, pierwiastek chemiczny o liczbie atomowej 12;

Symbol: Mg

Nazwa łacińska: Magnesium

Liczba atomowa: 12

Pierwiastek promieniotwórczy: nie

Grupa układu okresowego pierwiastków: 2 — berylowce

Odkrycie: 1829; (1808 – H.B. Davy)

Odkrywca: Bussy Antoine Alexandre Brutus, [Liebig Justus](#)

względna masa atomowa 24,305; magnez należy do grupy [berylowców](#); srebrzystobiały, lekki metal; temperatura topnienia 649°C, temperatura wrzenia 1107°C, gęstość 1,74 g/cm³; bardzo reaktywny, zwłaszcza w postaci rozdrobnionej (wiórki, proszek); w powietrzu matowieje (ulega pasywacji); pali się jaskrawym płomieniem; w podwyższonej temperaturze reaguje bezpośrednio z fluorowcami, azotem, siarką i wodą; łatwo roztwarza się w rozcieńczonych kwasach, z wyjątkiem fluorowodorowego, tworząc sole (ich roztwory wodne mają gorzki smak), natomiast jest odporny na działanie zasad; stopień utlenienia II. Ważniejsze związki magnezu: chlorek MgCl₂, wodorotlenek Mg(OH)₂ oraz magnezu siarczan(VI), magnezu chloran(VII), magnezu tlenki, magnezu węglan i związki magnezoorganiczne. Magnez jest makroelementem: w organizmie człowieka (70 kg) jest go ok. 20 g, z czego ponad połowa w kościach, w płynach ustrojowych występuje głównie w postaci jonu Mg²⁺; bierze udział w regulacji wielu procesów biochemicznych, termoregulacji, jest niezbędny do prawidłowej pracy mózgu; w organizmach roślinnych wchodzi w skład zielonego barwnika — chlorofilu. W przyrodzie bardzo rozpowszechniony; występuje w postaci wielu minerałów, z których najważniejszymi są: magnezyt, dolomit, karnalit, kainit, kizeryt, epsomit; wchodzi też w skład wielu krzemianów skałotwórczych. Związki magnezu występują także w wodzie morskiej i niektórych wodach mineralnych. Metal otrzymuje się, poddając elektrolizie stopioną mieszaninę bezwodnego chlorku magnezu z chlorkiem sodu i chlorkiem wapnia albo w wyniku prowadzonej w wysokiej temperaturze redukcji tlenku magnezu za pomocą węgla wapnia bądź ferrokremu w atmosferze, np. wodoru, lub pod zmniejszonym

ciśnieniem. Magnez jest stosowany głównie jako składnik lekkich stopów o dużej wytrzymałości, wykorzystywanych m.in. w konstrukcji samolotów i raket (magnezu stopy); odtleniacz w odlewnictwie metali i stopów, również do wytwarzania ogni sztucznych, raket sygnalizacyjnych i lotniczych bomb zapalających, dawniej też światła błyskowego (spalanie np. wstążki magnezowej) oraz jako środek redukujący; liczne zastosowania znalazły związki magnezu — produkcja ceramik, spieków oraz materiałów i cienkich warstw żaroodpornych (MgO), dielektrycznych (MgO) i optycznych (MgF₂) w urządzeniach mikro- i optoelektronicznych; niektóre związki magnezu były znane i stosowane już od XVIII w. w medycynie. Metaliczny magnez otrzymał 1808 H.B. Davy.

**

Magnituda

Pierwszym, który wprowadził oznaczanie **jasności gwiazd** był Ptolemeusz (140 n.e.). Ze względu na jasność podzielił on gwiazdy na sześć grup. Najjaśniejsze gwiazdy zaliczył do pierwszej grupy — gwiazdy pierwszej wielkości gwiazdowej, słabsze do grupy drugiej, itd. Najśłabsze widoczne gwiazdy zaliczył do grupy szóstej — gwiazdy szóstej wielkości gwiazdowej. Obecna ciągła skala jasności gwiazd nawiązuje do podziału Ptolemeusza. Wielkość gwiazdowa (m) obiektu, od którego oświetlenie wyrażone w luksach wynosi ε zdefiniowane jest następująco: $m = -2,5 \log \varepsilon - 14,05$. Wielkość gwiazdową dowolnej gwiazdy (m) można wyznaczyć porównując jej oświetlenie (ε) z oświetleniem (ε_0) od gwiazdy o znanej wielkości gwiazdowej (m_0). Wtedy korzystamy ze związku wynikającego z powyższej definicji: $m = m_0 - 2,5 \log(\varepsilon/\varepsilon_0)$. Wynika stąd, że wzrost wielkości gwiazdowej o 1^m jest równoważny zmniejszeniu jasności o czynnik 2,512, wzrost o 5^m, odpowiada stukrotnemu zmaleniu jasności.

Ze względu na zakres czułości odbiornika światła, którym mierzy się oświetlenie, przed terminem „wielkość gwiazdowa” dodaje się określenia: wizualna (V — odbiornikiem jest oko), fotograficzna lub fotowizualna (mph — odbiornikiem jest klisza fotograficzna), bolometryczna ($mbol$ — kilka odbiorników mierzy oświetlenie w całym zakresie długości fal). Ze względu na zależność mierzonego oświetlenia zarówno od jasności obiektu jak i od jego odległości, przed terminem „wielkość gwiazdowa” pojawiają się dodatkowe określenia: widoma (obserwowana) bądź absolutna.

Widomą (obserwowaną) **wielkość gwiazdową** wyznacza się, mierząc oświetlenie takie jakie obserwujemy. Jasność widoma jest miarą ilości odbieranego promieniowania, czyli zależy zarówno od odległości obiektu, jak i od jego mocy — ilości promieniowania emitowanego przez obiekt w ciągu sekundy. Widomą wielkość gwiazdową oznacza się literą m .

Absolutna wielkość gwiazdowa jest przewidywaną wartością widomej wielkości gwiazdowej, którą wyznaczylibyśmy przebywając w odległości 10 pc od obiektu. Ze względu na jednakową dla wszystkich obiektów odległość, w której jest określana, jasność absolutna jest miarą mocy obiektu (tempa emisji promieniowania). Jasność absolutna nigdy nie jest wyznaczana z bezpośredniego pomiaru. Zawsze jest wyznaczana (obliczana) na podstawie pomiarów innych parametrów obiektu. Absolutną wielkość gwiazdową oznacza się literą M .

Po cyfrze określającej wielkość gwiazdową obiektu dopisuje się u góry literę m (od łac. *magitudo*, oznaczającego wielkość, siłę). Przykładowe obserwowane wizualne wielkości gwiazdowe: Słońce $-26,8^m$; Księżyc w pełni $-12,6^m$; Wenus w maksimum jasności $-4,4^m$; najjaśniejsza widoczna gwiazda Syriusz $-1,5^m$; najślabsze gwiazdy widoczne gołym okiem około $+6,5^m$; najślabsze gwiazdy obserwowane teleskopem Hubble'a $+28^m$. Przykładowe absolutne wizualne wielkości gwiazdowe: Słońce $+4,79^m$; Księżyc $+32,4^m$; najślabiej świecące gwiazdy około $+15^m$; najjaśniej świecące gwiazdy około -6^m .

Andrzej Branicki

**

magnitudo [łac.], *astr.* → [wielkość gwiazdowa](#).

**

Maia, 20 *Tauri*, gwiazda w gwiazdozborze Byka;

Oznaczenie: 20 *Tauri*

Rodzaj obiektu: gwiazda pojedyncza

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; [Byk](#)

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: $3^h 45^m 49^s$ deklinacja: $24^\circ 22' 36''$ l.św. = 110 pc = 22 766 400 AU

Typ widmowy i klasa jasności: B8III

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: $-1,35^m$

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: $+3,87^m$

Temperatura efektywna: układ: 12400 K

wchodzi w skład [Plejady](#); ma jasność widomą $3,87^m$; jest [olbrzymem](#) 600 razy jaśniejszym od Słońca; odległa od Ziemi o 360 lat świetlnych.

**

makrokosmos [gr.], *pot.* wszechświat pojęty jako jednolita całość; przeciwstawiany mikrokosmosowi — światu cząstek elementarnych.

**

Maksutowa teleskop → [kamera Maksutowa](#).

**

Malarz, łac. *Pictor*, gwiazdozbiór nieba południowego;

Umiejscowienie na niebie: gwiazdozbiór nieba południowego

Obszar gwiazdozbioru (w stopniach kwadratowych): 247

Główne gwiazdy: Gwiazda Kapteyna (najbliższy podkarzeł)

w Polsce niewidoczny. (mapa).

**

Mała Niedźwiedzica, gwiazdozbiór nieba północnego;

Umiejscowienie na niebie: gwiazdozbiór nieba północnego
Obszar gwiazdozbioru (w stopniach kwadratowych): 256
Główne gwiazdy: [Polaris](#), [Kocab](#)

w Polsce widoczny cały rok; 7 jasnych gwiazd, w tym najjaśniejsza — Gwiazda Polarna ([Polaris](#)) i druga pod względem jasności Kocab, tworzy Mały Wóz.

**

Mały Lew, *Leo Minor*, astr. gwiazdozbiór nieba północnego;

Umiejscowienie na niebie: gwiazdozbiór nieba północnego
Obszar gwiazdozbioru (w stopniach kwadratowych): 232

w Polsce widoczny zimą i wiosną.

**

Mały Pies, *Canis Minor*, mały gwiazdozbiór nieba północnego;

Umiejscowienie na niebie: gwiazdozbiór nieba północnego
Obszar gwiazdozbioru (w stopniach kwadratowych): 183
Główne gwiazdy: [Procyon](#), [Gomeisa](#)

w Polsce widoczny zimą; w M.P. znajduje się jedna z najjaśniejszych gwiazd — Procyon, oraz odległy o ponad 10 mln lat świetlnych kwazar 4C05.34 (jeden z najodleglejszych obiektów na niebie; odkryty 1970).

**

Mały Wóz, astr. charakterystyczny układ siedmiu jasnych gwiazd w gwiazdozbiorze [Małej Niedźwiedzicy](#); ostatnią gwiazdą dyszla jest Gwiazda Polarna ([Polaris](#)).

**

Manarow MUSA, ur. 22 III 1951, Baku, astronauta sow.; inżynier pokładowy na statku Sojuz TM-4 (start 21 XII 1987; przebywał na stacji orbitalnej Mir 364 dni) i Sojuz TM-11 (start 2 XII 1990; spędził 6 miesięcy na stacji Mir).

**

mandala [sansk. *mandala* 'okrąg'], w religiach indyjskich (hinduizm, buddyzm, dżinizm) geom. diagram, symbol Kosmosu, w którego centrum znajduje się istota boska; używany do celów rytualnych, w praktykach jogicznych (joga), astrologii, architekturze, magii; podstawowa forma mandali składa się z okręgu z wpisanym wewnątrz kwadratem (o bokach zorientowanych wg stron świata); w praktykach jogicznych mandala jest instrumentem ułatwiającym osiągnięcie koncentracji umysłu, podczas rytuałów ofiarnych — źródłem boskiej siły; zawsze powinna być stosowana z odpowiednią mantrą.

**

mangan, Mn, *manganum*, pierwiastek chem. o liczbie atomowej 25;

Symbol: Mn

Nazwa łacińska: Manganum

Liczba atomowa: 25

Pierwiastek promieniotwórczy: nie

Grupa układu okresowego pierwiastków: 7 — manganowce

Odkrycie: 1774

Odkrywca: Scheele Carl (Karl) Wilhelm

względna masa atomowa 54,938049; m. należy do grupy manganowców; tworzy 4 odmiany alotropowe; metal ciężki, trudno topliwy, srebrzystobiały z odcieniem różowym; temperatura topnienia 1244°C, temperatura wrzenia 1962°C, gęstość 7,20 g/cm³; roztwarza się w kwasach nieutleniających; w powietrzu w stanie litym trwały, rozdrobniony — utlenia się; przyjmuje stopnie utlenienia od –I do VII (w połączeniach najtrwalszych II i IV); tworzy liczne związki koordynacyjne; związki manganu(VII) są nietrwałe, łatwo ulegają redukcji — stanowią więc silne utleniacze; tworzy tlenki (manganu tlenki), które ze wzrostem stopnia utlenienia manganu zmieniają charakter z zasadowego na kwasowy. Mangan występuje w przyrodzie w postaci licznych minerałów, spośród których najważniejsze są: piroluzyt, hausmanit, braunit, manganit; w niewielkich ilościach występuje w organizmach żywych (jest mikroelementem), m.in. bierze udział w procesach enzymatycznych, tworzeniu składników krwi, jest też niezbędny do prawidłowej pracy mózgu; ważny także w procesach życiowych roślin. Na skalę techn. otrzymywany w postaci stopu z żelazem (tzw. żelazomangan); czysty mangan otrzymuje się przez redukcję tlenków manganu metalicznym glinem lub elektrolizę wodnych roztworów soli manganu. Mangan jest składnikiem stopowym stali, staliw i żeliw zwiększającym ich odporność na ścieranie oraz stopów: miedzi (brązy i mosiądze), miedzi z niklem (manganin), aluminium, magnezu; w postaci żelazomanganu stosowany jako odtleniacz w hutnictwie żelaza, a w postaci miedzi manganowej jako odtleniacz stopów miedzi. Mangan jest składnikiem niektórych szkłań metalicznych. Związki manganu znalazły zastosowanie w farbiarstwie, lecznictwie oraz analizie chem.; syntet. siarczek manganu i selenek manganu — w technologii materiałów mikroelektronicznych. DITLENEK m. — braunsztyn, znano od dawna, lecz uważano za związek żelaza; 1774 K.W. Scheele udowodnił, że jest to związek nowego pierwiastka chem., nazwanego później m.; w postaci metalicznej wyodrębnił go 1774 J.G. Gahn (1745–1818).

**

MAP, ang. **Microwave Anisotropy Probe**, amer. statek kosm. wyniesiony w przestrzeń kosm. VI 2001, przeznaczony do prowadzenia badań z zakresu kosmologii; dzięki MAP ustalono m.in., że Wszechświat liczy 13,7 ± 0,2 mld lat, a gęstość energii we Wszechświecie jest w ok. 5% związana z materią świecąca, w ok. 25% z ciemną materią i w ok. 70% z ciemną energią.

**

Marcin Król, Marcin z Żurawicy, Marcin z Przemyśla, ur. ok. 1422, Żurawica k. Przemyśla, zm. ok. 1453, matematyk, lekarz, astronom i astrolog; od 1449 jako doktor medycyny prowadził pracę nauczycielską i nauk. oraz praktykę lekarską, zyskując sobie przydomek Rex in medicinis [‘król w naukach medycznych’]; autor *Algorismus minutiarum* [‘rachunek ułamków’] (1445), *Geometria Regis* (ok. 1450),

pierwszej w Polsce geometrii praktycznej, oraz *Nova compilatio algorismi minutiarum* ['nowe zestawienie rachunku ułamków'] (1447); w zakresie astronomii teoret. pierwszy w Polsce posługiwał się funkcjami trygonometrycznymi.

**

Marduk, pierwotnie bóg wiosennego słońca, od czasów Hammurabiego państw. bóg Babilonii, od XIV w. p.n.e. czczony także w Asyrii. Stwórca oraz władca nieba i ziemi, dobroczyńca ludzi; decydował o losie wszystkich i wszystkiego (opisany w eposie *Enuma elisz...*); miał 50 imion (atrybutów), m.in. Bel ['pan']; gł. miejscem kultu Marduka w Babilonie była świątynia Esangila i zigurat Etemenanki; wyobrażany w tiarze cylindrycznej z insygniami władzy (koło, bicz, kij) w dłoniach; jego świętymi zwierzętami były: konie, psy i smoki.

**

Mariner [məˈrɪnə], zapoczątkowana 1962 seria amerykańskich próbników kosmicznych używanych do prowadzenia badań planet grupy ziemskiej. Mariner 4 (start XI 1964) dokonał pierwszego przelotu w niewielkiej odległości od Marsa (14 VII 1965 — 8700 km od powierzchni) i przekazał wykonane z bliska zdjęcia planety; Mariner 5 (start VI 1967) minął 19 X 1967 Wenus w odległości ok. 4000 km; Mariner 9 (start V 1971) stał się 14 XI 1971 pierwszym w historii sztucznym satelitą Marsa; przekazał ponad 7000 zdjęć planety i jej satelitów Phobosa i Deimosa, dokonał wstępnego wyszukania miejsc odpowiednich do lądowania wysyłanych w następnych latach próbników Viking, zidentyfikował różne formy powierzchni Marsa, w tym ze śladami erozji wodnej i wietrznej; Mariner 10 (start XI 1973) zbliżył się 5 II 1974 do Wenus na odległość 5770 km, wykonał zdjęcia pokrywy chmur, przeprowadził badania pola magnetycznego oraz cyrkulacji atmosfery planety, następnie, wykorzystując oddziaływanie pola grawitacyjnego planety, został wprowadzony na trajektorię heliocentryczną ku Merkuremu; 29 III 1974 jako pierwszy obiekt ziemski zbliżył się do Merkurego na odległość ok. 750 km (następnie 21 IX 1974 oraz 16 III 1975 dokonał 2 kolejnych przelotów w odległości ok. 48 000 km i 318 km od planety), przekazał ok. 3000 szczegółowych obrazów powierzchni planety, przeprowadził badania jej atmosfery, pola magnetycznego oraz promieniowania korpuskularnego w jej otoczeniu.

**

Markab [arab.], α *Pegasi*, jedna z najjaśniejszych gwiazd w gwiazdozborze Pegaza;

Oznaczenie: α Pegasi

Rodzaj obiektu: gwiazda pojedyncza

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; [Pegaz](#)

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: 23^h 04^m 46^s deklinacja: 15°
12' 140 l.św. = 43 pc = 8 853 600 AU

Typ widmowy i klasa jasności: B9III

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: -
0,67^m

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: +2,49^m

Temperatura efektywna: układ: 10000 K

jasność widoma 2,49^m; karzeł 200 razy jaśniejszy od Słońca, odległa od Ziemi o 140 lat świetlnych.

**

Markariana galaktyki, galaktyki wykazujące dużą nadwyżkę promieniowania niebieskiego i nadfioletowego; do g.M. należą w większości różne typy galaktyk aktywnych; wyselekcjonowane przez B. Markariana.

**

Mars, symbol ♂, *astr.* czwarta według oddalenia od Słońca (za Ziemią) planeta Układu Słonecznego;

podstawowe dane

masa: $6,5 \cdot 10^{23}$ kg (0,1 masy Ziemi)

średnia gęstość: 3,93 g/cm³

promień równikowy: 3394 km

promień orbity: 228 mln km

okres obiegu wokół Słońca: 687 dni ziemskich

prędkość ucieczki: 5 km/s

księżyce: 2

atmosfera

ciśnienie: 0,006 ciśnienia ziemskiego

skład

dwutlenek węgla: 95,3%

azot: 2,7%

argon: 1,6%

tlen: 0,1%

ślady tlenu węgla, pary wodnej i in. gazów

temperatura powierzchni: od ok. -120°C do ok. +3°C

Obiekty:

wulkan Olympus Mons

wys. ok. 25 km

średnica kaldery: ok. 65 km

średnica podstawy: ok. 500 km

kanion Dolina Marinerów

długość: do 5 000 km

szerokość: do 200 km

głębokość: do 7 km

Symbol: ♂

Odległość od Słońca: 206,6 mln km (1,381016 AU); 249,2 mln km (1,665775 AU); 228 mln km (1,524064 AU)

Okres obiegu wokół Słońca (w latach): 1,88

Okres obrotu (w godzinach): 24,6

Masa planety: $0,65 \cdot 10^{24}$ kg (0,108805·masa Ziemi)

Średnia gęstość: 3,93 g/cm³

Jądro planety: żelazo, nikiel

Atmosfera planetarna: tlen (0,1%), argon (1,6%), azot (2,7%), dwutlenek węgla, tlenek węgla; temperatura na powierzchni: od 106 K do 168 K — od -167°C do -105°C; masa: $0,026 \cdot 10^{18}$ kg; ciśnienie: 0,006-ciśnienie Ziemi

Satelity naturalne: 2 ważniejsze satelity naturalne: Deimos, Phobos

Odkrycie: znany już w starożytności

Loty kosmiczne badające planetę: Mariner 4 (misja bez lądowania, dokumentacja fotograficzna powierzchni Marsa; badania pola magnetycznego); Mariner 9 (misja bez lądowania, dokumentacja fotograficzna Marsa i jego księżyców); Viking 1 (misja z lądowaniem, dokumentacja fotograficzna Marsa i Phobosa; badania atmosfery oraz analiza próbek ziemi); Viking 2 (misja z lądowaniem, dokumentacja fotograficzna Marsa i Deimosa; badania atmosfery oraz analiza próbek ziemi); Mars Pathfinder (misja z lądowaniem, badania atmosfery, magnetyzmu i geologii Marsa); Mars Global Surveyor (misja bez lądowania, dokumentacja fotograficzna; badania Marsa); Mars Odyssey (misja bez lądowania, kartograficzne opracowanie powierzchni Marsa; poszukiwanie śladów zamrożonej wody na powierzchni); Mars Express (misja bez lądowania, badania atmosfery i geologiczne); Mars Exploration Rover–Spirit (misja z lądowaniem, badania geologiczne); Mars Exploration Rover–Opportunity (misja z lądowaniem, badania geologiczne)

jedna z pięciu planet widocznych na niebie gołym okiem. Mars okrąża Słońce po prawie kołowej orbicie, położonej w płaszczyźnie nachylonej do płaszczyzny ruchu Ziemi pod kątem niemal 2° , w średniej odległości 1,5 AU (228 mln km); średnia prędkość orbitalna wynosi 24 km/s, okres obiegu wokół Słońca — 687 dni. Najbliżej Ziemi jest wtedy, gdy znajduje się w opozycji; odległość między Ziemią i Marsem wynosi wówczas 56–101 mln km (niejednoznaczność wynika z eliptyczności orbit obu planet). W odległości bliskiej 56 mln km (tzw. wielka opozycja) Mars znajduje się co 15–17 lat; średnica widocznej na niebie tarczy Marsa ma wtedy $25''$, a jego jasność wynosi $-2,7$ wielkości gwiazdowej. Promień równikowy globu Marsa wynosi 3394 km, masa $6,5 \cdot 10^{23}$ kg (0,1 masy Ziemi), średnia gęstość materii — $3,93 \text{ g/cm}^3$. Prędkość ucieczki z powierzchni Marsa wynosi 5 km/s. Glob Marsa rotuje z okresem 24,6 h, a prostopadła do osi obrotu płaszczyzna jego równika jest nachylona do płaszczyzny orbity planety pod kątem 25° (w wyniku tego na Marsie zachodzą analogiczne do ziemskich zmiany pór roku).

Najbardziej wiarygodny model struktury wnętrza Marsa wskazuje na jądro żelazoniklowe o promieniu ok. 1700 km, otoczone grubym skalistym płaszczem przykrytym ok. 30-kilometrową skorupą pokrytą warstwą regolitu i pyłu bogatego w tlenki żelaza (powodujące rdzawe zabarwienie powierzchni Marsa). Pod względem ukształtowania powierzchnia Marsa dzieli się na wyraźnie odmienne 2 części: nizinne równiny półkuli północnej i wyżynne obszary półkuli południowej; w wielu miejscach rozdzielają je ogromne osuwiska o wysokościach sięgających kilku km. Do najbardziej charakterystycznych tworów powierzchniowych należą: ogromny (nieczynny) wulkan **Olympus Mons** o wysokości ok. 25 km, średnicy podstawy ponad 500 km i średnicy kaldery ok. 65 km (prawdopodobnie najwyższe wzniesienie w Układzie Słonecznym), gigantyczny kanion zwany **Doliną Marinerów**, rozciągający się wzdłuż równika, długości ponad 4000 km, szerokości do 600 km i głębokości do 7 km, oraz wielkie baseny poudereniowe **Argyre** i **Hellas**. Liczne struktury powierzchni Marsa przypominają wyschnięte koryta rzek i doliny wyżłobione przez wodę płynącą być może przed miliardami lat, gdy Mars mógł mieć dostatecznie gęstą atmosferę.

Obecnie woda może jeszcze pozostawać w postaci warstw lodowych tworzących okołobiegunowe tzw. **czapy polarne**, pokryte jednak przede wszystkim zestalonym dwutlenkiem węgla (tzw. suchym lodem) i pyłem. W 2002 pomiary sondy Mars Odysey doprowadziły do odkrycia lodu wodnego na głębokości kilkudziesięciu cm pod powierzchnią globu.

Atmosfera Marsa jest znacznie rzadsza niż atmosfera Ziemi (ciśnienie przy powierzchni stanowi 0,006 ciśnienia ziemskiego), składa się głównie z dwutlenku węgla (95,3%), azotu (2,7%), argonu (1,6%), tlenu (0,1%) oraz śladowych ilości tlenku węgla, pary wodnej i in. gazów. Zmiany temperatury powierzchni Marsa (od ok. -120°C do ok. $+3^{\circ}\text{C}$) są przyczyną fluktuacji ciśnienia i gęstości atmosfery sięgających 30% i powodują powstawanie wiatrów (prędkość do 300 km/h). Na wysokości kilkunastu km nad powierzchnią mogą się tworzyć chmury złożone z kryształów suchego lodu, a także lodu wodnego; bliżej powierzchni powstają obłoki pyłowe, unoszone do wysokości kilku km podczas częstych burz piaskowych. Mars nie ma globalnego pola magnetycznego, a więc i magnetosfery; natomiast stwierdzono obecność słabych lokalnych anomalii magnetycznych, zapewne pozostałości pierwotnego silniejszego magnetyzmu całego globu. Mars ma 2 małe księżyce (Phobos, Deimos), będące prawdopodobnie schwytanymi przez tę planetę planetoidami.

Pierwszych bliższych informacji o Marsie dostarczył 1965 Mariner 4 (Mariner); przełomowymi w badaniach okazały się dane uzyskane przez pierwszego sztucznego satelitę Marsa — Marinera 9, misje Viking oraz sondy Mars Global Surveyor i Mars Pathfinder. Kwestii istnienia życia na Marsie nie udało się rozstrzygnąć, mimo specjalnych eksperymentów przeprowadzonych na powierzchni Marsa (Viking), a także doniesień (1996) o znalezieniu w pochodzącym z Marsa meteorycie ALH84001 śladów prymitywnych form życia sprzed 3,6 mld lat. Intensywne ostatnio sondowania Marsa (misja Mars Exploration Rover), m.in. za pomocą pojazdów poruszających się po jego powierzchni, dostarczają coraz więcej danych świadczących o istnieniu wody na Marsie.

**

Mars, seria 7 sowieckich próbników kosm. przeznaczonych do badań atmosfery i powierzchni Marsa; M.1 (start XI 1962) zbliżył się do Marsa 19 VI 1963 na odległość ok. 197 tys. km; M.2 (start V 1971) stał się, począwszy od 27 XI 1971, pierwszym sowieckim sztucznym satelitą Marsa, a jego lądownik jako pierwszy obiekt ziemski osiągnął powierzchnię planety; ostatni z serii — M.7 (start VIII 1973) minął Marsa 9 III 1974 w odległości 1300 km od jego powierzchni.

**

Mars Exploration Rover [ma:^ˈz ekspləɹeɪszən rɒˈwɛr], **MER**, prowadzony przez NASA program badań Marsa; w ramach tego programu zostały wysłane: próbnik kosmiczny MER-Spirit — wyniesiony w przestrzeń kosmiczną 10 VI 2003 przez raketę Delta, oraz próbnik kosmiczny MER-Opportunity — wyniesiony 7 VII 2003 w przestrzeń kosmiczną, także przez raketę Delta; 3 I 2004 lądownik Spirit wylądował na Marsie w kraterze Guseva, a 25 I 2004 lądownik Opportunity w rejonie Meridiani Planum; każdy z lądowników przywiózł zautomatyzowany pojazd badawczy; pojazdy te poruszając się po powierzchni Marsa wykonały wiele zdjęć, przeprowadziły analizę atmosfery, skał i gruntu marsjańskiego; po raz pierwszy użyto urządzenia RAT do

szlifowania skał, aby przewiercić kamień i zbadać dawne pokłady skalne, nienaruszone przez wietrzenie. Początkowo planowana na 90 dni misja badawcza została przedłużona do IX 2004. Badania potwierdziły duże prawdopodobieństwo istnienia w przeszłości wody na Marsie.

**

Mars Express [ma:ˈɹz ɪksprɛs], sonda kosm. Eur. Agencji Kosm. przeznaczona do badań Marsa; start z Ziemi 2 VI 2003; od końca 2003 krąży wokół Marsa, prowadząc wszechstronne badania jego powierzchni i atmosfery; w budowie jednego z przyrządów pokładowych (PFS — spektrofotometr fourierowski podczerwieni) uczestniczyło Centrum Badań Kosm. PAN; do najciekawszych osiągnięć M.E. należy odkrycie prawdopodobnie śladowych ilości metanu w atmosferze Marsa VIII 2005 M.E. sfotografował na planecie jezioro zamrożonej wody.

**

Mars Global Surveyor [ma:ˈɹz glɔˈbəl səˈweɪə], amerykański próbnik kosmiczny przeznaczony do badań Marsa; wyniesiony w przestrzeń kosmiczną 7 XI 1996 przez raketę Delta, 11 IX 1997 wszedł na orbitę okołomarsjańską, stając się sztucznym satelitą planety; główne cele naukowe misji obejmowały: wykonanie zdjęć Marsa i sporządzenie dokładnej mapy jego powierzchni, laserowe sondowanie ukształtowania form powierzchniowych (górn, kanionów itp.), badanie składu chemicznego i właściwości fizycznych skał, gruntu marsjańskiego, lodów powierzchniowych, pomiary pola grawitacyjnego Marsa oraz poszukiwania szczątkowego pola magnetycznego planety, obserwacje otoczenia plazmowego Marsa i jego oddziaływania z wiatrem słonecznym, badanie właściwości atmosfery marsjańskiej, w tym chmur oraz mgieł pyłowych i ich zmian w trakcie roku marsjańskiego, a także badanie wpływu procesów atmosferycznych na strukturę powierzchni planety, w tym na zjawiska jej erozji.

**

Mars Odyssey, Mars Odyssey 2001 Orbiter, amer. próbnik kosm. przeznaczony do badań Marsa; wyniesiony w przestrzeń kosm. 7 IV 2001 przez raketę Delta; od 24 X 2001 na orbicie Marsa; celem misji jest poszukiwanie śladów wody i lodu wodnego oraz badanie wulk. aktywności planety; M.O. utrzymuje łączność (jest przekaźnikiem) między Ziemią a próbnikami kosm. MER-Spirit i MER-Opportunity (Mars Exploration Rover).

**

Mars Pathfinder [ma:ˈɹz pəˈtfaɪndə], amerykański próbnik kosmiczny przeznaczony do badań Marsa; wyniesiony w przestrzeń kosmiczną 4 XII 1996 przez raketę Delta; wyposażony w samobieżny pojazd Sojourner-Rover, użyty do analizy skał i gruntu marsjańskiego; 4 VII 1997 wylądował na powierzchni Marsa i do końca IX 1997 prowadził badania planety; celem technologicznym wyprawy było przetestowanie (na potrzeby przyszłych ekspedycji marsjańskich) nowego, bezpośredniego sposobu lądowania na planecie oraz możliwości przemieszczania się zdalnie sterowanego pojazdu-roboty po jego powierzchni; zadania naukowe misji obejmowały m.in.: przekazanie obrazów miejsca lądowania Mars Pathfinder (łącznie wykonano ok. 17 tysięcy zdjęć), badania skał i gruntu marsjańskiego (służące określeniu ich składu mineralnego i zawartości poszczególnych pierwiastków chemicznych), obserwacje

cząstek pyłowych w atmosferze i na powierzchni Marsa, badania profilu zmian gęstości, ciśnienia i temperatury w atmosferze marsjańskiej, pomiary wiatrów i analizę ich wpływu na erozję form powierzchniowych na Marsie.

**

Mars Reconnaissance Orbiter [ma:ˈʀz rɪkɔnɪsɪs ɔ:ˈbɪtɚ], **MRO**, amer. próbnik kosm. przeznaczony do badań Marsa; wyniesiony w przestrzeń kosm. 12 VIII 2005 przez raketę Atlas V; od 10 III 2006 na orbicie Marsa; celem misji jest badanie atmosfery planety (temp., wilgotność, pyły kosm.), poszukiwanie wody pod warstwą skał oraz poszukiwanie miejsc lądowania przyszłych misji (bezzałogowych i załogowych).

**

masa atomowa, m_a , masa atomu izotopu lub średnia masa atomu pierwiastka chemicznego (dla naturalnego składu izotopowego); wyrażana w jednostkach masy atomowej u (masy atomowej jednostka) lub w innych jednostkach masy; **masa atomowa względna**, A_r , zwana potocznie masą atomową, niekiedy, zwłaszcza dawniej, **ciężarem atomowym**, jest to stosunek średniej masy atomu danego pierwiastka chemicznego do $^{1/12}$ masy atomu izotopu węgla ^{12}C (ustalenie Konferencji Międzynarodowej 1962); masa atomowa jest podstawową wielkością charakteryzującą pierwiastek chemiczny, używaną w obliczeniach stechiometrycznych; wartość A_r danego pierwiastka jest równa wartości liczbowej masy atomowej wyrażonej w jednostkach u ; masę atomową można wyznaczyć np. za pomocą spektrografu masowego lub z pomiaru gęstości gazów.

**

maskony [ang. *mass concentrations*], skupiska masy pod powierzchnią planety lub Księżyca; przyczyna nieregularności pola grawitacyjnego powodujących zaburzenia ruchu sztucznych satelitów Księżyca.

**

materia [łac.], *fiz.* jedno z podstawowych pojęć fizycznych, oznaczające wszystkie obiekty, które można badać fizycznymi metodami. Materię charakteryzują uniwersalne wielkości fizyczne, jak: energia, pęd, masa, moment pędu, ładunek elektryczny. W fizyce klasycznej materia dzieli się na ciała fizyczne (np. atomy, cząsteczki, ciała niebieskie) i pola fizyczne (np. pole elektromagnetyczne, pole grawitacyjne); w fizyce kwantowej podział ten zanika ze względu na dualizm korpuskularno-falowy. Podstawowymi składnikami całej materii są cząstki elementarne (fundamentalne). Nierzadko (np. w kosmologii) pod nazwą materii rozumie się cząstki o masie (spoczynkowej) różnej od zera, pozostałe cząstki nazywając promieniowaniem. Między cząstkami elementarnymi występują oddziaływania silne, elektromagnetyczne, słabe i grawitacyjne, ale jedynie oddziaływanie grawitacyjne jest powszechne, czyli wspólne dla wszystkich rodzajów materii. Materia istnieje w czasie i przestrzeni i, zgodnie z ogólną teorią względności, właściwości geometryczne czasoprzestrzeni zależą od znajdującej się w niej materii. Różne rodzaje materii mogą w sobie nawzajem przechodzić, lecz dozwolone przemiany muszą być zgodne z zasadami zachowania niektórych charakteryzujących ją wielkości, np. energii, pędu, momentu pędu, ładunku elektrycznego (zachowania zasady).

**

Materia

Pochodzenie pierwiastków. Powszechnie przyjmuje się, że pierwiastki chemiczne powstawały w dwóch etapach.

Pierwszy z nich to początkowy okres gorącego Wszechświata, tuż po Wielkim Wybuchu. Powstały wtedy jądra wodoru, helu, litu, a po obniżeniu temperatury, po przyłączeniu elektronów, pojawiły się atomy tych pierwiastków.

Drugi ma miejsce w jądrach gwiazd, gdzie zachodzi łączenie się jąder lekkich w cięższe. Powstają tu wszystkie jądra cięższe niż jądra litu. Procesy te są równocześnie źródłem energii gwiazd. Masywniejsze gwiazdy wytwarzają w swoich wnętrzach ogromne ilości różnych ciężkich jąder. U schyłku swego życia gwiazdy takie wybuchają (supernowa), rozpraszając w otoczeniu znaczną część tych jąder. Materia rozproszona pomiędzy gwiazdami (głównie wodór i hel) jest w ten sposób „zaśmiecana” pierwiastkami ciężkimi. Z takiej mocno „zaśmiecanej” materii powstał między innymi nasz Układ Słoneczny. Znaczna ilość materii wybuchającej gwiazdy (głównie jądro) daje początek gwieździe neutronowej.

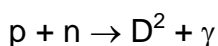
Andrzej Branicki

**

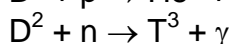
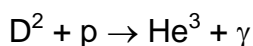
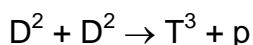
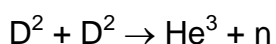
Materia. Powstanie lekkich pierwiastków we wczesnym Wszechświecie

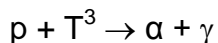
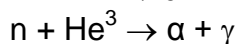
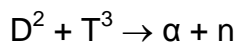
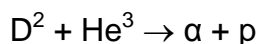
Zgodnie z teorią Wielkiego Wybuchu, protony i neutrony zaczęły powstawać (w równych ilościach) ze swobodnych kwarków w chwili $t = 10^{-5}$ sekundy. Nie mogły jednak utworzyć już wtedy złożonych jąder atomowych, gdyż Wszechświat miał bardzo wysoką temperaturę, wynoszącą $3 \cdot 10^{12}$ K. Wysokoenergetyczne fotony, jakie wypełniały przestrzeń, rozбивały każde jądro, które wówczas powstało. Najprostsze jądro złożone — jądro deuteru — składa się z protonu i neutronu, a energia wiązania tych cząstek wynosi 2,2 MeV ($3,5 \cdot 10^{-13}$ J). Fotony o tej (i wyższej) energii niszczą jądra deuteru. Większa ilość tego izotopu mogła przetrwać dopiero wtedy, gdy liczba fotonów o takich energiach stała się bardzo mała. Nastąpiło to w niecałe cztery minuty po Wielkim Wybuchu, kiedy to temperatura Wszechświata obniżyła się do około miliarda kelwinów. Do tego czasu część neutronów (które, gdy nie uwięzione w jądrach, są cząstkami nietrwałymi) zdążyła się rozpaść na protony. W chwili, gdy rozpoczynała się produkcja deuteru, materia w 87% składała się z protonów, a w 13% — z neutronów.

Jądra deuteru tworzyły się w reakcji:



gdzie p oznacza proton, n — neutron, D^2 — jądro deuteru, a γ — foton. Niemal natychmiast po swym powstaniu wchodziły w dalsze reakcje, z których najważniejsze to:





gdzie T^3 oznacza jądro trytu (składające się z protonu i dwóch neutronów), He^3 — jądro helu-3 (zbudowane z dwóch protonów i neutronu), a α — cząstkę alfa (jądro helu-4, składające się z dwóch protonów i dwóch neutronów). Z mniejszym prawdopodobieństwem występowały też inne reakcje. Niektóre z nich produkowały śladowe ilości litu. Cięższe pierwiastki praktycznie nie powstały, gdyż do ich wytworzenia potrzebna jest zarówno duża obfitość jąder helu-4, jak i wysoka temperatura. Gdy obfitość cząstek alfa stała się wystarczająca, Wszechświat był już zbyt zimny, by mogła zachodzić produkcja cięższych izotopów. Cięższe pierwiastki zaczęły powstawać znacznie później, dopiero gdy narodziły się gwiazdy.

Fazę tworzenia się pierwiastków lekkich nazywamy erą nukleosyntezy. Po jej zakończeniu wszystkie istniejące wówczas neutrony zostały włączone w skład jąder helu-4. Jądra te stanowiły około 26% składu materii, zaś pozostałe 74% — jądra wodoru (protony). Występowały też niewielkie ilości deuteru, helu-3 i litu, których obfitości wynosiły odpowiednio 10^{-4} , 10^{-5} i 10^{-10} . Podobną obfitość tychże izotopów obserwujemy w obłokach gazu międzygwiazdowego, który nie wchodził nigdy w skład gwiazd, a tym samym jego skład chemiczny nie uległ zmianie od ery nukleosyntezy. Obfitości deuteru, helu-3 i litu silnie zależą od warunków panujących we wczesnym Wszechświecie. Na przykład, gdyby gęstość materii była większa, występowałoby znacznie mniej deuteru i helu-3, natomiast znacznie więcej litu. Fakt, że obliczone obfitości tych izotopów dobrze zgadzają się z obserwacjami, jest jednym z najmocniejszych dowodów na poprawność teorii Wielkiego Wybuchu.

Michał Czerny

**

Materia. Reakcje jądrowe w gwiazdach i powstawanie pierwiastków

Reakcje syntezy jądrowej

Większość energii, jaką emitują gwiazdy, jest produkowana przez reakcje syntezy jądrowej. Są to reakcje łączenia się jąder atomów jednych pierwiastków w jądra atomów innych pierwiastków. Zwykle masa nowo powstałego jądra jest mniejsza od sumy mas jąder, z których się utworzyło. To właśnie ta różnica masy zamienia się na energię, zgodnie ze wzorem Einsteina $E = mc^2$.

Jądra atomowe mają dodatni ładunek elektryczny, zbudowane są bowiem z cząstek neutralnych — neutronów i cząstek obdarzonych ładunkiem dodatnim — protonów. Dlatego też odpychają się wzajemnie. Aby mogły zbliżyć się na tyle, że zajdzie reakcja jądrowa, muszą przezwyciężyć to odpychanie. Może to nastąpić wtedy, gdy ich energia kinetyczna jest dostatecznie duża. Ponieważ energia kinetyczna cząstek związana jest z temperaturą materii, reakcje łączenia jąder mogą zachodzić tylko w wysokiej temperaturze (dlatego reakcje te nazywa się też reakcjami termojądrowymi). Z tego powodu przebiegają one wyłącznie w głębokich wnętrzach gwiazd, gdyż tylko tam panują odpowiednie warunki. Im większa jest liczba atomowa Z , która określa ładunek jądra, tym silniejsze jest odpychanie i tym wyższa temperatura wymagana jest do zajścia reakcji.

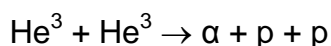
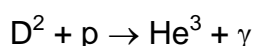
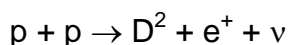
Produkcja pierwiastków

Reakcje jądrowe nie tylko dostarczają energii, ale zmieniają także skład chemiczny materii, produkując nowe pierwiastki. Oprócz wodoru i helu wszystkie pierwiastki, z których zbudowany jest Wszechświat (i my sami), powstały we wnętrzach gwiazd.

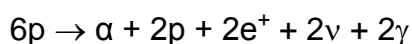
Spalanie wodoru

Najwięcej energii gwiazdy uzyskują przekształcając jądra atomów wodoru (pojedyncze protony) w jądra atomów helu-4 (tzw. cząstki alfa, składające się z dwóch protonów i dwóch neutronów). Astrofizycy nazywają ten proces spalaniem wodoru, choć nie ma on nic wspólnego ze zwykłym (chemicznym) spalaniem tego gazu. Z czterech jąder wodoru powstaje jedno jądro helu-4. Masa cząstki alfa jest o 0,7 procenta mniejsza od sumy mas czterech protonów.

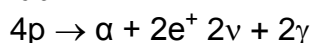
Cykl p-p. Jeżeli temperatura materii zawiera się w przedziale od 10 do 17 mln K, wódór jest spalany w tzw. cyklu proton-proton (inaczej cyklu p-p). Takie warunki panują w centralnych częściach Słońca. Reakcje cyklu p-p przebiegają następująco:



Użyte symbole oznaczają odpowiednio: p — proton, D^2 — jądro deuteru (czyli izotopu wodoru o liczbie masowej 2, składające się z protonu i neutronu), He^3 — jądro helu-3 (czyli izotopu helu o liczbie masowej 3, składające się z dwóch protonów i neutronu), α — cząstkę alfa (jądro helu o liczbie masowej 4), e^+ — pozyton (elektron o dodatnim ładunku), ν — neutrino, γ — foton elektromagnetycznego promieniowania gamma. Zauważmy, że aby mogło dojść do trzeciej reakcji cyklu p-p, muszą dwukrotnie zajść dwie pierwsze reakcje, produkujące hel-3. Dlatego sumarycznie ten ciąg reakcji można zapisać następująco:

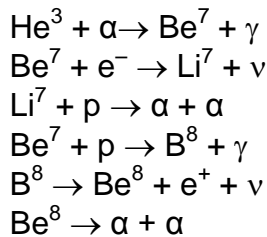


lub



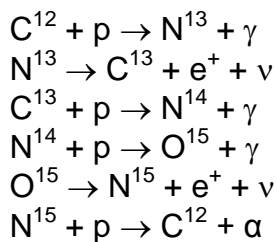
Jeden cykl p-p dostarcza $4,3 \cdot 10^{-12}$ J energii. Energia ta to energia kinetyczna powstałych cząstek alfa i pozytonów oraz energia fotonów gamma i neutrin. Neutrina praktycznie nie oddziałują z materią i prawie natychmiast opuszczają gwiazdę. Pozostała energia podtrzymuje wysoką temperaturę wnętrza gwiazdy i powoli przepływa ku zewnętrznym warstwom, by w końcu zostać wyemitowana z

powierzchni w postaci światła. Aby Słońce mogło świecić z obecną jasnością, musi w każdej sekundzie przekształcać 600 milionów ton wodoru w 596 milionów ton helu. W cyklu p–p możliwe są też inne reakcje, choć występują one z mniejszym prawdopodobieństwem:

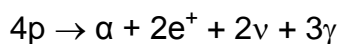


Uczestniczą w nich elektrony (e^-) oraz jądra litu (Li), berylu (Be) i boru (B) o różnych liczbach masowych.

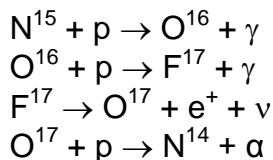
Cykl CNO. Jeżeli temperatura materii przekracza 17 milionów K (jak ma to miejsce w gwiazdach nieco masywniejszych od Słońca), wodór spalany jest w tzw. cyklu CNO. Cykl ten jest znacznie wydajniejszy od cyklu p–p. W cyklu CNO uczestniczą jądra izotopów węgla (C), azotu (N) i tlenu (O) o różnych liczbach masowych. Służą one jako katalizatory, a ich całkowita liczba pozostaje niezmienną. Kolejne reakcje cyklu CNO wyglądają następująco:



Ponieważ całkowita liczba jąder węgla, azotu i tlenu jest stała, sumarycznie efekt cyklu CNO można zapisać w postaci:

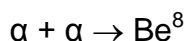


Podobnie jak w cyklu p–p, w cyklu CNO występują też — z mniejszym prawdopodobieństwem — dodatkowe reakcje. Uczestniczą w nich jądra izotopów tlenu i fluoru (F):

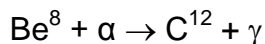


Spalanie helu

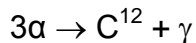
Gdy temperatura przekracza 100 mln K, możliwe staje się spalanie helu. Dwie cząstki alfa łączą się, tworząc niestabilne jądro berylu–8:



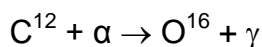
Zwykle jądro to rozpada się z powrotem na dwa jądra helu. Średni czas życia jądra berylu wynosi zaledwie około 10^{-16} sekundy. Istnieje jednak pewne prawdopodobieństwo, że zanim się rozpadnie, zareaguje z trzecią cząstką alfa, tworząc jądro węgla:



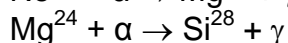
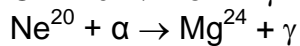
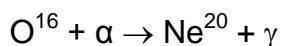
Sumarycznie obie te reakcje można traktować jako jedną reakcję trzech jąder helu. Dlatego proces ten nosi nazwę reakcji trzy alfa:



Często jądro węgla przyłącza kolejne jądro helu, w wyniku czego powstaje jądro tlenu:

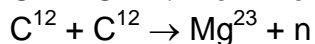
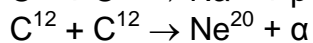
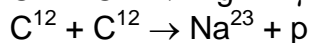
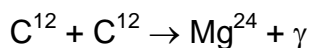


Jeżeli temperatura jest dostatecznie wysoka, mogą zajść kolejne reakcje, produkujące neon (Ne), magnez (Mg) i krzem (Si):



Spalanie węgla

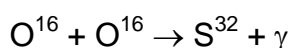
W końcowych fazach ewolucji gwiazd masywnych (tzn. takich, których początkowa masa przekracza 8 mas Słońca) dochodzi do jeszcze innych reakcji termojądrowych. Gdy temperatura centralnych części gwiazdy osiągnie 600 mln K, rozpoczyna się spalanie węgla. Możliwe są cztery rodzaje reakcji:

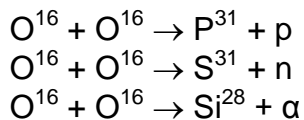


W reakcjach tych powstaje magnez, sód (Na), neon oraz protony, cząstki alfa i neutrony (oznaczone symbolem n). Wytworzone protony, neutrony i cząstki alfa reagują z jądrami istniejących we wnętrzu gwiazdy pierwiastków, tworząc jądra nowych izotopów. Te z kolei wchodzą w dalsze reakcje z protonami, neutronami i cząstkami alfa. Proces spalania węgla składa się zatem z bardzo wielu różnych reakcji. Aby przewidzieć skład chemiczny materii po jego zakończeniu, potrzebne są symulacje komputerowe.

Spalanie tlenu

Podobnie sprawa wygląda w przypadku spalania tlenu, które rozpoczyna się, gdy temperatura centralnych części gwiazdy masywnej przekroczy miliard K. Produktami reakcji dwóch jąder tlenu są jądra siarki (S), fosforu (P) i krzemu oraz protony, neutrony i cząstki alfa:





Z symulacji komputerowych wynika, że końcowym produktem procesów spalania węgla i tlenu jest głównie krzem.

Spalanie krzemu

Spalanie krzemu jest również procesem skomplikowanym. Zachodzi ono w ciągu kilku ostatnich sekund przed wybuchem supernowej, który jest gwałtowną śmiercią gwiazdy masywnej. Temperatura jądra gwiazdy przewyższa wówczas 3 miliardy K. Przeprowadzone na komputerach obliczenia pokazały, że końcowym produktem spalania krzemu jest głównie żelazo (Fe).

Spalanie żelaza

W odróżnieniu od opisanych wyżej reakcji, spalanie żelaza nie dostarcza energii, ale ją pochłania. Dlatego gdy w jądrze gwiazdy masywnej materia przekształci się w żelazo, spalanie tego pierwiastka nie może podtrzymywać wysokiej temperatury. Dochodzi do niestabilności, której efektem jest wybuch supernowej. Jądro gwiazdy zapada się, wydzielając ogromną ilość energii grawitacyjnej. Jądra żelaza ulegają rozbiciu i przekształcają się w neutrony. Z jądra gwiazdy tworzy się gwiazda neutronowa, zaś zewnętrzne warstwy zostają wyrzucone w przestrzeń.

Powstanie jąder najcięższych pierwiastków

Pewna część neutronów wchodzi w reakcje z jądrami pierwiastków znajdujących się w odrzucanej otoczce. Neutrony łatwo łączą się z jądrami, gdyż — jako cząstki neutralne — nie muszą pokonywać odpychania elektrycznego. Powstają jądra pierwiastków o coraz większej liczbie masowej. Co pewien czas neutron, już uwięziony w jądrze, przekształca się w proton, emitując równocześnie elektron i neutrino. W ten sposób wzrasta dodatni ładunek jądra i jego liczba atomowa. Tak właśnie powstają jądra najcięższych pierwiastków układu okresowego, występujących w przyrodzie, aż do uranu włącznie.

Michał Czerny

**

Materia bez atomów

Materia nie musi składać się z atomów. Wprawdzie atomy (elektrycznie neutralne stany związane złożone z jądra atomowego i elektronów) są składnikami tych form materii, z którymi mamy do czynienia na Ziemi, w tym także naszych ciał, materia atomowa nie jest jednak dominującą w świecie formą materii. Większą część masy gwiazd stanowi plazma: nie jest ona zbudowana z neutralnych elektrycznie atomów, ale zawiera wolne elektrony i jony dodatnie: atomy pozbawione części elektronów, albo same jądra atomowe. Białe karły, stanowiące późną formę ewolucji części gwiazd, zawierają relatywistyczny zdegenerowany gaz elektronowy. W gwiazdach neutronowych budulcem jest rodzaj materii jądrowej. Przestrzeń przenika poza tym promieniowanie elektromagnetyczne i neutrinowe.

Wszystkie te formy materii składają się z cząstek elementarnych. Większość cząstek elementarnych jest nietrwała i rozpada się na inne cząstki. Gdybyśmy chcieli jednak rozpatrywać strukturę materii ograniczając się tylko do cząstek trwałych (jak elektron,

foton lub proton) lub długożyjących (jak neutron), nie otrzymalibyśmy pełnego obrazu.

Zgodnie z mechaniką kwantową, jeżeli chcemy badać zjawiska, zachodzące na bardzo małych odległościach, konieczne jest użycie do obserwacji promieniowania albo cząstek o wysokiej energii. W doświadczeniach tego typu będą zawsze tworzone nowe cząstki, w tym cząstki nietrwałe. Aby dostrzec istotne elementy struktury mikroświata (na przykład symetrie oddziaływań) musimy więc uwzględnić także cząstki, które żyją bardzo krótko. Na przykład dla oddziaływań słabych cząstkami przenoszącymi są bozony pośredniczące o masie powyżej 80 GeV: uczestniczą one w każdym akcie oddziaływań słabych jako tak zwane cząstki wirtualne.

Andrzej Czechowski

Materia makroskopowa — stany skupienia

Makroskopowe formy występowania substancji nazywamy stanami skupienia materii. Podstawowe stany skupienia to:

ciało stałe,

ciecz,

gaz.

Niekiedy za czwarty stan uważa się plazmę. Ich właściwości i struktura są ściśle związane z rodzajem oddziaływań między ich podstawowymi mikroskopowymi składnikami, tj. atomami, cząsteczkami, jonami (oddziaływania międzycząsteczkowe).

Ciało stałe

W ciałach stałych atomy (cząsteczki, jony) silnie oddziałują między sobą; zajmują ustalone położenia w strukturze ciała stałego i wykonują ruch drgający wokół tych położzeń; w krystalicznych ciałach stałych (kryształach) występuje uporządkowanie dalekiego zasięgu prowadzące do powstania sieci krystalicznej; w bezpostaciowych ciałach stałych (szklach) występuje uporządkowanie na obszarach rzędu kilku średnic atomów (cząsteczek), tzw. uporządkowanie bliskiego zasięgu.

Gaz

W gazach oddziaływania międzycząsteczkowe są b. małe, co pozwala na swobodny ruch atomów (cząsteczek); ich zderzenia są b. rzadkie ze względu na małą gęstość gazu, co prowadzi do stanu zupełnego nieuporządkowania.

Ciecz

W cieczach sytuacja jest pośrednia; nie występuje w nich uporządkowanie dalekiego, lecz bliskiego zasięgu; cząsteczki, podobnie jak w gazie, nie zajmują określonych położzeń w przestrzeni i mogą poruszać się w całej objętości; ich ruch polega na wykonywaniu drgań wokół pewnego położenia przez pewien czas i przeskokach w inne położenie (średnia droga swobodna podczas przeskoku jest dużo mniejsza niż średnia droga swobodna między zderzeniami cząsteczek w gazie); ruch cząsteczki jest skorelowany z ruchem cząsteczek ją otaczających ze względu na silne oddziaływanie między nimi; odległości międzycząsteczkowe w cieczach są bliskie odległościom występującym w ciałach stałych.

Plazma

W plazmie obdarzone ładunkami atomy oddziałują między sobą siłami Coulomba.

Kształt i objętość

Pod działaniem niewielkich sił zewnętrznych ciała stałe nie zmieniają ani postaci, ani objętości, ciecze zmieniają kształt, zachowują jednak objętość, gazy natomiast zmieniają zarówno kształt, jak i objętość. Cechą charakterystyczną cieczy i gazów (noszących wspólną nazwę płynów) jest tzw. **płynność**, tj. proporcjonalność między szybkością zmian postaci (szybkością płynięcia) a siłą odkształcającą.

Przemiany fazowe

Substancja może występować w danym stanie skupienia materii w określonym zakresie temperatur i ciśnienia; przejście między jednym a drugim stanem skupienia (przemiana fazowa) wiąże się z pochłonięciem lub wydzieleniem energii.

Topnienie

Przemiana ciała stałego w ciecz (topnienie) wymaga pochłonięcia przez ciało energii, zużywanej na niszczenie wiązań chem. między tworzącymi je atomami (cząst., jonami); topnienie ciała krystal. pod określonym ciśn. zachodzi w stałej i charakterystycznej dla tego ciała temp. (temp. topn.);

Krzepnięcie

W tej samej temp. zachodzi przejście odwrotne — cieczy w ciało stałe (krzepnięcie), wiążące się z wydzieleniem energii; przejście ciała bezpostaciowego (szkła) w ciecz zachodzi natomiast stopniowo (ciało mięknie, staje się plast., a następnie stopniowo uzyskuje płynność cieczy), co wiąże się z różną długością występujących w nim wiązań chem.; podobnie stopniowo zachodzi podczas ochładzania przejście cieczy o dużej lepkości w stan szklisty.

Parowanie

Dostarczenia energii wymaga również przemiana cieczy w gaz (parowanie); parowanie na powierzchni cieczy zachodzi w każdej temp., zaś parowanie w całej objętości cieczy (wrzenie), przy ustalonym ciśn., zachodzi w ściśle określonej temp., zw. temp. wrzenia.

Skraplanie

Procesem odwrotnym do parowania jest skraplanie; skraplanie pary będącej w równowadze z cieczą zachodzi w każdej temp., w nieobecności cieczy natomiast zachodzi ono w temp. równej temp. wrz. danej substancji; skraplanie gazu może zachodzić jedynie w temp. niższej od jego temp. kryt. (krytyczny stan).

Sublimacja

Niektóre substancje w stanie stałym mogą ulegać sublimacji — bezpośredniemu przejściu w stan gazowy; zachodzi ona w każdej temp. i wiąże się z pochłonięciem energii; procesem odwrotnym jest resublimacja.

**

materia międzygalaktyczna, wypełniający Wszechświat rozrzedzony gaz i pył nie związany bezpośrednio z galaktykami; neutralny wodór oraz neutralny i jednokrotnie zjonizowany hel są obserwowane dzięki dawanym przez nie liniom widmowym; międzygalaktyczne obłoki helu wykryto 1994 dzięki satelicie FUSE (For Ultraviolet

Spectroscopic Explorer); na istnienie obłoków wodoru wskazują m.in. linie absorpcyjne (tzw. las linii Lyman- α) w widmach kwazarów; z kolei występowanie obserwowanego w gwiazdozbiornie Mikroskopu obszaru wykazującego niedobór galaktyk w stosunku do sąsiednich obszarów (tzw. obłok Hoffmeistera) może być spowodowane ekstynkcją międzygalaktyczną, wywołaną obecnością obłoku pyłu międzygalaktycznego.

**

materia międzygwiazdowa, gaz i pył rozproszone w przestrzeni międzygwiazdowej. W naszej Galaktyce występuje m.in. w wąskiej warstwie grubości ok. 300 pc wokół płaszczyzny Galaktyki; składa się z gazu (99%) i pyłu (1%). Składnikami gazu międzygwiazdowego są: wodór (ok. 70%), hel (ok. 30%) i w niewielkiej ilości pierwiastki cięższe. Wodór neutralny występuje w postaci atomów (tzw. obszary HI), i jest obserwowany w zakresie fal radiowych (linia wodoru 21 cm), lub w postaci cząsteczek — obserwowany w nadfiolecie i w zakresie mikrofal spoza atmosfery ziemskiej. W okolicy gorących gwiazd wczesnych typów widmowych (O i B) występuje wodór zjonizowany (tzw. obszary HII; **strefa Strömgrena**). Materia międzygwiazdowa skupia się w wyraźnie zarysowanych ramionach spiralnych Galaktyki; występuje ona głównie w postaci jasnych i ciemnych obłoków (**mgławice**), których rozmiary wynoszą od kilku do kilkudziesięciu pc; gęstość materii międzygwiazdowej w obłokach sięga miliona atomów/cm³, między obłokami jest rzędu 0,1 atomu/cm³ (w okolicy Słońca średnia gęstość materii międzygwiazdowej wynosi ok. 1 atom/cm³). Obecność pyłu w przestrzeni międzygwiazdowej powoduje osłabienie światła gwiazd (**ekstynkcja**), a także jego poczerwienienie i polaryzację. Materia międzygwiazdowa jest typowym składnikiem podsystemu płaskiego (**gwiazd podsystemy**) i populacji I (**gwiazd populacje**). Występuje także w innych galaktykach, szczególnie nieregularnych, w mniejszych ilościach w galaktykach spiralnych.

**

materia międzyplanetarna, gaz i pył wypełniające przestrzeń okołosłoneczną, których źródłem są ciała Układu Słonecznego; gaz materii międzyplanetarnej pochodzi przede wszystkim ze Słońca (**wiatr słoneczny**) i tworzy heliosferę; bywa wzbogacany gazami uwalnianymi z jąder komet oraz traconymi przez atmosfery planet i księżyców; pył powstaje w wyniku zderzeń planetoid, rozpadów komet, uderzeń meteoroidów w powierzchnie planet i księżyców i in.; nie ma wyraźnie określonej granicy między rozmiarami cząstek pyłu materii międzyplanetarnej i **meteoroidów** — drobnych ciał Układu Słonecznego; gęstość materii międzyplanetarnej jest bardzo mała i wyraźnie zależy od miejsca, w okolicach Ziemi wynosi kilka cząstek w objętości 1 cm³; o istnieniu materii międzyplanetarnej świadczą m.in. kształty i kierunki warkoczy komet, zjawiska meteorów, **światło zodiakalne**.

**

Mather [mãdɛʃ] JOHN CROMWELL, ur. 1946, amerykański astrofizyk i kosmolog; pracował w Observational Cosmology Laboratory w Goddard Space Flight Center w NASA; czł. m.in. od 1997 amer. Narodowej AN, od 1998 Amer. Akad. Sztuk i Nauk; gł. prace w dziedzinie astronomii podczerwonej i kosmologii; jeden z twórców i szefów projektu COBE, który doprowadził do empirycznego potwierdzenia teorii Wielkiego Wybuchu; na podstawie danych otrzymanych z COBE, Mather i G.F. Smoot przedstawili mapę rozkładu temperatury we Wszechświecie z dokładnością

stutysięcznej części stopnia, uwidaczniając niejednorodność (tzw. anizotropię) promieniowania, które zostało uwolnione przez materię, gdy Wszechświat miał ok. 300 tys. lat; wykazanie anizotropii dowiodło że pierwotna materia nie była jednorodna — jej zagęszczenia stanowiły zalążki galaktyk; potwierdziło to zakładany proces formowania się struktur Wszechświata; uczeni wykazali, że widmo promieniowania tła jest takie jak widmo promieniowania ciała doskonale czarnego o temp. 2,73 K; 2006 otrzymał, wspólnie z G.F. Smootem, Nagrodę Nobla za „badania nad ciałem doskonale czarnym i niejednorodnościami kosmicznego promieniowania tła”.

**

Matylda, *astr.* planetoida pasa głównego planetoid, o numerze katalogowym 253; jedna z najwolniej rotujących planetoid; badana przez sondę kosm. NEAR, która przeleciała VI 1997 w odległości 1200 km, wykonując jej zdjęcia; odkryta 1885 (J. Palisa).

**

Mauna Kea, drzemiący wulkan i najwyższy szczyt archipelagu Hawaje (USA), na wyspie Hawaje; wys. 4205 m (z częścią podwodną 10 200 m); zbud. z law oliwinowo-bazaltowych i andezytowych; wierzchołek przez większą część roku pokryty śniegiem; w dolnym piętrze plantacje ananasów, bananów, kawy; ostatni zanotowany wybuch ok. 800 r.; na szczycie obserwatorium *astr.* Mauna Kea Observatory z olbrzymim teleskopem zwierciadłowym.

**

Maundera diagram [d. mondera], **wykres motylkowy**, *astr.* graficzne przedstawienie zależności położenia plam na tarczy Słońca od czasu; d.M. pokazuje, że na początku cyklu aktywności słonecznej plamy pojawiają się w dużych północnych i południowych szerokościach heliograficznych (ok. $\pm 35^\circ$), następnie coraz bliżej równika słonecznego, a pod koniec cyklu cała aktywność skupia się w wąskim pasie w pobliżu równika; jednocześnie w dużych szerokościach pojawiają się już plamy nowego cyklu; maksimum aktywności słonecznej, tzn. najwięcej plam na tarczy, występuje wtedy, gdy plamy powstają w szerokościach ok. 20° . Opisana przez Brytyjczyka E.W. Maundera (1851–1928) zależność przypomina wyglądem rozłożone skrzydła motyla — stąd nazwa.

**

Mauro Fra, data ur. nieznana, zm. 1459, mnich wenecki z zakonu kamedułów, kosmograf i kartograf; autor map świata, z których jedna, wyd. 1458 i zachowana w Wenecji, należy do najwybitniejszych dzieł kartograf. przed odkryciem Ameryki; bogata w treść (m.in. w odniesieniu do ziem pol.), daje poprawne zarysy M. Śródziemnego i części wschodnich wybrzeży O. Atlantyckiego.

**

Maury [mɔ:ri] ANTONIA, ur. 1866, zm. 1952, astronom amer.; w Harvard College Observatory prowadziła badania widm gwiazdowych, 1897 opracowała system klasyfikacji gwiazd (wykorzystany przez E. Hertzsprunga w systemie identyfikacji gwiazd olbrzymów i karłów); jej ważne prace dotyczyły spektroskopowych badań gwiazdy podwójnej w Lutni.

**

Maxwell [mäks^uel] JAMES (CLERK) , ur. 13 VI 1831, Edynburg, zm. 5 XI 1879, Cambridge, fizyk brytyjski. 1856–60 profesor uniwersytetu w Aberdeen, 1860–65 Kings College w Londynie, od 1871 uniwersytetu w Cambridge; organizator i pierwszy kierownik Cavendish Laboratory; prace M. poświęcone głównie fizyce molekularnej, optyce (w szczególności teorii barw), teorii sprężystości i elektrodynamice; 1860 podał prawo rozkładu prędkości (pędów) cząsteczek gazu (Maxwella rozkład), 1864 — zasadę wzajemnych przemieszczeń, tzw. zasadę M.; w tym samym roku sformułował równania stanowiące podstawę teorii pola elektromagnetycznego (Maxwella równania), a 1865 przedstawił koncepcję elektromagnetycznej natury światła; główne dzieło: *Treatise on Electricity and Magnetism* (1873).

**

Mazurkiewicz, planetoida pasa głównego o numerze katalogowym 27975; odkryta 23 X 1997 (P.G. Comba); nazwana na cześć S. Mazurkiewicza.

**

McDonald Observatory [mækdɒnld əbzə:'wətri], obserwatorium astr. na Mount Locke k. Fort Davis w Teksasie (USA); stanowi nauk. i adm. całość z Yerkes Observatory.

**

Méchain [meszɛ] PIERRE FRANÇOIS ANDRÉ, ur. 16 VIII 1744, Laon, zm. 28 IX 1804, Castellón de la Plana (Hiszpania), fr. astronom i geodeta; wspólnie z J.B.J. Delambre'em brał udział w pomiarach łuku południka paryskiego od Dunkierki do Barcelony w celu wyznaczenia wzorca jednostki długości (metra).

**

mechanika nieba, dział astronomii zajmujący się oddziaływaniami grawitacyjnymi między ciałami niebieskimi oraz ruchami tych ciał pod wpływem sił grawitacyjnych; mechanika nieba obejmuje m.in.: teorię wyznaczania orbit ciał Układu Słonecznego, opartą w zasadzie na rozwiązaniu problemu 2 ciał z uwzględnieniem perturbacji, teorię problemu n ciał, teorię figur równowagi ciał niebieskich, teorię pływów. Mechanika nieba powstała w XVII w. jako rozwinięcie i zastosowanie sformułowanych przez I. Newtona zasad dynamiki i prawa grawitacji; w XX w. nastąpił istotny rozwój mechaniki nieba w wyniku zastosowania teorii względności do ruchu ciał niebieskich, a w końcu tego wieku, dzięki zastosowaniu komputerów — do rachunków orbitalnych, m.in. komet okresowych i sond kosmicznych.

**

medycyna kosmiczna, dziedzina medycyny zajmująca się problemami med. związanymi z pobytem człowieka w przestrzeni kosmicznej; wyodrębniła się z medycyny lotn.; do zadań m.k. należą m.in.: badanie wpływu czynników lotu kosm. (przeciążenie, nieważkość i niedoważkość) na wydolność organizmu człowieka, analiza wpływu środowiska gazowego i mikroklimatu kabiny kosm. (niedotlenienie, zmiany ciśnienia itp.) na zachowanie astronautów i ich zdolność do pracy, wypracowanie metod postępowania i znalezienie środków wpływających na zmniejszenie niekorzystnych oddziaływań lotu kosm. na organizm ludzki, w tym m.in. badanie konsekwencji długotrwałego działania promieniowania jonizującego oraz określanie środków farmakologicznej osłony radiologicznej załóg statków kosm.

przed jego negatywnymi skutkami, profilaktyka i leczenie stanów chorobowych w trakcie wykonywania lotu kosm., zminimalizowanie niebezpieczeństwa w sytuacjach awaryjnych, badanie czynników wpływających na zmianę rytmów biol. astronautów oraz roli czynników psychol. w lotach kosm., wypracowanie metod przygotowania astronautów do lotu kosm., form ćwiczeń uprawianych przez nich podczas lotu oraz sposobów adaptacji do warunków ziemskich po jego zakończeniu. Badania z zakresu m.k. prowadzi się w warunkach laboratoryjnych i polowych (w wirówkach, komorach niskich ciśnień, i in. symulatorach) oraz w statkach kosmicznych. Wyniki badań oraz praktycznych doświadczeń wskazują, że człowiek bez istotnej szkody dla zdrowia może przez długie okresy (np. rok na stacji Mir) przebywać i pracować w warunkach lotu kosm., a potem powrócić do warunków ziemskich. Głównymi ośr. nauk. w dziedzinie m.k. są: NASA w USA i Państw. Centrum Nauk. — Inst. Problemów Med.-Biol. w Rosji.

**

megality [gr. *líthos* 'kamień'], *archeol.* nazwa po raz pierwszy wprowadzona 1849 przez A.H. Herberta na określenie obiektów stawianych z wielkich kamieni; wyróżnia się: menhiry, kręgi kam., alignment, trylity oraz groby megalityczne (dolmeny, groby korytarzowe, skrzyniowe, w obstawach kam., pod pojedynczymi głazami eratycznymi, tzw. *allée couverte*); w Polsce — tzw. grobowce kujawskie z kam. obstawą i nasypem ziemnym (dł. do ok. 150 m, szer. 6–15 m, wys. części czołowej ok. 3 m); groby megalityczne w niektórych regionach występują łącznie z kręgami kam. lub menhirami; najstarsze megality odkryto w zachodniej i południowej Francji oraz w Anglii (datowane na pocz. IV tysiącl. p.n.e.), później przez resztę neolitu i początki epoki brązu rozpowszechniły się w prawie całej zachodniej, północnej i południowej Europie, Afryce, Azji, obu Amerykach, Australii oraz wyspach Oceanu Spokojnego; najmłodsze konstrukcje megalityczne wzniesiono w Anglii i Irlandii (ok. 100 n.e.).

Z. KRZAK *Megality*, Warszawa 1994.

**

Megrez [arab.], δ *Ursae Maioris*, gwiazda w gwiazdozbiornie Wielkiej Niedźwiedzicy; wchodzi w skład Wielkiego Wozu;

Oznaczenie: δ *Ursae Maioris*

Rodzaj obiektu: gwiazda pojedyncza

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; [Wielka Niedźwiedzica](#)

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: $12^{\text{h}} 15^{\text{m}} 26^{\text{s}}$ deklinacja: $57^{\circ} 02' 81,4$ l.św. = 25 pc = 5 147 736 AU

Typ widmowy i klasa jasności: A3V

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: $+1,33^{\text{m}}$

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: $+3,31^{\text{m}}$

Temperatura efektywna: układ: 9000 K

karzeł 30 razy jaśniejszy od Słońca; odległa od Ziemi o ok. 81 lat świetlnych.

**

Menelaos z Aleksandrii, Menélaos, żył na przeł. I i II w., gr. astronom, fizyk i matematyk; działał ok. 98 r. n.e. w Rzymie; jeden z twórców trygonometrii sferycznej, którą wyodrębnił ze stereometrii i astronomii; z dzieł Menelaosa ocalały tylko fragmenty arabskiego przekładu dzieła *Sphairiká*.

**

Menkalinan [arab.], β *Aurigae*, druga pod względem jasności gwiazda w gwiazdozbiornie Woźnicy;

Oznaczenie: β *Aurigae*

Rodzaj obiektu: gwiazda podwójna (jaśniejszy składnik gwiazdy)

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; [Woźnica](#)

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: $5^{\text{h}} 59^{\text{m}} 32^{\text{s}}$ deklinacja: $44^{\circ} 57' 82,1$ l.św. = 25 pc = 5 192 004 AU

Typ widmowy i klasa jasności: A2IV

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: -
0,2^m

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: +1,9^m

Temperatura efektywna: temperatura składników układu lub gwiazdy pojedynczej: 9000 K

jasność widoma 1,90^m; podobnym 100 razy jaśniejszy od Słońca; odległa od Ziemi o 82,1 lat świetlnych.

**

Menkar [arab.], α *Ceti*, druga pod względem jasności gwiazda w gwiazdozbiornie Wieloryba,

Oznaczenie: α *Ceti*

Rodzaj obiektu: gwiazda pojedyncza

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; [Wieloryb](#)

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: $3^{\text{h}} 02^{\text{m}} 17^{\text{s}}$ deklinacja: $4^{\circ} 06' 220$ l.św. = 67 pc = 13 912 800 AU

Typ widmowy i klasa jasności: M2III

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: -
1,61^m

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: +2,53^m

Temperatura efektywna: układ: 3700 K

jasność widoma 2,53^m; olbrzym 1500 razy jaśniejszy od Słońca; odległa od Ziemi o 220 lat świetlnych.

**

Menzel [mɛncɛɪ] DONALD HOWARD, ur. 11 IV 1901, Florence (stan Kolorado), zm. 14 XII 1976, amer. astrofizyk i heliofizyk; od 1938 profesor Harvard University w Cambridge; od 1954 dyr. Harvard Observatory; 1930 wykrył, że gwiazdy węglowe mają anormalnie dużą zawartość izotopu węgla ¹³C, 1931 wyznaczył skład chem.

chromosfery Słońca i udoskonalił metody obserwacji jej widma; oprac. teorię budowy korony i plam słonecznych oraz świecenia mgławic planetarnych.

**

Merak [arab.], β *Ursae Maioris*, gwiazda w gwiazdozbiornie Wielkiej Niedźwiedzicy, jedna z gwiazd Wielkiego Wozu;

Oznaczenie: β *Ursae Maioris*

Rodzaj obiektu: gwiazda pojedyncza

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; [Wielka Niedźwiedzica](#)

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: $11^{\text{h}} 01^{\text{m}} 51^{\text{s}}$ deklinacja: $56^{\circ} 23' 79,4$ l.św. = 24 pc = 5 021 256 AU

Typ widmowy i klasa jasności: A1V

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: $+0,41^{\text{m}}$

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: $+2,37^{\text{m}}$

Temperatura efektywna: układ: 9000 K

jasność widoma $2,37^{\text{m}}$; karzeł 70 razy jaśniejszy od Słońca; odległa od Układu Słonecznego o ok. 65 lat świetlnych.

**

Mercury [mɛ:'kju:ri], zapoczątkowana 1960 seria amerykańskich jednoosobowych statków kosmicznych, wykorzystanych do realizacji pierwszych balistycznych i orbitalnych lotów astronautów amerykańskich; także nazwa amerykańskiego programu astronautycznego, którego celem była realizacja tychże lotów z zadaniem sprawdzenia zachowania organizmu ludzkiego w warunkach lotu kosmicznych i podczas powrotu na Ziemię oraz przygotowanie astronautów i zdobycie doświadczeń technicznych i organizacyjnych potrzebnych do realizacji kolejnych lotów załogowych w ramach programów [Gemini](#) i [Apollo](#). W 1960–62 zrealizowano łącznie 10 lotów statków tego typu (w 6 z nich z astronautą na pokładzie), w tym pierwszy lot balistyczny astronauty amerykańskiego (A. Shepard, 1961 w statku Mercury 3) oraz pierwszy lot kosmiczny (orbitalny) Amerykanina (J. Glenn, 1962 w statku Mercury 6).

**

Merecki FRANCISZEK ROMUALD, ur. 1860, Wilkomierz (Litwa), zm. 11 IV 1922, Warszawa, matematyk, astronom, klimatolog; od 1908 czł. TNW; 1890–1915 pracownik Centralnej Stacji Meteorol. przy Muzeum Przemysłu i Rolnictwa w Warszawie oraz 1903–08 czł. stałej Komisji Meteorol. zarządzającej tą stacją i kier. podległej jej Warsz. Sieci Meteorol. (znacznie przyczynił się do jej rozwoju); 1898–1912 kier. Obserwatorium Astr. im. Jana Jędrzejewicza w Warszawie; autor kilkudziesięciu prac z dziedziny astronomii i klimatologii, m.in. dzieła będącego najobszerniejszą do czasów obecnych monografią klimatu Polski *Klimatologia ziem polskich* (1915).

**

Mergentaler JAN, ur. 1901, zm. 1995, astronom; profesor Uniw. Wrocław. i dyr. jego obserwatorium astr.; prace z heliofizyki.

**

Merkury, symbol ☿, *astr.* najbliższa Słońca i najszybciej poruszająca się po niebie planeta Układu Słonecznego.

podstawowe dane

masa: $3,3 \cdot 10^{23}$ kg (ok. 0,055 masy Ziemi)

średnia gęstość: $5,43 \text{ g/cm}^3$

promień równikowy: 2 439 km

promień orbity: 58 mln km

okres obiegu wokół Słońca: 88 dni ziemskich

prędkość ucieczki: 4,3 km/s

księżyce: brak

atmosfera

brak

temperatura powierzchni: od ok. 430°C do ok. -180°C

Symbol: ☿

Odległość od Słońca: 46 mln km (0,307487 AU); 70 mln km (0,467914 AU);
58 mln km (0,387701 AU)

Okres obiegu wokół Słońca (w latach): 0,24

Okres obrotu (w godzinach): 1407

Masa planety: $0,33022 \cdot 10^{24}$ kg (0,055276 · masa Ziemi)

Średnia gęstość: $5,500 \text{ g/cm}^3$

Jądro planety: żelazo

Atmosfera planetarna: hel, wodór; temperatura na powierzchni: od 100 K do 650 K — od -173°C do 377°C ; ciśnienie: bardzo małe

Satelity naturalne: 0

Odkrycie: znany od starożytności

Loty kosmiczne badające planetę: Mariner 10 (misja bez lądowania, ok. 3000 szczegółowych obrazów powierzchni planety, badania atmosfery, pola magnetycznego oraz promieniowania korpuskularnego w jej otoczeniu); MESSENGER (misja bez lądowania, doleci w okolice Merkurego na początku 2008)

Jedna z 5 planet widocznych gołym okiem (jasność zmienia się od $-1,9$ do $+1,7$ wielkości gwiazdowej), ze względu na bliskość Słońca może być dostrzeżony jedynie nisko nad horyzontem wkrótce po zachodzie lub tuż przed wschodem Słońca. Merkury okrąża Słońce po orbicie eliptycznej (mimośród 0,2), położonej w płaszczyźnie nachylonej do płaszczyzny ruchu Ziemi pod kątem 7° ; jego odległość od Słońca zmienia się od 0,31 AU w peryhelium do 0,47 AU w aphelium (średnia odległość wynosi 58 mln km). Okres obiegu Merkurego wokół Słońca trwa 0,24 roku (88 dni), a jego średnia prędkość orbitalna jest równa 48 km/s. Stwierdzona obserwacyjnie i nie dająca się wytłumaczyć w ramach mechaniki newtonowskiej część powolnego obrotu linii apsyd orbity Merkurego, znalazła wyjaśnienie w ogólnej teorii względności, stając się jednym z pierwszych przyrodniczych dowodów jej słuszności.

Merkury jest najmniejszym obiektem wśród planet grupy ziemskiej; promień równikowy Merkurego wynosi 2439 km, czyli mniej niż 0,4 promienia Ziemi. Merkury wolno rotuje wokół osi niemal prostopadłej do płaszczyzny orbity, a okres obrotu,

równy 58,6 doby, stanowi $\frac{2}{3}$ okresu jego obiegu dookoła Słońca. Doba na Merkurym trwa zatem 176 dób ziemskich i jest 2-krotnie dłuższa od roku merkuriańskiego. Ten osobliwy rezonans jest wynikiem oddziaływań pływowych Słońca (pływy) na glob planety. Masa Merkurego jest ponad 6 mln razy mniejsza od masy Słońca i wynosi $3,3 \cdot 10^{23}$ kg, a średnia gęstość materii, z której jest zbudowany, równa $5,43 \text{ g/cm}^3$, jest tylko nieznacznie mniejsza od średniej gęstości Ziemi. Prędkość ucieczki z powierzchni planety wynosi 4,3 km/s.

Model struktury wnętrza globu Merkurego wskazuje, że ok. 70% masy planety stanowi żelazo skupione w stosunkowo dużym jądrze (o promieniu ok. 1800 km), otoczonym płaszczem krzemianowym i cienką skorupą pokrytą kilkumetrową warstwą pyłu. Albedo powierzchni wynosi niespełna 6%. Dzięki sondzie kosmicznej Mariner 10 (Mariner), która 1974 3-krotnie zbliżyła się do Merkurego, wiadomo, że na powierzchni planety, oprócz licznych kraterów uderzeniowych, występują m.in. łagodnie pofałdowane równiny, wysokie (do 3 km) urwiska, rowy ciągnące się setki km. Temperatura powierzchni Merkurego zmienia się od ok. 430°C w dzień, gdy planeta znajduje się najbliżej Słońca, do ok. -180°C w nocy. Merkury jest pozbawiony atmosfery; jej brak uzasadnia nie tylko niewielka masa planety, ale także słaby magnetyzm. Dipolowe pole magnetyczne Merkurego, którego oś jest odchylona o 14° od osi jego obrotu, ma natężenie mniejsze od ziemskiego o 2 rzędy wielkości. Niewielka magnetosfera Merkurego sięga w kierunku Słońca na odległość 1,1 promienia planety. Merkury nie ma satelitów.

**

Merope [gr.], 23 Tauri, gwiazda w gwiazdozbiornie Byka;

Oznaczenie: 23 Tauri

Rodzaj obiektu: gwiazda pojedyncza

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; Byk

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: $3^{\text{h}} 46^{\text{m}} 19^{\text{s}}$ deklinacja: $23^\circ 57' 360 \text{ l.św.} = 110 \text{ pc} = 22 766 400 \text{ AU}$

Typ widmowy i klasa jasności: B6IV

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: $-1,07^{\text{m}}$

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: $+4,18^{\text{m}}$

Temperatura efektywna: układ: 14000 K

wchodzi w skład gromady Plejad; jasność widoma $4,18^{\text{m}}$; jest olbrzymem 600 razy jaśniejszym od Słońca; odległa od Ziemi o 360 lat świetlnych.

**

Messenger [męsindżɛ], amerykański próbnik kosmiczny przeznaczony do badań Merkurego; po starcie z Ziemi 3 VIII 2004 i przelotach koło Ziemi (VIII 2005), dwukrotnie koło Wenus (X 2006, VI 2007) i trzykrotnie koło Merkurego w odległości ok. 200 km od powierzchni (I 2008, X 2008, IX 2009) Messenger został wprowadzony na orbitę wokół docelowej planety (III 2011), aby przez ok. 12 miesięcy (2 dni merkuriańskie) wykonać fotograficzną mapę całej powierzchni planety oraz poznać jej właściwości fizyczne i skład chemiczny.

**

Messier [mesję] CHARLES, ur. 26 VI 1730, Badonviller (dep. Meurthe-et-Moselle), zm. 12 IV 1817, Paryż, astronom francuski; 1763–1802 odkrył 13 komet; w rozprawach fr. Akad. Nauk 1771 opublikował pierwszy katalog obiektów mgławicowych (*Catalogue des nébuleuses et des amas d'étoiles*) obejmujący liczne mgławice, galaktyki i gromady gwiazd, który uzupełniał w kolejnych wznowieniach; w katalogu litera M poprzedza numer obiektu.

**

metan [gr.], CH₄, związek org., najprostszy nasycony węglowodór alifatyczny (alkany); bezb., palny gaz, bez smaku i zapachu; temperatura wrzenia –164°C; z powietrzem lub tlenem tworzy mieszaniny wybuchowe; składnik gazu ziemnego, gazu węglowego, wchodzi w skład gazów występujących w kopalniach węgla i może być przyczyną wybuchów i pożarów w kopalniach, jest także gł. składnikiem gazu błotnego (stąd często jest nazywany **gazem kopalnianym** lub **błotnym**); m. powstaje w wyniku beztlenowej fermentacji celulozy pod wpływem bakterii metanowych; należy do tzw. gazów cieplarnianych, których obecność w atmosferze ziemskiej przyczynia się do powstawania efektu cieplarnianego; w postaci hydratu występuje na dnie oceanów, jest także uwięziony w postaci klatratów w wiecznej zmarzlinie; otrzymywany też syntetycznie; stosowany gł. w syntezie chem. (np. do otrzymywania pochodnych chlorowych), jako składnik gazu miejskiego oraz do wytwarzania wodoru, gazu syntezowego, acetylenu.

**

meteor [gr.], *astr.* smuga świetlna pojawiająca się niespodziewanie w dowolnym miejscu nieba i trwająca od ułamka do kilku sekund, będąca śladem przelotu przez atmosferę ziemską meteoroidu (**meteoroidy**); potocznie — spadająca gwiazda. Zjawisko meteoru zachodzi w odległości od ok. 160 do 15 km od powierzchni Ziemi i jest wynikiem świecenia zarówno par ulatniających się z rozgrzanej do temperatury wrzenia powierzchni meteoroidu, który pokonuje opór atmosfery z prędkością kilkudziesięciu km/s, jak też gazów atmosfery zjonizowanych wzdłuż trasy jego przelotu. Zjawisku meteoru towarzyszy stopniowe niszczenie meteoroidu, niekiedy jego pozostałości spadają na Ziemię (**meteoryty**). Przeciętnie w ciągu godziny można dostrzec 6–15 meteorów (więcej nad ranem niż wieczorem). Gdy Ziemia przechodzi przez strumień meteoroidów, liczba pojawiających się meteorów wzrasta. Meteory pochodzące z jednego strumienia tworzą na niebie tzw. **rój meteorów**, a punkt sfery niebieskiej, z którego wydają się wylaływać, to tzw. radiant roju (nazwa roju pochodzi zwykle od nazwy gwiazdozbioru, w którym znajduje się jego radiant). Przejście Ziemi przez gęsty strumień meteoroidów może powodować bardzo obfity rój meteorów, zwany **deszczem meteorów**.

**

meteoroidy [gr.], najmniejsze spośród małych ciał Układu Słonecznego, których — w przeciwieństwie do planetoid i komet — nie można bezpośrednio zobaczyć; o ich istnieniu świadczą przede wszystkim **meteory**, a także liczne kraterki uderzeniowe widoczne na powierzchni Księżyca, planet, ich satelitów i planetoid, będące zwykle konsekwencją spadku na te obiekty meteoroidów. Meteoroidy są małymi okruchami materii (o typowych rozmiarach od ułamków milimetrów do dziesiątków metrów), powstałymi np. podczas rozpadów planetoid wywołanych ich zderzeniami lub w wyniku ewolucyjnego rozkruszania się jąder kometarnych. Meteoroidy krążą wokół

Słońca po różnorodnych orbitach; te, które znajdują się w pobliżu Ziemi, wpadają do jej atmosfery, powodując zjawisko meteoru. Meteoroidy pochodzenia kometarnego, rozpraszające się wzdłuż orbity macierzystej komety, tworzą tzw. **strumień meteoroidów**; gdy Ziemia w swym ruchu wokół Słońca przechodzi przez taki strumień, liczba meteoroidów wpadających do atmosfery wzrasta i na niebie można zobaczyć rój meteorów. Ocenia się, że w ciągu doby do atmosfery ziemskiej wpada kilkaset milionów meteoroidów z prędkościami od 12 km/s do 72 km/s (w zależności od tego, czy Ziemię doganiają, czy podążają jej naprzeciw). Ogromna większość z nich, rozgrzana w wyniku tarcia, spala się w górnych warstwach atmosfery, natomiast bardziej masywne wnikają głębiej, powodując świecenie otaczających je gazów atmosfery. Nieliczne spośród docierających do Ziemi meteoroidów są w stanie przetrwać przelot przez atmosferę i dotrzeć do powierzchni Ziemi. Pozostałości meteoroidów, które spadły na Ziemię, nazywa się meteorytami.

**

meteorologia satelitarna, dział meteorologii obejmujący metody obserwacji zjawisk atmosf. i przeprowadzania pomiarów meteorol., wykorzystujące sztuczne satelity Ziemi.

**

Meteory

Zatrzymajmy wzrok na niebie przez kilkadziesiąt sekund. Starajmy się patrzeć szeroko, nie koncentrując wzroku na szczegółach. Na pewno zobaczymy błysk, jasne wąskie cięcie trwające pół sekundy, sekundę. Jeśli będziemy mieli szczęście lub będziemy wytrwali, z pewnością zobaczymy i takie błyski, które trwają po kilka sekund, bardzo jasne. Cechą charakterystyczną odróżniającą meteor od satelity, czy światła samolotu jest właśnie czas widzenia. Meteor to krótki błysk trwający od ułamka sekundy do kilku sekund. Satelita, czy samolot to sunąca po niebie lampka o stałej lub pulsującej (samolot) jasności.

Starajmy się dokładnie sprawdzić, czy to, co widać jako meteor, to bardzo szybko poruszający się świecący punkt, czy krótko świecąca linia.

Jeśli meteor jest jasny, widać wyraźnie, że świeci linia, smuga. Bardzo jasny meteor może spowodować powstanie smugi na tyle długo trwającej (kilka, kilkanaście sekund), że widać jej deformowanie się pod wpływem ruchu powietrza.

Czy widać jakąś zależność długości i czasu trwania śladu od jego jasności?

Ślady jaśniejsze są na ogół dłuższe i dłużej trwające. Większy kamyczek niesie ze sobą większą energię kinetyczną, więcej tej energii będzie wytracone poprzez tarcie wzdłuż drogi przez atmosferę, ogrzana będzie większa masa powietrza, smuga będzie dłuższa, jaśniejsza i dłużej trwająca (chłodzenie rozgrzanego powietrza będzie dłużej trwało).

Czy kierunki śladów meteorów są chaotyczne, czy też widać jakiś ład? A może zobaczyć można jedno i drugie?

W zależności od daty obserwacji można zobaczyć, że kierunki linii meteorów na niebie będą zupełnie chaotyczne (meteory sporadyczne), albo wystąpić może pomieszanie chaosu i uporządkowania. Uporządkowanie polegać będzie na tym, że ślady części meteorów leżą na prostych wychodzących z jednego punktu na niebie. Zbiór takich meteorów nazywa się rojem meteorów, zaś punkt przecięcia prostych,

na których leżą ślady takich meteorów nazywa się radiantem roju. Nazwę roju tworzy się od nazwy gwiazdozbioru, w którym położony jest radiant.

Roje meteorów, to strumienie na ogół drobnych meteoroidów (ułamki grama) o prędkościach prawie równoległych, krążących wokół Słońca. Wzajemna odległość meteoroidów w strumieniu wynosi od kilkadziesiątu do kilkuset kilometrów.

Analiza zgodności torów takich strumieni z orbitami niektórych komet prowadzi do wniosku, że ich źródłem są komety, a ściślej jądra komet. To była jedna z przesłanek, na podstawie której orzekano, że jądra komet składają się z drobnych okruchów skalnych zespolonych zamrożoną wodą i zestalonymi gazami, np. dwutlenkiem węgla, cyjanowodorem, metanem. O obecności w jądrze komety wody i wspomnianych gazów wiadomo z badania widm głowy i warkocza. Głowa i warkocz pojawiają się, gdy kometa jest blisko Słońca; zewnętrzne warstwy lodowej bryły sublimują; pojawia się gaz a jednocześnie uwalniają się okruchy skalne. Powstały gaz i najdrobniejsze pyłki spychane są przez wiatr słoneczny poza głowę komety. Część światła słonecznego jest przez głowę i ogon rozpraszana (widmo ciągłe) a część jest pochłaniana i wyświecana (linie widmowe charakterystyczne dla gazowych pierwiastków głowy i ogona).

Zjawisko radiantu (zbiegania się torów meteorów) tłumaczy się perspektywą. Obserwator stojący w pęku prostych równoległych (lub odcinków tych prostych) będzie je widział jako zbiegające się.

Andrzej Branicki

**

meteoryty [gr. *metéōros* 'unoszący się w powietrzu'], okruchy i bryły skalne lub metaliczne, o masie od kilku g do kilkadziesiątu t, spadłe na Ziemię z przestrzeni kosmicznej. Są produktami rozpadu **meteoroidów**, które po wtargnięciu do atmosfery ziemskiej pod wpływem oporu powietrza rozgrzewają się w warstwach powierzchniowych aż do temperatury wrzenia i częściowo wyparowują, rozsypując się przy tym często na mniejsze części spadające w postaci deszczu m.; dzienny opad materii meteorytowej szacuje się na 100–1000 t, z czego większość stanowi drobny pył kosm., dostrzegalny np. na pokrytych śniegiem obszarach podbiegunowych. Masa największego z dotychczas odzyskanych m. (w okolicach Hoba w Namibii) wynosi ok. 60 t. Najstojniejsze spadki wielkich m. w XX w.: meteoryt Tunguski (30 VI 1908, Syberia), m. Sichtealiński (12 II 1947, Rosja — Daleki Wschód). W Polsce — m. Pułtuski (30 I 1868), m. Łowicki (12 III 1935); największy m. znaleziony w Polsce (1958 we wsi Morasko k. Poznania) ma masę 78 kg. Wielkie m. zderzając się z powierzchnią Ziemi powodują powstanie zagłębień zw. kraterami meteorytowymi, np. krater Chubb na Labradorze, o średnicy 3,4 km i głęb. 500 m.; zderzenia z dużymi m. o średnicy kilku km miały miejsce w przeszłości geol., np. ok. 65 mln lat temu w efekcie takiej eksplozji powstał na obszarze północnego Jukatana krater Chicxulub śred. ok 200 km.

Na podstawie składu chem. i mineralnego meteoryty dzieli się na 3 gł. grupy: żelazne (**syderyty**), kam. (**aerolity**) i żelazno-kam. (syderolity); niekiedy do m. bywają zaliczane drobne, kuliste ciała szkliste (tektyty), nigdy jednak nie zauważono ich spadku i nie ma pewności co do ich pozaziemskiego pochodzenia. W m. występują te same pierwiastki chem., które są znane na Ziemi, również skład izotopowy tych pierwiastków jest taki sam, co świadczy o wspólnym pochodzeniu materii Układu Słonecznego. W składzie m. wykryto ok. 300 minerałów, z których część to pospolite składniki skał skorupy ziemskiej (np. oliwiny, plagioklasy, magnetyt, chromit), część zaś w skorupie ziemskiej nie występuje (np. związki żelaza z niklem), przypuszcza

się jednak, że istnieją one na Ziemi na bardzo wielkich głębokościach, gł. w jądrze Ziemi. Metodami geochronologii izotopowej określono wiek większości m. na 4,7 mld lat, natomiast najstarsze znane skały na Ziemi mają wiek 3,8 mld lat; meteoryty jako najstarsze dostępne badaniom ciała naturalne pozwalają na poznawanie wczesnej historii Układu Słonecznego.

**

Metis, księżyc Jowisza, pierwszy, licząc wg rosnącej odległości od planety.

**

Metona cykl, cykl księżycowy, okres obejmujący 19 lat, wprowadzony do rachuby czasu w Atenach 433 p.n.e. przez reformatora kalendarza, greckiego astronoma Metona; zauważył on, że w przybliżeniu (według współczesnych danych z dokładnością do 2 godzin) 19 lat zwrotnikowych (rok) jest równe 235 miesiącom synodycznym; po upływie cyklu Metona fazy Księżyca przypadają w takim samym dniu roku — dlatego cykl Metona bywał stosowany do obliczania daty Wielkanocy.

**

Mezozoik. Kontynenty oceany i klimat

Era mezozoiczna rozpoczęła się 245 mln lat temu, a skończyła 65 mln lat temu. W erze tej wyróżnia się trzy okresy (systemy): trias, jurę i kredę. Podział ten jest uzasadniony istnieniem trzech cykli sedymentacyjnych w zachodniej i środkowej Europie, gdzie utwory tej ery zostały najwcześniej zbadane i podzielone. Era mezozoiczna obejmuje wiek średni w dziejach Ziemi i została wydzielona na podstawie ewolucji świata organicznego. Dolna granica ery jest ciągle przedmiotem dyskusji, granica zaś górna wyznaczona została w związku z faktem masowego wymierania wielu grup zwierzęcych (amoniów, belemnitów, dinozaurów) i powszechnej regresji związanej z ruchami tektonicznymi w fazie laramijskiej orogenezy alpejskiej.

W ciągu 180 mln lat trwania ery mezozoicznej zmieniał się rozkład kontynentów i oceanów. Już w triasie rozpoczął się rozpad Pangei, w wyniku czego zaczęły stopniowo otwierać się nowe oceany Ziemi — najpierw Ocean Indyjski, a później Atlantyk. Do kredy niemal wszystkie kontynenty półkuli południowej oddzieliły się od siebie (z wyjątkiem Antarktydy i Australii) i zaczęły przemieszczać się w kierunku swych współczesnych pozycji. Od gondwańskich wybrzeży Tetydy kolejno odrywały się bloki skorupy kontynentalnej, które wędrowały ku północnym, azjatyckim jej brzegom, do których zostały przyłączone, a w miejscu połączenia powstały mezozoiczne pasma fałdowe. Ruch kontynentów wpływał też na zmiany klimatyczne na nich zachodzące.

W erze mezozoicznej miało miejsce kilka faz orogenicznych, które w południowej i wschodniej Azji (np. fazy kimeryjskie) oraz Ameryce Północnej i Południowej (np. faza newadyjska i laramijska) miały rangę orogenezy.

Ruchy tektoniczne zachodzące na kuli ziemskiej po wczesnym triasie wchodziły w skład alpejskiego cyklu tektonicznego, trwającego do dziś.

**

Włodzimierz Mizerski

Mezozoik. Życie

Życie w erze mezozoicznej zaczęło się bujnie rozwijać po kryzysie, jaki nastąpił w permie. W zbiornikach morskich dominowały mięczaki, a wśród nich największe znaczenie miały amonity; liczne były belemnity oraz ślimaki i małże. Dużą rolę odgrywały szkarłupnie (liliowce i jeżowce), bujnie rozwijały się koralowce, szczególnie sześciopromienne, budujące liczne rafy. Liczne były gąbki i otwornice, które niekiedy miały znaczenie skałotwórcze. Na lądzie dominowały gady, a wśród nich — dinozaury. Ssaki, które pojawiły się już w triasie, przez całą erę mezozoiczną żyły w cieniu gadów, a ich ewolucja była bardzo powolna. W triasie być może pojawiły się też pierwsze ptaki, choć pewne szczątki ptaków spotykamy dopiero w osadach jurajskich; bujnie ptaki rozwinęły się dopiero w kredzie. W świecie roślinnym zaszły zasadnicze zmiany w porównaniu z paleozoikiem. Na pierwszy plan wysunęły się rośliny nasienne — najpierw nagonasienne, a później okrytonasienne. Zmiany te nastąpiły już wcześniej — w późnym permie. Stąd też granica między erami, nazywanymi odpowiednio paleofityczną i mezofityczną, wyznaczona na podstawie zmian w świecie roślinnym, nie pokrywa się z granicą wyznaczoną na podstawie zmian w świecie zwierzęcym i przebiega w obrębie późnego permu.

Włodzimierz Mizerski

**

Mgławica Eta Carinae, duża, nieregularna mgławica gazowo-pyłowa znajdująca się wokół gwiazdy Eta Carinae w gwiazdozbiórze Kila; odległa od Układu Słonecznego ok. 6500 lat świetlnych.

**

Mgławica Krab, *astr.* → [Krab](#).

**

Mgławica w Andromedzie, *astr.* → [Wielka Mgławica Andromedy](#).

**

Mgławica Włóknista w Żaglu, rozległa mgławica w gwiazdozbiórze Żagla; zawiera silne źródło promieniowania rentgenowskiego (Vela X) oraz pulsar radiowy PSR 0833–45; stanowi pozostałość po wybuchu supernowej.

**

mgławice, obłoki gazu i pyłu międzygwiazdowego lub bardzo rozległe otoczki [gwiazd](#); dawniej także nazwa [galaktyk](#) (mgławice pozagalaktyczne). Mgławice są obserwowane dzięki procesom oddziaływania ich materii z promieniowaniem gwiazd stowarzyszonych, tzn. znajdujących się wewnątrz lub w sąsiedztwie mgławic. Z punktu widzenia podstawowych charakterystyk obserwacyjnych rozróżnia się mgławice emisyjne, mgławice refleksyjne i ciemne obłoki. Inny podział, odzwierciedlający naturę obiektów i pochodzenie materii mgławicowej, wyróżnia np. obłoki HII, mgławice planetarne, protomgławice planetarne. Źródłem świecenia **mgławicy emisyjnej** są procesy jonizacji i grzania gazu w wyniku absorpcji ultrafioletowego promieniowania gwiazd. **Mgławica refleksyjna** świeci w wyniku rozpraszania promieniowania stowarzyszonych gwiazd na ziarnach pyłu w mgławicy. **Ciemny obłok** zaznacza swoją obecność przez znaczne osłabienie lub wręcz wygaszenie promieniowania leżących za nim jasnych obiektów (duże skupiska gwiazd, rozległe mgławice emisyjne), które następuje w procesach pochłaniania i rozpraszania promieniowania na ziarnach pyłu w obłoku. **Obłok HII** jest

zjonizowanym obszarem (głównie wodoru — stąd nazwa) w rozległym, nieregularnym obłoku materii międzygwiazdowej, w którym zachodzą, lub zachodziły w niedalekiej przeszłości, procesy powstawania gwiazd. Świecenie obłoku jest wywołane promieniowaniem młodych, masywnych i gorących gwiazd stowarzyszonych z mgławicą. **Mgławica planetarna** to rozszerzająca się otoczka odrzucona przez gwiazdę o początkowej masie 1–8 mas Słońca w końcowym etapie ewolucji. Mgławice planetarne są typowymi mgławicami emisyjnymi, na ogół o wyraźnej sferycznej lub osiowej symetrii. **Protomgławica planetarna** jest obiektem, który w niedalekiej przyszłości (rzędu kilku tysięcy lat) stanie się mgławicą planetarną (obecnie gwiazda centralna nie jest jeszcze dostatecznie gorąca, by doprowadzić do jonizacji mgławicy).

**

Mgławice

Chmury gazu i pyłu występujące w przestrzeni międzygwiazdowej mogą być widoczne (po ich podświetleniu przez sąsiednie gwiazdy) jako malownicze mgławice na niebie. W XVIII w. nazwano je **mgławicami** i oznakowano literą M — od nazwiska twórcy pierwszego katalogu tych obiektów, Charlesa Messiera, z kolejnym numerem. Z biegiem czasu okazało się, że podobne, na pierwszy rzut oka, obiekty są w rzeczywistości bardzo różnymi twórcami — dobre instrumenty pozwoliły bowiem w katalogu Messiera, utworzonego wyłącznie na podstawie morfologicznego podobieństwa obiektów znajdujących się na niebie, znaleźć zarówno gromady gwiazd, jak i galaktyki, czy pozostałości po supernowych.

W oryginalnym katalogu Messiera znajdowały się tylko 102 obiekty, choć nadano im 103 numery, bo M102 było powtórzeniem 101.

Mgławice dzielimy je na jasne emisyjne (z gwiazdą w środku obłoku) i refleksyjne (rozpraszające światło gwiazd sąsiednich). Przykładem mgławicy pierwszego rodzaju jest Wielka Mgławica w Orionie, a drugiego — Plejady. Obłok pyłu może też zupełnie przesłonić światło gwiazd — mamy wtedy ciemne mgławice (np. mgławicę Koński Łeb).

Przestrzeń pomiędzy gwiazdami wypełnia materia gazowo-pyłowa stanowiąca około 10% masy Galaktyki. Nie jest ona jednorodna — skupia się głównie w ramionach spiralnych, a tam — w olbrzymich obłokach.

Magdalena Kożuchowska

**

Miaplacidus [arab.], β Carinae, druga pod względem jasności gwiazda w gwiazdozbiornie Kila;

Oznaczenie: β Carinae

Rodzaj obiektu: gwiazda pojedyncza

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; **Kil**

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: $9^{\text{h}} 13^{\text{m}} 12^{\text{s}}$ deklinacja: $-69^{\circ} 43'$ 111 l.św. = 34 pc = 7 019 640 AU

Typ widmowy i klasa jasności: A2IV

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: -1,00^m

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: $+1,68^m$

Temperatura efektywna: układ: 9000 K

jasność widoma $1,68^m$; podobnym 250 razy jaśniejszy od Słońca; odległa od Ziemi o 111 lat świetlnych.

**

Michajłow ALEKSANDR A., ur. 1888, zm. 1983, astronom rosyjski; dyr. obserwatorium astr. w Pułkowie; czł. AN ZSRR; prace z astrometrii i grawimetrii; skonstruował tzw. lunetę M. służącą do wyznaczania stałych aberracji i nutacji.

**

Michał Falkener z Wrocławia, ur. ok. 1460, zm. 1534, teolog, filozof i astronom; profesor Akad. Krak.; w filozofii zwolennik tomizmu; popularne podręczniki z astronomii.

**

Michałowski, *astr.* planetoida pasa głównego o numerze katalogowym 7747; odkryta IX 1987 (E. Bowell) i nazwana na cześć pol. astronoma Tadeusza Michałowskiego.

**

Michelson [mɪkɪlsən] ALBERT ABRAHAM, ur. 19 XII 1852, Strzelno (niem. Strelno), zm. 9 V 1931, Pasadena (stan Kalifornia), fizyk amerykański. 1889–92 profesor uniwersytetu w Cleveland, 1892–1929 — w Chicago; czł. Nar. Akad. Nauk w Waszyngtonie i in.; 1887 przeprowadził wraz z E.W. Morleyem doświadczenie mające na celu wykrycie wpływu ruchu Ziemi na prędkość światła, a pośrednio — sprawdzenie istnienia eteru kosmicznego będącego nośnikiem światła; negatywny wynik badania stał się doświadczalną podstawą teorii względności; za skonstruowanie precyzyjnej aparatury optycznej (m.in. interferometrów) oraz dokonane przy jej użyciu badania w dziedzinie spektroskopii i metrologii, 1907 otrzymał Nagrodę Nobla.

**

Michelsona–Morleya doświadczenie, doświadczenie wykazujące brak wpływu ruchu źródła światła na prędkość światła; było jedną z podstaw doświadczalnych szczególnej teorii względności; przeprowadzone 1887.

**

Mickiewicz, *astr.* planetoida pasa głównego o numerze katalogowym 5889; odkryta 1979 (N. Czernych) w obserwatorium astr. na Krymie i nazwana na cześć A. Mickiewicza.

**

miedź, Cu, *cuprum*, pierwiastek chemiczny o liczbie atomowej 29;

Symbol: Cu

Nazwa łacińska: Cuprum

Liczba atomowa: 29

Pierwiastek promieniotwórczy: nie

Grupa układu okresowego pierwiastków: 11 — miedziowce

Odkrycie: starożytność

względna masa atomowa 63,546; należy do grupy miedziowców; metal miękki, kowalny, ciągliwy, o barwie czerwonej; temperatura topnienia 1063,45°C, temperatura wrzenia 2567°C, gęstość 8,92 g/cm³; spośród pierwiastków czysta miedź jest najlepszym — po srebrze — przewodnikiem ciepła i elektryczności; w temperaturze pokojowej odporna na działanie suchego tlenu, także wodoru, azotu i węgla; w wilgotnym powietrzu pokrywa się patyną; ogrzewana reaguje z tlenem; roztwarza się w kwasach utleniających i — w obecności tlenu — w kwasach nieutleniających; stopnie utlenienia: głównie II (związki trwałe) oraz I, a niekiedy III i IV (związki nietrwałe); wodne roztwory związków miedzi mają barwę niebieską; rozpuszczalne związki miedzi są na ogół trujące; najważniejsze związki: tlenki (miedzi tlenki); siarczan (miedzi(II) siarczan(VI)); wodorotlenek Cu(OH)₂, stosowany jako składnik preparatów grzybobójczych, jego amoniakalny roztwór jest wykorzystywany w przemyśle włókienniczym (rozpuszcza celulozę); chlorek CuCl roztwarza się w stężonych roztworach chlorków litowców z wytworzeniem jonów kompleksowych [CuCl₂]⁻, mających zdolność wiązania tlenu węgla (ich roztwory są stosowane w analizie ilościowej gazów); miedź tworzy liczne związki koordynacyjne. Miedź występuje w organizmach roślin i zwierząt; należy do mikroelementów; w organizmie człowieka (70 kg) jest jej 70–150 mg, bierze udział w procesach enzymatycznych (głównie w reakcjach utleniania i redukcji) oraz w tworzeniu składników krwi; w organizmach niektórych zwierząt niższych wchodzi w skład białka przenoszącego tlen (hemocyjanina). W skorupie ziemskiej miedź jest mało rozpowszechniona; występuje w stanie rodzimym (rzadko) oraz tworzy ok. 250 minerałów, z których największe znaczenie mają: chalkopiryt, bornit, kowelin, chalkozyn, kupryt, malachit, azuryt. Bogate złoża rud miedzi występują w Legnicko-Głogowskim Okręgu Miedziowym. Rudy miedzi przerabia się metodami pirometalurgicznymi oraz hydrometalurgicznymi. Bardziej uniwersalna (stosowana zarówno w przypadku bogatych, jak i uboższych rud miedzi) metoda pirometalurgiczna polega na wytopie z rud z dodatkiem koksu i topników **kamienia miedziowego** — stopu siarczków miedzi(I) i żelaza(II); z roztopionego kamienia (temperatura topnienia 950–1100°C) uzyskuje się w konwertorze miedź surową, którą poddaje się oczyszczaniu, głównie rafinacji elektrolitycznej. Rudy polimetaliczne poddaje się przeróbce w zautomatyzowanych piecach o specjalnej konstrukcji, w których w sposób ciągły przebiegają procesy prażenia, topienia, konwertorowania.

Miedź jest stosowana m.in. do wyrobu przewodów elektrycznych (często zastępowana przez aluminium), obwodów drukowanych i części maszyn elektrycznych, do budowy aparatury dla przemysłu chemicznego i spożywczego (np. chłodnice, aparaty destylacyjne, kolumny rektyfikacyjne, kotły parowe) oraz w technologii materiałów mikro- i optoelektronicznych (wykorzystywanych m.in. w bateriach słonecznych, przełącznikach elektroakustycznych), a także do krycia dachów. Szerokie zastosowanie mają również stopy miedzi. Związki miedzi są używane m.in. do produkcji farb, do barwienia szkła i porcelany, do wytwarzania powłok ochronnych (miedziowanie), mikronawozów oraz jako katalizatory, a także w lecznictwie. Miedź jest jednym z najstarszych metali poznanych przez człowieka.

**

Miedźwiedzki-Kowal MIKOŁAJ, ur. 4 II 1868, Ukraina, zm. 10 IV 1929, Warszawa, astronom i geodeta, generał; 1911–17 komendant szkoły topografów wojsk. w Petersburgu; ok. 1915 zbudował pierwszy w Rosji 24-metrowy komparator geodezyjny stosowany w pomiarach odległości w terenie za pomocą przyrządu Jaerdina; od 1924 pracownik Gł. Urzędu Miar w Warszawie; stworzył nowoczesne podstawy metrologii nauk. i grawimetrii w Polsce.

**

miesiąc, kalendarzowa jednostka rachuby czasu obejmująca 28–31 dni; miesiąc oparty na okresie pełnego cyklu faz Księżyca nazywa się **miesiącem synodycznym**; trwa on średnio 29 dni 14 h 44 min 3 s; właściwym okresem obiegu Księżyca wokół Ziemi jest **miesiąc gwiazdowy (syderyczny)**, po którego upływie Księżyc wraca do tego samego miejsca na tle gwiazd; wynosi on średnio 27 dni 7 h 43 min 11 s.

**

miesiąc gwiazdowy, miesiąc syderyczny, czas, po którego upływie Księżyc wraca do tego samego miejsca na tle gwiazd; trwa średnio 27 dni 7 h 43 min 11 s; właściwy okres obiegu Księżyca wokół Ziemi.

**

miesiąc syderyczny → **miesiąc gwiazdowy**.

**

miesiąc synodyczny, okres pełnego cyklu faz Księżyca; trwa średnio 29 dni 14 h 44 min i 3 s; rozpoczyna się w dniu, w którym po raz pierwszy po nowiu ukazuje się sierp Księżyca.

**

Międzynarodowa Akademia Astronautyczna, ang. **International Academy of Astronautics** (IAA), instytucja międzynarodowa, założona 1960 z inicjatywy Międzynarodowej Federacji Astronautycznej, z siedzibą w Paryżu; celem IAA jest koordynacja badań kosmicznych i współdziałania na rzecz ich rozwoju; ma 4 wydziały: nauk podstawowych, nauk technicznych, nauk o życiu (bioastronautyka, prawo kosmiczne, historia astronautyki) oraz nauk społecznych; zajmuje się m.in. problematyką załogowych badań ciał niebieskich, ekonomią badań kosmicznych i ich zastosowań, problemami bezpieczeństwa w kosmosie i ratownictwa kosmicznego, możliwościami komunikacji z cywilizacjami pozaziemskimi, historią techniki raketowej i astronautyki. Członkami IAA są osoby fizyczne (ok. 1195 — 2010) z wielu państw, w tym z Polski. IAA współpracuje z Międzynarodową Federacją Astronautyczną, a także wybranymi narodowymi akademiami nauk; wydaje czasopismo „Acta Astronautica”.

**

Międzynarodowa Asocjacja Geodezji (MAG), ang. **International Association of Geodesy** (IAG), organizacja nauk. zajmująca się badaniami z dziedziny geodezji i dziedzin z nią związanych; zał. 1886 (pod nazwą Association Géodésique Internationale), rozwiązana w czasie I wojny świat., 1919 reaktywowana w ramach Międzynarodowej Unii Geodezji i Geofizyki; badania w ramach MAG dotyczą m.in.: wyznaczania pozycji, opracowywania technologii kosm., wyznaczania pola grawitacyjnego Ziemi.

**

Międzynarodowa Federacja Astronautyczna, ang. **International Astronautical Federation** (IAF), organizacja międzynar. z siedzibą w Paryżu, powołana 1950 podczas I Międzynar. Kongresu Astronautycznego (statut przyjęty 1952); skupia 48 krajów członkowskich i 200 czł. — nar. towarzystw astronautycznych (m.in. Pol. Tow. Astronautyczne), instytucji oraz przedsiębiorstw z dziedziny astronautyki (w tym firm lotn.-astronautycznych); IAF zajmuje się propagowaniem zagadnień związanych z pokojowym wykorzystaniem przestrzeni kosm.; jej rolą jest też oddziaływanie na świat. opinię publiczną za pomocą informacji i edukacji; organizuje doroczne Międzynar. Kongresy Astronautyczne; 1960 powołała Międzynar. Akad. Astronautyczną oraz Międzynar. Inst. Prawa Kosmicznego.

**

Międzynarodowa Federacja Lotnicza, fr. **Fédération Aéronautique Internationale** (FAI), organizacja zał. 1905, z siedzibą Sekretariatu Generalnego w Paryżu; gł. celem jest popieranie rozwoju sportu lotn.; zrzesza gł. aerokluby nar. (od 1927 Aeroklub Polski); zatwierdza międzynar. rekordy, ustala regulamin i przepisy, nadaje odznaczenia i dyplomy wybitnym pilotom i zasłużonym działaczom lotnictwa sport. oraz organizacjom; m.in. medale: Blériota, Lilienthala, de la Vauxa, Tissandiera, złoty Gagarina.

**

Międzynarodowa Stacja Kosmiczna, ang. **International Space Station**, międzynarodowa stacja kosmiczna pełniąca funkcję interdyscyplinarnego załogowego laboratorium kosmicznego; pierwszy człon stacji — rosyjski moduł ładunkowo-zasilający Zaria [‘zorca’] został wyniesiony na orbitę okołoziemską 20 XI 1998 za pomocą rakiety Proton, następnie XII 1998 został do niego dołączony amerykański moduł-łącznik Unity [‘jedność’] dostarczony w luku ładunkowym wahadłowca Endeavour. Międzynarodowa Stacja Kosmiczna jest obsadzona stale przez 2–3-osobowe (docelowo 7-osobowe) amerykańsko-rosyjskie załogi (pierwsza od XI 2000), odpowiedzialne za bieżącą obsługę techniczną urządzeń stacji i instrumentów badawczych; większe prace montażowe oraz eksperymenty naukowe i techniczne są wykonywane głównie przez międzynarodowe ekspedycje krótkoterminowe. W 2003 budowa Międzynarodowej Stacji Kosmicznej została przerwana z powodu wstrzymania lotów amerykańskich wahadłowców, będącego następstwem katastrofy wahadłowca Columbia (1 II 2003). Wznowienie lotów nastąpiło VII 2005 (Discovery). Międzynarodowa Stacja Kosmiczna krąży wokół Ziemi po prawie kołowej orbicie oddalonej od powierzchni ok. 350 km, w płaszczyźnie nachylonej do płaszczyzny równika pod kątem ok. 52° (2006 ma rozmiary 73 × 44,5 × 27,5 m i masę 187 t). Do 2006 w Międzynarodowej Stacji Kosmicznej kolejne załogi wykonały ok. 190 różnych eksperymentów naukowych i technicznych. W badaniach zakłóceń, jakie Międzynarodowa Stacja Kosmiczna wnosi w elektromagnetyczne otoczenie Ziemi uczestniczy Centrum Badań Kosmicznych PAN. W budowie i eksploatacji Międzynarodowej Stacji Kosmicznej bierze udział ok. 100 tysięcy osób i ok. 500 instytucji i firm z 16 krajów.

**

Międzynarodowa Unia Astronomiczna, ang. **International Astronomical Union** (IAU), organizacja nauk., zał. 1919, z siedzibą w Paryżu (początkowo w Brukseli);

zajmuje się koordynacją badań i rozwojem współpracy międzynarodar. w dziedzinie astronomii; współorganizuje i współfinansuje międzynarodar. sympozja i kolokwia; pracuje w 51 komisjach; Polska należy do IAU od 1922.

**

Międzynarodowe Biuro Czasu, fr. **Bureau International de l'Heure** (BIH), biuro zał. 1913 (w obecnej formie organizacyjnej od 1919), z siedzibą w Paryżu; koordynuje współpracę obserwatoriów astr., prowadzących regularne obserwacje w celu wyznaczania czasu; prowadzi systematyczne porównanie sygnałów czasu nadawanych drogą radiową przez obserwatoria nar. (m.in.: w Paryżu, Waszyngtonie, Moskwie, Genewie) i publikuje wykazy odpowiednich poprawek, tj. odchyleń tych sygnałów od czasu uniwersalnego.

**

migotanie gwiazd, scyntylacje, *astr.* szybkie zmiany jasności gwiazd spowodowane nieregularnymi ruchami atmosfery ziemskiej.

**

Migotanie gwiazd

Jeśli przez kilkanaście sekund zatrzymamy wzrok na niebie, łatwo zauważymy migotanie gwiazd.

Czy wszystkie gwiazdy migoczą? Czy intensywność migotania jest większa blisko horyzontu, czy w zenicie?

Zanim światło trafi do naszego oka, musi przejść przez atmosferę Ziemi. Jest to ośrodek bardzo niestabilny i zróżnicowany. Parametry optyczne powietrza zależą i od gęstości i od temperatury. Te zaś nieznacznie zmieniają się w przestrzeni, zmieniają się też w czasie. Gwiazdy mają prawie zerowe rozmiary kątowe, więc całe światło wpadające do naszego oka przechodzi przez te same masy powietrza. Zmienność ich własności optycznych powoduje zmiany kierunku (w lunecie widać wyraźnie drgania gwiazdy) i jasności. Im bliżej horyzontu, tym rozleglejsze masy powietrza musiało minąć światło, tym silniejszy efekt. Planety mają niewielkie rozmiary kątowe, widzimy ich tarcze. Jeśli planeta ma rozmiary kątowe np. 1', to proste poprowadzone od oka do naprzeciwległych punktów tarczy planety, oddalają się od siebie o 1 m już w odległości 3 km od oka. Światło od różnych fragmentów planety biegnie przez różne masy powietrza. Zmiany parametrów optycznych powietrza następują losowo, w sposób nieskoordynowany. Tak więc suma wszystkich promieni jest bardziej stabilna i pod względem kierunku, i pod względem jasności. Planety nie migoczą.

Andrzej Branicki

**

mikrokwazary, obiekty należące do naszej Galaktyki o właściwościach podobnych do właściwości **kwazarów**, choć wykazują je w znacznie mniejszej skali.

**

mikrometr astronomiczny, przyrząd mech. do pomiaru wzajemnego położenia na niebie bliskich sobie obiektów, których odległość kąтова jest rzędu minut łuku lub mniejsza; najprostszy był tzw. mikrometr nitkowy wynaleziony 1667 przez fr. astronoma A. Auzouta; obecnie m.a. zostały wyparte przez elektroniczne urządzenia do rejestracji i opracowywania obrazów.

**

Mikroskop, *Microscopium*, gwiazdozbiór nieba południowego;

Umiejscowienie na niebie: gwiazdozbiór nieba południowego

Obszar gwiazdozbioru (w stopniach kwadratowych): 210

w Polsce widoczna tylko jego północna część w lecie; nie zawiera jasnych gwiazd.

**

mikrosoczewkowanie grawitacyjne, *astr.* ugięcie wiązki światła odległej gwiazdy lub kwazara w pobliżu obiektu astronomicznego o masie typowej dla gwiazdy lub planety, znajdującego się między tą gwiazdą i obserwatorem; jest wynikiem wpływu pola grawitacyjnego obiektu (zwanego soczewką grawitacyjną) na wiązkę światła; zniekształcony obraz gwiazdy jest z reguły mniejszy od jednej tysięcznej sekundy łuku i nie może być obserwowany z wykorzystaniem dostępnych obecnie metod obserwacyjnych; natomiast może być obserwowane charakterystyczne, takie samo we wszystkich długościach fali, pojaśnienie gwiazdy, nierzadko kilkakrotne; obserwowanie zjawisk mikrosoczewkowania grawitacyjnego wykorzystuje się np. do poszukiwania **brązowych karłów** stanowiących część niewidocznej materii w galaktykach.

**

Milanković MILUTIN, ur. 1879, zm. 1958, jugosł. matematyk i astronom; zastosował metody mat. do rekonstrukcji warunków klim. panujących na Ziemi w dawnych epokach geol.; wyznaczone przez niego 4 minima temperaturowe odpowiadały gł. zlodowaceniom w czwartorzędzie.

**

Milne [miln] EDWARD ARTHUR, ur. 14 II 1896, Hull (Yorkshire), zm. 21 IX 1950, Dublin, bryt. matematyk, astrofizyk i kosmolog; profesor uniw. w Manchesterze i Oksfordzie; pionier badania ciśnienia w rozmaitych warstwach atmosfery gwiazd; oprac. teorię wyjaśniającą dużą gęstość białych karłów i teorię rozszerzającego się Wszechświata.

**

Mimas [gr.], *astr.* naturalny satelita Saturna; odkryty 1789 przez F.W. Herschela; powierzchnia globu jest pokryta licznymi kraterami, z których największy — Herschel — ma średnicę 130 km (średnica satelity ok. 300 km).

**

Mimosa, β *Crucis*, **Becrux**, *astr.* druga pod względem jasności gwiazda w gwiazdozbiórze Krzyża Południa;

Oznaczenie: β *Crucis*

Rodzaj obiektu: gwiazda podwójna (spektroskopowo podwójna)

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; **Krzyż Południa**

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: $12^{\text{h}} 47^{\text{m}} 44^{\text{s}}$ deklinacja: $-59^{\circ} 42' 35''$ l.św. = 109 pc = 22 450 200 AU

Typ widmowy i klasa jasności: B0IV

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: $-3,9^{\text{m}}$

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: +1,25^m

Temperatura efektywna: temperatura składników układu lub gwiazdy pojedynczej: 28200 K

zmienna, pulsująca; jasność widoma 1,25^m; olbrzym 3000 razy jaśniejszy od Słońca; odległa od Układu Słonecznego ok. 355 lat świetlnych.

**

minimum Maundera, zanik aktywności słonecznej 1645–1715, wykryty na podstawie dawnych obserwacji przez E.W. Maundera; wiąże się z nim znaczne ochłodzenie klimatu w Europie (tzw. mała era lodowcowa).

**

Minkowski RUDOLPH LEO, ur. 28 V 1895, Strasburg, zm. 4 I 1976, Berkeley (stan Kalifornia), syn Oskara, astronom amer., pochodzenia niemieckiego; 1931–35 profesor uniwersytetu w Hamburgu, 1935–60 w obserwatorium Mount Wilson i Mount Palomar, 1961–65 University of California w Berkeley; czł. Nar. Akad. Nauk w Waszyngtonie; wraz z W. Baadem, J. Boltonem i F. Smithem zidentyfikował (1948–51) wiele radioźródeł z galaktykami i mgławicami.

**

Minnaert [mɪna:rt] MARCEL GILLES JOZEF, ur. 12 II 1893, Brugia, zm. 26 X 1970, Utrecht, astronom holenderski; 1937–63 profesor uniwersytetu w Utrechcie; autor pionierskich prac z dziedziny teorii budowy atmosfer gwiazd, rozwinął i udoskonalił metodę krzywej wzrostu do badania składu chem. atmosfer Słońca i gwiazd; 1940 oprac. fotometryczny atlas widma słonecznego.

**

Mintaka, δ *Orionis*, jasna gwiazda w gwiazdozbiornie Oriona;

Oznaczenie: δ Orionis

Rodzaj obiektu: gwiazda podwójna (zaćmieniowy układ podwójny; jaśniejszy składnik gwiazdy)

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; [Orion](#)

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: 5^h 32^m 01^s deklinacja: -0° 18' 915 l.św. = 281 pc = 57 864 600 AU

Typ widmowy i klasa jasności: O9II

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: -4,99^m

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: +2,23^m

Temperatura efektywna: temperatura składników układu lub gwiazdy pojedynczej: 30000 K

jedna z Pasa Oriona; stanowi zaćmieniowy układ podwójny; jaśniejszy składnik jest olbrzymem 120 razy jaśniejszym od Słońca; odległa od Ziemi o 915 lat świetlnych.

**

Mir, rosyjska stacja kosmiczna przeznaczona do prowadzenia badań naukowych i eksperymentów technicznych; na orbitę okołoziemską został wprowadzony 20 II 1986 za pomocą rakiety Proton; wyposażona w 2 silniki, które umożliwiały dokonywanie samodzielnych manewrów w przestrzeni kosmicznej (np. zmiany orbity). Mir miał rozbudowany system węzłów cumowniczych, który umożliwiał przyłączanie do niego różnych obiektów, np. statków załogowych, bezzałogowych statków transportowych, laboratoriów specjalistycznych (np. laboratoriów astrofizycznych Kwant), i tym samym tworzenie złożonego kompleksu orbitalnego; na Mirze mogła jednocześnie pracować załoga licząca 5–6 astronautów. Mir został sprowadzony z orbity 21 III 2001; szczątki stacji, które nie spaliły się w atmosferze, spadły do Oceanu Spokojnego.

**

Mira Ceti, Mira, δ Ceti, **Cudowna**, gwiazda zmienna pulsująca leżąca w gwiazdozbiornie Wieloryba;

Oznaczenie: δ Ceti

Rodzaj obiektu: gwiazda pojedyncza

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; [Wieloryb](#)

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: $2^{\text{h}} 19^{\text{m}} 21^{\text{s}}$ deklinacja: $-2^{\circ} 59' 420$ l.św. = 129 pc = 26 560 800 AU

Typ widmowy i klasa jasności: M7III

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: $+0,92^{\text{m}}$

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: $+2,0^{\text{m}}$ (jasność waha się w zakresie 2,0 do 10,1)

Temperatura efektywna: układ: 3200 K

jasność widoma zmienia się od $2,0^{\text{m}}$ do $10,1^{\text{m}}$ w okresie 332 dni; odległa od Ziemi o 420 lat świetlnych; ma typ widmowy M7 III, temperaturę efektywną 3200 K; jest olbrzymem, średnio 100 tysięcy razy jaśniejszym od Słońca. Mira Ceti była pierwszą znaną gwiazdą zmienną pulsującą; jej zmienność odkrył 1596 D. Fabricius.

**

Mirach, Mirak, β Andromedae, druga pod względem jasności gwiazda w gwiazdozbiornie Andromedy;

Oznaczenie: β Andromedae

Rodzaj obiektu: gwiazda wielokrotna (najjaśniejszy składnik gwiazdy)

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; [Andromeda](#)

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: $1^{\text{h}} 09^{\text{m}} 44^{\text{s}}$ deklinacja: $35^{\circ} 37' 200$ l.św. = 61 pc = 12 648 000 AU

Typ widmowy i klasa jasności: M0III

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: $-1,87^{\text{m}}$

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: $+2,06^{\text{m}}$

Temperatura efektywna: temperatura składników układu lub gwiazdy pojedynczej: 3800 K

gwiazda wielokrotna; najjaśniejszy składnik ma jasność widomą $2,06^m$, jest olbrzymem 1400 razy jaśniejszym od Słońca; odległa od Ziemi o 200 lat świetlnych

**

Mirak, *astr.* → [Mirach](#).

**

Miranda, *astr.* naturalny satelita Urana; na powierzchni liczne kraterzy i długie szczeliny; odkryta 1948 przez G.P. Kuipera; badana przez sondę kosm. Voyager 2, która zbliżyła się do M. na odległość 29 tys. km.

**

Mirphak, **Mirfak**, α *Persei*, najjaśniejsza gwiazda w gwiazdozbiornie Perseusza;

Oznaczenie: α *Persei*

Rodzaj obiektu: gwiazda pojedyncza

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; [Perseusz](#)

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: $3^h 24^m 20^s$ deklinacja: $49^\circ 51' 59''$ l.św. = 181 pc = 37 311 600 AU

Typ widmowy i klasa jasności: F5Ib

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: - $4,5^m$

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: $+1,79^m$

Temperatura efektywna: układ: 6900 K

jasność widoma $1,79^m$; nadolbrzym 5000 razy jaśniejszy od Słońca; odległa od Ziemi o 590 lat świetlnych.

**

miry, *astr.* gwiazdy typu Mira Ceti, rodzaj gwiazd zmiennych pulsujących.

**

mit [gr. *mýthos* 'słowo', 'legenda'], opowieść sakralna stanowiąca fundament wierzeń w religiach naturalnych; w alegorycznej lub symbolicznej formie przedstawia początki świata bogów (teogonia), powstanie kosmosu (kosmologia), pojawienie się pierwszych ludzi, kultury i instytucji społecznych; wyjaśnia naturę oraz sens życia i śmierci, dobra i zła, a także ostateczne przeznaczenie człowieka i świata (eschatologia); pierwotnie przekaz ustny, w formie zapisanej stał się twórczym elementem twórczości literackiej; w literaturze mit ujawnia się na płaszczyźnie formy gatunkowej (epos, tragedia), topiki (np. topos złotego wieku), tematu, nadrzędnego sensu dzieła; współcześnie często rozumiany jako wytwór świadomości zbiorowej bliski ideologii.

**

Mitra [awestyjskie *mihra* 'pakt', 'przymierze'], słoneczne bóstwo indoirañskie; w wierzeniach starożytnych Persów bóg słońca, opiekun władców i wojowników; mity przypisują mu wiele niezwykłych czynów, m.in. ujarzmienie i zabicie prabyka — pierwszego stworzenia na Ziemi; było mu poświęcone święto równonocy jesiennej *Mitrakana* oraz miesiąc *mehra* (październik); Mitra należy też do panteonu bóstw

indyjskich; w hymnach indyjskich *Rygwedy* wymieniany wraz z Waruną jako opiekun ryty (ładu kosmicznego), także umów i układów, patron harmonii społecznej i przyjaźni, należał do grupy Aditjów; od I w. kult Mitry zaczął szerzyć się w Rzymie; w sztuce rozpowszechnił się temat Mitry zabijającego byka (reliefy kultowe w mitreach).

**

mitraizm, religia powstała w okresie partyjskim (III w. p.n.e.–III w. n.e.) w Azji Mniejszej; opierał się na kulcie boga słońca — Mitry i staroirackim dualizmie przyjmującym za zasadę bytu odwieczną walkę dobra ze złem, czyli w mitraizmie — ducha z materią; zawierał też elementy wierzeń chaldejskich (kult ciał niebieskich), później — gr.-rzymskich; idea czynnej walki ze złem (m.in. z materią, własną cielesnością — przez ascezę) i nakaz wewn. dyscypliny spopularyzowały mitraizm w państwie rzymskim (gł. w wojsku), gdzie był kultem uznawanym oficjalnie (II–V w. n.e.); mitraizm miał charakter ezoteryczny (7 kręgów wtajemniczenia), opierał się na misteriach (krwawe ofiary związane z obrzędami oczyszczenia).

**

Mizar, ζ , *Ursa Maioris*, gwiazda wielokrotna w gwiazdozbiore Wielkiej Niedźwiedzicy, jedna z gwiazd Wielkiego Wozu;

Oznaczenie: ζ Ursa Maioris

Rodzaj obiektu: gwiazda wielokrotna

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; [Wielka Niedźwiedzica](#)

Współrzędne i odległość od Ziemi: ζ^B UMa rektascensja: 13^h 23^m 56^s
deklinacja: 54° 56' 78,1 l.św. = 24 pc = 4 939 044 AU, ζ^A UMa rektascensja: 13^h 23^m 56^s
deklinacja: 54° 56' 78 l.św. = 24 pc = 4 932 720 AU

Typ widmowy i klasa jasności: A1V (ζ^B UMa), A (ζ^A UMa)

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej:
+0,28^m (ζ^B UMa), +3,0^m (ζ^A UMa)

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: +2,3^m (ζ^B UMa), +3,9^m (ζ^A UMa)

Temperatura efektywna: temperatura składników układu lub gwiazdy pojedynczej: ζ^B UMa — 9000 K

pierwsza odkryta (G.B. Riccioli, 1650) gwiazda wizualnie podwójna (każdy ze składników jest układem spektroskopowo podwójnym); najjaśniejszy składnik jest karłem o jasności widomej 2,27^m; odległa od Ziemi o 78 lat świetlnych.

**

Möbius AUGUST FERDINAND, ur. 17 XI 1790, Schulpforte, zm. 26 IX 1868, Lipsk, niem. matematyk i astronom; od 1816 profesor astronomii i mechaniki na uniwersytecie w Lipsku, od 1844 także profesor matematyki, a od 1848 również dyrektor tamtejszego obserwatorium; twórca podstaw geometrii rzutowej i topologii; 1827 wprowadził współrz. barycentryczne; 1858 zauważył istnienie powierzchni jednostronnych (wstęga Möbiusa); autor podręczników astronomii.

**

modele kosmologiczne → [kosmologiczne modele](#).

**

Mołnija, czterostopniowa sowiecka rakieta nośna wykorzystywana m.in. do wystrzelenia próbników kosm. serii: Łuna, Mars, Wenus.

**

Mołnija, nazwa serii sowieckich i ros. satelitów radiokomunikacyjnych (satelita telekomunikacyjny) przeznaczonych do retransmisji programów telewizyjnych, łączności telefonicznej i telegraficznej, przesyłania faksów i zdjęć, transmisji danych cyfrowych itp. Łączność całodobową zapewnia się przez równomierne rozmieszczenie na tej samej orbicie 3–4 satelitów; pierwszy satelita serii Mołnija (Mołnija1), został wprowadzony na orbitę 23 IV 1965; trzeci satelita tej serii (25 IV 1966) zapoczątkował wymianę (retransmisję) programów telew. z Francją, a następnie za pomocą kolejnych satelitów — łączność satelitarną z innymi państwami (m.in. z Polską), w ramach międzyn. sytemu łączności satelitarnej Intersputnik; 1974–2004 umieszczono na orbitach ponad 50 satelitów generacji Mołnija 3, obecnie (2005) służących gł. do łączności wojskowej.

**

montaż horyzontalny, *astr.* sposób zamocowania teleskopu umożliwiający jego obrót dokoła 2 prostopadłych osi, pionowej i poziomej.

**

montaż paralaktyczny, montaż równikowy, *astr.* sposób zamocowania teleskopu umożliwiający jego obrót wokół 2 prostopadłych osi, z których jedna jest skierowana równoległe do osi świata, a druga leży w płaszczyźnie równika.

**

Montaż paralaktyczny

Montaż paralaktyczny jest to konstrukcja mechaniczna mocująca lunetę, teleskop tak, aby śledzenie za przesuującą się gwiazdą wymagało obrotu tylko wokół jednej osi. Aby to zapewnić, jedna z osi musi pokrywać się z osią obrotu nieba. Tę oś nazywa się osią godzinną. Druga oś obrotu jest do niej prostopadła. Najczęściej montaż paralaktyczny zaopatrzony jest w silnik obracający lunetę wokół osi godzinnej z prędkością kątową równą prędkości obrotu nieba. Wtedy przy dokładnym ustawieniu montażu (oś godzinna powinna być równoległa do osi obrotu nieba) luneta nieustannie podąża za wybranym obiektem.

Andrzej Branicki

**

Montu, w religii egipskiej lokalne bóstwo regionu Teb; patron czynów wojennych faraona; popularny w czasach Średniego i Nowego Państwa (ok. XX–XI w. p.n.e.), gdy powstawało egipskie imperium; wcieleniem Montu był byk Buchis (czczony w Armant); w sztuce przedstawiany jako faraon (ewentualnie człowiek w stroju król.) z głową sokoła, w koronie złożonej z dysku słonecznego i 2 wysokich piór.

**

Morgan [mɔ:ˈgɔɹn] WILLIAM WILSON, ur. 3 I 1906, Bethesda (stan Tennessee), zm. 21 VI 1994, Williams Bay (stan Wisconsin), astronom amerykański; 1947 profesor uniw. w Chicago, 1960–63 dyr. Yerkes and McDonald Observatories; wraz z Ph.C. Keenanem stworzył (1943) przyjęty obecnie system klasyfikacji widmowej gwiazd

(tzw. system *MK*); wraz z H.L. Johnsonem (1963) oprac. podstawowy system fotometrii gwiazdowej (tzw. system *UBV*), obecnie powszechnie stosowany.

**

Morley [mɔ:ˈli] EDWARD WILLIAMS, ur. 29 I 1838, Newark k. Nowego Jorku, zm. 24 II 1923, West Hartford (stan Connecticut), amer. fizyk i chemik; 1869–1908 profesor chemii w Western Reserve University w Cleveland; badał zawartość tlenu w atmosferze, określił ciężar właściwy tlenu i wodoru; wykonał z A.A. Michelsonem doświadczenie mające na celu wykrycie wpływu ruchu Ziemi na prędkość światła, a pośrednio sprawdzenie istnienia eteru kosm., będącego, jak sądzono, nośnikiem światła; negatywny wynik doświadczenia posłużył do obalenia hipotezy eteru i stał się doświadczalną podstawą teorii względności.

**

Mössbauera zjawisko, emisja lub absorpcja kwantów promieniowania γ przez jądra atomowe tworzące sieć krystaliczną ciała stałego (czyli w stanie związanym); zachodzi bez strat energii na odrzut jądra. Jądro atomowe nie związane, przechodząc ze stanu wzbudzonego o energii E do stanu podstawowego, emituje kwant γ o energii mniejszej od E o energię odrzutu jądra (zasady zachowania energii, pędu); podobnie — przechodząc ze stanu podstawowego do wzbudzonego, musi absorbować kwant o energii odpowiednio większej; gdy jądro jest fragmentem sieci krystal., energia odrzutu jądra jest pomijalnie mała (gdyż pęd przejmuje w tym wypadku cały kryształ) i jądro pochłania kwant o takiej częst., jaką ma kwant emitowany przez to jądro (tzw. pochłanianie rezonansowe); procesom takim odpowiadają bardzo wąskie linie emisyjne i absorpcyjne w widmie promieniowania γ . Z.M. znajduje wiele zastosowań, gł. w badaniach z dziedziny fizyki jądr., fizyki ciała stałego, chemii; wykorzystuje się je do pomiaru dipolowych momentów magnet., średniego czasu życia stanów jądr., do badania wiązań chem. w kryształach, przejść elektronowych w kryształach, struktury i dynamiki cząsteczek biologicznie czynnych i in.; posłużyło też do sprawdzenia wpływu grawitacyjnego pola Ziemi na energię fotonów. Zjawisko odkryte 1957 przez R.L. Mössbauera.

**

Mount Palomar Observatory [maʊnt pələˈma:ˈɔbzə:ˈwɔtri], obserwatorium astr. na Mount Palomar (na wys. 1706 m) w Kalifornii; zał. 1946 pod auspicjami California Institute of Technology; w M.P.O. znajduje się m.in. oddany do użytku 1948 tzw. teleskop Hale'a (o średnicy 508 cm) i kamera Schmidta; badania z zakresu fotometrii i spektroskopii astr. oraz pomiary prędkości radialnych gwiazd, mgławic, galaktyk i inne.

**

Mount Wilson Observatory [maʊnt ˈwɪlsn əbzə:ˈwɔtri], obserwatorium astr. na Mount Wilson (na wys. 1742 m) w Kalifornii; zał. 1904 z inicjatywy G.E. Hale'a, pod auspicjami i z funduszków Carnegie Institution of Washington; początkowo obserwatorium heliofiz., od 1908 również astrofizyczne; 1917–47 posiadało 2 największe na świecie teleskopy zwierciadlane o średnicach 254 cm i 152 cm.

**

Mucha, *Musca*, *astr.* mały gwiazdozbiór nieba południowego;

Umiejscowienie na niebie: gwiazdozbiór nieba południowego
Obszar gwiazdozbioru (w stopniach kwadratowych): 138

w Polsce niewidoczny.

**

Müller JOHANNES, astronom niem., → [Regiomontanus](#).

**

„N”

N [ang. *north* ‘północ’], symbol północy jako strony świata.

**

nadir [arab.], *astr.* punkt na sferze niebieskiej przeciwległy zenitowi.

**

nadolbrzymy, gwiazdy o największych znanych jasnościach i rozmiarach. Promienie nadolbrzymów są kilkadziesiąt do kilku tysięcy razy większe od promienia Słońca, a jasności 10^5 – 10^6 razy większe od jasności Słońca; typowe nadolbrzymy są gwiazdami o masach kilkadziesiąt razy większych od masy Słońca, które po wyczerpaniu wodoru w jądrze odeszły od ciągu głównego na [diagramie Hertzsprunga–Russella](#) i obecnie czerpią energię z przemian jądrowych cięższych pierwiastków; z zewnętrznych warstw atmosfery nadolbrzymów następuje intensywny wypływ materii w otaczającą przestrzeń (wiatr gwiazdowy); nadolbrzymy kończą ewolucję wybuchem [supernowej](#). Wśród nadolbrzymów wyodrębnia się tzw. **czerwone nadolbrzymy**, charakteryzujące się niską temperaturą powierzchni (3–4 tysiące K; temperatura gorących nadolbrzymów sięga 20 tysięcy K). W klasyfikacji widmowej nadolbrzymy należą do klasy jasności Ia lub Ib. Niektóre nadolbrzymy są gwiazdami pulsującymi; szczególnie duże znaczenie mają [cefeidy](#), służące do wyznaczania odległości we Wszechświecie. Wśród nadolbrzymów występują też mało masywne gwiazdy o masach podobnych do Słońca, przechodzące w trakcie swej ewolucji przez gałąź nadolbrzymów bezpośrednio przed stadium mgławicy planetarnej, po której zostają z nich [białe karły](#).

**

nadważkość, *fiz.* stan ciał materialnych występujący przy zwiększaniu ich ciężaru wskutek pojawienia się sił bezwładności; np. podczas startu statku kosm., w ruszającej do góry windzie.

**

Najada [gr.], *astr.* księżyc Neptuna, pierwszy licząc wg rosnącej odległości od planety.

**

Najefektywniejsze loty do Jowisza

Najefektywniejsze loty do Jowisza

Sonda	Data wystrzelenia/koniec misji	Rodzaj sondy, osiągnięcia:
Pioneer 10 (USA)	2 III 1973–4 XII 1973	P, 80 zdjęć Jowisza i jego księżyców
Pioneer 11 (USA)	5 IV 1973–3 XII 1974	P, dalej do Saturna
Voyager 1 (USA)	5 IX 1977–5 III 1979	P, dalej do Saturna
Voyager (USA)	20 VIII 1977–20 VIII 1979	P, dalej do Saturna
Ulysses (USA)	6 X 1990–II 1992	P, grawitacyjne, przeniesienie sondy pod płaszczyznę ekliptyki
Galileo (USA)	18 X 1989/7 XII 1995	O, Z
New Horizons (USA)	19 I 2006	P

Najefektywniejsze loty do planet, planetoid i komet — objaśnienia:

O — orbiter

L — lądownik

P — przelot

Z — sonda „zatapiająca” się w atmosferze planety jowiszowej.

**

Najefektywniejsze loty do komet

Najefektywniejsze loty do komet

Sonda	Data wystrzelenia/ koniec misji	Rodzaj sondy, osiągnięcia:
Wega 1	15 XII 1984/III 1986	P obok komety Halleya
Wega 2	21 XII 1984/III 1986	jak wyżej
Giotto	2 VII 1985/14 III 1986	P, zdjęcia komety Halleya z bliska
Stardust	7 II 1999/ I 2006?	P, próbki warkocza komety Wilda 2
Deep Impact/ EPOXI	12 I 2005/—	wystrzelenie pocisku w kometę Tempel 1; P obok komety 103P/Hartley
Rosetta	2 III 2004/—	badanie jądra komety 67P/Churyumov– Gerasimenko (2014)

Najefektywniejsze loty do planet, planetoid i komet — objaśnienia:

P — przelot

**

Najefektywniejsze loty do Marsa

Najefektywniejsze loty do Marsa

Sonda	Data wystrzelenia/ koniec misji	Rodzaj sondy, osiągnięcia
-------	------------------------------------	------------------------------

Mariner 4 (USA)	28XI1964/14 VII 1965	P, pierwsze zdjęcia
Mariner 9 (USA)	30 V 1971/12 XI 1971	O, 7000 zdjęć
Viking 1 (USA)	20 VIII 1975/20 VII 1976	O — tworzenie mapy L — poszukiwanie życia
Viking 2 (USA)	9 IX 1975–4 VIII 1976	jak wyżej
Mars Global Surveyor (USA)	7 XI 1996/12 IX 1997	O — dokładna mapa powierzchni
Mars Pathfinder (USA)	4 XII 1996/4 VII 1997	L, samobieżny pojazd Sojourner-Rover
Nozomi (Japonia)	3 VII 1998	O
Mars Odyssey (USA)	8 IV 2001	O — mapa powierzchni i rozmieszczenia minerałów
Mars Exploration Rover-Spirit (USA)	10 VI 2003–IX 2004	L — analiza atmosfery i gruntu, potwierdzenie dużego prawdopodobieństwa istnienia w przeszłości wody na Marsie
Mars Exploration Rover-Opportunity (USA)	7 VII 2003–IX 2004	L, jak wyżej
Mars Reconnaissance Orbiter (USA)	12 VIII 2005	O
Phoenix (USA)	4 VIII 2007/26 V 2008	L — poszukiwanie związków organicznych

Najefektywniejsze loty do planet, planetoid i komet — objaśnienia:

O — orbiter

L — lądownik

P — przelot

**

Najefektywniejsze loty do Merkurego

Sonda: Mariner 10 (USA)

Data wystrzelenia/koniec misji: 3 XI 1973–29 III 1961

Rodzaj sondy, osiągnięcia: 3-krotny przelot, 600 zdjęć

Sonda: Messenger (USA)

Data wystrzelenia/koniec misji: 3 VIII 2004/—

Rodzaj sondy, osiągnięcia: 3-krotny przelot, orbiter od III 2011

**

Najefektywniejsze loty do Neptuna

Sonda: Voyager 2 (USA)

Data wystrzelenia/koniec misji: 20 VIII 1979–25 VIII 1989

Rodzaj sondy: przelot

**

NASA , ang. **National Aeronautics and Space Administration** , organ rządowy USA odpowiedzialny za planowanie, koordynację, realizację i finansowanie programu badań kosmicznych oraz rozwoju astronautyki i lotnictwa cywilnego. Utworzony 1958 decyzją Kongresu USA, kontynuuje działalność Państwowego Komitetu Doradczego ds. Astronautyki; siedziba w Waszyngtonie; kieruje bezpośrednio pracą podległych mu 12 państwowych ośrodków badawczych: Ames Research Center, Dryden Flight Research Facility, Goddard Space Flight Center, Jet Propulsion Laboratory, Johnson Space Center, J.F. Kennedy Space Center ([Ośrodek Kosmiczny im. J.F. Kennedy'ego](#)), Langley Research Center, Lewis Research Center, Marsall Space Flight Center, Michoud Assembly Facility, National Space Technology Laboratories oraz Wallops Flight Facility. Działalność NASA skupia się na realizacji 5 zasadniczych programów, które dotyczą: techniki lotniczej i kosmicznej, badań kosmicznych i ich zastosowań, śledzenia lotów kosmicznych oraz systemów łączności i gromadzenia danych, a także komercyjnego wykorzystania badań i lotów kosmicznych. NASA prowadzi i nadzoruje ścisłą współpracę w dziedzinie astronautyki z różnymi państwami i agencjami kosmicznymi (m.in. z Europejską Agencją Kosmiczną). Najważniejsze przedsięwzięcia kosmiczne zrealizowane przez NASA obejmują: programy lotów załogowych Mercury, Gemini, Apollo (w tym realizację lądowania człowieka na Księżycu), budowę i eksploatację statków załogowych wielokrotnego użytku ([wahadłowiec](#)), konstrukcję i użytkowanie laboratoriów orbitalnych Skylab i Spacelab, misje próbników (m.in. Viking, Pioneer, Voyager, Galileo, Magellan, Ulysses, Ranger Surveyor), wprowadzenie do służby wielu specjalistycznych obserwatoriów astronomicznych, m.in. IUE, HEAO, HST ([teleskop kosmiczny Hubble'a](#)), a także szerokie praktyczne zastosowanie

sztucznych satelitów do celów użytkowych (w meteorologii, teledetekcji, telekomunikacji i in.).

**

Najefektywniejsze loty do planetoid

Najefektywniejsze loty do planetoid

Sonda	Data wystrzelenia/ koniec misji	Rodzaj sondy, osiągnięcia:
Galileo	18 X 1989/29 X 1991	P, obraz Gaspry
Galileo	18 X 1989/28 VIII 1993	P, obraz Idy
NEAR	17 II 1996/27 VI 1997	P, obraz Matyldy
NEAR	17 II 1996/23 XII 1998	P, obraz Erosa
Deep Space	24 X 1998/29 VII 1999	P. Braille
Stardust	7 II 1999/15 I 2006	P, fotografie planetoidy 5535 Annefrank
NEAR	14 II 2000/28 II 2001	O, pierwszy orbiter planetoidy
Hayabusa	9 V 2003/13 VI 2010	lądowanie na planetoidzie 25143 Itokawa i powrót na Ziemię
New Horizons	19 I 2006	P obok planetoidy 132524 APL

Najefektywniejsze loty do planet, planetoid i komet — objaśnienia:

O — orbiter

P — przelot

**

Najefektywniejsze loty do Saturna

Najefektywniejsze loty do Saturna

Sonda	Data wystartowania/koniec misji	Rodzaj sondy, osiągnięcia:
-------	---------------------------------	----------------------------

Pioneer 11 (USA)	5 IV 1973/1 IX 1979	P
------------------	---------------------	---

Voyager 2 (USA)	20 VIII 1977–25 VIII 1979	P, dalej do Urana
-----------------	---------------------------	-------------------

Voyager 1 (USA)	5 IX 1977–12 XI 1980	P
-----------------	----------------------	---

Cassini (USA)	15 X 1997–	O, Z
---------------	------------	------

Najefektywniejsze loty do planet, planetoid i komet — objaśnienia:

O — orbiter

L — lądownik

P — przelot

Z — sonda „zatapiająca” się w atmosferze planety jowiszowej.

**

Najefektywniejsze loty do Urana

Sonda: Voyager 2 (USA)

Data wystartowania/koniec misji: 20 VIII 1979–24 I 1986

Rodzaj sondy: przelot

**

Najefektywniejsze loty do Wenus

Najefektywniejsze loty do Wenus

Sonda	Data wystrzelenia/koniec misji	Rodzaj sondy, osiągnięcia:
Mariner 2 (USA)	27 VIII 1962/14 XII 1962	P, dane o temperaturze planety
Wieniera 4 (ZSRR)	12 VI 1965/18 X 1967	L, zgniecenie aparatury w atmosferze
Wieniera 7 (ZSRR)	17 VII 1970/15 XII 1970	L, godzinne nadawanie z powierzchni
Wieniera 8 (ZSRR)	27 III 1972/22 VII 1973	L
Wieniera 9 (ZSRR)	8 VI 1975/23 X 1975	O, L, pierwsze zdjęcie powierzchni
Wieniera 10 (ZSRR)	14 VII 1975/25 X 1975	O, L, drugie zdjęcie powierzchni
Pioneer Venus (ZSRR)	20 V 1978/4 XII 1978	O i 5 próbników atmosferycznych
Wieniera 13 (ZSRR)	30 X 1981/1 III 1982	L, barwne obrazy powierzchni
Wega 1 i 2 (ZSRR)	14 XII 1984–16 VI 1985	balony atmosferyczne
Magellan (USA)	4 V 1989/10 VIII 1995	O, L, szczegółowa mapa Wenus
Galileo (USA)	18 X 1989/10 II 1990	P — w drodze do Jowisza
Cassini (USA)	15 X 1997/1998 i 1999	P — w drodze do Saturna

Venus Express (UE) 9 XI 2005 O — badania atmosfery i aktywności sejsmicznej

MESSENGER 3 VIII 2004 (USA) P — dwukrotnie w drodze do Merkurego

Najefektywniejsze loty do planet, planetoid i komet — objaśnienia:

O — orbiter

L — lądownik

P — przelot

**

Największe planetoidy

Numer katalogowy	Nazwa	Rok odkrycia, odkrywca	Średnia średnica (km)	Okres obrotu (godz.)
1	Ceres	1801, G. Piazzi	941	9,075
2	Pallas	1802, H.W. Olbers	530	7,814
4	Westa	1807, H.W. Olbers	512	5,342
10	Hygiea	1849, A. De Gasparis	457	27,623
511	Dawida	1903, R. Dugan	344	5,129
704	Interamnia	1910, V. Cerulli	317	8,727
52	Europa	1858, H.M.S. Goldschmidt	303	5,632
87	Sylwia	1866, N. Pogson	277	5,184
15	Eunomia	1851, A. De Gasparis	272	6,083
65	Cybele	1861, E.W.L. Tempel	269	4,041

**

NASDA, ang. **National Space Development Agency**, japońska agencja rozwoju badań kosm., zał. 1969; koordynator jap. programu badań i wykorzystania przestrzeni kosm. w celach użytkowych; zajmuje się rozwojem środków techn. do realizacji lotów kosm. (statki kosm., rakiety nośne), organizacją i przygotowaniem systemów startowych, prowadzeniem badań nauk. przy użyciu próbników kosm. i sztucznych satelitów Ziemi, a także przygotowaniem i wykorzystaniem satelitów użytkowych na potrzeby tele- i radiokomunikacji, teledetekcji, meteorologii, technologii materiałowej i in. oraz promocją tych zastosowań.

**

Nasir ad-Din, Nasir ad-Din at-Tusi, ur. 18 II 1201, Tus, zm. 26 IV 1274, Al-Kazimajn (ob. Al-Kazimijja, część Bagdadu), perski astronom, matematyk, filozof; od 1258 w Bagdadzie, następnie zał. i kier. obserwatorium astr. w Maraghe; oprac. (wraz ze swymi współpracownikami) tablice astr. zawierające m.in. katalog gwiazd oraz wyznaczoną w Maraghe wartość stałej precesji; jego prace dały początek trygonometrii jako samodzielnej gałęzi matematyki i przyczyniły się do rozwoju geometrii.

**

NAVSTAR GPS, ang. **Navigation Satellite Time and Ranging GPS**, nazwa systemu wyznaczania pozycji obiektów, wykorzystującego sztuczne satelity Ziemi NAVSTAR; obejmuje satelity NAVSTAR pierwszej generacji wynoszone na orbitę okołoziemską 1978–85 (1. start — 22 II 1978) oraz nowsze satelity drugiej generacji NAVSTAR-GPS (zwane także GPS) służące obecnie za podstawę globalnego systemu nawigacyjnego GPS; zespół ok. 30 satelitów NAVSTAR-GPS krąży po kołowych orbitach ok. 20 200 km ponad powierzchnią Ziemi.

**

nawigacja [łac. *navigatio* ‘żegluga’], proces prowadzenia statku wodnego, powietrznego lub innego obiektu określoną trasą do punktu przeznaczenia, także nauka o sposobach prowadzenia statków i in. obiektów; nawigacja sprowadza się do wyznaczenia pozycji obiektu (określenia jego szerokości i długości geograficznej) oraz wytyczenia właściwego kursu.

**

nawigacja astronomiczna, astronawigacja, określanie pozycji obiektu (statku wodnego, samolotu) na podstawie pomiaru, za pomocą sekstantu, kąta wzniesienia ciał niebieskich i znajomości odpowiednich ich współrzędnych oraz dokładnego czasu.

**

nawigacja satelitarna, rodzaj radionawigacji wykorzystujący fale radiowe ze sztucznych satelitów Ziemi do określania pozycji obiektu (statku wodnego, samolotu, pojazdu); systemem n.s. jest np. GPS.

**

nawigacja zwierząt, wykorzystywana w orientacji przestrzennej (drugorzędowej) zdolność ustalania przebiegu (zwł. kierunku i długości trasy) ruchu lokomocyjnego (np. lotu); oparta na cechach naziemnych (tzw. nabeżnikach — nawigacja terestryczna) bądź na zliczaniu długości przebytej prostoliniowej drogi względem

stałych fiz. znaków pozwalających na utrzymanie wobec nich azymutu (nawigacja zliczeniowa); wreszcie oparta na ustalaniu położenia geogr. na podstawie położenia na niebie w danym czasie ciał niebieskich, jak Słońce i in. gwiazdy, Księżyc (nawigacja astr.); nawigacja kierowana polega na podążaniu za innym osobnikiem lub po pozostawionych przezeń śladach.

**

NEAR [niɛr], ang. **Near Earth Asteroid Rendezvous**, amerykańska sonda kosmiczna wykonująca pierwszą misję kosmiczną poświęconą badaniom planetoid; wyniesiona w przestrzeń kosmiczną 17 II 1996 przez raketę Delta w kierunku roju planetoid krążących między orbitami Marsa i Jowisza; 27 VI 1997 minęła planetoidę Matyldę w odległości ok. 1200 km, co stanowiło największe dotychczas zbliżenie do tego typu obiektu; za pomocą multispektralnego systemu optycznego wykonała zdjęcia ukraterowanej powierzchni planetoidy; jednocześnie, za pomocą spektrometru gamma, były prowadzone obserwacje kosmiczne krótkotrwałych wybuchów w zakresie promieniowania gamma; po dokonaniu I 1998 manewru grawitacyjnego w pobliżu Ziemi, NEAR została skierowana ku planetoidzie 433 Eros; 14 II 2000 stała się pierwszy sztucznym satelitą planetoidy; w lutym rozpoczęła lądowanie na planetoidzie; uzyskano zdjęcia z pułapu zaledwie 120 m; 2 II 2001 osiadła na powierzchni planetoidy. W 2000 NASA zmieniła nazwę sondy na NEAR-Shoemaker dla uczczenia E. Shoemakera (1928–97), amerykańskiego astronoma i geologa planetarnego, współodkrywcy [komety Shoemaker-Levy 9](#).

**

nebulium [łac.], hipotetyczny pierwiastek chem., uważany w pocz. XX w. za źródło powstawania niektórych linii emisyjnych w widmach mgławic (tzw. linii nebularnych); 1927 I.S. Bowen wykazał, że linie nebularne są liniami wzbronionymi zjonizowanego tlenu, azotu i in. pierwiastków.

**

Neogen. Kontynenty, oceany i klimat

Na przełomie paleogenu i neogenu rozkład kontynentów i oceanów był już bardzo zbliżony do współczesnego. Powstał wówczas system pasm fałdowych, które przez neogen uległy dalszym modyfikacjom. Na przedpolu nasuwających się mas skalnych tworzyły się rowy przedgórskie, wypełniane molasą. Z potężnego Oceanu Tetydy pozostało tylko Morze Śródziemne, którego wody łączyły się jeszcze wówczas z Morzem Czarnym, Morzem Kaspijskim i Jeziorem Aralskim, lecz z końcem neogenu połączenie między tymi akwenami zostało przerwane. Wody ówczesnego Morza Śródziemnego były odcięte od otwartego oceanu, stąd też w warunkach intensywnego parowania tworzyły się na jego dnie ewaporaty. Dopiero w końcu miocenu nastąpiło wlanie się wód Atlantyku do Morza Śródziemnego poprzez Cieśninę Gibraltarską, dzięki czemu głębokość Morza Śródziemnego zwiększyła się do 2,5–3,5 km.

Klimat neogenu był zbliżony do współczesnego lub nieco cieplejszy. W wielu rejonach w miocenie panowały sprzyjające warunki do sedymentacji materiału fitogenicznego, dającej początek złożom węgla brunatnych. W płytkich strefach mórz dochodziło do sedymentacji salinarnej. Z końcem neogenu następowało jednak

stopniowe ochładzanie klimatu, które doprowadziło do zlodowacenia obszarów podbiegunowych i Grenlandii na półkuli północnej.

Włodzimierz Mizerski

**

Neogen. Orogeneza alpejska

Orogeneza alpejska (w szerokim rozumieniu tego terminu) rozpoczęła się już w triasie i trwa do dziś. Jednak jej główne fazy przypadają na trzeciorzęd.

Ruchy górotwórcze orogenezy alpejskiej wiązały się ściśle z rozpadem Pangei, likwidacją Oceanu Tetydy oraz rozszerzaniem się Oceanu Indyjskiego i Atlantyku. Łańcuchy górskie powstałe w czasie orogenezy alpejskiej są efektem kolizji płyt litosfery, których zasadniczy układ zachował się od wczesnej jury do dzisiaj. Procesom powstawania łańcuchów górskich towarzyszył w wielu miejscach metamorfizm, plutonizm i wulkanizm, który w wielu łańcuchach alpejskich jest nadal czynny.

Obszary objęte fałdowaniami alpejskimi są nadal aktywne tektonicznie, o czym świadczą liczne i silne trzęsienia ziemi. Wiele alpejskich łańcuchów górskich wciąż się wypiętrza. Oznacza to, że proces formowania się alpejskich masywów górskich nie został jeszcze zakończony, a na kuli ziemskiej następują dalsze zmiany w wyniku przemieszczeń bloków kontynentalnych.

Orogeneza alpejska na obszarze Polski objęła utwory powstałe w północnej części Oceanu Tetydy i spowodowała ich nasunięcie na platformę paleozoiczną i częściowo prekambryjską. Ruchy staro- i młodokimeryjskie miały charakter ruchów blokowych w basenie sedymentacyjnym. Ich świadectwem są wyraźne niezgodności kątowe w profilach utworów mezozoicznych w północno-wschodnim obrzeżeniu mezozoicznym Gór Świętokrzyskich. Pierwsze ruchy fałdowe nastąpiły w fazie subhercyńskiej, w której powstały płaszczowiny tatrzańskie. W późnej kredzie rozpoczął się też proces powstawania fałdowo-płaszczowinowej struktury Pienin, które swą obecną postać zawdzięczają kilkakrotnym ruchom tektonicznym mającym miejsce od późnej kredy po neogen. Pieniny powstały w miejscu występowania głównej strefy subdukcji w północnej części Oceanu Tetydy. W wyniku działalności fazy sawskiej na przełomie paleogenu i neogenu powstała synklinorialna struktura niecki podhalańskiej. O ile wewnętrzna część Karpat była fałdowana w późnej kredzie, to Karpaty Zewnętrzne zawdzięczają swe powstanie ruchom fazy sawskiej i styryjskiej. Powstała wówczas płaszczowinowa struktura Karpat Zewnętrznych, które zostały nasunięte ku północy na osady miocenu zapadliska przedkarpackiego, a wielkość nasunięcia wynosiła kilkadziesiąt kilometrów. W miocenie miała też miejsce działalność wulkaniczna; powstały np. andezyty na pograniczu Pienin i Karpat Zewnętrznych.

Procesy zachodzące w obrębie Oceanu Tetydy i w powstającym łańcuchu karpackim znalazły odzwierciedlenie na obszarze Polski pozakarpackiej w postaci ruchów pionowych, zaznaczyły się powstawaniem nowych uskoków i odmładzaniem uskoków już istniejących, a także działalnością wulkaniczną.

Włodzimierz Mizerski

**

neon, Ne, *neon*, pierwiastek chemiczny o liczbie atomowej 10;

Symbol: Ne

Nazwa łacińska: Neon

Liczba atomowa: 10

Pierwiastek promieniotwórczy: nie

Grupa układu okresowego pierwiastków: 18 — helowce

Odkrycie: 1898

Odkrywca: Ramsay William, Travers Morris William

względna masa atomowa 20,179; neon należy do grupy **helowców**; bezbarwny i bezwonny gaz; występuje w postaci jednoatomowej; temperatura topnienia – 248,67°C, temperatura wrzenia –246,05°C, gęstość 0,9 g/dm³ (w temp. 0°C); bierny chemicznie — gaz szlachetny; znane są jedynie związki neonu typu klatratów, np. hydrat Ne · 5,75H₂O, w których występują słabe oddziaływania międzycząsteczkowe (a nie wiązania chemiczne), zaobserwowano też (metodami spektroskopowymi) połączenia z innymi helowcami (np. NeAr⁺); występuje w stanie wolnym jako składnik powietrza oraz w niektórych wodach mineralnych; otrzymywany przez frakcjonowaną destylację skroplonego powietrza; stosowany do napełniania lamp jarzeniowych (dających czerwone lub pomarańczowoczerwone światło), fotodiod, uzyskiwania niskich temperatur, oraz, w mieszaninie z helem, w laserach. Neon odkryli 1898 W. Ramsay i M.W. Travers.

**

Neptun, symbol Ψ , *astr.* ósma, według oddalenia od Słońca planeta Układu Słonecznego;

podstawowe dane

masa: 1,024 · 10²⁶ kg (ponad 17 razy większa od masy Ziemi)

średnia gęstość: 1,64 g/cm³

promień równikowy: 24,76 tys. km

promień biegunowy: 24,34 tys. km

promień orbity: ok. 4,5 mld km

okres obiegu wokół Słońca: 164,8 lat ziemskich

prędkość ucieczki: 23,5 km/s

księżyce: 13

atmosfera

skład

wodór: ok. 80%

hel: ok. 19%

metan oraz ślady m.in. etanu

temperatura powierzchni (umownej): –200°C

Symbol: Ψ

Odległość od Słońca: 4459,6 mln km (29,810160 AU); 4536,9 mln km (30,326872 AU); 4495,1 mln km (30,047460 AU)

Okres obiegu wokół Słońca (w latach): 164,78

Okres obrotu (w godzinach): 18

Masa planety: 102,4 · 10²⁴ kg (17,140944 · masa Ziemi)

Średnia gęstość: 1,64 g/cm³

Jądro planety: amoniak, metan, woda — jądro skalno-gazowe

Atmosfera planetarna: hel (19%), wodór (80%), metan, etan; ciśnienie: nieznane

Satelity naturalne: 13 ważniejsze satelity naturalne: Nereida, Tryton

Odkrycie: 1846 (J. Galle)

Loty kosmiczne badające planetę: Voyager 2 (misja bez lądowania) — dokumentacja fotograficzna; odkrycie 6 księżyców Neptuna

jasność Neptuna nigdy nie jest większa niż 7,6 wielkości gwiazdowej, a bardzo wolny ruch po niebie odbywa się z szybkością zaledwie 2° na rok. Neptun okrąża Słońce w odległości 30,0 AU (ok. 4,5 mld km) po prawie kołowej orbicie (mimośród 0,01), położonej w płaszczyźnie nachylonej do płaszczyzny ruchu Ziemi pod kątem 1,8°; jego prędkość orbitalna wynosi 5,4 km/s, a okres obiegu wokół Słońca trwa 164,8 roku. Kulisty glob Neptuna stosunkowo szybko rotuje (okres 16,11 h) wokół osi nachylonej do płaszczyzny orbity pod kątem 61°, co powoduje jego spłaszczenie: promień równikowy, mający 24 764 km, jest o 423 km dłuższy od promienia biegunowego. Chociaż Neptun jest trochę mniejszy od Urana, to jednak ma większą od niego masę ($1,024 \cdot 10^{26}$ kg) — masa Neptuna przewyższa masę Ziemi ponad 17 razy; średnia gęstość materii Neptuna wynosi 1,64 g/cm³.

Wnętrze Neptun jest prawdopodobnie zbudowany ze skalno-lodowego jądra (ok. 50% objętości globu), otoczonego grubą warstwą lodów wody, amoniaku i metanu, pokrytą płynnym wodorem molekularnym przechodzącym w gazową atmosferę. W skład atmosfery wchodzi wodór (80%), hel (19%) i metan oraz w śladowych ilościach inne związki chemiczne, m.in. etan. Temperatura warstwy o ciśnieniu 10⁵ Pa (1 bara), traktowanej umownie jako powierzchnia Neptuna, wynosi 72 K (średnia temperatura atmosfery 58 K). Neptun, podobnie jak Jowisz, emituje ponad 2 razy więcej energii niż otrzymuje od Słońca, co świadczy o grzaniu wewnętrznym, którego mechanizm nie jest znany. Pole magnetyczne Neptuna ma w przybliżeniu charakter dipolowy i jest dwukrotnie słabsze od ziemskiego, ale oś magnetyczna jest odchylona od osi rotacji o 47°, a środek dipola jest przesunięty względem środka planety o ok. 55% jej promienia. Magnetosfera Neptuna ma zmienną geometrię wskutek m.in. oddziaływań z satelitami. Neptun otaczają 4 wąskie pierścienie położone w płaszczyźnie równika planety w odległościach od jej środka od 1,69 do 2,54 promienia globu; składają się z drobnych brył lodowych i stosunkowo dużych ilości pyłu i wydają się być strukturą nietrwałą. Neptun obiega 13 znanych satelitów.

Neptun został odkryty IX 1846 przez J.G. Galle'a, na podstawie wyników teoretycznych rozważań (1845–46) U.J.J. Le Verriera, który, porównując wyniki obserwacji ruchu Urana z wynikami obliczeń uwzględniających zakłócenia jego ruchu wywołane oddziaływaniem grawitacyjnym znanych planet, przewidział istnienie nieznaną dotąd planety (podobne obliczenia wykonał 1845 J.C. Adams, ale nie one były podstawą odkrycia). Prawie wszystko, co obecnie wiadomo o Neptunie i jego otoczeniu (w tym odkrycie pierścieni Neptuna), pochodzi z obserwacji i pomiarów wykonanych za pomocą sondy kosmicznej Voyager 2, która 1989 przeleciała w odległości ok. 4850 km od warstw powierzchniowych planety.

**

Nereida [gr.], *astr.* naturalny satelita Neptuna; odkryty 1949 przez G.P. Kuipera.

**

neutrino, cząstki elementarne o ładunku elektr. równym 0, spinie $\hbar/2$ ($\hbar = h/2\pi$, h — stała Plancka); istnieją 3 rodzaje n.: elektronowe ν_e , mionowe ν_μ i taonowe ν_τ , obdarzone liczbą leptonową (odpowiednio elektronową L_e , mionową L_μ , taonową L_τ); każdemu n. odpowiada antycząstka — antyneutrino (odpowiednio elektronowe, mionowe i taonowe), która różni się od n. znakiem liczby leptonowej. N. powstają w oddziaływaniach słabych (np. rozpadzie promieniotwórczym) i nie uczestniczą w oddziaływaniach silnych ani elektromagnetycznych, wskutek czego odznaczają się ogromną zdolnością przenikania przez ośr. materialne. Istnienie n. elektronowego przewidział 1930 W. Pauli, a odkryli je 1956 F. Reines i C.L. Cowan; n. mionowe odkryli 1962 L. Lederman, M. Schwartz i J. Steinberger, natomiast n. taonowe zostało zaobserwowane 2000 (przez międzynarod. zespół fizyków DONUT w Fermilab w USA), chociaż jego istnienie zakładano od chwili odkrycia leptonu τ (1975). Badając rozpady neutralnych bozonów Z (1991 w akceleratorze LEP), uzyskano eksperymentalny dowód na istnienie tylko 3 rodzajów n., o masach mniejszych niż połowa masy bozonu Z. Po wieloletnich badaniach n. słonecznych (produkowanych w reakcjach zachodzących w Słońcu) i atmosferze (powstających w wyniku rozpadu cząstek w atmosferze ziemskiej) zespół badawczy Super-Kamiokande wykazał, że przynajmniej 2 z 3 rodzajów n. mają niezerową masę spoczynkową. To doniosłe odkrycie oznacza, że liczby leptonowe $L_{e, \mu, \tau}$ nie są zachowane w oddziaływaniach słabych przenoszonych przez naładowane bozony W^\pm (jedynie sprzężenia z neutralnym bozonem Z zachowują poszczególne liczby leptonowe). Prowadzi to do (zaobserwowanego przez zespół Super-Kamiokande) zjawiska oscylacji n. polegającego na przechodzeniu jednego rodzaju n. w inny. Zjawisko oscylacji n. zostało potwierdzone 2001 w Sudbury Neutrino Observatory. Obserwacja mas n. oznacza konieczność modyfikacji Modelu Standardowego oddziaływań elektroślabych, który w swej dotychczasowej wersji nie pozwala na opisanie oddziaływań n. o niezerowej masie.

**

neutrino reliktowe, neutrino tła, neutrino jednorodnie wypełniające Wszechświat, będące pozostałością po Wielkim Wybuchu, których istnienie przewiduje teoria tego zjawiska.

**

neutrino słoneczne, neutrino emitowane przez Słońce, powstające w wyniku reakcji termojądrowych zachodzących w jego wnętrzu; obserwacjom neutrino słonecznych służą eksperymenty m.in. Super-Kamiokande (zapoczątkowany 1996) i SNO (ang. Sudbury Neutrino Observatory, zapoczątkowany 1998), z których wynika, że neutrino mają masę spoczynkową różną od zera.

**

neutron [łac.], elektrycznie obojętna cząstka z grupy barionów, składnik jąder atomowych (obok protonów); n. ma masę $939,56533 \pm 0,00004 \text{ MeV}/c^2$, spin $\hbar/2$ (gdzie $\hbar = h/2\pi$, h — stała Plancka), liczbę barionową $B = 1$, dziwność $S = 0$, powab $C = 0$ (kwantowe liczby); parzystość n. przyjmuje się równą +1. N. i proton tworzą dublet izospinowy (izospin); swobodny n. jest cząstką nietrwałą i ulega rozpadowi na proton (p), elektron (e^-) i antyneutrino elektronowe (ν_e): $n \rightarrow p e^- \nu_e$; średni czas życia $\tau_n = 886,7 \pm 1,9 \text{ s}$. Antycząstka n. — antyneutron różni się od niego znakiem

momentu magnet., powstaje w wyniku zderzeń cząstek o dostatecznie dużych energiach lub w wyniku rozpadu innych ciężkich antybarionów. Zgodnie z kwarkowym modelem hadronów wśród 3 kwarków walencyjnych n. jest jeden kwark „górny” (u) o ładunku $\frac{2}{3}$ i 2 kwarki „dolne” (d) o ładunkach $-\frac{1}{3}$. N. używa się jako pocisków wywołujących reakcje jądr. — są elektrycznie obojętne, mogą więc stosunkowo łatwo przenikać do jądra atomowego, gdyż nie istnieje dla nich, w przeciwieństwie np. do cząstek α , kulombowska bariera odpychania elektrostatycznego; n. o małej energii kinet. mogą zatem łatwo wywoływać reakcje jądr., dlatego są wykorzystywane w badaniach jąder atomowych i sił jądr., a także w badaniach struktury ciał stałych i cieczy; odgrywają również podstawową rolę w produkcji nuklidów promieniotwórczych. N. został odkryty 1932 przez J. Chadwicka, antyneutron — 1956 przez B. Corka, G.R. Lambertsona, O. Piccioniego i W.A. Wenzela.

**

New Age [nju: eidź] , **Nowa Era, Nowa Epoka, Ruch Nowej Ery, Era Wodnika, Sprzysiężenie Wodnika**, nieformalny, wielopostaciowy i wielowymiarowy, alternatywny ruch kulturowy, który narodził się w latach 60. XX w. w USA, następnie zdobył liczne grono zwolenników na całym świecie. Termin New Age ma astrologiczny rodowód i wiąże się z wiarą w rychłe nadejście epoki Wodnika, w której przed ludzkością otworzą się nowe, fascynujące możliwości. Zgodnie z tym przekonaniem zbliża się kres panowania chrześcijaństwa (Era Ryb), które wg wielu krytyków z kręgów New Age jest odpowiedzialne za liczne negatywne przejawy cywilizacji Zachodu. Źródłem tego poglądu oraz genezy całego ruchu należy szukać nie tylko w astrologii, ale również w teozofii (zwłaszcza w pismach A. Bailey, prekursorki New Age), antropozofii (R. Steiner) oraz kontrkulturze lat 60.

Zwolennicy New Age głoszą istnienie globalnego kryzysu, który można przezwyciężyć tylko przez całościową przemianę ludzkości. Twierdzą, że żywotne siły zachodniej cywilizacji wyczerpały się i przeprowadzają krytykę jej fundamentów, w tym zwłaszcza zinstytucjonalizowanego, patriarchalnego chrześcijaństwa, newtonowsko-kartezjańskiego światopoglądu, materialist. i mechanistycznej nauki oraz technologii zagrażających naturalnemu środowisku. Ideolodzy New Age uważają, że negatywnymi konsekwencjami chrześcijaństwa na gruncie społ. były m.in.: prymat tendencji rywalizacyjnych nad skłonnościami do współpracy, akceptacja brutalnego podboju kultur pozaeur. oraz dążenie do ich asymilacji bądź wyniszczenia, represjonowanie kobiecości i seksualizmu, a także ślepe poszanowanie autorytetów. Odrzucają eksploatacyjne podejście do natury, gospodarkę opartą na paliwach kopalnych, medycynę zdominowaną przez farmakologię, utylitarną psychologię i psychoterapię. Materializm społeczeństw dobrobytu czynią odpowiedzialnym za coraz powszechniejsze zjawiska obojętności na los innych ludzi oraz wynikającą z tego pustkę duchową. Ich celem jest doprowadzenie do całościowej transformacji kulturowej z dalekosiężnymi, globalnymi konsekwencjami. W wyniku owej przemiany powinien, jak sądzą, powstać nowy światopogląd oddziałujący na większość sfer życia codziennego: obyczaje, naukę, sztukę, technologię, religię, edukację, a nawet modę.

Źródłem inspiracji dla New Age były zjawiska, które w kulturze eur. zajmowały wcześniej pozycję marginalną lub były potępiane i odrzucane: zachodnia tradycja ezoteryczna (kabała, alchemia, elementy gnostycyzmu), kontrowersyjna mistyka

chrześc. (H. von Bingen, J. Eckhart), religie przedchrześc., zakazane przez Kościół katol. pogańskie praktyki duchowe. Ważną inspirację dla New Age stanowią religie pozaeur. i nieortodoksyjne ruchy rel., zwłaszcza buddyzm, taoizm i hinduizm oraz niektóre ich współcz. mutacje (J. Krishnamurti, guru Rajneesh, krysznaici), a także ponadwyznaniowe i synkretycznie potraktowane praktyki orientального pochodzenia, jak joga lub medytacja. Popularnością cieszą się wierzenia rdzennych mieszkańców Ameryki Północnej oraz islamski mistycyzm (sufizm). W kręgach New Age nierzadko odrzuca się przekonanie o istnieniu jednej prawdy obowiązującej wszystkich ludzi i we wszystkich kulturach. Twierdzi się raczej, że istnieje wiele równoprawnych dróg rozwoju duchowego, które mogą doprowadzić człowieka do spełnienia i samourzeczywistnienia.

Oprócz popularyzatorów ruchu, takich jak M. Fergusson, F. Capra czy Sh. MacLaine, za duchowych patronów New Age uznaje m.in. myśliciela Krishnamurtiego, psychologa C.G. Junga, twórcę antropozofii R. Steinera, pisarza A. Huxleya. Ideologia New Age jest konglomeratem wielu koncepcji filoz., rel. i naukowych. Przeciwnicy ruchu, zwłaszcza z kręgów chrześc. i konserwatywnych, zarzucają mu płytkość i naiwność, a nawet utopijność, znaczny irracjonalizm, ubóstwo intelektualne, brak wewn. spójności oraz eklektyzm. Oprócz licznych sekt rel. i ruchów kultowych wpisujących się w mozaikę New Age, jego idee realizują ruchy ekol., proetniczne, posthipisowskie i grupy artyst., zwłaszcza muz., wykorzystujące w swojej twórczości elementy rozmaitych, nierzadko rekonstruowanych, folklorów.

F. Capra *Punkt zwrotny*, Warszawa 1987;

M. Fox *Pierworodne błogosławieństwo*, Poznań 1995;

J. White *Świt Ery Wodnika*, Bydgoszcz 1996;

B. Dobroczyński *New Age*, Kraków 1997.

**

New Horizons [nju: hɔːrɪzənz], amer. próbnik kosm.; wyniesiony w przestrzeń kosm. 19 I 2006 przez raketę Atlas V-551 w celu zbadania Plutona, do którego ma dotrzeć (na odległość ok. 9600 km) VII 2015; próbnik, o napędzie jądrowym, masie 465 kg, jest wyposażony w instrumenty (kamery, spektroskopy, liczniki cząstek), które pozwolą na sfotografowanie Plutona, zbadanie jego składu chem., dokonanie jakościowych i ilościowych pomiarów cząstek oddalających się z atmosfery Plutona, a także na odkrycie nowych księżyców; po minięciu Plutona N.H. zbada inne obiekty pasa Kuipera.

**

Newcomb [nɪ:kəmb] SIMON, ur. 12 III 1835, Wallace (prow. Nowa Szkocja, Kanada), zm. 11 VII 1909, Waszyngton, amer. astronom i matematyk; 1861–77 profesor akad. mor. w Waszyngtonie, 1884–94 profesor Uniw. Johnsa Hopkinsa w Baltimore; 1877–97 dyr. biura amer. rocznika astr. („American Ephemeris and Nautical Almanac” Office); prace nad wyznaczeniem stałych astr. oraz orbit planet i Księżyca, oparte na analizie wszystkich nowoż. obserwacji; wartości szeregu stałych astr. podane przez N. (*The Elements of the Four Inner Planets and the Fundamental Constants of Astronomy* 1895) przyjęte zostały 1896 za podstawę obliczeń w rocznikach astr. całego świata.

**

Newton [nju:tn] Sir ISAAC , ur. 4 I 1643 (25 XII 1642 wg kalendarza juliańskiego), Woolsthorpe (hrab. Lincolnshire), zm. 31 III 1727 (20 III), Londyn, angielski fizyk, matematyk i astronom, jeden z najwybitniejszych uczonych wszystkich czasów; 1669–1701 profesor uniwersytetu w Cambridge; od 1672 członek Towarzystwa Królewskiego w Londynie (od 1703 prezes), od 1699 członek francuskiej Akademii Nauk; od 1699 dyrektor mennicy królewskiej; 1705 otrzymał szlachectwo. Prace Newtona dotyczyły prawie wszystkich działów fizyki. W najważniejszym dziele, *Philosophiae naturalis principia mathematica* (1687), rozwinął naukę o przestrzeni, czasie, masach i siłach, podając ogólny schemat rozwiązywania konkretnych problemów mechaniki, fizyki i astronomii; sformułował 3 prawa dynamiki (Newtona zasady dynamiki) oraz prawo powszechnego ciężenia (**Newtona prawo ciężenia**); na ich podstawie opracował m.in. teorię ruchu planet, uzasadnił 3 prawa Keplera, wyjaśnił zjawisko precesji oraz zjawisko przyptywu i odpływu. Prace Newtona w zakresie optyki (*Opticks* 1704) dotyczyły m.in. zasad optyki geometrycznej, dyspersji światła, jego interferencji (Newtona pierścienie); 1672 wysunął koncepcję korpuskularnej budowy światła. Opublikowaną 1701 pracę Newtona o skali stopni ciepła i zimna często uważa się za początek nauki o cieple. W dziedzinie matematyki Newton, wraz z G.W. Leibnizem, jest współodkrywcą rachunku różniczkowego i całkowitego; 1669 przedstawił metodę numerycznego rozwiązywania równań, podał klasyfikację krzywych 3. stopnia na 72 rodzaje. Poglądy filozoficzne Newtona stały się podstawą mechanicyzmu.

H. WUSSING *Isaac Newton*, Leipzig 1977.

**

Newtona prawo ciężenia, fiz. prawo grawitacji podane przez I. Newtona; każde 2 cząstki materialne przyciągają się wzajemnie siłą proporcjonalną do iloczynu ich mas i odwrotnie proporcjonalną do kwadratu odległości między nimi $F = Gm_1m_2/r^2$, gdzie m_1, m_2 — masy cząstek, r — odległość między nimi, G — stała grawitacyjna; prawo zostało sformułowane 1687; słuszne w przybliżeniu; w przypadku silnych pól grawitacyjnych i dużych prędkości ciał do opisu oddziaływań grawitacyjnych stosuje się **ogólną teorię względności**.

**

NGC, *New General Catalogue*, skrótowa nazwa katalogu mgławic i gromad gwiazd, wyd. 1888 przez astronoma bryt. L.E. Dreyera; zawiera 7840 obiektów.

**

niebo, firmament, astr. pozorne sklepienie otaczające obserwatora, na które rzutują się położenia i ruchy ciał niebieskich. W celu matematycznego określenia położenia obiektów na niebie wprowadza się pojęcie **sfery niebieskiej**. Niebo jest podzielone umownie na **88 gwiazdozbiorów**. Dla obserwatora ziemskiego niebo w dzień ma barwę niebieską, co jest wynikiem selektywnego rozpraszania promieniowania słonecznego w atmosferze. Dla obserwatora znajdującego się poza atmosferą niebo jest zawsze czarne. Doniosłe znaczenie kosmologiczne ma tzw. problem ciemnego nieba. W wyobrażeniach statycznego i nieskończonego Wszechświata prowadził on do tzw. paradoksu Olbersa, bowiem w takim Wszechświecie światło docierałoby do obserwatora z dowolnie odległych gwiazd, co powinno prowadzić do równomiernie jasnego tła nieba. Problem ciemnego nieba rozwiązało odkrycie ekspansji Wszechświata (E. Hubble): w rozszerzającym się Wszechświecie do obserwatora dociera światło jedynie z kuli o skończonym promieniu.

**

niebo, *religiozn.* w kosmologii i eschatologii większości religii siedziba bogów; kraina wiecznej szczęśliwości przeznaczona dla dusz zmarłych, którzy dostąpili zbawienia; przeciwieństwo piekła.

**

Niebo

Niebo w całości

Czy gwiazdy przesuwają się względem horyzontu? Jeśli tak, to czy prędkość tego ruchu jest podobna do prędkości ruchu Słońca po niebie?

Siądźmy i zapatrzmy się, albo powróćmy dokładnie w to samo miejsce po kilkunastu czy kilkudziesięciu minutach. Na pewno uda się nam zobaczyć nie tylko ruch.

Czy wszystkie gwiazdy w ustalonym czasie przesuwają się o taki sam kąt?

Spróbujmy precyzyjnie ustalić, które gwiazdy przesuwają się najbardziej, a które najmniej. A może są takie, które wcale się nie przesuwają. Jeśli samodzielnie — nie z pamięci, lecz podczas obserwacji — odnajdziemy taką gwiazdę, powtórzmy tym samym jedno z najważniejszych odkryć.

Czy o tej samej godzinie w tym samym kierunku względem horyzontu widać te same gwiazdy?

To ważne spostrzeżenie i jednocześnie łatwe to stwierdzenia. Wystarczy w odstępie kilku dni lub tygodni, o tej samej godzinie porównać położenie gwiazd względem horyzontu, patrząc z tego samego miejsca. Porównujmy np. widok z własnego okna, pamiętając o powtórzeniu godziny i pozycji głowy. Jeśli stwierdzisz różnicę, będzie jasne, w którym kierunku przesunęło się niebo w stosunku do poprzedniego położenia.

Niebo gdzie indziej

Większość obserwacyjnych sugestii odnosi się do osiadłego mieszkańca Ziemi. Są pośród nas i tacy, którzy byli lub bywają daleko. Zapytajmy ich, jakie dostrzegli różnice w zachowaniu się nieba? Które z omawianych obserwacji są wyraźnie zależne od współrzędnych geograficznych obserwatora? W szczególności, jakie dostrzegli różnice w ruchu Słońca, Księżycy i nieba w całości?

Andrzej Branicki

**

Niebo, gwiazdy i gwiazdozbiory

Niebo

Czy gwiazdy przesuwają się względem horyzontu?

Jeśli tak, to czy prędkość tego ruchu jest podobna do prędkości ruchu Słońca po niebie? Siądźmy i zapatrzmy się, albo powróćmy dokładnie w to samo miejsce po kilkunastu czy kilkudziesięciu minutach. Na pewno uda się nam zobaczyć nie tylko ruch.

Czy wszystkie gwiazdy w ustalonym czasie przesuwają się o taki sam kąt?

Spróbujmy precyzyjnie ustalić, które gwiazdy przesuwają się najbardziej, a które najmniej. A może są takie, które wcale się nie przesuwają. Jeśli samodzielnie (nie z

pamięci, lecz podczas obserwacji) odnajdziemy taką gwiazdę, powtórzmy tym samym jedno z najważniejszych odkryć.

Czy o tej samej godzinie w tym samym kierunku względem horyzontu widać te same gwiazdy? To ważne spostrzeżenie i jednocześnie łatwe to stwierdzenia. Wystarczy w odstępie kilku dni, tygodni, o tej samej godzinie, porównać położenie gwiazd względem horyzontu, patrząc z tego samego miejsca. Porównujemy np. widok z własnego okna, pamiętając o powtórzeniu godziny i pozycji głowy. Jeśli stwierdzisz różnicę, będzie jasne, w którym kierunku przesunęło się niebo w stosunku do poprzedniego położenia.

Większość obserwacyjnych sugestii odnosi się do osiadłego mieszkańca Ziemi. Są pośród nas i tacy, którzy byli lub bywają daleko. Zapytajmy ich, jakie dostrzegli różnice w zachowaniu się nieba? Które z omawianych obserwacji są wyraźnie zależne od współrzędnych geograficznych obserwatora? W szczególności, jakie spostrzegli różnice w ruchu Słońca, Księżycy i nieba w całości?

Gwiazdozbiory. Komuś, kto rzadko spogląda w niebo, wydaje się, że gwiazdy są rozłożone zupełnie chaotycznie. Orientację pośród mrowia podobnych do siebie obiektów znakomicie ułatwia łączenie ich w grupy i charakterystyczne układy.

Tę pracę wykonano już przed nami. Dziedziczymy wspaniałą, astralną wersję mitologii. Stare mapy nieba zachwycają starannością wykonania, pięknem rysunku i dziwną skojarzeniami. Bardzo często układ gwiazd wydaje się nie mieć nic wspólnego z naniesionym na mapę rysunkiem. Chociaż połączenia gwiazd rysowane obecnie na niektórych mapach nieba mocno się zgeometryzowały, istota rzeczy pozostała ta sama. Warto poznać kilka gwiazdozbiorów, choćby Wielką Niedźwiedzicę, Kasjopeję, Lutnię czy Oriona. To piękne fragmenty nieba i znakomita pomoc w orientacji na niebie.

Andrzej Branicki

**

niedoważkość, *fiz.* stan ciał materialnych występujący przy zmniejszeniu się ich ciężaru, zwykle w wyniku działania sił bezwładności; np. przy spadaniu ciał i w windzie poruszającej się w dół — z przyspieszeniem mniejszym od przyspieszenia ziemskiego.

**

Niedźwiadek, *astr.* nazwa stosowana niekiedy na określenie gwiazdozbioru → [Skorpiona](#).

**

nierówności w ruchu Księżycy, różnica między rzeczywistym położeniem Księżycy na niebie a przewidywanym, przy założeniu kołowości jego orbity okołoziemskiej; największe n. w r.K.: równanie środka, ewekcja oraz wariacja.

**

nieważkość, stan, w którym na ciało nie działa siła ciężkości (ciężar) ani żadna inna siła zewn. lub działa wyłącznie siła ciężkości, pod której wpływem ciało porusza się swobodnie; w układzie odniesienia związanym z otoczeniem ciała siła ciężkości jest wtedy zrównoważona przez siłę bezwładności; n. osiąga ciało w swobodnie

spadającej windzie, a także wewnątrz sztucznych satelitów, próbników i pojazdów kosm. znajdujących się poza atmosferą z wyłączonymi silnikami i nie wirujących. W stanie nieważkości gł. rolę odgrywają siły międzycząsteczkowe (m.in. lepkości, napięcia powierzchniowego) — drugorzędne w warunkach ziemskich; przejawem tego są zaburzenia w pracy organizmu człowieka; ważny problem astronautyki.

**

Nihal [arab.], β *Leporis*, druga pod względem jasności gwiazda w gwiazdozbiorze Zająca;

Oznaczenie: β Leporis

Rodzaj obiektu: gwiazda wielokrotna (najjaśniejszy składnik gwiazdy)

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; [Zajac](#)

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: $5^{\text{h}} 28^{\text{m}} 15^{\text{s}}$ deklinacja: $-20^{\circ} 45'$ 159 l.św. = 49 pc = 10 055 160 AU

Typ widmowy i klasa jasności: G5II

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: -0,63^m

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: +2,84^m

Temperatura efektywna: temperatura składników układu lub gwiazdy pojedynczej: 5000 K

gwiazda wielokrotna; najjaśniejszy składnik ma jasność widomą 2,84^m, jest olbrzymem 200 razy jaśniejszym od Słońca; odległa od Ziemi o 159 lat świetlnych.

**

Nihongi, Nihonshoki [jap., ‘kronika japońska’], najstarszy, po *Kojiki*, japoński zbiór mitów i podań hist., oprac. przez zespół redaktorów pod kierunkiem ks. Toneri-shinnō; ukończony 720; napisany w języku chiń., zawiera mity kosmogoniczne i teogoniczne, historię panowania 40 władców ziemskich, poczynając od Jimmu (660 p.n.e.), mitycznego założyciela cesarstwa jap., a kończąc na ostatnim roku panowania władczyni Jitō (697 n.e.); pol. przekład fragmentów w antologii *Dziesięć tysięcy liści* (1961).

**

nikiel, Ni, *niccolum*, pierwiastek chem. o liczbie atomowej 28;

Symbol: Ni

Nazwa łacińska: Niccolum

Liczba atomowa: 28

Pierwiastek promieniotwórczy: nie

Grupa układu okresowego pierwiastków: 10 — niklowce

Odkrycie: 1751

Odkrywca: Cronstedt Axel Fredrik

względna masa atomowa 58,69; n. należy do grupy [niklowców](#); jest metalem o barwie białej z odcieniem żółtawym i silnym połysku; dość miękki, ciągliwy, kowalny, ferromagnetyk; temperatura topnienia 1455°C, temperatura wrzenia 2730°C, gęstość 8,902 g/cm³; w stanie silnie rozdrobnionym jest piroforyczny; metal lity jest odporny

na działanie czynników atmosferycznych i zasad; roztwarza się w kwasach (w stężonym kwasie azotowym ulega pasywacji); pochłania wodór; ogrzany reaguje m.in. z tlenem, fluorowcami, siarką; w związkach występuje na stopniach utlenienia II i III, niekiedy IV, I i 0 oraz -I (w karbonylkach); tworzy liczne związki koordynacyjne. N. jest mikroelementem — aktywator niektórych enzymów; w tkankach roślinnych obecny w większych ilościach niż w tkankach zwierzęcych. Nikiel jest dość rozpowszechniony w przyrodzie; oprócz żelaza stanowi gł. składnik jądra Ziemi; występuje również w stanie rodzimym w meteorytach; spośród minerałów niklu najważniejsze są: pentlandyt, milleryt, gersdorfit, nikielin, chloantyt, garnieryt. Nikiel otrzymuje się gł. z rud siarczkowych, przerabianych na tzw. kamień niklowy, z którego uzyskuje się tlenek niklu redukowany węglem do metalu; czysty metal otrzymuje się z niklu surowego przez rafinację elektrolityczną lub przeprowadzając go w lotny karbonyłek niklu $Ni(CO)_4$, który po ogrzaniu dysocjuje z wydzieleniem bardzo czystego metalu (metoda Monda); nikiel stanowi też produkt uboczny przeróbki niektórych rud miedzi. Jest używany gł. na powłoki ochronne (niklowanie), jako składnik stali specjalnych (nierdzewnych, kwasoodpornych, żarowytrzymałych, magnet.) i stopów miedzi (miedzionikle); również w postaci stopów (niklu stopy) m.in. do wyrobu aparatury chem., narzędzi chirurgicznych, monet; w postaci rozdrobnionej (unieruchomiony na porowatym nośniku) lub jako tzw. nikiel Raneya (otrzymywany przez wyługowanie wodorotlenkiem sodu stopu n. z glinem) jest stosowany jako katalizator w syntezach org. (gł. w procesach uwodornienia); n. jest też składnikiem wielu szkielek metalicznych; jego związki są stosowane do barwienia szkła i emalii. Nikiel odkrył 1751 A.F. Cronstedt.

**

NOAA, ang. **National Oceanographic and Atmospheric Administration**, **Narodowy Urząd do spraw Badań Oceanów i Atmosfery**, urząd utworzony 1970 przez rząd USA i jemu podległy; prowadzi działalność mającą na celu ochronę środowiska przyr. oraz jego racjonalne wykorzystanie; zajmuje się m.in.: badaniami zjawisk przebiegających w atmosferze ziemskiej i hydrosferze oraz ochroną występujących tam zwierząt i roślin, opracowywaniem prognoz pogody i komunikatów ostrzegających przed groźnymi zjawiskami (suszą, powodzią, huraganami), a także danych pomocnych w nawigacji, żegludze, połowach (m.in. wydaje mapy mor. i nawigacyjne) oraz wykorzystywanych do celów specjalnych (np. ratunkowych, wojsk.); do badań stanu atmosfery ziemskiej i monitorowania zjawisk meteorol. NOAA wykorzystuje satelity okołobiegunowe i geostacjonarne (satelita meteorologiczny).

**

noc astronomiczna, pora doby, podczas której Słońce znajduje się co najmniej 18° pod horyzontem; porę po zachodzie Słońca, podczas której Słońce jest wyżej, ale pod horyzontem, nazywa się **zmrokiem** astronomicznym, a przed wschodem Słońca — **świtem**; w szerokościach geograficznych $|\varphi| > 67^\circ$ przez część roku Słońce wcale nie wschodzi, panuje noc polarna.

**

Nommo, w wierzeniach Dogonów (Mali) para bliźniaczych, obojnaczych bóstw stwórczych; dzieci Ammy i Tengy, które wyszły z jaja kosm. stworzonego przez Ammę za pomocą słowa.

**

Nostradamus , Michel de Nostre-Dame , ur. 14 XII 1503, Saint-Rémy-de-Provence, zm. 2 VII 1566, Salon, fr. lekarz i astrolog; przyboczny lekarz Karola IX; brał udział w zwalczaniu epidemii dżumy w Aix i Lyonie; dużą popularność zdobył wyd. od 1550 kalendarzami astrologicznymi i zbiorem wierszowanych, niejasnych przepowiedni *Centuries* (t. 1–10 1555–58).

**

Nowa Cygni, gwiazda nowa w gwiazdozbiórze Łabędzia,

Oznaczenie: V1500 Cygni

Rodzaj obiektu: nowa

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; Łabędź

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: 21^h 11^m deklinacja: 48° 09'

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: +2,0^m (wartość maksymalna w chwili wybuchu; wartością wyjściową (minimalną) było 21)

pojawiła się na niebie wskutek gwałtownego pojaśnienia 1975.

**

Nowa Era → **New Age**.

**

nowe, gwiazdy zmienne powiększające nagle (w ciągu kilkunastu lub kilkudziesięciu dni) jasność o 7–15 wielkości gwiazdowych, a następnie powracające, w ciągu miesięcy lub lat, do pierwotnej jasności. Nowe są układami podwójnymi (**gwiazdy podwójne**) o okresach typowo rzędu godzin, złożonymi z białego karła oraz gwiazdy ciągu głównego (**Hertzsprung–Russella diagram**) o masie podobnej lub mniejszej od masy Słońca; materia tracona przez tę gwiazdę tworzy dysk akrecyjny (**akrecja**) wokół białego karła, a następnie opada na jego powierzchnię; akrecji materii towarzyszy wydzielanie energii, dzięki czemu dysk akrecyjny świeci; jego wewnętrzne części są również źródłem promieniowania rentgenowskiego. Wybuch nowej jest skutkiem dostarczania (przez towarzysza) bogatej w wodór materii, która na powierzchni białego karła tworzy warstwę o rosnącej grubości i temperaturze; w temperaturze rzędu kilkunastu mln stopni zaczynają zachodzić reakcje termojądrowe zamiany wodoru w hel, a ich gwałtowny przebieg prowadzi do wybuchu, w trakcie którego następuje wyrzucenie zewnętrznych warstw białego karła. Kilkadziesiąt lat po wybuchu wokół nowej obserwuje się rozszerzającą się otoczkę. Ocenia się, że wybuchy nowych są zjawiskiem powtarzającym się co kilkadziesiąt–kilkaset lat.

**

nowe karłowate, gwiazdy zmienne wybuchowe wykazujące maksima jasności o amplitudzie 2–7 wielkości gwiazdowych i czasie trwania od kilku do kilkunastu dni, powtarzające się cyklicznie co kilkanaście–kilkaset dni; są to układy podwójne, złożone z białego karła i gwiazdy ciągu głównego (Hertzsprung–Russella diagram) o masie podobnej lub mniejszej od masy Słońca.

**

nowe rentgenowskie, gwiazdy zmienne, których nagłe pojaśnienie obserwuje się w zakresie promieniowania rentgenowskiego; są układami podwójnymi składającymi się z gwiazdy neutronowej i gwiazdy ciągu głównego; akrecja materii na powierzchnię gwiazdy neutronowej powoduje wydzielanie ogromnych ilości energii i w konsekwencji emisję promieniowania głównie rentgenowskiego.

**

Nowikow SIERGIEJ P., **Serguei Novikov**, ur. 20 III 1938, Gorki (ob. Niżni Nowogród), syn Piotra, matematyk rosyjski; profesor uniw. w Moskwie; czł. AN ZSRR (od 1991 Ros. AN); prace z geometrii i topologii, także teorii solitonów i ogólnej teorii względności; 1970 otrzymał medal Fieldsa.

**

Nozomi [nodzomi; jap. 'nadzieja'], **Planeta B**, japoński próbnik kosm. do badań Marsa, wyniesiony w przestrzeń kosm. 3 VII 1998; gł. celem misji miały być badania górnych warstw atmosfery planety i ich oddziaływań z wiatrem słonecznym; 14 XII 2003 sonda przeleciała w odległości około 900 km nad powierzchnią Marsa, nie zdołała wejść na orbitę wokółmarsjańską (japońska agencja zdecydowała o porzuceniu misji).

**

nów, astr. faza Księżyca, w której jest on w koniunkcji ze Słońcem; powierzchnia Księżyca zwrócona ku Ziemi jest nieoświetlona.

**

nukleony [łac.], wspólna nazwa protonów i neutronów, będących dwoma stanami dubletu izospinowego (izospin); wprowadzenie pojęcia „nukleon” wiąże się z istnieniem wielu bardzo zbliżonych właściwości protonu i neutronu w oddziaływaniach silnych; nukleony są podstawowymi składnikami jąder atomowych.

**

Nun, mit. egip. → Nu.

**

Nunki, σ *Sagittarii*, druga pod względem jasności gwiazda w gwiazdozbiornie Strzelca;

Oznaczenie: σ *Sagittarii*

Rodzaj obiektu: gwiazda pojedyncza

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; **Strzelec**

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: $18^{\text{h}} 55^{\text{m}} 16^{\text{s}}$ deklinacja: $-26^{\circ} 18' 224$ l.św. = 69 pc = 14 165 760 AU

Typ widmowy i klasa jasności: B2V

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: $-2,14^{\text{m}}$

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: $+2,02^{\text{m}}$

Temperatura efektywna: układ: 20000 K

jasność widoma $2,02^m$; jest karłem 4 tysiące razy jaśniejszym od Słońca; odległa od Ziemi o 224 lata świetlne.

**

Nut, w religii staroż. Egiptu personifikacja widzialnego nieba (dziennego i nocnego), stanowiącego część Nu; wg kosmogonii z Heliopolis jako córka Szu i Tefnut oraz siostra i małżonka Geba reprezentuje wraz z nim trzeci etap tworzenia świata — powstanie przestrzeni życiowej wskutek rozdzielenia nieba i ziemi; przez Nut mit wyjaśniał ruchy słońca i gwiazd: każdego wieczoru Nut połyka Słońce, a rano rodzi je ponownie; przedstawiana jako naga kobieta wygięta w łuk i dotykająca rękami ziemi, z ciałem pokrytym gwiazdami; jako miejsce przeznaczenia dusz była też boginią opiekującą się zmarłymi.

**

nutacja [łac.], *fiz.* jeden z ruchów składowych bryły sztywnej, poruszającej się wokół nieruchomego punktu; zachodzi jednocześnie z obrotem własnym i precesją bryły, gdy wypadkowy moment sił działających na bryłę względem tego punktu nie równa się zeru; n. oznacza zmianę kąta między osią obrotu własnego bryły i osią, wokół której zachodzi precesja (bąk); im szybszy jest obrót własny, tym szybsze są drgania nutacyjne i tym mniejsza jest ich amplituda; n. osi obrotu Ziemi powstaje w wyniku zmian położenia Słońca i Księżyca względem równika oraz ich odległości od Ziemi. Odkryta 1748 przez ang. astronoma J. Bradleya.

**

„O”

Oberon, naturalny satelita Urana; odkryty 1787 przez F.W. Herschela.

**

Oberth [ɔ:bɛrt] HERMANN, ur. 25 VI 1894, Nagyszeben (ob. Sybin, Rumunia), zm. 28 XII 1989, Norymberga, uczonek niem.; jeden z pionierów techniki raketowej, teoretyk astronautyki; podczas II wojny świat. konsultant w pracach nad bronią raketową, m.in. w ośr. raketowym Peenemünde; 1955–58 pracował w amer. centrum raketowym w Huntsville (późniejsze G.C. Marshall Space Flight Center należące do NASA), uczestnicząc w konstrukcji rakiety wojsk. Redstone; po powrocie do RFN — honorowy przewodniczący tow. Hermann Oberth Gesellschaft, które na jego cześć ufundowało medal Hermann Oberth Medaille, przyznawany za zasługi w dziedzinie astronautyki; *Die Raketen zu den Planetenraumen* (1923), *Wege zur Raumschiffahrt* (1929).

**

obieg sydereczny, obieg gwiazdowy, okres obiegu Księżyca lub planety po swojej orbicie; w wypadku Księżyca okres ten nosi nazwę miesiąca syderecznego (gwiazdowego).

**

obieg synodyczny, czas między kolejnymi momentami, w których Księżyc lub planeta mają tę samą długość ekliptyczną co Słońce; w wypadku Księżyca okres ten nosi nazwę miesiąca synodycznego.

**

obieg wsteczny, *astr.* obieg satelity wokół planety w kierunku przeciwnym do jej ruchu obrotowego; np. obieg Ananke wokół Jowisza, obieg Trytona wokół Neptuna.

**

obiekt Herbiga–Haro, strumień materii (dżet) wyrzucany z młodych, we wczesnym stadium ewolucji gwiazd (protogwiazd)

**

Obłok Oorta

Przyjmuje się, że Układ Słoneczny jest otoczony bardzo cienką kulistą powłoką materii, tzw. **obłokiem (chmurą) Oorta**. Jego promień (licząc od Słońca) szacuje się na dziesiątki tysięcy jednostek astronomicznych (około 1 rok świetlny) i tę wartość można umownie traktować jako odległość do skraju Układu Słonecznego.

Obłok Oorta, na który składają się miliardy pyłowo-lodowych brył krążących wokół Słońca po różnie nachylonych orbitach, stanowi hipotetyczny rezerwuar komet; grawitacyjne perturbacje spowodowane oddziaływaniem sąsiadujących ze Słońcem gwiazd, co jakiś czas mogą wytrącać ku Słońcu bryłki, które gdy dostatecznie się do niego zbliżą, stają się kometami.

**

obłoki gwiazd, skupiska gwiazd w płaszczyźnie Galaktyki, tworzące jasne, podobne do obłoków części Drogi Mlecznej.

**

Obłoki Magellana, *astr.* dwie najbliższe galaktyki, zw. Wielkim Obłokiem Magellana i Małym Obłokiem Magellana; widoczne gołym okiem na południowym niebie jako mgliste, świecące obłoki. **Wielki O.M.** jest galaktyką nieregularną lub późnego typu spiralnego w gwiazdozbiorze Żółtej Ryby, odległą o ok. 143 tys. lat świetlnych od Układu Słonecznego; rotuje wokół własnej osi z okresem 250 mln lat; zawiera ok. miliarda gwiazd; bogaty w gromady kuliste zarówno młode (wiek ok. 10 mld lat), jak i stare (wiek ok. 12 mld lat) oraz mgławice planetarne. **Mały O.M.** jest galaktyką nieregularną w gwiazdozbiorze Tukana, odległą o ok. 196 tys. lat świetlnych; przypuszczalnie składa się z 2 galaktyk położonych jedna za drugą (dalsza znajduje się ok. 32 tys. lat świetlnych za gł. częścią Małego Obłoku Magellana). Wielki O.M. i Mały O.M., tak jak nasza Galaktyka, należą do Grupy Lokalnej i prawdopodobnie są ze sobą powiązane ewolucyjnie. Oba O.M. odkryła dla Europejczyków 1519 wyprawa F. Magellana, a nazwę nadał im uczestnik wyprawy, Włoch A. Pigafetta.

**

obrót wsteczny, *astr.* obrót planety w kierunku przeciwnym do ruchu obrotowego Słońca; w Układzie Słonecznym obrót wsteczny ma Wenus.

**

obserwatorium astronomiczne, zespół przyrządów służących do prowadzenia obserwacji astronomicznych zarówno z powierzchni Ziemi, jak i Kosmosu. Zaletą kosmicznych obserwatoriów astronomicznych jest możliwość prowadzenia obserwacji w zakresie promieniowania elektromagnetycznego nie przepuszczanego przez atmosferę ziemską oraz uniknięcie zakłóceń przez nią powodowanych. W skład klasycznego naziemnego obserwatorium astronomicznego wchodzi zespół budynków mieszczących przyrządy i zaplecze bytowe dla obserwatorów. W pracy współczesnego obserwatorium astronomicznego niezbędna jest sieć komputerowa, służba czasu, biblioteka, pracownie, warsztaty.

Podstawowymi przyrządami optycznymi obserwatorium astronomicznego są teleskopy optyczne różnych typów (klasyczne reflektory i refraktory, teleskopy słoneczne i astrometryczne) wyposażone w pomocnicze instrumenty (koła podziałowe, mikrometry, kamery fotograficzne, kamery CCD, fotometry, polarymetry, spektrografy, dalmierze laserowe i in.). Duże teleskopy umieszcza się w osobnych budynkach pod obrotową kopułą z rozsuwaną szczeliną. Obserwatoria astronomiczne buduje się obecnie w miejscach odległych od miast i ośrodków przemysłowych, w miarę możliwości wysoko w górach, w rejonach sprzyjających prowadzeniu obserwacji, tj. zapewniających czyste powietrze, dużą liczbę pogodnych nocy, małe drgania atmosfery. Obserwatoria radioastronomiczne to placówki badawcze wyposażone w radioteleskopy i radiointerferometry wraz z komputerami niezbędnymi do rejestracji i analizy obserwacji. Charakter obserwatorium astronomicznego mają też placówki dysponujące czujnikami lub urządzeniami rejestrującymi promieniowanie kosmiczne, neutrinowe, fale grawitacyjne.

Trudno ustalić, kiedy powstały pierwsze obserwatoria astronomiczne. Wiadomo, że obserwacje astronomiczne prowadzono już w XX w. p.n.e. w Babilonii i Egipcie. Przyrządami, które mogły być prototypami przyrządów używanych w czasach późniejszych (do czasów wynalezienia lunety), dysponowała już starożytna nauka grecka, Eratostenes z Cyreny, Hipparch i Klaudiusz Ptolemeusz. Pierwsze obserwatoria astronomiczne, tj. względnie trwałe zespoły przyrządów obserwacyjnych, odpowiednio zaplanowanych i wykorzystywanych przez dłuższy czas, powstały w średniowieczu: w IX w. w Bagdadzie, na początku XI w. pod Kairem (Ibn Yunus), w XIII w. w Maraghe (Nasir ad-Din at-Tusi), a w 1. połowie XV w. w Samarkandzie (Uług Beg). W czasach nowożytnych słynne było obserwatorium astronomiczne Tychona Brahego — Uraniborg na wyspie Hven (założone 1576). Liczba obserwatoriów zaczęła szybko rosnąć w XVII w.; do najslawniejszych należały obserwatoria w Paryżu (założone 1667) i w Greenwich (Greenwich Observatory, 1675). W 1. połowie XIX w. powstały m.in. obserwatoria astronomiczne w Pułkowie koło Petersburga (1839) oraz w Cambridge, USA (Harvard College Observatory, 1839). Na przełomie XIX i XX w. powstały w USA wielkie obserwatoria astrofizyczne: Lick Observatory, Yerkes Observatory, Mount Wilson Observatory, a w końcu 1. połowy XX w. — Mount Palomar Observatory. W 2. połowie XX w. ważne obserwatoria astronomiczne utworzono m.in. na górze Pastuchow (Kaukaz, Specjalne Obserwatorium Astronomiczne), liczne na Mauna Kea (Hawaje, W.M. Keck Observatory, stacja Narodowego Obserwatorium Astronomicznego Japonii, NASA Infrared Telescope Facility, Caltech Submillimeter Observatory i in.), w Chile na górach La Silla i Cerro Paranal (stacje obserwacyjne ESO). W tym samym czasie powstały też największe obserwatoria radioastronomiczne, m.in. Arecibo Observatory

(Portoryko), National Radio Astronomy Observatory (Wirginia Zachodnia) oraz VLA (Nowy Meksyk).

Osobną grupę obserwatoriów astronomicznych stanowią zespoły przyrządów obserwacyjnych wysyłane na orbitę okołoziemską lub dalej w Kosmos. Wśród orbitalnych obserwatoriów astronomicznych (często uruchamianych w seriach) rozróżnia się obserwatoria: nadfioletowe — OAO, ANS, IUE, EUVE, podczerwone — IRAS, ISO, rentgenowskie — Uhuru, HEAO (w tej serii Einstein), Ariel 5, SAS 3, EXOSAT, ROSAT, Chandra, XMM — Newton, gamma — SAS, COS B, HEAO 1, GRO, słoneczne — OSO, SMM, SOHO, obserwatorium mikrofalowe — COBE, optyczne — Teleskop Kosmiczny Hubble'a, astrometryczne — Hipparcos. Specjalną klasę stanowią sondy badające Układ Słoneczny (niektóre w seriach), m.in. Łuna, Ranger, Pioneer, Voyager, Mars, Wenera, Mariner, Magellan, Galileo, Ulysses.

W Polsce obserwacje astronomiczne prowadzono od XV w. w Krakowie (m.in. Wojciech z Brudzewa, Jan z Głogowa), Fromborku i Olsztynie (M. Kopernik); ok. 1640 w Gdańsku obserwatorium astronomiczne założył J. Heweliusz, 1753 powstało obserwatorium astronomiczne w Wilnie (obserwacje: od 1764 M. Poczobut-Odlanicki, po 1807 Jan Śniadecki), 1762 — w Poznaniu (J. Rogaliński), 1791 — w Krakowie (Śniadecki), 1825 — w Warszawie (F. Armiński). W okresie międzywojennym działało w Polsce 5 obserwatoriów astronomicznych (w Krakowie, Lwowie, Poznaniu, Warszawie, Wilnie). Obecnie obserwatoria astronomiczne istnieją głównie przy uniwersytetach i mieszczą się na ogół w stacjach zamiejskich: w Krakowie — na Forcie Skąta, Poznaniu, Toruniu — w Piwnicach, Warszawie — w Ostrowiku, Wrocławiu — w Białkowie. Obserwatoria (budynek), które zostały w miastach, mieszczą pracownie, sale wykładowe, biblioteki, administrację. W Polsce największy teleskop optyczny ma Obserwatorium Astronomiczne UMK w Piwnicach; jest nim kamera Schmidta o średnicy zwierciadła 90 cm. Obserwatoria astronomiczne śledzące zmiany szerokości geograficznych znajdują się w Borowcu koło Poznania i w Józefosławiu koło Warszawy (stacja Politechniki Warszawskiej). Od 1996 Obserwatorium Astronomiczne Uniwersytetu Warszawskiego dysponuje teleskopem o średnicy 1,3 m zainstalowanym na terenie amerykańskiego Obserwatorium Las Campanas w Chile.

**

Obserwowanie nieba

Ponad naszymi głowami znajduje się połowa Wszechświata i wszystkie jego tajemnice. Każdy atom naszego ciała i wszystkiego, co widzimy wokół nas, istnieje dzięki pokoleniu wymarłych gwiazd. W ich gorących wnętrzach powstały prawie wszystkie jądra pierwiastków cięższych niż hel (Pochodzenie pierwiastków). Wiele gwiazd, które widzimy, jest bardzo podobnych do Słońca. Widzimy je tak, jak widać byłoby Słońce z odległości kilkunastu czy kilkuset lat świetlnych (Sobowtór Słońca). Światło docierające do naszych oczu mogło być wysłane setki, a nawet miliony lat temu. Im bardziej odległy obiekt, tym młodszym go oglądamy. Rzut oka na Wielką Mgławicę Andromedy (M31) to krok o 20 000 000 000 000 000 km w przestrzeni i 2 000 000 lat w czasie. Mimo imponujących osiągnięć tajemnicy nie ubywa. Zdobywana wiedza uświadamia nam istnienie coraz to nowych obszarów niewiedzy. Wiele pytań wciąż pozostaje bez odpowiedzi.

Andrzej Branicki

**

Obserwowanie nieba. Proste obserwacje

Cała wiedza astronomów budowana jest na rozsądnym, choć nie oczywistym, założeniu że prawa przyrody poznane w badaniach prowadzonych na Ziemi i w jej otoczeniu są prawdziwe w każdym miejscu Wszechświata i w każdym czasie.

Proste spostrzeżenia oparte na codziennym doświadczeniu są początkiem nauki. Bez żadnych przygotowań i przyrządów możemy się przekonać, że podstawowe stwierdzenia dotyczące Ziemi, Układu Słonecznego i Wszechświata, zgodne są z naszymi obserwacjami.

- Ziemia jest w przybliżeniu kulą, która obraca się wokół swej osi raz na dobę (sprawdź).
- Ziemia obiega Słońce po orbicie prawie kołowej. Okres obiegu trwa rok (sprawdź).
- Oś obrotu Ziemi jest nachylona do płaszczyzny orbity Ziemi pod kątem około 67° (sprawdź).
- Księżyc obiega Ziemię po orbicie wyraźnie eliptycznej w kierunku zgodnym z ruchem planet (sprawdź).
- Płaszczyzna orbity Księżyca jest nachylona do płaszczyzny orbity Ziemi pod małym kątem (sprawdź).
- Księżyc obraca się wokół osi z okresem równym okresowi obiegu wokół Ziemi (sprawdź).
- Oś obrotu Księżyca jest nachylona do płaszczyzny jego orbity pod kątem bliskim 90° (sprawdź).
- Fazy Księżyca wynikają ze zmian położenia Księżyca (w połowie oświetlonego) względem Ziemi (sprawdź).
- Meteor to świecenie powietrza rozgrzanego przelotem meteorytu — kosmicznego kamienia (sprawdź).
- Planety krążą wokół Słońca. Ruch odbywa się w kierunku przeciwnym do ruchu wskazówek zegara, jeśli patrzeć na Układ Słoneczny od strony północnego bieguna Ziemi (sprawdź).
- Odległości do gwiazd są duże w porównaniu z rozmiarami Układu Słonecznego. Najbliższa gwiazda znajduje się w odległości kilkuset tysięcy jednostek astronomicznych (sprawdź).
- Układ Słoneczny jest zanurzony w skupisku gwiazd, które nazywamy Galaktyką. Galaktyka ma formę płaskiego dysku. Układ Słoneczny znajduje się prawie dokładnie w płaszczyźnie dysku Galaktyki. Rozkład gwiazd w Galaktyce nie jest jednorodny. Oprócz naszego skupiska gwiazd, istnieją inne podobne skupiska. Odległości do nich są wyraźnie większe niż ich rozmiary (sprawdź).
- Wszechświat się rozszerza lub jest młody (sprawdź).

Andrzej Branicki

**

Obserwowanie nieba. Proste obserwacje. Kształt i ruch wirowy Ziemi

Ziemia jest w przybliżeniu kulą, która obraca się wokół swej osi raz na dobę.

Nie każdy ma możliwość spojrzenia na Ziemię z daleka, bądź powrotu w to samo miejsce, kiedy jedzie prosto przed siebie.

Znacznie łatwiej przekonać się o tym, że:

- Osoba oglądająca zachód Słońca z góry (drzewo, wieża) widzi Słońce dłużej niż stojąca na dole.
- Niebo obraca się. Osią obrotu jest prosta łącząca obserwatora i Gwiazdę Polarną.
- Im jesteśmy bliżej bieguna (bardziej na północ), tym wyżej ponad horyzontem jest Gwiazda Polarna.

- Oś obrotu nieba jest bardziej zbliżona do pionu, czyli łuki kół po których poruszają się gwiazdy, są coraz bardziej równoległe do horyzontu. W pobliżu równika oś obrotu nieba niemalże pokrywa się z horyzontem, gwiazdy wschodzą i zachodzą prawie prostopadle do horyzontu. Przemieszczanie się na Ziemi w kierunku ze wschodu na zachód niczego w ruchu nieba nie zmienia.

Obserwacje te są zgodne z prezentowaną tezą.

Andrzej Branicki

**

Obserwowanie nieba. Proste obserwacje. Ruch orbitalny Ziemi

Ziemia obiega Słońce po orbicie niemalże kołowej. Okres obiegu trwa rok. Zauważmy, że:

- W noc zimową widać inne gwiazdy niż w noc letnią.
- Obieganie Słońca przez Ziemię powinno objawiać się ruchem Słońca na tle gwiazd. Słońca na tle gwiazd nie widać, ale możemy patrzeć w kierunku przeciwnym niż Słońce, czyli np. o północy w kierunku południowym lub na wschód tuż po zachodzie Słońca. W każdym wypadku to, co widać dziś, jest widokiem poprzednim obróconym w prawo. Można powiedzieć, że nowego nieba przybywa od wschodu.
- Po upływie roku powraca wyjściowy stan nieba — stan sprzed roku.
- W ciągu roku nie widać praktycznie żadnych różnic w rozmiarach kątowych Słońca. Nie widać ich nawet przy prostych (mało dokładnych) próbach pomiaru.
- Jeśli odrzucić przypuszczenie, że to otoczenie Ziemi obraca się wokół niej raz na rok, to wymienione obserwacje mocno wspierają tę ważną tezę.

Andrzej Branicki

**

Obserwowanie nieba. Proste obserwacje. Nachylenie osi obrotu Ziemi

Oś obrotu Ziemi jest nachylona do płaszczyzny orbity Ziemi pod kątem około 67°.

Droga Słońca względem horyzontu zmienia się. Każdej doby jest to okrąg o osi pokrywającej się z osią obrotu nieba. W dniach równonocy przecina on punkty wschodu i zachodu (Słońce wschodzi dokładnie na wschodzie, zachodzi dokładnie na zachodzie). W pozostałych okresach drogi rozmieszczone są symetrycznie względem drogi równonocnej w pasie o szerokości około 46°.

W rytmie zmian drogi Słońca względem horyzontu zmienia się długość trwania dnia i nocy oraz średnia temperatura otoczenia.

Gdyby oś obrotu Ziemi była prostopadła do płaszczyzny orbity Ziemi, nie byłoby żadnych powodów do zmian długości trwania dnia i nocy i zmian drogi Słońca względem horyzontu. Wobec prawie stałej odległości Ziemi od Słońca (gdyż stałe są rozmiary kątowe Słońca) nie byłoby powodów do systematycznej zmiany średniej temperatury w każdym miejscu Ziemi, a więc do pojawiania się pór roku.

Andrzej Branicki

**

Obserwowanie nieba. Proste obserwacje. Fazy Księżyca

Fazy Księżyca wynikają ze zmian położenia Księżyca (w połowie oświetlonego) względem Ziemi.

Słońce znajduje się zawsze w kierunku symetrycznej oświetlonej części Księżyca.

Część jasna i ciemna spotykają się na brzegu tarczy Księżyca po przeciwległych stronach (leżą na tej samej średnicy).

W połowie oświetlona kula oglądana z różnych stron wyglądem swoim odpowiada dowolnej z faz Księżyca.

Można to sprawdzić w wyobraźni, eksperymentując, bądź używając animacji Fazy Księżyca.

Andrzej Branicki

**

Obserwowanie nieba. Proste obserwacje. Ruch orbitalny Księżyca

Księżyc obiega Ziemię po orbicie wyraźnie eliptycznej, w kierunku zgodnym z ruchem planet.

Księżyc przesuwa się względem gwiazd z zachodu na wschód. W ciągu doby przesuwa się o około 13° . Ruch ten widać już po kilku godzinach.

Nawet na oko zauważyć można zmienność rozmiarów kątowych Księżyca. Zmiany następują z okresem równym okresowi obiegu Księżyca wokół Ziemi. Stosunek rozmiarów minimalnych do maksymalnych wynosi $7/8$. Efekt ten może być nieco przesłonięty pozorną zmianą rozmiarów związaną z położeniem Księżyca względem horyzontu (powierzchnia pozorna).

Uruchomienie wyobraźni i popatrzenie na Ziemię i Księżyc z daleka, od strony północnego bieguna Ziemi przekona nas o zgodności obserwacji z tezą, że ruch zgodny z ruchem planet to ruch w kierunku przeciwnym do ruchu wskazówek zegara przy patrzeniu od strony północnego bieguna Ziemi).

Płaszczyzna orbity Księżyca jest nachylona do płaszczyzny orbity Ziemi pod małym kątem.

Pozornie nie widać istotnych różnic w obszarze nieba, po którym poruszają się Słońce i Księżyc. Będąc dokładniejszymi w ocenie powiedzielibyśmy, że zimą Księżyc wspinać się może trochę wyżej niż Słońce latem, zaś latem Księżyc może poruszać się niżej niż Słońce zimą.

Płaszczyzna orbity Ziemi i płaszczyzna wytyczona przez tor Słońca na tle gwiazd to te same płaszczyzny. Obie tworzone są przez poruszającą się prostą łączącą Ziemię i Słońce. Gdyby płaszczyzna orbity Księżyca pokrywała się z płaszczyzną orbity Ziemi to wtedy drogi Księżyca względem horyzontu zawierałyby się w tym samym obszarze nieba co drogi Słońca.

Andrzej Branicki

**

Obserwowanie nieba. Proste obserwacje. Ruch wirowy Księżyca

Księżyc obraca się wokół osi z okresem równym okresowi obiegu wokół Ziemi.

Przy pobieżnej obserwacji nie widać systematycznych zmian w wyglądzie widocznej części Księżyca. Księżyc pamiętany z czasów dziecięcych jest taki sam, jak Księżyc oglądany w wieku dojrzałym. Rysunki Księżyca robione przed kilkuset laty dokładnie pokazują to, co widzimy dzisiaj (Libracje).

Co by było, gdyby okres obrotu wokół osi był dłuższy np. o 1 min od okresu obiegu?

Czy byłoby to do zauważenia?

Po jednym obiegu chyba nie. Lecz nienadążanie obrotu względem obiegu narastałoby z czasem. Księżyc obracałby się względem prostej łączącej jego środek i nasze oczy, pokazywałby po trochu skryte rejony. Po upływie 50 lat obróciłby się już o około 5° , co byłoby już widoczne gołym okiem.

Andrzej Branicki

**

Obserwowanie nieba. Proste obserwacje. Nachylenie osi obrotu Księżyca

Oś obrotu Księżyca jest nachylona do płaszczyzny jego orbity pod kątem bliskim 90°.

Obserwacje

Księżyc kołysze się lekko względem prostej łączącej jego środek i nasze oczy, pokazując się raz bardziej od góry, raz bardziej od dołu. Dzieje się to z okresem równym okresowi obiegu Księżyca.

Andrzej Branicki

**

Obserwowanie nieba. Proste obserwacje. Meteory

Meteor to świecenie powietrza rozgrzanego wskutek przelotu meteorytu — kosmicznego kamienia.

Jeśli meteor jest jasny, widać wyraźnie, że świeci linia — smuga. Bardzo jasny meteor może spowodować powstanie smugi na tyle długo trwającej (kilka, kilkanaście sekund), że widać jej deformowanie się pod wpływem ruchu powietrza.

Ślady jaśniejsze są na ogół dłuższe i dłużej trwają.

Większy kamień niesie ze sobą większą energię kinetyczną, więcej tej energii będzie wytracone wzdłuż drogi przez atmosferę, ogrzana będzie większa masa powietrza, smuga będzie dłuższa, jaśniejsza i dłużej trwająca (schładzanie rozgrzanego powietrza będzie dłużej trwało).

Andrzej Branicki

**

Obserwowanie nieba. Proste obserwacje. Ruchy planet

Planety krążą wokół Słońca. Ruch odbywa się w kierunku przeciwnym do ruchu wskazówek zegara, jeśli patrzeć na Układ Słoneczny od strony północnego bieguna Ziemi. Płaszczyzny orbit są nachylone do płaszczyzny orbity Ziemi pod niewielkimi kątami.

Obserwacje

Inaczej zachowuje się Wenus, a inaczej Mars, Jowisz czy Saturn.

Wenus jest zawsze dosyć blisko Słońca. Raz się od niego oddala, raz przybliża. Jeśli znajduje się na lewo od Słońca (na wschód), będzie widoczna po zachodzie Słońca — Gwiazda Wieczorna. Jeśli jest po stronie prawej (zachodniej), będzie widoczna przed wschodem Słońca — Gwiazda Poranna, inaczej Jutrzenka.

Pozostałe planety na ogół poruszają się względem gwiazd z zachodu na wschód. Czasami, po zatrzymaniu, przez krótki czas cofają się, by ponownie się zatrzymać i wrócić do stanu naturalnego, czyli ruchu na wschód.

Zróbmy myślową wycieczkę w kierunku Gwiazdy Polarnej i popatrzmy stamtąd oczyma wyobraźni na Słońce, Ziemię i pozostałe planety.

Czy ruch wszystkich planet w kierunku przeciwnym do ruchu wskazówek zegara będzie zgodny z tym, co powinien widzieć mieszkaniec Ziemi, zgodny z tym co widzisz naprawdę?

Drogi dzienne wszystkich planet (względem horyzontu) zawierają się w obszarze, w którym porusza się Słońce i Księżyc.

Andrzej Branicki

**

Obserwowanie nieba. Proste obserwacje. Odległości do gwiazd

Odległości do gwiazd są duże w porównaniu z rozmiarami Układu Słonecznego. Najbliższa gwiazda znajduje się w odległości kilkuset tysięcy jednostek astronomicznych.

Nie widać ruchów gwiazd po torach eliptycznych, zachodzących z okresem roku.

Czasami planety wykonują pętle. Zatrzymują się, zawracają, ponownie zatrzymują się i wracają do normalnego ruchu — w lewo. Pętle te powstają ze złożenia ruchu planety i ruchu Ziemi. Gdyby planeta była nieruchoma, jej tor na tle gwiazd ograniczyłby się tylko do takiej pętli. Gwiazdy bliższe na tle dalszych też wykonywałyby takie pętle. Pętle planet łatwo można zobaczyć gołym okiem. Gdyby gwiazdy były dwukrotnie dalej niż najdalsza planeta — Pluton, to ich ruch po pętlach byłby wciąż łatwo widoczny nieuzbrojonym okiem. Gdyby były dziesięć razy dalej niż Pluton, to prawie każdy wytrwały amator, posługując się skromnym oprzyrządowaniem, mógłby to jeszcze zobaczyć. Niestety. Najbliższa gwiazda jest w odległości siedmiu tysięcy razy dalej niż Pluton. Próbował Mikołaj Kopernik. Próbowali wielu innych. Ruch gwiazdy wywołany ruchem Ziemi pierwszy zobaczył i zmierzył Friedrich W. Bessel pracujący w Królewcu. Stało się to dopiero w 1838 roku. Gwiazdy leżące w kierunku prostopadłym do płaszczyzny orbity Ziemi poruszają się po elipsach zbliżonych do okręgu. Gwiazdy leżące w pobliżu płaszczyzny ekliptyki poruszają się po bardzo wąskich elipsach, zbliżonych do odcinka.

Andrzej Branicki

**

Obserwowanie nieba. Proste obserwacje. Galaktyka i galaktyki

Układ Słoneczny zanurzony jest w skupisku gwiazd, które nazywamy Galaktyką. Galaktyka ma formę płaskiego dysku. Układ Słoneczny znajduje się prawie dokładnie w płaszczyźnie dysku Galaktyki. Rozkład gwiazd w Galaktyce nie jest jednorodny. Oprócz naszego skupiska gwiazd, istnieją inne podobne skupiska. Odległości do nich są wyraźnie większe niż ich rozmiary.

Droga Mleczna nie jest tylko rozjaśnieniem tła nieba. W jej kierunku widać wyraźnie więcej gwiazd, szczególnie dużo jest gwiazd słabych. Sprawdź na mapie. Patrząc przez lornetkę czy lunetę w kierunku Drogi Mlecznej, można zauważyć, że to, co na oko było mglistym pojaśnieniem, rozsypuje się na mnóstwo gwiazd. Patrząc przez lornetkę w innych kierunkach, dostrzec można przyrost ilości gwiazd, ale nie tak silny. Zagęszczenie gwiazd w różnych miejscach Drogi Mlecznej jest różne.

Ręka prowadzona po Drodze Mlecznej porusza się w płaszczyźnie, a nie po powierzchni stożkowej. Bardziej precyzyjne obserwacje, które moglibyśmy wykonać, potwierdziłyby tę ocenę.

Wnioski: Droga Mleczna jest skupiskiem gwiazd, skupisko to ma spłaszczoną formę, Ziemia (i Układ Słoneczny) położone są w płaszczyźnie tego skupiska — w płaszczyźnie dysku Galaktyki.

Pomyślmy, jak wyglądałoby niebo i Droga Mleczna, gdyby Układ Słoneczny był daleko poza płaszczyznę dysku Galaktyki. Jak wyglądałoby niebo i pojaśnienie wywołane dużą ilością gwiazd, gdyby Galaktyka miała inną formę, była np. sferycznie symetryczna. Jak wygląd nieba zależałby od położenia obserwatora względem

centrum takiego skupiska gwiazd. Pamiętajmy przy tym o zaniedbywalnych rozmiarach Ziemi i Układu Słonecznego względem rozmiarów Galaktyki.

Dla nabrania większej pewności o słuszności wniosków dotychczas wyciągniętych, potrzebne są jeszcze informacje, które trudno posiadać bez praktyki i sprzętu.

Na wielu fotografiach nieba (jakie można też wykonać samodzielnie) widać obiekty w kształcie dysku. Obserwując, czy fotografując niektóre z nich można spostrzec, że składają się one z gwiazd. Inne wyglądają mgliście. W dysku widać czasem spiralnie ułożone pojaśnienia. Zmierzone odległości do tych obiektów wynoszą wiele milionów lat świetlnych. Największe mierzone odległości do gwiazd — gromad kulistych — wynoszą około 50 000 lat świetlnych.

Wnioski: Gwiazdy tworzą skupiska. Skupiska te, nazywane **galaktykami**, są od siebie wyraźnie pooddzielane. Niebo, które widzimy na co dzień, czyli przede wszystkim gwiazdy, to nasze skupisko gwiazd — Galaktyka oglądana od środka.

Andrzej Branicki

**

Obserwowanie nieba. Proste obserwacje. Paradoks Olbersa

Wszechświat się rozszerza lub jest młody.

Dlaczego nocne niebo jest ciemne?

Przyjmijmy, że Wszechświat nie rozszerza się i jest stary. Galaktyki i skupiska galaktyk poruszają się zatem chaotycznie, albo zbliżają się do siebie. Jeżeli Wszechświat jest stary i ruchy są chaotyczne, to ilość światła od kolejnych koncentrycznych jego warstw jest taka sama. Od każdej z galaktyk warstwy bliższej otrzymujemy więcej światła niż od galaktyki dalekiej, lecz galaktyk w warstwie bliższej jest mniej niż w dalekiej. W efekcie suma światła od każdej warstwy jest jednakowa. Jeżeli Wszechświat jest nieskończenie rozległy, to warstw jest nieskończenie wiele. Jeżeli jest bardzo stary, to prawie od każdej warstwy światło zdążyło do nas dotrzeć. Sumując światło od wszystkich warstw otrzymujemy nieskończoną jego ilość. Każdy fragment nieba powinien być jasny. A tak nie jest.

Jeżeli Wszechświat jest stary i kurczy się, powinno być jeszcze jaśniej niż w poprzednim przypadku, ponieważ energia promieniowania odbierana od każdej zbliżającej się galaktyki jest większa niż od nieruchomej.

Wynik rozumowania opartego na naturalnych w XIX w. założeniach, że Wszechświat nie rozszerza się i jest stary, przeczy oczywistej obserwacji.

A zatem Wszechświat jest młody lub rozszerza się. Opisane rozumowanie nosi nazwę paradoksu Olbersa.

Andrzej Branicki

**

Obserwowanie nieba. Fotografowanie nieba

Istnieje zasadnicza różnica w reakcji na światło oka i kliszy fotograficznej. Oko jest czułe na strumień światła, czyli na jego ilość w jednostce czasu. Klisza zaś jest czuła na łączną ilość światła, które do niej dotarło. Dlatego jasność najśłabszej gwiazdy, która zostanie zarejestrowana na kliszy, zależy nie tylko od ilości skupionego światła (o tym decyduje obiektyw), ale i od czasu naświetlania. Naświetlając długo, sięgamy

do coraz słabszych obiektów. Z tego też powodu mgławice czy galaktyki prawie niewidoczne w okularze teleskopu (mała ilość światła z każdego fragmentu mgławicy) tak pięknie i kolorowo prezentują się na zdjęciach.

Fotografowanie nieba jest pasjonujące. Wymaga wiedzy i pomysłowości. Otrzymane fotografie mogą być piękne, kształcące, wartościowe naukowo (patrz „Urania”, „Sky and Telescope”). Wynik końcowy zależy od bardzo wielu czynników. Aby rozumieć ich znaczenie i mieć nad nimi choćby częściową kontrolę, dobrze jest pogłębić swoją wiedzę o naturze światła, świeceniu obiektów astronomicznych, składnikach emulsji fotograficznej i sposobie ich reagowania na światło.

Do podjęcia prób fotograficznych potrzebne są:

- Aparat fotograficzny
- Klisze
- Luneta z montażem paralaktycznym
- Pomysły

Andrzej Branicki

**

Obserwowanie nieba. Fotografowanie nieba. Aparat fotograficzny

Wskazane jest, aby konstrukcja aparatu dopuszczała możliwość:

- otwierania migawki na czas nieokreślony, tzw. czas B,
- używania wężyka lub pilota,
- mocowania aparatu,
- odłączania obiektywu,
- używania obiektywów o różnej ogniskowej lub obiektywu o zmiennej ogniskowej.

W wielu współczesnych aparatach spust migawki jest sprzężony elektrycznie z resztą zespołów. Otwarta migawka to wyładowywanie się baterii, które zwłaszcza zimą następuje bardzo szybko. Po wyładowaniu baterii migawka spada. Zazwyczaj wcześniej niż chcielibyśmy. Rada — dwie baterie: jedna w aparacie, druga w kieszeni, w ciepłe. Do celów astronomicznych najlepsze są obiektywy ostro rysujące. Tę cechę obiektywu najlepiej ocenić wykonując zdjęcie.

Jeżeli istnieje możliwość dołączenia lunety (bez okularu) na miejsce obiektywu aparatu, wykonywać można krótko naświetlane (sekundy — ogniskowa powyżej 1 m, ułamki sekundy — dla krótszych ogniskowych) zdjęcia Księżyca, Słońca, Jowisza lub Saturna.

Andrzej Branicki

**

Obserwowanie nieba. Fotografowanie nieba. Klisze

To właśnie dzięki błyskawicznie rosnącej jakości klisz możliwe jest tak łatwe fotografowanie nieba.

Do fotografowania nieba dobrze jest używać klisz barwnych, bo niebo jest kolorowe. To, że nie widzimy barw okiem, spowodowane jest głównie małą jasnością obiektów. Najczęściej w aparatach nosimy klisze o czułości 200 ASA. Nawet taka czułość pozwala z powodzeniem zwracać aparat ku niebu. Wyższe czułości — 400 ASA, 800 ASA, umożliwiają znaczne skrócenie czasu naświetlania i dzięki temu znacznie rozszerzają zakres tematów, które można podjąć.

Uwaga! Jeśli pozytyw wykonywany jest w punkcie usługowym, należy koniecznie skontaktować się z operatorem automatu. Wyjaśnić należy, o co chodzi w naszym zdjęciu, na czym nam zależy. To połowa końcowego sukcesu.

Andrzej Branicki

**

Obserwowanie nieba. Fotografowanie nieba. Luneta z montażem paralaktycznym

Jeśli zależy nam na ostrych obrazach słabych obiektów, konieczny jest dłuższy czas naświetlania kliszy. Ponieważ całe niebo ze wszystkim, co się na nim znajduje, obraca się, długi czas naświetlania wymaga prowadzenia aparatu za poruszającym się obiektem. Każde przemieszczenie osi optycznej aparatu względem nieba prowadzi do ruchu obrazów gwiazd na kliszy, czyli do nieostrości. Prowadzenie musi być więc bardzo precyzyjne. Im dłuższa ogniskowa obiektywu, którym fotografujemy, tym precyzyjniejsze musi być prowadzenie.

W tym właśnie pomocna jest odpowiednio zamontowana luneta. Jeden z okularów lunety musi posiadać krzyż nitek. Aparat fotograficzny przymocować trzeba do montażu tak, aby obrót lunetą wokół jednej lub drugiej osi powodował taki sam ruch aparatu. Aparat może być skierowany na inny punkt nieba niż luneta, ale przy jakimkolwiek ruchu lunetą musi poruszyć się dokładnie tak samo. Często aparat mocowany jest bezpośrednio na lunecie lub teleskopie.

Przed rozpoczęciem naświetlania należy wybrać w fotografowanym polu lub w pobliżu jasną gwiazdę i wprowadzić ją na przecięcie krzyża nitek. Następnie aparatem wybieramy interesujący nas fragment nieba. W trakcie naświetlania stale kontrolujemy i korygujemy położenie gwiazdy względem krzyża nitek. Powinno być tak, jak na początku. O ile montaż jest dobrze ustawiony, niezmiennosc położenia gwiazdy względem krzyża lunety gwarantuje niezmiennosc położenia osi aparatu względem nieba; gwarantuje ostrość zdjęcia.

Długie ekspozycje z lunetą na miejscu obiektywu aparatu wymagają użycia drugiej lunety lub posiadania oprzyrządowania optycznego pozwalającego na fotografowanie i prowadzenie tą samą lunetą (niewielka część światła biegnącego do aparatu jest wprowadzana do okularu z krzyżem).

Andrzej Branicki

**

Obserwowanie nieba. Fotografowanie nieba. Pomysły

Najbardziej pociągające są pomysły własne. Tu zasygnalizowanych jest tylko kilka ogólnych sposobów użycia sprzętu fotograficznego.

- **Ekspozycje krótkie nieruchomym aparatem.** W ciągu 30 sekund obraz gwiazdy na kliszy przesunie się o 0,1 mm, jeśli użyty jest obiektyw $f = 50$ mm, a o 0,05 mm dla obiektywu $f = 28$ mm. Przy powiększeniu do pozytywu (4-krotnym) otrzymamy odpowiednio 0,4 i 0,2 mm, czyli przesunięcie (nieostrość) prawie niewidoczne. Im większa jasność (światłosiła) obiektywu i czułość kliszy, tym słabsze obiekty będą widoczne. Dla czułości kliszy 400 ASA i przy maksymalnej przesłonie 2,8 widać będzie więcej gwiazd niż gołym okiem. W ten sposób można fotografować np. komety.

• **Ekspozycje długie nieruchomym aparatem.** Obrót nieba widoczny będzie jako jasne łuki. Elementy pejzażu przejawiać się będą jako ciemne kontury lub jasne lampy, okna, smugi ruchomych światła. Wspaniałe rezultaty osiągnąć można używając długoogniskowego obiektywu i fotografując bardzo odległy fragment pejzażu z Księżycem w tle.

Tego rodzaju zdjęcia są zawsze bardzo atrakcyjne plastycznie. Jednak patrząc na nie nie tylko okiem można wiele wyjaśnić.

• **Ekspozycje z prowadzeniem aparatu.** Tak powstają zdjęcia najbardziej podobne do profesjonalnych zdjęć astronomicznych. Bardzo ładne i cenne dydaktycznie fotografie można otrzymać przy użyciu obiektywów krótkoogniskowych 28, 35, lub 50 mm. Pole widzenia jest duże. Obejmowane są całe gwiazdozbiory lub ogromne połacie Drogi Mlecznej. Używając obiektywu o ogniskowej około 200 mm (pole widzenia około 10°), sfotografować można wiele interesujących, dużych kątowno obiektów.

• **Podświetlanie elementów krajobrazu.** W trakcie trwania ekspozycji długich i krótkich (o ile zależy nam na podkreśleniu elementów krajobrazu) można użyć lampy błyskowej (wyzwalanie ręczne). Można to zrobić samemu, jeśli ekspozycja jest długa, lub posłużyć się koleżeńską ręką, gdy ekspozycja jest krótka. Odległość od przedmiotu i ilość błysków dostosować do zamysłu.

Andrzej Branicki

**

Obserwowanie nieba. Przyrządy optyczne

Używanie **przyrządów optycznych**: lornetki, lunety, teleskopu, dostarcza posługującym się nimi dwóch korzyści.

Pierwsza, dla astronomów najważniejsza, to możliwość zwiększenia ilości światła docierającego do odbiornika (oko, klisza fotograficzna, płytki fotopowielacza, CCD). Dzięki tym przyrządom widać gwiazdy, których nie można zobaczyć bez szkieł (zasięg lunety), dostrzec można gwiazdy dotychczas niewidoczne, wykonać badania, których zrobienie nie było możliwe ze względu na zbyt małą ilość światła. Dlatego też lepszym przyrządem jest ten, który zbiera większą ilość światła, czyli ma większą średnicę.

Drugą korzyścią, którą często wymienia się jako główną, jest powiększenie kątowne. Dzięki niemu można widzieć, badać obiekt lub jakiś fragment całości, który poprzednio zlewał się z obrazami innych obiektów lub z obrazem sąsiednich fragmentów tego samego obiektu.

Szkła astronomiczne

Lornetka

Luneta i teleskop

Uwaga! Żadnym przyrządem optycznym nie wolno patrzeć bezpośrednio na Słońce. Zalecany sposób obserwacji Słońca polega na rzutowaniu na ekran obrazu wytworzonego za okularzem lornetki lub lunety.

W tym celu należy:

- w odległości 30–40 cm od okularu przymocować czystą kartkę;
- po wycelowaniu w Słońce unieruchomić całą konstrukcję;

- osłonić ekran od światła spoza przyrządu.

W ten sposób, nawet przy użyciu lornetki można zobaczyć plamy na Słońcu. Jeśli są. Jeśli plam nie ma, wyraźnie widoczny będzie ruch Słońca po niebie.

Andrzej Branicki

**

Obserwowanie nieba. Przyrządy optyczne. Szkła astronomiczne.

Im większa jest średnica obiektywu lub lustra tym lepszy jest przyrząd, tym więcej światła wpadnie do oka lub aparatu i tym słabsze gwiazdy można oglądać lub fotografować.

Powiększenie. Powiększenie przyrządu to liczba mówiąca, ile razy wzrośnie kąt pomiędzy dwoma dowolnymi punktami przy obserwacji przez przyrząd. Powiększenie zależy od długości ogniskowej obiektywu i okularu. Wynosi ono $p=F/f$. Zmiana okularu przy tym samym obiektywie pozwala uzyskać różne powiększenia.

Od średnicy obiektywu zależy ilość szczegółów wytworzona w obrazie. W związku z tym definiuje się pojęcie **powiększenia maksymalnego**. Jest to takie powiększenie, przy którym widzimy wszystkie szczegóły wytworzone w obrazie. Jeśli uzyskiwane powiększenie jest mniejsze niż maksymalne, ilość widocznych szczegółów będzie rosła wraz ze wzrostem powiększenia. Będzie tak aż do chwili uzyskania powiększenia maksymalnego. Dalsze zwiększanie powiększenia powoduje tylko wzrost wielkości obrazu. Ilość widocznych szczegółów nie zwiększa się. Powiększenie maksymalne zależy od jakości wzroku obserwatora. Przeciętnie jest równe średnicy obiektywu lub lustra, wyrażonej w milimetrach.

Pole widzenia to kątowe rozmiary pola widzenia. Pole widzenia lornetki, lunety czy teleskopu jest tym mniejsze, im większe jest powiększenie. Przeciętnie przyjąć można, że pole widzenia = $57^\circ/\text{powiększenie} = f \times 57^\circ/F$.

Andrzej Branicki

**

Obserwowanie nieba. Przyrządy optyczne. Luneta i teleskop

Ich główne zalety to: duże powiększenia, małe pole widzenia, mała światłosiła. Graniczna jasność zależna jest od średnicy obiektywu.

Niezastąpiona w obserwacji gwiazd lub obiektów o małej jasności, małych rozmiarach kątowych lub bogatym w szczegóły obrazie. Szczególnie atrakcyjne cele to rzeźba powierzchni Księżyca, plamy na Słońcu (tylko przez specjalny filtr lub przez rzutowanie na ekran), planety (szczególnie Mars, Jowisz i Saturn), wiele gwiazd zmiennych i zaćmieniowych, gwiazdy podwójne i wielokrotne, mgławice planetarne, gromady kuliste. Posiadanie lunety daje możliwość wykonania wielu ładnych, ciekawych i pożytecznych fotografii — astronomicznych, ale nie tylko.

Najważniejsza jest jakość optyki. Niestety, choćby pobieżne jej przetestowanie wymaga czasu i nie jest możliwe w miejscu zakupu. W tym zakresie należy kierować się marką firmy bądź upewnić się, czy istnieje możliwość zwrotu lunety.

Równie ważna jak parametry optyczne lunety jest stabilność, jakość i precyzja montażu lunety, czyli mechanizmu jej zamocowania i prowadzenia. Powinien to być

montaż paralaktyczny. Komfort obserwacji ogromnie podnosi silnik obracający lunetą wokół pochylonej osi. Statyw i cała część mechaniczna muszą być bardzo stabilne. Luneta musi być wyposażona w celownik (szukacz). Najczęściej jest to mała lunetka. Przydatna jest wbudowana poziomnica.

Andrzej Branicki

**

obszar przejściowy, *astr.* cieniutka warstwa atmosfery Słońca między chromosferą i koroną, w której temperatura rośnie prawie skokowo od 10^4 K do 10^6 K; źródło silnego, leżącego w dalekim nadfiolecie promieniowania.

**

Oceanus → **Okeanos**.

**

oddziaływania, jedno z podstawowych pojęć fizyki, które określa wzajemny wpływ stanu cząstki (lub ich układu) na stan innych cząstek (lub układów) oraz umożliwia ilościowy opis tych wpływów. Dwa oddzielone od siebie układy mogą oddziaływać przez wytwarzane przez nie pola (pole fizyczne). Miarą siły oddziaływania jest tzw. stała sprzężenia; w rzeczywistości jest to bardzo powoli zmienna funkcja energii. Przy niewielkich energiach najsilniejszymi znanymi oddziaływaniami są **oddziaływania silne**, są to oddziaływania „kolorowych” **kwarków** przenoszone przez gluony; jednym z przejawów oddziaływań silnych są oddziaływania wiążące jądra atomowego (jądrowe siły). **Oddziaływania elektromagnetyczne** występujące między cząstkami obdarzonymi ładunkiem elektrycznym lub momentem magnetycznym są przenoszone przez kwanty pola elektromagnetycznego (**foton**). **Oddziaływania słabe** są odpowiedzialne m.in. za rozpady hadronów, w tym za rozpad β jąder atomowych (**rozpad promieniotwórczy**); ich nośnikami są (odkryte 1983) bozony pośredniczące W^\pm i Z^0 (jest to jedyne oddziaływanie, które nie zachowuje parzystości; pozwala na absolutne zdefiniowanie układu lewo- i prawoskrętnego). Oddziaływania elektromagnetyczne i słabe opisywane są w sposób zunifikowany jako **oddziaływania elektroslabe** — teoria Glashowa–Weinberga–Salama (Nagroda Nobla 1979). **Oddziaływania grawitacyjne** powodują wzajemne przyciąganie wszystkich ciał; są przenoszone prawdopodobnie przez kwanty pola grawitacyjnego — grawitony; jest to najslabsze ze znanych oddziaływań (odpychanie elektrostatyczne 2 protonów jest 10^{36} razy silniejsze niż ich przyciąganie grawitacyjne). Oddziaływania różnią się od siebie czasem trwania wywoływanych przez nie procesów (dla oddziaływań silnych ok. 10^{-24} s, dla oddziaływań elektromagnetycznych 10^{-16} s, zaś dla oddziaływań słabych — ok. 10^{-10} s), zasięgiem (zasięg oddziaływań słabych jest bardzo niewielki, ok. 10^{-15} m, siły jądrowe są ograniczone do obszarów rzędu 10^{-14} m; pozostałe oddziaływania mają zasięg nieskończony) oraz stopniem symetrii (liczbą zachowywanych liczb kwantowych). W opisie wszystkich oddziaływań podstawową rolę odgrywa tzw. symetria cechowania, czyli pewna ciągła grupa transformacji, które nie zmieniają sytuacji fizycznej — dla oddziaływań silnych jest to grupa SU(3), a dla oddziaływań elektroslabych grupa SU(2) \times U(1). Istnieje przypuszczenie, że przy wysokich energiach (ok. 10^{15} GeV) oddziaływania silne i elektroslabe mogą być opisywane przez jedną dużą grupę cechowania (tzw. Grupa Wielkiej Unifikacji), natomiast przy jeszcze wyższych energiach (ok. 10^{18} GeV) wszystkie oddziaływania, włącznie z grawitacyjnymi, mogą być opisywane przez jednolitą teorię — jedynym kandydatem jest obecnie teoria strun (ogólniej teoria M).

**

Oddziaływania

Oddziaływanie to jedno z podstawowych pojęć fizyki; określa wzajemny wpływ stanu cząstek (lub ich układu) na stan innych cząstek (lub układów) oraz umożliwia ilościowy opis tych wpływów. Dwa oddzielone od siebie układy mogą oddziaływać przez wytwarzane przez nie pola.

Rodzaje oddziaływań

Miarą siły oddziaływania jest tzw. **stała sprzężenia**; w rzeczywistości jest to bardzo powoli zmienna funkcja energii.

**

oddziaływania elektromagnetyczne, *fiz.* jeden z 4 podstawowych typów oddziaływań; występują między obiektami mającymi ładunek elektryczny lub moment magnetyczny.

**

oddziaływania grawitacyjne, *fiz.* jeden z 4 podstawowych typów oddziaływań; występują między obiektami mającymi masę bądź energię, powodujące ich przyciąganie.

**

oddziaływania międzyplanetarne, wzajemnie oddziaływania ciał Układu Słonecznego; są to gł. oddziaływania grawitacyjne oraz zderzenia; Słońce oddziałuje także przez promieniowanie.

**

oddziaływania silne, *fiz.* jeden z 4 podstawowych typów oddziaływań między cząstkami elementarnymi; odpowiedzialne m.in. za budowę hadronów z elementarnych kwarków (uwięzienie kwarków) oraz za wiązanie nukleonów w jądra atomowe.

**

oddziaływania słabe, *fiz.* jeden z 4 podstawowych typów oddziaływań między cząstkami elementarnymi; ze względu na krótki zasięg obserwuje się je tylko na poziomie subatomowym.

**

Odległości w Układzie Słonecznym

Obiekty astronomiczne	Odległości
	peryhelium— średnio (jednostki (mln aphelium (jednostki świetlne) km) (jednostki astronomiczne, astronomiczne, AU) AU)

Ziemia– 0,0023–0,0027 0,00257 1,3 s 0,4
Księżyc

Odległość od Słońca:

Merkury	0,31–0,47	0,38	3 min 10 s	57,9
Wenus	0,72–0,73	0,72	6 min	108,2
Ziemia	0,98–1,02	1	8 min 20 s	149,6
Mars	1,38–1,67	1,52	12 min 40 s	227,9
planetoidy		2–3		
Jowisz	4,95–5,46	5,2	43 min 20 s	778,6
Saturn	9,01–10,04	9,54	1 h 19 min 30 s	1 433,5
Uran	18,31–20,07	19,19	2 h 39 min 55 s	2 872,5
Neptun	29,76–30,36	30,06	4 h 10 min 30 s	4 495,1
Pluton ^a	29,73–49,53	39,53	5 h 29 min 25 s	5 906,4
pas Kuipera		ok. 30–50		
obłok Oorta			ok. 1 roku	10 ⁷

^a planeta karłowata, należąca do pasa Kuipera.

**

Słońce i planety Układu Słonecznego

LP	Planeta/Gwiazda	Symbol	Średnica równikowa (km oraz średnica)	Masa (10 ²¹ kg oraz M _Z)	Odległość od Słońca (km oraz	Czas obiegu (dni / lat	Okres obrotu.	Księżyce	Rodzaj
----	-----------------	--------	---------------------------------------	---	------------------------------	------------------------	---------------	----------	--------

			Ziemi)		j.a.)	ziemskich)			
	<u>Słońce</u>	☉	ok. 1 392 000 109	ok. 1 989 100 000 332 950	-	-	25d 9h 7m	-	gwiazda
1	<u>Merkury</u>	☿	4 879 0,3825	330,2 0,0552	57 909 170 0,3871	87,969 0,2408	58d 15h 26m	0	skalista
2	<u>Wenus</u>	♀	12 104 0,9489	4 868,5 0,8149	108 208 926 0,7233	224,701 0,6152	243d 0h 27m	0	skalista
3	<u>Ziemia</u>	♁	12 756 1,0000	5 974,2 1,0000	149 597 887 1,0000	365,256 1,0000	23h 56m 04s	1	skalista
4	<u>Mars</u>	♂	6 805 0,5335	641,9 0,1074	227 936 637 1,5237	686,960 1,8808	24h 37m 23s	2	skalista
5	<u>Jowisz</u>	♃	142 984 11,2092	1 898 600,8 317,8	778 412 027 5,2034	4 333,287 11,8637	9h 55m 30s	63	gazowa
6	<u>Saturn</u>	♄	120 536 9,4494	568 516,8 95,1620	1 426 725 413 9,5371	10 756,200 29,4484	10h 39m 22s	62	gazowa
7	<u>Uran</u>	♅	51 118 4,0074	86 841,0 14,5360	2 870 972 220 19,1913	30 707,490 84,0711	17h 14m 24s	27	gazowo- lodowa
8	<u>Neptun</u>	♆	49 528 3,8827	102 439,6 17,1470	4 498 252 900 30,0690	60 223,353 164,8799	16h 06m 36s	13	gazowo- lodowa

**

Odległości we Wszechświecie

Odległości między obiektami astronomicznymi są na ogół tak ogromne, że wyrażanie ich w jednostkach stosowanych na codzień (tzn. w metrach i kilometrach) byłoby uciążliwe. Na przykład odległość Ziemi od Słońca równa się około 150 mln km, a odległość do najbliższej gwiazdy to ok. 50 mld km. Dlatego w astronomii

wprowadzono jednostki większe od kilometrów, a zatem wygodniejsze do stosowania; są to, kolejno od najmniejszej do największej: jednostka astronomiczna, rok świetlny i parsek.

Wszystkie wymienione jednostki można oczywiście stosować wymiennie tzn. daje się łatwo przeliczyć jedne na drugie.

Magdalena Kożuchowska

**

Odległości we Wszechświecie. Jednostka astronomiczna

Jednostka astronomiczna, 1 j.a. (lub 1 AU, od ang. *astronomical unit*) zdefiniowana jest jako średnia odległość Ziemi od Słońca. Jej wartość wyrażona w km wynosi 149 600 000 km.

Najbliższym sąsiadem Ziemi jest Księżyc obiegający naszą planetę po eliptycznej orbicie w odległości zmieniającej się od 356 410 km do 406 740 km. Jako jego średnią odległość od Ziemi przyjmuje się wartość 384 400 km, co stanowi 0,00257 j.a.

W jednostkach astronomicznych wyraża się na ogół odległości w Układzie Słonecznym oraz w innych układach planetarnych. W nich także podawane są często rozmiary orbit w układach podwójnych gwiazd.

Najbliższa Słońca planeta, Merkury, średnio znajduje się w odległości 0,38 j.a. od niego, natomiast Pluton — około 104 razy dalej. Może się jednak zdarzyć, że chwilowo Pluton będzie prawie 160 razy dalej od Słońca niż Merkury. Trzeba bowiem pamiętać, że okółosłoneczne orbity planet nie są okręgami, ale elipsami. Oznacza to, że odległość planety od Słońca podczas jej ruchu obiegowego zmienia się. Punkt orbity najbliższy Słońca to peryhelium, najdalszy to aphelium planety.

Trudno jest jednoznacznie zdefiniować, gdzie — w jakiej odległości od Słońca — kończy się Układ Słoneczny. Kiedyś jako umowną granicę przyjmowano położenie orbity najdalszej planety — Plutona. Od końca XX w. wiadomo jednak, że Pluton nie jest klasyczną planetą, ale najprawdopodobniej jedną z największych, o ile nie największą, lodową planetoidą z tzw. pasa Kuipera, rozpościerającego się w odległości 30–50 j.a. od Słońca, a podobnych obiektów znaleziono już w tych rejonach około setki. Trudno więc za ich pomocą określać granicę.

Przez jakiś czas dość powszechnie przyjmowano, że taką granicą jest odległość, gdzie ciśnienie wyływającego ze Słońca wiatru słonecznego równoważy się z ciśnieniem gazu międzygwiazdowego. Jednak oszacowania tej odległości były bardzo różne.

Ostatnio na ogół przyjmuje się, że Układ Słoneczny jest otoczony bardzo cienką kulistą powłoką materii, tzw. obłokiem (chmurą) Oorta. Jego promień, licząc od Słońca, szacuje się na dziesiątki tysięcy jednostek astronomicznych (około 1 roku świetlnego) i tę wartość można umownie traktować jako odległość do skraju Układu. W innych układach planetarnych znane masywne planety obiegają macierzyste gwiazdy w mniejszych odległościach niż w Układzie Słonecznym.

Magdalena Kożuchowska

**

Odległości we Wszechświecie. Rok świetlny

Rok świetlny to z definicji odległość, jaką w próżni pokonuje światło w ciągu jednego roku. Znając wartość prędkości światła $c = 299,792 \cdot 10^6$ m/s oraz pamiętając, że rok ma 31,56 milionów sekund, można wyliczyć, że jeden rok świetlny (1 ly od ang. *light year*) równa się około $9,46 \cdot 10^{15}$ m.

Lata świetlne stosuje się najczęściej do opisu struktur wewnątrz galaktyk. Łatwo jest zapamiętać wyrażone w tych jednostkach rozmiary naszej Galaktyki: średnica równikowa — około 100 tys. lat świetlnych, odległość Słońca od Centrum Galaktyki — 30 tys. lat świetlnych, jego odległość do skraju Galaktyki — 20 tys. lat świetlnych. Podobnie w latach świetlnych wyraża się bardzo często odległości do gwiazd znajdujących się w naszym sąsiedztwie. Od gwiazdy najbliższej (pomijając Słońce) dzieli nas około 4,3 lat świetlnych. W kuli zaś o środku znajdującym się w Słońcu i o promieniu 16 lat świetlnych doliczylibyśmy się tylko 40 gwiazd, w tym zaledwie 24 byłyby pojedyncze.

Trzeba pamiętać, że odległości wyrażone w jednostkach świetlnych zawsze podaje się przy założeniu, że sygnał świetlny, służący jako linijka do pomiaru odległości, porusza się w próżni.

W rzeczywistości ani przestrzeń międzyplanetarna, ani międzygwiazdowa, ani międzygalaktyczna nie jest pusta. Jednak ilość materii znajdującej się w tych ośrodkach jest tak niewielka, że z bardzo dobrym przybliżeniem możemy pominąć jej wpływ na czas przemieszczania się światła w bardzo rzadkich ośrodkach.

Inaczej jest w ośrodkach gęstych. Na przykład kwant energii, foton, wyprodukowany w głębi naszej macierzystej gwiazdy — w samym centrum Słońca, musi w drodze ku powierzchni przepłynąć przez warstwy bardzo gęste. Napotykane po drodze jądra atomowe, jony i elektrony mogą po pierwsze zmienić kierunek biegu fotonu (który często kluczy, zbacza z najkrótszej drogi, nawet cofa się, co bardzo przedłuża czas jego wydobywania się z gwiazdy). Po drugie — foton może być pochłonięty przez materię. Wtedy jego energia zostaje rozdzielona między rozmaite cząstki, by po jakimś czasie nastąpiła reemisja w postaci innych fotonów. Dlatego naszemu kwantowi światła pokonanie odległości równej jednemu promieniowi Słońca, czyli około 700 000 km, zajmuje aż około 40 mln lat, natomiast pokonanie odległości ze słonecznej fotosfery do Ziemi, równej 150 mln km, zajmie mu tylko 500 sekund.

Magdalena Kożuchowska

**

Odległości we Wszechświecie. Parsek

Największą astronomiczną jednostką odległości jest **parsek** (1 pc) i jego pochodne (1 kiloparsek = 1 kpc = 1000 pc, 1 megaparsek = 1 Mpc = 1 000 000 pc, 1 gigaparsek = 1 Gpc = 1 000 000 000 pc).

Jeden parsek to z definicji odległość, z której odcinek równy jednej jednostce astronomicznej widzielibyśmy pod kątem jednej sekundy łuku.

Kiloparseki to także bardzo wygodne jednostki do opisywania struktur galaktyk, rozmiarów samych galaktyk oraz odległości między nimi. Jedyna galaktyka widoczna z Polski gołym okiem na niebie, tzw. Wielka Mgławica w Andromedzie, ma promień równy 23 kpc, a najokazalsze galaktyki nieba południowego, Wielki i Mały Obłoki

Magellana, mają promienie 6 i 3 kpc. Odległości do tych trzech wymienionych obiektów wynoszą odpowiednio 675 kpc, 50 kpc i 60 kpc.

Megaparseki używane są przy opisie gromad galaktyk. Kilka megaparseków to typowy rozmiar gromady galaktyk, zaś supergromady mają rozmiary rzędu 100 Mpc. Od ogromnej gromady galaktyk w Pannie dzieli nas 15 Mpc.

Odległość do najdalszych obserwowalnych obecnie rejonów Wszechświata szacuje się na około 5 Gpc (5000 Mpc) co oznacza, że większe jednostki odległości nie są potrzebne nawet astronomom.

Magdalena Kożuchowska

**

Odległości we Wszechświecie. Rozmiary liniowe i kątowne

W fizyce rozumie się samo przez się, że zawsze w takich samych jednostkach jak odległość podaje się również rozmiar. Nieco inaczej bywa w astronomii, gdzie zdarza się, że jako rozmiar podaje się rozmiar kątowny obiektu, co często prowadzi do nieporozumień. Często opuszczany przymiotnik „kątowny” jednoznacznie wskazuje na to, że jednostką rozmiaru kątownego jest kąt, wyrażony w stopniach, minutach i sekundach łuku albo w radianach.

Nota bene potocznie rozumiany rozmiar powinien być opatrzony przymiotnikiem „liniowy”. Zależność rozmiaru kątownego α (wyrażonego w radianach) od liniowego l wyraża się następującym wzorem:

$$\alpha = l / r,$$

gdzie r oznacza odległość do mierzonego obiektu.

Taki sam rozmiar kątowny może mieć obiekt mały i bliski, albo duży i odległy.

Dwa obiekty o różnych rozmiarach liniowych oglądane z tej samej odległości mają różne rozmiary kątowne.

Magdalena Kożuchowska

**

odległość biegunowa, *astr.* kątowna odległość punktu (np. gwiazdy) na sferze niebieskiej od bieguna świata; dopełnienie deklinacji do 90° (astronomiczne współrzędne).

**

odległość zenitalna, *astr.* kątowna odległość punktu (np. gwiazdy) na sferze niebieskiej od zenitu; dopełnienie wys. do 90° (astronomiczne współrzędne).

**

Ofelia, *astr.* księżyc Urana, drugi licząc wg rosnącej odległości od planety.

**

OGLE, Optical Gravitational Lensing Experiment, projekt nauk., którego celem jest wykrywanie i monitorowanie zjawisk mikrosoczewkowania grawitacyjnego oraz gwiazd zmiennych w centrum Galaktyki i Obłokach Magellana; jeden z największych wielkoskalowych przeglądów nieba uruchomiony 1992 w obserwatorium astr. Uniwersytetu Warszawskiego w Las Campanas (Chile) pod kierunkiem A. Udalskiego; system obserwacyjny składa się z 1,3-metrowego teleskopu i szerokokątnej kamery mozaikowej CCD (65 mln elementów światłoczułych);

wykorzystywany do znajdowania ciemnej materii we Wszechświecie, wyszukiwania planet pozasłonecznych; grupa naukowców OGLE współpracuje z badaczami na całym świecie.

**

OGO, ang. **Orbiting Geophysical Observatory**, **Orbitalne Obserwatorium Geofizyczne**, seria 6 amer. obserwatoriów satelitarnych, wyniesionych na orbitę okołoziemską 1964–69 (1. start — 4 IX 1964); badania OGO obejmowały m.in.: pomiary natężenia, struktury i dynamiki ziemskiego pola magnet., poszukiwanie związków aktywności słonecznej ze zjawiskami geofiz., a zwł. z zorzami polarnymi, określenie parametrów fiz. plazmy jonosferycznej, wyznaczenie gęstości atmosfery Ziemi, rejestrację rentgenowskiego, nadfioletowego i radiowego promieniowania Słońca oraz słonecznego promieniowania korpuskularnego, obserwacje światła zodiakalnego, mikrometeoroidów, a także pomiary galaktycznego promieniowania w zakresie fal radiowych i promieni gamma.

**

Okeanos, gr. **Ōkeanós**, łac. **Oceanus**, *mit. gr.* w archaicznym greckim obrazie świata bóstwo rzeki opływającej ziemię; według Hezjoda — tytan, najstarszy syn Uranosa; ojciec nimf morskich, Okeanid; u Homera uznany za ojca bogów, zarazem jest rzeką otaczającą świat; w okresie późniejszym imię Okeanos odnosiło się tylko do Oceanu Atlantyckiego.

**

okna atmosferyczne, zakresy widma promieniowania elektromagnetycznego, z których promieniowanie to przenika przez atmosferę i dociera do powierzchni Ziemi bez znaczącego osłabienia (wskutek pochłaniania lub odbicia); istnieją 2 duże o.a.: okno opt. (od bliskiego nadfioletu poprzez zakres widzialny do bliskiej podczerwieni; ok. 300–900 nm) i okno radiowe (1 mm–30 m), oraz liczne małe i wąskie okna w bliskiej i dalekiej podczerwieni (mające znaczenie dla obserwacji astr. m.in. chłodnych obłoków gazowych i pyłowych oraz chłodnych gwiazd).

**

okno startowe, okres, w którym musi nastąpić start statku kosm., by osiągnął on założony cel lotu; wyznaczone gł. przez możliwości systemu napędowego (rakiety nośnej i silników własnych) statku kosm. oraz wzajemne położenie Ziemi i wybranych ciał niebieskich lub położenie na orbicie pojazdu, z którym statek ma się spotkać; długość o.s. w danym dniu może być bardzo mała, nawet kilka sekund, lecz przez pewien okres może się ono otwierać codziennie lub kilka razy dziennie.

**

oko, narząd zmysłu, przystosowany do odbierania bodźców świetlnych, przekształcania ich w impulsy nerwowe i przesyłania do mózgu; oko kręgowców, funkcjonujące na zasadzie ciemni opt., składa się z gałki ocznej i narządów pomocniczych — gł. zewn. mięśni gałki ocznej, aparatu łzowego, spojówki, powiek. U człowieka gałka oczna ma w przybliżeniu kształt kulisty, średnicę ok. 25 mm; jej ścianę tworzą 3 zasadnicze warstwy: zewn. błona włóknista, środkowa błona naczyniowa oraz wewn. błona nerwowa, czyli siatkówka — właściwy element światłoczuły oka; fotoreceptorami są pręciki i czopki, z których pobudzenie jest przekazywane z oka do ośr. wzrokowych mózgu za pośrednictwem nerwu

wzrokowego. Zewnętrzna błona włóknista jest zróżnicowana na przezroczystą rogówkę — przednią część, i nieprzejrystą twardówkę — większą część tylną. W środkowej błonie naczyniowej rozróżnia się tęczę i ciało rzęskowe oraz położoną w tyle naczyniówkę; tęczę przebija pośrodku otwór zw. źrenicą, o wielkości zmienianej przez mięśnie — zwieracz i rozszerzacz źrenicy; spełnia ona funkcje przesłony regulującej ilość światła wpadającego do oka; ciało rzęskowe, zgrubiały pierścień na granicy tęczy i naczyniówki, zawiera mięsień rzęskowy, który reguluje za pośrednictwem więzadełek zmiany krzywizny soczewki oka (akomodacja). Przed soczewką znajdują się wewnątrz gałki ocznej komory oka wypełnione przezroczystym płynem, zw. ciecżą wodnistą; za soczewką leży przezroczysty, galaretowaty twór — ciało szkliste. Rogówka, ciecz wodnista, soczewka i ciało szkliste tworzą układ optyczny oka, który załamuje promienie świetlne i skierowuje je na siatkówkę, gdzie powstaje rzeczywisty, pomniejszony i odwrócony obraz oglądanego obiektu. Podobną budowę jak oko kręgowców mają oczy niektórych bezkręgowców, zwłaszcza głowonogów. Na zupełnie odmienną zasadzie są zbudowane oczy stawonogów; składają się z licznych (od kilkunastu do ok. 30 tys.) oczek prostych (ommatidiów) stanowiących pojedyncze układy opt.; w oczach tego typu powstaje obraz mozaikowy (punktowy).

Do najczęściej spotykanych schorzeń oczu należą wady wrodzone i nabyte wzroku (zez, krótkowzroczność, nadwzroczność, nieźorność, daltonizm), stany zapalne spojówek, rogówki, twardówki, zaćma, jaskra, gradówka, owrzodzenie rogówki, zapalenie siatkówki i jej odwarstwienie, jaglica; zmiany w dnie oka świadczą o chorobach nerek, ośrodkowego układu nerwowego, nadciśnieniu tętniczym, cukrzycy; spośród nowotworów spotyka się gł. siatkówczak, czerniak; urazy mech., termiczne, chem. mogą doprowadzić do upośledzenia ostrości wzroku lub ślepoty.

**

Oko

Siatkówka oka składa się z czopków i pręcików. Rozmieszczone są one nierównomiernie. W pobliżu centrum siatkówki więcej jest czopków. Na obrzeżach przeważają pręciki. Za widzenie barw ciepłych (czerwony, pomarańczowy, żółty) odpowiedzialne są czopki. Pręciki tych barw nie widzą. Czułość czopków jest dużo mniejsza niż pręcików — czopki reagują dopiero przy dużej ilości odbieranego światła.

Z tego powodu przedmioty ziemskie o zmierzchu, lub mgławice czy galaktyki, wydają się szare. Widzimy je dzięki pręcikom. Bardzo słabo oświetlone przedmioty lub słabo świecące obiekty nieba oglądamy metodą zez. Należy patrzeć nie wprost na ten obiekt, lecz nieco obok, tak aby obraz tego przedmiotu padł na brzeg siatkówki, czyli tam, gdzie jest więcej pręcików.

Nawet w pełnym świetle, gdy przedmiot ucieka daleko w bok, zaczyna tracić barwę, widać, że jest, chociaż coraz bardziej bezbarwny. Jeśli przedmiot przesuwają się w bok na skraj pola widzenia, to jego obraz przesuwają się ku brzegowi siatkówki tam, gdzie dominują pręciki.

Andrzej Branicki

**

oktant [łac. *octans* < *octo* 'osiem'], przyrząd nawigacyjny do pomiaru kątów, którego gł. częścią jest łuk stanowiący 1/8 okręgu; dawniej stosowany w astronomii nawigacyjnej, ob. wyszedł z użycia.

**

Oktant, *Octans*, *astr.* gwiazdozbiór nieba południowego;

Umiejscowienie na niebie: gwiazdozbiór nieba południowego
Obszar gwiazdozbioru (w stopniach kwadratowych): 291

w Polsce niewidoczny.

**

okultacja [łac.], *astr.* → **zakrycie** (*astr.*).

**

Olbers HEINRICH WILHELM, ur. 11 X 1758, Arbergen, zm. 2 III 1840, Brema, astronom niemiecki; samouk, jeden z najwybitniejszych astronomów pocz. XIX w.; żył i pracował w Bremie; odkrył 2 planetoidy: Pallas (1802) i Westę (1807) oraz wiele komet; stworzył teorię powstania planetoid w wyniku rozpadu pierwotnej większej planety; rozwiązał zagadnienie wyznaczania parabolicznej orbity komety (1797).

**

olbrzymy, *astr.* zaawansowane ewolucyjnie gwiazdy, które przeszły przez stadium karła oraz podolbrzyna i na obecnym etapie ewolucji mają duże rozmiary i jasność; na diagramie Hertzsprunga–Russella leżą powyżej ciągu głównego; stadium olbrzyna trwa znacznie krócej niż stadium karła, czyli gwiazdy ciągu głównego; w ramach klasyfikacji widmowej olbrzymy należą do gwiazd o klasach jasności II i III; wśród olbrzymów wyodrębnia się tzw. **czerwone olbrzymy**, charakteryzujące się niską temperaturą powierzchni (2–3 tysiące K); promienie olbrzymów są od ok. 10 do ok. 100 razy większe od promienia Słońca, a ich jasności od kilkuset do kilku tysięcy razy większe; niektóre olbrzymy są gwiazdami pulsującymi; przez stadium olbrzyna przechodzą wszystkie gwiazdy o masach większych od ok. 0,5 masy Słońca.

**

Olmsted DENISON, ur. 18 VI 1791, East Hartford (stan Connecticut), zm. 13 V 1859, New Haven (tamże), amer. fizyk, chemik, geolog, matematyk; profesor matematyki i filozofii naturalnej Yale University; 1833 obserwował intensywny deszcz meteorów (spowodowany przez Leonidy), zapoczątkował naukę o meteorach, wykazał kosm. pochodzenie meteoroidów.

**

Olympus Mons, *astr.* największy w Układzie Słonecznym wygasły wulkan, na Marsie; szczyt wznosi się 25 km nad marsjańskimi nizinami.

**

ołów, Pb, *plumbum*, pierwiastek chemiczny o liczbie atomowej 82;

Symbol: Pb

Nazwa łacińska: Plumbum

Liczba atomowa: 82

Pierwiastek promieniotwórczy: nie

Grupa układu okresowego pierwiastków: 14 — węglowce

Odkrycie: starożytność

względna masa atomowa 207,20; należy do grupy **węglowców**; szary, miękki, kowalny, łatwo topliwy metal; temperatura topnienia 327,52°C, temperatura wrzenia 1740°C, gęstość 11,35 g/cm³; aktywny chemicznie; w powietrzu, w warunkach normalnych pokrywa się cienką warstwą tlenku PbO i węglanu PbCO₃; ma właściwości amfoteryczne, roztwarza się w kwasach (w kwasach nieutleniających — w obecności tlenu) i w stężonych mocnych zasadach; występuje na II i IV stopniu utlenienia; związki ołowiu(II) są trwałe zarówno w stanie stałym, jak i w roztworach, związki ołowiu(IV), bardzo silne utleniacze, są trwałe tylko w stanie stałym; do najważniejszych związków należą: tlenki ołowiu, siarczki PbS i selenek PbSe, stosowane w technologii materiałów opto- i mikroelektronicznych, chromian PbCrO₄ i zasadowy węglan ołowiu(II) 2PbCO₃ · Pb(OH)₂ (pigmenty) oraz związki ołowioorganiczne; ołów i jego związki są silnymi truciznami kumulującymi się w ustroju (ołowica). Ołów jest pierwiastkiem stosunkowo pospolitym, choć występującym w niezbyt dużych ilościach; głównymi minerałami są: galena (PbS) — najważniejsza ruda ołowiu, a także m.in. cerusyt (PbCO₃) i anglezyt (PbSO₄). Ołów metaliczny otrzymuje się głównie z rud siarczkowych, z których przez prażenie otrzymuje się tlenek ołowiu, poddawany redukcji koksem; uzyskany ołów surowy rafinuje się elektrolitycznie. W Polsce ołów uzyskuje się z rud ołowioowo-cynkowych występujących w okolicach Chrzanowa i Olkusza. Ołów jest stosowany m.in. do wyrobu aparatury chemicznej, płyt akumulatorowych, powłok kabli, amunicji oraz osłon przed promieniowaniem jonizującym (np. rentgenowskim); duże znaczenie mają stopy ołowiu. Z powodu toksyczności ołowiu drastycznie spadła na świecie produkcja benzyn domieszkowanych związkami ołowiu (takimi jak np. tetrametylo- i tetraetylołów), produkcja insektycydów zawierających związki ołowiu oraz farb, których pigmentami są związki ołowiu (biel ołowiowa, żółcień chromowa); wciąż stosowana jest minia (Pb₃O₄), zabezpieczająca duże konstrukcje stalowe przed korozją. Ołów metaliczny był znany już w starożytności (wytapiany z rud ok. 3500 lat p.n.e. w Egipcie); Rzymianie stosowali go do wyrobu rur wodociągowych, które przetrwały do czasów obecnych.

**

Ołtarz, Ara, gwiazdozbiór nieba południowego;

Umiejscowienie na niebie: gwiazdozbiór nieba południowego

Obszar gwiazdozbioru (w stopniach kwadratowych): 237

w Polsce niewidoczny.

**

Omar CHAJJAM, **‘Umar Hayyām**, ur. 1021(?), Niszapur, zm. 1122, tamże, perski poeta, matematyk, astronom i filozof; sceptyk i wolnomyśliciel o rozległej wiedzy; prace nauk. pisał w języku arabskim, w języku perskim — słynne rubajjaty oraz eseje; jeden z reformatorów kalendarza muzułm., kompilator tablic astr., autor traktatów mat.; twórczość, wyrażająca protest przeciw tendencjom dogmatycznym islamu i ortodoksji muzułm., spowodowała prześladowanie autora w Persji; zachowała się tylko część dorobku lit. O.Ch., którą Europa poznała w parafrazie E. Fitzgeralda (1859); pol. zbiory: *Omar Chayyam. Rubayyaty* (1911 i 1921),

Czterowiersze Omara Chajjama (1921), *Wybrane czterowiersze Omara Chajjama* (1933), *Rubajaty* (1971), *Dywan perski* (1977).

**

Omega, Podkowa, Lecący Łabędź, M17, *astr.* mgławica emisyjna wokół gorącej gwiazdy w gwiazdozbiore Strzelca; odległa od Układu Słonecznego o ok. 3260 lat świetlnych.

**

Omega, hiperboliczny system radionawigacji; jedyny system naziemny, który pokrywał całą kulę ziemską za pomocą 8 zsynchronizowanych radiolatarni; mierzył różnicę faz impulsów wysyłanych jednocześnie przez 2 radiolatarnie, co umożliwiało wyznaczanie linii pozycyjnej; dzięki zastosowaniu niskiej częst. w pasmie 10–14 kHz sygnał Omega można było odbierać pod powierzchnią wody do głęb. ok. 15 m; Omega był jednak systemem rzadko używanym z powodu małej dokładności i podatności na zakłócenia; uruchomiony 1966 (należał w całości do USA), zaprzestał pracy 1998.

**

Omega Centauri, *ω Centauri*, *astr.* najjaśniejsza, widoczna nieuzbrojonym okiem gromada kulista gwiazd w gwiazdozbiore Centaura; odległa od Układu Słonecznego o ok. 16 tys. lat świetlnych.

**

Oort [o:rt] JAN HENDRIK, ur. 28 IV 1900, Franeker, zm. 5 XI 1992, Lejda, astronom holenderski; od 1935 profesor uniwersytecie w Lejdzie i 1945–70 dyrektor obserwatorium astronomicznego tamże; 1958–61 prezes Międzynarodowej Unii Astriackiej; 1926–27 wykrył obrót Galaktyki, posługując się metodą analizy ruchów radialnych gwiazd podaną przez B. Lindblada; 1938 opracował metodę wyznaczania gęstości przestrzennej gwiazd, 1950 — teorię pochodzenia komet; analizował ruch materii w koronie Galaktyki.

**

Oorta obłok, chmura Oorta, zbiorowisko małych ciał (zwanymi niekiedy kometami), rozprzestrzeniające się kuliście wokół Słońca do odległości ok. 200 tysięcy AU (astronomiczna jednostka); obłok Oorta powstał w końcowym okresie procesu formowania się Układu Słonecznego w wyniku wyrzucenia resztek materii dysku protoplanetarnego z obszaru ruchu wielkich planet; jest uważany za źródło pochodzenia komet jednopojawieniowych; ocenia się, że obłok Oorta zawiera $(3-5) \cdot 10^{12}$ obiektów o łącznej masie szacowanej na ok. 30 mas Ziemi; działające na nie różne siły (np. wpływy grawitacyjne najbliższych gwiazd lub przechodzących blisko Słońca masywnych obłoków materii międzygwiazdowej, a także oddziaływania pływowe Galaktyki) powodują, iż niektóre z tych obiektów tak zmieniają swe prędkości i kierunki ruchu, że mogą się znaleźć w pobliżu Słońca i zostać zaobserwowane jako komety. Hipotezę istnienia tego zbiorowiska obiektów sformułował 1950 J.H. Oort.

**

Oorta wzory, 3 wzory opisujące ruchy obiegowe gwiazd w dysku galaktycznym.

**

Opolski ANTONI, ur. 1913, astronom; profesor Uniw. Wrocław. i dyr. jego obserwatorium astr.; prace z astrofizyki.

**

opozycja [łac.], **przeciwstawienie**, *astr.* położenie ciała na sferze niebieskiej, przy którym jego długość ekliptyczna różni się o 180° od długości ekliptycznej Słońca.

**

Oppolzer [ɔpɔlcɛʃ] THEODOR **von**, ur. 26 X 1841, Praga, zm. 26 XII 1886, Wiedeń, austr. astronom, geodeta i matematyk; od 1870 profesor geodezji i astronomii uniwersytetu w Wiedniu; zajmował się obliczaniem orbit ciał niebieskich (komet, planet, planetoid); w dziele *Canon der Finsternisse* opisał bardzo wiele zaćmień Słońca i Księżyca.

**

Opportunity [ɔpɔʃtjɔ:nɛʃtɪ], pojazd badawczy (robot) dostarczony 25 I 2004 na powierzchnię Marsa przez próbnik kosmiczny MER-Opportunity amerykańskiego programu badań Marsa — MER (Mars Exploration Rover).

**

optyka adaptatywna, optyka adaptacyjna, wykorzystywanie optyki aktywnej do szybkich (w skali setnych części sekundy) zmian powierzchni zwierciadła teleskopu, w celu uniknięcia szkodliwego wpływu turbulencji atmosfery ziemskiej na obserwacje; o.a. eliminuje efekt tzw. popularnie migotania gwiazd i umożliwia uzyskanie znacznie ostrzejszych obrazów obiektów astr. (np. gwiazd, galaktyk). Zasada o.a. polega na jednoczesnej obserwacji „sztucznej gwiazdy”, będącej porównawczym źródłem światła, którą stanowi np. odbita od górnych warstw atmosfery wiązka laserowa, i badanego obiektu; system o.a. kompensuje ruchy turbulenty atmosfery przez odpowiednie wyginanie dodatkowego, niewielkiego zwierciadła, umieszczonego przed odbiornikiem światła; korekty kształtu zwierciadła pomocniczego dokonuje się nawet kilka tys. razy na sekundę.

**

optyka aktywna, system korygujący jakość obrazu w teleskopie opt. przez ciągłą modyfikację kształtu zwierciadła głównego i dobieranie odpowiedniego położenia zwierciadła wtórnego; zwierciadła, zwłaszcza największe i ciężkie, są narażone na odkształcenia, gł. przy zmianie położenia teleskopu (gdy śledzi się ruch obiektów na niebie) oraz na skutek zmian temperatury, wiatrów itp.; chwilową deformację zwierciadła wyznacza się na podstawie rozmycia obrazu gwiazdy i następnie eliminuje za pomocą układu sterowanych komputerowo kilkudziesięciu ruchomych wsporników zwierciadła (z częst. od kilku sekund do kilku minut).

**

orbita [łac., ‘koleina’, ‘droga’], *astr.* przestrzenny tor ciała niebieskiego (np. planety lub komety w ruchu wokół Słońca, gwiazdy wokół centrum Galaktyki). Kształt orbity i sposób poruszania się po niej ciała są określane przez funkcyjną zależność siły przyciągania od parametrów opisujących rozważany układ ciał. Jeśli, jak w przypadku sił grawitacji (w przybliżeniu niutonowskich), siła przyciągania jest

odwrotnie proporcjonalna do kwadratu odległości danych ciał, wówczas orbita jest krzywą stożkową, w której jednym ognisku znajduje się ciało przyciągające; orbita, zwana wówczas **orbitą keplerowską**, jest elipsą, parabolą lub hiperbolą — zależnie od tego, czy energia mechaniczna (suma energii potencjalnej i kinetycznej) jest ujemna, równa zeru czy dodatnia.

**

orbita keplerowska, *astr.* orbita, po której poruszałoby się ciało, gdyby działała na nie jedynie siła ze strony ciała centralnego (np. na Ziemię — siła przyciągania Słońca).

**

orbiter [ang.], rzadko używane określenie sztucznego obiektu kosm. poruszającego się po orbicie wokół ciała niebieskiego, np. planety; stosuje się je najczęściej wtedy, gdy jedna część statku kosm. wylądowała na powierzchni ciała, a druga krąży wokół niego i wspólnie wykonują zaplanowane zadania.

**

orbitowanie, poruszanie się w przestrzeni kosm. w pobliżu statku kosm.; także ruch ciała po orbicie.

**

Ordowik. Kontynenty, oceany i klimat

Rozmieszczenie lądów i mórz w ordowiku nie uległo zasadniczym zmianom w porównaniu z kambrem, z tym że różne kontynenty zmieniały stopniowo swe pozycje geograficzne, przechodząc przez różne strefy klimatyczne. Baltica była nadal oddzielona od Laurencji oceanem Japetus. Gondwana przemieszczała się stopniowo przez rejon bieguna południowego, czego efektem był wielki rozwój lądolodów na obszarze dzisiejszej Sahary. Powstawanie i topnienie czasy lodowej spowodowało eustatyczne ruchy poziomu oceanu światowego. Taki rozkład kontynentów znajduje swe odzwierciedlenie w prowincjach trylobitowych — trylobity spotykane dzisiaj w osadach południowej Europy, północnej Afryki i Ameryki Południowej należały do form zimnolubnych, podczas gdy trylobity północnej Europy, Ameryki Północnej, wschodniej Azji i Australii żyły w wodach ciepłych.

Włodzimierz Mizerski

**

Orion, Ōrīōn, *mit. gr.* mityczny myśliwy beocki, olbrzym o niezwykłej urodzie, ukochany bogini Eos; zginął od ukąszenia skorpiona naślanego przez Artemidę za próbę jej zgwałcenia; przeniesiony między gwiazdy wraz z psem Syriuszem i skorpionem, atakującym jego piętę; z mitu korzystała poezja, muzyka (opery — m.in. P.F. Cavallego) i sztuka.

**

Orion, Kosiarze, wyraźny gwiazdozbiór równikowy;

Umiejscowienie na niebie: gwiazdozbiór równikowy

Obszar gwiazdozbioru (w stopniach kwadratowych): 594

Główne gwiazdy: [Betelgeuse](#), [Rigel](#), [Bellatrix](#), [Mintaka](#), [Alnilam](#), [Alnitak](#), [Saiph](#)

w Polsce dobrze widoczny zimą, w lecie widoczny tuż przed wschodem Słońca; jego jasne gwiazdy, w tym najjaśniejsza — Rigel, druga pod względem jasności — Betelgeuse oraz Alnitak, Alnilam, Mintaka, tworzą charakterystyczną figurę (ostatnie 3 — tzw. pas O.); w O. znajduje się wiele mgławic, m.in. widoczna gołym okiem Wielka Mgławica O. oraz charakterystyczna mgławica Koński Łeb; O. jest gwiazdozbiorem najbogatszym w obszary gwiazd świeżo formujących się z gęstych obłoków gazowych.

**

Orionidy, *astr.* rój meteorów związanych z kometą Halleya; maksimum obfitości przypada 22 X, a radiant znajduje się w gwiazdozbiornie Oriona; maksimum obfitości przypada 22 X, a radiant znajduje się w gwiazdozbiornie Oriona.

**

orisza, w wierzeniach Jorubów (Nigeria) zbiorcza nazwa bóstw i in. istot duchowych obdarzonych wielką mocą; ważniejsze mają ośr. kultu z kapłanami, grupy wyznawców, na ich cześć tworzy się specjalne hymny pochwalne (*oriki*), m.in.: Obatala — wysłany z nieba przez Oloruna w celu stworzenia świata, Orunmila — bóg wyroczni Ifa, Ogun — bóg żelaza, kowalstwa i wojny, oraz Szango — bóg deszczu i piorunów.

**

Orkiszka kometa, kometa jednopojawieniowa o numerze katalogowym C/1925 G1; odkryta 3 IV 1925 przez pol. astronoma L. Orkiszę.

**

Orkus, Orcus, *mit. rzym.* italskie bóstwo śmierci, a także (przenośnie) podziemny świat zmarłych; pod wpływem gr. utożsamiany z Plutonem i Hadesem.

**

Ormuzd, w religii staroirańskiej najwyższy bóg, → [Ahura Mazda](#).

**

Orzeł, *Aquila*, *astr.* gwiazdozbiór równikowy;

Umiejscowienie na niebie: gwiazdozbiór równikowy

Obszar gwiazdozbiornie (w stopniach kwadratowych): 652

Główne gwiazdy: [Altair](#), [Alshain](#), [Tarazed](#)

w Polsce widoczny latem; najjaśniejsza gwiazda — Altair.

**

OSO, ang. **Orbiting Solar Observatory, Orbitalne Obserwatorium Słoneczne**, seria 8 amer. obserwatoriów satelitarnych umieszczonych na orbicie okołoziemskiej 1962–75, przeznaczonych do prowadzenia szczegółowych badań Słońca oraz obserwacji astrofizycznych; OSO-1 (start III 1962) był pierwszym w historii specjalistycznym satelitą do badań astrofizycznych; OSO przeprowadziły m.in.

szerokopasmowe spektroskopowe i fotometryczne obserwacje słonecznego promieniowania rentgenowskiego, ultrafioletowego i promieniowania γ , badanie zjawisk związanych z obszarami aktywnymi na Słońcu, rejestrację galaktycznej i słonecznej składowej promieniowania kosm., badanie zmian korony słonecznej, pomiary plazmy słonecznej.

**

oś świata, *astr.* prosta przechodząca przez środek sfery niebieskiej równoległe do osi Ziemi; punkty przebicia sfery niebieskiej przez oś świata są nazywane biegunami świata lub biegunami niebieskimi; wskutek ruchu obrotowego Ziemi sfera niebieska obraca się wokół osi świata, wykonując pełny obrót w ciągu doby gwiazdowej.

**

oś Ziemi, prosta, wokół której Ziemia dokonuje obrotu w ciągu doby gwiazdowej; punkty, w których oś Ziemi przebija powierzchnię Ziemi są nazywane biegunami geograficznymi.

**

Ośrodek Kosmiczny J.F. Kennedy'ego, *ang. J.F. Kennedy Manned Space Flight Center*, główny ośrodek kosmiczny NASA; położony na przylądku Canaveral (Floryda); 1950 pierwsze loty balistyczne (niemiecka rakietka A-4), od 1958 miejsce startu amerykańskich rakiet kosmicznych (stąd m.in. zrealizowano pierwsze loty człowieka na Księżyc), a od 1981 także wahadłowców; formalnie do NASA należy tylko północna część kosmodromu; południowa część kosmodromu należy do Lotnictwa Wojskowego USA i nosi nazwę Cape Canaveral Air Force Station.

**

„P”

P Cygni, gwiazda nowa z 1600 (ok. 1650 wybuch się powtórzył), należy do gwiazdozbioru Łabędzia;

Oznaczenie: P Cygni

Rodzaj obiektu: nowa (gwiazda nowa z 1600; ok. 1650 wybuch się powtórzył)

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; **Łabędź**

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: $20^{\text{h}} 17^{\text{m}} 47^{\text{s}}$ deklinacja: $38^{\circ} 02' 5000$ l.św. = 1 533 pc = 316 200 000 AU

Typ widmowy i klasa jasności: B2Iae

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: $+4,8^{\text{m}}$

Temperatura efektywna: układ: 12000 K

obecnie najjaśniejsza z gwiazd nowych; otoczona rozległą otoczką gazową, rozszerzającą się z prędkością 100–200 km/s.

**

Paczyński, planetoida pasa głównego o numerze katalogowym 11755; odkryta 1960 w Obserwatorium Astr. na Mount Palomar (USA); nazwana na cześć B. Paczyńskiego.

**

Paczyński BOHDAN, ur. 8 II 1940, Lwów, zm. 19 IV 2007, Princeton, astrofizyk; od 1974 profesor PAN; od 1976 czł. PAN; od 1981 w USA; od 1982 profesor uniwersytetu w Princeton; od 1984 czł. Nar. Akad. Nauk USA; prowadził prace z dziedziny budowy i ewolucji gwiazd pojedynczych i podwójnych; 1986 wysunął hipotezę, że źródła błysków gamma znajdują się w odległościach kosmologicznych; 1986 zaproponował poszukiwania zjawisk mikrosoczewkowania grawitacyjnego; propagował i organizował masowe obserwacje opt. zmiennych obiektów astr.; w ramach tej działalności od 1992 współpracował z warsz. zespołem OGLE (ang. Optical Gravitational Lensing Experiment), zajmującym się wykrywaniem i monitorowaniem zjawisk mikrosoczewkowania grawitacyjnego oraz wszelkich typów gwiazd zmiennych w okolicy centrum naszej Galaktyki i w Obłokach Magellana, a od 1997 — z warsz. zespołem ASAS (ang. All Sky Automated Survey), zajmującym się wykrywaniem i monitorowaniem wszelkich typów gwiazd zmiennych na całej południowej półkuli; otrzymał m.in.: 1980 nagrodę państw. I stopnia, 1996 Nagrodę Fundacji na rzecz Nauki Pol., 1997 Medal Henry Drapera Nar. Akad. Nauk USA, 1999 Złoty Medal Król. Tow. Astr. w Londynie, 2002 Medal Bruce Astr. Tow. Pacyfiku, 2006 najwyższe wyróżnienie Amer. Towarzystwa Astr. — Henry Norris Russell Lectureship (nagroda przyznawana za życiowy dorobek w dziedzinie astronomii).

**

Paleogen. Kontynenty, oceany i klimat

W ciągu paleogenu doszło do niemal całkowitej likwidacji Oceanu Tetydy. Dekan i inne bloki kontynentalne, będące fragmentami dawnego kontynentu Gondwany, zderzały się z Eurazją tworząc śródziemnomorsko-himalajską strefę fałdową.

Na bloki kontynentalne wkraczały płytkie zbiorniki morskie, w których tworzyły się osady węglanowe i okrucowe.

Klimat, w porównaniu z okresem kredowym, był chłodniejszy. Związane to było z większym rozczłonkowaniem basenów oceanicznych i aktywniejszą cyrkulacją wód, zarówno powierzchniowych, jak i głębinowych. Oziębający wpływ wód oceanicznych nasilił się pod koniec paleogenu, kiedy wokół Antarktydy powstał zimny prąd morski, a na kontynencie rozwinęła się pokrywa lodowa.

Włodzimierz Mizerski

**

Paleozoik. Ewolucja skorupy ziemskiej

Era paleozoiczna rozpoczęła się 570 mln lat temu, a skończyła 245 mln lat temu. W erze tej nastąpiły dwie wielkie orogenezy: kaledońska i waryscyjska. Spowodowały one powstanie licznych, wielkich i rozległych łańcuchów górskich na wszystkich kontynentach. Powstawaniu orogenów towarzyszył magmatyzm i metamorfizm regionalny.

Włodzimierz Mizerski

**

Paleozoik. Życie

W erze paleozoicznej pojawiły się masowo różnorodne formy życia. Początkowo były to rośliny, grzyby i zwierzęta bezkręgowce żyjące w zbiornikach morskich. Z nich na drodze ewolucji powstały rośliny lądowe, lądowe bezkręgowce oraz kręgowce, zarówno morskie jak i lądowe. Wszystkie te formy życia, zachowane jako skamieniałości, mają cechy życia pierwotnego, bardziej prymitywnego niż obecnie. Cecha ta znajduje też odzwierciedlenie w nazwie ery, która oznacza erę starszego życia.

Włodzimierz Mizerski

**

Pallas [gr.], *astr.* planetoida pasa głównego; druga pod względem wielkości (średnica ok. 583 km); odkryta 1802 przez H.W. Olbersa.

**

Pan, *astr.* księżyc Saturna, pierwszy licząc wg rosnącej odległości od planety.

**

Pandora, *astr.* księżyc Saturna, czwarty licząc wg rosnącej odległości od planety.

**

Panna, ♍, znak Zodiaku; w wyniku precesji osi ziemskiej obecnie początek znaku Panny znajduje się w gwiazdozbiornie Lwa.

**

Panna, łac. *Virgo*,

Umiejscowienie na niebie: gwiazdozbiór równikowy

Obszar gwiazdozbioru (w stopniach kwadratowych): 1290

Główne gwiazdy: Spica, Vindemiatrix

w Polsce widoczny wiosną; najjaśniejsza gwiazda — Spica (zwana też Kłosem Panny).

**

Panna A, *astr.* silne radioźródło w gwiazdozbiornie Panny; → [Virgo A](#).

**

paradoks zegarów, paradoks bliźniąt, *fiz.* zjawisko wskazywania różnego czasu przez 2 zegary, z których jeden pozostawał w spoczynku w układzie inercyjnym, a drugi był względem niego w ruchu i po odbyciu podróży powrócił w to samo miejsce; paradoks ten w nieco innym sformułowaniu jest też znany jako **paradoks bliźniąt** — wiek bliźniąt, z których jedno odbyłoby podróż kosm., nie byłby w chwili spotkania po takiej podróży jednakowy (brat podróżujący byłby młodszy od brata pozostającego w spoczynku). Zjawisko to wiąże się z dylatacją czasu, zgodnie z którą zegar będący w ruchu chodzi wolniej od zegara spoczywającego w tymże układzie. Nazwa „paradoks” pochodzi stąd, że opisane zjawiska są pozornie sprzeczne z zasadą względności: skoro bowiem obserwator związany z pierwszym zegarem uważa, że drugi zegar był względem niego w ruchu, to z punktu widzenia obserwatora związanego z tym drugim zegarem to on właśnie spoczywał, a w ruchu był zegar

pierwszy, a więc żadnej asymetrii być nie powinno. Łatwo jest jednak udowodnić na podstawie obserwacji (np. aberracji światła gwiazd), że pierwszy zegar pozostawał stale w tym samym układzie inercyjnym, podczas gdy drugi — aby powrócić do miejsca startu — musiał zawrócić i przenieść się do innego układu inercyjnego. Z wzorów teorii względności wynika, że zjawisko to staje się wyraźne dopiero przy prędkościach bliskich prędkości światła w próżni. Jednak użycie zegarów atomowych pozwoliło potwierdzić to zjawisko nawet przy przewożeniu ich zwykłymi samolotami (J.C. Hafele, R.E. Keating, 1972).

**

paralaksa [gr.], *astr.* zjawisko zmiany kierunku, w którym obserwowany jest obiekt astr., w wyniku zmiany położenia obserwatora, a także kąt między kierunkami do danego obiektu poprowadzonymi z 2 różnych położen obserwatora. Dla małych wartości tego kąta p jest wprost proporcjonalna do odległości między obydwoa położeniami obserwatora (tzw. bazy) i odwrotnie proporcjonalna do odległości obiektu. Pomiar p pozwala na wyznaczenie odległości do ciała niebieskiego (metoda p . **trygonometrycznych**). W przypadku ciał Układu Słonecznego bazą jest promień Ziemi; określając jednocześnie z 2 oddalonych od siebie punktów na powierzchni Ziemi kierunki do danego obiektu (Słońca, Księżycy, planety), można obliczyć kąt między prostymi łączącymi obiekt ze środkiem Ziemi i jednym z punktów obserwacji (p . **dzienna**, p . geocentryczna; ulega zmianie w ciągu doby). W pomiarach odległości gwiazd bazą jest średnica okołosłonecznej orbity Ziemi; roczny obieg Ziemi sprawia, że każda gwiazda w ciągu roku gwiazdowego zatacza na sferze niebieskiej elipsę, której duża półoś (p . **roczna**, p . heliocentryczna) wyrażona w sekundach łuku wynosi $\pi = 206\,265\, a/r$, gdzie a jest półosią orbity Ziemi, r — odlegością gwiazdy od Słońca, wyrażoną w tych samych jednostkach co a . P . dzienna Słońca jest równa $8'',8$, a p . roczna najbliższej znanej gwiazdy (Proxima) wynosi $0'',769$. Wskutek trudności pomiaru tak małych kątów, metoda p . trygonometrycznych może być użyta do wyznaczania odległości tylko najbliższych gwiazd. Informacje o odległościach dalszych gwiazd uzyskuje się w sposób pośredni, np. wykorzystując związek między widmem gwiazdy a jej jasnością absolutną (metoda p . **spektroskopowych**), a także z przesunięcia gwiazd na sferze niebieskiej, będącego odbiciem ruchu Słońca w stosunku do tych gwiazd (p . **średnie**), z obserwacji ruchów własnych gromad gwiazd (p . **grupowe**) oraz z obserwacji parametrów orbit gwiazd wizualnie podwójnych (p . **dynamiczne**).

**

parametr deceleracji, wielkość charakteryzująca zmianę szybkości rozszerzania się Wszechświata, np. w modelu Friedmana.

**

Parenago PAWIEŁ P., ur. 20 III 1906, Jekaterynodar (ob. Krasnodar), zm. 5 I 1960, Moskwa, astronom rosyjski; profesor uniw. w Moskwie; czł. AN ZSRR; badał rozmieszczenie materii międzygwiazdowej w Galaktyce; prace dotyczące gwiazd zmiennych, zwłaszcza nowych i nowopodobnych.

**

Parmenides z Elei, Parmenídēs, ur. ok. 540, zm. ok. 470 p.n.e., filozof gr., twórca szkoły eleatów; przeciwstawiając się jońskiej filozofii przyrody, głosił teorię jedyne go bytu (monizm), który jest wieczny (bez początku i bez końca), ciągły, niezmienny

i niepodzielny; odróżniając poznanie zmysłowe i umysłowe, zdecydowanie opowiedział się za samodzielnością tego drugiego (racjonalizm), utożsamiając zarazem myśl i byt; wywarł wpływ na poglądy Platona.

**

parsek [fr.], pc (dawniej ps), *astr.* jednostka długości stosowana w astronomii, legalna, nie należąca do układu SI; 1 pc jest to odległość, przy której roczna paralaksa jest równa 1 sekundzie (1") łuku; 1 pc = 206 265 AU (astronomiczna jednostka) = $3,0857 \cdot 10^{16}$ m; są stosowane też jednostki pochodne: kiloparsek (kpc) i megaparsek (Mpc); odległość 1 pc światło przebiega w czasie 3,26 lat.

**

Parsons [pa:ˈsnz] WILLIAM lord **Rosse**, ur. 17 VI 1800, York, Anglia, zm. 31 X 67, Monkstown, irł. astronom amator; 1844 zbudował w Castletown teleskop lustrzany o długości 16 metrów i średnicy 183 cm (największy wówczas), za pomocą którego po raz pierwszy zaobserwował (1845) strukturę spiralną w obiekcie astr. — galaktykę spiralną (dawniej określaną jako mgławica); przeprowadził szczegółowe obserwacje m.in. Wielkiej Mgławicy w Orionie.

**

pas Kuipera, *astr.* → [Kuipera pas](#).

**

Pas Oriona, 3 jasne gwiazdy gwiazdozbioru Oriona, leżące prawie na równiku niebieskim (Alnitak, Alnilam, Mintaka).

**

pas planetoid, **pas główny planetoid**, w Układzie Słonecznym obszar między orbitami Marsa i Jowisza, w którym porusza się większość planetoid.

**

pas radiacji, *astr.* obszar w kształcie pierścienia wokół planety, o dużej gęstości naładowanych elektrycznie cząstek (zwł. protonów i elektronów) o bardzo wysokich energiach, uwięzionych przez pole magnet. planety; w Układzie Słonecznym stwierdzono istnienie pasów radiacyjnych wokół Jowisza oraz Ziemi ([Van Allena pasy](#)).

**

pasaty [hol.], stałe wiatry w strefie międzyzwrotnikowej, wiejące od wyżów zwrotnikowych ku równikowej strefie zbieżności, z odchyleniem spowodowanym ruchem obrotowym Ziemi (siłą Coriolisa); są to zatem wiatry północno-wschodnie na półkuli północnej i południowo-wschodnie na półkuli południowej; stanowią istotny element ogólnej cyrkulacji atmosfery (atmosfery cyrkulacja ogólna) oraz kształtują pogodę i klimat znacznych obszarów globu; strefa p. przesuwa się w ślad za pozornym ruchem Słońca, w lipcu najdalej na północ, w styczniu — na południe; p. najbardziej regularnie wieją nad oceanami; ich średnia prędkość wynosi tam 5–6 m/s.

**

Pasiphae [łac.], **Pasifae**, *astr.* naturalny satelita Jowisza; odkryty 1908 przez J.P. Melotte'a.

**

Pasyfae, *mit. gr.* → Pazyfae.

**

Pathfinder [pəʈfaɪndəʃ], amerykański próbnik kosmiczny, → [Mars Pathfinder](#).

**

Paw, *Pav*, *astr.* gwiazdozbiór nieba południowego;

Umiejscowienie na niebie: gwiazdozbiór nieba południowego
Obszar gwiazdozbioru (w stopniach kwadratowych): 378

w Polsce niewidoczny; najjaśniejsza gwiazda — Peacock.

**

pc, oznaczenie stosowanej w astronomii jednostki długości parsek.

**

Pegaz, *Pegasus*, *astr.* rozległy gwiazdozbiór nieba północnego;

Umiejscowienie na niebie: gwiazdozbiór nieba północnego
Obszar gwiazdozbioru (w stopniach kwadratowych): 1121
Główne gwiazdy: [Markab](#), [Scheat](#), [Algenib](#), [Enif](#)

w Polsce jest widoczny jesienią; 4 gwiazdy P. są jaśniejsze od trzeciej wielkości gwiazdowej: Enif (najjaśniejsza), Scheat, Markab, Algenib; jasne gwiazdy z P. wraz z jedną gwiazdą (Sirrah) z gwiazdozbioru Andromedy tworzą figurę podobną do Wielkiego Wozu.

**

Pelikan, IC 5067–70, *astr.* mgławica gazowo-pyłowa w gwiazdozbiorze Łabędzia; oświetlana przez najjaśniejszą gwiazdę gwiazdozbioru — Deneb.

**

pełnia, *astr.* faza Księżyca, w czasie której znajduje się on w opozycji ze Słońcem.

**

Penderecki, *astr.* planetoida pasa głównego o numerze katalogowym 21059; odkryta 1991 (F. Börngen), nazwana na cześć K. Pendereckiego.

**

Penzias ARNO ALLAN, ur. 26 IV 1933, Monachium, amer. fizyk i astrofizyk, pochodzenia niemieckiego; pracownik Bell Telephone Laboratories w New Jersey; czł. Nar. Akad. Nauk w Waszyngtonie; prowadzi badania w dziedzinie radioastronomii; wspólnie z R. Wilsonem odkrył promieniowanie reliktove, za co 1978 (niezależnie od P.L. Kapicy) otrzymali Nagrodę Nobla.

**

Perm. Kontynenty, oceany i klimat

W permie dobiegł końca proces formowania się Pangei. Kontynent syberyjski połączył się z Euroameryką. Spowodowało to całkowitą likwidację Oceanu Uralskiego oraz utworzenie w tym miejscu łańcucha waryscyjskiego. Jego fragmentem są dziś góry Ural, lecz większa część tego łańcucha została zerodowana i tworzy dzisiaj fundament młodej platformy zachodniosyberyjskiej. Pangea (II) otoczona była przez Paleopacyfik (Panthalassę), a jego zatoką o przebiegu równoleżnikowym była Tetyda.

Pangea rozciągała się od bieguna północnego do bieguna południowego i w częściach podbiegunowych (na północy dzisiejsza północna Syberia, a na południu — Antarktyda, południowa Afryka, Australia, Dekan, Ameryka Południowa) istniały lodowce kontynentalne, które pozostawiły po sobie tillity i osady fluwioglacjalne o dużych miąższościach. Na klimat chłodny w podbiegunowych częściach Pangei wskazuje również flora glossopterisowa oraz małże zimnolubne w osadach morskich. Znaczna część Pangei, w tym i obszar dzisiejszej Europy, znajdowała się w strefie międzyzwrotnikowej i zwrotnikowej. Tam, w klimacie suchym i ciepłym, często pustynnym, odkładały się grube formacje skał okrucowych pochodzących z niszczenia waryscydów. Formacje te w zachodniej i środkowej Europie wyróżniane są jako czerwony spągowiec. Pustynny klimat spowodował także zanik lub poważne zmniejszenie się obszarów lasów tropikalnych, tak charakterystycznych dla późnego karbonu. W najwyższym permie w warunkach gorącego klimatu przy intensywnym parowaniu w płytkich epikontynentalnych zbiornikach morskich powstawały pokłady soli kamiennej i niekiedy soli potasowej. W innych strefach ciepłych mórz tworzyły się rafy, w których bardzo duży udział miały mszywioly kolonijne (mszywioly, w przeciwieństwie do koralowców, lubią silniej zasolone wody). W średnich szerokościach geograficznych w morzach powstawały osady węglanowe i okrucowe.

Włodzimierz Mizerski

**

Perm. Orogeneza waryscyjska

Strefy występowania waryscydów na kuli ziemskiej wiążą się ze stopniową likwidacją Paleotetydy i Oceanu Uralskiego oraz z procesami subdukcji zachodzącymi na granicy między płytą Paleopacyfiku a kontynentalnymi płytami Gondwany i Euroameryki. Procesy te zachodziły w ciągu młodszego paleozoiku i zakończyły się w najniższym triasie. Okresom wzmożonej aktywności tych procesów i kolizji różnych płyt odpowiadają poszczególne fazy orogenezy waryscyjskiej.

Orogeny waryscyjskie Europy, Ameryki Północnej i Afryki związane są z likwidacją Paleotetydy i kolizją różnych mikroplt znajdujących się w jej obrębie. Proces ten można przedstawić następująco: po orogenezie kaledońskiej na przełomie syluru i dewonu istniał na północy Europy ląd oldredowy, a na południe od niego rozciągała się Paleotetyda ze skorupą oceaniczną. W Paleotetydzie istniał grzbiet śródoceaniczny z doliną ryftową. Na granicy między Paleotetydą a lądem oldredowym utworzyła się strefa subdukcji, a nad nią powstały łuki wysp i rowów oceanicznych, podobne do tych, jakie występują dzisiaj u wybrzeży wschodniej Azji. W morzach znajdujących się między łukami wysp a lądem, w rowach oceanicznych, wreszcie w otwartym oceanie, powstawały różnorodne skały osadowe. W strefach łuków wysp i w otwartym oceanie istniały czynne wulkany. W karbonie proces subdukcji został przyspieszony. Spowodowało to silny metamorfizm i sfałdowanie

utworów znajdujących się w strefie subdukcji. W podsuwającej się płycie wytapiała się magma, w której powstawały intruzje, głównie granitoidów. Najsilniejsze deformacje i najsilniejszy metamorfizm zaznaczyły się po tej stronie orogenu, która znajdowała się w kontakcie z niszczoną skorupą oceaniczną Paleotetydy. Najsłabiej procesy te odbiły się w części górotworu sąsiadującej bezpośrednio z lądem oldredowym. W zewnętrznej części tej strefy powstały zagłębienia węglowe, których utwory zostały lekko sfałdowane w późnokarbońskich fazach tektonicznych.

Deformacje waryscyjskie zachodziły intensywnie na obszarze Europy. W południowo-zachodniej Polsce powstał wielki orogen waryscyjski, którego brzeżne partie zostały nasunięte na starsze podłoże, występujące dzisiaj w podłożu monokliny przedsudeckiej. Z procesami górotwórczymi związany był silny plutonizm i wulkanizm. W wyniku ruchów waryscyjskich na przełomie dolnego i górnego karbonu został ostatecznie sfałdowany paleozoik świętokrzyski i powstały wówczas główne jednostki tektoniczne Gór Świętokrzyskich.

Nie mniej złożone procesy zachodziły w wyniku likwidacji Oceanu Uralskiego. Znajdujący się w dużej odległości od Euroameryki kontynent syberyjski zaczął szybko przybliżać się do niej. Ocean Uralski gwałtownie się zwężał, a procesy subdukcji powodowały silne fałdowanie i metamorfizm nagromadzonych w nim osadów. Proces ten trwał przez karbon i perm. W rezultacie powstał ogromny orogen waryscyjski obejmujący nie tylko góry Ural (będące „szwem” spajającym Europę z Azją), ale i struktury waryscyjskie znajdujące się dzisiaj w podłożu paleozoicznej platformy zachodniosyberyjskiej i turańskiej; orogen waryscyjski przebiegał dalej przez obszar dzisiejszej Mongolii aż po wybrzeża Morza Ochockiego, stąd też nosi nazwę pasma uralsko-ochockiego i należy do głównych jednostek tektonicznych Azji. Część tego pasma, ciągnąca się od Kazachstanu po Morze Ochockie powstała na granicy płyt między oceaniczną płytą Paleotetydy a kontynentalną płytą syberyjską. Procesom tym, podobnie jak na Uralu, towarzyszył silny metamorfizm i magmatyzm. Wokół Paleopacyfiku zachodziły w paleozoiku procesy związane z istniejącymi tam strefami subdukcji. Na obszarze dzisiejszych Andów i Kordylierów powstały wówczas struktury fałdowe, tworzeniu których towarzyszył magmatyzm i metamorfizm. W skład tych struktur weszły zarówno skały paleozoiczne, jak i prekambryjskie. Podobne zjawiska następowały u wybrzeży wschodniej Australii, dzięki czemu powstały paleozoiczne Wielkie Góry Wododziałowe z zagłębieniami węglowymi wieku karbońskiego.

Orogeneza waryscyjska spowodowała powstanie wielkiego bloku kontynentalnego — Pangei, w wyniku połączenia się różnych bloków skorupy kontynentalnej. Skurczyła się znacznie wskutek tego powierzchnia płytkich, szelfowych mórz.

Włodzimierz Mizerski

**

Perseidy [gr.], *astr.* rój meteorów związanych z [kometą Swifta–Tuttle’a](#); maksimum aktywności przypada ok. 10 VIII; radiant znajduje się w gwiazdozbiornie Perseusza; P. są jednym z najregularniej pojawiających się i najlepiej znanych rojów; meteory należące do P. zw. są pot. łzami św. Wawrzyńca.

**

Perseus A [gr.], **Perseusz A**, **Per A** — **3C84**, **NGC 1275**, silne źródło promieniowania radiowego leżące w centrum Gromady Galaktyk w Perseuszu; identyfikowany z olbrzymią galaktyką Seyferta NGC 1275.

**

Perseusz, Perseús, *mit. gr.* syn Zeusa i Danae, córki Akrisiosa, króla Argos; według wyroczni miał zabić dziadka, został więc zamknięty wraz z matką w skrzyni i rzucony w morze; znalazł schronienie na wyspie Serifos; na polecenie króla Polidektesa zdobył głowę Meduzy; w drodze powrotnej uratował Andromedę, pokonał Fineusa, a na Serifos przemienił w kamień Polidektesa, ukazując mu odciętą głowę Meduzy; wyrocznia spełniła się — Perseusz zabił Akrisiosa przypadkowo rzucając dyskiem w czasie zawodów pogrzebowych ku czci króla Larysy; Perseusz i Andromeda zostali po śmierci przeniesieni między gwiazdy; mit dostarczył tematu literaturze (m.in. H. Sachs, P. Calderón de la Barca), muzyce (opery, balety), sztuce starożytnej (greckie malarstwo wazowe, brązy, rzeźby hellenistyczne, malowidła pompejańskie) i nowożytnej (malarstwo — Tintoretto, Tycjan, P.P. Rubens, Rembrandt, G.B. Tiepolo; rzeźba — B. Cellini, A. Canova).

**

Perseusz, Perseus, gwiazdozbiór nieba północnego;

Umiejscowienie na niebie: gwiazdozbiór nieba północnego

Obszar gwiazdozbioru (w stopniach kwadratowych): 615

Główne gwiazdy: [Mirphak](#), [Algol](#)

w Polsce widoczny latem, jesienią i zimą; najjaśniejsza gwiazda Mirphak; drugą, pod względem jasności, jest Algol — pierwsza, znana już w starożytności gwiazda zmienna, prototyp gwiazd zmiennych zaćmieniowych; w P. znajdują się też liczne gromady gwiazd (m.in. h *Persei*), rozległa mgławica gazowa Kalifornia oraz galaktyka NGC 1275, identyfikowana z silnym radioźródłem Perseus A.

**

perturbacje [łac.], *astr.* zakłócenia stanu lub ruchu układu 2 ciał przez siły pochodzące od ciał do tego układu nie należących; często stabilność układu ciał bada się tzw. metodą małych p.; polega ona na śledzeniu zachowania się danego układu po niewielkim zaburzeniu jego stanu równowagi; jeśli układ samorzutnie odchodzi od stanu równowagi, jest on niestabilny; w mechanice nieba p. nazywa się odchylenie ruchu ciała niebieskiego od [orbity](#) keplerowskiej; p. w ruchu planety lub komety wokół Słońca są spowodowane przyciąganiem innych planet, w ruchu satelity — przyciąganiem Słońca oraz niesferycznym kształtem planety, w ruchu sztucznych satelitów wokół Ziemi powodem p. może być także opór górnych warstw atmosfery ziemskiej; dzięki analizie p., obserwowanych w ruchu planety Uran, odkryto (1846) nową planetę Układu Słonecznego — Neptun.

**

Perun, *mit. słow.* bóg burzy, piorunów, błyskawic, ognia, być może również nieba i deszczu, czczony na Rusi, posąg Peruna istniał prawdopodobnie w Kijowie już 944; 980 jego wyobrażenie (oraz podobizny innych bogów) ustawił ks. Włodzimierz, zniszczył je po swym chrzcie (988); sanktuarium Peruna istniało w okolicy Nowogrodu Wielkiego; ślady kultu Peruna u Słowian zachodnich zachowały się tylko

w nazewnictwie geogr.; niekiedy utożsamia się Peruna z połabskim Porenutem i Porewitem oraz z litew. Perkunem; być może był czczony pod imionami Świętowita, Rugiewita i Jarowita.

**

peryastron [łac. < gr.], punkt orbity okołogwiazdowej ciała niebieskiego położony najbliżej gwiazdy obieganej.

**

perycentrum, pericentrum, punkt toru (orbity) ciała w ruchu obiegowym wokół innego ciała najbliższy ciała obieganego p. dla orbity okołozemskiej nosi nazwę **perygeum**, dla orbity okołosłonecznej — **peryhelium**.

**

perygeum [łac. < gr.], punkt orbity okołozemskiej ciała niebieskiego (Księżyca, sztucznego satelity) najbliższy Ziemi.

**

peryhelium [łac. < gr.], punkt orbity okołosłonecznej ciała niebieskiego (planety, komety, planetoidy) najbliższy Słońca.

**

Peurbach [pø'rbach], **Peuerbach**, GEORG, ur. 30 V 1423, Peuerbach, zm. 8 IV 1461, Wiedeń, austr. astronom i matematyk; profesor uniw. w Wiedniu; najbardziej znane dzieło to *Theoriae novae planetarum*, oparte na teorii geocentrycznej Klaudiusza Ptolemeusza (wyd. przez ucznia i współpracownika P., Regiomontanusa); autor tablic zaćmień i tablic sinusów.

**

Pęta w Łabędziu, grupa mgławic gazowych w gwiazdozborze Łabędzia, prawdopodobnie pozostałość po wybuchu supernowej; odległa od Układu Słonecznego o ok. 260 lat świetlnych.

**

Phad, Phecda, γ *Ursae Maioris*, gwiazda w gwiazdozborze Wielkiej Niedźwiedzicy;

Oznaczenie: γ *Ursae Maioris*

Rodzaj obiektu: gwiazda pojedyncza

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; [Wielka Niedźwiedzica](#)

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: $11^{\text{h}} 53^{\text{m}} 49^{\text{s}}$ deklinacja: $53^{\circ} 42' 83,6$ l.św. = 26 pc = 5 286 864 AU

Typ widmowy i klasa jasności: A0V

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: $+0,36^{\text{m}}$

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: $+2,44^{\text{m}}$

Temperatura efektywna: układ: 9500 K

wchodzi w skład Wielkiego Wozu; ma jasność widomą $2,44^{\text{m}}$; jest karłem 70 razy jaśniejszym od Słońca; odległa od Ziemi o 83,6 lat świetlnych.

**

Phakt, α Columbae, najjaśniejsza gwiazda w gwiazdozbiornie Gołębia;

Oznaczenie: α Columbae

Rodzaj obiektu: gwiazda podwójna (jaśniejszy składnik gwiazdy)

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; [Gołąb](#)

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: $5^{\text{h}} 39^{\text{m}} 39^{\text{s}}$ deklinacja: $-34^{\circ} 04' 268$ l.św. = 82 pc = 16 948 320 AU

Typ widmowy i klasa jasności: B7IVe

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: -1,93^m

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: +2,64^m

Temperatura efektywna: temperatura składników układu lub gwiazdy pojedynczej: 13000 K

jasność widoma 2,64^m; jest podobnym 1000 razy jaśniejszym od Słońca; odległa od Ziemi o 268 lat świetlnych.

**

Phecda, szósta pod względem jasności gwiazda w gwiazdozbiornie Wielkiej Niedźwiedzicy, jedna z gwiazd Wielkiego Wozu; karzeł; odległa od Układu Słonecznego o ok. 80 lat świetlnych.

**

Phobos, *astr.* międzynarod. misja kosm., prowadzona za pomocą 2 ros. próbników kosm. Phobos 1 i 2, będących zmodyfikowanymi wersjami statków serii Wenus; próbniki wyniesione w przestrzeń kosm. odpowiednio 7 VII 1988 i 12 VII 1988, za pomocą rakiet Proton, zostały skierowane ku Marsowi i jego satelitom; celem nauk. misji było m.in. prowadzenie: pomiarów właściwości fiz. plazmy w najbliższym otoczeniu Marsa, badań pola grawitacyjnego i magnet., badań atmosfery i powierzchni planety, składu chem. powierzchni księżycy Marsa — Phobosa; program misji został zrealizowany częściowo; kontakt z próbnikiem Phobos 1 został utracony 2 IX 1988, przed wejściem próbnika na orbitę wokół Marsa, natomiast Phobos 2 osiągnąwszy 29 I 1989 orbitę okołomarsjańską, prowadził zaplanowane badania przez ok. 2 mies., 27 III 1989, wkrótce przed planowanym zbliżeniem do Phobosa łączność z Phobosem 2 również została utracona.

**

Phobos [gr.], **Fobos**, *astr.* jeden z 2 naturalnych satelitów Marsa; odkryty 1877 przez A. Haley'a; nazwa od imienia towarzysza gr. boga wojny Aresa.

**

Phoebe [gr.], **Febe**, **Fojbe**, *astr.* naturalny satelita Saturna; odkryty 1898 przez W.H. Pickeringa; nazwa od imienia jednej z tytanid — córki Uranosa i Gai.

**

Piazz [piąccj] GIUSEPPE, ur. 16 VII 1746, Ponte, zm. 22 VII 1826, Neapol, wł. astronom; zał. obserwatorium w Palermo; opisał pozycje 7646 gwiazd; 1801 odkrył planetoidę Ceres.

**

Pic du Midi Observatoir [pik dü midj obserwat^uar], obserwatorium na Pic du Midi de Bigorre w Pirenejach we Francji; zał. 1881 jako obserwatorium geofiz., od 1907 również astronomiczne.

**

Picard [pikɑ:r] JEAN, ur. 21 VII 1620, La Flèche, zm. 12 X 1682, Paryż, fr. astronom i geodeta; od 1655 profesor Collège de France; rozwinął metody obserwacji astr. (pierwsze zastosowanie lunety w przyrządach pomiarowych); 1669–70 wykonał pomiar łuku południka ziemskiego; wyniki pomiarów P. uwzględnił I. Newton w swoich obliczeniach prowadzących do sformułowania prawa ciężenia.

**

Pickering [pikərɪŋ] EDWARD CHARLES, ur. 19 VII 1846, Boston, zm. 3 II 1919, Cambridge, amer. astronom i fizyk; od 1877 dyr. Harvard Observatory; prowadził badania w dziedzinie fotometrii i spektroskopii gwiazdowej, był twórcą katalogu wielkości gwiazdowych gwiazd jaśniejszych niż $6^m 5$ (*Revised Harvard Photometry*) oraz katalogu ponad 30 tys. słabszych gwiazd; z inicjatywy P. opracowano 9-tomowy katalog typów widmowych gwiazd (*Henry Draper Catalogue* 1918–24).

**

Piec, *Fornax (For)*, gwiazdozbiór nieba południowego;

Umiejscowienie na niebie: gwiazdozbiór nieba południowego
Obszar gwiazdozbioru (w stopniach kwadratowych): 398

w Polsce najlepiej widoczny jesienią.

**

piekło, w koncepcjach eschatologicznych wielu religii miejsce przebywania lub stan dusz zmarłych, skazanych za grzechy popełnione na ziemi; w religiach ludów przedhist. i starożytnych piekło było umiejscawiane przeważnie pod ziemią, a wyobrażenia doznawanych w nim kar były kształtowane na wzór doczesnych cierpień człowieka (głód, pragnienie). W tradycji chrześc. piekło pojmowano jako stan potępionych aniołów i dusz zmarłych, na zawsze pozbawionych daru oglądania Boga (łac. *poena damnationis*), dręczonych cierpieniami zewn. (*poena sensus*) i wyrzutami sumienia (*poena vermis*). Według dogmatyki katolickiej piekło oznacza rzeczywistość śmierci wiecznej, czyli potępienia; zasadnicza kara piekła polega na wiecznym oddzieleniu człowieka od Boga; do piekła idą dusze ludzi, którzy umierają w stanie grzechu śmiertelnego i za grzech ten nie żałują (czyli z własnego wyboru oddzielają się od Boga).

**

Pierścień, **M 57**, **NGC 6720**, *astr. astr.* mgławica planetarna w gwiazdozbiórze Lutni; ma kształt rozszerzającego się pierścienia, który otacza gwiazdę będącą w końcowym stadium ewolucji (białego karła).

**

pierścień okołoplanetarny, roje brył skalno-lodowych krążących wokół planety w płaszczyźnie równikowej po zbliżonych orbitach; planety mogą mieć po kilka pierścieni o różnej szerokości i grubości; w Układzie Słonecznym pierścienie okołoplanetarne mają Saturn (pierwsze zaobserwowane — 1610, Galileusz), Jowisz, Uran i Neptun.

**

pierwiastek chemiczny, zbiór atomów, których jądra mają taką samą liczbę protonów, czyli atomów o takiej samej liczbie atomowej (oznaczanej symbolem Z). Liczba atomowa jest charakterystyczną cechą pierwiastka chemicznego. Atomy danego pierwiastka chemicznego mogą się różnić liczbą neutronów, a zatem i masą jądra (izotopy). Ten sam pierwiastek może tworzyć odmiany występujące w tym samym stanie skupienia, ale różniące się właściwościami fizycznymi i chemicznymi; odmiany takie nazywa się odmianami alotropowymi, a zjawisko ich występowania alotropią. Przemiany jednych pierwiastków w inne zachodzą samorzutnie w przypadku pierwiastków promieniotwórczych (rozpad promieniotwórczy), a w przypadku innych pierwiastków chemicznych tylko w wyniku bombardowania jąder atomowych wysokoenergetycznymi cząstkami (np. protonami, deuteronami, cząstkami α) lub powolnymi neutronami; są to warunki znacznie odbiegające od zwykłych warunków fizykochemicznych. Pierwiastek chemiczny można więc określić jako substancję prostą, której nie udaje się rozłożyć na żadną inną substancję działaniem zwykłych czynników chemicznych i fizycznych. Każdy pierwiastek chemiczny oznacza się odpowiednim symbolem (symbole chemiczne). Właściwości chemiczne, a w znacznym stopniu i fizyczne pierwiastka chemicznego zależą od struktury powłok elektronowych otaczających jądro atomowe, tj. konfiguracji elektronowej (atom). O właściwościach chemicznych decyduje budowa najbardziej zewnętrznej powłoki elektronowej (tzw. elektrony walencyjne). Do istotnych wielkości charakteryzujących dany pierwiastek chemiczny należą: energia jonizacji, elektroujemność, wartościowość oraz stopień utlenienia, jaki atom pierwiastka chemicznego przyjmuje w związku chemicznym oraz rodzaj tworzonych przezeń związków. Większość pierwiastków chemicznych występuje w temperaturze 25°C w stanie stałym, 2 są cieczeniami (brom i rtęć), a 11 gazami (wodór, azot, tlen, fluor, chlor oraz helowce). Najliczniejszą grupę pierwiastków chemicznych (80%) stanowią metale, pozostałe to niemetale. W Układzie Słonecznym, podobnie jak w całym Wszechświecie, przeważają pierwiastki najlżejsze — atomy wodoru stanowią 88,6% wszystkich atomów, a atomy helu — 11,3%; zawartość innych pierwiastków chemicznych zmniejsza się wraz ze wzrostem ich masy atomowej, jednak do wyjątków należą lit, bor, a zwłaszcza beryl, które występują w ilościach znacznie mniejszych, oraz żelazo i pierwiastki sąsiednie, których zawartości są ok. 1000 razy większe od przewidywanych. Inne jest rozpowszechnienie pierwiastków chemicznych na Ziemi. Skorupa ziemna jest zbudowana w ok. 99% z 8 pierwiastków, najwięcej jest tlenu (ponad 46% masowych), krzemu (ok. 27%), trzecie miejsce zajmuje glin (ok. 8%), a kolejne: żelazo, wapń, magnez, sód i potas; pozostałe 73 trwałe pierwiastki chemiczne stanowią tylko ok. 1% skorupy Ziemi. Zwykle pierwiastki występują w postaci związków chemicznych, z których otrzymuje się je za pomocą różnych reakcji chemicznych; w stanie wolnym występują gazy szlachetne (helowce) oraz m.in. tlen, wodór, azot, siarka, węgiel, rtęć, złoto; pierwiastki naturalne występują przeważnie w postaci mieszaniny kilku izotopów, mającej zwykle stały

skład procentowy (geochemia, kłark pierwiastków); pierwiastki chemiczne o liczbach atomowych większych od 92 (transuranowce) otrzymano w wyniku sztucznych reakcji jądrowych. Zbiór wszystkich oficjalnie zatwierdzonych (przez Międzynarodową Unię Chemii Czystej i Stosowanej) pierwiastków chemicznych liczy (2010) 112 elementów; doniesiono też o otrzymaniu pierwiastków chemicznych o liczbach atomowych większych niż 112. Pojęcie „pierwiastek chemiczny” wprowadził 1661 R. Boyle, który w dziele *The Sceptical Chymist* uznał za pierwiastki substancje będące kresem analizy chemicznej, a pierwszą racjonalną definicję pierwiastka i związku chemicznego podał J. Dalton w *New System of Chemical Philosophy* (1808).

**

pierwiastki przejściowe, metale przejściowe, pierwiastki chem. (metale), których elektrony walencyjne są opisywane orbitalami typu s i d — tzw. **pierwiastki bloku d** , lub orbitalami typu s i f — **pierwiastki bloku f** , do pierwiastków bloku d (dawniej zw. **pierwiastkami zewnętrznoprzejściowymi**) należą pierwiastki grup 3–12 (**pierwiastków chemicznych układ okresowy**), do pierwiastków bloku f , dawniej zw. **pierwiastkami wewnętrznoprzejściowymi** — lantanowce i aktynowce.

**

pierwiastków chemicznych układ okresowy, sposób klasyfikacji pierwiastków chemicznych w postaci tabeli powstałej w wyniku ułożenia pierwiastków według wzrastającej liczby atomowej oraz według ich właściwości chemicznych; twórcą układu okresowego pierwiastków chemicznych jest D. Mendelejew, który 1869 uszeregował znane wówczas pierwiastki chemiczne według ciężaru atomowego i przewidział, na podstawie odkrytego przez siebie prawa okresowości, istnienie i niektóre właściwości pierwiastków jeszcze wtedy nie odkrytych. Podobne klasyfikacje pierwiastków chemicznych przeprowadzali również m.in. E.A. Béguyer de Chancourtois (1862), W. Odling (1864), J.A.R. Newlands (1863–64), J.L. Meyer (1864), G.B. Hinrichs (1867). Ponieważ zaobserwowano niezgodność kolejności pierwiastków określonej na podstawie ciężaru atomowego (masy atomowej) z właściwościami pierwiastków w przypadku m.in.: argonu i potasu, kobaltu i niklu, oraz wśród pierwiastków transuranowych, za podstawę kolejności w układzie okresowym pierwiastków chemicznych przyjmuje się obecnie liczbę atomową. Okresowe powtarzanie się podobnej konfiguracji elektronów w zewnętrznych powłokach atomowych (atom) jest przyczyną okresowości właściwości chemicznych i licznych właściwości fizycznych. Periodyczność ta jest podstawą podziału szeregu pierwiastków, uporządkowanego według rosnących liczb atomowych, na mniejsze zbiory i takie przemieszczenie tych zbiorów na płaszczyźnie, by pierwiastki o podobnych właściwościach chemicznych (analogicznej konfiguracji elektronów walencyjnych) znalazły się w tej samej kolumnie jeden pod drugim. Utworzona w ten sposób tabela zawiera poziome szeregi zwane okresami i pionowe kolumny zwane grupami. Układ okresowy pierwiastków chemicznych ma 7 **okresów**; zawierają one różną liczbę pierwiastków: okres pierwszy obejmuje tylko 2 najlżejsze pierwiastki (wodór i hel), drugi i trzeci liczą po 8 pierwiastków, okresy czwarty i piąty — po 18, okres szósty ogarnia 32 pierwiastki, okres siódmy, niepełny, liczy (2008) 25 pierwiastków. Zapoczątkowanie nowego okresu odpowiada zapoczątkowaniu zapełniania elektronami kolejnej (zwykle bardziej oddalonej od jądra) powłoki elektronowej. W poszczególnych okresach znajdują się pierwiastki o stopniowo zmieniających się właściwościami — w każdym okresie od strony lewej do prawej następuje przejście od pierwiastków silnie elektrododatnich do silnie

elektroujemnych. Pierwiastki o podobnej konfiguracji elektronowej, a tym samym o podobnych właściwościach chemicznych, tworzą **grupę**. Układ okresowy przedstawiany w formie utworzonej przez Mendelejewa, tzw. forma krótka, zawiera 8 grup głównych i 8 grup pobocznych (podgrup). Zalecana przez Międzynarodową Unię Chemii Czystej i Stosowanej (IUPAC) 1988 forma długa składa się z 18 grup. Nazwy grup pochodzą od nazwy najlżejszego pierwiastka w grupie, np. grupę pierwszą nazywa się litowcami (wodór nie należy do żadnej grupy), a grupę drugą — berylowcami. W obu grupach elektrony walencyjne są opisane tylko orbitalami typu *s* (orbital), tę część układu okresowego pierwiastków chemicznych nazywa się więc blokiem *s* (do tego bloku zalicza się też wodór i hel, rozpoczynający grupę helowców), a pierwiastki doń należące — pierwiastkami bloku *s*.

Elektrony walencyjne pierwiastków grup 13–18 są opisane orbitalami typu *s* i *p* (**blok *p***), grup 3–12 orbitalami typu *s* i *d* (**blok *d***), lantanowców i aktynowców — orbitalami typu *s* i *f* (**blok *f***). Tradycyjnie pierwiastki bloków *s* i *p* są nazywane pierwiastkami grup głównych, a pierwiastki grup *d* i *f* — pierwiastkami podgrup lub **pierwiastkami przejściowymi**.

Numer grupy określa liczbę elektronów walencyjnych; w przypadku formy długiej układu okresowego jest to suma elektronów walencyjnych opisanych orbitalami *ns*, *np* i $(n - 1)d$. Z liczbą tą wiąże się wartościowość pierwiastka i jego stopień utlenienia oraz wzory tworzonych przez ten pierwiastek związków chemicznych.

Przeważającą większość pierwiastków w układzie okresowym stanowią metale, do których należą wszystkie pierwiastki bloków *d* i *f*, pierwiastki bloku *s* (z wyjątkiem wodoru i helu) oraz cięższe pierwiastki bloku *p* (glin, gal, ind, tal, german, cyna, ołów, antymon, bizmut i polon). Niemetale, których jest tylko 22, znajdują się głównie w bloku *p* (oraz wodór i hel z bloku *s*) i zajmują prawy górny róg układu okresowego.

**

Pioneer [paɪəniəˈɪə], seria amerykańskich próbników kosmicznych przeznaczonych do badań przestrzeni międzyplanetarnej i znajdujących się w niej ciał Układu Słonecznego. 1958 nieudane pierwsze starty; Pioneer 4 (start 3 III 1959) jako pierwszy amerykański obiekt kosmiczny uzyskał drugą prędkość kosmiczną, jednakże minął cel (Księżyc) w odległości zbyt wielkiej, by dokonać dokładniejszych badań; Pioneer 5–Pioneer 9 — próbniki ośrodka międzyplanetarnego krążące po trajektoriach heliocentrycznych znajdujących się pomiędzy orbitami Ziemi i Wenus bądź Ziemi i Marsa; Pioneer 10 (start III 1972) — pierwszy w historii próbnik Jowisza; 3 XII 1973 minął go w odległości 131 300 km od górnej granicy obłoków, dostarczył zdjęć planety, zbadał jej otoczenie i największe księżyce Jowisza, VI 1983 dotarł do granic Układu Słonecznego, jest pierwszym obiektem wysłanym z Ziemi w głąb Galaktyki; ustanowił dwa rekordy astronautyki — oddalił się na największą odległość od Słońca (I 1991 — na ok. 50 AU) oraz osiągnął największy dystans łączności radiowej; Pioneer 11 (start IV 1973) — próbnik Jowisza, także pierwszy w historii próbnik Saturna (którego minął 1 IX 1979 w odległości niespełna 21 tysięcy km od górnej granicy obłoków), minął granice Układu Słonecznego (I 1991 znajdował się w odległości ok. 32 AU od Słońca) i porusza się w przestrzeni międzygwiazdnej; Pioneer Venus 1 (start V 1978) — sztuczny satelita Wenus, dostarczył danych radiolokacyjnych do sporządzenia pierwszej mapy powierzchni planety, badał atmosferę i jonosferę Wenus oraz ich oddziaływanie z wiatrem słonecznym; Pioneer Venus 2 (start VIII 1978) wyrzucił (XII 1978) cztery sondy w atmosferę Wenus,

których przelot umożliwił stwierdzenie, że warstwa obłoków składa się głównie z kropli kwasu siarkowego; przeprowadził także pomiary koncentracji i składu cząstek neutralnych w górnej atmosferze planety oraz badania składu jonowego jonosfery Wenus.

**

Pioneer Venus [paiɛniɛˈr wj:nɛs], seria 2 amerykańskich próbników kosm. przeznaczonych do badań powierzchni, atmosfery i jonosfery Wenus; P.V. 1 został wysłany 20 V 1978, P.V. 2 — 8 VIII 1978.

**

Piotrowski STEFAN, ur. 11 IV 1910, Kraków, zm. 17 I 1985, Warszawa, astronom; od 1962 czł. PAN; 1965–73 kier. Zakładu Astronomii PAN; 1975–80 dyr. obserwatorium astr. Uniwersytetu Warszawskiego; prowadził badania w dziedzinie astrofizyki teoret.: gwiazd zaćmieniowych, teorii rozpraszania światła, przepływu materii w układzie gwiazd podwójnych; oprac. teorię zderzeń planetoid; założyciel (1953) i redaktor (do 1977) kwartalnika „Postępy Astronomii”; 1952 otrzymał nagrodę państw. I stopnia.

**

piramida [gr. < egip.], monumentalna budowla w kształcie zbliżonym do czworobocznego ostrosłupa o podstawie kwadratowej. **W starożytnym Egipcie** monumentalny grobowiec; w okresie Starego i Średniego Państwa (ok. 2850–1570 p.n.e.) forma grobu królewskiego; w okresach późniejszych piramidy małych rozmiarów ozdobiły grobowce prywatne w niektórych nekropolach (Meroe); za najwcześniejszą piramidę uchodzi piramida schodkowa króla Dzesera (XXVII w. p.n.e.) w Sakkara, w kształcie 6 spiętrzonych, zmniejszających się ku górze stopni; na początku panowania IV dynastii (XXVI–XXV w. p.n.e.) ustaliła się ostateczna forma piramidy i związanego z nią zespołu budowli kultowych. Typowa piramida ma kształt ostrosłupa prawidłowego o podstawie kwadratowej, jest usytuowana bokami według stron świata, z wejściem od północy; wewnątrz piramidy rampa wejściowa oraz korytarze prowadzące do komory grobowej z sarkofagiem; z boku piramidy zagłębienia na barki pogrzebowe; przed wschodnim bokiem piramidy górna świątynia grobowa z dziedzińcem, z niszami na posągi; całość otoczona murem połączonym rampą ze świątynią dolną, położoną nad kanałem, na skraju pustyni; największą piramidą tego typu jest słynna Piramida Cheopsa w Gizie; piramidy wznoszono początkowo z bloków kamiennych, licowanych płytami z wapienia lub granitu, od okresu Średniego Państwa — z cegły suszonej, pokrywanej okładziną z kamienia. **W Meksyku i Peru w okresie prekolumbijskim** wysoka, schodkowa podbudowa świątyń (mieszcząca niekiedy również komory grobowe), wznoszona z cegły i licowana kamieniem; słynne piramidy: Piramida Słońca i Piramida Księżyca w Teotihuacán, piramida w El Tajin.

**

Pitagoras, Pythagóras, ur. ok. 572, wyspa Samos, zm. ok. 497 p.n.e., Metapont, grecki filozof, matematyk, wychowawca; syn rytmowca Mnesarchosa. półlegendarny założyciel słynnej szkoły pitagorejczyków w Krotonie; ze względu na brak pism trudno odtworzyć poglądy Pitagorasa, któremu jego uczniowie chętnie przypisywali swoje koncepcje; Pitagoras jako inicjator religijno-etycznych zainteresowań pitagorejczyków jest uważany również za twórcę początków teorii liczb, autora twierdzenia Pitagorasa, koncepcji harmonii kosmosu.

**

Piwnice, w. w woj. kujawsko-pomor., w pow. toruńskim (gmina Łysomice), w Kotlinie Toruńskiej. Siedziba Centrum Astronomii UMK w Toruniu, powstałego 1997 z połączenia katedry radioastronomii i Inst. Astronomii Wydziału Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej UMK; od 1948 działa Obserwatorium Astr. UMK w Toruniu wyposażone w kamerę Schmidta o średnicy zwierciadła 90 cm; 1976 oddano do eksploatacji radioteleskop o średnicy czaszy 15 m, a 1994 — radioteleskop o średnicy czaszy 32 m, włączone do świat. systemu VLBI.

**

Planck [planʦk] MAX KARL ERNST , ur. 23 IV 1858, Kilonia, zm. 4 X 1947, Getynga, ojciec Erwina, fizyk niemiecki. Od 1880 profesor uniwersytetu w Kilonii, od 1889 — w Berlinie; od 1894 członek Akademii Nauk w Berlinie, 1930–37 prezes Towarzystwa Rozwoju Nauk Cesarza Wilhelma; autor prac głównie z zakresu termodynamiki (m.in. podał termodynamiczną teorię roztworów) oraz termicznego promieniowania ciał; formułując 1900 prawo rozkładu energii w widmie promieniowania ciała doskonale czarnego (tzw. prawo promieniowania Plancka), wprowadził pojęcie kwantów energii, które zapoczątkowało rozwój fizyki kwantowej; ponadto wprowadził do fizyki stałą uniwersalną h (Plancka stała); zajmował się także teorią dyspersji, optyką metali, teorią względności; w ostatnich latach życia skupił się na filozofii przyrody (był zwolennikiem teorii przyczynowości); 1918 otrzymał Nagrodę Nobla.

**

Plancka stała, kwant działania, h , jedna z uniwersalnych stałych fizycznych, równa $6,62606876(52) \cdot 10^{-34}$ J·s; często jest używana stała $\hbar = \frac{h}{2\pi}$; stała Plancka jest wielkością charakterystyczną dla mechaniki kwantowej; określa związki falowych i korpuskularnych właściwości cząstek — pędowi p każdej cząstki odpowiada długość fali $\lambda = h/p$; wprowadzona 1900 przez M. Plancka w związku z dyskusją dotyczącą wyjaśnienia widma promieniowania ciała doskonale czarnego.

**

planeta karłowata, rodzaj ciała niebieskiego krążącego po orbicie wokółsłonecznej; masa planety karłowatej jest wystraszająca, by pod wpływem własnej grawitacji przybrała ona niemal kulisty kształt; planeta karłowata nie jest satelitą, a w najbliższym sąsiedztwie jej orbity znajdują się inne ciała niebieskie; definicję planety karłowatej ustaliła Międzynarodowa Unia Astronomiczna w 2006; ob. znane są 3 planety karłowate: Eris, Pluton, Ceres.

**

planetarium [ʦac.], urządzenie do odtwarzania wyglądu nieba w różnych szerokościach geograficznych i obserwowania ruchów ciał niebieskich; planetarium składa się z układu projektorów rzutujących obrazy na sferyczny ekran — kopułę; nazwa planetarium jest używana również dla zespołu urządzeń budynków przeznaczonych do popularyzacji astronomii, zawierających oprócz planetarium teleskopy do pokazów nieba, biblioteki, sale odczytów itp. W Polsce znajduje się kilkanaście planetariów: w Chorzowie (założone 1955), Toruniu (założone 1994), Fromborku (założone 1973), Grudziądzu (założone 1972) i Olsztynie (Planetarium Lotów Kosmicznych, założone 1973).

**

Planetarne księżycy

W całym Układzie Słonecznym znany obecnie 85 księżyców okołoplanetarnych. Większość porusza się po nieomal kołowych orbitach wokół macierzystych planet, blisko płaszczyzny równikowej. Księżycy najbardziej oddalone wykazują tendencję do poruszania się (niektóre ruchem wstecznym, W) po orbitach wydłużonych i nachylonych.

Księżycy bliskie planety zawsze zwracają się tą samą stroną ku planecie, bo mają takie same okresy orbitalne jak okresy obrotu; poruszają się synchronicznie.

Magdalena Sroczyńska-Kożuchowska

**

Planetarne księżycy

Nazwa księżycy	Odległość od środka planety (tys. km)	Średni promień (km)	Okres orbitalny (dni)	Rok odkrycia i odkrywca
Ziemi				
Księżyc	384,4	1737,5	27,3	•
Marsa				
Phobos	9,4	11,07	0,32	1877 A. Hale
Deimos	23,5	6,3	1,26	1877 A. Hale
Jowisza				
Metis	128	20	0,30	1979 S. Synott
Adrastea	129	10	0,30	1979 D. Jewitt, G. Danielson
Amalthea	181	97	0,50	1892 E.E. Barnard
Thebe	222	(50)	0,68	1979 S. Synott
Io	422	1821,5	1,77	1610 Galileusz, S. Marius
Europa	671	1565	3,55	1610 Galileusz, S. Marius
Ganimedes	1 070	2634	7,15	1610 Galileusz, S. Marius
Callisto	1 883	2408	16,7	1610 Galileusz, S. Marius
S/1975 J1	7,4	4	130	1975
Leda	11 094	5	238	1974 Ch. Kowal

Himalia	11 480	85	251	1904 Ch.D. Perrine
Lysithea	11 720	12	259	1938 S.B. Nicholson
Elara	11 737	35	260	1905 Ch.D. Perrine
S/2000 J11	12 620	2	290	2000
S/2000 J10	20 300	2	591W	2000
S/2000 J3	20 600	3	606W	2000
S/2000 J5	20 900	2	618W	2000
S/2000 J7	21 100	3	626W	2000
Ananke	21 200	12	631W	1951 S.B. Nicholson
S/2000	21 700	2	652W	2000
S/2000	21 900	2	661W	2000
Carme	22 600	20	692W	1938 S.B. Nicholson
S/2000	22 800	2	703W	2000
S/2000	23 400	3	733W	2000
Pasiphae	23 500	28,5	735W	1908 P.J. Melotte
S/1999 J1	23 500	7	736W	1999
Sinope	23 700	14	758W	1914 S.B. Nicholson
S/2000 J2	24 100	3	766W	2000
Saturna				
Pan	133,5	10	0,58	1990 M. Schowalter
Atlas	138	16	0,60	1980 Voyager 1
Prometeusz	139	47,5	0,61	1980 Voyager 1
Pandora	142	42	0,63	1980 Voyager 1
Epimetheus	151	58,5	0,69	1966 J. Fountain, S. Larson
Janus	151	89	0,70	1966 A. Dollfus
Mimas	186	199	0,94	1789 F.W. Herschel
Enceladus	238	249	1,37	1789 F.W. Herschel
Tethys	295	530	1,89	1684 G.D. Cassini
Telesto	295	11	1,89	1980 Voyager

Calypso	295	9,5	1,89	1980 Voyager 1
Dione	377	560	2,74	1684 G.D. Cassini
Helena	377	16	2,74	1980 Voyager 1
Rhea	527	764	4,52	1672 G.D. Cassini
Tytan	1222	2575	15,9	1655 Ch. Huygens
Hyperion	1481	133	21,3	1848 G.Ph. Bond, W. Lassell
Iapetus	3562	718	79,3	1671 G.D. Cassini
Phoebe	12 952	110	550W	1898 W.H. Pickering

oraz 12 bezimiennych, oznaczonych S/2000 S i numer (np. S/2000 S11)

Urana

Kordelia	49,8	13	0,34	1986 Voyager 2
Ofelia	53,8	16	0,38	1986 Voyager 2
Bianka	59,2	22	0,43	1986 Voyager 2
Cressida	61,8	33	0,46	1986 Voyager 2
Desdemona	62,7	29	0,47	1986 Voyager 2
Julia	64,4	42	0,49	1986 Voyager 2
Portia	66,1	55	0,51	1986 Voyager 2
Rozalinda	69,9	29	0,56	1986 Voyager 2
Belinda	75,3	34	0,62	1986 Voyager 2
Puk	86,0	77	0,76	1985 Voyager 2
Miranda	130	236	1,41	1948 G.P. Kuiper
Ariel	190	580	2,52	1951 W. Lassell
Umbriel	266	584	4,14	1851 W. Lassell

Tytania	436	790	8,71	1787 F.W. Herschel
Oberon	583	762	13,5	1787 F.W. Herschel
Neptuna				
Najada	48	29	0,29	1989 Voyager 2
Talassa	50	40	0,31	1989 Voyager 2
Despoina	52	74	0,33	1989 Voyager 2
Galathea	62	79	0,43	1989 Voyager 2
Larissa	74	96	0,55	1989 Voyager 2
Proteus	118	201	1,12	1989 Voyager 2
Tryton	355	1352	5,88W	1846 W. Lassell
Nereida	5513	170	360	1949 G.P. Kuiper
Plutona				
Charon	19,1	615	6,39	1978 J. Christy

W — ruch wsteczny (przeciwny do kierunku obrotu planety)

**

planetki, małe ciała Układu Słonecznego, → [planetoidy](#).

**

planetoidy [gr. *planētēs (astēr)* ‘wędrująca’ (‘gwiazda’), *eídos* ‘postać’, ‘kształt’], **asteroidy**, **planetki**, **małe planety**, małe ciała Układu Słonecznego, które odróżniają od pozostałych ([komety](#), [meteoroidy](#)) to, że znajdują się obecnie w tych samych mniej więcej rejonach przestrzeni okołosłonecznej, w których powstały, oraz podobny do gwiazd wygląd na niebie. Będąc prawdopodobnie pozostałościami tworzywa i procesów sprzed ponad 4,5 mld lat, które doprowadziły do uformowania się słonecznego układu planetarnego, planetoidy poruszają się wokół Słońca głównie w tych obszarach, z których oddziaływania grawitacyjne powstających planet nie zdołały ich usunąć, tzn. w **pasie głównym** planetoid, między orbitami Marsa i Jowisza, oraz w tzw. **pasie Kuipera**, znajdującym się poza orbitą Neptuna. Ogromna większość planetoid obiega Słońce (w tym samym kierunku co planety) po prawie kołowych orbitach położonych w płaszczyznach bliskich płaszczyznom ruchu wielkich planet. Typowa odległość od Słońca planetoid pasa głównego prawie 3-krotnie przewyższa odległość Ziemi, a średni okres ich obiegu wokół Słońca wynosi 4,5 roku. Odległości planetoid pasa Kuipera są na ogół większe niż trzydziestokrotna odległość Ziemi od Słońca, a pełne okrążenie przez nie Słońca trwa zwykle dłużej niż 200 lat. Tylko niewielka część planetoid porusza się po nietypowych orbitach. Pomiędzy

pasem głównym i pasem Kuipera, czyli w obszarze ruchu wielkich planet, obiegają Słońce po eliptycznych orbitach centaury, a po orbitach prawie identycznych z orbitą Jowisza [trojańczycy](#). Wewnątrz pasa głównego, czyli w obszarze ruchu planet ziemopodobnych, krążą wokół Słońca po orbitach eliptycznych tzw. planetoidy bliskie Ziemi, klasyfikowane w 3 grupach: Amora, Apolla i Ateny. Nietypowo poruszające się planetoidy mogą zbliżać się do planet olbrzymów i czas ich przebywania na obecnych orbitach jest krótszy od wieku Układu Słonecznego; przypuszcza się, że zostały wyrzucone z pasa Kuipera i pasa głównego w wyniku zderzeń i rezonansów (współmierności z ruchem wielkich planet); niektóre z nich są być może wygasłymi jądrami komet. Szczególne zainteresowanie ze względu na niebezpieczeństwo zderzenia z Ziemią budzą te planetoidy, które mogą zbliżać się do Ziemi. Ocenia się, że kilka razy w roku, w odległościach od Ziemi mniejszych niż odległość Księżyca, przelatują planetoidy o średnicach kilkudziesięciu metrów, a uderzenie planetoidy w Ziemię, które może wywołać skutki o charakterze globalnym, następuje średnio raz na kilkadziesiąt mln lat (przypuszcza się, że wydarzenia na Ziemi przed 65 mln lat, związane z wyginięciem dinozaurów, były spowodowane jej zderzeniem z planetoidą o rozmiarach ok. 10 km).

Planetoidy są na ogół nieregularnymi bryłami o średnicach rzędu kilometrów; niektóre mają swoje księżyce (np. [Ida](#)). Ocenia się, że średnice ok. 1000 planetoid pasa głównego przewyższają 30 km, z czego ok. 200 — 100 km, a tylko 3 — 500 km ([Ceres](#), [Pallas](#), [Westa](#)). Średnice znanych planetoid pasa Kuipera przewyższają 100 km (mniejszych nie udało się dotychczas zaobserwować). Planetoidy są widoczne dzięki odbitemu od ich powierzchni promieniowaniu słonecznemu (ale nawet największych nie da się zobaczyć okiem nieuzbrojonym).

Do połowy XX w. dominował pogląd, że planetoidy powstały z rozpadu planety krążącej pierwotnie wokół Słońca, między orbitami Marsa i Jowisza; współczesne badania, wykorzystujące również techniki kosmiczne, utrwalają koncepcję, że małe ciała Układu Słonecznego są pozostałościami materii dysku protoplanetarnego. Pierwszą planetoidą, do której zbliżyła się sonda kosmiczna (Galileo, 1991) jest Gaspra, a do najlepiej poznanych należy Eros — badany (2000–01) za pomocą sondy kosmicznej [NEAR](#).

**

planetologia [gr.], dział astronomii zajmujący się badaniem planet i ich naturalnych satelitów, planetoid i meteorytów; rozwój planetologii nastąpił dzięki badaniom kosmicznym; najwięcej informacji dostarczyły automatyczne sondy kosmiczne.

**

planetozymale, bryły skalne i lodowe o rozmiarach od kilku mm do kilkuset km, powstające w wyniku akumulacji materii dysku protoplanetarnego, z których mogą tworzyć się planety.

**

planety [gr.], ciała niebieskie związane grawitacyjnie z gwiazdami, o średnicy nie mniejszej niż 1000 km, widoczne dzięki oświetleniu ich przez macierzyste gwiazdy. Nazwa „planety” została wprowadzona przez starożytnych Greków na określenie 7 obiektów zmieniających regularnie swe położenie na niebie, w tym 5 nieróżniących

się wyglądem od gwiazd ([Merkury](#), [Wenus](#), [Mars](#), [Jowisz](#), [Saturn](#)) oraz Słońca i Księżyca. Prowadzone w ciągu stuleci badania ich ruchów zwiędziło dzieło M. Kopernika, będące fundamentem nowożytnej astronomii, w którym pojęciem „planeta” objęto, oprócz 5 planet znanych od starożytności, również Ziemię; z czasem dołączyły do nich odkrywane później, gdyż niewidoczne dla nieuzbrojonego oka, planety: [Uran](#), [Neptun](#) i [Pluton](#) (do 2006 zaliczany do planet Układu Słonecznego). Planety Układu Słonecznego obiegające Słońce w mniejszej odległości niż Ziemia nazwano **planetami dolnymi** (Merkury i Wenus), a obiegające Słońce w większej odległości niż Ziemia — **planetami górnymi**. Planety różnią się między sobą wielkością, budową i odległością od Słońca; 3 planety: Merkury, Wenus, Mars, charakteryzują się — tak jak Ziemia (stąd nazwa **planety ziemopodobne**) — małymi rozmiarami i dużą średnią gęstością; wszystkie mają żelazo-niklowe jądra, skaliste płaszcze i twarde skorupy; znaczącą atmosferę ma Ziemia i Wenus, Mars ma atmosferę znacznie rzadszą, a Merkury jest jej całkowicie pozbawiony; 4 największe planety Układu Słonecznego: Jowisz, Saturn, Uran, Neptun, charakteryzują się dużymi rozmiarami (stąd nazwa **planety olbrzymy** lub **planety jowiszowe**), małą średnią gęstością, grubą i gęstą atmosferą, między którą i planetą nie ma wyraźnej granicy. Oprócz 8 wielkich planet obserwuje się w Układzie Słonecznym, od XIX w., liczne małe planety, obecnie zwane [planetoidami](#). Wiedza o planetach Układu Słonecznego jest współcześnie bardzo duża, a dostęp do niej łatwy, m.in. dzięki internetowej bazie danych o planetach PDS (ang. *Planetary Data System*) zarządzanej przez amerykańską agencję kosmiczną NASA.

W końcu XX w. uzyskano obserwacyjne dowody obecności planet wokół gwiazd podobnych do Słońca, a nawet [pulsarów](#); pierwszego odkrycia planet pozasłonecznych dokonali 1992 A. Wolszczan i D. Frail; do połowy 2007 stwierdzono istnienie 235 planet pozasłonecznych (znaczną rolę w tych odkryciach odegrał zespół astronomów z Obserwatorium Astronomicznego Uniwersytetu Warszawskiego — A. Udalski, M. Kubiak, M. Szymański i współpracujący z nimi B. Paczyński). Dotychczas udaje się obserwować i szczegółowo badać (także za pomocą sond kosmicznych) jedynie planety Układu Słonecznego. Współczesne techniki obserwacyjne nie pozwalają na bezpośrednie obserwacje planet pozasłonecznych; o ich istnieniu świadczą jedynie różne obserwowane zjawiska pośrednie, np. ruch gwiazdy wokół wspólnego z jej planetą środka masy; to powoduje, że wiadomo o nich na razie tylko, jak poruszają się wokół swoich gwiazd i jakie mają masy.

**

Planety

Gdzie ich szukać? Jak odróżnić od gwiazd?

Najpewniej skorzystać z pomocy programu, atlasu lub katalogu. Jeżeli nie mamy ich pod ręką, brakuje nam też doświadczenia, kierujemy się następującymi wskazówkami. Po pierwsze zerknijmy na zachód, południe i wschód. Jeśli zobaczymy coś bardzo jasnego i nie wyżej niż 60° ponad horyzontem, to możemy podejrzewać, że jest to Wenus, Mars, Jowisz, lub lampka na odległym dźwigu budowlanym. W odstępie tygodnia, dwóch tygodni porównajmy położenie tego światła względem gwiazd. Jeżeli uległo zmianie, to widzimy planetę. Jeśli jest wyraźnie czerwona, to Mars. Jeżeli jest wciąż w pobliżu Słońca, widoczna niedługo po zachodzie Słońca bądź niedługo przed jego wschodem, to na pewno Wenus.

Gdy nabierzemy pewności w rozpoznawaniu planet, spróbujemy śledzić ich położenie w czasie kolejnych pogodnych nocy. Jak poruszają się względem gwiazd? W górę czy w dół, w lewo czy w prawo? Czy ten ruch jest jednostajny, czy też obserwujemy okresy przyspieszeń, zatrzymań albo zmiany kierunku ruchu?

Inaczej zachowuje się Wenus, a inaczej Mars, Jowisz czy Saturn. Wenus jest zawsze dosyć blisko Słońca. Raz się od niego oddala, raz przybliża. Jeśli znajduje się na lewo od Słońca (na wschód), będzie widoczna po zachodzie Słońca (Gwiazda Wieczorna). Jeśli jest po stronie prawej (zachodniej), będzie widoczna przed wschodem Słońca (Gwiazda Poranna, Jutrzenka).

Pozostałe planety przez większość czasu poruszają się względem gwiazd z zachodu na wschód. Czasami, po zatrzymaniu, przez krótki czas cofają się, by ponownie się zatrzymać i wrócić do stanu naturalnego, czyli ruchu na wschód.

Zwróćmy uwagę na to, w jakim obszarze nieba bywają widoczne planety. Czy zdarza się, że planeta jest widoczna w zenicie, na północy czy wysoko nad wschodnim horyzontem?

Z pewnością nikt nigdy nie widział planet ani Księżyca nad północnym horyzontem, czy w pobliżu Gwiazdy Polarnej. Zobaczyć je można nad wschodnim, południowym lub zachodnim horyzontem.

Można powiedzieć, że planety poruszają się względem horyzontu podobnie jak Słońce, tj. powtarzają drogi Słońca względem horyzontu.

Porównaj migotanie planet i gwiazd.

**

Planety

Planety to ciała niebieskie o średnicach większych niż 1000 km, obiegające gwiazdę i nie mające własnych źródeł energii promienistej, widoczne dzięki oświetleniu ich promieniowaniem gwiazdy. Obecnie jest znanych 8 planet należących do Układu Słonecznego: [Merkury i Wenus](#) — planety dolne, [Ziemia, Mars, Jowisz, Saturn, Uran, Neptun](#) — planety górne. Niektóre planety mają układy [satelitów](#) (księżyców); liczba znanych satelitów poszczególnych planet wynosi od 1 (Ziemia) do 20 (Saturn); nie odkryto dotychczas satelitów Merkurego i Wenus. Masy planet są wyznaczone na podstawie pomiarów ich oddziaływań dynamicznych na pozostałe ciała Układu Słonecznego. Do wyznaczania masy planet mających satelity stosuje się [prawa Keplera](#). Masy planet nie mających satelitów są obliczane na podstawie [perturbacji](#), jakie te planety wywołują [w ruchu pozostałych planet, komet i planetoid](#). W Układzie Słonecznym planetą o największej masie (319 razy większej od masy Ziemi, 71% masy wszystkich planet) jest Jowisz, planetą o najmniejszej masie (ok. 500 razy mniejszej od masy Ziemi) — Pluton. Łączna masa planet jest równa 1/741 masy Słońca, tj. $2,69 \cdot 10^{27}$ kg.

Planety są bryłami o kształcie zbliżonym do elipsoidy obrotowej o niewielkim spłaszczeniu, średnice planet wynoszą od ok. 2300 km (Pluton) do 142 800 km (Jowisz). U większości planet wykryto [atmosfery](#), które stanowią otoczki gazowe utrzymujące się przy powierzchni planet dzięki przyciąganiu grawitacyjnemu. Zaledwie nikłe ślady atmosfery stwierdzono na Merkurym, b. rzadką atmosferę ma Mars. Grube atmosfery, nie przepuszczające promieniowania opt., mają: Wenus,

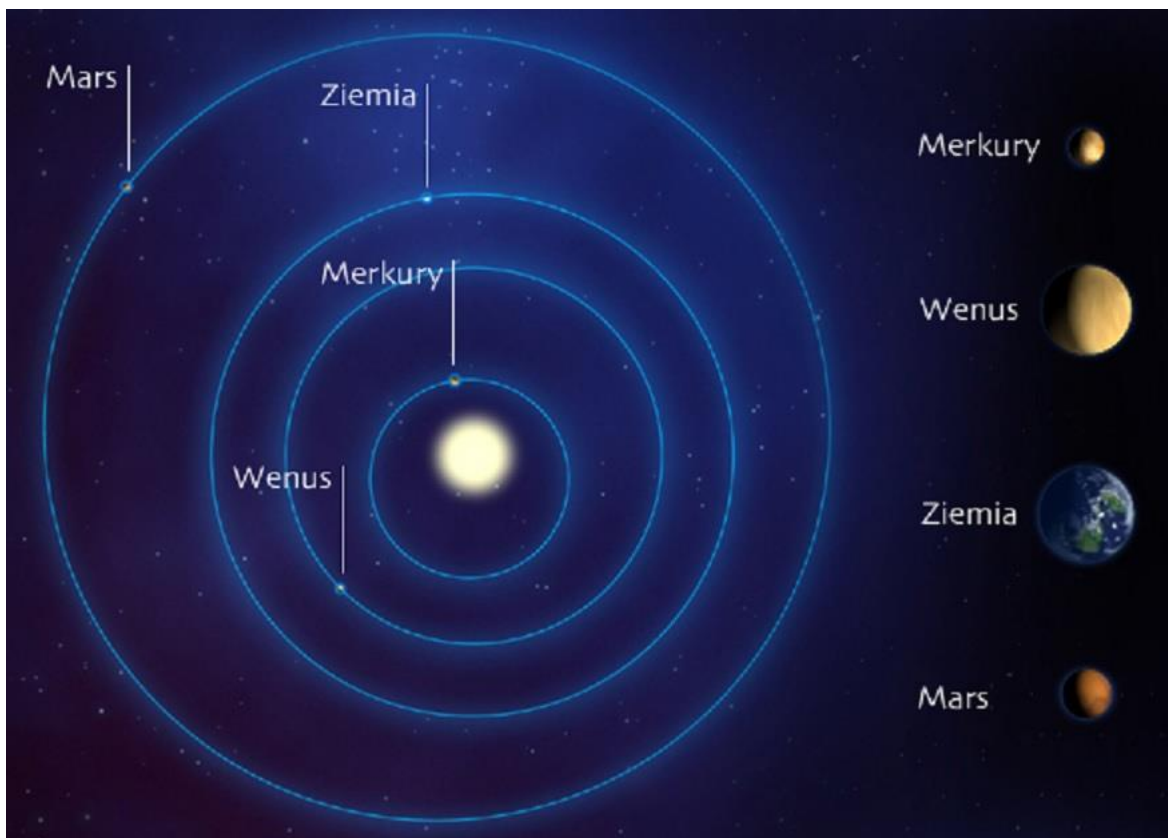
Jowisz, Saturn, Uran, Neptun. W widmach promieniowania Jowisza, Saturna, Urana i Neptuna występują wyraźne pasma absorpcyjne metanu, co świadczy o dużej zawartości tego związku w ich atmosferach. W atmosferach Wenus i Marsa istnieje znacznie większa ilość dwutlenku węgla niż w atmosferze Ziemi. Ziemia, Jowisz, Saturn, Uran i Neptun mają **magnetosfery**.

Nazwą planety obejmowano w starożytności ciała zmieniające swe położenie względem gwiazd (a więc także Słońce i Księżyc). Obecnie niekiedy nazwą „małe planety” określa się planetoidy, a nazwą sztuczne planety — obiekty wprowadzone przez człowieka na orbitę okołoziemską.

**

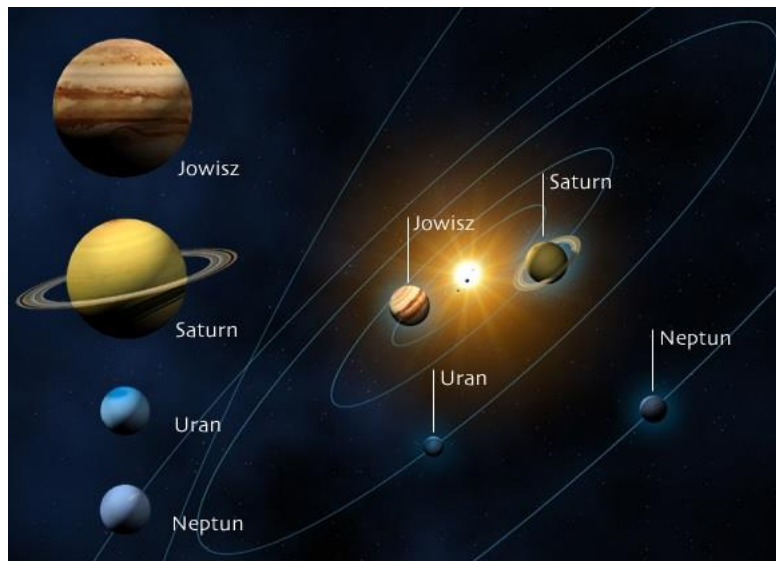
Planety Grupy Ziemskiej

Planety grupy ziemskiej, orbity planet oraz ich obrazy z zachowaniem proporcji rozmiarów



**

planety jowiszowe → planety olbrzymy.



Planety jowiszowe, orbity planet oraz ich obrazy z zachowaniem proporcji rozmiarów

**

Planety jowiszowe

Planety jowiszowe: Jowisz, Saturn, Uran i Neptun są znacznie większe od Ziemi, wszystkie mają mały średni ciężar właściwy (od 0,7 do 1,64 g/cm³) oraz powierzchnie pokryte warstwami chmur. Te ostatnie układają się w struktury równoleżnikowe: jaśniejsze, wznoszące się ku górze (tzw. strefy) i ciemniejsze, opadające obłoki (tzw. pasy). Wynika to z szybkiego obrotu tych planet oraz z intensywnych, przenoszonych aż ku powierzchni ruchów konwekcyjnych. Te ostatnie są rezultatem znaczącego grzania zachodzącego we wnętrzach jowiszowych planet — wszystkie emitują więcej energii niż otrzymują od Słońca (Jowisz — 1,67 razy więcej, Saturn — 1,79, Uran — 1,4, a Neptun — 2,7).

Jowiszowe pasy i strefy są bardzo wyraźne, pomarańczowo-kremowe, saturnowe są wyraźnie bledsze, delikatniejsze, na Uranie ich obecność daje się zauważyć dopiero po przetworzeniu komputerowym i wzmocnieniu różnic kolorów, a na błękitnym Neptunie widać białe łuki smug obłoków.

Na tle planetarnych tarcz widoczne są owalne plamy o różnych wielkościach (np. Wielka Czerwona Plama na Jowiszu czy Ciemna Plama na Neptunie). Są to ślady występujących w atmosferze wirów.

Szybki obrót każdej z planet tej grupy wokół własnej osi spowodował znaczące spłaszczenia ich globów (od 0,017 do 0,098).

Wszystkie planety jowiszowe mają silne pola magnetyczne i rozbudowane magnetosfery. Wokół wszystkich też zauważono układy otaczających je pierścieni (choć tylko pierścienie Saturna daje się z Ziemi łatwo zauważyć) oraz wiele księżyców.

Jowisz i Saturn znane były już w czasach starożytnych. Uran odkrył dzięki przypadkowi w 1781 r. F.W. Herschel, Neptuna w 1846 r. J.G. Galle (na podstawie obliczeń francuskiego astronoma U.J.J. Le Verriera).

Magdalena Kożuchowska

**

planety olbrzymy, planety jowiszowe, w Układzie Słonecznym planety: Jowisz, Saturn, Neptun i Uran; mają małą średnią gęst. i duże rozmiary; charakteryzują się ciągłym przejściem między płynnym jądrem a grubą gazową atmosferą.

**

Dane o planetach Układu Słonecznego

Planety	Średnica (km)	Masa bez księżyców (kg)	Gęstość (g/cm ³)	Średnia odległość od Słońca (km)	Okres gwiazdowy (dni)
Ziemiopodobne					
Merkury	4880	3,302 · 10 ²³	5,428	57 909 100	87,9693
Wenus	12 104	4,869 · 10 ²⁴	5,244	108 208 600	224,7008
Ziemia	12 756	5,974 · 10 ²⁴	5,515	149 598 000	365,2564
Mars	6794	6,419 · 10 ²³	3,934	227 939 200	686,9799
Jowiszowe					
Jowisz	142 984	1,899 · 10 ²⁷	1,325	778 298 400	4 332,59
Saturn	120 536	5,685 · 10 ²⁶	0,685	1 429 394 000	10 759,2
Uran	51 118	8,683 · 10 ²⁵	1,271	2 875 039 000	30 688,5
Neptun	49 532	1,024 · 10 ²⁶	1,638	4 504 450 000	60 182,3
Pluton ^a	2320	1,31 · 10 ²²	2,01	5 913 514 000	90 777,6

^a planeta karłowata, należąca do [pasa Kuipera](#).

**

Planety wewnętrzne

W odległościach rzędu minut świetlnych od Słońca znajdują się wewnętrzne planety Układu Słonecznego: Merkury, Wenus, Ziemia i Mars

**

Planety zewnętrzne

W odległościach rzędu godzin świetlnych od Słońca znajdują się zewnętrzne planety Układu Słonecznego: Jowisz, Saturn, Uran i Neptun oraz karłowata planeta — Pluton.

**

planety ziemiodobne, w Układzie Słonecznym planety: Merkury, Wenus, Ziemia i Mars; mają dużą średnią gęstość i małe rozmiary, żelazo-niklowe jądra, skaliste płaszczce i twardą skorupę; znaczącą atmosferę ma jedynie Wenus i Ziemia.

**

Planety ziemiodobne

Cztery najbliższe Słońca planety:

Merkury, Wenus, Ziemia i Mars to planety ziemiodobne. Mają duży średni ciężar właściwy (od prawie 4 do ponad 5 g/cm³), rozmiary porównywalne z Ziemią oraz twardą powierzchnię, tzw. skorupę. Stosunkowo wolny obrót tych planet wokół własnych osi nie spowodował znaczących spłaszczeń ich globów, tzn. wszystkie są prawie kuliste (drobne odstępstwa Ziemi od tego kształtu opisuje geoida).

Rozległa magnetosfera otacza jedynie Ziemię – pozostałe planety z tej grupy mają jedynie śladowe pole magnetyczne. Wokół Ziemi krąży jeden duży, a wokół Marsa – dwa małe księżyce. Wszystkie planety ziemiodobne były znane już w czasach starożytnych.

Magdalena Kożuchowska

**

plazma [gr.], fiz. zjonizowana materia, tj. taka, w której atomy rozpadają się na dodatnio naładowane jony i swobodne elektrony; powstaje w wysokich temperaturach lub pod wpływem odpowiednio intensywnego promieniowania. W niskich temperaturach, przy niewielkim stopniu jonizacji może występować **plazma zimna** (o temperaturze poniżej 1000 K) lub **plazma niskotemperaturowa** (temperatura 1000–50 000 K), w której oprócz jonów i elektronów istnieją atomy niezjonizowane; powstaje ona podczas wyładowania elektrycznego w gazie; jest wykorzystywana w palnikach plazmowych, w napędzie plazmowym, w generatorach magnetohydrodynamicznych. W bardzo wysokich temperaturach lub pod wpływem silnych czynników jonizujących pojawia się całkowicie zjonizowana **plazma gorąca** (wysokotemperaturowa, o temperaturze powyżej 50 000 K), która zawiera tylko jądra atomowe i swobodne elektrony. **Plazma wieloskładnikowa** powstaje, gdy jony i elektrony pochodzą z atomów różnych pierwiastków. Plazma, w której koncentracja (gęstość) cząstek oraz rozkład temperatury są jednakowe w całej objętości, nazywa się **plazmą jednorodną**; w przyrodzie występuje również **plazma niejednorodna**, w której obserwuje się znaczne lokalne różnice koncentracji lub temperatury.

Plazmę, z uwagi na jej właściwości, uważa się za odrębny stan materii. W normalnych warunkach ziemskich plazmę spotyka się rzadko — obserwuje się ją w płomieniach, iskrach oraz wyładowaniach elektrycznych, m.in. w silnych wyładowaniach atmosferycznych (pioruny). Zewnętrzne warstwy atmosfery ziemskiej stanowi jonosfera, która zawiera plazmę o małej gęstości (powstałą głównie pod wpływem promieniowania Słońca); ponad warstwą jonosfery znajdują się wydzielone obszary zjonizowanej materii (Van Allena pasy); w przestrzeni kosmicznej występuje plazma o bardzo małej gęstości; gorąca i gęsta plazma występuje w wielu gwiazdach, w tym również na Słońcu. We Wszechświecie znikoma część materii występuje w 3 podstawowych stanach skupienia — plazma stanowi ponad 99,9% materii.

Jedną z podstawowych właściwości plazmy jest jej quasi-obojętność przy analizie makroskopowej (plazmę nazywa się quasi-obojętną, gdy wypadkowy ładunek elektryczny w określonej objętości jest równy zeru). W skali mikroskopowej w plazmie występuje pewne rozdzielanie ładunków elektrycznych, które może prowadzić do powstawania lokalnie silnych pól elektrycznych i plazmowych oscylacji elektrostatycznych. W obecności zewnętrznego pola magnetycznego w plazmie mogą być generowane również drgania elektromagnetyczne. Drugą ważną właściwością plazmy jest jej promieniowanie. Plazma o małym stopniu jonizacji (np. niskotemperaturowa) wysyła promieniowanie o widmie dyskretnym, w którym poszczególne linie widmowe odpowiadają przeskokom elektronów między różnymi poziomami energetycznymi jonów. W wyższych temperaturach (przy większej jonizacji) z plazmy jest również wysyłane promieniowanie o widmie ciągłym, którego źródłem są procesy rekombinacji (ponownego łączenia) jonów i swobodnych elektronów oraz promieniowanie hamowania swobodnych elektronów w elektrycznych polach jonów. Gorąca plazma może emitować intensywne promieniowanie w bardzo szerokim przedziale częstotliwości (od częstotliwości radiowych do twardego promieniowania rentgenowskiego, a nawet promieniowania γ). Emisji promieniowania elektromagnetycznego towarzyszy także jego pochłanianie przez plazmę; dlatego zewnętrzne warstwy plazmy Słońca chronią Ziemię przed szkodliwym promieniowaniem z jego wnętrza.

Ze względu na występowanie w plazmie dużej liczby swobodnych elektronów i jonów ma ona zdolność przewodzenia prądu elektrycznego (w odróżnieniu od zwykłego gazu); ważnym parametrem opisującym tę zdolność jest przewodność elektryczna (lub jej odwrotność — oporność elektryczna). W przeciwieństwie do przewodników metalicznych, ze wzrostem temperatury przewodność elektryczna plazmy wzrasta, a oporność elektryczna maleje proporcjonalnie do $T^{-3/4}$; w efekcie oporność właściwa plazmy o temperaturze kilkunastu mln K jest mniejsza od oporności najlepszych przewodników metalicznych. Plazma podlega działaniu pola elektrycznego i magnetycznego (co jest spowodowane obecnością cząstek naładowanych); wykorzystuje się ten fakt do izolowania plazmy (zwłaszcza gorącej) od ścianek materialnych oraz utrzymywania plazmy w wybranych obszarach — pułapkach elektrostatycznych lub magnetycznych. W plazmie o odpowiednio dużej koncentracji mogą występować oddziaływania kolektywne; zaburzenia lokalne plazmy mogą wówczas rozprzestrzeniać się bardzo łatwo na cały obszar plazmowy, co przy braku tłumienia może prowadzić do rozwoju różnych niestabilności plazmy — znacznie utrudnia to lub w ogóle uniemożliwia długie utrzymywanie gorącej plazmy.

Plazma wytwarza się w urządzeniach technicznych, w których są wykorzystywane procesy spalania (np. w palnikach, paleniskach, silnikach spalinowych) lub wyładowania elektryczne (np. w spawarkach elektrycznych, lampach jarzeniowych, piecach łukowych). Plazmę gorącą w laboratoriach wytwarza się zwykle wywołując silne wyładowania elektryczne gazu w komorach pod niskim ciśnieniem; bada się ją w celu opanowania kontrolowanych reakcji syntezy (łączenia) jąder atomowych (reakcja termojądrowa).

Do wytwarzania i utrzymywania gorącej plazmy w pułapkach magnetycznych (otwartych i zamkniętych) stosuje się różne metody. Najprostsza i najczęściej stosowana to tzw. **grzanie omowe**, polegające na przepuszczaniu przez zjonizowany gaz bardzo silnych prądów elektrycznych.

**

Plejady, Kokoszki, Kurczęta, M 45, *astr.* druga pod względem jasności widomej gromada otwarta gwiazd; położona w gwiazdozbiornie Byka; P. liczą ok. 300 gwiazd; 10 najjaśniejszych (widocznych w dobrych warunkach gołym okiem — w Polsce najlepiej zimą) otrzymało nazwy od imion postaci z mitologii gr.: Atlas, Plejone oraz tzw. **Siedem Sióstr**: Alcyone (najjaśniejsza), Elektra, Maia, Merope, Taygeta, Celeano, Asterope, a także niewidoczna gołym okiem, Sterope II. P. są otoczone pozostałością obłoku materii międzygwiazdowej, z którego powstały. W latach 70. i 80. XX w. Plejone zmniejszyła swój blask wskutek zasłonięcia przez materię obłoku; w latach 90. powróciła do dawnej jasności. Niemal wszystkie gwiazdy P. leżą na ciągu głównym na diagramie Hertzsprunga–Russella. Porównanie tego ciągu z ciągami głównymi innych gromad pozwala na wyznaczenie odległości do tych gromad, jeśli znana jest odległość do P.; dokładne wyznaczenie odległości do P. ma zatem fundamentalne znaczenie dla skali odległości we Wszechświecie; tradycyjne metody dają wartość 430 lat świetlnych, lecz z pomiarów paralaks najjaśniejszych gwiazd z P. satelitą Hipparcos wynika odległość 378 lat świetlnych. Mając wiek ok. 70 mln lat, P. należą do najmłodszych gromad gwiazdowych.

**

Plejady, Pleiádes, *mit. gr.* 7 córek Atlasa i Plejone; ściganym przez Oriona przyszedł z pomocą Zeus, przenosząc je między gwiazdy.

**

Plejone [gr.], 28 *Tauri*, *astr.* gwiazda leżąca w gwiazdozbiornie Byka;

Oznaczenie: 28 Tauri

Rodzaj obiektu: gwiazda pojedyncza

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; **Byk**

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: 3^h 49^m 11^s deklinacja: 24°

08' 390 l.św. = 120 pc = 24 663 600 AU

Typ widmowy i klasa jasności: B8Ve

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: - 0,32^m

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: +5,90^m (wartość waha się od 4,80 do 5,90; wartość średnia 5,05)

wchodzi w skład gromady Plejad; ma jasność widomą 5,90^m; jest karłem 200 razy jaśniejszym od Słońca; odległa od Ziemi o 390 lat świetlnych.

**

Plejone, Plēiónē, *mit. gr.* córka Okeanosa i Tetydy; matka Plejad; wraz z nimi przeniesiona między gwiazdy.

**

Pluton, symbol ♃, *astr.* planeta karłowata, jeden z największych obiektów pasa Kuipera.

podstawowe dane

masa: 1,2 · 10²² kg (0,002 masy Ziemi)

średnia gęstość: 2,05 g/cm³
promień równikowy: 1 137 km
promień orbity: od 4 458 mln do 7 420 mln km
okres obiegu wokół Słońca: 247,7 lat ziemskich
prędkość ucieczki: 1,1 km/s
księżyce: 3

atmosfera

skład

ślady metanu i azotu

temperatura powierzchni: ok. 45 K

Symbol: ♇

Odległość od Słońca: 3670,0 mln km (24,532086 AU); 7375,9 mln km (49,304144 AU); 5906,4 mln km (39,481283 AU)

Okres obiegu wokół Słońca (w latach): 247,7

Okres obrotu (w godzinach): 153

Masa planety: 0,012·10²⁴ kg (0,002009·masa Ziemi)

Średnia gęstość: 2,05 g/cm³

Atmosfera planetarna: azot, metan; temperatura na powierzchni: od 50 K — od -223°C do -273°C

Satelity naturalne: 3 ważniejsze satelity naturalne: Charon

Odkrycie: 1930 (C. Tombaugh)

Loty kosmiczne badające planetę: New Horizons (misja bez lądowania, dotrze w okolice Plutona około 2015)

Do 2006 traktowany jak dziewiąta według oddalenia od Słońca i najmniejsza planeta Układu Słonecznego. Pluton ma jasność wizualną ok. 15 wielkości gwiazdowej i dlatego może być obserwowany tylko przez duże teleskopy (średnica jego tarczy na niebie sięga zaledwie 0,1"). Planeta obiega Słońce w okresie prawie 248 lat po orbicie eliptycznej (mimośród 0,25), położonej w płaszczyźnie nachylonej do płaszczyzny ruchu Ziemi pod kątem 17,1°; odległość od Słońca zmienia się od 29,8 AU do 49,6 AU, czasami zatem znajduje się on bliżej Słońca niż Neptun (ostatnio 1979–99); promień równikowy kulistego globu Plutona ma 1137 km; masa Plutona stanowi zaledwie 0,002 masy Ziemi, a średnia gęstość materii, z której jest zbudowany, wynosi 2,05 g/cm³. Powierzchnię Plutona, o temperaturze (po stronie oświetlonej przez Słońce) ok. 45 K, pokrywa prawdopodobnie lód metanowy; gdy planeta znajduje się najbliżej Słońca otacza ją śladowa atmosfera złożona głównie z metanu i azotu.

Pluton został odkryty 1930 przez C. Tombaugh. Nazwa planety — mająca zgodnie z tradycją pochodzić od imienia jednego z greckich bogów — była pretekstem do upamiętnienia fundatora obserwatorium astronomicznego we Flagstaff (Arizona, USA), gdzie dokonano odkrycia, P. Lowella (inicjały są pierwszymi literami przyjętej nazwy). Jedno z pierwszych obliczeń orbity Plutona wykonał T. Banachiewicz, z powodzeniem stosując opracowane przez siebie metody rachunku krakowianowego. W 1978 został odkryty, tylko 2-krotnie od niego mniejszy, satelita Plutona — Charon, odległy od planety o 19,4 tysiąca km; oba ciała obiegają wspólny środek masy w ciągu 6,4 dnia, wokół osi nachylonej do płaszczyzny ekliptyki pod kątem 122°, przy czym obracają się w taki sposób, że są do siebie zwrócone stale tą samą stroną.

Wyraźna odmienność Plutona (orbity i parametrów fizycznych) od wielkich planet, a jednocześnie jego podobieństwo do odkrywanych od 1992 obiektów pasa Kuipera, wywołały w środowisku astronomów burzliwą dyskusję, czy jest on planetą, czy planetoidą; dyskusję zakończyła (2006) decyzja Międzynarodowej Unii Astronomicznej pozbawiająca Plutona statusu wielkiej planety i nadająca mu miano planety karłowatej.

Krzysztof Ziolkowski

**

Pluton i pas Kuipera

Pluton odkryty został przez Clyda Tombaugh dopiero w 1930 r. — jego położenie na niebie bardzo różniło się od wyliczonego (na podstawie perturbacji Urana i Neptuna) przez Percivala Lowella. Okazał się obiektem nietypowym: odległym, o małej gęstości — jak planety jowiszowe, ale małym i o twardej powierzchni — jak ziemiopodobne. Krąży wokół Słońca po orbicie nietypowej dla planet: bardzo nachylonej do płaszczyzny ekliptyki i bardzo wydłużonej.

W 1992 r. odkryty został pierwszy obiekt podobny do Plutona, potem nastąpiło lawinowe odkrywanie następnych, dzięki technice CCD pozwalającej za pomocą komputerów śledzić na niebie ruchy milionów słabo świecących ciał niebieskich. Obecnie sądzi się, że te obiekty (do 2001 r. — ponad 400 odkrytych) i Pluton wchodzi w skład tzw. **pasa Kuipera** — drugiego pasa planetoid, ale nie skalistych (jak te klasyczne) tylko lodowych. Pas ten rozciąga się za orbitą Neptuna.

Magdalena Kożuchowska

**

plywy, *astr.* zmienne w czasie odkształcenia powierzchni i przemieszczenia masy wewnątrz obiektu astronomicznego, spowodowane oddziaływaniem innego obiektu; najwyraźniej występują w układach składających się z 2 ciał: z 2 galaktyk, z 2 gwiazd lub par: gwiazda–planeta, planeta–satelita. **Pływy na Ziemi** to okresowe zjawiska zachodzące w hydrosferze, atmosferze i skorupie ziemskiej wskutek przyciągania Księżyca i Słońca; na każdą cząsteczkę masy wodnej działają 2 siły: przyciągania Księżyca i odśrodkowa, spowodowana obrotem układu Ziemia–Księżyc dookoła wspólnego środka masy; na półsfery zwróconej do Księżyca przeważa pierwsza z sił, a na pozostałej — druga; występują z tych powodów okresowe podniesienia poziomu wód (przyływ), a następnie opadnięcia (odpływ); kolejne pływy następują co ok. 6 lub 12 godzin; podobne zjawiska, lecz na mniejszą skalę powoduje Słońce.

**

pochoźnie chromosferyczne, jasne, rozległe obszary obserwowane w chromosferze Słońca; składają się z dużej liczby **floków** i występują najczęściej nad pochoźniami fotosferycznymi i plamami słonecznymi.

**

pochoźnie fotosferyczne, jasne obszary w górnej fotosferze otaczające plamy słoneczne i ich grupy; liczba p.f. zmienia się z cyklem aktywności Słońca.

**

pochoźnie słoneczne, *astr.* jasne obszary obserwowane w chromosferze (pochoźnie chromosferyczne) i fotosferze (pochoźnie fotosferyczne) Słońca, tworzone przez duże skupiska **floków**, będące składnikami jasnych sieci:

chromosferycznej ([chromosfera](#)) i fotosferycznej ([fotosfera](#)); w chromosferze p.s. są obserwowane w liniach wapnia i wodoru, w fotosferze są widoczne w świetle białym, ale tylko z dala od centrum tarczy Słońca; p.s. są związane z polem magnet. i najobficiej występują w obszarach aktywnych, w bezpośrednim sąsiedztwie plam słonecznych (pole magnet. hamuje konwektywne ruchy gazu, powodując zmniejszenie ilości energii dostarczanej z głębszych warstw Słońca, wskutek czego plama ma niższą temperaturę, a nagromadzony nadmiar energii znajduje swe ujście w pochodniach); liczba p.s. zmienia się z cyklem aktywności Słońca.

**

Pochodzenie pierwiastków

Powszechnie przyjmuje się, że pierwiastki chemiczne powstawały w dwóch etapach. Pierwszy z nich to początkowy okres gorącego [Wszechświata](#), tuż po [Wielkim Wybuchu](#). Powstały wtedy jądra [wodoru](#), [helu](#), [litu](#), a po obniżeniu temperatury, po przyłączeniu elektronów, pojawiły się atomy tych pierwiastków.

Drugi ma miejsce w jądrach gwiazd, gdzie zachodzi łączenie się jąder lekkich w cięższe. Powstają tu wszystkie jądra cięższe niż jądra litu. Procesy te są równocześnie źródłem energii gwiazd. Masywniejsze gwiazdy wytwarzają w swoich wnętrzach ogromne ilości różnych ciężkich jąder. U schyłku swego życia gwiazdy takie wybuchają ([supernowa](#)), rozpraszając w otoczeniu znaczną część tych jąder. Materia rozproszona pomiędzy gwiazdami (głównie wodór i hel) jest w ten sposób „zaśmiecana” pierwiastkami ciężkimi. Z takiej mocno „zaśmiecanej” materii powstał między innymi nasz [Układ Słoneczny](#). Znaczna ilość materii wybuchającej gwiazdy (głównie jądro) daje początek gwieździe neutronowej.

Andrzej Branicki

**

pociemnienie brzegowe, *astr.* zmniejszenie się jasności powierzchniowej tarczy gwiazdy przy przesuwaniu się od jej środka ku brzegom; spowodowane maleniem temperatury atmosfery gwiazdy wraz ze zwiększaniem się odległości od centrum gwiazdy.

**

poczerwienienie grawitacyjne, przewidziane przez ogólną teorię względności zwiększenie długości fal elektromagnetycznych przy wychodzeniu z obszaru o niższym potencjale grawitacyjnym, np. powierzchni gwiazdy.

**

Poczobut-Odlanicki MARCIN, ur. 30 X 1728, Słomianka (pow. grodzieński), zm. 20 II 1810, Dyneburg (ob. Daugavpils), astronom, jezuita; 1761–64 studiował astronomię we Włoszech i Francji; od 1764 profesor i 1780–99 rektor Akad. Wil.; położył duże zasługi w odnowieniu i unowocześnieniu obserwatorium astr. Akad. Wil. (od 1773 dyr.); 1768 udał się do Wielkiej Brytanii, skąd sprowadził nowoczesne instrumenty astr.; dzięki nim dokonał ważnych obserwacji położenia Merkurego; P.-O. zdobył uznanie za granicą, przyznano mu członkostwo Tow. Król. w Londynie i Król. Tow. Astronomicznego. Redagował „Gazetę Wileńską”; zreformował szkoły na Litwie.

**

podkarły, gwiazdy leżące o ok. 0,8 wielkości gwiazdowej poniżej ciągu głównego na [diagramie Hertzsprunga–Russella](#), który jest określony przez [karły](#); są ubogimi w

pierwiastki ciężkie gwiazdami populacji II (w przeciwieństwie do karłów będących gwiazdami populacji I; [gwiazd populacje](#)); p. znajdują się w tym samym stadium ewolucyjnym co karły, tzn. w ich jądrach zachodzą reakcje przemiany wodoru w hel, jednak mała zawartość pierwiastków ciężkich powoduje, że p. produkują mniej energii niż karły o tej samej masie i mają mniejsze promienie — stąd ich położenie na diagramie Hertzsprunga–Russella; w ramach klasyfikacji widmowej p. należą do klasy jasności VI; najmasywniejsze znane p. mają masy rzędu 1,5 masy Słońca; najbliższym znanym p. jest Gwiazda Kapteyna w gwiazdozbiornie Malarza. Dawniej do kategorii p. zaliczano również gwiazdy zmierzające do stadium białego karła ([białe karły](#)) po przejściu przez stadium mgławicy planetarnej.

**

podolbrzymy, gwiazdy będące w fazie ewolucji pośredniej między karłami i olbrzymami (czyli nieco późniejszej niż Słońce); przeszły przez stadium [ciągu głównego](#); na diagramie Hertzsprunga–Russella formują ciąg (gałąź) p.; w ramach klasyfikacji widmowej p. należą do IV klasy jasności; większość ma masy zbliżone do masy Słońca; znanymi p. są: Phakt, Procyon, Shaula.

**

Pogoda kosmiczna

Pogodą kosmiczną nazywamy zespół zmiennych w czasie zjawisk w przestrzeni okołozemskiej, związanych z aktywnością najbliższej gwiazdy Słońca, zakłócających działanie naziemnych i znajdujących się w przestrzeni kosmicznej systemów technologicznych.

Co to jest pogoda kosmiczna?

Romantyczne pojęcie pogody kosmicznej pojawiło się zapewne już dawno w poezji czy literaturze fantastycznonaukowej i mogło być przenośnią dotyczącą wpływu gwiazd i kosmosu na losy pojedynczych ludzi i dzieje całej ludzkości na Ziemi. W nauce natomiast, taki temat jest obecny zaledwie od około 10 lat i nie ma w sobie nic romantycznego. Wynika po prostu z rozpowszechnienia się w naszym codziennym życiu zaawansowanych technologii, wrażliwych na warunki panujące w przestrzeni okołozemskiej. Sam problem pojawił się jednak wcześniej. Już w 1860 można znaleźć w literaturze fachowej pierwsze doniesienie o zakłóceniach, a nawet zaprzestaniu działania telegrafu, gdy w pobliżu widać było aktywną, jasną zorzę polarną. Obecnie wiemy, że zorza polarna to poza światłem słonecznym jedyny, bezpośredni, optyczny ślad dopływu energii ze Słońca.

Ten historyczny przykład ułatwia nam współczesne zdefiniowanie **pogody kosmicznej** jako zespołu zmiennych w czasie zjawisk w przestrzeni okołozemskiej, związanych z aktywnością najbliższej gwiazdy — Słońca, zakłócających działanie naziemnych i znajdujących się w przestrzeni kosmicznej systemów technologicznych. W najdrastyczniejszych przejawach zjawiska pogody kosmicznej mogą zagrozić zdrowiu i życiu ludzi. W odróżnieniu od pogody atmosferycznej, która ma charakter lokalny, pogoda kosmiczna kształtuje się w skali całej naszej planety, nawet jeśli jej praktyczne skutki są inne w obszarach polarnych niż np. na równiku. Podobnie jak w przypadku pogody atmosferycznej, pogodą kosmiczną zajmujemy się nie tylko z ciekawości, lecz przede wszystkim, aby poprzez skuteczne ostrzeżenie i przewidywanie zapobiec negatywnym skutkom ekstremalnych zjawisk, a także, aby nauczyć się projektować systemy odporne na złą pogodę. Na przykład zjawisko

zory polarnej, znane ludziom północy od tysięcy lat, nie przeszkadzało w pracy dawnym żeglarzom czy hodowcom reniferów. Teraz jednak, konieczność korzystania z nowoczesnych systemów nawigacji (np. GPS), czy nawet telefonów komórkowych sprawia, że znajomość i prognozowanie pogody kosmicznej staje się niezbędne.

Barbara Popielawska

**

Pogoda kosmiczna. Słońce — tam, gdzie rodzą się wiatry, chmury, burze i huragany pogody kosmicznej

Słońce jest źródłem ciepła i światła niezbędnego do życia na Ziemi. Z daleka wydaje się być idealnie spokojną kulą świetlną, a przestrzeń między Słońcem a Ziemią — bezmierną pustką. Tak jednak nie jest. Słońce jest aktywne, tzn. zmienne w krótkiej skali czasu, a Ziemia jest zanurzona w materialnej atmosferze słonecznej, w której propagują się skutki aktywności Słońca.

Fotosfera

Widoczna gołym okiem kula światła to fotosfera — powierzchnia Słońca, zaledwie kilkusetkilometrowa warstwa gazu (bardzo cienka w porównaniu z promieniem Słońca $R_s=700\,000$ km), o temperaturze 6600–4300 K i gęstości zaledwie $0,0002$ kg/m³. Źródłem energii słonecznej są zachodzące w rdzeniu Słońca reakcje jądrowe. Energia wytworzona w reakcjach jądrowych przenosi się poprzez kolejne warstwy wnętrza — **strefę radiacji, warstwę sprzężenia** (*interface layer*), **strefę konwekcji** i ostatecznie wydostaje się na zewnątrz, głównie w postaci światła słonecznego emitowanego przez fotosferę. Ilość energii promienistej, emitowanej przez Słońce w całym zakresie widma fal, która dociera do górnych warstw atmosfery w ciągu 1s, wynosi około 1370 W/m² (stała słoneczna). Strumień energii słonecznej w zakresie bliskiego ultrafioletu, światła widzialnego i podczerwieni, kształtującej biologiczne warunki życia na Ziemi (a więc klimat i pogodę atmosferyczną) jest praktycznie stały w skali czasu wielu lat, a średni rozkład widmowy promieniowania z fotosfery odpowiada promieniowaniu ciała czarnego o temperaturze 5785 K.

Zmienna aktywność dyskretnych obszarów Słońca prowadzi natomiast do nierównowagowego, silnego (o rzędy wielkości) wzrostu promieniowania słonecznego na krańcach widma, krótkofalowego, w zakresie promieni X i ultrafioletu, oraz długofalowego — w zakresie fal radiowych, jak również do zwiększonej emisji energetycznych cząstek i intensyfikacji wiatru słonecznego, w skali czasu od sekund do tygodni, a niekiedy i dłuższej.

Warstwa sprzężenia i strefa konwekcyjna

Zmiany pogody kosmicznej zaczynają się pod powierzchnią Słońca, w warstwie sprzężenia, gdzie najprawdopodobniej generowane jest pole magnetyczne Słońca (dynamo słoneczne) i w strefie konwekcyjnej, w której „gotuje się” gorący płyn zjonizowanej materii słonecznej (plazmy). Pionowe ruchy konwekcyjne plazmy transportują ją do powierzchni Słońca, a struktura komórek konwekcyjnych widoczna jest w świetle białym fotosfery w postaci **granul** i **supergranul**, gdzie jasne obszary pochodzą od gorącej materii unoszącej się z głębin ku warstwom zewnętrznym, ulegającej ochłodzeniu po rozlaniu się na powierzchni Słońca, i ostatecznie, po schłodzeniu spływającej w dół, w obszarach widocznych jako ciemniejsze. Wielkoskalowe ruchy płynu plazmowego w supergranulach transportują ku powierzchni wiązki pola magnetycznego, przenoszone następnie na brzegi komórek,

przez co pole magnetyczne na styku supergranul ulega wzmocnieniu (do 1 kGs), stanowiąc zaczątek struktur magnetycznych sięgających ponad powierzchnię Słońca.

Najchłodniejsze obszary fotosfery to **plamy słoneczne** (3700 K), związane z kiściami wiązek bardzo silnego pola magnetycznego (tysiące Gs), wyłaniającymi się spod powierzchni Słońca. Pole magnetyczne plam działa jak lodówka, utrzymując plazmę w temperaturze tysięcy stopni poniżej temperatury otoczenia. Plamy słoneczne występują zwykle w grupach. W jednej pojawiają się dwa rodzaje plam o różniącym się do 180° kierunku wektora pola magnetycznego. Grupy plam słonecznych o skomplikowanym układzie obszarów magnetycznych, które wykazują oznaki szybkiej ewolucji, nazywamy obszarami aktywnymi. Są one źródłem długotrwałych, zwiększonych emisji promieniowania ultrafioletowego i X. Widowym optycznym przeciwieństwem plam słonecznych są **pochodnie** (*faculae*), obszary jaśniejsze fotosfery, o bardziej drobnoskalowej strukturze pola magnetycznego niż typowa dla plam słonecznych.

Chromosfera

Chromosfera to nieregularna warstwa atmosfery Słońca o grubości 2500 km rozciągająca się ponad fotosferą. W chromosferze temperatura materii wzrasta od 6000°C przy powierzchni do około 20 000°C na górnej granicy chromosfery. W tak wysokich temperaturach wodór emituje światło o kolorze czerwonym (linia emisyjna H- α). Chromosfera jest widoczna również w fioletcie, w linii 393,4 nm zjonizowanego wapnia (K–linia widma Ca II). Jeśli obserwuje się Słońce w linii H- α lub w linii wapnia, można zobaczyć struktury chromosferyczne związane z aktywnością słoneczną. Są to chromosferyczne **sieci magnetyczne**, jasne **plaże** (*plages*) wokół plam słonecznych, ciemne, podobne do nici **filamenty** widoczne na dysku Słońca, oraz **protuberancje** (*prominences*), odpowiedniki filamentów widoczne ponad limbem (brzegiem dysku), i wreszcie najmniejsze **spikule** (*spicules*), widoczne jako ciemne, krótkie żyłki w obrazie chromosfery w H- α . Chromosferyczna sieć magnetyczna jest odbiciem struktury leżących poniżej supergranul fotosferycznych i składa się z wiązek linii pola magnetycznego, skoncentrowanych na brzegach supergranul. Filamenty i protuberancje to chmury gęstej, nieco chłodniejszej niż otoczenie materii, uniesionej ponad powierzchnię Słońca przez wystające ku górze pętle pola magnetycznego. Jasne łąty plaż wokół plam słonecznych są również związane z koncentracjami pola magnetycznego i tworzą część sieci jasnych emisji charakteryzujących chromosferę. Spikule to chromosferyczne ślady drobnoskalowych, krótko trwających wytrysków materii słonecznej z powierzchni Słońca.

Korona słoneczna

Powyżej chromosfery rozciąga się cienki (2500 km) obszar przejściowy (*transition region*) pomiędzy chromosferą i zewnętrzną warstwą atmosfery Słońca — koroną słoneczną. W obszarze przejściowym temperatura gwałtownie rośnie od 20 000°C na granicy z chromosferą do 1 000 000°C u podstawy korony, przy czym pierwszy obszar grzania do 200 000 K ma prawdopodobnie grubość zaledwie 30 km. W tak wysokich temperaturach wodór jest zjonizowany, a więc nie emituje już światła. Obszar przejściowy badany jest z pokładu satelitów (SOHO, TRACE) przyrządami mierzącymi promieniowanie w ultrafioletcie emitowanym przez trzykrotnie zjonizowany atom węgla, tlenu i krzemu (linie C IV, O IV, i Si IV).

Gwałtowny wzrost temperatury atmosfery słonecznej wraz z wysokością do niedawna był jedną z największych zagadek fizyki Słońca. Zwykle bowiem temperatura maleje wraz ze wzrostem odległości od źródła ciepła, a tym jest przecież jądro Słońca. Niedawno satelita SOHO dostarczył danych, które pozwoliły zaproponować mechanizm grzania atmosfery w wyniku tysięcy drobnoskalowych eksplozji gazu z powierzchni Słońca, związanych z gwałtowną rekonfiguracją skomplikowanych, ciasno splecionych pętli magnetycznych, tworzących „dywan magnetyczny” ponad powierzchnią Słońca. Pętle magnetyczne z uwięzioną w nich plazmą, zderzając się i oddziaływując ze sobą, wytwarzają rodzaj spięć elektrycznych i magnetycznych, i w ten sposób energia uwięziona w polu magnetycznym wyłaniającym się spod powierzchni Słońca, uwalnia się do jego atmosfery.

We wszystkich wymienionych wyżej aktywnych strukturach pole magnetyczne pełni podobną rolę: wywiera siłę na cząstki plazmy więżąc je w zamkniętym obszarze, magazynuje energię przez jakiś czas, po czym uwalnia ją nagle, co może prowadzić do gwałtownego grzania czy też przyśpieszania cząstek.

Korona słoneczna jest widoczna w świetle widzialnym w czasie zaćmień Słońca, kiedy to znacznie jaśniejszy, oślepiający nas dysk fotosfery jest przysłonięty. W koronie słonecznej widać wówczas różnorodność struktur, takich jak **pętle** (*loops*), **pióropusze** (*plumes*), **wstęgi** (*streamers*). Przy każdym zaćmieniu korona wygląda w szczegółach inaczej, a jej średni kształt zmienia się w cyklu 11-letnim aktywności Słońca. Hel, węgiel, azot i tlen są całkowicie zjonizowane w wysokiej temperaturze panującej w koronie. Tylko cięższe atomy materii słonecznej, takie jak żelazo i wapń są w stanie jeszcze utrzymać część swoich elektronów i korona jest widoczna w świetle emitowanym przez te pierwiastki. Przyrządy, zwane koronografami (np. LASCO na SOHO) maskują jasny dysk słoneczny (rodzaj sztucznego zaćmienia) i odfiltrowują wszystkie linie światła widzialnego i ultrafioletu z wyjątkiem emisji koronalnych. W promieniach X korona natomiast świeci dużo jaśniej niż znacznie chłodniejsza fotosfera. Teleskopy promieni X umieszczone na satelitach (obecnie są to Yohkoh, SOHO, TRACE) pozwalają nam poznać dynamiczny charakter korony i szczegóły jej struktur.

Wstęgi koronalne (*coronal streamers*) to gęste i dzięki temu jaśniejsze obszary korony widoczne w czasie zaćmień, ukształtowane przez struktury pola magnetycznego w koronie. Wstęgi koronalne o kształcie hełmu (*helmet streamers*) to duże, podobne do czapy o ostrym czubie, struktury zazwyczaj rozciągające się ponad plamami słonecznymi i obszarami aktywnymi fotosfery, z protuberancją lub filamentem u podstawy. Kształt hełmu struktury te zawdzięczają układowi wypełnionych gęstą plazmą pętli magnetycznych, łączących poszczególne plamy w obszarze aktywnym. Ostre czuby hełmów formuje wiejący wokół zamkniętej struktury magnetycznej swobodny wiatr słoneczny.

Pióropusze polarne to długie, cienkie strugi emanujące z okolic biegunów Słońca, związane z wypływem wiatru słonecznego wzdłuż otwartych magnetycznych linii sił. Pętle koronalne zbudowane są z zamkniętych linii magnetycznych łączących obszary magnetyczne na powierzchni Słońca. Pętle unoszą plazmę o gęstości większej niż w otoczeniu; mogą być dosyć stabilne, z wyjątkiem tych towarzyszących rozbłyskom słonecznym.

Dziury koronalne to obszary korony o zwiększonej temperaturze, ale o małej gęstości, ciemne w promieniach X. Dziury koronalne przeniknięte są otwartymi magnetycznymi liniami sił i są źródłami szybkiego wiatru słonecznego. Siedzibą dziur koronalnych są najczęściej okolice biegunów słonecznych, ale mogą one również spływać aż do równika.

Wiatr słoneczny

Najbardziej zewnętrzną warstwą atmosfery Słońca to wiatr słoneczny. Jego źródłem jest gorąca (do ponad 1 000 000 K) korona, która w odległości 1–2 promieni Słońca ponad powierzchnią fotosfery zaczyna swobodnie eskandować, przechodząc w wiatr słoneczny. Dzieje się tak, ponieważ jej temperatura jest tak wysoka, że pole grawitacyjne Słońca nie jest w stanie powstrzymać gwałtownej ekspansji gazów koronalnych na zewnątrz.

Wiatr słoneczny wypływa w przestrzeń międzyplanetarną mniej więcej radialnie we wszystkich kierunkach od Słońca, z prędkością średnią około 400 km/s. Wiatr słoneczny to neutralny elektrycznie, ponadźwiękowy strumień elektronów i dodatnich jonów H^+ (96 %), cząstek alfa He^{++} (4%), z niewielką domieszką jonów cięższych. W pobliżu orbity Ziemi średnia koncentracja jonów wynosi 5 cm^{-3} , a ich temperatura stanowi około 1% energii kinetycznej. Wiatr słoneczny unosi z sobą pole magnetyczne Słońca. Końce magnetycznych linii sił są umocowane na Słońcu, które rotuje z okresem średnio 27 dni. Połączenie radialnego wypływu z rotacją powoduje zakrzywienie magnetycznych linii sił w przestrzeni międzyplanetarnej w spiralę (spiralą Archimedesesa). Strumień i struktura wiatru słonecznego są zmienne, zarówno długofalowo w cyklu 11-letnim aktywności Słońca, jak i w związku z indywidualnymi obszarami i procesami aktywności słonecznej. Na przykład z dziur koronalnych wypływa **szybki wiatr słoneczny** (około 800 km/s), podczas gdy wstęgi koronalne (*streamers*) są źródłem **powolnego**, mającego około 300 km/s **wiatru słonecznego**. W przestrzeni międzyplanetarnej na styku tych dwu wypływających z rotującego Słońca strumieni powstają **fale uderzeniowe**, obszary efektywnego przyspieszania cząstek plazmy do bardzo wysokich energii. Energizacja cząstek w takich korotujących obszarach oddziaływania (*Corotating Interaction Regions*) odbywa się wzdłuż całej ich drogi w przestrzeni międzyplanetarnej, dopóki granice między strumieniami mają charakter fal uderzeniowych. Inny rodzaj struktur wiatru słonecznego obserwowanych w pobliżu orbity Ziemi to **chmury magnetyczne** (*magnetic clouds*), charakteryzujące się bardzo niską temperaturą protonów i polem magnetycznym o dużym natężeniu (do 30–40 nT na orbicie Ziemi w porównaniu ze średnią wartością 5 nT) i powolnej, systematycznej rotacji kierunku o 180° w skali czasu 1–2 dni.

Wiatr słoneczny wypełnia rozległą przestrzeń wokół Słońca zwaną heliosferą, sięgając poza orbity najdalszych planet Układu Słonecznego. Ostatecznie zderzenie z materią międzygwiazdową powoduje wyhamowanie wiatru słonecznego na **terminalnej fali uderzeniowej** (*termination shock*) do prędkości poddźwiękowych i stopniowe jego dostosowanie się do warunków narzuconych przez ruch materii międzygwiazdowej. Ostateczna granica obszaru zdominowanego przez wiatr słoneczny nazywa się heliopauzą, a jej odległość od Słońca może dochodzić do 1000 j.a.

Barbara Popielawska

**

Pogoda kosmiczna. Słońce w akcji — procesy kształtujące pogodę kosmiczną

Długofalowe zmiany pogody kosmicznej o znaczeniu praktycznym związane są z powolnymi zmianami „klimatu” na Słońcu w czasie 11-letniego cyklu aktywności słonecznej, najwcześniej poznanego dzięki obserwacjom **plam słonecznych**. W krótszej skali czasu na pogodę kosmiczną wokół Ziemi ma wpływ 27-dniowa rotacja struktur aktywnych na Słońcu (np. dziur i wstęg koronalnych, czy też obszarów aktywnych). Burze i huragany pogody kosmicznej to skutki gwałtownych wydarzeń na Słońcu, zwanych burzami słonecznymi, do których zaliczamy **rozbłyski** (*flares*) i **koronalne wyrzuty masy** (*Coronal Mass Ejections*, CMEs).

Cykl 11-letni plam słonecznych

Plamy słoneczne obserwuje się od 1610, kiedy to Galileusz zobaczył je po raz pierwszy swoim nowym teleskopem. Systematyczne rejestracje prowadzone są od 1849. Dzięki temu wiemy, że ilość plam cyklicznie maleje i rośnie ze średnim okresem 11 lat, przy czym zarówno dokładna długość cyklu, jak i położenie oraz wielkość maksimum ulegają wahaniom. Sama obecność plam słonecznych na dysku ma niewielki wpływ na emisje słoneczne, ale silne pole magnetyczne związane z plamami stanowi potencjalne źródło nagłych wzrostów aktywności Słońca i dlatego prognozowanie liczby plam słonecznych ma duże znaczenie dla długofalowego przewidywania pogody kosmicznej. Inny rodzaj 11-letnich cyklicznych zmian dotyczy położenia plam na dysku. Nie są one rozmieszczone równomierne na powierzchni Słońca, ale koncentrują się w dwu pasach po obu stronach równika słonecznego; nowy cykl aktywności rozpoczyna pojawienie się plam na średnich szerokościach słonecznych. W miarę postępowania cyklu nowe plamy tworzą się na coraz niższych szerokościach, by w okresie minimum być widoczne już tylko w okolicach równika.

Rozbłyski słoneczne

Rozbłyski słoneczne to najgwałtowniejsze przejawy aktywności Słońca. Są to potężne eksplozje na dysku, kiedy w przeciągu paru minut materia słoneczna zostaje podgrzana do wielu milionów stopni, a uwolniona energia jest równoważna wybuchowi miliardów megaton trotylu. Czas trwania rozbłysku to minuty (**rozbłyski impulsowe**) do godzin (**rozbłyski stopniowego narastania emisji**). Rozbłyski pojawiają się w pobliżu plam słonecznych, zwykle wokół linii neutralnej, dzielącej przeciwnie skierowane pola magnetyczne. Prawdopodobieństwo wystąpienia rozbłysku jest tym większe im bardziej skomplikowana jest struktura magnetyczna w grupie plam (skręcenie wiązek linii sił pola magnetycznego, nożycowy układ wiązek przeciwnie skierowanych wektorów). Krótkoterminowe prognozy wystąpienia rozbłysku oparte są na analizie struktury magnetycznej grup plam, obserwowanej za pomocą przyrządu zwanego magnetografem wektorowym.

Olbrzymia energia uwolniona w rozbłyskach ma kilka postaci: promieniowania elektromagnetycznego w zakresie promieni gamma, X i ultrafioletu, promieniowania widzialnego i radiowego, energetycznych cząstek (elektronów, protonów i cięższych jąder) i gwałtownego wypływu masy. Najczęściej używaną miarą wielkości rozbłysków jest ich jasność w promieniach X (w zakresie długości fal 1 do 8 Å, mierzona w W/m²). Te najsilniejsze, klasy X o jasności $I > 10^{-4}$ W/m² występują w okresie maksimum aktywności słonecznej średnio raz w tygodniu (w sumie średnio około 180 zjawisk w skali cyklu słonecznego). Jeden z takich ekstremalnie silnych rozbłysków z 7 VIII 1972 (zarejestrowany w linii H- α) mógł mieć dramatyczne skutki dla astronautów misji Apolla, gdyby lot odbywał się w tym czasie, ze względu na dramatyczny wzrost poziomu promieniowania jonizującego wokół Ziemi.

W obszarach porobłyaskowych w ciągu kilku godzin po wystąpieniu rozbłyasku można zobaczyć formowanie się układu pętli magnetycznych z kondensującą się w nich gorącą plazmą korony słonecznej, stopniowo ulegającą schłodzeniu.

Koronalne wyrzuty masy

Koronalne wyrzuty masy (*Coronal Mass Ejections*, CMEs) to olbrzymie pęcherze gazu z przenikającym je polem magnetycznym, wyrzucane w przestrzeń międzyplanetarną ze Słońca w ciągu godzin. Ze względu na olbrzymią skalę przestrzenną i stopniowy przebieg zjawiska nie były one zauważalne w koronie w czasie krótko trwających naturalnych zaćmień Słońca ani też odnotowane przez koronografy naziemne, które rejestrują tylko najbardziej wewnętrzną część korony. Z pokładu satelitów w długich okresach czasu dobrze widać całą koronę Słońca i dzięki temu obserwacje koronografem na OSO 7 w latach 1971–1973 pozwoliły wyodrębnić to zjawisko.

Koronalne wyrzuty masy mogą być związane z rozbłyaskami słonecznymi, z erupcją (wybuchem) protuberancji lub z zanikiem chromosferycznego filamentu, po zapadnięciu się arkady filamentu i zrzuceniu chłodnego, gęstego gazu na powierzchnię Słońca. Ten rodzaj eksplozji materii może się zdarzyć nawet wówczas, gdy ilość plam jest mała, a więc i małe prawdopodobieństwo rozbłyasku, ponieważ chromosferyczny filament jest strukturą niezależną od plam słonecznych. W okresie maksimum aktywności Słońca średnio obserwuje się 2–3 takie wyrzuty dziennie, a w minimum — średnio jeden w ciągu 5 dni. Nie wszystkie wyrzuty masy słonecznej są skierowane w stronę Ziemi, a więc nie wszystkie mają znaczenie dla pogody kosmicznej. Satelita SOHO dostarcza na bieżąco obrazy pozwalające zidentyfikować CME i określić kierunek i prędkość propagacji strumienia masy.

Czas dotarcia takiego „pocisku” do Ziemi zależy od prędkości wystrzelenia; najszybsze poruszają się z prędkością sięgającą 2000 km/s, znacznie większą niż prędkość otaczającego je wiatru słonecznego i docierają do Ziemi w ciągu 1 dnia (na ogół jednak są wolniejsze i osiągają Ziemię po 3 dniach). Przy propagacji takiego bąbla w przestrzeni międzyplanetarnej powstają fale uderzeniowe, które umożliwiają mu wdzieranie się w obszar wolniejszego wiatru słonecznego. Takie fale uderzeniowe bardzo skutecznie przyspieszają jony i elektrony plazmy i są źródłem długotrwałych wzrostów strumieni energetycznych cząstek w heliosferze.

Wszystkie najważniejsze struktury i zjawiska na Słońcu odpowiedzialne za pogodę kosmiczną w schematyczny sposób przedstawione są na rysunku.

Barbara Popielawska

**

Pogoda kosmiczna. Przestrzeń okołozemska — elementy wrażliwe na aktywność Słońca

Magnetosfera

Pole magnetyczne dipola ziemskiego stanowi przeszkodę dla napływającego wiatru słonecznego. Dzieje się tak, ponieważ cząstki obdarzone ładunkiem elektrycznym nie są w stanie swobodnie penetrować obszaru silnego pola magnetycznego (ich tory ulegają zakrzywieniu wskutek działania siły Lorentza). Wiatr słoneczny musi więc ominąć przeszkodę. Dla przepływu ponaddzwiękowego samouzgodnione oddziaływanie napływającej plazmy z magnetyczną przeszkodą odbywa się poprzez

powstanie **czołowej fali uderzeniowej** (*bow shock*), na której ruch plazmy ulega spowolnieniu, a następnie zakrzywieniu, tak aby opłynąć niedostępny obszar zdominowany przez obce pole magnetyczne. W tym procesie, pod wpływem wiatru słonecznego, pole magnetyczne Ziemi na odległościach ponad $4 R_Z$ (R_Z — promień Ziemi) znacznie odkształca się od swojej pierwotnej, dipolowej postaci. Po stronie naporu plazmy (od Słońca) zostaje skompresowane, a dodatkowo część linii magnetycznych ze strony dziennej zostaje „zdmuchnięta” na stronę nocną (w kierunku przepływu wiatru słonecznego). W efekcie, po stronie dziennej, obszar zajęty przez pole magnetyczne Ziemi ulega ograniczeniu średnio do odległości 10–11 R_Z od środka Ziemi, nad biegunami do około 15–20 R_Z , natomiast po stronie nocnej ziemskie linie magnetyczne wyciągają się w długi ogon, sięgający setek R_Z .

Powierzchnia graniczna pomiędzy obszarami dominacji wiatru słonecznego i pola magnetycznego Ziemi nazywa się **magnetopauzą**. Jest to powierzchnia równowagi ciśnień — dynamicznego (naporowego) ciśnienia plazmy i ciśnienia pola magnetycznego Ziemi. Zaledwie około 1% cząstek napływającego strumienia jest w stanie przedostać się poprzez powierzchnię magnetopauzy do środka takiej „dziury”, wyłobionej w wietrze słonecznym, jaką jest magnetosfera. I to one, wraz z jonami pochodzącymi z jonosfery Ziemi, są nośnikami prądów generujących się w magnetosferze, formujących ją i zabezpieczających względną stabilność całego układu.

Rozkład tych prądów i ich wielkość zależą od kierunku i wielkości międzyplanetarnego pola magnetycznego, ponieważ poprzez proces zwany **magnetyczną rekoneksją** modyfikuje ono w sposób istotny oddziaływanie plazmy wiatru słonecznego z dipolem Ziemi. Na przykład umożliwia to „otwieranie się” magnetopauzy i zwiększony dopływ cząstek i energii do magnetosfery.

Rozmiary magnetosfery zależą od dynamicznego ciśnienia wiatru słonecznego i w znacznie mniejszym stopniu, przynajmniej po stronie dziennej, od kierunku międzyplanetarnego pola magnetycznego. Ciśnienie dynamiczne wiatru słonecznego przy orbicie Ziemi ma średnią wartość 2 nPa, ale może się zmieniać w zakresie od około 0,1 nPa do ponad 50 nPa, przy czym te ekstremalne wartości zdarzają się bardzo rzadko. Odległość **punktu podslonecznego** magnetosfery jest w przybliżeniu odwrotnie proporcjonalna do pierwiastka szóstego stopnia z ciśnienia dynamicznego (naporowego) wiatru słonecznego. Przy ciśnieniu ponad 10 nPa satelita na orbicie geostacjonarnej po stronie dziennej może znaleźć się w wietrze słonecznym poza ochronnym parasolem magnetopauzy. Jest to na ogół niebezpieczne dla aparatury na tego typu satelitach, nawet jeśli nie jest to swobodny wiatr słoneczny, lecz ten spowolniony (oraz skompresowany i podgrzany) po przejściu przez czołową falę uderzeniową. Obszar pomiędzy czołową falą uderzeniową i magnetopauzą nazywa się **otokiem magnetycznym** (*magnetosheath*).

Magnetosfera ma również **granicę dolną**. Jest to wysokość około 1000 km, poniżej której zderzenia binarne cząstek plazmy z sobą i cząstkami atmosfery neutralnej dominują nad wpływem na ich ruch pól magnetycznego i ewentualnie elektrycznego.

Czapa polarna, lej polarny i owal zorzowy

Łączenie się poprzez rodzaj „skrzyżowania” linii pól magnetycznych pochodzenia ziemskiego i słonecznego na magnetopauzie powoduje powstanie obszaru otwartych linii sił pola magnetycznego w magnetosferze. Szczególnie skutecznie proces ten działa, jeśli przy orbicie Ziemi międzyplanetarne pole magnetyczne ma kierunek południowy, a więc przeciwny niż pole ziemskie w obszarze pierwszego kontaktu wiatru słonecznego z magnetopauzą, czyli w otoczeniu punktu podslonecznego. Zanurzone w wietrze słonecznym końce otwartych linii pola magnetycznego są efektywnie „wmrożone” w plazmę i poza terminatorem po stronie nocnej płyną razem z nią dość szybko od Słońca. Ich końce zakotwiczone w Ziemi tworzą obszar zwany **czapą polarną**, a wyżej leżąca ich część stanowi **płaty ogona magnetosferycznego** (*tail lobes*). Jest on względnie pusty, praktycznie bez plazmy, pomimo iż połączony magnetycznie z wiatrem słonecznym. Zbyt szybki po stronie nocnej odsloneczny ruch schłodzonej plazmy otoka magnetycznego uniemożliwia skuteczne jej wnikanie „pod prąd” wzdłuż otwartych linii magnetycznych do wnętrza magnetosfery. Natomiast po stronie dziennej, otwarte linie magnetyczne połączone z rozgrzanym i silnie spowolnionym wiatrem słonecznym (w otoczeniu podslonecznego punktu stagnacji przepływu wokół magnetopauzy), zasilane są bardzo intensywnie plazmą. Spływa ona w dół wzdłuż tzw. **leja polarnego** (*polar cusp*), obszaru konwergencji otwartych linii przecinających dzienną magnetopauzę. Teoretycznie przewidziano, że nawet w idealnej sytuacji zamkniętej magnetosfery (brak magnetycznej rekoneksji), w wyniku oddziaływania dipola ziemskiego z samą plazmą wiatru słonecznego, na dziennej magnetopauzie powstaje na każdej półkuli tzw. **punkt neutralny**, w którym pole magnetyczne jest idealnie zerowe. W tym punkcie magnetopauza jest przezroczysta dla cząstek wiatru słonecznego. Ostatnio dane z satelity Polar pokazały, że w rzeczywistości na dziennej magnetopauzie w okolicach teoretycznego punktu neutralnego istnieje dosyć rozległy obszar tak słabego i turbulentnego magnetycznego pola ziemskiego pod magnetopauzą, że praktycznie rzeczywiście nie stanowi ono przeszkody dla cząstek wiatru słonecznego. Wielkość i kształt otworu („gardzieli”) leja polarnego na magnetopauzie (*outer cusp*) i jego ślad na małych wysokościach (*low-altitude cusp*), zależą od ciśnienia dynamicznego i gęstości wiatru słonecznego oraz od kierunku międzyplanetarnego pola magnetycznego.

W zamkniętych liniach pola magnetycznego w dalekim i bliskim ogonie magnetosfery gromadzi się plazma (zarówno ta przenikająca z wiatru słonecznego, jak i ta z jonosfery Ziemi) tworząc **warstwę plazmową** (*plasmashet*). Strumienie cząstek warstwy plazmowej są grzane lub przyspieszane pod wpływem pól elektrycznych i zmiennych pól magnetycznych w magnetosferze i ich typowe energie ($E_e=100\text{ eV}—1\text{ keV}$, $E_i=1—50\text{ keV}/q$) w warstwie plazmowej są 10–100 wyższe niż w wietrze słonecznym czy jonosferze. Cząstki warstwy plazmowej wysypują się do atmosfery wzbudzając świecenia zorzy polarnej o intensywności, kolorze i rozmiarach zależnych od aktualnego stanu pogody kosmicznej. Intensywne, dyskretne struktury świecenia układają się w charakterystyczny **owal zorzowy**.

Obecnie niemal ciągle obrazy owalu zorzowego dostępne są dzięki ich rejestracji kamerami z pokładu satelitów. Ciemny, wolny od wysypujących się cząstek warstwy plazmowej obszar w środku owalu zorzowego to właśnie czapa polarna. Na otwarte linie pola magnetycznego czapy polarnej z łatwością przedostają się promienie kosmiczne, w tym te pochodzenia słonecznego oraz inne wysokoenergetyczne cząstki z przestrzeni międzyplanetarnej, towarzyszące burzom pogody kosmicznej.

Ich dostęp z przestrzeni międzyplanetarnej do dolnych warstw atmosfery ziemskiej wzdłuż otwartych linii magnetycznych jest prawie bezpośredni w porównaniu ze skomplikowaną drogą cząstek wiatru słonecznego do warstwy plazmowej. Dlatego też wysokoenergetyczne cząstki widać nad czapą polarną natychmiast, gdy tylko pojawią się w pobliżu orbity Ziemi.

Pasy radiacyjne Van Allena

Dipolowy obszar zamkniętych linii magnetycznych blisko Ziemi w wewnętrznej magnetosferze jest rodzajem pułapki dla wysokoenergetycznych cząstek naładowanych. Idealnie, jest to obszar niedostępny z zewnątrz dla tych cząstek, ale jeśli uda im się tam wniknąć (np. wskutek chwilowych zaburzeń dipolowego pola magnetycznego) lub zostaną lokalnie wyprodukowane (np. jako skutek zderzeń galaktycznych promieni kosmicznych z atomami atmosfery), mogą być więzione w takiej pułapce przez długi okres czasu. Ich ruch składa się z 3 elementów: lokalnego wirowania cyklotronowego wokół wektora pola magnetycznego, oscylacji wzdłuż linii magnetycznych pomiędzy zwierciadlanymi punktami odbicia w obszarze silnego pola magnetycznego na małych wysokościach, i wreszcie dryfu wokół Ziemi po zamkniętej trajektorii.

Wewnętrzny pas radiacyjny Van Allena zajmuje w płaszczyźnie równika magnetycznego obszar rozciągający się pomiędzy $R= 1,1$ do $R= 3,3 R_Z$ od środka Ziemi i składa się głównie z protonów o energiach > 10 MeV, z maksimum strumienia w odległości $2 R_Z$ (jego dokładne położenie zależy od energii cząstek). Ta populacja cząstek jest na ogół dosyć stabilna w czasie, ale w momencie silnych burz magnetycznych może podlegać sporadycznym perturbacjom. Istnieją również jej bardziej systematyczne zmiany związane z 11-letnim cyklem aktywności Słońca (mające związek z modulacją 11-letnią galaktycznego promieniowania kosmicznego). Ze względu na specyfikę rozkładu geograficznego pola magnetycznego Ziemi, cząstki wewnętrznego pasa radiacyjnego schodzą bardzo nisko, do 250 km w atmosferze nad Oceanem Atlantyckim w okolicach wybrzeży Brazylii (tzw. anomalia brazylijska lub południowoatlantycka). Wiele satelitów na niskich, stosunkowo bezpiecznych nawet przy złej pogodzie kosmicznej orbitach, musi przecinać obszar anomalii południowoatlantyckiej, gdzie są narażone na szkodliwe wpływy permanentnej radiacji wewnętrznego pasa Van Allena.

Zewnętrzny pas radiacyjny składa się głównie z elektronów o energiach sięgających 10 MeV i protonów o energii około 1 MeV/q. Elektrony i jony takie powstają i przedostają się w obszar pułapki magnetycznej, w wyniku procesów ich przyspieszania i wstrzykiwania towarzyszących burzom magnetycznym. Ze względu na dynamiczny charakter źródła jego strumienie i położenie geocentryczne (od 3 do 9 R_Z w płaszczyźnie równikowej) są bardziej zmienne w czasie niż w przypadku wewnętrznego pasa Van Allena. Maksimum strumieni elektronów o energii $E > 1$ MeV znajduje się zwykle w odległości $4 R_Z$ od środka Ziemi. Pomiędzy wewnętrznym i zewnętrznym pasem radiacyjnym w okresie spokoju magnetycznego często tworzy się oddzielający je obszar znacznie zmniejszonej radiacji (rodzaj szczeliny). Uwięzione w obszarze wewnętrznego pasa radiacyjnego protony o niższych energiach, $500 \text{ eV} > E > 50 \text{ eV}$, tworzą tzw. **prąd pierścieniowy**, bardzo ważny element pogody kosmicznej, który jest odpowiedzialny za burze magnetyczne na Ziemi.

Ostatnio został odkryty nowy pas radiacyjny wypełniony cząstkami tzw. anomalnego promieniowania kosmicznego, składającego się głównie z jonów tlenu, z domieszką azotu, helu i węgla, o energiach poniżej 50 MeV/nukleon, którego pierwotnym źródłem jest gaz międzygwiazdny. Ten nowy obszar radiacji jest zlokalizowany w obrębie wewnętrznego pasa Van Allena.

Jonosfera i atmosfera Ziemi

Jonosfera to obszar atmosfery Ziemi powyżej 60 km, częściowo zjonizowanej pod wpływem słonecznego promieniowania ultrafioletowego. Koncentracja elektronów (i dodatnich jonów) w jonosferze początkowo rośnie wraz z wysokością do absolutnego maksimum na 300 km, a następnie stopniowo maleje. Lokalne maksima koncentracji elektronowej wyznaczają typowe położenie poszczególnych warstw jonosferycznych, D, E, F1 i F2. Rozkład koncentracji elektronowej jest zależny od tempa procesów jonizacji i rekombinacji w jonosferze i jest wynikiem równowagi wielu równocześnie zachodzących procesów fizykochemicznych, na które istotny wpływ ma pogoda kosmiczna.

Atmosfera neutralna wytwarza opór tarcia, istotny dla ruchu satelitów na orbitach przebiegających poniżej 1000 km (całkowicie lub w części). Zmiany pogody kosmicznej (w cyklu 11-letnim lub w związku z dyskretnymi burzami słonecznymi) mogą doprowadzić do silnego podgrzania atmosfery, a więc i zwiększenia charakterystycznej skali wysokości, na której gęstość atmosfery maleje wraz z wysokością. W efekcie, gęstość atmosfery wzdłuż orbity, np. Space Shuttle, może wzrosnąć nagle lub stopniowo więcej niż 10-krotnie.

Barbara Popielawska

**

Pogoda kosmiczna. Praktyczne skutki pogody kosmicznej

Okres wyjątkowo złej pogody kosmicznej na przełomie kwietnia i maja 1998 obfitował w takie wydarzenia, jak intensywne rozbłyski klasy X, wyrzuty masy koronalnej i podmuchy szybkiego wiatru słonecznego. Jednym ze skutków tych zdarzeń na Ziemi był długotrwały (3-tygodniowy) silny wzrost strumieni relatywistycznych elektronów (*highly relativistic electrons*, HRE), $E_e > 1$ MeV w zewnętrznym pasie Van Allena. Specjaliści stwierdzili, że awaria komercyjnego satelity geostacjonarnego Galaxy-4, której skutki odczuło w USA 45 mln abonentów korzystających z cyfrowych pagerów telefonicznych (w tym, np. lekarze i służby ratownicze), była najprawdopodobniej spowodowana długotrwałym bombardowaniem aparatury satelitarnej przez relatywistyczne elektrony. Zawiódł uszkodzony układ kontroli orientacji satelity (jak również odpowiednie urządzenie zapasowe). Jeden satelita obsługujący 45 mln ludzi — ta proporcja uzmysławia nam, jak ważna jest niezawodność systemu. Obecnie na całym świecie coraz większa ilość połączeń telefonicznych, telewizyjnych, radiowych, operacji bankowych, systemów kart kredytowych, systemów logistycznych, informatycznych itp. korzysta na swej drodze przynajmniej częściowo z satelitarnych linii komunikacyjnych. Należałoby tutaj również wspomnieć o być może najważniejszym — o nawigacji i geodezji satelitarnej (GPS), satelitarnych obronnych systemach ostrzegania i kontroli itd. „Zdrowie” satelitów i możliwość kontaktu z nimi to najważniejszy przykład związku naszego życia codziennego z pogodą kosmiczną.

Efekty na satelitach związane z bombardowaniem przez energetyczne cząstki

Projektowanie satelitów zakłada ich długie przebywanie w przestrzeni kosmicznej, trzeba więc uwzględnić zarówno czynniki negatywne stale istniejące w tym otoczeniu, jak i sporadyczne burze pogody kosmicznej.

W zależności od rodzaju orbity, elementy elektroniczne, baterie słoneczne i wszelkie inne materiały i urządzenia na pokładzie satelity ulegają **degradacji pod wpływem skumulowanej dawki promieniowania** (*total dose*), związanej z pochłonięciem galaktycznych promieni kosmicznych i jonów o energiach powyżej 10 MeV, podczas wielokrotnych przejść przez pasy radiacyjne lub wskutek ekspozycji na wysokoenergetyczne cząstki przychodzące bezpośrednio ze Słońca. Efekty materialne są podobne do tych, jakie na powierzchni Ziemi wywołałoby promieniowanie po eksplozji nuklearnej, z tym że całkowita niszcząca urządzenia dawka promieniowania na satelitach kumuluje się przez kilka lat: giętkie osłony termiczne kruszeją, materiały dielektryczne mogą stać się przewodzące, szklane optyczne okna matowieją, następuje uszkodzenie siatki krystalicznej materiałów itp.

Inny rodzaj skutków bombardowania satelity przez wysokoenergetyczne cząstki to **pojedyncze zakłócenia w obwodach elektronicznych i układach pamięci** (*single event upsets*, SEUs). Pojawiają się, kiedy wysokoenergetyczna cząstka penetruje w głąb czułego elementu obwodu scalonego i pozostawia tam ładunek elektryczny. Po przekroczeniu pewnego progu ilości ładunku, następuje zmiana stanu danego elementu elektronicznego i związane z tym zakłócenie.

Mogą ulec zniszczeniu zapisane dane lub programy, może zawieść centralny procesor systemu lub też przypadkowo dojdzie do niezaprogramowanych wydarzeń na pokładzie (np. odbiór fałszywych komend z Ziemi), czy błędnego działania czujników pomiarowych. Odmianą SEU jest pojedynczy nieodwracalny przeskok układu elektronicznego (*single event latch-up*, SEL), np. kiedy w wyniku jonizującego działania pojedynczej penetrującej cząstki mikroobwód elektroniczny ulega uszkodzeniu przez zwarcie. W ten sposób może całkowicie zawieść system zasilania czy też komputer pokładowy sterujący orientacją. Wskutek obu tych rodzajów zakłóceń ulegają degradacji baterie słoneczne. Za efekty typu SEU i SEL odpowiedzialne są głównie wysokoenergetyczne jony, takie jak protony i jony tlenu z pasów radiacyjnych, protony i cząstki α z rozbłysków słonecznych oraz ciężkie jądra (żelazo) galaktycznego promieniowania kosmicznego. Ze względu na anomalie południowoatlantycką pola magnetycznego, nawet satelity o orbitach poniżej 2000 km są bombardowane cząstkami z pasa radiacyjnego. Dodatkowo, niskie orbity polarne są narażone na strumienie energetycznych cząstek słonecznych, które w czapie polarnej docierają do dolnych warstw atmosfery bezpośrednio z przestrzeni międzyplanetarnej (wzdłuż otwartych linii magnetycznych).

Powierzchniowe ładowanie elektrostatyczne satelity zachodzi pod wpływem promieniowania ultrafioletowego w wyniku emisji z powierzchni strumienia fotoelektronów powstałych w wyniku fotojonizacji (ładowanie dodatnie).

Inną przyczyną ładowania powierzchniowego są strumienie elektronów o energiach 10–100 keV, które całkowicie wytracają energię już na powierzchni lub w warstwach podpowierzchniowych, pozostawiając tam swój ładunek, i tym samym zmieniając potencjał elektryczny powierzchni w stosunku do otoczenia (ładowanie ujemne). Intensywne strumienie takich elektronów są obecne na liniach magnetycznych strefy zorzowej w sektorze nocnym i porannym magnetosfery w czasie silnych subburz

magnetycznych. Otaczająca satelitę plazma dostarcza prądu neutralizującego emisję fotoelektronów, ale jeśli gęstość plazmy jest bardzo mała (np. w płatach ogona magnetosfery) satelity ładują się dodatnio. Podobnie, strumień wyemitowanych z powierzchni fotoelektronów może nie nadążać z neutralizowaniem ładunku ujemnego od „przylepiających się” elektronów zorzowych. Wówczas powierzchnia ładuje się elektrostatycznie do kilku kV (lub wyżej, jeśli satelita jest w cieniu Ziemi). Niejednorodne naładowanie powierzchni (*differential charging*) może doprowadzić do wyładowania łukowego pomiędzy elementami powierzchniowymi. Jego skutki to uszkodzenie lub wręcz zniszczenie fragmentów aparatury satelitarnej. Dodatkowo impuls elektromagnetyczny towarzyszący takiemu wyładowaniu odbierany jest przez obwody scalone elektroniki satelitarnej, co może doprowadzić do różnorodnych zakłóceń, jak np. zmian zawartości pamięci układu, czy też opisane wyżej SEU bądź SEL.

Ładowanie elementów wewnętrznych (*deep charging*) odbywa się pod wpływem elektronów o energiach ponad 1 MeV, które penetrują głęboko pod powierzchnię satelity i pozostawiają swój ładunek w wewnętrznych warstwach przewodzących lub w materiałach dielektrycznych. Podobnie jak na powierzchni, może tu dojść do wyładowania łukowego pomiędzy różnie ładującymi się elementami przewodzącymi i dielektrycznymi, z podobnymi skutkami jak przy wyładowaniu powierzchniowym. Strumienie wysokoenergetycznych elektronów odpowiedzialnych za to zjawisko pojawiają się nie tylko po rozbłyskach i podczas burz pogody kosmicznej związanych z CMEs, ale także w związku z szybkimi strumieniami wiatru słonecznego, a te są szczególnie częste podczas minimum aktywności Słońca, kiedy to dziury koronalne są dominującym źródłem wiatru słonecznego w płaszczyźnie ekliptyki.

Efekty satelitarne związane z ekspansją atmosfery

W czasie silnych subburz i burz magnetycznych ekspansja atmosfery, w wyniku gwałtownego jej podgrzania dopływem energii od wysypujących się cząstek i intensywnych prądów jonosferycznych, może w wyniku zwiększonego tarcia na wysokościach 300–500 km spowodować nagłą zmianę orbity i orientacji satelity. W efekcie, po pierwsze, może zostać chwilowo utracony kontakt radiowy z satelitą, po drugie, na ogół prowadzi to do skrócenia czasu życia satelity, bo perigeum orbity obniża się szybciej niż w warunkach normalnych, czasami na tyle szybko, że na przygotowanie misji ratunkowej nie starcza czasu, nawet jeśli podjęto odpowiednią (kosztowną) decyzję (przykładem jest utrata satelity Skylab). Misja ratunkowa Space Shuttle w celu dostarczenia impulsu korygującego taką poburzoną obniżoną orbitę szczęśliwie udało się w przypadku teleskopu kosmicznego Hubble'a.

Przykład problemów związanych z utratą orientacji to historia awarii japońskiego satelity do badań astrofizycznych ASCA. W trakcie silnej burzy magnetycznej po rozbłysku i CME z 14 VII 2000 wzrost tarcia w atmosferze na wysokości perygeum satelity (440 km) spowodował niemożliwość utrzymania przez system autokorygujący właściwej orientacji satelity. W efekcie baterie słoneczne pozostały ustawione na tyle daleko od kierunku na Słońce, że wkrótce uległy wyczerpaniu i nieodwracalnemu uszkodzeniu. Spowodowało to skrócenie wykonywania programu badawczego w stosunku do planu o rok.

Nagła ekspansja atmosfery prowadzi również do nieprzewidywalnych zmian trajektorii różnego rodzaju odpadów kosmicznych (naturalnych i sztucznych)

krążących wokół Ziemi. Ze względu na bezpieczeństwo Space Shuttle, stacji kosmicznej i satelitów o niskich orbitach, konieczne jest śledzenie w sposób ciągły tego „gruzu” kosmicznego, aby poprzez odpowiednie manewry orbitalne, o ile jest to tylko możliwe, uniknąć niebezpiecznych zderzeń.

Innym skutkiem burzowego wzrostu koncentracji atmosfery wzdłuż orbity jest przyspieszenie procesów starzenia się materiałów na pokładzie satelity w wyniku erozji „wietrznej”, jaką powodują zderzenia z cząstkami gęstszej niż zwykle atmosfery.

Problemy z magnetyczną orientacją satelitów

Pewne typy satelitów wykorzystują pole magnetyczne Ziemi do utrzymania pożądanej orientacji osi spinu. W czasie burz i subburz magnetycznych może być ono tak zmienne, że utrzymanie poprawnej orientacji staje się na pewnych fragmentach orbity niemożliwe. Podobnie, nagła silna kompresja magnetosfery prowadząca do niezaplanowanego wyjścia satelity w wiatr słoneczny powoduje całkowitą dezorientację takiego obiektu, ponieważ stały układ odniesienia przestaje być widoczny dla automatycznego systemu naprowadzania.

Efekty w systemach komunikacji i nawigacji radiowej

Komunikacja radiowa na falach krótkich, w zakresie częstotliwości HF (3–30 MHz) używana jest do celów wojskowych i przez radiofonię cywilną w transkontynentalnych systemach rozgłaśniania. Wykorzystuje się w nich odbicie od jonosfery sygnałów radiowych nadanych z Ziemi. Dzięki takiemu odbiciu fale radiowe szerzą się poza horyzont na tysiące kilometrów od nadajnika. Wysokość, na której zachodzi odbicie, zależy od częstotliwości sygnału i od aktualnego rozkładu koncentracji elektronowej z wysokością, przy czym na ogół jest to w warstwie F. Zmiany profilu koncentracji elektronowej pod wpływem pogody kosmicznej mogą sprawić, że na danej częstotliwości planowana komunikacja staje się w ogóle niemożliwa (zmiana maksymalnej lub/i minimalnej częstotliwości użytecznej dla konkretnej trasy). Sygnały HF są częściowo pochłaniane w dolnej jonosferze, na wysokości poniżej 100 km. To pochłanianie może być czasami na tyle silne, że dochodzi do całkowitego przerwania łączności. Dzieje się tak, jeśli poziom jonizacji (a więc i koncentracja elektronowa) w warstwie D i E gwałtownie wzrośnie w wyniku rozbłyskowych wybuchów promieniowania X i ultrafioletowego (SID) — wtedy dotyczy to całej oświetlonej półkuli — oraz pod wpływem bombardowania energetycznymi cząstkami słonecznymi i zorzowymi (czapa polarna i strefa zorzowa). W czapie polarnej zjawisko pochłaniania fal radiowych (*Polar Cap Absorption event*, PCA) trwa czasami do kilku dni, dopóki w przestrzeni międzyplanetarnej między Słońcem a Ziemią są intensywne strumienie energetycznych protonów. Inny efekt zwiększonej jonizacji w dolnej jonosferze to zmiana kąta odbicia, a więc i trajektorii odbitej wiązki radiowej, co też prowadzi do utraty łączności.

Sygnały radiowe VHF na częstotliwościach powyżej 50–100 MHz zwykle przenikają jonosferę, a więc są przydatne w komunikacji Ziemia — satelita. Ulegają jednak refrakcji, a może się też zdarzyć, że w wyniku wyjątkowego zwiększenia koncentracji elektronowej również fale w zakresie 50–100 MHz ulegną odbiciu, co może doprowadzić do nieoczekiwanej interferencji sygnału nadanego i odbitego. Fale o częstotliwości UHF (300 MHz–3 GHz) nie ulegają refrakcji, ale nieregularności jonosferyczne prowadzą do scyntylacji (fluktuacji mocy i fazy) sygnałów radiowych w całym zakresie częstotliwości 30 MHz–3 GHz, łączącej się z zanikami sygnału,

zmianą polaryzacji i kąta propagacji wiązki. Scyntyllacje powodują pogorszenie jakości komunikacji radiowej z satelitami. Scyntyllacje są najsilniejsze przy przejściu sygnału przez strefę zorzową i obszar okołorównikowy. Zakłócenia komunikacji Ziemia — satelita na falach VHF i UHF w czasie burz pogody kosmicznej sprawiają, że w tym okresie unika się przesyłania z Ziemi komend o kluczowym znaczeniu dla bezpieczeństwa satelity, np. dotyczących manewrów orbitalnych.

Innym, bardzo istotnym źródłem zakłóceń w komunikacji z satelitami są słoneczne wybuchy promieniowania radiowego z rozbłysków i obszarów aktywnych. Radiowe szumy słoneczne są szerokopasmowe, na częstotliwościach 200 MHz do 3 GHz, przy czym ich intensywność rośnie z częstotliwością. Dochodzi do interferencji fal słonecznych z falami nadawanymi i do znacznego zaszumiania, a nawet zagłuszenia sygnałów sztucznych, szczególnie w pasmie GHz. Problem ten dotyka wielu systemów cywilnych i wojskowych, w tym GPS (*Global Positioning System*). Na szczęście, dotyczy to tylko tego okresu w ciągu roku (okres równonocy) i w ciągu dnia, kiedy satelita znajduje się na linii Słońce — stacja nadawcza/odbiorcza.

Naziemne systemy nawigacji wykorzystujące fale VLF (3–30 kHz) i LF (30–300 kHz) są wrażliwe na pogodę kosmiczną, o ile wpływa ona na warstwę D, E (i dolną warstwę F w nocy). Przy propagacji tych fal wykorzystuje się odbicie fal radiowych w dolnych warstwach jonosfery. W przypadku fal VLF wykorzystywanych np. przez system nawigacji OMEGA rozbłyski słoneczne są głównym źródłem zakłóceń. Nagłe zaburzenie jonosfery (SID) prowadzi do nagłej anomalii fazy lub nagłego wzmocnienia sygnału odbitego. Podobne efekty mogą wystąpić wskutek zwiększonego wysypywania wysokoenergetycznych elektronów zorzowych. Zmiany wysokości i kąta odbicia fali VLF związane z nagłym zaburzeniem dolnej jonosfery mogą również prowadzić do zmiany zasięgu sygnału. W przypadku systemu nawigacji Loran C (nawigacja przybrzeżna) na falach LF, gdzie wykorzystuje się falę przyziemną, może dojść do niepożądanego interferencji z falą odbitą. W związku z powyższym flota przybrzeżna i dalekomorska jest odbiorcą prognoz nie tylko o pogodzie atmosferycznej, lecz również kosmicznej.

Niebezpieczeństwo napromieniowania kosmonautów oraz załóg i pasażerów samolotów na trasach polarnych

Wyjątkowo intensywne strumienie energetycznych cząstek pochodzenia słonecznego mogą spowodować niebezpieczny wzrost dozy radiacji dla kosmonautów przebywających na zewnątrz pojazdów kosmicznych (czyli podczas *Extravehicular activity*, EVA) oraz dla załóg (i pasażerów) samolotów naddźwiękowych na trasach polarnych. Załogowe orbitalne loty kosmiczne w większości odbywają się na wysokościach poniżej maksimum promieniowania w pasach radiacyjnych. Orbita obecnej międzynarodowej stacji kosmicznej w czasie silnych subburz i burz magnetycznych może znaleźć się jednak w ekspandującym obszarze zorzowym, gdzie niebezpieczna dawka promieniowania jonizującego jest również możliwa. Unika się wyjść na zewnątrz pojazdu w obszarze anomalii południowoatlantyckiej oraz w czasie wyjątkowo silnych burz pogody kosmicznej. W przypadku misji załogowych na wysokich orbitach, takich jak loty na Księżyc, planuje się trasy bardzo szybkiego przechodzenia przez pasy radiacyjne. W dalekich obszarach, poza pułapką magnetyczną, gdzie strumienie wysokoenergetycznych cząstek słonecznych mają swobodny dostęp, prognozowanie ich pojawienia się ma najwyższej wagi znaczenie dla zdrowia i życia kosmonautów. Na przykład w przypadku zaobserwowania silnego rozbłysku klasy X na Słońcu, wysokoenergetyczne protony

słoneczne mogą zaatakować już po około 15 minutach, a więc czas na ucieczkę w głąb pojazdu kosmicznego jest bardzo krótki. W czasie 11-letniego cyklu aktywności Słońca zdarza się średnio 15 silnych burz cząsteczkowego promieniowania słonecznego zagrażających zdrowiu kosmonautów na zewnątrz pojazdu kosmicznego. Niebezpieczeństwo istnieje, gdy strumień protonów o energii $E > 10$ MeV wynosi ponad 10^3 cząstek/(s·cm²·ster) (czas trwania wzrostu bywa dłuższy niż 1 dzień). Pasażerowie i załogi ponaddwukowców na trasach polarnych w czasie tych wydarzeń otrzymują dawki promieniowania odpowiadające od 1 do 100 prześwietleniom rentgenowskim płuc.

Przy długich lotach kosmicznych, a także przy częstych lotach samolotowych na trasach polarnych, przenikające pojazd galaktyczne promieniowanie kosmiczne jest zawsze źródłem niebezpiecznej dawki promieniowania.

Efekty w sieciach energetycznych i gazociągach

W czasie silnych burz magnetycznych gwałtowne narastanie i zmiany przestrzenne prądów jonosferycznych powodują szybkie zmiany pola geomagnetycznego. Zmienne pole magnetyczne przenikając wielkoskalowe obszary przewodzące (naturalne — bloki skał przewodzących, woda mórz i oceanów, sztuczne — gazociągi, sieci przesyłowe energii elektrycznej, kable transoceaniczne) indukuje w nich przepływ prądu elektrycznego. Szczególnie narażona na ten efekt jest strefa zorzowa, gdzie amplituda wariacji pola magnetycznego jest największa. Z obszarów gęsto zamieszkałych dotyczy to Kanady, północnej części USA oraz Skandynawii. Najbardziej niebezpieczne dla systemów energetycznych i gazociągów są wybrzeża morskie i granice słabo przewodzących skał magmowych skorupy ziemskiej, bowiem w tych obszarach prądy płynące w ziemi znajdują ujście do linii przewodzących poprzez zakotwiczone w ziemi uziemienia. Prądy stałe przepływające przez urządzenia przesyłowe sieci energetycznej są dostatecznie silne, aby spowodować awarie bezpieczników, złe działanie systemu (spadki napięcia) i przegrzewanie się, a nawet trwałe uszkodzenia (spalenie) ważnych elementów sieci (transformatorów), przeznaczone są one bowiem do pracy z prądami zmiennymi. Najbardziej drastycznym przykładem jest gigantyczna awaria systemu energetycznego w kanadyjskiej prowincji Quebec podczas burzy magnetycznej 13 III 1989. Przez 9 godzin kilka milionów ludzi było całkowicie pozbawionych elektryczności. Załamanie systemu energetycznego było błyskawiczne, od pierwszych oznak problemu do całkowitego rozpadu upłynęło tylko 90 s. Sytuację pogarszał jednoczesny całkowity brak łączności radiowej na falach HF i silne zakłócenia komunikacji radiowej na falach VHF, obejmujące praktycznie całą Ziemię. Na szczęście, tak silne burze magnetyczne zdarzają się średnio 4 razy w cyklu 11-letnim, a zdobyte doświadczenie pozwala zabezpieczyć systemy energetyczne przed poważną awarią. Przedsiębiorstwa energetyczne na północy są odbiorcami prognoz i informacji o pogodzie kosmicznej.

Prądy indukowane geomagnetycznie w skorupie ziemskiej znajdują skutecznie szczeliny w izolacji gazociągów, wodociągów i tym podobnych systemów transportu, aby poprzez dobrze przewodzącą rurę metalu omijać słabo przewodzące skały. Przepływ prądu w rurach i między rurą a ziemią powoduje przyspieszoną korozję metalu. Ma to oczywiście olbrzymie znaczenie dla wydajności systemów i ich bezpieczeństwa.

Pogoda kosmiczna w pomiarach i sondowaniach geofizycznych


Sondowania skorupy ziemskiej metodami pobudzania prądów i analizy towarzyszących pól magnetycznych i elektrycznych prowadzi się dla celów komercyjnych (poszukiwanie bogactw naturalnych) i naukowych (badanie struktury skorupy ziemskiej). Często są to przedsięwzięcia kosztowne, planowane z odpowiednim wyprzedzeniem. Zjawiska związane z pogodą kosmiczną (fluktuacje pola geomagnetycznego i elektrycznego) mogą być przyczyną błędnej interpretacji wyników. Dlatego też prognozy pogody kosmicznej uwzględnia się w planach sondowań geofizycznych, a bieżące o niej informacje są starannie analizowane w trakcie trwania kampanii. Istnieje też rodzaj badań, który „lubi” złą pogodę kosmiczną. Wtedy bowiem zmiana amplitudy czy fazy naturalnych sygnałów elektrycznych i magnetycznych na styku, np. płyt tektonicznych, jest wyraźniejsza ze względu na ich ogólnie wyższy poziom w okresach zaburzonych.

Podsumowanie

Najważniejsze praktyczne skutki zaburzeń pogody kosmicznej zestawione są na poniższym rysunku.

W tekście nie wspomniano o wpływie aktywności Słońca na klimat i pogodę atmosferyczną; ten temat zostanie omówiony w oddzielnym artykule.

Na świecie istnieje kilka organizacji zajmujących się monitorowaniem i przewidywaniem pogody kosmicznej, a także promowaniem badań naukowych w tej dziedzinie. Jedną z tych jednostek jest 55 Eskadra Pogody Kosmicznej w armii amerykańskiej. Jej 6 oddziałów jest rozmieszczonych w 6 obserwatoriach słonecznych (w bazach wojskowych) tak położonych na kuli ziemskiej, aby Słońce mogło być monitorowane przez 24 godziny na dobę.

Do celów cywilnych najważniejsze jest ISES (*International Space Environment Service*, <http://www.ises-spaceweather.org/>) oraz Space Environment Center amerykańskiej agencji rządowej NOAA (<http://www.sel.noaa.gov/index.html>). NOAA wprowadziła usystematyzowane skale dla trzech najważniejszych typów zaburzeń pogody kosmicznej: w polu geomagnetycznym, w jonosferze i wzrostów strumieni energetycznych cząstek. Skale te są podobne do skal prędkości wiatru czy trzęsień ziemi, ich stopnie zmieniają się od 1 (słabe zaburzenie) do 5 (nadzwyczaj silne). Przykład definicji i praktycznych skutków zaburzeń stopnia 3, czyli silnych podano w tabeli:  Skale pogody kosmicznej wg NOAA.

Bieżące informacje o pogodzie kosmicznej oraz linki do odpowiednich stron www można znaleźć pod adresem <http://www.spaceweather.com/>.

W Polsce serwis prognoz heliogeofizycznych, ze szczególnym uwzględnieniem zaburzeń jonosfery i warunków propagacji fal radiowych dostarczany jest przez Centrum Badań Kosmicznych PAN, gdzie zlokalizowano jedno z 10 regionalnych centrów ostrzegania (RWC) organizacji ISES.

Barbara Popielawska

**

Poincaré [p^uękarę] HENRI JULES , ur. 29 IV 1854, Nancy, zm. 17 VII 1912, Paryż, francuski matematyk, astronom i filozof; od 1886 profesor Sorbony; członek francuskiej Akademii Nauk i wielu innych akademii nauk; zajmował się niemal wszystkimi ówczesnie znanymi dziedzinami matematyki, w wielu osiągając znaczące wyniki, m.in. w równaniach różniczkowych; współtwórca topologii kombinatorycznej;

liczne prace z fizyki matematycznej, termodynamiki, elektromagnetyzmu, teorii potencjału; zajmował się również mechaniką nieba; poglądy Poincarégo z zakresu filozofii nauki cechuje konwencjonalizm, wyrażający się przede wszystkim w ujęciu języka nauki jako zespołu umownych znaków, których zadaniem jest interpretacja danych doświadczenia.

**

polar, *astr.* biały karzeł o silnym polu magnet.; w ciasnych układach podwójnych, których jest składnikiem, materia sphywa na niego z drugiego składnika wzdłuż linii sił pola magnet. i osiada w pobliżu biegunów.

**

Polar, amer. sztuczny satelita Ziemi; wyniesiony w przestrzeń kosm. 24 II 1996 przez raketę Delta, umieszczony na silnie eliptycznej orbicie okołobiegunowej w celu prowadzenia wszechstronnych badań nauk. oddziaływania wiatru słonecznego z ziemską magnetosferą i jonosferą; umożliwił monitorowanie magnetosfery (w paśmie widzialnym, w podczerwieni i w zakresie promieniowania rentgenowskiego), w tym uzyskanie pierwszych, globalnych obrazów zórz polarnych obserwowanych w promieniach X, przeprowadzenie pomiarów właściwości plazmy magnetosferycznej, a także pomiary pola elektromagnetycznego i elektrostatycznego; wyniki misji P. miały znaczenie dla poznania mechanizmów fiz. wywołujących akcelerację plazmy w rejonach okołobiegunowych oraz zrozumienia procesów transportu i przekazu energii między obszarami magnetosfery, jonosfery oraz górnych warstw atmosfery Ziemi.

**

Polaris, Gwiazda Polarna, Alrucaba, Cynosura, α Ursae Minoris, najjaśniejsza gwiazda w gwiazdozborze Małej Niedźwiedzicy;

Oznaczenie: α Ursae Minoris

Rodzaj obiektu: gwiazda wielokrotna

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; [Mała Niedźwiedzica](#)

Współrzędne i odległość od Ziemi: α^A UMi rektascensja: 2^h 31^m 13^s

deklinacja: 89° 15' 430 l.św. = 132 pc = 27 193 200 AU, α^B UMi rektascensja: 2^h 31^m 13^s deklinacja: 89° 15' 430 l.św. = 132 pc = 27 193 200 AU

Typ widmowy i klasa jasności: F7Ib (α^A UMi), F3V (α^B UMi)

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: - 3,64^m (α^A UMi)

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: +2,02^m (α^A UMi)

Temperatura efektywna: temperatura składników układu lub gwiazdy pojedynczej: α^A UMi — 6300 K

odległa od Ziemi o 430 lat świetlnych; jest ; najjaśniejszy składnik jest cefeidą o okresie 3,97 dnia i zmianie jasności 0,15^m; ma typ widmowy F7 Ib, jasność widomą 2,02^m, temperaturę efektywną 6300 K i jest nadolbrzymem 4000 razy jaśniejszym od Słońca; Polaris leży obecnie bardzo blisko północnego bieguna niebieskiego, dlatego jest również nazywany Gwiazdą Biegunową; w wyniku precesji osi Ziemi pozycje biegunów zmieniają swoje położenie na sferze niebieskiej i dlatego nie zawsze tak

było i będzie: np. 3 tysiące lat p.n.e. Gwiazdą Biegunową była Thuban, a za 12 tysięcy lat będzie nią Wega.

**

pole magnetyczne, jedna z postaci, w której przejawia się pole elektromagnetyczne; pole magnetyczne w dowolnym punkcie przestrzeni jest scharakteryzowane przez wektor indukcji magnetycznej B , zdefiniowany przez siłę F , z jaką to pole działa na poruszający się z prędkością v punktowy ładunek elektryczny q , $F = q(v \times B)$; w ośrodkach materialnych pola magnetycznego charakteryzuje dodatkowo wektor natężenia pola magnetycznego H zdefiniowany wzorem: $B = \mu_0(H + M)$, gdzie μ_0 przenikalność magnetyczna próżni, M namagnesowanie (polaryzacja magnetyczna) ośrodka; w izotropowych diamagnetykach i paramagnetykach w niezbyt wielkich polach magnetycznych $B = \mu_0\mu_r H$ (μ_r — względna przenikalność magnetyczna ośrodka); w ferromagnetykach zależność ta jest nieliniowa (histereza). Pole magnetyczne jest wytwarzane przez poruszające się ładunki elektryczne (np. prąd elektryczny w przewodniku, ruch elektronów w atomie), magnesy i zmienne w czasie pole elektryczne (Maxwella równania); pole magnetyczne wytworzone przez stałe prądy elektryczne lub nieruchome magnesy nazywa się **polem magnetostatycznym**; w tym przypadku natężenie pola magnetycznego jest określone przez prawo Biota–Savarta, a w przypadku symetrycznego rozkładu prądu elektrycznego łatwo je wyznaczyć bezpośrednio z prawa Ampere’a. Pole magnetyczne jest polem bezźródłowym (solenoidalnym), tzn. linie indukcji magnetycznej są zamknięte lub rozchodzą się do nieskończoności. Pole magnetyczne znajduje zastosowanie m.in. w badaniach właściwości elektronowych materii, w badaniach plazmy, przy identyfikacji cząstek (np. w komorze pęcherzykowej), w akceleratorach cząstek naładowanych, w silnikach i prądnicach elektrycznych, przyrządach pomiarowych, aparaturze regulacji i sterowania; dla wielu celów badawczych i praktycznych duże znaczenie mają silne pola magnetyczne ($H > 10^6$ A/m).

**

Pole magnetyczne Ziemi

Pole magnetyczne Ziemi, inaczej pole geomagnetyczne, składa się z dwóch części: 99% pochodzi od źródeł znajdujących się we wnętrzu Ziemi, i tę część nazywamy polem stałym lub głównym, a pozostałe 1% — od źródeł znajdujących się w przestrzeni okołozemskiej.

Pole magnetyczne to jedna z powszechnych właściwości Ziemi. Jesteśmy w nim zanurzeni jak w powietrzu, a jednocześnie nie widzimy go, ani nie czujemy. Linie sił pola geomagnetycznego otaczają Ziemię na kształt niewidzialnego kosza. Ponieważ pole geomagnetyczne nie jest wyczuwalne ludzkimi zmysłami zostało zauważone dość późno. Nie wiadomo dokładnie, kiedy to nastąpiło; istniejące przekazy mówią, że pierwszymi, którzy zauważyli, że fragmenty pewnej skały ustawiają się w określonym kierunku, byli Chińczycy. Skałą tą była prawdopodobnie magnetytowa ruda żelaza. Zapewne w oparciu o takie obserwacje powstał w Chinach pierwszy kompas pomagający żeglarzom w zachowaniu kierunku. Z Chin właśnie, z około 250 r. p.n.e., pochodzi najstarszy opis kompasu, choć sam kompas był używany również przez żeglarzy starożytnego Egiptu, Grecji i Rzymu.

Wydaje się, że pierwsze opracowania dotyczące magnetyzmu ziemskiego są autorstwa Talesa z Miletu (VI w. p.n.e), ale pierwszy europejski opis urządzenia sporządził dopiero w 1190 mnich angielski Neckham. Obserwacje czynione przez żeglarzy za pomocą kompasu pozwoliły stwierdzić zjawisko deklinacji magnetycznej, czyli odchylenia igły od kierunku północy geograficznej, różne w różnych miejscach kuli ziemskiej (Joao da Castro, XVI w.). W podobnym okresie (połowa XVI w.) Hartmann zaobserwował zjawisko inklinacji magnetycznej, czyli odchylenie igły od powierzchni poziomej, a Merkator zauważył, że igła kompasu wskazuje określony punkt w przestrzeni, odkrywając tym samym biegun magnetyczny. Kolejne lata przynosiły nowe odkrycia w tej dziedzinie.

Fundamentalnymi dziełami stanowiącymi podstawy nauki o magnetyzmie ziemskim są — praca Williama Gilberta z 1600 i dzieło starszego o prawie 240 lat — Carla Friedricha Gaussa.

Magdalena Kądziałko-Hofmoki

**

Pole magnetyczne Ziemi. Główne (stałe) pole geomagnetyczne

Pierwszy ze wspomnianych autorów, William Gilbert, w swojej pracy *De Magnete* stwierdził, że „sama Ziemia jest wielkim magnesem”, co jednocześnie znaczyło, że pole geomagnetyczne jest polem dipolowym, czyli ma dwa bieguny. Wektor tego pola F rozkłada się na składowe: deklinację D , inklinację I , składową poziomą H , składową pionową Z , składową północną X i składową wschodnią Y . Składowa Z jest dodatnia wówczas, gdy jest skierowana pionowo w dół.

Poszczególne składowe są związane ze sobą następującymi zależnościami: $H = F \cos I$, $Z = F \sin I$, $\operatorname{tg} I = Z/H$, $X = H \cos D$, $Y = H \sin D$, $\operatorname{tg} D = Y/X$, $F^2 = Z^2 + H^2 = X^2 + Y^2 + Z^2$.

Wzbogacana w miarę upływu czasu wiedza o polu geomagnetycznym znalazła swój matematyczny wyraz w powstałym w 1839 traktacie C.F. Gaussa *Theorie des Erdmagnetismus, Resultate aus den Beobachtungen des Magnetischen Vereins im Jahre 1838*. O ile Gilbert powiedział wyraźnie, że źródeł pola geomagnetycznego należy szukać we wnętrzu Ziemi, o tyle Gauss sformułował matematycznie teorię pola geomagnetycznego. Najogólniej ujmując stwierdził on, że pole geomagnetyczne jest polem potencjalnym o potencjale V , który można przedstawić w formie nieskończonego szeregu funkcji sferyczno-harmonicznych zależnych od położenia

miejsca obserwacji i odległości od źródła pola:

$$V = \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{m=0}^n P_n^m(\cos \theta) (g_n^m \cos m\varphi + h_n^m \sin m\varphi),$$

gdzie φ i θ to odpowiednio długość geograficzna miejsca pomiaru i dopełnienie szerokości geograficznej λ : $\varphi = 90^\circ - \lambda$, P_n^m — wielomiany Legendre'a, g_n^m i h_n^m — współczynniki Gaussa. Zgodnie z teorią Gaussa, wektor pola geomagnetycznego $F = -\operatorname{grad} V$.

Dokładność określenia pola za pomocą tego wzoru jest tym większa, im więcej wyrazów zawiera szereg. Współczynniki rzędu $n = 1$, czyli pierwsze przybliżenie pola, opisują pole dipola umieszczonego w środku Ziemi i skierowanego wzdłuż osi

jej obrotu. Np. składową X pola dipolowego opisuje wzór: $X = -g_1^0 \sin \theta + (g_1^1 \cos \varphi + h_1^1 \sin \varphi) \cos \theta$, składową Y wzór: $Y = g_1^1 \sin \varphi - h_1^1 \cos \varphi$, a składową Z wzór: $Z = 2[g_1^0 \cos \theta + (g_1^1 \cos \varphi + h_1^1 \sin \varphi) \sin \theta]$. Lepiej opisuje pole ziemskie centralny dipol nachylony względem osi obrotu Ziemi o kąt ok. $11,5^\circ$. Punkty przecięcia osi tego dipola z powierzchnią Ziemi to bieguny geomagnetyczne, które nie pokrywają się z biegunami magnetycznymi, w których inklinacja wynosi $+90^\circ$ (biegun magnetyczny północny) i -90° (biegun magnetyczny południowy). Równik geomagnetyczny jest nachylony względem równika geograficznego tak, jak oś dipola względem osi obrotu Ziemi, a równik magnetyczny wyznaczony przez wartość inklinacji równą zero układa się wokół niego wzdłuż linii sinusoidalnej. Jeszcze dokładniej odzwierciedla pole geomagnetyczne nachylony dipol niecentralny, a przesunięty względem środka Ziemi o ok. 400 km. Aby opisać lepiej pole nachylonego dipola trzeba we wzorze Gaussa uwzględnić wyrazy kwadropolowe, czyli wyrazy o rzędzie $n = 2$.

Wzór Gaussa jest używany do dzisiaj dla matematycznego opisanie geomagnetycznego pola referencyjnego dla jakiegoś okresu czasu (epoki). Pole takie, IGRF (*International Reference Geomagnetic Field*) oblicza się na ogół co 5 lat, w oparciu o dane obserwacyjne z sieci ok. 150 obserwatoriów magnetycznych, pomiarów satelitarnych, pomiarów na tzw. punktach wiekowych, wykonywanych w określonych odstępach czasu, pomiarów dokonywanych przez statki i samoloty. C.F. Gauss w swoim dziele policzył współczynniki do rzędu $n = 4$; począwszy od 1965 zaczęto obliczać ich więcej, aż do rzędu 25. Obliczane obecnie pole IGRF sięga $n = 10$. Kolejne współczynniki pierwszego rzędu dla epoki 1995 wynoszą: $g_1^0 = -29682nT$, $g_1^1 = -1789nT$, $h_1^1 = 5318nT$.

Mapę izolinii dwóch elementów pola IGRF dla epoki 1990 uzyskane drogą analizy Gaussa przedstawiają rysunki (całkowite natężenie pola F — **izodynamy**, oraz inklinację — **izokliny**). Linie jednakowej deklinacji, których tu nie pokazujemy, to **izogony**

Pole dipolowe, mimo że nazywane stałym, ulega zmianom w czasie; zmiany te są nazywane **zmianami wiekowymi**. Bardzo wyraźny ich obraz przedstawia tzw. londyńska krzywa deklinacji, skonstruowana na podstawie danych obserwacyjnych uzyskanych w okresie między 1640 i 1960 rokiem.

Analiza Gaussa może być zastosowana i do zmian wiekowych; dla okresu 1945–90 odpowiednie współczynniki przybliżenia dipolowego zmian wiekowych wynoszą: $g = 17,6nT$, $g = 13nT$, $h = -18,3nT$. Z porównania map izolinii zmian wiekowych (**izopor**) widać, że układają się one wokół kilku centrów (ognisk), które ulegają **dryfowi zachodniemu** z prędkością ok. $0,2^\circ/\text{rok}$. Poza tym samo pole dipolowe ulega dryfowi precesyjnemu wokół osi obrotu z prędkością ok. $0,1^\circ/\text{rok}$. Przesuwa się też biegun magnetyczny; w 1995 północny biegun znajdował się w miejscu o $288,6^\circ$ długości wschodniej i $79,8^\circ$ szerokości północnej.

Różnica pomiędzy polem dipolowym obejmującym ok. 90% pola głównego a IGRF to **pole niedipolowe**. Jego izolinie tworzą obraz kilku wielkoskalowych anomalii, których źródła znajdują się we wnętrzu Ziemi. Pole niedipolowe również ulega

zmianom — przesuwa się w kierunku zachodnim z prędkością $0,2-0,3^\circ/\text{rok}$. Ruch ten jest ściśle związany z mechanizmem powstawania pola geomagnetycznego i uważa się, że dryf zachodni zmian wiekowych pola dipolowego jest związany z dryfem pola niedipolowego.

Magdalena Kądziałko-Hofmoki

Pole magnetyczne Ziemi. Dynamo geomagnetyczne — źródło pola stałego

Pole geomagnetyczne Ziemi powstaje w wyniku działania w jej wnętrzu mechanizmu dynama samowzbudnego — geodynama. Pierwsze, najprostsze dynamo ziemskie skonstruowali W.M. Elsasser (1946) i E. Bullard (1949). Działanie systemu dynama polega na obrocie dysku przewodzącego w zewnętrznym polu magnetycznym — jak na rysunku.

Podczas obrotu, w dysku powstaje siła elektromotoryczna, która jest źródłem nowego pola magnetycznego dodającego się do pola pierwotnego. W przypadku Ziemi rolę pola spełnia niewielkie pole planetarne istniejące w przestrzeni okołoziemskiej, a dysku — ciekłe przewodzące jądro zewnętrzne. W.M. Elsasser i E. Bullard, a następnie T. Rikitake (1966) zakładali, że dynamo ziemskie jest lepiej modelowane przez dynamo podwójne, w którym prąd indukowany w jednym dysku przepływa do uzwojenia drugiego. W takim systemie równie możliwe jest powstawanie pola o biegunowości normalnej N — takiej, jak obecnie, i odwrotnej R, gdzie biegun północny i południowy zamieniają się miejscami. Zjawisko takie, zwane inwersją pola geomagnetycznego, będzie omawiane później w części poświęconej paleomagnetyzmowi.

Działanie **dynama geomagnetycznego** jest oczywiście znacznie bardziej skomplikowane. W ciekłym jądrze zewnętrznym, na skutek konwekcji i obrotu wokół osi, powstają fale magnetohydrodynamiczne opisywane bardzo skomplikowanymi układami równań. Bierze się tu pod uwagę wiele czynników: np. siłę Coriolisa, gęstość materiału jądra, jego lepkość, temperaturę, skład chemiczny, przewodnictwo elektryczne, prędkość obrotu płaszczka, jądra zewnętrznego i wewnętrznego, geometrię jądra zewnętrznego i jego granic z płaszczem i jądrem wewnętrznym. W dzisiejszych modelach obracający się dysk Bullarda-Elsassera-Rikitake zastąpiono obracającą się warstwą sferyczną, co znacznie bardziej odpowiada geometrii jądra zewnętrznego.

Działanie dynama można najprościej ująć w następujący sposób: w przewodzącym materiale jądra zewnętrznego powstaje pole poloidalne, czyli pole będące źródłem dipolowej części pola geomagnetycznego, którego linie sił zostają „zamrożone” w tej ciekłej materii i na skutek jej obrotu „wyciągane” tak, że powstaje pole toroidalne, czyli pole, które nie ma składowej dipolowej, a tylko azymutalną. Linie sił tego pola ulegają wybruszeniu, np. na skutek ruchów konwekcyjnych tak, że tworzy się nowa składowa poloidalna podtrzymująca pole pierwotne. Istnieje szereg modeli dynama opisujących lepiej lub gorzej obserwowane na powierzchni Ziemi cechy pola — istnienie pola dipolowego wraz z jego zmianami wiekowymi, pola niedipolowego i jego dryf zachodni, oraz inwersje pola. Ostatnio przyjmowany model to trójwymiarowy model P. Robertsa i G.A. Glatzmaiera (1995, 1996) uzupełniany i

testowany przez wielu innych autorów (np. J. Olsena, U.R. Christensena, Kutznera). Istotne znaczenie ma tutaj założenie, że konwekcja odbywa się wewnątrz układu cylindrów (kolumn) stycznych do granicy jądro zewnętrzne–jądro wewnętrzne, równoległych do osi obrotu Ziemi.

Wewnątrz kolumn, w wyniku jednoczesnego działania konwekcji i siły Coriolisa, powstaje system ruchów śrubowych powodujących zniekształcenie pola toroidalnego i jego zamianę w pole poloidalne. Działanie takiego układu jest nazywane **magnetokonwekcją**. W badanych modelach „śrubowość” jest ujemna na półkuli północnej i dodatnia na południowej. Przyjmowana w najnowszych modelach konwekcja jest efektem różnic temperatury i/lub składu chemicznego, oraz różnic strumienia cieplnego. Systemy takie generują pole magnetyczne zdominowane przez składową dipolową; niewielka składowa niedipolowa ulega dryfowi zachodniemu spowodowanemu wyższą prędkością obrotu jądra wewnętrznego niż zewnętrznego. Czasem, z niewyjaśnionych powodów, zmienia się zwrot pola magnetycznego generowanego przez takie dynamo. Wciąż toczy się dyskusja, co może być przyczyną takiego zachowania pola.

Magdalena Kądziałko-Hofmoki

**

Pole magnetyczne Ziemi. Paleomagnetyzm

Paleomagnetyzm to gałąź magnetyzmu ziemskiego zajmująca się polem geomagnetycznym w przeszłości geologicznej Ziemi. Z paleomagnetyzmem ściśle związany jest **archeomagnetyzm** zajmujący się polem geomagnetycznym w przeszłości historycznej i prehistorycznej. Informacje o dawnym polu są przechowane przez skały w przypadku paleo- i wypalane gliny w przypadku archeomagnetyzmu. Pierwszym, który zauważył, że istnieją skały silnie namagnesowane był Alexander von Humboldt (1797). Swoje obserwacje przypisał, zresztą słusznie, namagnesowaniu w wyniku uderzenia pioruna. Kolejne, istotne dla rozwoju paleomagnetyzmu obserwacje to stwierdzenie przez Delesse'a i M. Melloniego w połowie XIX wieku, że młode lawy wulkaniczne mają pozostałość magnetyczną o kierunku współczesnego pola geomagnetycznego. W początkach XX wieku B. Brunhes i P. David stwierdzili obecność law o pozostałości skierowanej przeciwnie do współczesnego pola, a w latach 20. Mercanton zauważył, że paleozoiczne lawy Australii mają pozostałość magnetyczną o kierunku zupełnie innym niż kierunek pola współczesnego.

Systematyczne badania paleomagnetyczne zaczęły się stosunkowo późno, bo dopiero pod koniec lat 30. ubiegłego wieku. Jednocześnie z badaniami pozostałości magnetycznej skał zaczęto badać ich własności magnetyczne i zastanawiać się jak to się dzieje, że skały i wypalane gliny mogą przechować informacje o polu geomagnetycznym z okresu ich powstania. Tutaj należy wspomnieć nazwiska takich uczonych jak E. Thellier, T. Nagata, a przede wszystkim Louis E.F. Néel, który otrzymał nagrodę Nobla (1970) za swoje badania w dziedzinie magnetyzmu.

Obiekty paleo- i archeomagnetyczne zawdzięczają swoje własności magnetyczne obecności w nich minerałów, zwanych ogólnie minerałami magnetycznymi. Minerale skałotwórcze, podobnie jak wszystkie inne substancje, mogą mieć własności **diamagnetyczne**, **paramagnetyczne** lub **ferromagnetyczne**. Minerale

diamagnetyczne (np. kwarc, kalcyt, dolomit) mają ujemną podatność magnetyczną; podatność magnetyczna minerałów paramagnetycznych, które w przyrodzie przeważają (np. hornblenda, biotyt, chloryt) jest dodatnia. Ani dia- ani paramagnetyczne minerały nie mają pozostałości magnetycznej, a tym samym nie zachowują informacji o dawnym polu ziemskim. Trzecia grupa minerałów — ferromagnetyki — zawierają minerały o wysokiej dodatniej podatności, których **momenty magnetyczne (spiny)** ustawiają się w polu magnetycznym w kierunku tego pola i po jego wyłączeniu zachowują częściowo swoje uporządkowanie, czyli mają **pozostałość magnetyczną**. Mogą to być ferromagnetyki w ścisłym znaczeniu (wszystkie spiny równoległe do pola), ferrimagnetyki — substancje, które mają dwie podsieci, z których spiny jednej są równoległe, a drugiej — antyrównoległe do pola, ale niejednakowe, i antyferromagnetyki, gdzie spiny podsieci są przeciwnie skierowane i równe sobie, bądź nie w pełni skompensowane, np. nachylone względem siebie. Na skutek oddziaływań wewnętrznych, których nie ma w paramagnetykach, ferro- i ferrimagnetyki, a także nieskompensowane antyferromagnetyki zachowują częściowo swoje uporządkowanie po wyłączeniu pola zewnętrznego, czyli mają pozostałość magnetyczną. Należy podkreślić, że badania paleomagnetyczne są w ogóle możliwe tylko dzięki temu, że ta pozostałość zachowuje kierunek pola zewnętrznego. Dla wygody w literaturze wszystkie te minerały, które uzyskują pozostałość magnetyczną są nazywane minerałami ferromagnetycznymi lub po prostu minerałami magnetycznymi. Dzięki nim skały uzyskują **naturalną pozostałość magnetyczną NRM**. Bardzo ważną właściwością minerałów magnetycznych umożliwiającą im zachowanie naturalnej pozostałości magnetycznej przez długi czas jest tzw. **czas relaksacji** zależny nie tylko od rodzaju minerału, ale i od wielkości jego ziaren. Ziarna małe, jednodomenowe, mogą mieć czasy relaksacji rzędu 10^9 lat — energia ruchów termicznych jest zbyt mała, by rozporządkować ich uporządkowanie magnetyczne. W ziarnach dużych, kilkumilimetrowych, energia termiczna przewyższa magnetyczną i ich czasy relaksacji mogą być rzędu minut a nawet sekund.

Minerały paramagnetyczne i ferromagnetyczne mają jedną wspólną, interesującą właściwość: ich ziarna ustawiają się w polu zewnętrznym w pewien określony sposób, a mianowicie tak, że podatność magnetyczna skał nie jest taka sama we wszystkich kierunkach, lecz najwyższa w tzw. **kierunku łatwego magnesowania** i najniższa w **kierunku trudnego magnesowania**. W skałach osadowych często kierunek łatwego magnesowania jest zgodny z kierunkiem prądu, w którym następowało osadzanie, w skałach wylewnych — z kierunkiem wypływu magmy. Własność ta, zwana **anizotropią podatności magnetycznej**, zależy również od czynników tektonicznych.

Minerały magnetyczne

W przyrodzie najczęściej spotyka się następujące minerały magnetyczne:

tlenki żelazowo-tytanowe należące do szeregu tytanomagnetytowego: magnetyt (ferrimagnetyk) Fe_3O_4 , ulwospinel Fe_2TiO_4 , szeregu tytanohematytowego: hematyt (antyferromagnetyk) α Fe_2O_3 , ilmenit FeTiO_3 , oraz maghemit γ Fe_2O_3 i tytanomaghemity — tytanomagnetyty niestechiometryczne, czyli takie, które mają luki w sieci krystalicznej,

minerały siarczkowe: pirotyny FeS_{1+x} , gdzie $0,1 < x < 0,14$ i greigit Fe_3S_4 ,

wodorotlenki: najbardziej popularny jest getyt α FeOOH .

Minerały magnetyczne, podobnie jak wszystkie substancje magnetyczne, mają charakterystyczną dla siebie temperaturę, powyżej której ich energia termiczna nie pozwala na uporządkowanie spinów. Temperatura ta dla minerałów ferrimagnetycznych nazywa się temperaturą Curie T_c , a dla antyferromagnetycznych — temperaturą Néela T_N (w literaturze często używa się określenia T_c dla wszystkich minerałów). Przy chłodzeniu, po przekroczeniu tej temperatury, spiny minerałów ustawiają się równolegle do panującego pola, a po jego wyłączeniu, część z nich zachowuje to uporządkowanie. Dzięki tej właściwości skały mogą podczas chłodzenia uzyskać od temperatur magmowych termiczną pozostałość magnetyczną TRM o kierunku pola geomagnetycznego panującego podczas chłodzenia. Spośród wymienionych tu minerałów najsilniejszym magnetycznie minerałem jest magnetyt, którego namagnesowanie nasycenia wynosi ok. $90 \text{ Am}^2/\text{kg}$ a $T_c = 578^\circ$. Wzrost zawartości tytanu obniża zarówno namagnesowanie nasycenia, jak i T_c . Hematyt z kolei jest minerałem bardzo słabym magnetycznie, jego namagnesowanie nasycenia wynosi ok. $0,2\text{--}0,5 \text{ Am}^2/\text{kg}$ a temperatura Curie (a ściślej: Néela) 675°C . Czysty maghemit ma namagnesowanie nasycenia ok. $85 \text{ Am}^2/\text{kg}$ i T_c taką, jak hematyt. Wzrost zawartości tytanu w tytanomagnetytach i tytanomaghemitach obniża zarówno namagnesowanie nasycenia, jak i temperaturę Curie. Szereg tytanohematytowy ma bardziej skomplikowane właściwości — tutaj najwyższe namagnesowanie mają minerały zawierające 70% ilmenitu. Na dodatek, w tytanohematytach zawierających 45–55% ilmenitu można czasem zaobserwować zjawisko **samoodwrócenia pozostałości magnetycznej**. Polega ono na tym, że w pewnym zakresie temperatur pozostałość magnetyczna próbki skalnej grzanej z przestrzeni, w której nie działają żadne pola magnetyczne, może zmienić swój zwrot. Zjawisko to zaobserwowane po raz pierwszy w dacycie z góry Haruna w Japonii, obserwuje się i dziś, w niektórych współczesnych lawach wulkanicznych.

Naturalna pozostałość magnetyczna

Wiemy już, że przedmiotem badań paleomagnetycznych są skały zawierające minerały magnetyczne, które mogą uzyskiwać w pewnych warunkach pozostałość magnetyczną o kierunku zgodnym z kierunkiem panującego pola. Istnieje kilka rodzajów naturalnej pozostałości. W skałach magmowych jest to przede wszystkim omówiona wyżej pozostałość termiczna TRM, uzyskiwana przez nie podczas stygnięcia znajdujących się w tych skałach minerałów od temperatur przewyższających T_c . Skały osadowe uzyskują pozostałość osadową (detrytyczną) DRM — pole magnetyczne działa porządkująco na osadzające się ziarna minerałów. We wszystkich rodzajach skał, które uległy zagrzaniu do temperatur niższych niż T_c ich minerałów magnetycznych może powstać parcjalna (częściowa) TRM. Może to mieć miejsce np. w wyniku zanurzenia wynurzonych uprzednio skał. Wszelkie zmiany fizykochemiczne powodują powstanie wtórnych, chemicznych składowych pozostałości CRM. Bardzo często przyczyną ich powstania są tzw. **zmiany hydrotermalne minerałów** spowodowane płynięciem w skale zmineralizowanych roztworów o podwyższonych temperaturach ($200\text{--}300^\circ\text{C}$). Kierunek składowych chemicznych odpowiada na ogół kierunkowi pola, w którym powstały, a nie kierunkowi składowej pierwotnej. Niestety zdarza się i tak, że kierunek nowopowstałej składowej chemicznej pozostałości odbiega zarówno od kierunku pierwotnej NRM, jak i od kierunku pola zewnętrznego. Ponieważ skały, a zwłaszcza skały starsze, ulegały w czasie swojej historii różnym przemianom, najczęściej obserwowana NRM jest wypadkową kilku składowych — pierwotnej i wtórnych, a niekiedy tylko wtórnych. Do paleomagnetologa należy rozdzielenie składowych,

stwierdzenie, jakie minerały są ich nośnikami, czy któraś z nich może być składową pierwotną powstałą wraz z powstaniem skały. Robi się to za pomocą różnych technik laboratoryjnych, wśród których do najpowszechniej stosowanych należy rozmagnesowywanie (inaczej: czyszczenie) próbek metodą termiczną i za pomocą zmiennego pola magnetycznego. Metody te polegają na poddawaniu próbek skalnych grzaniu w coraz wyższych temperaturach lub działaniu pola o coraz wyższej amplitudzie i mierzeniu NRM po każdym cyklu oczyszczenia. Wyniki takich eksperymentów są następnie analizowane za pomocą specjalnych programów komputerowych. W tym miejscu należy zwrócić uwagę na to, że aby otrzymać wynik paleomagnetyczny nie wystarczy dysponować pojedynczym fragmentem jakiejś skały, lecz całą, możliwie liczną kolekcją prób pobranych w terenie z interesującej nas formacji skalnej, zorientowanych za pomocą kompasu.

Kierunki składowych pozostałości wyodrębnionych dla badanej kolekcji wyrażone poprzez deklinację D i inklinację I przedstawia się za pomocą projekcji stereograficznej, jak na rysunku. Projekcja taka to rzut dolnej półkuli na płaszczyznę poziomą w taki sposób, że jej punkt środkowy odwzorowuje biegun o inklinacji 90° ; inklinacja maleje wzdłuż promienia do zera na równiku. Wzdłuż równika odkłada się deklinację od 0° (N) na wschód do 360° . Jeżeli dla badanej kolekcji skał uzyska się dobrze skupioną grupę kierunków, to można policzyć dla niej kierunek średni D_m , I_m wraz z okręgiem ufności; na ogół przyjmuje się poziom ufności 95%, co oznacza, że prawdziwy kierunek leży wewnątrz obliczonego okręgu z dokładnością (prawdopodobieństwem) do 95%. Uzyskane wartości średniej deklinacji D_m i inklinacji I_m stanowią podstawę do obliczenia położenia **bieguna paleomagnetycznego**. Należy przy tym pamiętać, że pole geomagnetyczne jest polem dipolowym i przyjął potwierdzone przez liczne badania założenie, że było tak przynajmniej od momentu, kiedy powstały najstarsze badane skały, czyli od ok. 3 mld lat. Znając średnią inklinację dla badanej kolekcji można w bardzo prosty sposób obliczyć paleoszerokość miejsca pobrania prób, czyli szerokość geograficzną, na jakiej znajdował się badany obszar wówczas, gdy skały uzyskiwały swoją pozostałość: $\text{tg}\lambda = 1/2\text{tg}I_m$. Przedstawiony wyżej rysunek przedstawia grupę kierunków charakterystycznej składowej NMR wyodrębnionych w wyniku oczyszczania dla kolekcji skał serpentynitowych z Sudetów. Pokazany jest tu również średni kierunek pozostałości (czyli pola paleomagnetycznego) wraz z obszarem ufności, wewnątrz którego leży z prawdopodobieństwem 95% kierunek prawdziwy, odpowiadające temu kierunkowi położenie bieguna paleomagnetycznego, oraz paleoszerokość geograficzna miejsca pobrania prób. Uważa się, że otrzymany średni kierunek to kierunek pozostałości wtórnej uzyskanej przez badane skały w karbonie i, że obszar Sudetów znajdował się wówczas w pobliżu paleorównika.

Wyniki badań skał różnego wieku wskazują, że biegun geomagnetyczny nie pozostaje w tym samym miejscu, lecz przesuwa się z czasem wzdłuż krzywej, zwanej **krzywą** (ścieżką) **pozornej wędrówki bieguna** (APWP — *Apparent Polar Wander Path*); pozornej, bo tak naprawdę to nie biegun się przesuwa, tylko badany obszar zmienia swoją pozycję względem osi obrotu Ziemi. Pierwsi zwrócili na to zjawisko uwagę K.M. Creer, E. Irving i S.K. Runcorn w roku 1957. Porównanie krzywych uzyskanych dla różnych obszarów wykazało, że różnią się one między sobą, co oznacza że poszczególne rejony powierzchni Ziemi przesuwały się nie tylko

względem osi obrotu, ale i względem siebie. W ten sposób badania paleomagnetyczne udowodniły prawdziwość sformułowanej kilkadziesiąt lat temu przez A. du Toit, a następnie Alfreda Wegenera hipotezy o dryfie kontynentów, przyczyniając się w bardzo istotny sposób do powstania teorii tektoniki płyt.

Przykłady ścieżek pozornej wędrówki bieguna i niektóre implikacje tego zjawiska przedstawiają rysunki. Na pierwszym z nich widzimy porównanie tych ścieżek dla Europy i Ameryki Północnej dla okresu od środkowego ordowiku do środkowej jury przed wzajemną rotacją obu kontynentów i po rotacji Europy względem Ameryki o kąt ok. 38° wokół pewnego punktu zwanego biegunem Eulera. Rotacja Europy związana z „zamknięciem” Atlantyku powoduje nałożenie się obu krzywych. Oznacza to, że oba obszary rozdzieliły się na skutek otwierania się północnej części Oceanu Atlantyckiego, co nastąpiło w kredzie. Kolejny rysunek, na którym widzimy porównanie ścieżek wędrówki bieguna dla Europy i Syberii mówi, że płyty te stanowiły oddzielne jednostki mniej więcej z górnego permu — dolnego triasu (250–230 mln lat temu), a następnie przesuwały się jako jeden blok.

Magdalena Kądziałko-Hofmoki

**

Pole magnetyczne Ziemi. Inwersje pola

We wstępie do tego rozdziału wspomnieliśmy, że na początku XX w. dwaj francuscy fizycy — B. Brunhes i P. David, odkryli w lawach z Masywu Centralnego we Francji obecność **naturalnej pozostałości magnetycznej odwrotnej**, czyli wskazującej na to, że została uzyskana w czasie, gdy pole geomagnetyczne miało odwrotną biegunowość; biegun północny znajdował się na południu, a południowy — na północy. Jednak wówczas uczeni nie byli przygotowani do interpretacji tego zjawiska. Z czasem przybywało danych wskazujących na występowanie w wielu miejscach skał różnego wieku o odwrotnej biegunowości. Zauważono, że istnieją długie profile skalne, w obrębie których można wyodrębnić fragmenty o normalnej i odwrotnej NRM; rozwijała się **magnetostratygrafia**. Zarejestrowane w ten sposób inwersje pola odwrotnej i normalnej biegunowości postanowili wykorzystać w latach 50. XX wieku Hospers i Chramow do konstrukcji **skali magnetostratygraficznej**. Ale dopiero odkrycie linearnych oceanicznych anomalii magnetycznych w latach 60. spowodowało, że problem inwersji pola nabrał cech realności. Właśnie wtedy w wyniku pomiarów pola magnetycznego z powietrza w rejonie Atlantyku stwierdzono obecność linearnych anomalii dodatnich i ujemnych układających się symetrycznie po obu stronach grzbietu Reykjanes.

Aby wyjaśnić to zjawisko Dietz i H. Hess, a następnie F. Vine i D. Matthews sformułowali hipotezę o rozsuwaniu się den oceanicznych. Powiedzieli oni, że skorupa oceaniczna pęka wzdłuż grzbietu, nowopowstała część skorupy rozsuwa na boki część starszą, a tworzące ją skały, stygnąc, uzyskują pozostałość magnetyczną w kierunku panującego pola geomagnetycznego. Ponieważ kolejne pasy skorupy ziemskiej były namagnesowane na przemian normalnie i odwrotnie, wywnioskowano, że tworzyły się one w okresach normalnej i odwrotnej biegunowości pola.

Rysunek pokazuje przykład profilu przecinającego jeden z grzbietów oceanicznych i właściwą mu interpretację obserwowanych zmian pola. Jednocześnie z potwierdzeniem prawdziwości hipotezy o tektonice płyt potwierdzone zostały

przypuszczenia o inwersjach pola geomagnetycznego. Jednocześnie zaczęła się gwałtownie rozwijać tzw. **magnetostratygrafia** polegająca na wyznaczaniu kierunku, a właściwie przede wszystkim biegunowości pozostałości magnetycznej w skałach z dobrze datowanych profili.

Starano się korelować wyniki uzyskane dla rejonów grzbietów oceanicznych z wynikami z profili skał kontynentalnych, z rdzeni podmorskich i jeziornych, a nawet z dobrze datowanych wylewów lawowych. Na rysunku pokazany jest przykład zmian deklinacji z głębokością uzyskany dla rdzenia pobranego z dna Oceanu Spokojnego. Pokazana jest tu jednocześnie interpretacja wyników w formie epok biegunowości normalnej i odwrotnej.

Najdokładniej znamy naturalnie ostatni okres życia Ziemi, czyli okres ostatnich kilku milionów lat, dla którego dysponujemy danymi pochodzącymi z profili różnego typu anomalii oceanicznych. Rysunek przedstawia skalę inwersji dla ostatnich 6 mln lat.

Aby ujednoczyć nazewnictwo w 1979 komisja międzynarodowa postanowiła, by okresy życia Ziemi, w których przez dłuższy czas panowała jedna biegunowość, nazywać **chronami** lub **superchronami**. Obecnie znajdujemy się w normalnym **chronie Brunhesa**, który rozpoczął się inwersją Brunhesa-Matuyama ok. 780 mln lat temu. Przed chronem Brunhesa panował odwrotny **chron Matuyamy**. Podczas chronów mają niejednokrotnie miejsce **subchrony** (zdarzenia), czyli krótkotrwałe zmiany biegunowości pola, a nawet tzw. **wycieczki**, gdy pole nie zmienia całkowicie swojej biegunowości, tylko wychyla się ze stabilnego kierunku i do niego wraca. Najmłodszym subchronem (zdarzeniem) był normalny **subchron Jaramillo** w odwrotnym chronie Matuyamy, a najmłodszą wycieczką — przypuszczalnie **wycieczka Laschamp** ok. 40 tys. lat temu. Ciągła skala magnetostratygraficzna sięga tak daleko, jak daleko w czasie sięgają najstarsze anomalie oceaniczne, czyli do ok. 160 mln lat (środkowa–górną jurą). Ale i dla okresów starszych istnieją lepiej lub gorzej określone okresy inwersyjne. Wiemy, np. że w górnym karbonie i przez większą część permu pole magnetyczne miało biegunowość odwrotną — był to tzw. **superchron Kiaman**. Wiemy, że inwersje miały miejsce podczas całego, objętego badaniami paleomagnetycznymi okresu, i że było ich co najmniej kilkaset.

Szczegółowe badania okresów przejściowych, czyli okresów, w których ma miejsce inwersja, wskazują, że podczas inwersji natężenie pola dipolowego maleje do 25% swojej wartości, a nawet jeszcze bardziej, a czas spadku natężenia i powrotu do jego początkowej wartości wynosi 8–10 tys. lat. Uważa się, że maleje znacznie pole dipolowe, a panujące w tym okresie pole geomagnetyczne jest polem kwadrupolowym. Całkowita zmiana zwrotu pola trwa dłużej. Kierunek pola ulega zmianie w niejednakowy sposób — czasem zwrot zmienia się gwałtownie, czasem w wyniku wielokrotnych przesunięć. Niekiedy uzyskuje się dziwne kierunki pola, nie odpowiadające oczekiwanym dla jakiegoś okresu, rejestrujące okres przejściowy od biegunowości normalnej do odwrotnej (lub na odwrót).

Magdalena Kądziółko-Hofmoki

**

Pole magnetyczne Ziemi. Archeomagnetyzm

Badania archeomagnetyczne, jak powiedzieliśmy wyżej, obejmują ten okres życia Ziemi, w którym człowiek nauczył się wypalać przedmioty z gliny. Nośnikiem

własności magnetycznych takich obiektów jest hematyt, minerał, w którym podczas wypalania powstawała termiczna pozostałość magnetyczna. Parametry pola, które uzyskujemy z fragmentów naczyń lub cegieł to przede wszystkim natężenie pola. Natężenie termicznej pozostałości jest proporcjonalne do natężenia pola geomagnetycznego, w którym powstała, a badane objekty są na tyle młode, że ich NRM nie zdążyła ulec relaksacji. Inklinację pola można uzyskać przy założeniu, że badany obiekt (np. cegła) leżał podczas wypalania w odpowiedni sposób i że pochodził z najbliższej okolicy badanej budowli. Czasem, jeżeli mamy do czynienia z piecem garncarskim lub znajdującym się wewnątrz niego naczyniem, możemy pokusić się także o określenie deklinacji.

Badania takie, uzupełnione wynikami badań historycznych wylewów wulkanicznych pozwoliły przedłużyć wstecz krzywe zmian wiekowych, jak też uzyskać krzywą zmian natężenia pola dla ostatnich 10 tys. lat, z której wynika, że pole miało wartość minimalną ok. 6500 lat temu, a najwyższą — ok. 2500 lat temu, ale zmiany te nie są duże; nie przekraczają ok. 15% jego średniej wartości. Znając z badań dobrze datowanych obiektów archeologicznych czy historycznych wartości natężenia pola dla jakiegoś obszaru i okresu czasu można datować objekty o nieznanym wieku porównując natężenie ich pozostałości z tymi danymi. Dokładność określenia wieku tą metodą wynosi 25–200 lat.

Magdalena Kądziałko-Hofmoki

**

Pollux, Poluks, β *Geminorum*, najjaśniejsza gwiazda w gwiazdozbiorze Bliźniąt;

Oznaczenie: β *Geminorum*

Rodzaj obiektu: gwiazda pojedyncza

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; [Bliźnięta](#)

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: $7^{\text{h}} 45^{\text{m}} 19^{\text{s}}$ deklinacja: $28^{\circ} 01' 33,7$ l.św. = 10 pc = 2 131 188 AU

Typ widmowy i klasa jasności: K0III

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: $+1,08^{\text{m}}$

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: $+1,14^{\text{m}}$

Temperatura efektywna: układ: 4800 K

odległa od Ziemi o 33,7 lat świetlnych; ma typ widmowy K0 III, jasność widomą $1,14^{\text{m}}$, temperaturę efektywną 4800 K; jest [olbrzymem](#) 50 razy jaśniejszym od Słońca.

**

Polonia, *astr.* planetoida pasa głównego o numerze katalogowym 1112; odkryta 1928 na Krymie przez ros. astronoma G. Szajna; nazwana łac. określeniem Polski.

**

Polskie Towarzystwo Astronautyczne (PTA), towarzystwo nauk., zał. 1954, z siedzibą w Warszawie; od 1956 należy do [Międzynarodowej Federacji Astronautycznej](#); 1957–2002 wydawało dwumies. popularnonauk. „Astronautyka”, a od 1967–92 (z przerwą 1990) kwartalnik nauk. „Postępy Astronautyki”.

**

Polskie Towarzystwo Astronomiczne (PTA), towarzystwo nauk., zrzeszające zawodowych astronomów, z siedzibą w Warszawie; zadaniem PTA jest popieranie rozwoju astronomii i jej popularyzacja; liczy ponad 220 członków (2007); pierwszymi prezesami byli: T. Banachiewicz, W. Dziewulski, E. Warchałowski, E. Rybka; od 1953 wydaje czasopismo „Postępy Astronomii” (od 1997, po połączeniu z mies. „Urania” pod nazwą „Urania–Postępy Astronomii”).

**

Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii (PTMA), organizacja zrzeszająca astronomów i astronomów amatorów, z siedzibą w Krakowie; zał. 1919, celem PTMA jest jednoczenie zarówno astronomów, jak i przedstawicieli innych dziedzin wiedzy we wspólnej działalności w zakresie popularyzacji astronomii (m.in. zainicjowanie akcji budowy planetariów i obserwatoriów astr.); od 1922 wydaje mies. „Urania” (od 1997, po połączeniu z „Postępami Astronomii” pod nazwą „Urania–Postępy Astronomii”).

**

południe, *astr.* moment kulminacji górnej Słońca; **południe prawdziwe** — moment kulminacji górnej Słońca prawdziwego, **południe średnie** — moment kulminacji słońca średniego (czas); południe czasu strefowego jest średnim południem środkowego południka strefy.

**

południe, jedna ze → stron świata.

**

południk geograficzny, południk ziemski, łuk koła wielkiego na kuli reprezentującej powierzchnię Ziemi, będący przecięciem powierzchni kuli płaszczyzną przechodzącą przez jej oś obrotu; południk **miejscowy**, południk ziemski przechodzący przez dane miejsce; południk **zerowy** (początkowy), południk ziemski przechodzący przez obserwatorium astr. w Greenwich; południki (ziemskie) wraz z równoleżnikami tworzą siatkę geograficzną.

**

południk magnetyczny, łuk koła wielkiego na powierzchni Ziemi łączący oba bieguny magnetyczne Ziemi.

**

południk niebieski, *astr.* połowa koła wielkiego na sferze niebieskiej przechodzącego przez bieguny świata i zenit.

**

Pompa, *Antlia*, gwiazdozbiór nieba południowego;

Umiejscowienie na niebie: gwiazdozbiór nieba południowego
Obszar gwiazdozbioru (w stopniach kwadratowych): 239

w Polsce częściowo widoczny na wiosnę.

**

Pons [pą:s] JEAN LOUIS, ur. 24 XII 1761, Peyre (Delfinat), zm. 14 X 1831, Florencja, astronom francuski; dyr. obserwatoriów astr. w Marliano i Florencji; odkrył 37 komet (w tym kometę Enckeego).

**

Popow LEONID I., ur. 31 VIII 1945, Aleksandria (obwód kirowogradzki, Ukraina), kosmonauta rosyjski; od 1970 w zespole kosmonautów; dca Sojuza 35 (1980), Sojuza 40 (1981), Sojuza T-7 (1982).

**

populacje [łac.], *astr.* → gwiazd populacje.

**

port kosmiczny → kosmodrom.

**

Portia, *astr.* księżyc Urana; siódmy licząc wg rosnącej odległości od planety.

**

pory roku, *astr.* okresy klimatyczne (wiosna, lato, jesień, zima), będące następstwem ruchu Ziemi wokół Słońca i nachylenia osi ziemskiej do płaszczyzny orbity Ziemi ($66^{\circ}33'$), w wyniku czego Słońce w swym pozornym rocznym ruchu po sferze niebieskiej (ekliptyka) przez pół roku znajduje się na północ, a przez następne pół roku na południe od równika niebieskiego. **Astronomiczne** pory roku są określane ruchem Słońca po ekliptyce (w przybliżeniu pokrywają się z klimatycznymi porami roku); przekroczenie przez Słońce punktu równonocy wiosennej (ok. 21 III) rozpoczyna wiosnę na półkuli północnej (jesień na półkuli południowej); moment przesilenia letniego (ok. 22 VI) jest początkiem lata na półkuli północnej (zimy na półkuli południowej); moment przejścia Słońca przez punkt równonocy jesiennej (ok. 23 IX) to początek jesieni na półkuli północnej (wiosny na półkuli południowej); zimę na półkuli północnej (lato na półkuli południowej) rozpoczyna moment przesilenia zimowego (ok. 22 XII).

**

Pory roku

Klimatyczne pory roku — okresy klimatyczne: wiosna, lato, jesień, zima, będące następstwem ruchu Ziemi wokół Słońca i nachylenia osi ziemskiej do płaszczyzny ekliptyki, w wyniku czego zmienia się nasłonecznienie poszczególnych obszarów Ziemi.

Astronomiczne pory roku są określane ruchem Słońca po ekliptyce (w przybliżeniu pokrywają się z klimatycznymi porami roku); przekroczenie przez Słońce punktu równonocy wiosennej (ok. 21 III) rozpoczyna wiosnę na półkuli północnej (jesień na półkuli południowej); moment przesilenia letniego (ok. 24 VI) jest początkiem lata na półkuli północnej (zimy na półkuli południowej); moment przejścia Słońca przez punkt równonocy jesiennej (ok. 23 IX) to początek jesieni na półkuli północnej (wiosny na półkuli południowej); zimę na półkuli północnej (lato na półkuli południowej) rozpoczyna moment przesilenia zimowego (ok. 22 XII).

**

Pory roku. Przewodnik

Pory roku przejawiają się najsilniej w tych miejscach na powierzchni Ziemi, gdzie zmiany ilości energii odbieranej w ciągu doby są największe, czyli tam, gdzie dolny wskaźnik ilości odbieranej energii ulega w ciągu roku największym wahaniom. Łatwo sprawdzić, uruchamiając animację dla kilku różnych szerokości geograficznych, że wahania te rosną ze wzrostem szerokości geograficznej.

Czy zmiany nachylenia osi obrotu Ziemi wpływałyby na amplitudę tych wahań? Można zastanowić się nad skrajnymi przypadkami: gdy oś obrotu Ziemi jest prostopadła do płaszczyzny orbity Ziemi, oraz gdy oś obrotu Ziemi leży w płaszczyźnie orbity Ziemi.

Kalendarzowe pory roku (podział orbity Ziemi w obrazie układu Słońce — Ziemia) opóźniają się w stosunku do rytmu zmian wartości dobowego oświetlenia. Na przykład środek lata lub zimy ze względu na oświetlenie powinien wypadać wtedy, gdy osiąga ono wartości skrajne (środek lata — największe dobowe oświetlenie, środek zimy — najmniejsze dobowe oświetlenie). Tymczasem w kalendarzu i w naturze w tych momentach sygnalizowane są początki tych pór. Opóźnienie natury w stosunku do ilości przyjmowanej energii wynika z bezwładności procesów wymiany ciepła w atmosferze Ziemi.

Zwróć uwagę na cztery położenia Ziemi (skrajne z lewej i prawej oraz skrajne na górze i na dole), odpowiadające ważnym momentom w zmienności nasłonecznienia dobowego.

Dzień i noc

Długość dnia i nocy zależy od daty (czyli położenia Ziemi na orbicie) oraz od miejsca na Ziemi. Pierwszą zależność widać po uruchomieniu animacji, druga uwidacznia się przy zmianie położenia obserwatora na powierzchni Ziemi dla ustalonej daty.

Ważnym momentem w przebiegu zmienności długości dnia i nocy odpowiadają cztery położenia Ziemi na jej orbicie: skrajne z lewej i prawej oraz skrajne na górze i na dole. Jak przebiegają zmiany długości dnia w obszarach okołobiegunowych, jak zaś w pobliżu równika? Czy zmiana nachylenia osi obrotu Ziemi zmieniałaby amplitudę wahań długości dnia i nocy? Warto zastanowić się nad skrajnymi przypadkami: gdy oś obrotu Ziemi jest prostopadła do płaszczyzny orbity Ziemi, oraz gdy oś obrotu Ziemi leży w tej płaszczyźnie.

Przesilenia i równonoc

Cztery daty (cztery miejsca na orbicie Ziemi) są istotne zarówno z lokalnego punktu widzenia (porównywanie długości trwania dnia i oświetlenia z różnych dni w jednym miejscu Ziemi), jak i globalnego (porównywanie długości trwania dnia i oświetlenia w różnych miejscach na powierzchni Ziemi w tej samej chwili). Na górnym obrazie układu Słońce–Ziemia, przy wybranym kierunku obserwacji, są to położenia odpowiadające skrajnym punktom elipsy.

Najbardziej na lewo wysunięty jest punkt przesilenia letniego. Każdy z mieszkańców Ziemi zaobserwuje największą w ciągu roku różnicę pomiędzy długością trwania dnia i nocy. Mieszkańcy półkuli północnej zaobserwują dni najdłuższe, mieszkańcy półkuli południowej dni najkrótsze. We wszystkich miejscach półkuli północnej powyżej

zwrotnika Raka wystąpi największe nasłonecznienie obserwowane w ciągu roku. Poniżej zwrotnika Koziorożca będzie ono najmniejsze. Jednocześnie jest to chwila, w której występują największe różnice w długości dnia i nasłonecznieniu dobowym przy porównywaniu wartości z różnych miejsc na Ziemi. Słońce przechodzi przez zenit mieszkańców położonych na zwrotniku Raka.

Najbardziej na prawo wysunięty jest punkt przesilenia zimowego. Podobnie jak w wypadku przesilenia letniego jest to moment największych kontrastów widocznych lokalnie i globalnie: najdłuższe dni i największe nasłonecznienia na półkuli południowej oraz najkrótsze dni i najmniejsze nasłonecznienie na półkuli północnej. Słońce przechodzi przez zenit mieszkańców położonych na zwrotniku Koziorożca. Pozostałe zdarzenia, równonoc wiosenna i równonoc jesienna, odpowiadają takiemu położeniu Ziemi, w którym każdy jej mieszkaniec obserwuje zrównanie długości trwania dnia i nocy; mieszkańcy położeni symetrycznie względem równika obserwują takie samo nasłonecznienie. Słońce przechodzi przez zenit mieszkańców położonych na równiku.

Zwrotniki i koła podbiegunowe

Zwrotniki Raka i Koziorożca są równoleżnikami ($23^{\circ}27'$, $23^{\circ}27'$) ograniczającymi obszar Ziemi, gdzie zdarza się w ciągu roku dzień, w którym Słońce przechodzi przez zenit. Koła podbiegunowe są równoleżnikami ($66^{\circ}33'$, $66^{\circ}33'$) ograniczającymi obszar wokół biegunów Ziemi, w których Słońce w momentach przesileni nie chowa się w ciągu doby pod horyzont lub nie wychodzi spod horyzontu. Ograniczają więc obszar, w którym występuje w ciągu roku co najmniej jeden całodobowy dzień i jedna całodobowa noc.

Ruch obrazu pomoże potwierdzić istnienie takich obszarów oraz to, że ich wielkość (wartości szerokości geograficznych równoleżników ograniczających wyróżnione obszary) zależy od nachylenia osi obrotu Ziemi do płaszczyzny orbity. Gdzie byłyby te równoleżniki, gdyby oś obrotu Ziemi była nachylona pod kątem 45° lub leżała w płaszczyźnie orbity?

Doba gwiazdowa

Jest to okres obrotu Ziemi względem gwiazd, równy 23h56min 4s czasu średniego słonecznego. Po tym czasie każdy mieszkaniec Ziemi powraca do tej samej pozycji względem gwiazd, czyli jego horyzont (przedłużenie realnego horyzontu w nieskończoność) powraca do tej samej pozycji względem gwiazd lub, inaczej, gwiazdy powracają w to samo miejsce względem jego horyzontu. W animacji odpowiada to okresowi, po którym ikona reprezentująca położenie mieszkańca Ziemi powraca dokładnie w to samo miejsce ekranu, gdyż we wszystkich oknach kierunek obserwacji jest niezmienny względem gwiazd (gdyby gwiazdy były widoczne na ekranie, byłyby nieruchome podczas ruchu). Po upływie kilku okresów widać, że nie jest to powrót w to samo miejsce względem Słońca (tzn. względem terminatora).

Doba słoneczna

Rytm naszego życia wyznaczany jest przez Słońce. Dlatego wygodniejszym od doby gwiazdowej bazowym odcinkiem czasu jest okres, po którym Słońce (a nie gwiazdy) powraca do tej samej pozycji względem horyzontu (ściślej, względem południka miejscowego — płaszczyzny wyznaczonej przez punkty południe–północ–zenit). Po upływie tego czasu każdy mieszkaniec Ziemi powraca do podobnej pozycji względem

Słońca. Na mocy umowy przyjęto, że czas ten wynosi 24h. Czas określany przy pomocy godzin, minut i sekund wynikających z podziału tego bazowego okresu nazywamy **czasem słonecznym**. Ta sama godzina czasu gwiazdowego to ta sama pozycja gwiazd względem horyzontu. Ta sama godzina czasu słonecznego to ta sama pozycja Słońca względem **południka miejscowego** (tyle samo czasu upłynęło od ostatniego dołowania Słońca).

Często widać bardziej rozbudowane określenia: **czas średni słoneczny** lub **czas prawdziwy słoneczny**. Powodem wprowadzenia takich uściśleń jest między innymi niejednostajność ruchu Ziemi wokół Słońca — Ziemia krąży po elipsie. Skutek tego jest taki, że prawdziwe Słońce na tle gwiazd przesuwa się niejednostajnie. Doby słoneczne odmierzane prawdziwym Słońcem są nierówne. Słońce średnie, teoretyczny twór, porusza się względem gwiazd jednostajnie i obiega całą sferę nieba w tym samym okresie co prawdziwe. Doby odmierzane Słońcem średnim są jednakowe. W animacji odpowiada to okresowi, po którym ikona reprezentująca położenie mieszkańca Ziemi powraca dokładnie do tej samej pozycji względem Słońca (tzn. względem terminatora). Po upływie kilku okresów widać, że nie jest to powrót do tej samej pozycji względem gwiazd.

Stała słoneczna

Jest to ilość energii promieniowania Słońca przechodzącej w ciągu sekundy przez 1 m^2 powierzchni ustawionej prostopadle do kierunku na Słońce, umieszczonej poza atmosferą Ziemi. Jej wartość wynosi 1368 W/m^2 . Pomiar wykazuje dużą stałość w czasie tej wartości. Na taką samą powierzchnię ustawioną na powierzchni Ziemi w dobrych warunkach atmosferycznych pada około 1100 W/m^2 . Różnica energii, czyli około 270 W/m^2 jest pochłaniana przez atmosferę Ziemi.

Andrzej Branicki

**

Posnania, planetoida pasa głównego o numerze katalogowym 1572; odkryta 1949 w Poznaniu (J. Dobrzycki, A. Kwiek).

**

Postępujące ocieplenie klimatu Ziemi

Nie rozwiązany dotąd problemem jest ustalenie przyczyn współczesnych zmian klimatu Ziemi — ochłodzeń i ociepleń. Niezwykle trudne jest też wyjaśnienie przyczyn globalnego ocieplenia klimatu w ostatnich stuleciach. Nie wiadomo, jaka część postępującego ocieplenia jest efektem oddziaływania czynników naturalnych, a jaka — czynników antropogenicznych, spowodowanych działalnością człowieka.

Niepokojące jest systematyczne ocieplanie się klimatu Ziemi w XIX–XX w. Średnia globalna temperatura powietrza zim w ciągu ostatnich 100 lat (1890–1985) wzrosła od $0,2^\circ\text{C}$ w strefie okołorównikowej do 5°C w strefie polarnej. Wzrost średniej globalnej temperatury, obliczonej na podstawie pomiarów temperatury powietrza i powierzchni mórz przez ostatnie 150 lat (1861–1991) wynosi średnio $0,5^\circ\text{C}$.

W Europie cieplejsze są przede wszystkim zimy. Na przykład w Warszawie temperatura powietrza w zimie wzrasta o 1°C na 100 lat, natomiast w lecie tylko o $0,1^\circ\text{C}$. Średnia roczna temperatura natomiast wzrasta o $0,7^\circ\text{C}$ na 100 lat.

W strefie polarnej, na Spitsbergenie, gdzie obserwuje się największe ocieplenie zim, temperatura powietrza w poszczególnych miesiącach wzrosła od początku XX w. o 2–4°, a w strefie okołorównikowej, w Colombo (Sri Lanka), od połowy XIX w. obserwowano na ogół postępujące, choć niewielkie ochłodzenie, zwłaszcza w miesiącach wiosennych i jesiennych, wynoszące 0,3°C na 100 lat.

Należy zauważyć, że postępujące ocieplenie jest określane na podstawie serii pomiarów temperatury obejmującej lata 1798–1833, a więc rozpoczynającej się podczas największego ochłodzenia w ciągu ostatnich dwóch wieków, pod koniec tzw. **małej epoki lodowej**. Jest to etap wzrostu temperatury — powrotu do stanu średniego po głębokim minimum i powtórzenia się warunków ze **średniowiecznego optimum klimatu** (lata 1000–1100).

Rekonstrukcje dawnych linii brzegowych wskazują, iż poziom mórz i oceanów podczas ociepleń klimatu jest znacznie wyższy niż w czasie ochłodzeń — zlodowaceń Ziemi. W czasie ostatniej fazy zlodowacenia Würm, 18 000 lat temu, nastąpiło obniżenie poziomu Atlantyku o około 135 m i przyrost pokrywy lodowej. Ekwiwalentem obecnej pokrywy lodowej jest różnica poziomu oceanów wynosząca 59,1–83,3 m. Obecna pokrywa lodowa na Ziemi (lody Arktyki, Antarktydy i lodowce górskie) stanowi 43,8–61,7% masy lodu sprzed 18 000 lat. Średnie tempo wzrostu poziomu oceanów w ciągu tych 18 000 lat wynosi zatem 75 cm na 100 lat.

Wraz ze wzrostem średniej globalnej temperatury powietrza w ostatnim stuleciu obserwuje się podnoszenie się poziomu oceanów średnio o 10–25 cm. Poziom Morza Bałtyckiego w Świnoujściu (1811–1990) podnosi się średnio o 4,5 cm na 100 lat. Największe przyrosty poziomu Bałtyku wynoszące 6–7 cm występują jesienią i zimą. W bieżącym stuleciu, maksymalne stany poziomu morza są coraz wyższe, a minimalne — maleją.

Podnoszenie się poziomu mórz i oceanów w XIX–XX w. wynika prawdopodobnie z rozszerzalności objętościowej wody. Objętość wód oceanów (bez mórz) obecnie wynosi 1370,4 mln km³, a średnia głębokość 3704 m. Wzrostowi temperatury wody o 1°C (od 4 do 5°), przyjmując współczynnik rozszerzalności 5,3 · 10⁻⁵, odpowiada przyrost poziomu oceanów o 18 cm.

Jerzy Boryczka, Maria Stopa-Boryczka

**

Postępujące ocieplenie klimatu Ziemi. Przyczyny naturalne

Rekonstrukcja temperatury powietrza w warstwie przyziemnej w różnych miejscach Ziemi w ostatnim tysiącleciu, oceniana na podstawie redukcji lodowców, szerokości pierścieni drzew i pomiarów bezpośrednich, wskazuje na trzy zasadnicze okresy w dziejach klimatu ostatnich 2000 lat: **optimum średniowieczne** (800–1200), **mała epoka lodowa** (1400–1900) i **współczesne ocieplenie** (od 1900 roku).

W ciągu ostatnich 400 lat trzy główne ochłodzenia klimatu Ziemi na półkuli północnej wystąpiły około roku 1600, 1700 i 1830. Najlepiej poznane, na podstawie danych instrumentalnych między innymi z Warszawy i Krakowa, zostało ostatnie, największe ochłodzenie w Europie i w Polsce.

Ochłodzenia i ocieplenia klimatu kształtują się pod wpływem wahanía dopływu energii słonecznej do powierzchni Ziemi, zależnej od samej stałej słonecznej i zawartości pyłów wulkanicznych w atmosferze.

Jerzy Boryczka, Maria Stopa-Boryczka

**

Postępujące ocieplenie klimatu Ziemi. Przyczyny naturalne. Wpływ aktywności Słońca na klimat Ziemi

Na Słońcu obserwuje się wiele zjawisk o natężeniu okresowym. Są to: plamy słoneczne i pochodnie — w fotosferze oraz rozbłyski i protuberancje — w atmosferze, a także zmienność kształtu korony słonecznej.

Przed pojawieniem się plamy na Słońcu najpierw wzrasta w tym miejscu natężenie pola magnetycznego. Następnie pojawiają się w fotosferze ciemne plamy o średnicach 100 tys. km, chłodniejsze od otoczenia o ok. 1000 K. Plamy rozpoczynającego się od minimum cyklu 11-letniego pojawiają się najpierw z dala od równika słonecznego, w szerokościach heliograficznych $\pm 30^\circ$, następnie przesuwiają się ku równikowi i zanikają. Podczas maksimum zajmują one tysięczną część powierzchni Słońca w szerokościach $\pm 15^\circ$. Co 22 lata zmieniają się bieguny magnetyczne plam na przeciwne. W okolicy plam (przy brzegu tarczy) obserwuje się jasne pochodnie — przegrzane obszary gazów w górnej fotosferze.

Zmiany zachodzące na Słońcu są przenoszone na Ziemię poprzez jonosferę i wpływają na cyrkulację atmosferyczną. Podczas maksymalnej aktywności Słońca (zwiększonego promieniowania krótkofalowego o długości 10,7 cm) obserwuje się wzrost zawartości ozonu w atmosferze, determinującego temperaturę górnych warstw powietrza. Ostatnio obserwuje się ogólny wzrost ozonu w atmosferze. Prowadzi to do ogrzania warstw atmosfery w strefie międzyzwrotnikowej i wzmożenia cyrkulacji południkowej górnych warstw atmosfery. Cykle krótkie aktywności Słońca wywołują duże zakłócenia stanu jonosfery, które przenoszone są do niższych warstw atmosfery. Towarzyszą im okresowe zmiany ciśnienia atmosferycznego, wpływające na ruch cyklonów i antycyklonów w początkowej fazie ich rozwoju. Świadczą o tym też okresowe zmiany cyrkulacji atmosferycznej, skorelowane z cyklami aktywności Słońca.

Początkowo uważano, że podczas maksimum plam słonecznych, stała słoneczna jest mniejsza, a temperatura powietrza — niższa. Ciągi chronologiczne liczb Wolfa, czyli liczb plam słonecznych, i temperatury powietrza wskazują, że podczas maksimum aktywności Słońca w cyklu 11-letnim jest cieplej niż w czasie minimum. Większe są również przyrosty drewna w lasach, tzn. grubsze słoje drzew. Jest to wynikiem zależności dystrybucji ciepła na powierzchni Ziemi od aktywności Słońca. Cyrkulacja atmosferyczna warunkuje transport energii słonecznej, magazynowanej głównie w strefie międzyzwrotnikowej, w stronę biegunów.

Stała słoneczna (ilość energii słonecznej, padającej w ciągu jednej sekundy na jednostkową powierzchnię prostopadłą do promieni poza górną granicą atmosfery, przy średniej odległości Ziemi od Słońca) zależy od aktywności Słońca. Maksymalna aktywność przypada na przedział liczb Wolfa 80–100. Krótkookresowe zmiany stałej słonecznej nie odgrywają istotnej roli w kształtowaniu klimatu Ziemi. Jej wahania w ciągu roku są największe ze względu na różną odległość Ziemi od Słońca: w

styczniu, przy odległości Ziemi od Słońca wynoszącej 147 mln km — 2,01 cal/cm²·min, i w lipcu, przy odległości 152 mln km — 1,94 cal/cm²·min. Większą rolę odgrywają długie cykle stałej słonecznej: 102-letni i 187-letni. W otoczeniu maksimum stałej słonecznej w tych cyklach w głębszych warstwach lądów i głębszych warstwach wód oceanów kumulowane są duże ilości energii. Z kolei energia magazynowana w oceanach wywiera wpływ na cyrkulację atmosferyczną.

Tendencja rosnąca aktywności Słońca (i stałej słonecznej) w ostatnich dwóch stuleciach może powodować znaczącą część postępującego ocieplenia klimatu Ziemi poprzez zmiany ogólnej cyrkulacji atmosferycznej.

Jerzy Boryczka, Maria Stopa-Boryczka

**

Postępujące ocieplenie klimatu Ziemi. Przyczyny naturalne. Wpływ aktywności wulkanicznej na klimat Ziemi

Spadek promieniowania bezpośredniego po erupcjach wulkanów stwierdzono już dawno. Promieniowanie bezpośrednie po wybuchu wulkanu może przez kilka miesięcy zmniejszyć się o 10–20%. Na przykład po wybuchu wulkanu Katmai (Alaska) w 1920 roku bezpośrednie promieniowanie słoneczne mierzone na kilku stacjach aktynometrycznych w Europie i Ameryce zmniejszyło się w niektórych miejscach (bezpośrednio po erupcji) o ponad 20%. Podobny spadek promieniowania bezpośredniego wystąpił po wybuchu wulkanu Krakatau (Indonezja) w 1883 roku. W tych dwóch przypadkach, a także w maju 1970 roku po wybuchu wulkanu Hekla (Islandia) i innych, spadek promieniowania miał charakter zmian planetarnych (globalnych).

Po wybuchu wulkanu następuje szybki spadek promieniowania bezpośredniego, a następnie powolny jego wzrost, zależny od intensywności rozprzestrzeniania się pyłów i prędkości ich opadania w atmosferze. Po upływie jednej godziny od wybuchu Hekli chmura pyłu osiągnęła wysokość 16 km. Natomiast po wybuchu wulkanu Tambora (Indonezja) w 1815 roku pył osiągnął wysokość 60–70 km.

Po erupcji eksplozywnej w wielokilometrowej warstwie atmosfery w wyniku absorpcji promieniowania bezpośredniego i rozproszenia promieniowania krótkofalowego znacznie wzrasta współczynnik ekstynkcji. Wulkany typu eksplozywnego wyrzucają do atmosfery duże ilości pyłów i gazów (HCl, SO₂, CO₂, H₂S i inne). Drobnny pył wyrzucany do stratosfery może pozostawać w niej nawet przez kilkanaście lat.

Szczególne znaczenie w badaniach zmian klimatu mają gazy wulkaniczne wyrzucane do stratosfery, które w ciągu kilku miesięcy ulegają transformacji fizykochemicznej i są rozprzestrzeniane wokół całej Ziemi. Największy wpływ na rozproszenie krótkofalowego promieniowania słonecznego mają cząsteczki siarczanów (aerozole siarczanowe), które powstają z gazów zawierających siarkę (np. SO₂). Cząstki siarczanów absorbują i rozpraszają promieniowanie słoneczne (**zjawisko purpurowego zmierzchu**). Powodują one ogrzanie się stratosfery, gdy w dolnych warstwach troposfery występuje ochłodzenie, wywołane spadkiem promieniowania dochodzącego do powierzchni Ziemi.

Chmury pyłów wulkanicznych składające się z małych ziarenek kwarcu i popiołu przenoszone są szybko na duże odległości w zależności od kierunku wiatru

przeważającego w stratosferze. Natomiast chmury siarczanowe po upływie kilku miesięcy są rozprzestrzeniane także ku biegunom i obejmują całą półkulę. Zatem erupcje wulkaniczne eksplozywne, występujące głównie w sąsiedztwie Oceanu Spokojnego, mają znaczny wpływ na klimat w skali globalnej. Pył wulkaniczny pochodzący z niskich szerokości geograficznych jest przenoszony nad całą kulę ziemską pod wpływem cyrkulacji południkowej. Podobnie wulkaniczne aerozole siarczanowe (stratosferyczne) w końcowej fazie, tj. po kilkunastu latach, kumulowane są w lodach Arktyki i Antarktydy.

Po erupcjach eksplozywnych wulkanów w strefie okołorównikowej spadek promieniowania słonecznego całkowitego stanowi ok. 10% spadku promieniowania bezpośredniego.

Analogiczne wnioski wypływają z badań promieniowania bezpośredniego i rozproszonego przeprowadzonych po erupcji wulkanu Agung (Bali, Indonezja) w 1963 roku. Średnie miesięczne wartości promieniowania bezpośredniego w Melbourne były o 25% niższe, a promieniowania rozproszonego o 100% wyższe w porównaniu ze stanem sprzed erupcji.

Mimo że spadek promieniowania bezpośredniego jest częściowo zrównoważony wzrostem promieniowania rozproszonego, promieniowanie całkowite po wybuchach wulkanów maleje. Z bilansu energii cieplnej wynika, że nawet niewielkie zmiany promieniowania całkowitego wynoszące 1% przy stałym albedo powodują spadek średniej temperatury przy powierzchni Ziemi o 1,2–1,5°C. Natomiast spadek promieniowania całkowitego o 1,5–1,6% może doprowadzić do całkowitego zlodowacenia Ziemi.

Interesujące są badania zależności temperatury i promieniowania bezpośredniego na półkuli północnej — krzywe wieloletnich zmian temperatury powietrza w strefie od 17 do 90° szerokości geograficznej i anomalii promieniowania bezpośredniego mają po dwa główne maksima przypadające na te same daty.

Wyniki innych porównań świadczą, że wzrost temperatury o 0,4°C wywołany jest wzrostem promieniowania bezpośredniego o 2%, a całkowitego o 0,3%. Natomiast ochłodzenia klimatu w latach 1881–1960 przypadają na daty erupcji wulkanów: Krakatau (1883), Pelée (1902), Katmai (1912) i innych.

Główne ochłodzenie klimatu na początku XIX w. przypadło na minimum aktywności Słońca — najśłabszy cykl 13-letni (1811–1823) i na maksimum aktywności wulkanicznej. Na początku XIX w. wystąpiły wybuchy wulkanów o największym wskaźniku zapylenia atmosfery: Tombora (1815) i Kosequina (1835).

Jerzy Boryczka, Maria Stopa-Boryczka

**

Postępujące ocieplenie klimatu Ziemi. Wpływ działalności człowieka

Dzięki istnieniu atmosfery i efektowi cieplarnianemu możliwe jest życie na Ziemi. Średnia temperatura powierzchni Ziemi (i powietrza) jest równa 15°C, a bez atmosfery wynosiłaby –18°C. Naturalny efekt cieplarniany powoduje, iż Ziemia jest o 33°C cieplejsza.

Niektóre gazy śladowe, takie jak para wodna (H₂O), dwutlenek węgla (CO₂), metan (CH₄), freony (CFC), podtlenek azotu (N₂O), ozon (O₃) i inne są dość przezroczyste dla krótkofalowego promieniowania słonecznego (o długości fali < 4 μm). Efektem tej różnicy promieniowania jest dodatnie saldo energii słonecznej w układzie Ziemia–atmosfera, tzw. efekt cieplarniany.

Ozon i podtlenek azotu pochłaniają również niektóre pasma promieniowania krótkofalowego Słońca.

Problem polega na intensyfikacji efektu cieplarnianego w wyniku dodatkowej emisji tych gazów do atmosfery, na systematycznym wzroście ich koncentracji, głównie CO₂ i CH₄, wywołanym działalnością człowieka. Spalając 1 tonę węgla C₁₂ wprowadza się do atmosfery 3,7 ton CO₂. Łączna emisja CO₂ ze spalania 8 Gt węgla C₁₄ (IPCC, 1992), wraz ze spalaniem drewna w 1991 wynosiła 29 Gt (mld ton). Emisja roczna metanu, drugiego ważnego gazu cieplarnianego wynosi około 300 Mt (mln ton).

Udział gazów śladowych w naturalnym efekcie cieplarnianym atmosfery wynoszącym +33°, tj. przyrost temperatury wynikający z obecności poszczególnych gazów cieplarnianych jest następujący:

**Wkład gazów śladowych w zmiany
temperatury spowodowane efektem
cieplarnianym**

Gazy śladowe	Przyrost temperatury w °C
Para wodna (i chmury)	+20,6
Dwutlenek węgla	+7,2
Ozon	+2,4
Podtlenek azotu	+1,4
Metan	+0,8
Freony	<0,08
Razem	32,2

Koncentrację CO₂ sprzed rozwoju przemysłu (przedindustrialną) równą 280 ppm (1 ppm — milionowa część objętości, 1 Gt CO₂ to 0,13 ppm) traktuje się na ogół jako obecny naturalny dwutlenek węgla w atmosferze. Różnicę między dzisiejszą koncentracją CO₂ w atmosferze (355 ppm) i z czasów przedindustrialnych (280 ppm) przypisuje się działalności człowieka.

Naturalnym zbiornikiem węgla, regulującym zawartość CO₂ w atmosferze są oceany stanowiące 70% powierzchni Ziemi. Pochłanianie CO₂ przez wody chłodniejsze (o większej zawartości biomasy) jest większe niż przez wody cieplejsze. Gdy w atmosferze znajduje się więcej CO₂, to oceany wchłaniają go więcej, ze względu na większą różnicę ciśnienia tego gazu między atmosferą i powierzchnią oceanów. Część dwutlenku węgla akumulowana jest w osadach morskich w postaci węglanów wapnia CaCO₃. Na przykład w równikowej strefie Pacyfiku stężenie CO₂ w atmosferze wzrastało o 2,12 ppm/rok podczas ciepłej fazy El Niño, a o 0,76 ppm/rok w czasie fazy chłodnej. Pojemność pochłaniania wód oceanicznych jest olbrzymia, a zasoby wapnia są wystarczające do związania wszystkich światowych zasobów C₁₂.

Drugim ważnym regulatorem zawartości CO₂ w atmosferze jest biomasa kontynentów, głównie lasy. Fotosynteza, czyli proces wytwarzania związków organicznych z dwutlenku węgla i wody przy udziale energii świetlnej wiąże około 8 Gt CO₂ na rok, tj. mniej więcej tyle, ile wynosi roczna produkcja światowa CO₂. Krzywa zmian koncentracji CO₂ w atmosferze w latach 1958–1984 wykazuje trzy głębokie minima przypadające na daty spokojnego Słońca (daty minimów plam słonecznych). Są to zapewne wahania wywołane pochłanianiem CO₂ przez oceany, zgodnie z rytmem zmian temperatury wód oceanów.

Przypisywanie globalnego ocieplenia tylko antropogenicznej emisji CO₂ jest słabo udowodnione. Ocieplenia i ochłodzenia klimatu odpowiadają wzrostom i spadkom zmierzonej masy CO₂ w atmosferze (wyrażonymi w jednostkach ppm), a nie wzrostowi i spadkowi CO₂ (wyrażonymi w Gt), pochodzącymi ze spalania paliw. Świadczą o tym krzywe zmian stężenia dwutlenku węgla i paleotemperatury w ciągu ostatnich 160 000 lat, odtworzone na podstawie badań rdzeni lodowych na stacji Wostok na Antarktydzie. Podczas globalnego ocieplenia klimatu 120 000 lat temu wystąpił bardzo duży wzrost koncentracji CO₂ w atmosferze, podobnie jak obecnie. Zmiany stężenia CO₂ w atmosferze (w ppm) i paleotemperatury (w °C) są synchroniczne. Maksimum sprzed 125 000 lat to naturalne ocieplenie klimatu Ziemi spowodowane wzrostem promieniowania słonecznego. Jest to maksimum promieniowania wg krzywej Milankovicia, otrzymanej z nakładania się okresów zmian kształtu orbity Ziemi. Tak więc „równoległość” zmian stężenia CO₂ i paleotemperatury wspiera raczej tezę, że zawartość dwutlenku węgla w atmosferze jest kształtowana przez temperaturę wód oceanów.

Istotną rolę w kształtowaniu klimatu odgrywają procesy fizyczne towarzyszące efektowi cieplarnianemu (tzw. sprzężenia zwrotne). Niektóre z nich intensyfikują lub osłabiają efekt cieplarniany. Ze wzrostem temperatury wzrasta parowanie wód oceanów, a więc zawartość pary wodnej w atmosferze, która jest głównym śladowym gazem cieplarnianym. Podczas ocieplania maleją powierzchnie śniegów i lodów (o dużym albedo), powodując wzrost energii słonecznej pochłoniętej przez powierzchnię Ziemi. Natomiast wraz ze wzrostem temperatury (i parowania) wzrasta zachmurzenie, ograniczając dopływ promieniowania słonecznego do powierzchni Ziemi, co powoduje osłabienie efektu cieplarnianego.

Efekt cieplarniany jest również osłabiany przez pyły emitowane do atmosfery, które pochłaniają i rozpraszają promieniowanie słoneczne, zmniejszając jego dopływ do powierzchni Ziemi. Efekt ten jest również osłabiany przez aerozole siarczanowe powstałe z dwutlenku siarki (SO₂) i innych związków siarki emitowanych przez różnego rodzaju kominy fabryczne.

A. Berger, *Milankovitch theory and climate*, Reviews of Geophysics, 26, 1988.

J. Boryczka, M. Stopa-Boryczka, B. Kicińska, E. Żmudzka, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, cz. VII: *Zmiany wiekowe klimatu Polski*, Warszawa 1992.

J. Boryczka, M. Stopa-Boryczka, E. Błażek, J. Skrzypczuk, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, cz. X: *Cykliczne zmiany aktywności Słońca i cyrkulacji atmosferycznej w Europie*, Warszawa 1997.

J. Boryczka, *Zmiany klimatu Ziemi*, Warszawa 1998.

J. Boryczka, M. Stopa-Boryczka, E. Błażek, J. Skrzypczuk, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, cz. XI: *Tendencje wiekowe klimatu miast w Europie*, Warszawa 1998.

- J. Boryczka, M. Stopa-Boryczka, E. Błażek, J. Skrzypczuk, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, cz. XII: *Ochłodzenia i ocieplenia klimatu miast w Europie*, Warszawa 1999.
- J. Boryczka, M. Stopa-Boryczka, E. Błażek, J. Skrzypczuk, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, cz. XIV: *Prognoza zmian klimatu Warszawy w XXI wieku*, Warszawa 2000.
- M. I. Budyko, *Klimat i życie*, Warszawa 1975.
- B. Haurwitz, *Relation between solar activity and the lower atmosphere*, Transactions, American Geophysical Union, 27, 1946.
- S.J. Johnsen, W. Dansgaard, H.B. Clausen, C.C. Langway, Jr., *Climatic oscillations 1200-2000 A.D.*, Nature 227, 1970.
- N.N. Kimbal, *Volcanic eruption and solar radiation intensities*, Monthly Weather Review, vol.46, No 8, 1918.
- K.J. Kondratiew, G.A. Nikolski, *Solar radiation and solar activity*, Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, No 96, 1997.
- K. Kożuchowski, J. Boryczka, *Cykliczne wahania i trendy czasowe zmian poziomu morza w Świnoujściu (1811–1990)*, Przegląd Geofizyczny, 32, z.1, 1997.
- H.H. Lamb, *Volcanic dust in the atmosphere; with a chronology and assessment of its meteorological significance*. Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series A, 266, 1970.
- M. Milanković, *Matematyčeskaja klimatologija i astronomičeskaja teorija kolebanij klimata*, ONTU, Moskwa 1938.
- C.I. Sawinow, *Najbolszije wielicziny napraženija solniecznoj radiacii po nabludieniam w Pawłowske*, Izv. AN, ser.6, t.8, No 12, 1913.
- Ch.-D. Schönwiese, *Klimat i człowiek*, Warszawa 1997.
- The atmosphere of the planet Earth*, 1990, WMO, No 735.
- Jerzy Boryczka, Maria Stopa-Boryczka
- **

Postępujące ocieplenie klimatu Ziemi. Wpływ działalności człowieka. Miejska wyspa ciepła jako przyczyna postępującego ocieplenia

Miasto ogrzewa się i ochładza znacznie wolniej niż jego otoczenie ze względu na dużą masę (większą powierzchnię czynną) i dużą pojemność cieplną materiałów budowlanych. Jest ono cieplejsze od otaczających terenów niezabudowanych także dlatego, że albedo powierzchni miejskich, pokrytych pyłem (szarych), jest małe, a w zimie prawie nie ma pokrywy śnieżnej.

Znaczącą rolę w kształtowaniu miejskich wysp ciepła odgrywają pyły miejskie, absorbujące krótkofalowe promieniowanie słoneczne. Różnice promieniowania całkowitego między obszarami wielkomiejskimi i strefami podmiejskimi wynoszą od –15 do –20%. Istotne znaczenie ma także lokalny efekt cieplarniany, wywołany emisją CO₂ i innych gazów szklarniowych do atmosfery (elektrociepłownie zlokalizowane w pobliżu miast, spaliny samochodowe itp.). Są to główne przyczyny powstawania miejskich wysp ciepła. Inne czynniki, takie jak sztuczne ciepło, przewodnictwo ścian budynków (nieszczelność okien) i inne, mają drugorzędne znaczenie.

Miarą „intensywności” miejskiej wyspy ciepła jest różnica między zmierzonymi wartościami temperatury powietrza w mieście i poza miastem — w terenie otwartym. Deformacja pola temperatury powietrza przez miasto zależy nie tylko od parametrów cechujących miasto: liczby mieszkańców, powierzchni i objętości zabudowanego terenu, rodzaju, wysokości i zwartości zabudowy, powierzchni zajętej przez ulice i place, itp., lecz także od stanu atmosfery, np. od prędkości wiatru. Przy dużych prędkościach wiatru różnice temperatury zanikają.

We wszystkich porach roku miejska wyspa ciepła występuje w nocy. Rozpoczyna się mniej więcej o godz. 21 i trwa do godz. 9 osiągając maksimum przed wschodem Słońca. Miasto w ciągu dnia to obszary „chłodu”, zwłaszcza parki i inne tereny zielone, jedynie w pobliżu nasłonecznionych ścian budynków, chodników i asfaltowych ulic powietrze ma temperaturę wyższą od otoczenia miasta.

Warszawa jest cieplejsza od otaczających terenów przede wszystkim w lecie; różnice temperatury sięgają 3°C. Wynika to z ogromnej ilości dodatkowej energii słonecznej pochłanianej przez powierzchnie pionowe i poziome.

W dzień, w godzinach popołudniowych miasto jest chłodniejsze niż otoczenie — maksymalnie o 2°C. W zimie zakres dobowych zmian różnic temperatury powietrza wynosi 1°C.

Zasoby ciepła w mieście to energia słoneczna akumulowana przede wszystkim przez zabudowę i atmosferę. Coraz większa rozbudowa miast powoduje „zawyżenie” postępującego ocieplenia klimatu, przypisanego także części antropogenicznego efektu cieplarnianego. Najdłuższe serie pomiarowe temperatury powietrza pochodzą bowiem z miejsc, które pierwotnie znajdowały się na peryferiach małych miast, a obecnie są w zasięgu dużych ośrodków miejskich.

Jerzy Boryczka, Maria Stopa-Boryczka

**

Postępujące ocieplenie klimatu Ziemi. Wpływ działalności człowieka. Prognozy zmian klimatu w XXI wieku

Globalne ocieplenie i związane z nim niekorzystne efekty dla mieszkańców Ziemi są przeważnie, w literaturze geofizycznej, przypisywane niewłaściwej działalności człowieka, a przede wszystkim antropogenicznej części efektu cieplarnianego atmosfery — wzrostowi zawartości dwutlenku węgla, pochodzącego ze spalania węgla i innych paliw. W 1990 na zlecenie Organizacji Narodów Zjednoczonych powstał Międzynarodowy Zespół ds. Zmian Klimatu (IPCC).

Raport IPCC (1990), prognozujący wzrost temperatury powietrza na Ziemi w roku 2030 o 1,5–4,5°C był zbyt pesymistyczny. Pojawiły się później katastrofalne prognozy o stopieniu w najbliższej przyszłości lodów Antarktydy, Arktyki, a także lodowców wysokogórskich i zatopienie części kontynentów przez wody oceanów.

Kolejny raport IPCC (1993) jest bardziej optymistyczny; prognozowane są przyrosty antropogeniczne temperatury powietrza o 1–3,5°C w roku 2100, po uwzględnieniu rozpraszania promieniowania słonecznego przez cząstki aerozoli siarczanowych, pochodzących z emisji do atmosfery dwutlenku siarki. Wnioski takie wynikają z modeli ogólnej cyrkulacji atmosferycznej — ze scenariuszy 2×CO₂, tj. w przypadku podwojenia przedprzemysłowej koncentracji dwutlenku węgla w atmosferze. Przypisanie jednak postępującego ocieplenia tylko części efektu cieplarnianego, wywołanego działalnością człowieka jest niepewnym, słabo uzasadnionym założeniem. Nie wiadomo bowiem jaka część postępującego ocieplenia przypada na czynniki naturalne, a jaka na antropogeniczne. Mało znane są tendencje zmian naturalnych gazów śladowych — pary wodnej, naturalnego CO₂.

W prognozach pomija się zupełnie naturalne wahania klimatu, obserwowane od wielu tysięcy lat, wywołane eksplozywnymi erupcjami wulkanów i zmianami aktywności Słońca.

Na podstawie analogicznej cykliczności czynników naturalnych: aktywności Słońca, zawartości w atmosferze pyłów wulkanicznych i temperatury powietrza, można oczekiwać naturalnego ochłodzenia klimatu w XXI w. O nadchodzącym naturalnym ochłodzeniu świadczy wypadkowa nakładających się cykli około 100- i 200-letniego. Ta najdłuższa okresowość klimatu występuje także w ciągach chronologicznych paleotemperatury (stosunku izotopów tlenu $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$).

Najmroźniejsze zimy ze średnią temperaturą -7°C , wystąpią prawdopodobnie w połowie obecnego stulecia — ok. 2050 roku. Według wypadkowej letnich cykli temperatury powietrza chłodne lata wystąpią w pierwszych dwóch dekadach naszego wieku.

To naturalne ochłodzenie klimatu w XXI w. złagodzone będzie efektem cieplarnianym atmosfery, wywołanym działalnością człowieka.

Jerzy Boryczka, Maria Stopa-Boryczka

**

„Postępy Astronautyki”, kwartalnik naukowy, wyd. 1967–92 (z przerwą 1990) w Warszawie przez Pol. Tow. Astronautyczne.

**

„Postępy Astronomii”, kwartalnik poświęcony upowszechnianiu wiedzy astr. na poziomie wyższym, wyd. od 1953; organ Pol. Tow. Astronomicznego.

**

Poszukiwanie układów planetarnych

Pogląd, że wokół wielu gwiazd krążą planety, liczy już sobie 400 lat. Jako pierwszy wyraził go Giordano Bruno. Z biegiem czasu przekonanie to stawało się coraz powszechniejsze. Długoletnie obserwacje, prowadzone za pomocą coraz potężniejszych teleskopów, pokazały, że Słońce jest obiektem bardzo typowym, jedną z wielu miliardów gwiazd należących do naszej Galaktyki. Skoro więc Słońce obiega dziewięć planet, inne gwiazdy powinny też mieć swoje systemy planetarne.

Poszukiwanie planet jest zajęciem bardzo trudnym i żmudnym. W porównaniu z gwiazdami są to obiekty małe i słabe, dlatego giną w świetle macierzystych słońc. Obecnie jedyną metodą stwierdzenia obecności planety jest wykrycie wpływu, jaki ma ona na gwiazdę, wokół której krąży. Podobnie jak siła grawitacji, wywierana przez gwiazdę, zmusza planetę do obiegu, tak przyciąganie planety powoduje, że gwiazda wykonuje drobne ruchy w przestrzeni. Poszukiwania planet polegają więc na wykryciu niewielkich ruchów gwiazd.

Metody odkrywania planet

Na pozór najprostszą metodą odkrycia planety jest wieloletni pomiar położenia gwiazdy na sferze niebieskiej. Jeżeli okaże się, że gwiazda zakreśla koło lub elipsę, w jej pobliżu musi znajdować się niewidoczny obiekt, czyli planeta. Niestety, metoda ta nie przyniosła dotychczas rezultatów. Mimo że w prasie naukowej co pewien czas pojawiały się doniesienia o dokonanym odkryciu, za każdym razem okazywały się one przedwczesne, gdyż wyznaczony ruch gwiazdy był jedynie błędem pomiaru.

Obecnie do wykrywania planet wykorzystuje się efekt Dopplera. Powoduje on, że sygnały, wysyłane przez obiekt znajdujący się w ruchu, docierają częściej, gdy się do nas zbliża, zaś rzadziej — gdy się oddala. Tak więc odstępy czasu między sygnałami, emitowanymi przez gwiazdę, krążącą pod wpływem grawitacji wywieranej przez planetę, powinny ulegać na przemian wydłużaniu i skracaniu.

Pierwszego dobrze udokumentowanego odkrycia planety dokonał polski uczonek Aleksander Wolszczan. Na początku lat dziewięćdziesiątych astronom ten używał znajdującego się w Arecibo na wyspie Puerto Rico największego na świecie radioteleskopu (o średnicy anteny przekraczającej 300 metrów). Wolszczan obserwował pulsary — niezwykle gęste obiekty, powstające w trakcie wybuchów supernowych. W wybuchach tych kończą żywot gwiazdy o masach większych niż 8 mas Słońca. Pulsary wysyłają ukierunkowane wiązki promieniowania radiowego. Ponieważ obiekty te szybko wirują, wiązki omiatają niebo niczym reflektory latarni morskiej. Gdy strumień promieniowania trafia w Ziemię, detektory fal radiowych rejestrują krótki puls — stąd wzięła się nazwa tych gwiazd.

Zwykle pulsy, emitowane przez pulsary, docierają do nas w bardzo regularnych odstępach czasu. Wolszczan zauważył jednak, że w przypadku obiektu o nazwie katalogowej PSR 1257+12 odstępy ulegają na przemian skróceniu i wydłużeniu. Jediną sensowną interpretacją tego zjawiska jest działanie efektu Dopplera. Pulsar PSR 1257+12 musi więc wykonywać drobne ruchy pod wpływem grawitacji, wywieranej przez niewidoczne ciało. Z dokładnej analizy, jaką Wolszczan przeprowadził wspólnie ze współpracownikiem Dalem Frailem, wynikało, że pulsara obiegają dwie planety o masach nieco większych od masy Ziemi. Ich okresy obiegu wynoszą odpowiednio 66,5 i 98,2 dnia (późniejsze obserwacje wykazały, że w układzie znajduje się jeszcze trzecia planeta, a zapewne i czwarta).

Planety odkryte przez Wolszczana muszą różnić się znacznie od planet naszego Układu Słonecznego. Musiały powstać już po narodzinach pulsara, w przeciwnym bowiem razie zostałyby zniszczone przez wybuch supernowej. Są to zatem obiekty bardzo młode (wiek najstarszych pulsarów wynosi zaledwie kilka milionów lat). Uformowały się zapewne z fragmentów rozerwanej otoczki gwiazdy, która wybuchła. Pierwszego odkrycia planety, obiegającej zwykłą gwiazdę, dokonali w 1995 roku Michael Mayor i Didier Queloz z Obserwatorium Genewskiego. Astronomowie ci zauważyli, że widmo światła, emitowanego przez gwiazdę 51 Pegasi, regularnie się zmienia. Występujące w nim linie absorpcyjne ulegają niewielkim periodycznym przesunięciom. Linie absorpcyjne mają ściśle określoną długość fali, a ich przesunięcie się oznacza, że fala ta ulega skróceniu bądź wydłużeniu. Przyczyna musi leżeć w efekcie Dopplera, który zmniejsza obserwowaną długość fali, gdy emitujące ciało zbliża się do nas, a zwiększa, gdy obiekt się oddala. Tak więc wokół 51 Pegasi krąży planeta, a jej przyciąganie wywołuje drobne ruchy gwiazdy, które można pośrednio dostrzec w zmianach jej widma.

Planeta, obiegająca 51 Pegasi, zapewne przypomina Jowisza, gdyż ma zbliżoną masę. (W rzeczywistości z pomiaru przesunięć linii widmowych możemy wydedukować jedynie minimalną masę planety, nie znamy bowiem nachylenia płaszczyzny orbity do kierunku patrzenia. Taki sam efekt wywoła stosunkowo lekkie ciało, krążące w płaszczyźnie równoległej do kierunku widzenia, jak i znacznie cięższe, poruszające się po orbicie nachylonej pod dużym kątem). W odróżnieniu od

Jowisza musi jednak panować na niej bardzo wysoka temperatura. Jej okres obiegu wynosi 4,2 dnia. Z prawa Keplera wynika, że znajduje się ona w odległości zaledwie 0,05 jednostki astronomicznej.

Po odkryciu astronomów z Genewy nastąpiły kolejne. Obecnie znamy ponad 60 planet pozasłonecznych, w tym kilka w układach wielokrotnych. Znajduje się je, stosując tę samą metodę co Mayor i Queloz, tzn. szukając okresowych zmian długości fali linii w widmach promieniowania gwiazd. Może ona jednak budzić pewne kontrowersje, jest bowiem metodą pośrednią. W takich wypadkach zawsze pojawia się wątpliwość, czy jakiś inny, nieznan proces fizyczny nie wywołuje obserwowanego efektu. Jest to niezwykle mało prawdopodobne, ale — przynajmniej w zasadzie — możliwe.

Na szczęście udało się zdobyć niezależne potwierdzenie, że rzeczywiście mamy do czynienia z planetami. Jeżeli patrzymy na orbitę „z boku”, planeta w swoim ruchu musi co pewien czas przesunąć się przed tarczą gwiazdy, zasłaniając pewną jej część. W tym momencie obserwowana jasność gwiazdy trochę zmaleje. Następuje tzw. zaćmienie gwiazdy. Co prawda ustawienia orbit w przestrzeni są przypadkowe i większość z nich widzimy pod niewłaściwymi kątami, aby obserwować zaćmienia, ale przynajmniej w niektórych przypadkach efekt ten powinno się zauważyć. I rzeczywiście, okazało się, że gwiazda HD 209458, przy której wcześniej odkryto planetę (analizując zmiany jej widma), uległa niewielkiemu zaćmieniu w dokładnie przewidzianej chwili. W ten sposób uzyskano dowód, że zmiany w widmie gwiazdy wywołane są przez niewidoczne ciało, a nie przez jakiś nieznan efekt.

Pierwsze odkrywane planety przypominały glob krążący wokół 51 Pegasi, tzn. były bardzo ciężkie (o masie podobnej do masy Jowisza) i znajdowały się blisko macierzystych gwiazd. Spowodowane jest to faktem, że takie ciała najsilniej „trzęsą” gwiazdami i ich wpływ na widmo promieniowania jest największy. Astronomowie rozwinęli jednak swoje metody badawcze i zaczęli odkrywać planety trzy- lub czterokrotnie lżejsze. Na razie ich masa jest nadal zbyt duża, by były to skaliste obiekty typu ziemskiego. Znamy też planety, które krążą w znacznym oddaleniu od gwiazd. Gwiazdę e Eridani obiega planeta w odległości 3,4 razy większej od odległości Ziemi od Słońca. Jeżeli — jak to wynika z jej masy — jest podobna do Jowisza, może być otoczona przez system księżyców. Niewykluczone, że na powierzchni tych kamiennych ciał (o ile istnieją!) panują warunki odpowiednie do powstania ciekłej wody, a więc i życia. Niestety, stwierdzenie obecności księżyców poza Układem Słonecznym przekracza możliwości obecnych (a zapewne i przyszłych) badań.

Projektowane eksperymenty

Oczywiście wszyscy z niecierpliwością czekają na odkrycie planety przypominającej Ziemię. Nie da się tego uczynić za pomocą istniejących instrumentów astronomicznych, ich dokładność jest bowiem niewystarczająca. W ciągu najbliższych kilkunastu lat sytuacja powinna ulec istotnej poprawie. W fazie projektowania znajduje się kilka eksperymentów, które znacznie zwiększą precyzję badań. Aparatura wysłana w kosmos pozwoli znacznie ograniczyć błędy wyznaczania pozycji gwiazd na niebie, co pozwoli wreszcie wykrywać ich drobne ruchy, wywołane przyciąganiem planet. Amerykańska Agencja Lotnictwa i Przestrzeni Kosmicznej (NASA) rozważa możliwość umieszczenia na orbicie

okołosłonecznej teleskopu, który przez cztery lata ma monitorować sto tysięcy gwiazd. Będzie on wypatrywać niewielkich, powtarzających się periodycznie pociemnień światła, wywołanych zaćmieniami gwiazd przez planety. Z długości trwania i głębokości zaćmienia będzie można wydedukować rozmiar planety. Być może najciekawszy z projektów opracowywany jest przez Europejską Agencję Kosmiczną i nosi kryptonim Darwin. Dzięki Darwinowi będzie można bezpośrednio zobaczyć planety, nawet tak małe jak Ziemia czy Mars. Do tego celu wykorzystana zostanie metoda, zwana interferometrią podczerwoną, która pozwoli „wyłączyć” światło gwiazdy, przyćmiewające promieniowanie planety. Analizując widmo tego promieniowania, będzie można wyciągnąć wnioski o warunkach panujących na planecie. Występowanie w widmie linii absorpcyjnych dwutlenku węgla świadczyć będzie o istnieniu atmosfery. Jeżeli na planecie rozwija się roślinność, powinno się zaobserwować silne linie tlenu, gdyż to właśnie rośliny uwalniają ten gaz do atmosfery. W ten sposób można będzie ocenić, czy na planecie istnieje życie.

Michał Czerny

**

potas, K, *kalium*, pierwiastek chem. o liczbie atomowej 19;

Symbol: K

Nazwa łacińska: Kalium

Liczba atomowa: 19

Pierwiastek promieniotwórczy: nie

Grupa układu okresowego pierwiastków: 1 — litowce

Odkrycie: 1807

Odkrywca: Davy Humphry Bartholomew

względna masa atomowa 39,0983; p. należy do grupy **litowców**; jest to srebrzystobiały, miękki, lekki metal; temperatura topnienia 63,25°C, temperatura wrzenia 760°C, gęstość 0,86 g/cm³; bardzo aktywny chemicznie; musi być przechowywany bez dostępu powietrza (pod warstwą parafiny lub nafty, w atmosferze gazu obojętnego albo w próżni); w wilgotnym powietrzu gwałtownie utlenia się (potasu tlenki); energicznie reaguje z wodą (zapala się) i kwasami, wydzielając wodór i tworząc, odpowiednio, wodorotlenek potasu lub sole potasowe; ma właściwości silnie redukujące; występuje na I stopniu utlenienia; lotne sole potasu barwią płomień na kolor fioletoworóżowy. W przyrodzie bardzo rozpowszechniony; występuje tylko w stanie związanym; najważniejszymi minerałami potasu są m.in.: skalenie potasowe (ortoklaz, mikroklin), muskowitz, sylwin, kainit, karnalit, polihalit, nitrokaliit (saletra potasowa); związki p. występują też w wodzie morskiej. P. jest nieodzownym do prawidłowego rozwoju składnikiem organizmów roślinnych i zwierzęcych; makroelement — w organizmie człowieka jon K⁺ (z jonami sodu i chloru) utrzymuje prawidłowe ciśnienie osmotyczne, bierze udział w przewodnictwie impulsów elektrochem. w komórce, jest niezbędny do prawidłowego funkcjonowania nerwów i mięśni, aktywuje wiele enzymów. Potas otrzymuje się przez elektrolizę stopionego wodorotlenku lub chlorku potasu. Metaliczny p. jest używany gł. jako reduktor w syntezie org., do pokrywania wnętrza fotokomórek, w postaci ciekłego stopu z sodem jako chłodziwo w reaktorach jądrow.; naturalny promieniotwórczy izotop potasu ⁴⁰K jest wykorzystywany w badaniach chem., biol., także w geochronologii; szerokie zastosowanie mają związki potasu (np. jako nawozy, w przemyśle szklarskim, mydlarskim, materiałów wybuchowych, w lecznictwie). Potas po raz pierwszy otrzymał 1807 H.B. Davy.

**

Powierzchnia pozorna

W pobliżu horyzontu Księżyc i Słońce wydają się większe niż wtedy, gdy są wysoko na niebie. „Wydają się” — bo nawet prosty pomiar przekonuje, że rozmiary kątowe są takie same. Jest to związane z naszą błędną oceną odległości — przedmiot będący w takiej samej odległości od nas ocenimy jako bardziej odległy, jeśli będzie w pobliżu horyzontu niż wtedy, gdy będzie wysoko. Jeśli jest bardziej odległy, to przy tych samych rozmiarach kątowych ocenimy go jako większy.

Dlaczego przedmioty położone w pobliżu horyzontu odbieramy jako bardziej odległe? Być może dlatego, że mamy z czym je porównywać.

Andrzej Branicki

**

Powstawanie struktury Wszechświata

Mechanizm powstawania struktury, czyli wyodrębnionych obiektów we Wszechświecie nie został do końca poznany. Większość teorii opiera się na hipotezie niestabilności grawitacyjnej, to znaczy postuluje, że małe, przypadkowe zagęszczenia materii, ulegają wzmocnieniu na skutek własnej grawitacji. Przyciąganie grawitacyjne powoduje wzrost ilości materii w obszarach o początkowo wyższej gęstości i odpływ materii z obszarów rzadszych. Obserwacje mikrofalowego promieniowania tła potwierdzają spełnienie koniecznego warunku o słuszności omawianych teorii. Już w sto tysięcy lat po Wielkim Wybuchu we Wszechświecie obecne były obszary o gęstości nieco wyższej i nieco niższej od średniej. Rysunki pokazują skupianie się materii w największych skalach przestrzennych, rzędu kilkudziesięciu milionów lat świetlnych. Każdy z uwidocznionych punktów symbolizuje obszar, w którym zawarta jest masa odpowiadająca setkom miliardów gwiazd. Różne obserwacje astronomiczne pokazują, że nie cała materia Wszechświata wchodzi w skład świecących obiektów, takich jak gwiazdy, czy ich układy — galaktyki. Oprócz tego we Wszechświecie znajduje się jeszcze tzw. ciemna materia. Wiadomo, że jest ona obecna w galaktykach i gromadach galaktyk. W celu uproszczenia zaznaczamy jej obecność oddzielnymi, ciemnymi punktami. Obserwacje masywnych galaktyk pokazują, że powstały one w parę miliardów lat po Wielkim Wybuchu. Wcześniejsze zagęszczenie materii, o masie setki milionów razy większej od masy Słońca staje się galaktyką, gdy powstaną w nim gwiazdy. Ten mechanizm również opiera się na niestabilności grawitacyjnej, ale działającej w mniejszej skali.

Scenariusz: M. Jaroszyński

**

Powstawanie Układu Słonecznego

Około 4,7 mld lat temu powoli wirujący obłok gazowo-pyłowy zaczął się zapadać grawitacyjnie tworząc w centralnej części zgęszczenie — protosłońce. Gdy temperatura wewnątrz zgęszczenia osiągnęła 10 mln stopni protosłońce rozblęskło stając się Słońcem, wokół którego utworzył się wirujący dysk protoplanetarny.

W dysku protoplanetarnym zachodził proces kondensacji pyłu. Bliżej Słońca, gdzie temperatura była wysoka, mogły kondensować tylko pierwiastki i związki cięższe. Dalej, w zimniejszych rejonach, dodatkowo kondensowały w postaci lodu związki lotne.

Unoszące się w gazie pyłki łączyły się ze sobą tworząc większe ziarna. Ziarna opadały do warstwy centralnej dysku, gdzie powstawała coraz gęstsza warstwa pyłowa.

Gdy osiągnęła ona gęstość krytyczną stała się niestabilna i uległa rozpadowi na wiele fragmentów. Zgęszczenia pyłowe krążyły wokół Słońca. Napotykając na siebie łączyły się zwiększając swą masę. Przy dostatecznie dużej masie zapadały się grawitacyjnie tworząc stałe bryły — planetezymale.

Oddziaływania grawitacyjne między planetezymalami powodowały zaburzenia ich orbit oraz zderzenia. Planetezymale mogły łączyć się ze sobą, gdy ich prędkości względne były małe. Największe ciała najszybciej wyłapywały mniejsze planetezymale stając się zarodkami planet. W tym czasie Słońce weszło w fazę T Tauri i rozpoczął się proces wymiatania gazu z dysku. Jądra planet wielkich położonych dalej od Słońca zdążyły wychwycić część gazu stając się planetami gazowymi.

Scenariusz: Z. Czechowski

**

pozyton, e^+ , **elektron dodatni**, cząstka elementarna zaliczana do grupy leptonów; elektron o ładunku dodatnim, równym $1,602176462 \cdot 10^{-19}C$, masie $9,10938188 \cdot 10^{-31}$ kg i spinie $\hbar/2$ ($\hbar = h/2\pi$, h — stała Plancka); antycząstka elektronu o ładunku ujemnym (negatonu). P. powstają w wyniku rozpadu promieniotwórczego beta (β^+) jąder atomowych, podczas kreacji par przez kwanty γ o wielkiej energii oraz w wyniku rozpadu mionów μ^+ i niektórych cięższych cząstek elementarnych. Swobodny p. jest cząstką trwałą. Przenikając przez materię łączy się z elektronem, co prowadzi do zjawiska anihilacji par. W akceleratorze LEP wykorzystywano wysokoenerget. przeciwbieżne wiązki elektronów i p. do produkcji bozonów cechowania (pośredniczących) Z^0 i par W^+W^- , Z^0Z^0 w procesie anihilacji par e^+e^- . Istnienie p. zostało przewidziane przez P.A.M. Diraca jako wynik żądania relatywistycznej niezmienniczości kwantowej teorii elektronu (Diraca równanie). P. został odkryty 1932 przez C.D. Andersona podczas badania składu promieni kosm. w komorze Wilsona, umieszczonej w polu magnetycznym. Niekiedy używa się też nazwy „pozytron”.

**

pól prawo, *astr.* termin stosowany niekiedy na określenie II prawa Keplera.

**

północ, jedna ze \rightarrow stron świata.

**

północ, moment kulminacji dolnej Słońca; **północ prawdziwa**, moment kulminacji dolnej Słońca prawdziwego, **północ średnia**, moment kulminacji dolnej słońca średniego; północ czasu strefowego jest średnią północą środkowego południka strefy.

**

Praesepe, **Żłóbek**, M 44, NGC 2632, gromada otwarta w gwiazdozbiornie Raka; widoczna gołym okiem w postaci mglistej plamki; ma jasność $3,^m9$ i jest

najjaśniejszym obiektem w gwiazdozbiornie Raka; rozmiary kątowe P. wynoszą 420', a rzeczywista średnica ok. 64 lat świetlnych.

**

prapagórek, w religii staroż. Egiptu mityczna wyspa, pierwszy fragment lądu, który się wyłonił z wód praoceanu Nu na początku procesu stworzenia świata, także miejsce narodzin słońca; wg różnych koncepcji prapagórek sam był formą Stwórcy (Ptah-Tatenen, Ptah) albo stanowił miejsce, na którym on się objawiał (**Atum**).

**

Prażmowski ADAM, ur. 15 III 1821, Warszawa, zm. 15 II 1885, Ville d'Array k. Paryża, pierwszy astrofizyk polski; 1839–63 adiunkt warsz. obserwatorium astr.; prowadził pionierskie prace z zakresu obserwacji Słońca; obserwował zaćmienia Słońca 1851 i 1860 oraz zbadał właściwości fiz. korony słonecznej, stwierdził (1860) istnienie polaryzacji światła korony słonecznej; udoskonalił celostat; 1863 przeniósł się do Paryża, gdzie pracował jako konstruktor instrumentów opt.; prezes emigr. Pol. Tow. Nauk Ścisłych.

**

precesja [fac.], *mech.* jeden z ruchów składowych bryły sztywnej poruszającej się wokół nieruchomego punktu; p. jest to ruch osi obrotu własnego bryły, zachodzący wokół ustalonej nieruchomej osi. Jeśli bryła sztywna o symetrii obrotowej, wirująca wokół osi symetrii (bąk, żyroskop), jest zamocowana w środku ciężkości, a wypadkowy moment sił (działających na bryłę) względem punktu zamocowania jest równy 0, to bryła ta wykonuje p. **regularną**, w której oś symetrii bryły zatacza ze stałą prędkością kątową stożek obrotowy, zw. **stożkiem** p., wokół kierunku momentu pędu. P. takiej samej bryły, ale zamocowanej w punkcie nie będącym środkiem ciężkości, jest p. **nieregularną** i zachodzi wokół kierunku siły grawitacji; p. nieregularnej towarzyszą zawsze drgania nutacyjne (nutacja). W fizyce kwantowej odpowiednikiem p. bąka w polu grawitacyjnym jest precesja Larmora. P. osi Ziemi wywołana oddziaływaniem Księżyca i Słońca (tzw. p. **lunisolarna**) oraz planet (tzw. p. **planetarna**) na niesferyczną bryłę Ziemi powoduje przemieszczanie biegunów świata wokół biegunów ekliptyki. Zjawisku temu towarzyszy przesuwanie się punktu równonocy wiosennej po ekliptyce w kierunku przeciwnym niż Słońce o ok. 50",26 w ciągu roku. Pełny stożek precesyjny osi Ziemi zakreśla w ciągu 25 700 lat.

**

Prekambr. Ewolucja skorupy ziemskiej i klimat

Prekambr — okres dziejów Ziemi przed kambrem — obejmuje dwa eony: archaik i proterozoik. Za jego początek przyjmuje się czas powstania pierwszej skorupy ziemskiej — około 4,5 mld lat temu, zaś koniec nastąpił 570 mln lat temu. Prekambr obejmuje zatem ponad 85% dziejów Ziemi.

Na początku prekambriu istniała już pierwotna skorupa ziemska — cienka, licząca zaledwie kilka kilometrów grubości, zbudowana ze skał zasadowych i ultrasasadowych. Była ona bardzo niestabilna, ponieważ prądy konwekcyjne wciągały ją do górnego płaszczka, gdzie ulegała przetapianiu. Na powierzchnię szeroko wylewały się lawy. W wyniku niszczenia skał pierwotnej skorupy oraz pojawienia się hydrosfery powstały pierwsze osadowe skały okrucowe, które wraz ze skałami magmowymi ulegały przetapianiu i przeobrażaniu. Z czasem, w wyniku

różnicowania się magmy, zaczęły powstawać pierwsze skały obojętne, a później skały magmowe kwaśne, tworząc w skorupie pierwsze segmenty kontynentalne — mikrokontynenty. Z tego to okresu pochodzą najstarsze znane obecnie skały na Ziemi, liczące około 4 mld lat.

Na okres 3,5–2,7 mld lat temu przypada dalsze powiększanie się skorupy kontynentalnej i podział skorupy na segmenty oceaniczne i kontynentalne. Powiększanie się obszarów kontynentalnych następowało w wyniku przyrastania do jąder kontynentów nowych, młodszych fragmentów, składających się z gnejsów i zieleńców. Było to związane z procesami zachodzącymi w strefach subdukcji znajdujących się na skraju ówczesnych kontynentów, co w konsekwencji prowadziło do powstawania różnowiekowych łańcuchów górskich. W młodszym proterozoiku w obniżeniach fundamentu krystalicznego utworzyły się baseny, w których powstawały różnorodne skały osadowe, głównie okruczowe: zlepieńce, piaskowce (w tym piaskowce żelaziste — jaspility), szarogłazy, łupki ilaste. W zbiornikach morskich, w wyniku działalności sinic tworzyły się wapienie (m.in. wapienie stromatolitowe) i dolomity.

Na obrzeżach kratonów następowało dalsze przyrastanie skorupy kontynentalnej w wyniku tworzenia się łańcuchów górskich zbudowanych z silnie zmetamorfizowanych i pociętych intruzjami skał magmowych różnorodnych osadów okruczowych i węglanowych. Powiększające się bloki kontynentalne w wyniku ruchu płyt litosfery przemieszczały się, a pod koniec prekambriu połączyły się na krótko w jeden superkontynent zwany Pangeą.

W skałach osadowych prekambriu w różnych rejonach Ziemi zapisane są niekiedy informacje o ówczesnym klimacie i jego zmianach. Odzwierciedleniem klimatu suchego i gorącego są osady pochodzenia chemicznego oraz niektóre osady lądowe (piaskowce, mułowce, łupki) o barwach czerwonych i pstrych. Klimat ciepły i wilgotny zaznaczył się powstaniem wapieni stromatolitowych. Bardzo wyraźnie zapisane są w skałach dowody na istnienie zlodowaceń w prekambriu. O obecności lądolodów świadczą tillity (kopalne gliny zwałowe). Znanych jest ponad 300 miejsc występowania prekambryjskich tillitów, położonych na różnych szerokościach geograficznych. Znane są też skały osadowe powstałe w rezultacie topnienia gór lodowych w oceanie, a także osady fluwioglacjalne. Zlodowacenia prekambryjskie trwały znacznie dłużej niż zlodowacenia młodsze. Główne kompleksy skał powstałych w wyniku działalności lądolodów stwierdzono w paleoproterozoiku (2,3–2,2 mld lat temu) oraz w neoproterozoiku (0,96–0,6 mld lat temu).

Włodzimierz Mizerski

**

Prekambr. Początki życia

Życie na Ziemi powstało w zbiornikach wodnych i jest wynikiem ewolucji materii, z której zbudowana była pierwotna skorupa ziemska, atmosfera i hydrosfera, zachodzącej pod wpływem potężnych i różnorodnych źródeł energii (m.in. ciepło Ziemi, wyładowania atmosferyczne, promieniowanie kosmiczne). Najstarsze ślady życia, zachowane jako skamieniałości i trudne do interpretacji, to pojedyncze komórki utożsamiane z bakteriami i sinicami (*Procaryota*), stwierdzone w skałach o wieku 3,8 mld lat (seria Isua, NW Grenlandia). Różnicowały się one powoli przez cały prekambr. Niektóre z nich miały zdolność do budowania struktur wapiennych w postaci mat i słupów z cienkimi warstewkami przyrostowymi. Struktury te, zwane

stromatolitami, są stosunkowo liczne w prekambrze, a znane są też współcześnie. Najstarsze z nich mają około 3,5 mld lat i pochodzą z rejonu Pilbara w północno-zachodniej Australii; częściej są one natomiast spotykane w skałach proterozoiku wszystkich kontynentów (masowy rozwój formacji stromatolitowych rozpoczął się około 2,8 mld lat temu i trwał niemal do końca proterozoiku, tj. do około 0,6 mld lat temu).

Około 1,5 mld lat temu pojawiły się pierwsze *Eucaryota* — organizmy o komórkach zawierających jądro i organelle. Miały one kulisty kształt i często liczne wyrostki na powierzchni. Były to najprawdopodobniej organizmy planktoniczne. Nazwano je akritarchami. Najstarsze z nich stwierdzono w Amelia Dolomite w Australii. Około 700 mln lat temu w zbiornikach wodnych wyodrębniły się na drodze ewolucji pierwsze organizmy tkankowe. Za najciekawsze i najważniejsze stanowisko kopalnych organizmów tkankowych uważa się rejon Ediacara w południowej Australii, od nazwy którego pochodzi nazwa tych organizmów, zwanych fauną z Ediacara. W grubej formacji piaskowców występuje kilka poziomów ze szczególnie licznymi i dobrze zachowanymi skamieniałościami. Opisano stamtąd formy meduzopodobne, zbliżone do koralowców ośmiopromiennych, przodków pierścienic i stawonogów.

Bujny i gwałtowny rozwój życia organicznego pod koniec eonu proterozoicznego związany jest prawdopodobnie ze zwiększeniem się ilości tlenu w atmosferze ziemskiej. O ile w środkowej części eonu archaicznego było zaledwie około 0,1% tlenu, to około 700 mln lat temu jego zawartość wzrosła do około 1%. Wolny tlen w atmosferze pojawił się w wyniku działalności glonów zdolnych do fotosyntezy (a tym samym i do produkcji tlenu), a atmosfera zmieniała stopniowo swój charakter z redukcyjnego na utleniający.

Włodzimierz Mizerski

**

prędkość kosmiczna, prędkość, jaką trzeba nadać ciału, aby nie spadło z powrotem na Ziemię lub inne ciało niebieskie, z którego zostało wyrzucone. **Pierwsza prędkość kosmiczna** (tzw. prędkość kołowa) jest najmniejszą prędkością, jaką należy nadać ciału względem środka masy przyciągającego je ciała niebieskiego w kierunku równoległym do jego powierzchni, aby dane ciało stało się sztucznym satelitą tego ciała niebieskiego. Wartość pierwszej prędkości kosmicznej jest różna dla różnych ciał niebieskich, zależy od ich masy, a także od odległości od środka masy ciała (czyli także od odległości od jego powierzchni); w pobliżu Ziemi (pomijając wpływ atmosfery) pierwsza prędkość kosmiczna wynosi ok. 7,9 km/s. W praktyce ze względu na występowanie atmosfery obiekt może utrzymać się na orbicie kołowej dopiero na wysokości ponad 100 km; na tej wysokości prędkość kołowa jest nieco mniejsza i wynosi 7,8 km/s. Zwykle podaje się wartość pierwszej prędkości kosmicznej odpowiadającą oddaleniu od środka masy, równemu średniemu promieniowi danego ciała niebieskiego. **Druga prędkość kosmiczna** (tzw. prędkość paraboliczna), zwana też **prędkością ucieczki**, jest najmniejszą prędkością początkową, jaką należy nadać ciału znajdującemu się w pobliżu innego ciała niebieskiego, aby (przy braku działania innych sił poza siłą ciężenia) przewyciężyło ono na zawsze pole siły przyciągania tegoż ciała i po wejściu na orbitę paraboliczną mogło się od niego oddalić. Wartość drugiej prędkości kosmicznej również zależy od masy i odległości od środka ciała przyciągającego; za wartość charakteryzującą drugą prędkość kosmiczną przyjmuje się wartość odpowiadającą oddaleniu od środka ciała przyciągającego, równemu jego średniemu promieniowi. Dla Ziemi —

tuż przy jej powierzchni — druga prędkość kosmiczna wynosi 11,2 km/s. **Trzecia prędkość kosmiczna** jest najmniejszą prędkością początkową, przy której ciało (np. statek kosmiczny), rozpoczynając ruch w pobliżu planety lub innego ciała Układu Słonecznego, przewycięży przyciąganie całego Układu (w szczególności Słońca) i go opuści; jest to prędkość w praktyce odpowiadająca prędkości ucieczki względem Słońca. Prędkość ta przy powierzchni Ziemi wynosi ok. 42 km/s, lecz wobec jej ruchu obiegowego wokół Słońca wystarczy przy starcie z jej powierzchni w kierunku zgodnym z tym ruchem nadać obiektowi prędkość 16,7 km/s, by opuścił on Układ Słoneczny. **Czwarta prędkość kosmiczna** jest najmniejszą prędkością, której osiągnięcie umożliwi opuszczenie na zawsze Galaktyki. W okolicach Słońca (Układu Słonecznego) prędkość ta wynosi ok. 350 km/s, lecz, wykorzystując fakt ruchu Słońca dookoła środka Galaktyki, wystarczy obiektowi nadać prędkość tylko ok. 130 km/s w kierunku zgodnym z kierunkiem ruchu obiegowego Słońca względem centrum Galaktyki, by mógł on ją opuścić.

**

Procjon, najjaśniejsza gwiazda w gwiazdozbiore Małego Psa; → [Procyon](#).

**

Procyon, Procjon, α *Canis Minoris*, najjaśniejsza gwiazda w gwiazdozbiore Małego Psa;

Oznaczenie: α Canis Minoris

Rodzaj obiektu: gwiazda podwójna

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; [Mały Pies](#)

Współrzędne i odległość od Ziemi: Procyon A rektascensja: 7^h 39^m 18^s

deklinacja: 5° 14' 11,4 l.św. = 3 pc = 720 936 AU, Procyon B rektascensja: 7^h 39^m 19^s

deklinacja: 5° 15' 11,4 l.św. = 3 pc = 720 936 AU

Typ widmowy i klasa jasności: F5IV (Procyon A), A4VII (Procyon B)

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej:

+2,63^m (Procyon A), +13^m (Procyon B)

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: +0,38^m (Procyon A), +10,7^m (Procyon B)

Temperatura efektywna: temperatura składników układu lub gwiazdy pojedynczej: Procyon A — 6500 K, Procyon B — 7700 K

odległa od Ziemi o 11,4 lat świetlnych; Procyon jest gwiazdą podwójną; jaśniejszy składnik ma typ widmowy F5 IV-V, jasność widomą 0,38^m, temperaturę efektywną 6500 K i jest podobnym 8 razy jaśniejszym od Słońca.

**

Prognoz, seria 10 sowieckich sztucznych satelitów Ziemi; wysłane przez ZSRR i wyniesione 1972–85 przy użyciu rakiety nośnej Sojuz (z dodatkowym 4. stopniem) na silnie eliptyczne orbity okołoziemskie, miały za zadanie prowadzenie obserwacji fotometrycznych i spektroskopowych promieniowania słonecznego w zakresie promieniowania γ , rentgenowskiego i ultrafioletowego, badań właściwości strumieni cząstek wiatru słonecznego oraz ich oddziaływań z pobliskim ośr. międzyplanetarnym i magnetosferą Ziemi, pomiarów wysokoenerg. cząstek pochodzenia galaktycznego i słonecznego, rejestracji natężenia pól magnetycznych i elektrycznych w stratosferze Ziemi i ich fluktuacji.

**

Progress, seria sowieckich bezzałogowych statków kosmicznych jednorazowego użytku, wynoszonych rakieta Sojuz i przeznaczonych do dostarczania na stacje orbitalne paliwa, wody, tlenu, aparatury oraz wszelkich innych potrzebnych materiałów. W 1978 Progress odbył pierwszy lot (do stacji kosmicznej Salut 6); 1989 pierwszy lot do stacji kosmicznej Mir odbył statek w nowej wersji — Progress-M. Na potrzeby zaopatrywania [Międzynarodowej Stacji Kosmicznej](#) skonstruowano kolejną wersję Progressa — Progress-M1 (ładowność ok. 3200 kg), który 2000 odbył pierwszy lot. Progress składa się z hermetyzowanego przedziału ładunkowego, z którego kosmonauci ręcznie przenoszą ładunek na stację kosmiczną, a następnie wypełniają go zużytym sprzętem i odpadkami, oraz z niehermetyzowanego przedziału — zawierającego paliwo oraz wodę, powietrze i tlen — którego ładunek jest przetaczany do zbiorników stacji kosmicznej. Progress pozostaje połączony ze stacją kosmiczną do czasu przybycia następnego statku transportowego, kiedy jest odłączany i wprowadzany w gęste warstwy atmosfery w celu zniszczenia.

**

prom, statek wodny do przewozu ludzi, towarów oraz środków transp.: 1) promy **śródlądowe** (z własnym napędem lub przeciągane wzdłuż liny) łączą brzegi rzek, kanałów; 2) promy **morskie** (pasażersko-samochodowe, kol.-samochodowe) — odmiana statków pasażerskich (kabiny, bary, restauracje itp.); załadunek i wyładunek pojazdów ułatwiają wrota dziobowe i rufowe.

**

prom kosmiczny, używana pot. nazwa → [wahadłowca](#).

**

Prometeusz, *astr.* księżyc Saturna; trzeci, licząc wg rosnącej odległości od planety.

**

promieniotwórczość, radioaktywność, *fiz.* samorzutna przemiana jednego jądra atomowego (nuklidu) w inne, której towarzyszy emisja promieniowania jądrowego; emitowanymi cząstkami promieniowania mogą być: elektron i antyneutrino lub pozyton i neutrino (w wyniku tzw. rozpadu β), jądro helu (rozpad α), neutrino (wychwyt elektronu), foton (tzw. rozpad γ), nukleon (rozpad protonowy), cięższe jądro, np. ^{14}C (rozpad egzotyczny); w pewnych wypadkach może nastąpić rozpad jądra na fragmenty (najczęściej 2), zwykle o porównywalnych masach i ładunkach (tzw. rozszczepienie jądra atomowego); promieniotwórczość naturalną odkrył A.H. Becquerel, sztuczną — I. i F.J. Joliot-Curie.

**

promieniowanie alfa, promieniowanie α , rodzaj promieniowania wysyłanego przez promieniotwórcze jądra atomowe ([promieniotwórczość](#)); składa się z cząstek α (jąder helu).

**

promieniowanie beta, promieniowanie β , jeden z rodzajów promieniowania wysyłanego przez promieniotwórcze jądra atomowe ([promieniotwórczość](#)); składa się z elektronów.

**

promieniowanie gamma, promieniowanie γ , *fiz.* krótkofalowe promieniowanie elektromagnetyczne o długości fal na ogół mniejszej od 10^{-11} m, emitowane przez promieniotwórcze lub wzbudzone jądra atomowe podczas przemian jądrowych (**promieniotwórczość, reakcja jądrowa**), a także powstające przy **anihilacji par**, rozpadzie mezonów π^0 , hiperonów Σ^0 itd.; przy tak małej długości fali ujawniają się szczególnie korpuskularne — fotonowe — cechy promieniowania gamma; energia fotonu $E = h\nu > 0,1$ MeV (h — stała Plancka, ν — częstość promieniowania); promieniowanie gamma ma bardzo dużą zdolność przenikania przez materię; stosowane do celów badawczych, w technice (defektoskopia), medycynie (zwalczanie nowotworów) i in.

**

promieniowanie hamowania, *fiz.* promieniowanie elektromagnetyczne towarzyszące niejednostajnemu ruchowi cząstki naładowanej; maks. energia emitowanego fotonu może być równa całkowitej energii kinet. cząstki; w wypadku hamowania cząstki w substancji promieniowanie hamowania jest spowodowane wzajemnym oddziaływaniem cząstki oraz pola elektrostatycznego jąder i elektronów tej substancji; przykładem tak powstałego promieniowania hamowania jest promieniowanie rentgenowskie o widmie ciągłym; innym rodzajem promieniowania hamowania jest promieniowanie synchrotronowe; emisja promieniowania hamowania zależy gł. od przyspieszenia cząstki (wzrasta wraz ze wzrostem wartości bezwzględnej przyspieszenia) oraz od masy cząstki (maleje odwrotnie proporcjonalnie do kwadratu masy cząstki).

**

promieniowanie jonizujące, *fiz.* promieniowanie elektromagnetyczne (rentgenowskie, γ) i korpuskularne (cząstki α , elektrony, neutrony i in.), które przechodząc przez materię ulega rozpraszaniu lub pochłanianiu, przekazując energię atomom i cząsteczkom ośrodka, przez który przenika (i z którym oddziałuje). Źródłami promieniowania jonizującego są: substancje promieniotwórcze (promieniowanie α , β i γ), reaktory jądrowe, akceleratory cząstek naładowanych oraz medyczna aparatura terapeutyczna i diagnostyczna (akceleratory medyczne, aparaty rentgenowskie, tomografy itp.); promieniowanie jonizujące dociera do powierzchni Ziemi w niewielkich dawkach z przestrzeni kosmicznej i z wnętrza Ziemi; jest powszechnie używane w medycynie do diagnostyki i terapii oraz w przemyśle spożywczym do utrwalania żywności.

Przechodzące przez materię promieniowanie jonizujące ulega rozpraszaniu lub pochłanianiu, czemu towarzyszy przekazywanie energii promieniowania atomom i cząsteczkom ośrodka; może także wywoływać reakcje jądrowe. Ilościową miarą energii przekazywanej ośrodkom jest tzw. wartość LET (ang. *Linear Energy Transfer* 'liniowe przenoszenie energii') wyrażająca średnią wartość energii przekazywanej ośrodkom na jednostkę długości toru cząstki; wartość LET zależy zarówno od właściwości absorbujących ośrodków, np. gęstości elektronów, potencjałów jonizacji, jak również od rodzaju i energii promieniowania. Jakościowe skutki działania promieniowania jonizującego na ośrodek zależą od rodzaju i właściwości promieniowania (energii, masy i ładunku cząstek) oraz od właściwości ośrodka (składu chemicznego, gęstości).

Produktami pierwotnych procesów radiacyjnych zachodzących w wyniku pochłaniania promieniowania jonizującego przez dany ośrodek są swobodne elektrony, jony dodatnie i ujemne, wolne rodniki oraz wzbudzone atomy lub cząsteczki, które wykazują dużą zdolność wchodzenia w reakcje chemiczne. W gazach i cieczach następuje wyrównywanie stężeń produktów reakcji dzięki procesom dyfuzji. W ciałach stałych promieniowanie jonizujące wywołuje powstanie trwałych defektów sieci krystalicznej; uszkodzenia radiacyjne mogą w sposób zasadniczy zmienić właściwości kryształu, np. materiały konstrukcyjne stają się twarde i kruche. W polimerach promieniowanie jonizujące może powodować zszywanie liniowych łańcuchów polimerów, ich degradację, powstawanie wiązań podwójnych lub ich zanikanie; wykorzystuje się to do nadawania polimerom pożądanych właściwości. W organizmach żywych promieniowanie jonizujące — przez zmiany w cząsteczkach — wywołuje efekty radiacyjne w komórkach. Skutki napromienienia mogą być wczesne — w postaci ostrej choroby popromiennej, lub późne — jak zmiany genetyczne, rak, białaczka. Wrażliwość tkanki na promieniowanie jonizujące wzrasta wraz z liczbą zachodzących w niej podziałów komórkowych i jest tym wyższa, im mniejsze jest zróżnicowanie tkanki.

**

promieniowanie kosmiczne, strumień wysokoenergetycznych cząstek docierających do zewnętrznych warstw atmosfery ziemskiej z przestrzeni kosmicznej (promieniowanie kosmiczne pierwotne) bądź też powstałych w wyniku zderzeń tych cząstek z atomami atmosfery (promieniowanie kosmiczne wtórne). Pierwotne promieniowanie kosmiczne, poruszające się z prędkością bliską prędkości światła, składa się głównie z protonów, cząstek α oraz niewielkiej liczby jąder pierwiastków cięższych; energia kinetyczna tych cząstek jest różna: od 10^7 eV do 10^{20} eV, przy czym widmo energii promieniowania kosmicznego jest bardzo strome — liczba cząstek bardzo silnie maleje ze wzrostem energii (znane są nieliczne przypadki cząstek o energii ok. 10^{20} eV i nieco większej). Przypuszcza się, że większość wysokoenergetycznych cząstek promieniowania kosmicznego jest produkowana w wybuchach supernowych, a następnie przyspieszana w niejednorodnym polu magnetycznym Galaktyki; promieniowanie kosmiczne o mniejszych energiach jest związane z gwałtownymi rozbłyskami słonecznymi. Wskutek zderzeń cząstek promieniowania pierwotnego z atomami i cząsteczkami atmosfery zachodzą reakcje jądrowe prowadzące do powstania dużej liczby cząstek wtórnych, które z kolei produkują następne generacje cząstek wtórnych; powstają wówczas kaskady protonów, neutronów, mezonów, elektronów, pozytonów, neutrin, które docierają do powierzchni Ziemi, a także wnikają częściowo pod powierzchnię; oprócz cząstek w reakcjach jądrowych powstają izotopy promieniotwórcze licznych pierwiastków, w tym mający duże znaczenie w przyrodzie izotop węgla ^{14}C (izotopowe datowanie). Na ruch naładowanych elektrycznie cząstek promieniowania kosmicznego wywierają wpływ pola magnetyczne: galaktyk, międzyplanetarne i ziemskie. Wskutek oddziaływania z polem międzyplanetarnym natężenie promieniowania kosmicznego, zwłaszcza jego niskoenergetycznej składowej, zmniejsza się w okresie wzmożonej aktywności słonecznej — **efekt Forbusha**; cząstki promieniowania kosmicznego są wówczas usuwane z przestrzeni międzyplanetarnej przez wiejący silniej wiatr słoneczny. Docierający do Ziemi strumień cząstek, w przybliżeniu jednakowy we wszystkich kierunkach, jest w ziemskim polu magnetycznym odchylany w kierunku obszarów przybiegunowych (**efekt geomagnetyczny**). Skutkiem promieniowania

kosmicznego jest wzrost jonizacji powietrza wraz z wysokością (**efekt barometryczny**). Efekt ten, a zarazem istnienie promieniowania kosmicznego, odkrył 1912 V.F. Hess. Do badania promieniowania kosmicznego pierwotnie używano balonów, obecnie głównie raket, satelitów, samolotów stratosferycznych (KAO) wyposażonych w odpowiednią aparaturę (liczniki scyntylicyjne, komory jonizacyjne, liczniki Czerenkowa i in.). Badania promieniowania kosmicznego przyczyniły się do odkrycia wielu nowych cząstek subjądrowych, m.in.: pozytonu, hiperonów, mezonów, mionów.

**

Promieniowanie mikrofalowe tła

Obserwacje promieniowania elektromagnetycznego w dziedzinie mikrofal (długości fal rzędu 1 mm) pokazują, że ze wszystkich kierunków dociera do nas w tym zakresie promieniowanie o widmie Plancka i temperaturze 2,735 K. Kształt widma jest na tyle dobrze poznany, iż nie ma wątpliwości, że zostało ono wysłane przez materię znajdującą się w równowadze termodynamicznej. Badanie zależności natężenia promieniowania od kierunku pozwala wykryć jego anizotropię dipolową, którą interpretować można jako skutek ruchu obserwatora z prędkością ok. 600 km/s. Stwierdzono też, że względne różnice temperatury promieniowania z kierunków różniących się o kilka do kilkunastu stopni są rzędu 10^{-5} . Rozkład natężenia promieniowania mikrofalowego na niebie jest najsilniejszym obserwacyjnym dowodem izotropii Wszechświata w dużej skali. Promieniowanie mikrofalowe jest jednocześnie dominującą składową promieniowania tła (promieniowanie reliktowe). W każdym metrze sześciennym obecnych jest ok. 400 mln fotonów mikrofalowego promieniowania tła. Oznacza to, że fotony te są dominującą składową Wszechświata z punktu widzenia wszelkich procesów cieplnych — pojemność cieplna materii złożonej z atomów jest zaniedbywalna w skali Wszechświata.

Michał Jaroszyński

**

promieniowanie optyczne, *fiz.* → [światło](#).

**

promieniowanie reliktowe, *astr.* rodzaj promieniowania wypełniającego Wszechświat, → [promieniowanie tła mikrofalowe](#).

**

promieniowanie rentgenowskie, promienie rentgenowskie, promienie X, *fiz.* promieniowanie elektromagnetyczne o fali długości od ok. 0,0001 nm do ok. 100 nm; powstaje w wyniku hamowania cząstek naładowanych przez materię (tzw. promieniowanie hamowania) lub w rezultacie przejścia elektronów w atomach (zjonizowanych w powłoce wewnętrznej, np. przez bombardowanie materii elektronami) z poziomów o wyższej energii na poziomy o energii niższej (tzw. promieniowanie charakterystyczne, rentgenowskie widmo). Źródłem promieniowania rentgenowskiego są różnego rodzaju lampy rentgenowskie, pierwiastki promieniotwórcze, akceleratory cząstek, a także wiele ciał niebieskich ([rentgenowskie źródła](#), *astr.*). Promieniowanie rentgenowskie dzieli się na: **promieniowanie rentgenowskie miękkie**, o większej długości fali, mniej przenikliwe, i **promieniowanie rentgenowskie twarde**, o mniejszej długości fali, bardziej przenikliwe. Podczas przechodzenia przez materię promieniowanie rentgenowskie jest absorbowane i rozpraszane; ulega dyfrakcji, interferencji,

polaryzacji, załamaniu i całkowitemu odbiciu; powoduje zaczernienie emulsji fotograficznej, wywołuje jonizację gazów, fluorescencję i fosforescencję niektórych substancji, reakcje fotochemiczne i zmiany w komórkach organizmów (mutacja); dla oka jest niewidzialne, wykrywa się je i bada m.in. za pomocą ekranu luminescencyjnego, błon fotograficznych, liczników: Geigera–Müllera, scyntylicyjnych, proporcjonalnych. Promieniowanie rentgenowskie jest wykorzystywane m.in.: do celów leczniczych (rentgenodiagnostyka, rentgenoterapia), badania składu chemicznego substancji (rentgenospektralna analiza) oraz badania struktur kryształów (krystalografia rentgenowska, rentgenostrukturalna analiza). Zostało odkryte 1895 przez W.C. Röntgena.

**

promieniowanie tła mikrofalowe, promieniowanie reliktowe, promieniowanie szczątkowe, promieniowanie mikrofalowe wypełniające przestrzeń Wszechświata, a nie pochodzące od gwiazd, galaktyk lub materii rozproszonej; widmo mikrofalowego promieniowania tła jest zgodne z widmem ciała doskonale czarnego o temperaturze 2,73 K (maksimum rozkładu odpowiada fali długości 0,1 cm); charakteryzuje się wysokim stopniem izotropowości; mikrofalowe promieniowanie tła jest prawdopodobnie pozostałością promieniowania, które wypełniało Wszechświat we wczesnych stadiach jego ewolucji. Istnienie promieniowania reliktwego przewidział 1948 G. Gamow (niezależnie hipotezę o istnieniu mikrofalowego promieniowania tła wysunął 1964 R.H. Dicke); 1964 o odkryciu mikrofalowego promieniowania tła donieśli A.A. Penzias i R.W. Wilson. Pierwsze szczegółowe badanie mikrofalowego promieniowania tła przeprowadził wyniesiony na orbitę okołoziemską 1989 amerykański satelita COBE, który m.in. wykrył subtelne odchyłki od idealnej izotropowości tego promieniowania i sporządził pierwszą mapę fluktuacji mikrofalowego promieniowania tła nieba (uzyskane dane miały duże znaczenie dla kosmologii i uwiarygodnienia teorii Wielkiego Wybuchu). Jeszcze dokładniejsze dane uzyskano z obserwacji przeprowadzonych za pomocą satelity MAP: mikrofalowy obraz nieba przedstawiał rozmieszczenie materii we Wszechświecie ok. 400 tysięcy lat po Wielkim Wybuchu; dane z MAP (w połączeniu z wcześniej uzyskanymi wynikami) wskazują, że Wszechświat liczy $13,7 \pm 0,2$ mld lat, a gęstość energii we Wszechświecie jest w ok. 5% związana z materią świecąca oraz w ok. 25% z ciemną materią i w ok. 70% z ciemną energią (stałą kosmologiczną), których natura nie jest wyjaśniona; ważnym wynikiem badań mikrofalowego promieniowania tła przez MAP było także odkrycie polaryzacji mikrofalowego promieniowania tła oraz dowiedzenie, że pierwsze gwiazdy rozbitły nie później niż 400 mln lat po Wielkim Wybuchu.

**

promieniowanie tła rentgenowskie, izotropowe promieniowanie rentgenowskie wypełniające Wszechświat; odkryte 1962 przez R. Giacconiego; emitowane przez aktywne jądra galaktyk (galaktyki aktywne); badane m.in. przez dokonujące przeglądu nieba satelity rentgenowskie: ROSAT (w zakresie miękkiego promieniowania, 0,5–2,0 keV; wyniesiony na orbitę 1990) i Chandra (w szerszym zakresie, 0,5–10 keV; wyniesiony na orbitę 1999).

**

Promieniowanie w atmosferze Ziemi

Widmo promieniowania

Cała energia jaką Ziemia otrzymuje od Słońca i jaką oddaje w kosmos jest energią promieniowania elektromagnetycznego. Zarówno Ziemia, jak i atmosfera modyfikują widmo promieniowania słonecznego. Jest ono odbijane, pochłaniane i emitowane ponownie w innych długościach fal. Bilans promieniowania na powierzchni Ziemi decyduje o temperaturze naszej planety, a obecność atmosfery w zasadniczy sposób wpływa na ten bilans. Słońce jest pierwotnym źródłem energii, niezbędnej dla większości procesów zachodzących na Ziemi. Promieniowanie słoneczne (jego widmo) docierające do górnych warstw atmosfery jest w zasadzie promieniowaniem ciała doskonale czarnego o temperaturze ok. 6000 K. Niemal cała energia tego promieniowania przypada na pasmo widzialne i bliską podczerwień, tzn. długości fal od 0,4 μm do 0,8 μm , z maksimum dla długości fali ok. 0,5 μm .

Stała słoneczna

Ilość energii słonecznej docierającej w jednostce czasu do jednostki powierzchni prostopadłej do kierunku rozchodzenia się promieniowania na górnej granicy atmosfery nazywamy stałą słoneczną, jej wartość wynosi ok. 1370 W/m². Wbrew nazwie wartość stałej słonecznej ulega wahaniom, które są skutkiem zmian odległości Ziemi od Słońca w ruchu po orbicie oraz zmian aktywności Słońca.

Okno atmosferyczne

Wszystkie składniki gazowe atmosfery charakteryzują się widmami absorbcyjnymi i emisyjnymi, tzn. pochłaniają i emitują promieniowanie o pewnych, charakterystycznych dla danego gazu długościach fal. Promieniowanie jest pochłaniane i rozpraszane także przez pyły i aerozole zawieszone w powietrzu oraz kropelki wody i kryształki lodu, z których składają się chmury.

Przedział długości fal, które nieosłabione lub nieznacznie osłabione przechodzą przez niezachmurzoną atmosferę ziemską nazywamy oknem atmosferycznym. Okno to „otwarte” jest dla widzialnego zakresu długości fal. Spośród gazowych składników atmosfery ozon, występujący w minimalnych ilościach, ma szczególne znaczenie.

Wkład gazów śladowych w zmiany temperatury spowodowane efektem cieplarnianym

Gazy śladowe	Przyrost temperatury w °C
Para wodna (i chmury)	+20,6
Dwutlenek węgla	+7,2
Ozon	+2,4
Podtlenek azotu	+1,4
Metan	+0,8
Freony	<0,08
Razem	32,2

Pochłanianie jest szkodliwe dla zdrowia i życia promieniowanie ultrafioletowe. Największa jego koncentracja, tzw. warstwa ozonowa występuje na wysokości od 15 km do 50 km z maksimum na wysokości ok. 20 km.

Promieniowanie, które dotrze do powierzchni Ziemi jest przez nią częściowo pochłaniane, a częściowo odbijane. Około 30% energii promieniowania słonecznego padającego na górną granicę atmosfery ulega odbiciu od układu Ziemia–atmosfera. Wielkość ta wyrażona w postaci ułamka (0,3) nazywana jest albedem Ziemi.

Promieniowanie Ziemi

Drugim źródłem promieniowania pojawiającego się w atmosferze jest sama Ziemia. Promieniowanie Ziemi można scharakteryzować jako promieniowanie ciała doskonale czarnego o temperaturze około 300 K. Znaczna część energii tego promieniowania przypada na daleką podczerwień z maksimum dla długości fali wynoszącej około 11 μm . Część tych fal jest silnie pochłaniana przez parę wodną (H_2O), dwutlenek węgla (CO_2) i inne gazy. Oznacza to, że dla promieniowania powierzchni Ziemi okno atmosferyczne jest częściowo „zamknięte”. Gazy te mimo niewielkiej zawartości w atmosferze mają znaczący udział w energetycznym bilansie układu Ziemia–atmosfera. Jest to przyczyną tzw. efektu cieplarnianego.

Efekt cieplarniany

Efekt cieplarniany polega na tym, że promieniowanie cieplne Ziemi nie wydostaje się swobodnie w przestrzeń kosmiczną, ale jest pochłaniane przez niektóre składniki atmosfery tak, że atmosfera ogrzewa się i sama staje się źródłem promieniowania, emitując je zarówno w przestrzeń kosmiczną, jak i w kierunku powierzchni Ziemi. Skutkiem tego na powierzchni Ziemi prócz energii promieniowania słonecznego pochłaniana jest też energia promieniowania atmosfery, co powoduje wzrost temperatury.

Zachmurzenie wpływa dwójako na dopływ promieniowania do powierzchni Ziemi. Z jednej strony powoduje odbicie w przestrzeń kosmiczną części promieniowania słonecznego, z drugiej zaś powoduje odbicie w dół promieniowania ziemskiego. Stąd w dzień pochmurny temperatura powierzchni Ziemi jest niższa niż w dzień słoneczny, a podczas pochmurnej nocy temperatura przy gruncie jest wyższa niż podczas nocy pogodnej.

Bilans promieniowania układu Ziemia–atmosfera

Temperatura powierzchni Ziemi zależy od tego, ile energii do niej dociera i ile energii od niej odpływa. Na rysunku przedstawiono schematycznie przybliżony, uśredniony po całej powierzchni planety i po długim okresie czasu bilans energii układu Ziemia–atmosfera.

Praktycznie cała energia dociera do układu Ziemia–atmosfera w postaci krótkofalowego promieniowania słonecznego (strumień energii geotermicznej jest zanedbywalnie mały). Bilans tego promieniowania przedstawiony jest po lewej stronie rysunku.

Ze 100 jednostek energii promieniowania słonecznego 31 jednostek wraca w kosmos, w tym 4 na skutek odbicia promieniowania od powierzchni Ziemi, 4 na skutek rozproszenia na molekułach i aerozoluach, a 23 na skutek odbicia od chmur.

24 jednostki zostają pochłonięte przez atmosferę, z czego 21 jednostek przez gazy i aerozole, a 3 jednostki przez chmury. Pozostałe 55 jednostek jest pochłoniętych przez powierzchnię Ziemi, 24 jednostki w postaci promieniowania, które dociera bezpośrednio ze Słońca, a 21 jednostek w postaci promieniowania, które uległo rozproszeniu w atmosferze.

W centralnej części rysunku przedstawiono bilans promieniowania długofalowego (podczerwonego) emitowanego przez powierzchnię Ziemi. Jak widać strumień energii tego promieniowania przy powierzchni Ziemi (113 jednostek) jest większy niż strumień energii promieniowania słonecznego na górnej granicy atmosfery (100 jednostek). Z tych 113 jednostek aż 107 jest pochłoniętych przez atmosferę i jedynie 6 ulatuje bezpośrednio w kosmos. Sama atmosfera emituje aż 160 jednostek, z tego 63 ulatuje w przestrzeń, a 97 dociera do powierzchni Ziemi i jest przez nią absorbowane.

W sumie ilość promieniowania przechodzącego przez górną granicę atmosfery bilansuje się: 100 jednostek energii dociera od Słońca i 100 jednostek uchodzi w kosmos. Inaczej wygląda bilans energii na powierzchni Ziemi. Pochłaniane są tam 142 jednostki energii, a wypromieniowywanych jest tylko 113 jednostek. Pozostałe 29 jednostek energii przekazywanych jest w postaci ciepła: 23 jednostki w postaci ciepła przemian fazowych wody (parowanie wody zabiera ciepło z powierzchni Ziemi, kondensacja oddaje ciepło atmosferze) i 6 jednostek na skutek unoszenia (konwekcji) oraz przewodnictwa cieplnego. Jest to schematycznie przedstawione w prawej części rysunku.

W tym miejscu należy jeszcze raz zwrócić uwagę na efekt cieplarniany. Gdyby nie było atmosfery, do powierzchni Ziemi docierałoby tylko 100 jednostek energii, obecność atmosfery powoduje, że docierają do niej 142 jednostki. Skutkiem tego temperatura powierzchni jest istotnie wyższa niż byłaby, gdyby atmosfery nie było.

Pionowy profil temperatury w atmosferze

Kolejne warstwy atmosfery absorbują w różnym stopniu zarówno krótkofalowe promieniowanie słoneczne, jak i długofalowe promieniowanie ziemskie. Skutkiem pochłaniania promieniowania jest ogrzewanie — wzrost temperatury. Z kolei z ogrzanych warstw powietrza ciepło może być transportowane przez unoszenie bądź przewodnictwo do innych warstw atmosfery. W wyniku tych procesów wykształca się średni pionowy profil temperatury, na podstawie którego możemy podzielić atmosferę na warstwy. Licząc od dołu nazywają się one kolejno: troposfera, stratosfera, mezosfera i termosfera. W dolnej części troposfery wyróżniamy tzw. warstwę graniczną atmosfery.

Warstwa graniczna atmosfery to warstwa, która szybko reaguje termicznie na zmiany temperatury powierzchni Ziemi. Stąd obserwuje się w niej bardzo silny cykl dobowy. W dzień warstwa nagrzewa się od powierzchni gruntu, który absorbuje promieniowanie słoneczne, w nocy zaś stygnie. Zakres zmian temperatury zależy od rodzaju podłoża (silny jest nad lądem, słaby nad wodą, różny dla obszarów pokrytych roślinnością, pustynnych czy miejskich), sytuacji synoptycznej (chmury nie dopuszczają do silnego nagrzewania się gruntu w dzień i wychładzania w nocy), wreszcie pory roku i szerokości geograficznej (różny kąt padania promieni

słonecznych i długość dnia) oraz siły wiatru (wzrost siły wiatru powoduje wzrost turbulencji i szybszy transport ciepła).

Ogólnie przyjmuje się, że warstwa graniczna może mieć grubość od kilkudziesięciu metrów do 2 kilometrów, a temperatura może tam istotnie zmieniać się z wysokością: spadać o $1^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ w słoneczny letni dzień lub rosnać nawet o kilka stopni na 100 m w zimowy wczesny ranek (przyziemna inwersja temperatury).

Powyżej warstwy granicznej do wysokości ok. 10–12 km, w troposferze, temperatura spada z wysokością w zasadzie monotonicznie, o ok. $0,6^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$. Warstwa przejściowa, tropopauza, o temperaturze ok. -50°C do -70°C , oddziela troposferę od następnej warstwy, stratosfery. W stratosferze temperatura rośnie z wysokością, aż do temperatury ok. 0°C na wysokości ok. 50 km w stratopauzie. Jedną z ważniejszych przyczyn wzrostu temperatury w stratosferze jest pochłanianie promieniowania nadfioletowego emitowanego przez Słońce przez cząsteczki ozonu. Powyżej stratopauzy, w mezosferze temperatura ponownie spada z wysokością, osiąga minimum rzędu -100°C w mezopauzie, a w ostatniej, najwyższej warstwie — termosferze — ponownie rośnie ze wzrostem wysokości. Mezosfera, a tym bardziej termosfera jest warstwą atmosfery o niezwykle małej gęstości. Średnia droga swobodna między zderzeniami molekuł wynosi tam więcej niż 1 cm trudno jest więc mówić o ich temperaturze w potocznym tego słowa znaczeniu. Wysoka średnia energia kinetyczna (temperatura) cząsteczek jest w tych warstwach wynikiem pochłaniania nadfioletu z promieniowania Słonecznego, które prowadzi do fotodysocjacji i jonizacji molekuł powietrza. Warstwa, w której występuje najwyższe stężenie jonów (80–1000 km) nazywa się jonosferą. Ponieważ fotodysocjacja i wzrost temperatury na tych wysokościach są bezpośrednim skutkiem oddziaływania promieniowania słonecznego, obserwuje się tam silny cykl dobowy: w dzień na wysokości 500 km temperatura może osiągać nawet 2000°C , w nocy spada do ok. 400°C . Podobnie fluktuuje koncentracja jonów.

Ryszard Balcer

**

promień grawitacyjny, promień Schwarzschilda, *fiz.* w ogólnej teorii względności wielkość przypisana każdemu ciału wzorem $r_g = 2Gm/c^2$, gdzie m — masa ciała, G — stała grawitacji, c — prędkość światła w próżni; efekty ogólnej teorii względności grają tym większą rolę dla pola grawitacyjnego danego ciała, im większy jest stosunek promienia grawitacyjnego r_g do promienia geom. ciała (np. gwiazdy) r (r_g/r). Dla typowych obiektów astr. promień grawitacyjny jest dużo mniejszy od ich promienia geom., np. dla Ziemi $r_g = 9\text{ mm}$, dla Słońca $r_g = 3\text{ km}$. Promień grawitacyjny jest porównywalny z promieniem geom. w przypadku gwiazd neutronowych. Jeśli promień grawitacyjny jest większy od promienia geom., to prędkość ucieczki z powierzchni ciała przekracza prędkość światła, a zatem z ciała tego nie może wydostać się żaden rodzaj materii; ciało takie nazywa się czarną dziurą.

**

Proteus, *astr.* księżyc Neptuna, szósty licząc wg rosnącej odległości od planety.

**

protogalaktyka [gr.], galaktyka w początkowym stadium ewolucji, w którym faza tworzenia gwiazd dopiero się rozpoczyna.

**

protogwiazda, gwiazda znajdująca się we wczesnym stadium ewolucji tuż przed osiągnięciem ciągu głównego (Hertzsprunga–Russella diagram); ponieważ we wnętrzu protogwiazdy nie rozpoczęły się jeszcze reakcje termojądrowe, świeci ona jedynie w wyniku grawitacyjnego kurczenia się; wiele protogwiazd obserwuje się w młodych gromadach otwartych.

**

proton [gr.], p, *fiz.* trwała cząstka zaliczana do grupy barionów, składnik jąder atomowych (obok neutronów); masa równa $938,271998 \text{ MeV}/c^2$, ładunek równy ładunkowi elementarnemu $1,602176462 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, spin $1/2 \hbar$ ($\hbar = h/2\pi$, h — stała Plancka); jest jednym z 2 stanów ładunkowych nukleonu; zgodnie z kwarkowym modelem hadronów wśród 3 kwarków walencyjnych p. są 2 kwarki „górne” (u) i 1 kwark „dolny” (d); protony są produktami licznych reakcji jądr. oraz rozpadu neutronu, hiperonów i b. ciężkich mezonów. Odpowiadająca protonowi antycząstka — **antyproton** (\bar{p}) — różni się od niego gł. znakiem ładunku elektr. i momentu magnet.; powstaje w wyniku zderzeń nukleonów o b. dużych energiach. Proton został odkryty 1919 przez E. Rutherforda; antyproton — 1955 przez O. Chamberlaina, E. Segrè, Th. Ypsilantisa i C. Wieganda.

**

Proton, seria sowieckich rakiet nośnych 2-, 3- i 4-stopniowych (pierwszy start VII 1965); wyniosły w przestrzeń wokółziemską wiele obiektów kosm., m.in. satelity serii Proton, wiele satelitów serii Kosmos, geostacjonarne satelity telekomunik., stacje orbitalne Salut i Mir oraz liczne próbniki kosm. serii Łuna, Zond, Mars, Wenus, Wega.

**

Proton, seria 4 sow. sztucznych satelitów Ziemi wyniesionych na orbitę okołoziemską 1965–68; celem misji było prowadzenie badań wysokoenerg. promieniowania, w tym m.in. właściwości i składu pierwotnego promieniowania kosm. oraz promieniowania kosm. pochodzenia słonecznego, badań galaktycznego promieniowania γ oraz pomiarów strumieni wysokoenerg. jonów w przestrzeni wokółziemskiej.

**

protoplaneta [gr.], wzrastający i gęstniejący w wyniku akrecji zlepek **planetozymali**, który w procesie tworzenia się warstw o różnym składzie i gęstości staje się planetą; za p. uznaje się obiekt o średnicy co najmniej 1000 km.

**

protuberancje [łac.], **wyskoki słoneczne**, *astr.* duże obłoki materii gęstszej i chłodniejszej od otoczenia, utrzymujące się w koronie słonecznej od kilku dni do kilku tygodni (protuberancje spokojne) lub gwałtownie wyrzucane w górę i opadające w czasie od kilku min do kilku godzin (protuberancje wybuchowe); ponad brzegiem tarczy Słońca protuberancje są widoczne w postaci jasnych łuków i arkad; niektóre tworzą zjawisko deszczu koronalnego — zgrupowania małych, jasnych kłaczek opadających ku powierzchni; protuberancje obserwowane na tle jasnej fotosfery

tworzą ciemniejsze włókna o długości dochodzącej do kilkuset tysięcy km. O kształcie i ewolucji protuberancji decyduje zmienny w czasie rozkład pola magnetycznego w koronie, ich ilość zależy od fazy cyklu słonecznego — jest największa w maksimum aktywności (słoneczna aktywność). W przeciwieństwie do plam słonecznych protuberancje mogą się pojawiać również w okolicach biegunów Słońca.

**

Proxima, Proxima Centauri, Alfa Centauri C, gwiazda w gwiazdozbiorze Centaura, najbliższa Słońca;

Oznaczenie: Proxima Centauri

Rodzaj obiektu: gwiazda pojedyncza (składnik układu potrójnego Alfa Centauri)

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; [Centaur](#)

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: 14^h 29^m 43^s deklinacja: - 62° 40' 4,22 l.św. = 1 pc = 266 873 AU

Typ widmowy i klasa jasności: M5V

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: +15,5^m

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: +11,01^m

Temperatura efektywna: układ: 3200 K

odległa od Ziemi o 4,2 lat świetlnych; niewidoczna nieuzbrojonym okiem; należy do układu potrójnego [Alfa Centauri](#).

**

próbnik kosmiczny, sonda kosmiczna, bezzałogowy statek kosmiczny, którego zadaniem jest prowadzenie bezpośrednich badań ośrodka międzyplanetarnego lub ciał niebieskich Układu Słonecznego. Zadaniem próbnika kosmicznego jest prowadzenie badań ośrodka międzyplanetarnego (pomiar wiatru słonecznego, pola magnetycznego, promieniowania kosmicznego itp.) i zachodzących w nim procesów bądź też badania ciał niebieskich Układu Słonecznego (Słońce, planety, księżyce, komety itp.); jest wyposażony w stosowną aparaturę badawczą oraz we własne silniki rakietowe, umożliwiające korektę trajektorii lotu. Większość próbników kosmicznych na zawsze pozostaje w przestrzeni kosmicznej, lecz niektóre (specjalnie zaprojektowane) dostarczają materiały badawcze na Ziemię w specjalnych kapsułach powrotnych. Niekiedy lądowiki próbników kosmicznych dostarczają automatyczne pojazdy kosmiczne ułatwiające badania. Masa próbników kosmicznych waha się od kilkudziesięciu kg do kilku ton. Pierwszym w historii próbnikiem kosmicznym był sowiecki statek Łuna 1 (start 2 I 1959); pierwszym amerykańskim próbnikiem kosmicznym był Pioneer 4 (start 3 III 1959). Najbardziej znane próbniki kosmiczne: sowieckie Łuna, Wenus (Wieniera), Mars, Wega, Prognoz, amerykańskie Surveyor, Ranger, Mariner, Pioneer, Voyager, Viking, Galileo, Spirit, a także niemieckie Helios, Giotto i Smart (ESA), Ulysses (NASA/ESA).

**

przeciążenie, *fiz.* miara **nadważkości**, wyrażana wielokrotnością przyspieszenia ziemskiego *g*; człowiek bez trudu znosi długotrwałe przeciążenie 2*g*; w locie

poziomym statków latających p . wynosi g , w stanie nieważkości — 0; dopuszczalna wielkość p . jest miarą wytrzymałości statku. P . przyjmuje się za dodatnie, gdy działa do góry lub do przodu, a za ujemne — gdy działa w dół lub do tyłu. Ze względu na ograniczoną odporność organizmu ludzkiego, dopuszczalne p . dla samolotów akrobacyjnych i myśliwskich wynosi od $+9g$ do $-6g$; piloci samolotów myśliwskich stosują ubiory przeciwprzeciążeniowe. Podczas startu kosm. statku załogowego (unoszonego przez raketę) oraz w okresie wtargnięcia w atmosferę zwykle występują większe p . ($8-10 g$), które — zwłaszcza przy dłuższym działaniu — wywołują zaburzenia wzrokowe, a także powodują trudności w oddychaniu, wykonywaniu i koordynacji ruchów; duże p . może spowodować utratę przytomności, a nawet śmierć.

**

przeciwblask, *astr.* obszar światła zodiakalnego w punkcie ekliptyki przeciwległym Słońcu, o jasności powierzchniowej większej niż jasność sąsiednich obszarów.

**

przeciwstawienie, *astr.* → [opozycja \(astr.\)](#).

**

przekrój czynny, *fiz., chem.* wielkość charakteryzująca prawdopodobieństwo zajścia określonego procesu, w wyniku którego 2 układy fiz. znajdujące się w stanie początkowym i przejdą wskutek oddziaływania do stanu końcowego f ; przekrój czynny jest polem efektywnego przekroju poprzecznego cząstki bombardowanej, na które musi trafić cząstka padająca, aby wywołać dany proces; wartość przekroju czynnego zależy od rodzaju cząstek wchodzących w reakcję, ich spinów, energii cząstki padającej. Jednostką przekroju czynnego jest 1 barn (10^{-24} cm^2).

**

przemiany promieniotwórcze, samorzutne przemiany jąder atomowych, w których wyniku powstają jądra nowych pierwiastków lub jądro tego samego pierwiastka w innym (niższym) stanie energ.; towarzyszy im emisja promieniowania jądr. (rozpad promieniotwórczy).

**

przerwa Cassiniego, ciemna przerwa między pierścieniami A i B Saturna; ma ok. 4700 km szerokości.

**

przerwa Enckego, wąska, szer. ok. 325 km, przerwa blisko zewn. brzegu pierścienia A Saturna; w p.E. porusza się najbliższy Saturnowi księżyc Pan.

**

presilenie, solstycjum, *astr.* moment, w którym Słońce osiąga największe odchylenie od równika; deklinacja (astronomiczne współrzędne) Słońca ma wtedy jedną ze skrajnych wartości: $+23^{\circ}27'$ — p. **letnie** (ok. 24 czerwca; w tym czasie dzień na północy i noc na południowej półkuli Ziemi mają maks. długość) lub $-23^{\circ}27'$ — p. **zimowe** (ok. 22 grudnia; wówczas dzień na północy i noc na południowej półkuli są najkrótsze).

**

przeźródle międzyplanetarna, przestrzeń wokół Słońca, w której obrębie znajdują się planety i ich satelity oraz większość małych ciał Układu Słonecznego (np. planetoidy); rozciąga się na odległość ok. 7 mld km od Słońca.

**

przesunięcie ku czerwieni, *astr.* przesunięcie widma promieniowania elektromagnetycznego ciała niebieskiego w kierunku fal długich, wynikające z oddalania się źródła światła od obserwatora; wynik zjawiska Dopplera lub [poczerwienienia grawitacyjnego](#).

**

przesunięcie ku fioletowi, *astr.* przesunięcie widma promieniowania elektromagnetycznego ciała niebieskiego w kierunku fal krótkich, wynikające ze zbliżania się źródła światła do obserwatora (zjawisko Dopplera); może występować dla obiektów bliskich, których prędkości własne przewyższają prędkości związane z rozszerzaniem się Wszechświata.

**

przyływ, *hydrol.* jedna z faz zjawisk pływowych w oceanie, → [pływy morskie](#).

**

przyspieszenie Coriolisa, dodatkowe przyspieszenie liniowe, które ma w ruchomym układzie odniesienia (związany np. z obracającą się Ziemią) poruszające się względem niego ciało — dzięki ruchowi obrotowemu tego układu przyspieszenie Coriolisa jest równe $a_c = 2\omega \times v'$, gdzie ω — prędkość kątowna, v' — prędkość ciała względem ruchomego układu odniesienia (układ odniesienia, [siła Coriolisa](#)).

**

ps, dawne oznaczenie jednostki długości → [parsek](#).

**

Psia Gwiazda, *astr.* → [Syriusz](#)

**

Psy Gończe, łac. *Canes Venatici*, gwiazdozbiór nieba północnego;

Umiejscowienie na niebie: gwiazdozbiór nieba północnego
Obszar gwiazdozbioru (w stopniach kwadratowych): 465
Główne gwiazdy: [Cor Caroli](#)

w Polsce widoczny na wiosnę; najjaśniejsza gwiazda Cor Caroli; gwiazdozbiór zawiera wiele galaktyk (m.in. tzw. Galaktykę Wirową), gromadę kulistą M 3 oraz jeden z najdalszych znanych obiektów we Wszechświecie — kwazar PC 1246 + 3406 (o przesunięciu ku czerwieni 4,897).

**

PTA → [Polskie Towarzystwo Astronomiczne](#).

**

Ptak Rajski, łac. *Apus*, gwiazdozbiór nieba południowego;

Umiejscowienie na niebie: gwiazdozbiór nieba południowego
Obszar gwiazdozbioru (w stopniach kwadratowych): 206

w Polsce niewidoczny; nie zawiera jasnych gwiazd.

**

PTMA → [Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii](#).

**

Ptolemeusz Klaudiusz, gr. **Ptolemaíos Klaúdios**, łac. **Claudius Ptolemaeus**, ur. ok. 100, prawdopodobnie w m. Ptolemais (Górny Egipt), zm. ok. 168, Aleksandria, grecki astronom, matematyk, geograf, teoretyk muzyki; działał w Aleksandrii; twórca spójnej teorii matematycznej geocentrycznego systemu budowy świata. Całokształt ówczesnej wiedzy astronomicznej zawarł w 13 księgach dzieła *Megálē syntaxis*, znanego pt. *Almagest*, które aż do XVI w. było uznawane za podstawowy wykład astronomii matematycznej. Opis ruchu planet wokół Ziemi przy użyciu deferentów i epicykli (geocentryczna teoria) traktował jako wygodny schemat rachunkowy, natomiast swój własny pogląd na budowę Układu Planetarnego wyłożył w dziele *Hipotezy planetarne...*, gdzie ruch planet wyjaśnił przy użyciu układu sfer o nierównej grubości. Wykładem astrologii Klaudiusza Ptolemeusza był *Tetrábiblos*, dzieło bardzo popularne w następnych stuleciach w krajach islamu i w Europie. Dzieło Klaudiusza Ptolemeusza *Nauka geograficzna*, oparte na pracach Eratostenesa z Cyreny, Hipparcha, Marinosa z Tyru i in., zawiera matematyczne zasady konstruowania map, spis nazw geograficznych, z których 6411 jest zaopatrzonych we współrzędne geograficzne, oraz mapę świata, na której Klaudiusz Ptolemeusz zaznaczył ok. 8 tysięcy miejscowości (m.in. Kaliszę, dawniej identyfikowaną z Kaliszem); dzieło to nie było znane w Europie do początku XV w. (wydawane od 1477); przyczyniło się do odrodzenia geografii i kartografii w XV i XVI w. Praca Klaudiusza Ptolemeusza *Harmoniká* zawiera pełne przedstawienie ówczesnej teorii muzyki i należy do podstawowych źródeł informacji o muzyce starożytnej Grecji.

**

Puchar, łac. *Crater*, mały gwiazdozbiór nieba południowego;

Umiejscowienie na niebie: gwiazdozbiór nieba południowego
Obszar gwiazdozbioru (w stopniach kwadratowych): 282

w Polsce widoczny na wiosnę; nie zawiera jasnych gwiazd (wszystkie słabsze od czwartej wielkości gwiazdowej); najjaśniejsza gwiazda — Alkes.

**

Pudłowski STANISŁAW, ur. przed 23 III 1597, Kraków, zm. 22 V 1645, tamże, matematyk, fizyk, astronom i prawnik; profesor prawa i rektor Akad. Krak.; przeprowadził wiele obserwacji astr. (m.in. faz Wenus, ruchu satelitów Jowisza) i doświadczeń z fizyki.

**

Puk, Puck, *astr.* księżyc Urana, dziesiąty licząc wg rosnącej odległości od planety.

**

pulsacje gwiazd, regularne (okresowe) lub nieregularne zmiany rozmiarów (pulsacje gwiazd radialne) bądź kształtu gwiazd (pulsacje gwiazd nieradialne) powodujące zmiany blasku; wywołane zamianą części energii promienistej produkowanej w jądrze gwiazdy na energię mechaniczną ruchu.

**

pulsary [łac. *pulso* 'uderzam'], obiekty astronomiczne, które charakteryzuje nadzwyczaj regularna emisja silnych, krótkotrwałych impulsów promieniowania elektromagnetycznego, o losowo zmieniającym się kształcie i amplitudzie, pojawiających się z okresem wynoszącym od milisekund do kilku sekund. Pulsar jest szybko rotującą gwiazdą neutronową (gwiazdy) o silnym dipolowym polu magnetycznym wzmrożonym w gwiazdę. Odkrycia pulsarów dokonali 1967 A. Hewish (1974 Nagroda Nobla) i doktorantka J. Bell z uniwersytetu Cambridge (Wielka Brytania) na podstawie obserwacji w zakresie fal radiowych. Znaczny stopień polaryzacji promieniowania pulsarów świadczy o nietermicznym mechanizmie emisji; promieniowanie pulsarów jest promieniowaniem synchrotronowym, wysyłanym przez naładowane elektrycznie cząstki, poruszające się z bardzo dużą prędkością w ekstremalnie silnym polu magnetycznym pulsara. Okres wysyłania pulsów jest bezpośrednio związany z okresem pulsara; wykryte wydłużanie się okresów pulsów jest interpretowane jako spowalnianie obrotu pulsara, spowodowane stratami energii na promieniowanie. Łączna ilość energii wysyłana przez przeciętny pulsar jest od kilkudziesięciu do kilkuset tysięcy razy większa od energii wysyłanej przez Słońce. Niektóre pulsary występują w układach podwójnych z normalną gwiazdą, której materia spada na pulsar wzdłuż linii sił pola magnetycznego, tworząc 2 silnie świecące promieniowaniem rentgenowskim czapy polarne; takie pulsary nazywają się pulsarami rentgenowskimi. Ważnym układem jest pulsar podwójny PSR 1913 + 16. Wiele pulsarów wykazuje dużą stabilność okresu; są one najlepszymi naturalnymi wzorcami częstotliwości, przewyższającymi stabilnością zbudowane przez człowieka wzorce atomowe.

**

pulsary podwójne, pulsary w układach podwójnych, układy dwu gwiazd, w których przynajmniej jeden ze składników jest pulsarem radiowym. Pierwszym odkrytym pulsarem podwójnym był pulsar PSR 1913+16 (1974, J.H. Taylor i R.A. Hulse, Nagroda Nobla 1993); okres orbitalny układu wynosi 7 h 45 min, okres pulsacji 59 ms; w układzie zaobserwowano kilka efektów relatywistycznych, potwierdzających słuszność ogólnej teorii względności A. Einsteina: wyraźne skracanie się okresu orbitalnego układu w wyniku promieniowania grawitacyjnego, ruch peryastronu o $4,2^\circ$, relatywistyczną modulację okresu pulsacji w funkcji okresu orbitalnego (odstępstwa dochodzą do 4 ms).

**

pulsary rentgenowskie, układy podwójne składające się z pulsara i normalnej gwiazdy, której materia spada na pulsara wzdłuż linii sił pola magnetycznego, tworząc 2 silnie świecące promieniowaniem rentgenowskim czapy polarne; pulsary w tych układach nie wykazują znacznego promieniowania radiowego.

**

Pułkowskie Obserwatorium Astronomiczne, gł. obserwatorium astr. Rosji, zał. 1839 w Pułkowie (ob. na południowych krańcach Petersburga).

**

punkt Barana, punkt równonocy wiosennej, *astr.* punkt przecięcia się ekliptyki z równikiem niebieskim, w którym znajduje się Słońce w chwili równonocy wiosennej; obecnie w wyniku precesji osi ziemskiej punkt Barana znajduje się w gwiazdozbiornie Ryb; kierunek ku punktowi Barana jest kierunkiem podstawowym w ekliptycznych i równikowych układach współrzędnych astronomicznych; przez punkt Barana przechodzi południk, od którego liczy się rektascensję.

**

punkt Wagi, punkt równonocy jesiennej, *astr.* punkt przecięcia się ekliptyki z równikiem niebieskim, w którym znajduje się Słońce w chwili równonocy jesiennej; obecnie punkt Wagi znajduje się w gwiazdozbiornie Panny.

**

punkty libracji, punkty Lagrange'a, 5 punktów w przestrzeni, występujących w ograniczonym zagadnieniu 3 ciał, w których równoważą się potencjały grawitacyjne pochodzące od ciał o skończonych masach oraz potencjał siły odśrodkowej, działające na ciało o znikomej masie w układzie obracającym się z tymi ciałami.

**

pustki, *astr.* duże obszary Wszechświata całkowicie lub niemal całkowicie pozbawione galaktyk; ich rozmiary, kształty i częstość występowania nie są dobrze znane.

**

pył międzygwiazdowy, *astr.* część, ok. 1%, materii międzygwiazdowej w postaci drobnych ziarn o średnicy rzędu 0,1 μm .

**

„Q”

Quételet [ketlę] LAMBERT ADOLPHE JACQUES, ur. 22 II 1796, Gandawa, zm. 17 II 1874, Bruksela, belgijski matematyk, astronom i statystyk; profesor matematyki — początkowo w Gandawie, następnie w Brukseli; założyciel (1827) i kierownik Królewskiego Obserwatorium; sekretarz Akademii Królewskiej; badacz rojów meteorów; zainicjował metody jednoczesnych obserwacji zjawisk meteorologicznych i geodezyjnych w wielu punktach obserwacyjnych w Europie; zastosował badania statystyczne do rozpatrywania zagadnień antropologicznych i socjologicznych.

**

Quetzalcoatl [ketsalkoatl; azteckie, ‘pierzasty wąż’], w religii Tolteków i Azteków bóg-stwórca i król-bohater kulturowy; także bóg Majów (pod imieniem Kukulkan); wyobrażany z brodą, w masce i z pektorałem; jego najważniejsze sanktuarium u Azteków mieściło się w Choluli.

**

„R”

R Coronae Borealis, gwiazda zmienna wybuchowa w gwiazdozbiornie Korony Północnej;

Oznaczenie: R CrB

Rodzaj obiektu: gwiazda pojedyncza

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; [Korona Północna](#)

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: 15^h 48^m 34^s deklinacja: 28° 09' 84 l.św. = 26 pc = 5 312 160 AU

Typ widmowy i klasa jasności: G0Iabp

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: +5,85^m (okresowo spada do 14,8)

odległa od Układu Słonecznego o ok. 84 lata świetlne.

**

Ra, najważniejsze bóstwo staroż. Egiptu, → [Re](#).

**

radiant [łac.], punkt lub niewielki obszar na sferze niebieskiej, z którego pozornie rozbiega się rój meteorów; meteoroidy, tworzące rój meteorów poruszają się w przestrzeni po torach równoległych, których rzuty na sferę niebieską przecinają się pozornie w jednym punkcie — w radiantcie.

**

radioastronomia [łac.-gr.], dziedzina współczesnych badań astrofizycznych zajmująca się odbiorem i analizą promieniowania radiowego ciał niebieskich. Cechuje ją swoista technika obserwacyjna (radioteleskop). Prowadzone z Ziemi badania radioastronomiczne ograniczają się jedynie do fal o długości od 1,5 mm do ok. 10–20 m, w tym bowiem zakresie promieniowanie radiowe nie jest pochłaniane przez atmosferę i dociera do powierzchni Ziemi (tzw. radiowe okno atmosferyczne). Odrębną metodą stosowaną w radioastronomii są badania bliskich obiektów astronomicznych za pomocą odbitych od ich powierzchni fal radiowych, emitowanych z Ziemi. Do głównych osiągnięć radioastronomii należą: odkrycie licznych radioźródeł w Galaktyce i poza nią, wyznaczenie rozkładu wodoru międzygwiazdowego na podstawie obserwacji linii emisyjnej promieniowania elektromagnetycznego wodoru o długości fali 21 cm (tzw. linii 21 cm), odkrycie kwazarów, pulsarów i relikowego promieniowania tła, odkrycie pierwszego pozasłonecznego układu planetarnego oraz podwójnego pulsara, odkrycie anizotropii relikowego promieniowania tła.

**

radiogalaktyki [łac.-gr.], zwykle masywne galaktyki eliptyczne będące silnym źródłem nietermicznej emisji promieniowania radiowego (radioźródła). Emisja radiowa pochodzi z małego obszaru leżącego w granicach galaktyki opt. i 2 obszarów rozmytych, rozciągających się daleko po obu jej stronach. Źródło centralne bywa początkiem strugi łączącej je z jednym lub obydwoma obszarami bocznymi.

Jasności radiowe radiogalaktyki są znacznie większe od ich jasności optycznych. Duża (ok. 30%) polaryzacja liniowa promieniowania radiowego sugeruje istnienie regularnego pola magnet. o indukcji rzędu 10^{-9} T, rozciągającego się na odległość kilkuset parseków od galaktyki centralnej. Przypuszcza się, że gwałtowne procesy przebiegające w jądrach radiogalaktyki są źródłem strumieni relatywistycznych elektronów, które w polu magnet. wysyłają synchrotronowe promieniowanie radiowe.

**

radiointerferometr [łac.-gr.], **interferometr radiowy**, *astr.* instrument astronomiczny do badania źródeł promieniowania radiowego; składa się z minimum 2 anten oddalonych od siebie na znaczną odległość, linii przesyłowych, odbiornika radiowego oraz układów korelacji, przetwarzania i rejestracji danych; dzięki pomiarom interferometrycznym odkryto radiogalaktyki i kwazary, zbadano rozkład jasności rozciągniętych źródeł promieniowania radiowego.

**

radiosekstant [łac.], **radiosekstans**, czuły odbiornik radiowy z anteną kierunkową, określający na podstawie odbioru promieniowania słonecznego w pasmie mikrofalowym kierunek położenia Słońca (również przy zachmurzonym niebie); radiosekstantów używa się w nawigacji (morskiej, lotniczej).

**

radioteleskop [łac.-gr.], **teleskop radiowy**, urządzenie do odbioru i analizy promieniowania radiowego emitowanego przez ciała niebieskie. Typowy radioteleskop to metalowa czasza w kształcie paraboloidy obrotowej, w której ognisku znajduje się antena odbierająca odbite od czaszy promieniowanie radiowe. **Radioteleskop paraboloidalny** może być sterowany, tzn. poruszany mechanizmem zegarowym, zgodnie z obrotem sfery niebieskiej tak, by mógł przez dłuższy okres obserwować to samo radioźródło (największy ma średnicę 100 m i znajduje się w Effelsbergu w Niemczech), lub nieruchomy — wówczas przez jego pole widzenia przesuwać się kolejne obszary nieba (największy ma średnicę ok. 300 m i znajduje się w Arecibo na Portoryko). Zdolność rozdzielcza pojedynczego radioteleskopu paraboloidalnego jest niewielka; wynika to ze stosunkowo dużej długości fal radiowych, stąd częste stosowanie układów radioteleskopowych, z których najprostszym jest **radiointerferometr**, składający się z 2 radioteleskopów połączonych ze wspólnym odbiornikiem. Im większa jest odległość między radioteleskopami (tzw. baza radiointerferometru), tym wyższa jest zdolność rozdzielcza układu, tzn. zdolność rozróżniania szczegółów radioźródła leżących blisko siebie. Często używa się radiointerferometrów złożonych z szeregu radioteleskopów ustawionych wzdłuż 1 prostej — uzyskuje się wówczas wzrost czułości aparatury. W celu osiągnięcia szczególnie wysokiej zdolności rozdzielczej stosuje się tzw. radiointerferometry o długich bazach; są to układy 2 radioteleskopów umieszczonych z dala od siebie (często na różnych kontynentach), dokonujących niezależnych obserwacji tego samego radioźródła; zapisy na taśmach magnetycznych fazy odbieranego przez oba radioteleskopy; promieniowania radioźródła są następnie wspólnie opracowywane przez komputer. Zdolność rozdzielcza takich układów sięga 0,001". Używa się także układów radiointerferometrów złożonych np. z 2 radiointerferometrów ustawionych prostopadle względem siebie.

**

radioźródła, źródła radiowe, ciała niebieskie charakteryzujące się silną emisją w zakresie fal radiowych; w Układzie Słonecznym promieniowanie radiowe wysyłają Słońce, Wenus i Jowisz. Są to jednak radioźródła na tyle słabe, iż nie mogłyby być obserwowane za pomocą stosowanej dziś aparatury, gdyby znajdowały się poza Układem Słonecznym. Radioźródłami są liczne galaktyki, które zostały zidentyfikowane jako pozostałości po wybuchach supernowych, np.: mgławica Krab (w której wybuch supernowej nastąpił 1054), pulsary (których promieniowanie radiowe pulsuje z częstością od ok. 1/3 do 30 Hz). Wybuchy radiowe są obserwowane także u gwiazd rozbłyskowych. Promieniowanie radiowe dociera od obłoków zjonizowanego wodoru międzygwiazdowego (np. mgławicy w Orionie), w tym także od mgławic planetarnych. Radioźródłami okazało się wiele galaktyk, m.in. 1950 wykryto promieniowanie Wielkiej Mgławicy w Andromedzie; w latach następnych zidentyfikowano wiele radioźródeł. Oprócz widma ciągłego obserwuje się także promieniowanie radiowe o dł. fali 21 cm, emitowane przez wodór; umożliwia to prześledzenie rozkładu neutralnego wodoru oraz jego ruchu w obserwowanych galaktykach. Jednakże normalne galaktyki są na ogół słabymi radioźródłami. Znacznie silniejsze promieniowanie dociera od tzw. galaktyk osobliwych — na ich zdjęciach często można dostrzec skutki niedawnych eksplozji. Radioźródłami są także jądra galaktyk Seyferta. Na podstawie obserwacji radiowych odkryto [kwazary](#). W 1964–65 wykryto reliktywne promieniowanie tła.

**

radon, Rn, *radon*, pierwiastek chem. o liczbie atomowej 86;

Symbol: Rn

Nazwa łacińska: Radon

Liczba atomowa: 86

Pierwiastek promieniotwórczy: tak

Grupa układu okresowego pierwiastków: 18 — helowce

Odkrycie: 1900

Odkrywca: Dorn Friedrich Ernst

względna masa atomowa 222; jest promieniotwórczy; należy do grupy [helowców](#); bezb., bezwonny gaz występujący w postaci jednoatomowej; temperatura topnienia -71°C , temperatura wrzenia $-62,31^{\circ}\text{C}$, gęstość $9,73\text{ g/dm}^3$; bierny chemicznie; zaliczany do tzw. gazów szlachetnych; otrzymano jego połączenia z fluorem i chlorem oraz połączenia typu klatratów (z wodą i fenolem); r. powstaje w wyniku promieniotwórczego rozpadu radu jako jeden z członów szeregu uranowo-radowego; izotopami r. są toron i aktynon, tworzące się w wyniku promieniotwórczego rozpadu toru i aktynu; r. w minim. ilościach występuje w atmosferze ziemskiej i wodach miner.; stosowany w radioterapii nowotworów; wykryty 1900 przez chemika niem. F.E. Dorna.

**

ragnarök, *mit. germ.* w wierzeniach północnych Germanów nazwa oznaczająca koniec świata bogów, który ma nastąpić po ich tytanicznej walce z olbrzymami; w wyniku tej walki świat i siedziba bogów spłoną, zgasną gwiazdy i słońce, ziemię zaś pochłonie morze; następnie z morza wyłoni się nowa ziemia i wtedy nastanie nowa, szczęśliwa era; mit znalazł odbicie w operze R. Wagnera *Zmierzch bogów* (1876).

**

Rak, łac. *Cancer*, gwiazdozbiór nieba północnego;

Umiejscowienie na niebie: gwiazdozbiór nieba północnego
Obszar gwiazdozbioru (w stopniach kwadratowych): 506

w Polsce widoczny zimą; nie zawiera jasnych gwiazd (najjaśniejsza Al Tarf); w Raku leży M 44 (*Praesepe*, Żłóbek) — widoczna gołym okiem jedna z najjaśniejszych gromad otwartych, oraz M67 — również gromada otwarta.

**

Rak, ♋, znak Zodiaku; wejściu Słońca w znak Raka ok. 22 VI towarzyszy przesilenie letnie; obecnie w wyniku procesji osi ziemskiej początek znaku Raka znajduje się na granicy gwiazdozbiorów Bliźniąt i Byka.

**

Raka zwrotnik, jeden z 2 → [zwrotników](#).

**

rakieta [niem.], obiekt latający, napędzany silnikiem raketowym i służący do przenoszenia ładunku użytecznego, np.: ładunku bojowego, statku kosmicznego, aparatury badawczej; może poruszać się zarówno w atmosferze ziemskiej, jak i poza nią, często osiągając prędkość wielokrotnie przekraczającą prędkość dźwięku. Rakietę składa się zwykle z: kadłuba, silnika raketowego z dyszą wylotową, zbiorników materiałów pędnych, podajnika materiałów pędnych do silnika, układu kierowania oraz głowicy z ładunkiem np. bojowym lub statku kosmicznego (załogowego bądź bezzałogowego). Elementy konstrukcyjne rakiety są wykonywane z wysokogatunkowych stali (osłony silników) oraz lekkich materiałów o dużej wytrzymałości mechanicznej (np. stopów aluminium z litem, kompozytów). Ze względów ekonomicznych duże rakiety dzieli się na kilka stopni (członów), z których każdy ma własny silnik i materiały pędne; napędzają one raketę kolejno i po wykonaniu zadania odłączają się, aby zmniejszyć masę rakiety, a przez to ułatwić jej dalsze przyspieszanie do żądanej prędkości. Najczęściej są używane rakiety dwu- lub trzystopniowe. Rozróżnia się rakiety na stałe, ciekłe i mieszane (rzadko stosowane) raketowe materiały pędne. W rakiecie na ciekłe materiały pędne silnik i zbiorniki materiałów pędnych stanowią odrębne elementy; materiały pędne są pompowane do silnika za pomocą pomp, ulegając zmieszaniu i spalaniu w komorze spalania silnika; w rakiecie na stałe materiały pędne pojemnik z materiałem pędym stanowi jednocześnie komorę jego spalania. Zaletą rakiety na stałe paliwo jest prosta budowa, a wadą — brak możliwości regulacji ciągu. W praktyce wszystkie rakiety są, z powodów ekonomicznych, urządzeniami jednorazowego użytku (wyjątek stanowią startowe rakiety wspomagające promów kosmicznych oraz niektóre modele sportowe).

Zależnie od zastosowania dzieli się rakiety na **rakiety bojowe**, czyli pociski raketowe; **rakiety nośne**, nazywane też raketami kosmicznymi, do wprowadzania statków kosmicznych na orbitę i [lotów kosmicznych](#); wysokość rakiet nośnych przekracza niekiedy 100 m, a masa startowa (razem z materiałami pędymi) — 2 tysiące t; ważną rolę w historii astronautyki odegrały m.in. serie rakiet [Wostok](#), [Sojuz](#),

Saturn, Ariane, Atlas, Delta, Długi Marsz. Stosowane są także: **rakiety badawcze** — przeznaczone do badań górnych warstw atmosfery ziemskiej lub przestrzeni kosmicznej, rakiety do obserwacji meteorologicznych (**rakieta meteorologiczne**), **rakiety startowe** (ułatwiający start samolotu lub pocisku kierowanego, po określonym czasie działania zwykle odrzucane). W ratownictwie, głównie górskim i morskim, są używane **rakiety ratownicze** — do przerzucania liny (tzw. rzutki) na ratowany obiekt.

Prototypem rakiet współczesnych były **rakiety prochowe**, używane już w XIII w. w Chinach, miały one postać pocisków (strzał) zapalających zbudowanych z rurek wypełnionych płonącym prochem. Z 969 pochodzi przekaz o użyciu rac prochowych do ogni sztucznych, z 1232 o stosowaniu rakiet bojowych podczas obrony Kaifengu przed Mongołami. W 1529 Niemiec z Siedmiogrodu K. Hass podał pomysł rakiety wielostopniowej, a projekt takiej rakiety jako jeden z pierwszych ogłosił drukiem 1650 K. Siemienowicz. Na szerszą skalę rakiety zastosowano w Europie w XIX w. Szybki rozwój techniki raketowej, a wraz z nią **astronautyki**, nastąpił w XX w.; 1903 K. Ciołkowski ogłosił teorię ruchu rakiet kosmicznych oraz zasadę budowy i działania rakiet wielostopniowych. W 1. połowie XX w. badaniami i konstrukcją silników raketowych zajmowało się wielu wybitnych uczonych: w Ameryce R.H. Goddard, w Niemczech H. Oberth, E. Sänger i W. von Braun, w Wielkiej Brytanii F.C. Whith, w ZSRR F. Cander, S. Korolow. W 1957 umieszczono na orbicie okołoziemskiej za pomocą rakiety pierwszego sztucznego satelitę Ziemi (**Sputnik**).

**

rakieta meteorologiczna, rakieta (zazwyczaj niekierowana), służąca do pomiarów meteorologicznych; wyposażona w radiosondę, oddzielającą się od r.m. na określonej wysokości i przeprowadzającą podczas opadania (na spadochronie) pomiary wartości parametrów meteorol., przekazywanych za pomocą radia do naziemnej stacji odbiorczej; r.m. były stosowane w latach 60. XX w. do bezpośrednich badań atmosfery na wysokości leżącej między pułapem osiąganym przez radiosondy (ok. 30 km) a najmniejszą wysokością, na której poruszają się sztuczne satelity (ok. 200 km). W Polsce prace nad r.m. prowadzono 1960–71 w Inst. Meteorologii i Gospodarki Wodnej w Krakowie, pod kierunkiem J. Walczewskiego (rakiety Meteor).

**

Ramiona spiralne Galaktyki

Otoczenie Słońca o rozmiarach tysięcy lat świetlnych należy do dysku Galaktyki. Mapa pokazuje rozkład jasných gwiazd (typów widmowych O i B) w płaszczyźnie dysku, w otoczeniu Słońca. Układają się one w charakterystyczne pasy, będące fragmentami ramion spiralnych Galaktyki.

**

Ranger [rɛɪndʒɜːr], seria 9 pierwszych amer. próbników księżycowych, wyniesionych 1961–65 w przestrzeń kosm.; zadanie, polegające na uzyskaniu za pomocą kamer telew. serii zdjęć powierzchni Księżyca w coraz większym zbliżeniu, wykonywanych w czasie bezpośrednio poprzedzającym rozbicie się próbnika o powierzchnię Księżyca, zrealizowano dopiero w 7. (start VII 1964), 8. (start II 1965) i 9. (start III 1965) misji; wykazano, że forma powierzchni Księżyca została ukształtowana gł. przez bombardowanie cząstkami materii międzyplanetarnej.

**

Ras Algethi [arab.], α *Herculis*, druga co do jasności gwiazda w gwiazdozbiorze Herkulesa;

Oznaczenie: α Herculis

Rodzaj obiektu: gwiazda podwójna (jaśniejszy składnik gwiazdy)

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; [Herkules](#)

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: $17^{\text{h}} 14^{\text{m}} 39^{\text{s}}$ deklinacja: $14^{\circ} 23' 380$ l.św. = 117 pc = 24 031 200 AU

Typ widmowy i klasa jasności: M5Ib

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: -
 $0,02^{\text{m}}$

Jasność widoma (obserwowana): układ: $+3,08^{\text{m}}$; jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: $+3,48^{\text{m}}$

Temperatura efektywna: temperatura składników układu lub gwiazdy pojedynczej: 3600 K

podwójna; jaśniejszy składnik ma jasność widomą $3,48^{\text{m}}$ i jest nadolbrzymem 10 tysięcy razy jaśniejszym od Słońca; odległa od Ziemi o 380 lat świetlnych.

**

Ras Alhague [arab.], α *Ophiuchi*, najjaśniejsza gwiazda w gwiazdozbiorze Wężownika;

Oznaczenie: α Ophiuchi

Rodzaj obiektu: gwiazda pojedyncza

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; [Wężownik](#)

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: $17^{\text{h}} 34^{\text{m}} 56^{\text{s}}$ deklinacja: $12^{\circ} 34' 46,7$ l.św. = 14 pc = 2 953 308 AU

Typ widmowy i klasa jasności: A5III

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej:
 $+1,30^{\text{m}}$

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: $+2,08^{\text{m}}$

Temperatura efektywna: układ: 8000 K

jasność widoma $2,08^{\text{m}}$; jest olbrzymem 30 razy jaśniejszym od Słońca; odległa od Ziemi o 46,7 lat świetlnych.

**

Rayet [raję] GEORGES ANTOINE PONS, ur. 12 XII 1839, Bordeaux, zm. 14 IV 1906, Floirac, astronom francuski; 1879–1906 pierwszy dyr. obserwatorium astr. w Bordeaux; 1867, wraz z C.J.E. Wolfem, odkrył 3 pierwsze gwiazdy z grupy nazwanej później gwiazdami Wolfa–Rayeta; prowadził badania spektroskopowe Słońca; zajmował się także badaniem klimatu.

**

Rayleigh [ręili] lord, **John William Strutt**, ur. 12 XI 1842, Langford Grove k. Maldon (hrab. Essex), zm. 30 VI 1919, Terling Place k. Witham (hrab. Essex), fizyk brytyjski;

1873 odziedziczył tytuł barona Rayleigh; 1879–84 profesor fizyki na uniwersytecie w Cambridge, 1887–1905 — w Royal Institution of Great Britain w Londynie; od 1873 członek Towarzystwa Królewskiego tamże; prowadził prace badawcze dotyczące głównie teorii fal sprężystych (m.in. wyprowadził związek między prędkością grupową i fazową fal), teorii molekularnego rozpraszania światła (tzw. rozproszenie rayleighowskie, rozpraszanie Rayleigha), promieniowania termicznego ciała doskonale czarnego (prawo promieniowania Rayleigha–Jeansa 1900) oraz fizyki cząsteczkowej (m.in. określił rozmiary niektórych cząsteczek); wprowadził (1879) kryterium zdolności rozdzielczej przyrządów spektralnych; za wyznaczenie gęstości kilku najważniejszych gazów i odkrycie argonu (1894, wraz z w. Ramsayem) 1904 otrzymał Nagrodę Nobla.

**

Re, Ra, ubóstwione Słońce; stwórca i pan ładu we wszechświecie; władca bogów, ludzi i państwa zmarłych; utożsamiano z nim wielu bogów wyniesionych, ze względów polit., do bóstw nacz.; symbolem Re — obelisk.

**

Rea, astr. naturalny satelita Saturna, → **Rhea**.

**

reakcja chemiczna, przemiana chemiczna, przemiana jednych substancji, zwanych **substratami**, w inne substancje, zwane **produktami** reakcji chemicznej; substratami i produktami, ogólnie — reagentami, mogą być atomy, cząsteczki, jony lub rodniki. Jeśli wszystkie reagenty występują w tej samej fazie (np. są gazami) reakcję chemiczną nazywa się **reakcją homogeniczną**, jeśli w różnych fazach — **reakcją heterogeniczną**. Reakcje homogeniczne zachodzą jednocześnie w całej fazie (całej objętości układu), heterogeniczne — głównie na granicy faz. Stosunki ilościowe między reagentami podaje równanie stechiometryczne, zwane **równaniem chemicznym**. W równaniu tym substraty umieszcza się po lewej stronie, produkty po prawej: $\alpha A + \beta B = \gamma C + \delta D$, gdzie α , β , γ i δ są współczynnikami stechiometrycznymi; równanie chemiczne odzwierciedla prawo zachowania masy spełnione podczas reakcji chemicznej, podaje jej sumaryczny, a nie rzeczywisty przebieg. Reakcje chemiczne zwykle składają się z kilku następujących po sobie etapów zwanych **reakcjami elementarnymi** (procesami elementarnymi). Fotochemiczna synteza chlorowodoru przedstawiona równaniem $H_2 + Cl_2 = 2HCl$, które interpretuje się: jedna cząsteczka (lub jeden mol) wodoru reaguje z jedną cząsteczką (jednym molem) chloru, dając dwie cząsteczki (dwa mole) chlorowodoru, jest w istocie reakcją łańcuchową, złożoną z fotochemicznego wzbudzenia cząsteczki Cl_2 , która po absorpcji fotonu dysocjuje (rozpada się) na dwa bardzo aktywne atomy chloru, które reagują z cząsteczką wodoru, dając cząsteczkę produktu (HCl) i aktywny atom wodoru, ten z kolei w reakcji z cząsteczką chloru tworzy cząsteczkę chlorowodoru i atom chloru itd. Rzeczywisty przebieg reakcji chemicznej jest zwany mechanizmem reakcji.

Reakcje biegają z szybkością określoną zmianą stężenia reagentów; szybkość tę można opisać empirycznym wzorem: $v = k \cdot c_A^\alpha \cdot c_B^\beta$, gdzie c — stężenia substratów, k — współczynnik proporcjonalności, niezmienny dla określonej reakcji w danej temperaturze, zwany **stałą szybkości reakcji** (równy szybkości reakcji, gdy stężenia reagentów są jednostkowe). Niektóre reakcje zachodzą bardzo szybko, np. rozkład

materiału wybuchowego, reakcje fotochemiczne w gazach, inne to procesy bardzo wolne, np. przemiany chemiczne zachodzące w skorupie ziemskiej w czasie tysięcy lat. Jednym z parametrów wpływających na szybkość reakcji chemicznej jest temperatura — reguła van't Hoffa podaje orientacyjnie, że podwyższenie temperatury o 10°C powoduje 2–4-krotny wzrost szybkości reakcji (zmiana stałej szybkości k ; reakcja zachodząca w temperaturze pokojowej z niezauważalną szybkością może przebiegać wybuchowo po ogrzaniu reagentów). Tę zależność można wyjaśnić na gruncie kinetycznej teorii materii. Aby zaszła reakcja cząsteczki muszą się „spotkać”. W fazie gazowej są to bardzo częste, o bardzo krótkim czasie kontaktu zderzenia cząsteczek, które teoria ta rozpatruje jako kulki. Ogromna większość to zderzenia sprężyste, w których cząsteczki jedynie wymieniają energię i pęd. Do zderzeń efektywnych, tzn. prowadzących do utworzenia produktów, należą tylko te, w których biorą udział cząsteczki mające (w wyniku wielokrotnych zderzeń) odpowiednio wysoką energię — tzw. **energię aktywacji** (jej wartość jest charakterystyczna dla danej reakcji chemicznej). W wyniku podwyższania temperatury (tzn. dostarczania układowi energii) coraz większa liczba cząsteczek osiąga tę wartość. W roztworach cząstki nie są tak ruchliwe jak w gazach (liczba zderzeń jest dużo mniejsza), a mimo to reakcje przebiegają z podobną szybkością. Jest to spowodowane tzw. efektem klatkowania: uwięzienia kontaktujących się indywidualów w „klatce” utworzonej przez cząsteczki rozpuszczalnika, w wyniku czego czas kontaktu jest dużo dłuższy (20–100 razy) niż w przypadku fazy gazowej. Zderzenie cząsteczek obdarzonych energią równą energii aktywacji (lub jej bliską) prowadzi do utworzenia tzw. **kompleksu aktywnego** — nietrwałego układu, który może rozpaść się na cząsteczki substratów lub w wyniku oddziaływań elektronowych wytworzyć nowe wiązania chemiczne, tj. utworzyć cząsteczkę produktu. Jeśli średnia energia cząsteczkowa produktów jest mniejsza od średniej energii cząsteczek substratów, to reakcję chemiczną nazywa się **reakcją egzoenergetyczną** (lub egzoergiczną), w przypadku odwrotnym, gdy układowi trzeba dostarczyć energii ΔE — **reakcją endoenergetyczną** (endoergiczną). Gdy układ wymienia z otoczeniem energię w postaci ciepła mówi się odpowiednio o reakcji egzo- i endotermicznej. Reakcje chemiczne są w zasadzie odwracalne i bieżą samorzutnie aż do osiągnięcia stanu równowagi chemicznej. W stanie równowagi szybkość tworzenia się produktów jest równa szybkości ich rozpadu na substraty — w danych warunkach (ciśnienia, temperatury, stężenia) współistnieją ze sobą wszystkie reagenty (co zapisuje się: $\alpha A + \beta B \rightleftharpoons \gamma AB$), a stosunek iloczynu stężeń produktów do iloczynu stężeń substratów reakcji jest wielkością stałą, charakterystyczną dla danej reakcji — tzw. **stałą równowagi**

chemicznej:
$$K = \frac{C_{AB}^{\gamma}}{C_A^{\alpha} \cdot C_B^{\beta}}$$
. Reakcje, których stan równowagi jest silnie przesunięty w stronę produktów, nazywa się nieodwracalnymi. Badaniem szybkości reakcji chemicznych zajmuje się kinetyka chemiczna. Do badania szybkości reakcji chemicznych, w których ustala się stan równowagi dynamicznej wykorzystuje się zwłaszcza metodę wskaźników izotopowych; do badania reakcji bardzo szybkich (np. przebiegających w czasie kilku pikosekund) stosuje się specjalne techniki, m.in. fotolizę błyskową, metody relaksacyjne. Kinetyką elementarnych etapów reakcji chemicznych zajmuje się femtochemia.

Szybkość reakcji chemicznej można zmienić np. zmieniając temperaturę lub — głównie w przypadku reakcji prowadzonych w fazie gazowej — ciśnienia reagującego układu, wprowadzając katalizator (zmniejszający energię aktywacji), a także — zwłaszcza w przypadku reakcji heterogenicznych — zwiększając powierzchnię

kontaktu reagujących substancji (rozdrabnianie, mieszanie, prowadzenie procesu przeciwwąadowo, stosując fluidyzację).

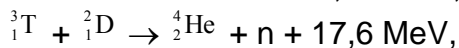
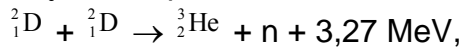
Reakcje chemiczne dzieli się ogólnie na: reakcje syntezy (tworzenia): $A + B = AB$; reakcje analizy (rozkładu): $AB = A + B$; reakcje wymiany: $AB + C = AC + B$ (wymiana pojedyncza, zwana podstawianiem) i $AB + CD = AC + BD$ (wymiana podwójna). Zależnie od reagujących cząstek, mechanizmu, sposobu inicjowania rozróżnia się reakcje rodnikowe, jonowe, atomowe, cząsteczkowe oraz reakcje łańcuchowe, katalityczne, fotochemiczne, elektrodowe i in.

**

reakcja jądrowa, fiz. procesy zachodzące przy bombardowaniu jądra atomowego innym jądrem lub cząstką elementarną; cząstki bombardujące mogą pochodzić z akceleratora cząstek naładowanych, substancji promieniotwórczej (zwłaszcza wytworzonej we wcześniejszej reakcji jądrowej), promieniowania kosmicznego i reaktorów jądrowych (neutrony). Reakcję jądrową zapisuje się symbolicznie: $a + X \rightarrow Y + b_1 + b_2 + \dots$ lub $X(a, b_1, b_2, \dots) Y$, gdzie a — cząstka padająca, X — jądro tarczy, Y, b_1, b_2, \dots — produkty reakcji; zarówno a jak Y, b_1, b_2, \dots mogą być jądrami, jak i cząstkami elementarnymi; często przy zapisie podaje się także energię reakcji Q , która wydziela się ($Q > 0$) lub jest pochłaniana ($Q < 0$) podczas reakcji (np. w reakcji ${}^3\text{He}(d, p){}^4\text{He} + Q$ wydziela się energia $Q = +18,4$ MeV). Szczególnym przypadkiem reakcji jądrowej jest reakcja dwuciałowa $X(a, b) Y$, której z kolei szczególnym przypadkiem jest proces rozpraszania cząstki padającej a , bez tworzenia nowych cząstek. Reakcje jądrowe można klasyfikować według rodzaju cząstek bombardujących, ich energii, mechanizmu reakcji i in. Przy klasyfikacji według rodzaju cząstek bombardujących rozróżnia się reakcje wywoływane neutronami, jądrami lekkimi (protonem, deuteronem, trytem, cząstką α), jądrami ciężkimi (reakcje z ciężkimi jonami), fotonami (reakcje fotojądrowe) i in.; jądra wszystkich pierwiastków o liczbie atomowej większej od 101 wytworzono przy użyciu reakcji jądrowych z ciężkimi jonami. Przy podziale według energii cząstek padających rozróżnia się reakcje niskich, pośrednich i wysokich energii (wśród nich reakcje wywoływane promieniowaniem kosmicznym). Reakcje jądrowe można również podzielić według mechanizmu reakcji na 2 główne klasy: reakcje bezpośrednie (w których biorą udział tylko niektóre nukleony) i reakcje przez jądro złożone (w których energia reakcji rozłożona jest pomiędzy wszystkie nukleony), oraz szeroką klasę reakcji pośrednich między nimi; ważną także klasę stanowią reakcje przekazu (transferu), polegające na przekazaniu z jednego jądra do drugiego (lub wymianie między nimi) pewnej liczby nukleonów. Reakcje jądrowe stanowią jedno z głównych źródeł informacji o strukturze jądra, oddziaływaniach jądrowych i mechanizmie procesów jądrowych. W celu zdobycia tych informacji dokonuje się pomiaru przekroju czynnego danej reakcji, energii produktów reakcji, kierunków ich wylotu, polaryzacji, zależności tych wielkości od energii cząstki padającej i in. Reakcje jądrowe podlegają zasadom zachowania: energii, pędu, momentu pędu, ładunku, parzystości, liczby nukleonów oraz (w przybliżeniu) izospinu. W warunkach laboratoryjnych pierwszą reakcję jądrową (polegającą na bombardowaniu jądra azotu cząstkami α pochodzącymi z rozpadu promieniotwórczego) przeprowadził 1919 E. Rutherford.

**

reakcja termojądrowa, reakcja termonuklearna, fuzja jądrowa, synteza termojądrowa, fiz. reakcja jądrowa polegająca na łączeniu się (syntezie) lekkich jąder atomowych w jądra cięższe o większej liczbie atomowej. Ponieważ energia wiązania przypadająca na jeden nukleon wzrasta wraz z liczbą atomową, reakcji termojądrowej towarzyszy wydzielanie energii równej przyrostowi całkowitej energii wiązania, np.



gdzie: ${}^2_1\text{D}$ — deuteron, ${}^3_1\text{T}$ — tryton, ${}^3_2\text{He}$ i ${}^4_2\text{He}$ — heliony (jądra helu), n — neutron.

Reakcje termojądrowe zachodzą w wyniku zbliżenia się jąder na odległość odpowiadającą zasięgowi sił jądrowych (ok. 1 fm), co jest możliwe po pokonaniu elektrostatycznej bariery kulombowskiej wzajemnego odpychania jąder; reakcje termojądrowe mogą więc zachodzić albo przy dużej energii zderzających się jąder, co odpowiada temperaturze rzędu 10^8 K, albo przy zniekształceniu bariery kulombowskiej (np. zwężeniu, występującym pod olbrzymim ciśnieniem panującym w gwiazdach, gdy gęstość materii przekracza 10^4 g/cm³).

Reakcje termojądrowe w gwiazdach są podstawowym źródłem energii i stanowią mechanizm tworzenia pierwiastków chemicznych (nukleogeneza); np. we wnętrzu Słońca, w temperaturze 10^7 K przebiega reakcja syntezy protonów ${}^1_1\text{H}$ w jądro helu (${}^4_2\text{He}$), tzw. spalanie wodoru; w gwiazdach o masie kilkanaście razy większej od masy Słońca w temperaturze powyżej 10^8 K przebiegają reakcje prowadzące do powstawania jąder ${}^{12}_6\text{C}$, ${}^{16}_8\text{O}$, ${}^{20}_{10}\text{N}$. W warunkach ziemskich reakcje termojądrowe zrealizowano w próbnym wybuchach termojądrowych; odpowiednią temperaturę otrzymano na przeciąg ok. 10^{-6} s w wyniku wybuchu zapalnika atomowego. Ilość energii wydzielona przy wybuchu bomby termojądrowej (ok. 10^{17} J) przewyższa tygodniową produkcję energii elektrycznej na całej kuli ziemskiej. Warunkiem wykorzystania energii reakcji termojądrowych do celów gospodarczych jest umiejętność przeprowadzania kontrolowanych reakcji termojądrowych, czyli reakcji przebiegających z regulowaną szybkością. Problem polega na wytworzeniu i utrzymaniu w ograniczonej objętości dostatecznej ilości plazmy deuteronowej lub deuteronowo-trytonowej w temperaturze rzędu 10^8 K; w przeprowadzonych dotychczas doświadczeniach ilość wydzielanej energii była mniejsza od energii zużytej na wytworzenie i utrzymanie plazmy. Badania nad kontrolowaną reakcją termojądrową prowadzi się w wielu ośrodkach naukowych, głównie w USA, Japonii, Wielkiej Brytanii, Francji, Rosji, a także w Polsce.

**

reflektor [łac.], astr. teleskop, w którym wiązka światła jest skupiana przez zwierciadło wklęsłe (teleskop optyczny).

**

refrakcja astronomiczna, zakrzywienie w atmosferze ziemskiej promieni świetlnych biegnących od ciała niebieskiego; w zenicie nie występuje, na horyzoncie jest największe; wielkość r. zależy od położenia obserwatora n.p.m., ciśnienia atmosferycznego i temp. powietrza; w wyniku r. następuje pozorne zwiększenie

wysokości ciał niebieskich; dokładna znajomość r. jest niezbędna przy obserwacjach astrometrycznych.

**

refrakcja fali [łac.], *fiz.* zjawisko załamania fali na granicy rozdzielającej ośrodki o różnych współczynnikach załamania (załamanie fali); terminem „refrakcja” określa się niekiedy zakrzywienie promienia świetlnego w ośrodku, którego współczynnik załamania zmienia się w sposób ciągły.

**

refraktor [łac.], *astr.* teleskop, w którym obiektywem skupiającym wiązkę światła jest soczewka lub układ soczewek; refraktory są obecnie rzadziej używane ze względu na problemy techniczne związane z produkcją i osadzeniem soczewki, a także z powodu aberracji wywołanych przechodzeniem światła przez szkło.

**

Regiomontanus, właśc. **Johannes Müller**, ur. 6 VI 1436, Königsberg (Frankonia), zm. 6(?) VII 1476, Rzym, niem. astronom i matematyk; uczeń i współpracownik Georga Peurbacha w Wiedniu; wspólnie napisali *Epitoma in Almagestum Ptolemei*, prezentujące doktrynę Klaudiusza Ptolemeusza wzbogaconą o osiągnięcia astronomów arabskich; 1461 towarzyszył kard. Bessarionowi w jego podróży do Włoch, gdzie przebywał kilka lat. We Włoszech współpracował z Marcinem Bylicą z Olkusa; wspólnie oprac. tablice astr. (*Tabulae directionum profectionumque*) oraz *Disputationes inter Viennensem et Cracoviensem super Cremonensia in planetarum theoriae deliramenta* — krytykę przestarzałego podręcznika astronomii. W pracy *De triangulis...* usystematyzował trygonometrię płaską i sferyczną; ułożył tablice trygonometryczne w układzie dziesiętnym, czym zbliżył się do ułamków dziesiętnych. W 1471 zał. w Norymberdze obserwatorium, drukarnię i warsztat mech. ufundowane przez Bernharda Walthera. W 1475 został wezwany do Rzymu przez papieża Sykstusa IV, na którego życzenie wziął udział w reformie kalendarza; w tym samym roku papież konsekrował go na biskupa Ratzbony.

**

Regulus [łac.], α *Leonis*, najjaśniejsza gwiazda w gwiazdozbiornie Lwa;

Oznaczenie: α Leonis

Rodzaj obiektu: gwiazda wielokrotna (najjaśniejszy składnik gwiazdy)

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; **Lew**

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: $10^h 08^m 22^s$ deklinacja: $11^\circ 58' 77,5$ l.św. = 24 pc = 4 901 100 AU

Typ widmowy i klasa jasności: B7V

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: -
0,5^m

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: +1,35^m

Temperatura efektywna: temperatura składników układu lub gwiazdy pojedynczej: 13000 K

odległa od Ziemi o 77,5 lat świetlnych; jest gwiazdą wielokrotną; najjaśniejszy

składnik ma typ widmowy B7 V, jasność widomą $1,35^m$, temperaturę efektywną 13 000 K i jest [karłem](#) 300 razy jaśniejszym od Słońca.

**

Reinhold [rɛɪnholt] ERASMUS, ur. 1511, zm. 1553, matematyk i astronom niem.; 1551 opublikował *Tabulae Prutenorum*, pierwsze tablice astr. zgodne z teorią kopernikańską.

**

rekombinacja [łac.], fiz.:

1) proces odwrotny do jonizacji, polegający na tworzeniu obojętnych atomów lub cząsteczek w wyniku łączenia się jonów dodatnich z elektronami;

2) w półprzewodnikach zanikanie swobodnych nośników ładunku (elektronów i dodatnich dziur) w wyniku ich łączenia się ze sobą; rekombinacji towarzyszy wydzielanie energii w postaci promieniowania elektromagnetycznego (promieniowanie rekombinacyjne) lub drgań cieplnych sieci krystal. (fononów).

**

rektascensja [łac.], astr. jedna ze współrzędnych równikowo-równonocnych; kąt między przechodzącymi przez bieguny świata 2 płaszczyznami: jedną — przez punkt Barana (punkt równocy), drugą — przez dany obiekt.

**

Retyk, Rheticus, właśc. **Georg Joachim von Lauchen**, ur. 16 II 1514, Feldkirch, zm. 4 XII 1574, Kaschau (ob. Koszyce), niemiecki astronom i matematyk; studiował na uniwersytecie w Wittenberdze (1532–36), gdzie 1537 objął katedrę matematyki; 1539 przybył do Fromborka, aby zapoznać się z dziełem M. Kopernika *De revolutionibus...*, stał się entuzjastą nowej teorii i jednym z inicjatorów wydania tego dzieła; 1542–51 profesor uniwersytetu w Lipsku; 1554 osiadł w Krakowie; autor tablic trygonometrycznych; zajmował się także medycyną.

**

Rhea [gr.], **Rea**, naturalny satelita Saturna; odkryty 1672 przez G.D. Cassiniego.

**

Ride [raid] SALLY, ur. 26 V 1951, Encino (stan Kalifornia), zm. 23 VII 2012, San Diego, astronautka amerykańska; od 1978 w zespole astronautów NASA; 18–24 VI 1983 odbyła jako pierwsza Amerykanka orbitalny lot kosm. na pokładzie wahadłowca Challenger; 5–13 X 1984 uczestniczyła w drugim swoim locie okołozemskim na pokładzie Challengera.

**

Rigel [arab.], **Algebar**, β *Orionis*, najjaśniejsza gwiazda w gwiazdozbiorze Oriona;

Oznaczenie: β Orionis

Rodzaj obiektu: gwiazda wielokrotna (najjaśniejszy składnik gwiazdy — Rigel

A)

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; [Orion](#)

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: $5^{\text{h}} 14^{\text{m}} 32^{\text{s}}$ deklinacja: -8°
12' 770 l.św. = 236 pc = 48 694 800 AU

Typ widmowy i klasa jasności: B8Ia

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: $-7,5^{\text{m}}$ (Rigel A)

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: $+0,12^{\text{m}}$ (Rigel A)

Temperatura efektywna: temperatura składników układu lub gwiazdy pojedynczej: Rigel A — 11200 K

odległa od Ziemi o 770 lat świetlnych; jest gwiazdą wielokrotną; najjaśniejszy składnik ma typ widmowy B8 Ia, jasność widomą $0,12^{\text{m}}$, temperaturę efektywną 11 200 K i jest [nadolbrzymem](#) 70 tysięcy razy jaśniejszym od Słońca.

**

Rigil Centaurus [arab.-łac.], **Toliman**, α' *Centauri*, najjaśniejsza gwiazda w gwiazdozbiornie Centaura;

Oznaczenie: α' Centauri

Rodzaj obiektu: gwiazda podwójna (składnik układu potrójnego Alfa Centauri)

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; [Centaur](#)

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: $14^{\text{h}} 39^{\text{m}} 36^{\text{s}}$ deklinacja: $-60^{\circ} 50'$ 4,4 l.św. = 1 pc = 278 256 AU

Typ widmowy i klasa jasności: G2V (Alfa Centauri A), K5V (Alfa Centauri B)

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: $+4,40^{\text{m}}$ (Alfa Centauri A), $+5,73^{\text{m}}$ (Alfa Centauri A)

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: $-0,01^{\text{m}}$ (Alfa Centauri A), $+1,33^{\text{m}}$ (Alfa Centauri B)

Temperatura efektywna: temperatura składników układu lub gwiazdy pojedynczej: Alfa Centauri A — 6000 K

odległa od Ziemi o 4,4 lat świetlnych; jest gwiazdą podwójną o okresie orbitalnym 79,92 lat; jaśniejszy składnik ma typ widmowy G2 V, jasność widomą $-0,01^{\text{m}}$, temperaturę efektywną 6000 K i jest karłem 2 razy jaśniejszym od Słońca; Rigil Centaurus jest członkiem układu potrójnego Alfa Centauri.

**

Riumin WALERIJ W., ur. 16 VIII 1939, Komsomolsk nad Amurem, kosmonauta sow.; od 1973 w zespole kosmonautów; uczestnik lotu Sojuza 25 (1977) i Sojuza 32 (1979); prace badawcze na stacji Salut 6, powrót Sojuzem 34; uczestnik lotu Sojuza 35 (1980).

**

roczniki astronomiczne, periodyczne wydawnictwa publikowane przez różne obserwatoria astr.; zawierają dane dotyczące wschodów i zachodów Słońca i Księżyca, położzeń planet, zaćmień i in. zjawisk astr. przewidywanych w danym roku.

**

Rogaliński JÓZEF, ur. 20 XI 1728, Jurkowo, zm. 5 XI 1802, Poznań, fizyk, astronom, jezuita; profesor w jezuickim kolegium w Poznaniu i kierownik obserwatorium astr. tamże; stworzył nowoczesny gabinet fiz., w którym prowadził cotygodniowe wykłady publiczne; jego 4-tomowy podręcznik fizyki doświadczalnej *Doświadczenia skutków rzeczy pod zmysły podpadających...* (t. 1 1765, t. 2–3 1770, t. 4 1776) był najobszerniejszym podręcznikiem w języku pol. w XVIII w.

**

rok, *astr.* jednostka rachuby czasu. Jednostka czasu związana z okresem obiegu Ziemi wokół Słońca. W astronomii używa się kilku różnych pojęć roku, oznaczających okresy o różnych długościach. Największe znaczenie dla praktycznej rachuby czasu ma **rok zwrotnikowy** (okres, w którym powtarzają się pory roku), określony jako odstęp czasu między 2 kolejnymi przejściami Słońca przez **punkt Barana**, obejmujący 365 dni 5 h 48 min 46 s (365,2422 doby średniej słonecznej). Okres, po którym Słońce, po dokonaniu pełnego obiegu po **ekliptyce**, znajdzie się znów na tle tych samych gwiazd, nosi nazwę **roku gwiazdowego**; z powodu **precesji** osi Ziemi (precesja) jest on dłuższy od roku zwrotnikowego i wynosi 365 dni 6 h 9 min 10 s (365,2564 doby średniej słonecznej). **Rok anomalistyczny** to okres między 2 kolejnymi przejściami Ziemi przez peryhelium jej orbity; liczy 365 dni 5 h 9 min 10 s i jest krótszy od roku gwiazdowego wskutek ruchu linii absyd. **Rokiem Bessela** nazywa się okres między 2 kolejnymi przejściami Słońca przez punkt o długości ekliptycznej 280°; jego początek przypada między 31 grudnia a 2 stycznia, a długość jest równa rokowi zwrotnikowemu. **Rok zaćmieniowy** to okres między 2 kolejnymi przejściami Słońca przez ten sam węzeł orbity Księżyca; wynosi 346 dni 14 h 52 min 54 s. Nazwą rok określa się także inne odstępy czasu, nie związane z okresem obiegu Ziemi wokół Słońca; okres obiegu Słońca wokół centrum Galaktyki, równy ok. 200 mln lat, zwie się **rokiem galaktycznym**; okres, w którym oś Ziemi zakreśla pełny stożek precesyjny, równy 25 700 lat — **rokiem platońskim**. **Rok kalendarzowy** w obowiązującym niemal na całym świecie kalendarzu gregoriańskim liczy 365 (rok zwykły) lub 366 (rok przestępny) dób średnich słonecznych, przy czym latami przestępnymi są te, których kolejny numer jest liczbą podzielną przez 4, z wyjątkiem lat wyrażających się pełnymi setkami, spośród których tylko podzielne przez 400 są przestępne; pozostałe lata są latami zwykłymi.

**

rok platoński, okres, w którym Ziemia zakreśla pełen stożek precesji; równy 25 700 lat.

**

rok świetlny, jednostka długości stosowana w astronomii (głównie w publikacjach popularnonaukowych); rok świetlny jest to odległość, którą światło przebywa w próżni w ciągu roku; $1 \text{ rok świetlny} = 9,4605 \cdot 10^{12} \text{ km} = 6,324 \cdot 10^4 \text{ AU} = 0,3066 \text{ pc}$.

**

Rømer [rømər], **Römer**, OLE CHRISTENSEN, ur. 25 IX 1644, Århus (Jutlandia), zm. 23 IX 1710, Kopenhaga, astronom duński; od 1681 król. matematyk i profesor astronomii uniw. w Kopenhadze; pierwszy odkrył (1676), że prędkość rozchodzenia się światła jest skończona (na podstawie obserwacji zaćmień 3 wewn. satelitów Jowisza); wynalazł: instrument przejściowy, instrument uniwersalny, ekwatoriał i koło

południkowe; zastosował mikrometr do obserwacji za pomocą koła południkowego; zbudował teodolit; zał. obserwatorium astr. w Kopenhadze oraz obserwatorium Tusculan w Vridsløsemagle k. Kopenhagi.

**

Röntgen, Roentgen, WILHELM CONRAD, ur. 27 III 1845, Lennep (obecnie część m. Remscheid), zm. 10 II 1923, Monachium, fizyk niemiecki; od 1876 profesor uniwersytetu w Strasburgu, od 1879 w Giessen, od 1888 w Würzburgu, od 1900 w Monachium; odkrywca (1895) promieniowania elektromagnetycznego zw. promieniowaniem rentgenowskim (przez Röntgena nazwanego promieniami X), którego wiele właściwości zbadał; wskazał sposób ich wykorzystania w medycynie; skonstruował pierwszą lampę rentgenowską; za swoje odkrycia jako pierwszy otrzymał 1901 Nagrodę Nobla w dziedzinie fizyki; prowadził badania własności ciał poddawanych wysokim ciśnieniom.

**

Rosat, niem. **Röntgen Satellite**, niem. sztuczny satelita Ziemi; przeznaczony do prowadzenia obserwacji astr. w zakresie promieniowania rentgenowskiego i skrajnego ultrafioletu; wyposażony w teleskop rentgenowski czuły w zakresie energii 0,1–2 keV, licznik proporcjonalny, rentgenowski detektor obrazujący (produkcji amer.) o wysokiej rozdzielczości oraz szerokokątną kamerę (produkcji bryt.) rejestrującą w dalekim ultrafiolecie (dł. fal 0,006–0,03 m); umożliwiał prowadzenie przeglądów świecenia sfery niebieskiej w zakresie promieniowania rentgenowskiego (z dokładnością lokalizacji położenia źródeł 25") oraz ultrafioletowego (z dokładnością 1'), jak również obserwacji wybranych pojedynczych obiektów emitujących promieniowanie z tych zakresów widma. Zakończenie misji nastąpiło 12 II 1999.

**

Rosetta, sonda kosm. Eur. Agencji Kosm.; wystrzelona z Ziemi 2 III 2004 w celu zbadania komety 67P/Churyumov–Gerasimenko (wyniesiona w przestrzeń kosm. przez raketę Ariane 5); osiągnięcie komety i wszechstronne zbadanie m.in. poprzez osadzenie lądownika na jej jądrze nastąpi 2014; w skład aparatury naukowej Rosetty wchodzi zbud. w Centrum Badań Kosm. PAN penetrator wraz z urządzeniem wbijającym go w (prawdopodobnie lodową) powierzchnię w celu poznania fiz. właściwości i chem. składu jądra komety.

**

Rover, robot badający Marsa, → [Sojourner-Rover](#).

**

Rover, ang. **Lunar Roving Vehicle**, pierwszy amer. pojazd księżycowy — składany pojazd elektr. przeznaczony do przewożenia astronautów, aparatury i materiałów po powierzchni Księżyca; napęd elektr., prędkość maks. 13 km/h; użyty po raz pierwszy 1971 podczas lotu Apollo 15, a następnie podczas ekspedycji księżycowych — Apollo 16 i 17; oddalał się od lądownika LM na odległość 5–7 km; jednym z konstruktorów R. był M. Bekker.

**

Rozalinda, *astr.* księżyc Urana, ósmy licząc wg rosnącej odległości od planety.

**

rozbłyski gamma, błyski gamma, krótkotrwałe — z reguły trwające nie dłużej niż kilkadziesiąt s. — błyski promieniowania gamma, rejestrowane średnio raz na dobę z różnych kierunków nieba; energia błysku może przekraczać 10^{44} J. R.g. zostały odkryte przypadkowo w końcu lat 60. XX w. i długo nie dawały się zidentyfikować ze znanymi obiektami kosm.; przełomem w badaniach było umieszczenie na orbicie okołoziemskiej (1996) satelity Beppo-SAX wyposażonego w teleskop kwantów gamma o wysokiej zdolności rozdzielczej oraz detektor promieniowania rentgenowskiego; badanie towarzyszącej błyskowi, a trwającej znacznie dłużej, poświaty rentgenowskiej umożliwiło w miarę precyzyjne określenie współrzędnych miejsca błysku, dzięki analizie spektralnej zaś — zmierzenie przesunięcia ku czerwieni, a zatem i określenie odległości do źródła promieniowania (były one rzędu mld lat; błysk GRB971214 zarejestrowany na granicy gwiazdozbiorów Wielkiej Niedźwiedzicy i Smoka pochodził z galaktyki odległej o 12 mld lat świetlnych, a jego całkowita energia była niewyobrażalnie wielka). Z rozlicznych hipotez wyjaśniających naturę wybuchających obiektów (będących źródłem błysków gamma) i mechanizm ich eksplozji najbardziej obiecująca jest hipoteza hipernowej, której jednym z twórców jest B. Paczyński; hipotezę tę wydają się potwierdzać wyniki badań teleskopu XMM-Newton opublikowane IV 2002.

**

rozbłyski słoneczne, *astr.* gwałtowne pojaśnienia niewielkich obszarów chromosfery i korony słonecznej, trwające od kilku min do 3 godzin; zachodzą (choć w niejednakowym stopniu) we wszystkich zakresach widma; występują w rejonach o skomplikowanej strukturze pola magnetycznego (najczęściej w pobliżu plam) i są związane z jego anihilacją lub konfiguracją; rozbłyskom słonecznym może towarzyszyć wyrzucanie materii z korony; strumienie wysokoenergetycznych protonów i elektronów generowane przez rozbłyski słoneczne mogą osiągnąć Ziemię, powodując zaburzenia jonosfery i pola geomagnetycznego i przyczyniając się tym do powstawania burz magnetycznych i zórz polarnych.

**

rozdzielczość, zdolność rozdzielcza, *fiz., fot.* wielkość charakteryzująca zdolność przyrządów opt. (mikroskopów, obiektywów fot. i in.) oraz fot. materiałów światłoczułych do odwzorowywania bardzo drobnych szczegółów. Jest równa najmniejszej odległości 2 punktów lub linii jeszcze rozróżnialnych; rozdzielczość może być liniowa lub kąтова (φ — kąt zawarty między promieniami poprowadzonymi od tych punktów do obserwatora); dla oka ludzkiego $\varphi_{\min} \approx 1'$. Rozdzielczość układu fot., o której decydują zarówno jego części opt., jak i warstwa światłoczuła, mierzy się na obrazie fot. siatki kreskowej (lub gwiazdzistej) i określa ilościowo największą liczbą par kresów jasnych i ciemnych, przypadających na 1 mm obrazu, odtwarzanych na zdjęciu oddzielnie. Czynnikiem ograniczającym rozdzielczość nawet doskonałych przyrządów opt. są gł. efekty dyfrakcyjne (dyfrakcja fal), które powodują rozmycie obrazu punktu.

**

rozdzielczość, zdolność rozdzielcza, *metrol.* w technice pomiarowej — zmiana wartości wielkości pomiarowej niezbędna do uzyskania zauważalnej zmiany

wielkości wyjściowej; w technice analogowej czynnikami ograniczającymi rozdzielczość są: tarcie, histereza, szумы.

**

Rozeta, *astr.* rozległa mgławica gazowa w kształcie róży w gwiazdozbiore Jednorożca, oświetlana przez grupę sąsiadujących gorących gwiazd; odległa od Układu Słonecznego o ok. 4,5 tys. lat świetlnych.

**

Rozkład materii we Wszechświecie

Obserwacje astronomiczne pozwalają opisać rozkład materii we Wszechświecie. Najpewniejsze są dane dotyczące rozkładu obiektów będących źródłami promieniowania elektromagnetycznego. Ziemia jest planetą okrążającą Słońce i należącą do jego układu planetarnego. Słońce jest gwiazdą; ok. 200 mld gwiazd tworzy związany grawitacyjnie układ nazywany Galaktyką. Większość jasnych gwiazd Galaktyki (w tym również Słońce) skupia się wokół wyróżnionej płaszczyzny i krąży wokół prostopadłej do niej osi; obserwowane z Ziemi tworzą jaśniejszy pas na niebie zw. Drogą Mleczną. Poza Galaktyką istnieją i inne układy zawierające od setek milionów do setek miliardów związanych ze sobą grawitacyjnie gwiazd, nazywane galaktykami. Galaktyki również tworzą grawitacyjnie związane układy zawierające od kilku do kilku tysięcy obiektów, zwanych odpowiednio grupami lub gromadami galaktyk; ich rozkład w przestrzeni nie jest przypadkowy; istnieją obszary o znacznie podwyższonej gęstości występowania gromad, zwane supergromadami i obszary niemal pozbawione galaktyk, tzw. pustki; nie stwierdzono istnienia tworów wyższego rzędu od supergromad i na nich urywa się hierarchiczny rozkład materii.

Badanie obszarów o rozmiarach kilkuset milionów lat świetlnych o różnych położeniach w przestrzeni pokazuje, że są one sobie równoważne w sensie statystycznym, to znaczy ilość występujących w nich obiektów astronomicznych rozmaitych typów nie różni się istotnie. W takim znaczeniu mówi się o jednorodności Wszechświata w dużej skali. Rozkład odległych obiektów na niebie nie wykazuje istnienia żadnego wyróżnionego kierunku w przestrzeni i tę własność określamy mianem izotropii Wszechświata.

Michał Jaroszyński

**

Rozmiary liniowe i kątowe ciał Układu Słonecznego

Ciała Układu Słonecznego	Promień (tys. km)	Promień w stosunku do promienia Ziemi	Rozmiar kątowy (minuty i sekundy łuku) Kątowa średnica równikowa
Słońce	696 000	109	31'31"– 32'36"
Księżyc	1 737	0,2726	33'32"–

			29'20"
Merkury	2 439	0,382	12,9"—4,5"
Wenus	6 051	0,949	66,0"—9,6"
Ziemia	6 378	1	
Mars	3 393	0,532	25,7"—3,5"
Jowisz	71 398	11,209	50,1"—30,4"
Saturn	60 000	9,449	20,9"—15,0"
Uran	25 400	4,007	3,7"—3,1"
Neptun	24 300	3,883	2,2"—2,0"
Pluton	1 150	0,180	0,3"—0,2"

**

rozpad promieniotwórczy, fiz. samorzutna przemiana jądra atomowego, której towarzyszy emisja promieniowania jądrowego i wydzielenie energii, tzw. energii rozpadu; emitowaną cząstką promieniowania mogą być: foton (rozpad γ), elektron lub para elektron-pozyton (konwersja wewnętrzna), elektron lub pozyton i antyneutrino lub neutrino (rozpad β), nukleon lub jądro (rozpad protonowy, rozpad α , rozpad egzotyczny, rozszczepienie). Tylko w jednym z powyższych przypadków cząstka (elektron konwersji wewnętrznej) jest emitowana nie bezpośrednio z jądra, lecz z powłoki elektronowej. W wyniku emisji z jądra A_ZX (A — liczba masowa równa liczbie nukleonów w jądrze, Z — liczba porządkowa równa liczbie protonów w jądrze) elektronu powstaje jądro ${}^A_{Z+1}X$, pozytonu — jądro ${}^A_{Z-1}X$, wychwyty elektronu — również jądro ${}^A_{Z-1}X$, rozpadu protonowego — jądro ${}^{A-1}_{Z-1}X$, zaś rozpadu α — jądro ${}^{A-4}_{Z-2}X$. Rozpad promieniotwórczy może zachodzić na skutek oddziaływania słabego, elektromagnetycznego lub silnego. Rozpad promieniotwórczy jest procesem statystycznym. Istnieje określone prawdopodobieństwo równe λ (λ , stała rozpadu, charakterystyczna dla danego jądra i stanu, w którym się ono znajduje), że jądro rozpadnie się w jednostkowym czasie. Prowadzi to do wykładniczego prawa rozpadu: $N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$, gdzie $N(t)$ i N_0 — odpowiednio liczba jąder promieniotwórczych w chwili t oraz w chwili początkowej $t = 0$. Promieniotwórczość naturalną odkrył 1896 A.H. Becquerel, który stwierdził, że różne związki uranu wywołują zaciemnienie emulsji fotograficznej; systematyczne badania tego zjawiska podjęte przez M. Skłodowską-Curie i P. Curie doprowadziły do stwierdzenia promieniotwórczości toru i odkrycia 1898 nowych promieniotwórczych pierwiastków: polonu i radu. Dalsze prace nad promieniotwórczością doprowadziły do rozróżnienia 3 składowych promieniowania: α , β i γ (E. Rutherford, P. Villard i in.) oraz ich identyfikacji (Becquerel, S.T. Meyer, E. von Schweidler, Rutherford, T. Royds), a następnie do stwierdzenia, że zanik aktywności substancji promieniotwórczej w czasie ma charakter wykładniczy (Rutherford, F. Soddy). Sztuczną promieniotwórczość (β^+) odkryli 1934 I. Joliot-Curie i F.J. Joliot-Curie.

**

rozpraszanie światła, fiz. zmiana kierunku rozchodzenia się światła w wyniku jego oddziaływania z cząstkami lub niejednorodnościami ośrodka (rozpraszanie fal); wywołuje złudzenie świecenia ośrodka rozpraszającego. Rozpraszanie światła może

zachodzić bez zmiany długości fali (sprężyste rozpraszanie światła) lub z jej zmianą (niesprężyste rozpraszanie światła); przykładem niesprężystego rozpraszania światła jest rozpraszanie ramanowskie (Ramana zjawisko); sprężyste rozpraszanie światła na optycznych niejednorodnościach, których rozmiary są znacznie mniejsze od długości fali światła rozpraszanego, nazywa się **rozpraszaniem rayleighowskim (rozpraszaniem Rayleigha)**; rozpraszanie światła rayleighowskie tłumaczy się indukowaniem w cząsteczce — pod działaniem padającego światła — dipola elektrycznego, będącego źródłem światła rozproszonego. Szczególnie silne rozpraszanie światła występuje w ośrodkach mętnych (Tyndalla zjawisko). Natężenie promieniowania rozproszonego rayleighowsko jest proporcjonalne do λ^{-4} (λ — długość fali), najsilniejszemu rozproszeniu ulega więc niebieskofioletowa część światła; zjawisku temu zawdzięcza m.in. barwę niebo.

**

rój meteoroidów, zbiorowisko meteoroidów poruszających się wokół Słońca stosunkowo blisko siebie po przybliżonych orbitach; w pewnych warunkach towarzyszy mu **rój meteorów**.

**

rój meteorów, *astr.* okresowe nasilenie obserwowanych na niebie świetlnych smug („spadających gwiazd”) towarzyszące przejściu Ziemi przez strumień meteoroidów.

**

równik, linia (okrąg) powstała z przecięcia powierzchni kuli o wyróżnionej osi płaszczyzną prostopadłą do tej osi i przechodzącą przez środek kuli; równik **niebieski**, koło wielkie na sferze niebieskiej będące przecięciem jej przez płaszczyznę prostopadłą do osi świata i przechodzącą przez środek sfery niebieskiej, równik **ziemski**, przecięcie powierzchni Ziemi przez płaszczyznę prostopadłą do jej osi i przechodzącą przez środek Ziemi.

**

równik galaktyczny, wielkie koło będące przecięciem sfery niebieskiej płaszczyzną Galaktyki.

**

równik niebieski, koło wielkie będące przecięciem powierzchni Ziemi płaszczyzną prostopadłą do osi świata i przechodzącą przez środek sfery niebieskiej.

**

równik ziemski, równoleżnik ziemski leżący w płaszczyźnie przechodzącej przez środek Ziemi i prostopadle do jej osi (osi przechodzącej przez bieguny geograficzne); długość — 40 075,704 km; równik ziemski dzieli Ziemię na półkulę północną i południową; od równika wyznacza się szerokość geograficzną (on sam ma szerokość geograficzną 0).

**

Równina Upału, *astr.* → **Caloris Basin**.

**

równoleżnik niebieski, koło będące przecięciem sfery niebieskiej płaszczyzną prostopadłą do osi świata.

**

równonoc, ekwinokcjum [łac.], zrównanie dnia z nocą, chwila, gdy Słońce znajduje się w jednym z 2 punktów przecięcia się ekliptyki z równikiem niebieskim (**punkty równonocy**); długość dnia równa się wówczas długości nocy; w chwili równonocy wiosennej (ok. 21 III) Słońce przechodzi przez punkt Barana, a w chwili równonocy jesiennej (ok. 23 IX) przez punkt Wagi; w wyniku precesji osi Ziemi (precesja) punkty równonocy przemieszczają się po ekliptyce, dokonując pełnego obiegu w ciągu 25 700 lat (rok platoński).

**

równowaga termodynamiczna, fiz. stan układu termodynamicznego, w którym nie występują żadne makroskopowe przepływy (np. substancji, ciepła) i parametry układu (np. ciśnienie, temperatura, energia wewnętrzna) nie zmieniają się w czasie.

**

rubid, Rb, *rubidium*, pierwiastek chem. o liczbie atomowej 37;

Symbol: Rb

Nazwa łacińska: Rubidium

Liczba atomowa: 37

Pierwiastek promieniotwórczy: nie

Grupa układu okresowego pierwiastków: 1 — litowce

Odkrycie: 1861

Odkrywca: Bunsen Robert Wilhelm, Kirchhoff Gustav Robert

względna masa atomowa 85,4678; r. należy do grupy litowców; srebrzystobiałe metal, bardzo miękki, lekki, łatwo topliwy; temperatura topnienia 38,89°C, temperatura wrzenia 685°C, gęstość 1,532 g/cm³; w związkach występuje na stopniu utlenienia I; bardzo reaktywny; w powietrzu samorzutnie zapala się, tworząc ponadtlenek RbO₂ i dlatego metaliczny r. musi być przechowywany pod warstwą nafty, w próżni lub w atmosferze gazu obojętnego; gwałtownie reaguje z wodą, wydzielając wodór i tworząc wodorotlenek rubidu RbOH, który jest bardzo mocną zasadą; sole rubidu wykazują podobieństwo do odpowiednich soli potasu. W przyrodzie występuje (w stanie rozproszonym) w postaci związków, towarzysząc minerałom potasu (gł. karnalitowi i lepidolitowi) oraz w niektórych glinokrzemianach (np. pollucyt). R. jest stosowany do pokrywania wnętrza lamp elektronowych oraz fotokomórek; jest składnikiem specjalnych szkła opt.; kryształy jon. zawierające r. (np. RbAg₅I₄) mają znaczenie w produkcji cienkich warstw przewodzących; jako metal o bardzo niskim potencjale jonizacji może stać się paliwem w jon. silnikach rakietowych; izotop ⁸⁷Rb jest stosowany w geochronologii. Rubid odkryli 1861 R.W. Bunsen i G.R. Kirchhoff.

**

ruch, fiz. zmiana w czasie położenia ciała materialnego względem wyróżnionego układu odniesienia, zmiana wzajemnego położenia elementów ciała, a także rozchodzenie się zaburzeń pól fizycznych. Badaniem ruchu ciał materialnych zajmuje się mechanika, a ruchu pól — teoria pola; w szczególności ruch ładunków

elektrycznych i związane z nim zjawiska są przedmiotem badań elektrodynamiki. Ruch jest względny — zależy od wyboru układu odniesienia. Przy opisie ruchu szczególnie ważną rolę odgrywa układ inercjalny odniesienia. Podstawowymi równaniami opisującymi ruch mechaniczny są równania Newtona (Newtona zasady dynamiki), równania ruchu Lagrange'a, równania ruchu płynu Eulera; ruch falowy opisuje równanie falowe. Wielkość fizyczna, której wartość liczbowa nie zmienia się podczas ruchu ciała nazywa się **całką ruchu (stałą ruchu)**. W zależności od kształtu toru ruchu punktu materialnego rozróżnia się ruch prostoliniowy i krzywoliniowy, w zależności od prędkości i przyspieszenia — ruch jednostajny prostoliniowy (prędkość $v = \text{const}$), jednostajny po okręgu (prędkość kątowna = const) i zmienny (w tym jednostajnie zmienny prostoliniowy, jeśli przyspieszenie $a = \text{const}$, jednostajnie zmienny po okręgu, jeśli przyspieszenie kątowe = const). Ruch bryły sztywnej może być postępowy (układ 3 osi prostopadłych związanych z bryłą zachowuje stały kierunek w przestrzeni) lub obrotowy. Dowolny ruch bryły sztywnej można złożyć z przesunięcia równoległego i obrotu, w wypadku ciał odkształcalnych — z przesunięcia, obrotu i odkształcenia. Często spotykanym ruchem niejednostajnym jest ruch drgający, którego szczególnie ważnym rodzajem jest ruch harmoniczny (drgania).

**

ruch własny, *astr.* zmiana współrzędnych astronomicznych ciała niebieskiego wynikająca z jego ruchu względem Słońca; ruch własny wyraża się w sekundach łuku na rok; na podstawie ruchu własnego i odległości od danego obiektu można obliczyć składową prędkość tego obiektu prostopadłą do promienia widzenia.

**

ruch wsteczny, *astr.* → **obieg wsteczny** lub → **obrót wsteczny**.

**

Ruchbah [arab.], δ Cassiopeiae, czwarta pod względem jasności gwiazda w gwiazdozbiornie Kasjopei;

Oznaczenie: δ Cassiopeiae

Rodzaj obiektu: gwiazda pojedyncza

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; **Kasjopea**

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: $1^{\text{h}} 25^{\text{m}} 49^{\text{s}}$ deklinacja: 60°
14' 99,4 l.św. = 30 pc = 6 286 056 AU

Typ widmowy i klasa jasności: A5IV

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej:
 $+0,23^{\text{m}}$

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: $+2,68^{\text{m}}$

Temperatura efektywna: układ: 8100 K

zmienna zaćmieniowa; odległa od Układu Słonecznego ok. 65 lat świetlnych.

**

Ruchy ciał niebieskich

Ruchy w Galaktyce

Ziemia raz na rok obiega Słońce poruszając się po orbicie ze średnią prędkością 30 km/s. Słońce względem sąsiednich gwiazd porusza się z prędkością 20 km/s w kierunku tzw. apeksu. Razem z gwiazdami znajdującymi się w ramieniu spiralnym obiega raz na około 220 mln lat centrum Galaktyki z prędkością 250 km/s.

Względne ruchy galaktyk

Galaktyka, do której należy Słońce, porusza się względem galaktyk sąsiednich, bo wszystkie obiegają środek masy całego układu (znajdujący się mniej więcej w 2/3 odległości do Wielkiej Mgławicy w Andromedzie; w tym miejscu nie znajduje się żadna galaktyka) z prędkością 50 km/s. Cała Gromada Lokalna w supergromadzie porusza się z prędkością około 200 km/s. Suma (400 km/s) wszystkich ruchów Ziemi względem nieruchomego układu odniesienia (np. związanego z promieniowaniem tła) daje około 0,1 % (400/300 000) asymetrii zwanej wariacją dipolową (widoczną na zdjęciach promieniowania tła wykonanych z satelity COBE)

Względne ruchy gwiazd

Gwiazdy widoczne na niebie są tak od nas odległe, że w skali życia jednego człowieka nie udaje się zauważyć ich względnych przesunięć (chyba, że za pomocą specjalnych technik obserwacyjnych). Jednak w rzeczywistości poruszają się — siedem charakterystycznie ułożonych gwiazd gwiazdozbioru Wielkiej Niedźwiedzicy, tzw. Wielki Wóz (wg którego szuka się najczęściej Gwiazdy Polarnej) inaczej wyglądał 100 tys. lat temu, a inaczej będzie wyglądał za 100 tys. lat.

Magdalena Kożuchowska

**

Rudnickiego kometa, kometa jednopojawieniowa o numerze katalogowym C/1966 T1; odkryta X 1966 przez pol. astronoma, K. Rudnickiego.

**

Rudzki MAURCY PIUS, ur. 28 XII 1862, Uhryńkowce k. Czortkowa (Podole), zm. 20 VII 1916, Kraków, geofizyk i astronom, pedagog; od 1896 profesor i kier. jednej z najstarszych na świecie katedry geofizyki i meteorologii na Uniwersytecie Jagiellońskim; od 1899 czł. AU; od 1902 dyr. obserwatorium astr. Uniwersytetu Jagiellońskiego; 1903 zał. pierwszą w Polsce stację sejsmologiczną; autor ponad 150 prac z dziedziny geofizyki (gł. sejsmologii i meteorologii), astronomii (gł. astrofizyki — dotyczących zmian ciśnienia, gęstości i temperatury w kulach gazowych), geodezji, geologii i matematyki, a także podręczników uniwersyteckich: *Fizyka Ziemi* (1909), *Astronomia teoretyczna* (t. 1–2 1914), *Zasady meteorologii* (1917).

**

Rufa, łac. *Puppis*, astr. gwiazdozbiór nieba południowego;

Umiejscowienie na niebie: gwiazdozbiór nieba południowego
Obszar gwiazdozbioru (w stopniach kwadratowych): 673

stanowi część (wraz z gwiazdozbiorami Żagiel, Kompas, Kil) dawnego gwiazdozbioru **Okręt Argonautów**; w Polsce częściowo widoczny w zimie; najjaśniejsza gwiazda — Naos; R. zawiera widoczną gołym okiem gromadę otwartą M 47.

**

Russell [rasl] HENRY NORRIS, ur. 25 X 1877, Oyster Bay (stan Nowy Jork), zm. 18 II 1957, Princeton (stan New Jersey), astrofizyk amerykański; 1911–27 profesor uniwersytetu w Princeton, 1912–47 dyr. obserwatorium astr. tamże; 1912 oprac. metody obliczania orbit gwiazd zaćmieniowych i, niezależnie od E. Hertzsprunga, metodę wyznaczania odległości gwiazd podwójnych; 1913 podał zależność między wielkością absolutną i typem widmowym gwiazd; zależność ta, przedstawiona graficznie, jest znana pod nazwą diagramu Hertzsprunga–Russella; prace z astronomii gwiazdowej, teorii atmosfer oraz ewolucji gwiazd.

**

Rutherford [rʌðəˈfɜːd] ERNEST, baron **Rutherford of Nelson**, ur. 30 VIII 1871, Brightwater (lub Spring Grave k. Nelson), Nowa Zelandia, zm. 19 X 1937, Cambridge, fizyk brytyjski; 1898–1907 profesor uniwersytetu w Montrealu, 1907–19 — w Manchesterze, od 1919 — w Cambridge i dyrektor Cavendish Laboratory tamże; od 1922 członek Towarzystwa Królewskiego w Londynie, od 1925 — PAU; twórca podstaw współczesnej nauki o promieniotwórczości i budowie atomu; wykonał wiele badań, w wyniku których m.in. 1899 wykazał odrębną naturę promieniowania α i β , 1903 (wspólnie z F. Soddy) podał teorię rozpadu promieniotwórczego (za badania rozpadu promieniotwórczego pierwiastków 1908 otrzymał Nagrodę Nobla z chemii); 1911 stwierdził istnienie jądra atomowego, a następnie stworzył planetarny model atomu; 1914 wykazał falową naturę promieniowania γ ; 1919 przeprowadził pierwszą reakcję jądrową, która doprowadziła do odkrycia protonu.

**

Ryba Latająca, łac. *Volans*, mały gwiazdozbiór nieba południowego;

Umiejscowienie na niebie: gwiazdozbiór nieba południowego
Obszar gwiazdozbioru (w stopniach kwadratowych): 141

w Polsce niewidoczny; nie zawiera jasnych gwiazd.

**

Ryba Południowa, łac. *Piscis Austrinus*, niewielki gwiazdozbiór nieba południowego;

Umiejscowienie na niebie: gwiazdozbiór nieba południowego
Obszar gwiazdozbioru (w stopniach kwadratowych): 245
Główne gwiazdy: Fomalhaut

w Polsce widoczny jesienią, nisko nad horyzontem; najjaśniejsza gwiazda — [Fomalhaut](#).

**

Rybka EUGENIUSZ, ur. 6 V 1898, Radzymin, zm. 8 XII 1988, Warszawa, astronom; profesor Uniw. Lwow., Uniwersytetu Jagiellońskiego i Uniw. Wrocław.; dyr. obserwatoriów astr. Uniw. Wrocław. i w Krakowie; prace z fotometrii gwiazdowej i historii astronomii; *Astronomia ogólna, Cztery wieki rozwoju myśli kopernikańskiej*.

**

Ryby, ♓, znak Zodiaku; w wyniku precesji osi ziemskiej obecnie początek znaku Ryb znajduje się w gwiazdozbiórze Wodnika.

**

Ryby, łac. *Pisces*, gwiazdozbiór nieba północnego;

Umiejscowienie na niebie: gwiazdozbiór nieba północnego
Obszar gwiazdozbioru (w stopniach kwadratowych): 889

w Polsce widoczny jesienią.

**

Ryle [rail] Sir MARTIN , ur. 27 IX 1918, Brighton (hrab. Sussex), zm. 14 X 1984, Cambridge, radioastronom brytyjski; od 1957 dyr. i od 1959 profesor Mullard Radio Astronomy Observatory w Cambridge; od 1971 czł. Akad. Nauk ZSRR; oprac. metodę tzw. syntezy apertury, pozwalającą na uzyskiwanie dużych kątowych zdolności rozdzielczych za pomocą obserwacji radioteleskopami o małej średnicy; za pionierskie badania w dziedzinie astrofizyki, a zwł. odegranie decydującej roli w odkryciu pulsarów, otrzymał 1974 (wspólnie z A. Hewishem) Nagrodę Nobla.

**

Rylec, łac. *Caelum*, mały gwiazdozbiór nieba południowego;

Umiejscowienie na niebie: gwiazdozbiór nieba południowego
Obszar gwiazdozbioru (w stopniach kwadratowych): 125

w Polsce zimą nad horyzontem jest widoczny jego mały fragment; nie zawiera jasnych gwiazd.

**

Ryszard z Wallingford, ur. 1291 lub 1292, zm. ok. 1340, konstruktor i astronom ang., benedyktyn; skonstruował zegar astr. w Saint Albans, budował też instrumenty astronomiczne.

**

Ryś, łac. *Lynx*, gwiazdozbiór nieba północnego;

Umiejscowienie na niebie: gwiazdozbiór nieba północnego
Obszar gwiazdozbioru (w stopniach kwadratowych): 545

w Polsce widoczny zimą; nie zawiera jasnych gwiazd.

**

Rzeźbiarz, łac. *Sculptor*, niewielki gwiazdozbiór nieba południowego;

Umiejscowienie na niebie: gwiazdozbiór nieba południowego
Obszar gwiazdozbioru (w stopniach kwadratowych): 475

w Polsce jest widoczny jesienią jego fragment nad horyzontem; nie zawiera jasnych gwiazd; w kierunku gwiazdozbioru Rz. znajduje się południowy biegun Galaktyki.

**

Rzym starożytny. Religia.

Religia Rzymian była kultem politeistycznym; zawiązek jej stanowiły prawdopodobnie elementy wierzeń indoeuropejskich, m.in. kult nieba, z jego zjawiskami atmosferycznymi, i kult ogniska. Główną cechą pierwotnej religii Rzymian była wiara w bezosobowe bóstwo (*numen*), a raczej w siłę przejawiającą się w każdym zjawisku (np. w blasku błyskawicy, kiełkowaniu ziarna, dobrym lub złym stanie bydła). Akty kultu (niewątpliwie o charakterze magicznym) miały na celu unieszkodliwienie owych mocy bądź pozyskanie ich przychylności i skłonienie do działania w pożądanym kierunku — stąd ścisły formalizm modlitw i obrzędów. Kultem rzymskim był prawdopodobnie również kult przodków, przejawiający się w czci manów, geniusza ojca rodziny, w wierze w życie pozagrobowe i kontakty zmarłych z żywymi. W miarę wzrostu znaczenia Rzymu do kultu włączano bóstwa ludów wchodzących w granice rzymskich posiadłości, np. sabińskiego Kwiryna; kiedy Rzym objął przewodnictwo w Związku Latyńskim, Iuppiter Latiaris (Jupiter), bóstwo tego związku, stał się naczelnym bogiem Rzymian. Trwały ślad panowania i religijnego wpływu Etrusków pozostał m.in. w kulcie triady głównych bóstw rzymskich: Jowisza, Junony i Minerwy, w ich antropomorficznych wyobrażeniach, umieszczonych w świątyni na Kapitolu (koniec VI w. p.n.e.), w sztuce wróżbiarskiej (tzw. *disciplina etrusca*), w walkach gladiatorów, uświetniających początkowo obrzędy pogrzebowe, i być może w zwyczaju wprowadzania do konduktu pogrzebowego masek przodków. Przyjęcie przez Tarkwiniuszów greckich *Ksiąg sybilińskich* przyspieszyło proces hellenizacji religii rzymskiej; wprowadzane bóstwa greckie utożsamiano (na zasadzie podobieństwa cech) z bóstwami rzymskimi, które, z wyjątkiem nazwy, przejmowały nieznany w Rzymie mit i wyobrażenie plastyczne swych greckich wzorów. Nowym bóstwom wznoszono liczne świątynie. W 217 p.n.e. ustanowiono, na wzór grecki, kult 12 wielkich bogów (*Consentes Dei*) zestawianych parami: Jowisz — Junona, Neptun — Minerwa, Mars — Wenus, Apollo — Diana, Wulkan — Westa, Merkury — Ceres. W tym czasie wszedł w życie również kult bóstw uosabiających cnoty i ideały arystokracji rzymskiej: Pietas ['pobożność'], Fides ['wierność'], Virtus ['cnota'], Konkordia ['zgoda'], Wiktoria ['zwycięstwo'] itp. Z obrzędów obcych kultów zachowano tylko zgodne z duchem religii rzymskiej. Na straży kultu stali kapłani (*sacerdotes*), urzędnicy pochodzący z wyboru, zorganizowani w kolegia (pontyfikowie, augurowie, haruspikowie) i bractwa (m.in. salowie, luperkowie, fecjałowie); w kultach prywatnych, skupionych wokół bóstw domowych (Iarów, penatów, manów, geniusza pana domu), ofiarnikiem był ojciec rodziny. Po podboju Grecji (146 p.n.e.) Rzym znalazł się pod wpływem prądów hellenistycznych; zaszły wówczas duże zmiany w życiu religijnym Rzymian; zanikała religia tradycyjna, pojawiły się kultury bóstw wschodnich, m.in. Kybele, Izydy, Mitry, rozpowszechniła się astrologia i praktyki magiczne; senat, nadużywając praktyk wróżbiarskich do celów politycznych, przyczynił się do obniżenia autorytetu kapłanów w społeczeństwie. Religia starorzyska nie była w stanie zaspokoić potrzeb ówczesnego człowieka; jedni wśród przeciwności życiowych szukali pociechy w nauce o szczęściu w życiu pozagrobowym (misteria), inni — w systemach filozoficznych (głównie epikureizm i stoicyzm). W zamierzeniu władców rolę czynnika zespalającego ludy imperium miał odegrać kult cesarzy. Pojawiły się tendencje monoteistyczne. Wśród owych licznych wierzeń chrześcijaństwo torowało sobie drogę do roli jedynej religii w państwie. Cesarz Teodozjusz I Wielki zakazując (392) pogańskich praktyk

religijnych położył oficjalnie kres religii rzymskiej; jej elementy przetrwały jednak w niektórych obrzędach chrześcijańskich i praktykach ludowych.

**

„S”

S [ang. *south* ‘południe’], symbol południa jako strony świata.

**

Sabit Ibn Kurra, Thābit Ibn Kurrā al-Harranī, ur. ok. 827, zm. 19 II 901, arabski matematyk, lekarz i tłumacz; działał w Bagdadzie; autor rozpraw z geometrii i astronomii, które w przekładach łac. odegrały ważną rolę w średniow. astronomii europejskiej.

**

Sachmet [egip., ‘potężna’], w religii staroż. Egiptu uosobienie groźnej boskiej siły, która może zostać użyta jako broń niosąca śmierć, zniszczenie, chorobę czy zarazę, a także w celu magicznej ochrony przed nimi; Sachmet czczono gł. w Memfis jako żonę Ptaha; identyfikowana z Tefnut, Bastet i Mut; przedstawiana jako postać kobieca z głową lwicy.

**

Sadalmelik [arab.], α *Aquarii*, druga pod względem jasności gwiazda w gwiazdozbiornie Wodnika;

Oznaczenie: α *Aquarii*

Rodzaj obiektu: gwiazda pojedyncza

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; [Wodnik](#)

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: $22^{\text{h}} 05^{\text{m}} 47^{\text{s}}$ deklinacja: $-0^{\circ} 19' 760$ l.św. = 233 pc = 48 062 400 AU

Typ widmowy i klasa jasności: G2Ib

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: -3,88^m

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: +2,96^m

Temperatura efektywna: układ: 5000 K

jasność widoma 2,96^m; [nadolbrzym](#) 4000 razy jaśniejszy od Słońca; odległość od Ziemi — 760 lat świetlnych.

**

Sadalsuud [arab.], β *Aquarii*, najjaśniejsza gwiazda w gwiazdozbiornie Wodnika,

Oznaczenie: β *Aquarii*

Rodzaj obiektu: gwiazda pojedyncza (gwiazda w układzie podwójnym)

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; [Wodnik](#)

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: $21^{\text{h}} 31^{\text{m}} 34^{\text{s}}$ deklinacja: -5°
35' 610 l.św. = 187 pc = 38 576 400 AU

Typ widmowy i klasa jasności: G0Ib

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: -
3,47^m

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy
pojedynczej: +2,91^m

Temperatura efektywna: układ: 5500 K

jasność widoma 2,91^m; **nadolbrzym** 2000 razy jaśniejszy od Słońca; odległość od
Ziemi — 610 lat świetlnych.

**

Sagittarius A, złożone źródło promieniowania radiowego w gwiazdozborze Strzelca,
leżące w centrum Galaktyki.

**

Saha MAGHNAD, ur. 6 X 1893, Seoratali (Indie Bryt., ob. Bangladesz), zm. 16 II 1956,
New Delhi, indyjski fizyk i astrofizyk; 1923–38 profesor uniw. w Allahabadzie, 1938–
55 — w Kalkucie; od 1927 czł. Tow. Król. w Londynie; szczególnie duże znaczenie
miały jego prace dotyczące teorii termicznej jonizacji gazów i zastosowania tych teorii
do wyjaśnienia promieniowania atmosfer gwiazd.

**

Saiph [arab.], κ *Orionis*, jasna gwiazda w gwiazdozborze Oriona;

Oznaczenie: κ Orionis

Rodzaj obiektu: gwiazda pojedyncza

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; **Orion**

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: $5^{\text{h}} 47^{\text{m}} 46^{\text{s}}$ deklinacja: -9°
40' 720 l.św. = 221 pc = 45 532 800 AU

Typ widmowy i klasa jasności: B0Iab

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: -
4,66^m

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy
pojedynczej: +2,06^m

Temperatura efektywna: układ: 23000 K

nadolbrzym; odległa od Układu Słonecznego o ok. 65 lat świetlnych.

**

Sakigake, japoński próbnik kosm. (pierwotna nazwa MS-T5) wystrzelony 7 I 1985 ku
komecie Halleya; prowadził badania oddziaływania komety z międzyplanetarnym
 polem magnet. i wiatrem słonecznym oraz rejestrował zmiany parametrów fiz. wiatru
słonecznego w otoczeniu komety Halleya; 11 III 1986 zbliżył się do komety na
odległość ok. 7 mln km.

**

Salut, seria 7 wysłanych przez ZSRR okołoziemskich stacji kosmicznych wykorzystywanych do prowadzenia badań medyczno-biologicznych (głównie badań wpływu warunków długotrwałego lotu kosmicznego na organizm ludzki), obserwacji astrofizycznych i geofizycznych badań atmosfery, a także obserwacji powierzchni Ziemi, eksperymentów technicznych oraz testów funkcjonowania urządzeń stacji i systemów łączenia ze statkami kosmicznymi na orbicie wokółziemskiej. Zadania te były realizowane przez liczne ekspedycje załogowe dostarczane na stacje Salut w statkach typu Sojuz. Salut 1 (start 19 IV 1971) — pierwsza w historii orbitalna stacja kosmiczna, 24 IV 1971 nastąpiło pierwsze połączenie na orbicie stacji kosmicznej ze statkiem kosmicznym (Sojuz 10). Salut 2–Salut 5 (starty 1973–76) — stacje orbitalne pierwszej generacji. Salut 6 (start IX 1977) zapoczątkował etap eksploatacji stacji kosmicznych drugiej generacji, wyposażonych w zmodyfikowany układ cumowniczy, umożliwiający realizację równoczesnego połączenia na orbicie z dwoma statkami kosmicznymi (po raz pierwszy z Sojuzami 27 i 28), w tym także z bezzałogowymi statkami transportowymi Progress; wykorzystując Salut 6, zainicjowano loty kosmiczne załóg międzynarodowych. Salut 7 (start IV 1982) — ostatnia stacja kosmiczna tej serii, przyjmował astronautów do V 1986; ostatnia z załóg przebywających na Salut 7 dokonała przy użyciu statku Sojuz T-15 pierwszego w historii przelotu z jednej stacji orbitalnej (Mir) na drugą (Salut 7).

**

samolot kosmiczny, załogowo-transportowy statek kosmiczny wielokrotnego użycia, → [wahadłowiec](#).

**

SAMPEX, ang. **Solar Anomalous and Magnetospheric Particle Explorer**, amer. sztuczny satelita Ziemi; wyniesiony 3 VII 1992 na orbitę okołoziemską przez raketę Scout w celu prowadzenia badań składu pierwiastkowego i izotopowego, stopnia jonizacji i rozkładu energii różnych populacji jonów pochodzących spoza Ziemi, w tym m.in. wysokoenerg. cząstek z rozbłysków słonecznych, galaktycznej i anomalnej składowej promieniowania kosm., elektronów wiatru słonecznego przenikających do magnetosfery Ziemi; badania posłużyły m.in. dokładniejszemu poznaniu zawartości poszczególnych pierwiastków i ich izotopów w materii kosm., składu lokalnego ośr. międzygwiazdowego otaczającego heliosferę, mechanizmów przekazu energii w atmosferze Słońca oraz wpływu elektronów słonecznych na górne warstwy atmosfery Ziemi.

**

Sandage [sændidż] ALLAN REX, ur. 18 VI 1926, Iowa City, zm. 13 XI 2010, Gabriel (stan Kalifornia), astronom amerykański; od 1952 w obserwatoriach na Mount Wilson i Mount Palomar; podał obserwacyjne argumenty na potwierdzenie obecnej teorii ewolucji gwiazd, na nowo wyznaczył stałą Hubble'a; prowadził badania z zakresu kosmologii oraz z fotometrii gwiazd i galaktyk; pierwszy (przy współpracy z Th. Matthewsem) 1960 dokonał opt. identyfikacji kwazara.

**

SAO (ang. Smithsonian Astrophysical Observatory Star Catalogue), katalog gwiazdowy zawierający pozycje ok. 300 tys. gwiazd całego nieba; opublikowany 1966.

**

saros [gr. < asyr.-babil.], *astr.* w przybliżeniu okres, po którym powtarzają się podobne do siebie zaćmienia Słońca i Księżyca; wynosi on 223 mies. synodyczne, czyli 6585,32 dnia (18 lat zwrotnikowych i 11 dni); w starożytności według s. przewidywano momenty zaćmień.

**

SARSAT-COSPAS, międzynar. system satelitarny, → [COSPAS-SARSAT](#).

**

satelita geostacjonarny, satelita umieszczony na orbicie geostacjonarnej; okres obiegu takich satelit wokół Ziemi jest równy okresowi obrotu Ziemi wokół swej osi, poruszają się z zachodu na wschód po orbicie leżącej w płaszczyźnie równika ziemskiego (dla obserwatora znajdującego się na Ziemi satelity te są pozornie nieruchomo zawieszony) na wysokości 35 810 km. Zaletami satelitów geostacjonarnych są: możliwość całodobowego obsługiwanego wybranego rejonu globu (obszar do ok. 33% całkowitej powierzchni Ziemi), uproszczona konstrukcja anten naziemnych (nie trzeba stosować układów śledzenia satelity), stabilne warunki odbioru sygnałów z satelity; całodobowa łączność między 2 dowolnymi punktami na powierzchni Ziemi (z wyjątkiem obszarów biegunowych) może być realizowana za pomocą 3 satelitów geostacjonarnych. Obecnie często nieprawidłowo za satelitę telekomunikacyjnego uważa się tylko satelitę geostacjonarnego.

**

satelita naturalny, księżyc, ciało niebieskie obiegające planetę; w Układzie Słonecznym do odkryto 168 satelitów naturalnych (2010) krążących wokół wielkich planet (Ziemia — 1, Mars — 2, Jowisz — 63, Saturn — 62, Uran — 27, Neptun — 13); pierwsze satelity naturalne (nie licząc Księżyca) odkryto w XVII w. (4 największe satelity Jowisza, tzw. księżyce galileuszowe, odkryte przez Galileusza); w końcu XX w. zaczęto odkrywać także satelity naturalne małych planet (planetoid), pierwszym był Daktyl. Księżyc należy do największych satelitów naturalnych, rozmiarami i masami przewyższając go jedynie Ganimedes, Tytan, Callisto, Tryton i Io. O satelitach naturalnych planet pozasłonecznych na razie nic nie wiadomo.

**

satelita niskoorbitalny, satelita krążący wokół Ziemi po orbicie najczęściej kołowej na wysokości 500–10 tys. km; satelity niskoorbitalne są satelitami telekomunikacyjnymi (na orbitach 500–2000 km), służą też do celów militarnych (satelity szpiegowskie do zbierania informacji o rozmieszczeniu wyrzutni rakietowych, baz wojskowych, wojsk itp.) oraz do ruchomej łączności satelitarnej (działają już systemy umożliwiające łączność przedsiębiorstwom spedycyjnym z będącymi w drodze samochodami ciężarowymi).

**

satelita sztuczny, rodzaj statku kosmicznego (załogowego lub bezzałogowego) okrążającego ciało niebieskie (np. planetę, Księżyc) po orbicie zamkniętej. Masy sztucznych satelitów wahają się od kilkudziesięciu kg do kilkuset t (Międzynarodowa Stacja Kosmiczna), najczęściej od kilkuset do kilku tysięcy kg. Ze względu na zadania, jakie mają pełnić, rozróżnia się m.in.: satelity nawigacyjne, badawcze, satelity telekomunikacyjne, satelity meteorologiczne, obserwacyjne, w tym

szpiegowskie. Najliczniejszą grupę stanowią sztuczne satelity Ziemi; w przestrzeń kosmiczną wyniesiono również sztuczne satelity: Księżyc, Marsa, Wenus, Jowisza, Słońca. Orbity, na których są one umieszczane, zależą od pełnionych przez nie funkcji i różnią się kątem nachylenia ich płaszczyzny do płaszczyzny równika, kształtem (eliptyczne lub kołowe) i wysokością. Ze względu na kąt nachylenia i orbity rozróżnia się: **sztuczne satelity równikowe** ($i = 0$), **sztuczne satelity biegunowe** ($i = 90^\circ$) i **sztuczne satelity nachylone** ($0 < i < 90^\circ$), ze względu na wysokość (podział stosowany głównie w odniesieniu do sztucznych satelitów telekomunikacyjnych) **sztuczne satelity niskie** LEO (ang. Low Earth Orbit) — najczęściej kołowe, o wysokości 500–2 000 km, **średnie** MEO (ang. Medium Earth Orbit) — kołowe, rzadziej eliptyczne, o wysokości 8 000–12 000 km, **pośrednie** ICO (ang. Intermediate Circular Orbit) — kołowe, o wysokości ok. 10 000 km. Wykorzystuje się też **wydłużoną orbitę eliptyczną** HEO (ang. Highly Elliptical Orbit), o nachyleniu zwykle $63^\circ 26'$ i wysokości od ok. 500 (perygeum) do ok. 40 000 km (apogeum), oraz **orbitę geostacjonarną** GEO (ang. Geostationary lub Geosynchronous Earth Orbit) — równikową orbitę kołową o wysokości 35 786 km i promieniu 42 164,2 km. Szczególnie ważną grupę sztucznych satelitów Ziemi stanowią załogowe statki kosmiczne, w tym statki wielokrotnego użytku, tj. wahadłowce, oraz stacje kosmiczne. W początkowym okresie astronautyki sztuczne satelity pełniły głównie funkcje naukowo-badawcze, obecnie większość z nich to sztuczne satelity użytkowe. Pierwszy sztuczny satelita Ziemi, Sputnik 1, został wystrzelony (w ZSRR) 4 X 1957; intensywny rozwój sztucznych satelitów i wzrost ich liczby nastąpił pod koniec lat 60. oraz w latach 70. XX w.; odbywało się wówczas ponad 100 startów rakiet wynoszących sztuczne satelity rocznie w ZSRR i po kilkadziesiąt w USA. Od lat 80. XX w. wzrosła liczba startów realizowanych także przez inne kraje, głównie przez Europejską Agencję Kosmiczną ESA, a także przez Chiny i Japonię.

**

satelita telekomunikacyjny, sztuczny satelita Ziemi, służący do retransmisji sygnałów przesyłanych (za pomocą fal radiowych) z satelitarnych stacji naziemnych. Satelity telekomunikacyjne są stosowane w radiokomunikacji porozumiewawczej (radiokomunikacja), rozsiewczej (telewizja, radiofonia) i zbiorczej (np. w monitoringu środowiska). Aparaturę satelitów telekomunikacyjnych stanowią anteny odbiorcze i nadawcze lub nadawczo-odbiorcze oraz urządzenia retransmisyjne, w których skład wchodzi głównie układy przetwarzania i wzmacniania sygnałów (transponder). Źródłem energii satelitów telekomunikacyjnych są baterie słoneczne i akumulatory.

Współczesne satelity telekomunikacyjne są umieszczane głównie na orbicie geostacjonarnej GEO (satelita sztuczny); zalicza się do nich satelity telekomunikacyjne systemów: Eutelsat, Inmarsat, Intelsat, Astra. Anteny geostacjonarnej satelity telekomunikacyjnego mogą obsługiwać obszary o różnym kształcie i powierzchni, np. wybrane kontynenty czy kraje, z wyjątkiem obszarów okołobiegunowych (maksymalny obszar obsługiwany wynosi ok. 1/3 powierzchni globu). Od lat 70. XX w. występuje tendencja zmniejszania wielkości obszarów obsługiwanych przy jednoczesnym zwiększeniu ich liczby (w celu uzyskania dużego, np. globalnego zasięgu systemu). Transmisja sygnałów między obszarami obsługiwanych przez różne satelity telekomunikacyjne może odbywać się dzięki łączom międzysatelitarnym. Do zalet satelitów telekomunikacyjnych geostacjonarnych zalicza się: możliwość całodobowego obsługiwania wybranego rejonu globu za pomocą 3 satelitów geostacjonarnych, uproszczona konstrukcja

anten naziemnych (w przypadku małych anten nie trzeba stosować układów śledzenia satelity), stabilne warunki retransmisji.

Satelity telekomunikacyjne o orbicie eliptycznej HEO obiegają Ziemię w okresie ok. 12 h, a obszary przez nie obsługiwane obejmują również okolice okołobiegunowe. Łączność całodobową zapewnia równomierne rozmieszczenie na tej samej orbicie 3–4 satelitów (Mołnija).

Satelity telekomunikacyjne umieszczane na orbitach: niskiej LEO, średniej MEO i pośredniej ICO służą głównie do celów komercyjnej i militarnej radiokomunikacji ruchomej (Iridium, GLOBALSTAR, SKYBRIDGE).

Czas eksploatacji satelitów telekomunikacyjnych zależy od wysokości orbity (dla orbit eliptycznych — od wysokości perygeum), a w przypadku satelitów geostacjonarnych — od czasu pracy urządzeń przeznaczonych do stabilizacji położenia satelity na orbicie i od efektywności tych urządzeń. Przewidywany czas eksploatacji wynosi kilka lat dla satelitów telekomunikacyjnych o orbitach LEO, MEO i HEO oraz kilkanaście lat dla satelitów ICO i geostacjonarnych.

Pierwsze próby wykorzystania sztucznego satelity Ziemi w telekomunikacji przeprowadzono 1958 (amerykański projekt SCORE — Signal Communications Orbit Relay Experiment). W 1962 odbyła się pierwsza satelitarna transmisja telewizyjna (z USA do Europy, Telstar 1 — USA). W 1963 umieszczono satelitę telekomunikacyjną na orbicie GEO (SYNCOM — USA), 1965 — na orbicie HEO (Mołnija-1). Pierwszy doświadczalny satelita (amerykański) ATS-6 (ang. Application Technology Satellite), przekazujący sygnały telewizyjne bezpośrednio do satelitarnych odbiorników indywidualnych, rozpoczął pracę 1974.

Aleksander Charytoniuk

**

Satelity Jowisza

(stan na luty 2012)

Numer	Nazwa	Jasność	Średnica [km]	Półoś wielka [tys. km]	Okres obiegu [dni]	Mimośród orbity	Nachylenie orbity	Rok odkrycia
XVI	Metis	17,5	44	128,1	0,30	0,001	0,021	1979
XV	Adrastea	18,7	16	128,9	0,30	0,002	0,027	1979
V	Amaltea	14,1	168	181,4	0,50	0,003	0,018	1892
XIV	Tebe	16,0	98	221,9	0,68	0,018	1,070	1979
I	Io	5,0	3 643	421,8	1,77	0,0041	0,036	1610
II	Europa	5,3	3 122	671,1	3,55	0,0094	0,467	1610
III	Ganimesdes	4,6	5 262	1070,4	7,16	0,0011	0,172	1610
IV	Kallisto	5,7	4 821	1882,7	16,69	0,0074	0,307	1610
XVIII	Temisto	21,0	9	7507	130,0	0,242	43,08	2000 (1975)
XIII	Leda	20,2	18	11 165	240,9	0,164	27,46	1974

VI	Himalia	14,8	160	11 461	250,6	0,162	27,50	1904
X	Lyzitea	18,2	38	11 717	259,2	0,112	28,30	1938
VII	Elara	16,6	78	11 741	259,6	0,217	26,63	1905
XLVI	Karpo	23,0	3	16 989	456,1	0,430	51,4	2003
	S/2003 J 3	23,4	2	18 340	504,0	0,241	143,7	2003
	S/2003 J 12	23,9	1	19 002	533,3	0,376	145,8	2003
XXXIV	Euporie	23,1	2	19 302	550,7	0,144	145,8	2001
	S/2011 J 1 ?		0,5	20 155	582,2	0,296	162,8	2011
	S/2010 J 2	23,9	1	20 307	588,1	0,307	150,4	2010
	S/2003 J 18	23,4	2	20 700	606,3	0,119	146,5	2003
XXXV	Orthosie	23,1	2	20 721	622,6	0,281	145,9	2001
XXXIII	Euanthe	22,8	3	20 799	620,6	0,232	148,9	2001
XXIX	Thyone	22,3	4	20 940	627,3	0,229	148,5	2001
	S/2003 J 16	23,3	2	21 000	595,4	0,270	148,6	2003
XL	Mneme	23,3	2	21 069	620,0	0,227	148,6	2003
XXII	Harpalyke	22,2	4	21 105	623,3	0,226	148,6	2000
XXX	Hermippe	22,1	4	21 131	633,9	0,210	150,7	2001
XXVII	Praxidike	21,2	7	21 147	625,3	0,230	149,0	2000
XLII	Thelxinoe	23,5	2	21 162	628,1	0,221	151,4	2003
XLV	Helike	22,6	4	21 263	634,8	0,156	154,8	2003
XXIV	Jokasta	21,8	5	21 269	631,5	0,216	149,4	2000
XII	Ananke	18,9	28	21 276	610,5	0,244	148,9	1951
	S/2003 J 15	23,5	2	22 000	668,4	0,110	140,8	2003
L	Herse	23,4	2	22 000	690,3	0,190	163,7	2003
	S/2003 J 9	23,7	1	22 442	683,0	0,269	164,5	2003
	S/2003 J 19	23,7	2	22 800	701,3	0,334	162,9	2003
XXXII	Eurydome	22,7	3	22 865	717,3	0,276	150,3	2001
XLIII	Arche	22,8	3	22 931	723,9	0,259	165,0	2002
XXVIII	Autonoe	22,0	4	23 039	726,7	0,334	152,9	2001
XXXVIII	Pasithee	23,2	2	23 096	719,5	0,267	165,1	2001
XXI	Chaldene	22,5	4	23 179	723,8	0,251	165,2	2000
XXXVII	Kale	23,0	2	23 217	729,5	0,260	165,0	2001
XXVI	Isonoe	22,5	4	23 217	725,5	0,246	165,2	2000
XXXI	Aitne	22,7	3	23 231	730,2	0,264	165,1	2001
	S/2003 J 4	23,0	2	23 258	723,2	0,204	144,9	2003
XXV	Erinome	22,8	3	23 279	728,3	0,266	164,9	2000
	S/2010 J 1	23,3	2	23 314	723,2	0,320	163,2	2010
	S/2011 J 2 ?		0,5	23 329	725,0	0,387	151,8	2011
XX	Taygete	21,9	5	23 360	732,2	0,252	165,2	2000
XI	Karme	17,9	46	23 404	702,3	0,253	164,9	1938

XXXVI	Sponde	23,0	2	23 487 748,3	0,312	151,0	2001
XXIII	Kalyke	21,8	5	23 583 743,0	0,245	165,2	2000
VIII	Pazyfae	16,9	58	23 624 708,0	0,409	151,4	1908
XLVII	Eukelade	22,6	4	23 661 746,4	0,272	165,5	2003
XIX	Megaclite	21,7	6	23 806 752,8	0,421	152,8	2000
IX	Sinope	18,3	38	23 939 724,5	0,250	158,1	1914
XXXIX	Hegemone	22,8	3	23 947 739,6	0,328	155,2	2003
XLI	Aoede	22,5	4	23 981 761,5	0,432	158,3	2003
XLIV	Kalichore	23,7	2	24 043 764,7	0,264	165,5	2003
	S/2003 J 5	22,4	4	24 084 759,7	0,210	165,0	2003
	S/2003 J 23	23,6	2	24 056 759,7	0,309	149,2	2003
XVII	Callirrhoe	20,8	7	24 102 758,8	0,283	147,1	1999
	S/2003 J 10	23,6	2	24 250 767,0	0,214	164,1	2003
XLVIII	Cyllene	23,2	2	24 349 737,8	0,319	149,3	2003
XLIX	Kore	23,6	2	24 543 779,2	0,325	145,0	2003
	S/2003 J 2	23,2	2	28 570 982,5	0,380	151,8	2003

**

Satelity Neptuna

Nazwa	Promień orbity (km)	Średnica (km)	Masa (kg)
Najada	48 227	96 × 60 × 52	2×10^{17}
Talassa	50 075	104 × 100 × 52	4×10^{17}
Despoina	52 526	180 × 148 × 128	2×10^{18}
Galatea	61 953	204 × 184 × 144	4×10^{18}

Larissa	73 548	216 × 204 × 168	5×10^{18}
Proteusz	117 647	440 × 416 × 404	5×10^{19}
Tryton	354 760	2706,8	$2,14 \times 10^{22}$
Nereida	5 513 400	340	3×10^{19}
Halimede	15 728 000	48	9×10^{16}
Sao	22 422 000	48	9×10^{16}
Laomedeia	23 571 000	48	9×10^{16}
Psamathe	46 695 000	28	$1,5 \times 10^{16}$
Neso	48 837 000	48	9×10^{16}

Satelite Saturna

Nazwa lub oznaczenie satelity	Numer wg Międzynarodowej Unii Astronomicznej	Średnia odległość od planety w tys. km	Okres obiegu (dni)	Promień w km	Odkrywca	Rok odkrycia
Pan	XVIII	134	0,58	13	M. Schowalter/Voyager1	1990
Daphnis	XXXV	136	0,59	ok. 3	Cassini Imaging Science Team	2005
Atlas	XV	138	0,60	19×17×14	Voyager Science Team	1980
Prometeusz XVI		139	0,61	74×50×34	Voyager Science Team	1980
Pandora	XVII	142	0,63	55×44×31	Voyager Science Team	1980
Janus	X	151	0,69	97×95×77	A. Dollfus	1966
Epimetheus XI		151	0,69	69×55×55	J. Fountain, S. Larson, H. Reitsema,	1979

						B. Smith/Voyager 1	
Aegaeon	LIII	168	0,81	0,5		Cassini Imaging Science Team	2008
Mimas	I	186	0,94	209×196×191		F.W. Herschel	1789
Methone	XXXII	194	1,01	ok. 3		Cassini Imaging Science Team	2004
Anthe	XLIX	198	1,04	ok. 1		Cassini Imaging Science Team	2007
Pallene	XXXIII	211	1,14	ok. 4		Cassini Imaging Science Team	2004
Enceladus	II	238	1,37	256×247×245		F.W. Herschel	1789
Tethys	III	295	1,89	536×528×526		G.D. Cassini	1684
Calypso	XIV	295	1,89	15×8×8		D. Pascu, K. Seidelmann, W. Baum, D. Currie t	1980
Telesto	XIII	295	1,89	15×13×8		B. Smith, H. Reitsema, S. Larson, J. Fountain/Voyager 1	1980
Dione	IV	377	2,74	560		G.D. Cassini	1684
Helena	XII	377	2,74	18×16×15		P. Laques, J. Lecacheux	1980
Polydeuces	XXXIV	377	2,74	ok. 4		Cassini Imaging Science Team	2004
Rhea	V	527	4,52	764		G.D. Cassini	1672
Tytan	VI	1222	15,9	2575		Ch. Huygens	1655
Hyperion	VII	1481	21,3	185×140×113		W. Bond, W. Lassell	1848
Iapetus	VIII	3561	79,3	718		G.D. Cassini	1671
Kiviuq	XXIV	11 110	449	ok. 7		B. Gladman	2000
Ijiraq	XXII	11 120	451	ok. 5		J.J. Kavelaars, B. Gladman	2000
Phoebe	IX	12 944	548 ^a	115×110×105		W. Pickering	1898
Paaliaq	XX	15 200	687	ok. 10		B. Gladman	2000
Skathi	XXVII	15 540	728 ^a	ok. 3		J.J. Kavelaars, B. Gladman	2000
Albiorix	XXVI	16 180	783	ok. 13		M. Holman, T.B. Spahr	2000
S/2007 S2		16 560	800 ^a	ok. 3		S.S. Sheppard, D. Jewitt, J. Kleyna	2007
Bebhionn	XXXVII	17 120	835	ok. 3		D. Jewitt, S.S. Sheppard, J. Kleyna	2005
Erriapo	XXVIII	17 340	871	ok. 4		J.J. Kavelaars, B. Gladman	2000
Siarnaq	XXIX	17 530	896	ok. 16		B. Gladman, J.J. Kavelaars	2000
Skoll	XLVII	17 670	878 ^a	ok. 3		S.S. Sheppard, D. Jewitt, J. Kleyna	2006
Tarvos	XXI	17 980	926	ok. 7		J.J. Kavelaars, B. Gladman	2000
Tarqeq	LII	18 010	888	ok. 3		S.S. Sheppard, D. Jewitt, J. Kleyna	2007
Greip	LI	18 210	921 ^a	ok. 3		S.S. Sheppard, D. Jewitt, J. Kleyna	2006
Hyrrokkin	XLIV	18 440	932 ^a	ok. 4		S.S. Sheppard,	2006

S/2004 S13		18 450	906 ^a	ok. 3	D. Jewitt, J. Kleyna D. Jewitt, S.S. Sheppard, J. Kleyna	2005
S/2004 S17		18 600	986 ^a	ok. 2	D. Jewitt, S.S. Sheppard, J. Kleyna	2005
Mundilfari	XXV	18 690	953 ^a	ok. 3	B. Gladman, J.J. Kavelaars	2000
Jarnsaxa	L	18 810	965 ^a	ok. 3	S.S. Sheppard, D. Jewitt, J. Kleyna	2006
S/2006 S1		18 981	970 ^a	ok. 3	S.S. Sheppard, D. Jewitt, J. Kleyna	2006
Narvi	XXXI	19 010	1004 ^a	ok. 3	S.S. Sheppard	2003
Bergelmir	XXXVIII	19 340	1006 ^a	ok. 3	D. Jewitt, S.S. Sheppard, J. Kleyna	2005
Suttungr	XXII	19 460	1017 ^a	ok. 3	B. Gladman, J.J. Kavelaars	2000
S/2004 S12		19 650	1048 ^a	ok. 3	D. Jewitt, S.S. Sheppard, J. Kleyna	2005
S/2004 S7		19 800	1104 ^a	ok. 3	D. Jewitt, S.S. Sheppard, J. Kleyna	2005
Hati	XLIII	19 860	1039 ^a	ok. 3	D. Jewitt, S.S. Sheppard, J. Kleyna	2005
Bestla	XXXIX	20 130	1084 ^a	ok. 3	D. Jewitt, S.S. Sheppard, J. Kleyna	2005
Farbauti	XL	20 390	1086 ^a	ok. 3	D. Jewitt, S.S. Sheppard, J. Kleyna	2005
Thrymr	XXX	20 470	1094 ^a	ok. 3	B. Gladman, J.J. Kavelaars	2000
S/2007 S3		20 519	1100 ^a	ok. 3	S.S. Sheppard, D. Jewitt, J. Kleyna	2007
Aegir	XXXVI	20 740	1117 ^a	ok. 3	D. Jewitt, S.S. Sheppard, J. Kleyna	2005
S/2006 S3		21 132	1142 ^a	ok. 3	S.S. Sheppard, D. Jewitt, J. Kleyna	2006
Kari	XLV	22 120	1234 ^a	ok. 3	S.S. Sheppard, D. Jewitt, J. Kleyna	2006
Fenrir	XLI	22 450	1269 ^a	ok. 2	D. Jewitt, S.S. Sheppard, J. Kleyna	2005
Surtur	XLVIII	22 710	1298 ^a	ok. 3	S.S. Sheppard, D. Jewitt, J. Kleyna	2006
Ymir	XIX	23 040	1312 ^a	ok. 9	B. Gladman	2000
Loge	XLVI	23 070	1313 ^a	ok. 3	S.S. Sheppard, D. Jewitt, J. Kleyna	2006
Fornjot	XLII	25 110	1491 ^a	ok. 3	D. Jewitt, S.S. Sheppard, J. Kleyna	2005

^a Satelita obiega Saturna ruchem wstecznym.

**

Księżycy Urana

Księżyc	Odkrywca	Średnia odległość od Urana (tys. km)	Okres orbitalny (dni)	Średnica (km)	Masa (10^{20} kg)	Gęstość (g/cm^3)
Kordelia	<i>Voyager</i> (1986)	49,7	0,34	26	-	-
Ofelia	<i>Voyager</i> (1986)	53,8	0,38	30	-	-
Bianka	<i>Voyager</i> (1986)	59,2	0,43	42	-	-
Kresyda	<i>Voyager</i> (1986)	61,8	0,46	62	-	-
Desdemona	<i>Voyager</i> (1986)	62,7	0,47	54	-	-
Julia	<i>Voyager</i> (1986)	64,4	0,50	84	-	-
Porcja	<i>Voyager</i> (1986)	66,1	0,51	108	-	-
Rozalinda	<i>Voyager</i> (1986)	69,9	0,56	54	-	-
Belinda	<i>Voyager</i> (1986)	75,3	0,62	66	-	-
Puk	<i>Voyager</i> (1985)	86,0	0,76	154	-	-
Miranda	G. P. Kuiper (1948)	129,3	1,41	480	0,2	1,3
Ariel	W. Lassell (1851)	191	2,52	1158	16	1,6
Umbriel	W. Lassell (1851)	266	4,14	1172	9,3	1,4
Tytania	W. Herschel (1787)	436	8,71	1580	28	1,6
Oberon	W. Herschel (1787)	583	13,5	1524	29	1,5

Dotychczas odkryto 15 satelitów Urana. Dwa największe (Tytania i Oberon) dostrzegł jeszcze Herschel w 1787 r., kolejne dwa (Ariel i Umbriel) odkrył William Lassell (1799-1880) w 1851 r., następny (Miranda) - Gerard P. Kuiper (1905-1973) w 1948 r. i wreszcie w 1986 roku dzięki sondzie *Voyager 2* odkryto 10 pozostałych księżyców (w kolejności oddalenia od planety są to: Kordelia, Ofelia, Bianka, Kresyda, Desdemona, Julia, Porcja, Rozalinda, Belinda i Puk). Księżycy Urana nazwano

imionami bohaterów dramatów Szekspira. Wszystkie naturalne satelity obiegają planetę po prawie kołowych orbitach położonych w płaszczyźnie jej równika w kierunku przeciwnym niż odbywa się ruch Urana wokół Słońca. Okresy ich obiegów zawierają się w granicach od 0,333 doby (Kordelia) do 13,5 doby (Oberon).

Księżycy odkryte przez *Voyagera* są stosunkowo niewielkimi bryłami (największy z nich, Puk, ma średnicę równą około 150 km), krążącymi wokół Urana w odległościach od 50 tys. do 86 tys. km (1,9 - 3,4 promienia planety). Odległość od środka planety następnego księżycy, Mirandy, wynosi 130 tys. km, a jego promień jest równy 236 km. Jest to jeden z najciekawszych naturalnych satelitów Urana, gdyż ukształtowanie jego powierzchni, pokrytej licznymi kraterami uderzeniowymi, długimi szczelinami i bruzdami, które przypominają ślady po silnym zderzeniu, świadczy o znacznej aktywności geologicznej w przeszłości. Podejrzewa się, że i obecnie Miranda ma jakieś wewnętrzne źródło ciepła, gdyż wysyła więcej energii niż pada na jej powierzchnię. Kolejne dwa księżycy - Ariel i Umbriel, odległe od środka planety, odpowiednio, o 191 tys. i 266 tys. km - mają prawie jednakowe rozmiary (ich promienie są równe około 580 km), a ich powierzchnie są także gęsto usiane kraterami uderzeniowymi. Ocenia się, że powierzchnia Ariela jest geologicznie najmłodsza ze wszystkich satelitów Urana, a Umbriela - najstarsza. Najbardziej charakterystycznym tworem na powierzchni Umbriela jest krater o średnicy około 100 km z wyraźną jasną plamą w centrum. Największy księżyc Urana, Tytania, obiega macierzystą planetę w odległości 436 tys. km, a promień jego globu wynosi 790 km. I wreszcie najdalszy księżyc, Oberon, jest odległy od środka Urana o 583 tys. km, a jego promień niemal dorównuje Tytanii, gdyż wynosi 760 km. Powierzchnie tych największych księżyców urozmaicone są nie tylko licznymi kraterami uderzeniowymi, lecz także różnymi strukturami liniowymi. Góry na powierzchni Oberona osiągnęły wysokość 6 km.

Średnia gęstość pięciu największych satelitów Urana zawiera się w granicach od $1,15 \text{ g/cm}^3$ (Miranda) do $1,70 \text{ g/cm}^3$ (Tytania). Przypuszcza się, że księżycy te są zbudowane w 50% z lodu wodnego, w 30% z krzemianów i w 20% z materii złożonej głównie ze związków węgla i azotu.

**

Saturn, seria dwu- i trójstopniowych amerykańskich rakiet nośnych; wprowadzone do eksploatacji 1964–67, głównie w celu realizacji lotów załogowych na Księżyc w statkach typu Apollo; użytkowane do 1975.

**

Saturn, symbol ♄, *astr.* szósta według oddalenia od Słońca i druga pod względem wielkości planeta Układu Słonecznego.

podstawowe dane

masa: $5,68 \cdot 10^{26}$ kg (95 razy większa od masy Ziemi)

średnia gęstość: $0,69 \text{ g/cm}^3$

promień równikowy: 60,33 tys. km

promień biegunowy: 54,43 tys. km

promień orbity: 1,434 mld km

okres obiegu wokół Słońca: 29,46 lat ziemskich

prędkość ucieczki: 35,5 km/s

księżyce: co najmniej 57

atmosfera

skład

wodór: 96,3%

hel: 3,25%

ślady metanu, amoniaku, pary wodnej

temperatura powierzchni (umownej): -140°C

Symbol: ♄

Odległość od Słońca: 1349,5 mln km (9,020722 AU); 1504,0 mln km (10,053476 AU); 1434 mln km (9,585561 AU)

Okres obiegu wokół Słońca (w latach): 29,46

Okres obrotu (w godzinach): 10,2

Masa planety: $568 \cdot 10^{24}$ kg (95,078674 · masa Ziemi)

Średnia gęstość: $0,69 \text{ g/cm}^3$

Jądro planety: krzem, żelazo

Atmosfera planetarna: hel (3,25%), wodór (96,3%), metan, amoniak, woda; temperatura na powierzchni: od 43 K — od -230°C do -273°C ; ciśnienie: nieznane

Satelity naturalne: 61 ważniejsze satelity naturalne: Iapetus, Rhea, Phoebe, Pandora, Prometeusz, Atlas, Pan, Helena, Telesto, Calypso, Janus, Epimetheus, Hyperion, Dione, Enceladus, Tethys, Tytan, Mimas

Odkrycie: znany od starożytności

Loty kosmiczne badające planetę: Pioneer 11 (misja bez lądowania, dokumentacja fotograficzna); Voyager 1 (misja bez lądowania, dokumentacja fotograficzna; odkrycie pięciu księżyców Saturna oraz kolejnych pierścieni); Voyager 2 (misja bez lądowania, dokumentacja fotograficzna Saturna i kilku jego księżyców); Cassini (misja bez lądowania, badania nad systemem pierścieni i księżyców Saturna)

Saturn jest jedną z pięciu planet widocznych na niebie gołym okiem (maksymalna jasność +0,4 wielkości gwiazdowej). Planeta okrąży Słońce po prawie kołowej orbicie (mimośród 0,06), położonej w płaszczyźnie nachylonej do płaszczyzny ruchu Ziemi pod kątem $2,5^{\circ}$, w średniej odległości 9,5 AU (1434 mln km); średnia prędkość orbitalna wynosi 9,7 km/s, a okres obiegu wokół Słońca trwa 29,5 roku. Masa Saturna ($5,68 \cdot 10^{26}$ kg) 95 razy przewyższa masę Ziemi. Średnia gęstość materii wynosi zaledwie $0,69 \text{ g/cm}^3$. Kulisty glob Saturna obraca się wokół osi nachylonej do płaszczyzny orbity pod kątem 63° , przy czym okres obrotu obszarów równikowych wynosi 10,2 h, natomiast obszarów okołobiegunowych jest o kilkadziesiąt min dłuższy. Szybka rotacja powoduje stosunkowo duże spłaszczenie planety: promień równikowy Saturna, wynoszący 60,3 tysiąca km, jest o 5,9 tysiąca km dłuższy od promienia biegunowego.

Wnętrze Saturna jest podobne do jowiszowego: jądro żelazowo-krzemianowe, skupiające ok. 20% masy, jest otoczone grubą warstwą najpierw metalicznego, a następnie ciekłego wodoru molekularnego z domieszką helu, która w sposób ciągły przechodzi w gazową atmosferę. Głównymi składnikami atmosfery Saturna są wodór (96,3%) i hel (3,25%) oraz w śladowych ilościach metan, amoniak i woda. Podobnie jak Jowisz, Saturn nie ma stałej powierzchni, a umowną granicą między jego globem i atmosferą (wyznaczającą promień planety) jest warstwa gazów o ciśnieniu 1 bara

(10^5 Pa). Temperatura tak określonej powierzchni Saturna wynosi ok. 134 K (-139°C). Saturn wypromieniowuje więcej energii niż otrzymuje ze Słońca, co oznacza, że musi mieć jakieś wewnętrzne źródło ciepła, którego mechanizm nie jest znany. To własne grzanie i szybki obrót kształtują obraz warstw powierzchniowych, w których obserwuje się struktury pasmowe i liczne zawirowania. Wiatry w atmosferze Saturna osiągają prędkości do 1500 km/h. Pole magnetyczne Saturna, o rząd wielkości słabsze niż pole Jowisza, ma charakter dipola o osi równoległej do osi obrotu planety, ale przesuniętej o 0,05 jej promienia. Magnetosfera Saturna rozciąga się w kierunku Słońca do odległości ok. 20 promieni planety.

Saturn otacza pierścień będący układem wielu współśrodkowych, położonych w płaszczyźnie równika, płaskich pasm materii składających się z okrążających planetę brył lodowych, o rozmiarach od ułamka milimetra do kilkudziesięciu metrów; jego grubość jest rzędu setek, a nawet dziesiątek metrów. Pierścień rozciąga się od odległości ok. 67 tysięcy km do ok. 480 tysięcy km od środka planety. W strukturze pierścienia wyodrębnia się 7 głównych części (oznaczanych dużymi literami). Najjaśniejszy jest pierścień *B* oddzielony od pierścienia *A* ciemną szczeliną, zwaną **przerwą Cassiniego** (dobrze widoczna nawet przez niewielką lunetę). Do końca 2008 odkryto 61 satelitów Saturna.

Odkrycie Saturna dla nauki nastąpiło w XVII w. kiedy to, dzięki wynalezieniu lunety, dostrzeżono jego pierścień (Galileusz 1610) i właściwie go zinterpretowano (Ch. Huygens 1656, G.D. Cassini 1675) oraz odkryto 5 największych księżyców. Przełomowych obserwacji Saturna dokonały sondy kosmiczne: Pioneer 11 (1979; Pioneer) oraz Voyager 1 i Voyager 2 (odpowiednio 1980 i 1981; Voyager). W VI 2004 doleciała do Saturna sonda Cassini (start 1997), która krążąc wokół niego bada planetę i jej otoczenie; w niesionym przez nią próbniku Huygens, który wylądował na Tytanie (14 I 2005), znajduje się m.in. zbudowany w Polsce czujnik do pomiaru właściwości termicznych atmosfery i powierzchni tego satelity Saturna.

**

Saussure [sosy:r] HORACE BÉNÉDICT **de**, ur. 17 II 1740, Genewa, zm. 22 I 1799, tamże, ojciec Nicolasa Théodore'a, 1762–86 profesor filozofii przyrody na uniw. w Genewie; badacz budowy geol. Alp, także ich rzeźby, zlodowaceń i klimatu (*Voyages dans les Alpes*, t. 1–4 1779–96); pierwszy obliczył (1785) stopień geotermiczny (w kopalni Bex w Szwajcarii); zwolennik neptunizmu, nawet granit uważał za skałę pochodzenia mor.; 1787 dokonał drugiego wejścia na Mont Blanc i obliczył jego wysokość.

**

Scheat [arab.], β *Pegasi*, druga pod względem jasności gwiazda w gwiazdozbiornie Pegaza;

Oznaczenie: β Pegasi

Rodzaj obiektu: gwiazda wielokrotna (najjaśniejszy składnik układu)

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; **Pegaz**

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: $23^{\text{h}} 03^{\text{m}} 47^{\text{s}}$ deklinacja: $28^\circ 05' 199$ l.św. = 61 pc = 12 584 760 AU

Typ widmowy i klasa jasności: M2II

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: -
1,49^m

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy
pojedynczej: +2,42^m

Temperatura efektywna: temperatura składników układu lub gwiazdy
pojedynczej: 3600 K

gwiazda wielokrotna; najjaśniejszy składnik ma jasność widomą 2,42^m; jest
olbrzymem 1700 razy jaśniejszym od Słońca; odległa od Ziemi o 199 lat świetlnych.

**

Schedar [arab.], *astr.* gwiazda w gwiazdozbiornie Kasjopei, → [Shedir](#).

**

Scheiner [szaj̄nɛʃ] JULIUS, ur. 25 XI 1858, Kolonia, zm. 20 XII 1913, Poczdam,
astronom niem.; prowadził badania z astrospektroskopii; współodkrywca gwiazd
spektroskopowo podwójnych.

**

Schiaparelli [skjaparelli] GIOVANNI VIRGINIO, ur. 14 III 1835, Savigliano (Piemont), zm.
4 VII 1910, Mediolan, astronom włoski; 1862–1900 profesor i dyr. obserwatorium
astr. w Mediolanie; od 1890 czł. AU; odkrył związek między orbitami komet
i strumieniami meteoroidów, świadczący o ich powstawaniu w wyniku rozpadu komet;
prowadził badania Wenus i Merkurego; 1877 zaobserwował na powierzchni Marsa
obiekty, które nazwał *canali*.

**

Schmidt MAARTEN, ur. 28 XII 1929, Groningen, astronom hol., od 1959 pracujący w
Stanach Zjedn.; odkrywca kwazarów.

**

Schmidt OTTO J. ros. geofizyk, matematyk, astronom, badacz polarny, → [Szmidt Otto J.](#)

**

Schwabe [szwabɛ] SAMUEL HEINRICH, ur. 25 X 1798, Dessau, zm. 11 IV 1875,
tamże, niem. astronom amator; na podstawie codziennych, prowadzonych ponad 20
lat obserwacji Słońca, odkrył, że plamy słoneczne zmieniają się w cyklu około 10-
letnim (odkrycie ogłosił 1843).

**

Schwarzschild [szwarczszilt] KARL, ur. 9 X 1873, Frankfurt n. Menem, zm. 11 V 1916,
Poczdam, ojciec Martina, astronom niemiecki; od 1901 profesor i dyr. obserwatorium
astrofizyczne w Getyndze; od 1909 dyr. obserwatorium astrofizyczne w Poczdamie;
twórca tzw. teorii elipsoidalnego rozkładu prędkości gwiazd w Galaktyce; prowadził
prace z fotometrii gwiazd i mechaniki kwantowej; oprac. katalog jasności 3522
gwiazd (*Aktinometrie der Sterne...* 1910–12); podał teorię równowagi promienistej

atmosfer gwiazdowych; wykrył i teoretycznie wyjaśnił prawo brzegowego ściemnienia tarczy słonecznej; oprac. nowy typ teleskopu zwierciadlanego.

**

Schwarzschild [szwarczilt] MARTIN, ur. 31 V 1912, Poczdam, zm. 10 IV 1997, Langhorne (stan Pensylwania), syn Karla, astronom amer., pochodzenia niemieckiego; 1947–79 profesor uniwersytetu w Princeton; 1964–70 wiceprezes Międzynarodowej Unii Astronomicznej; czł. Narodowej Akademii Nauk w Waszyngtonie; stworzył podstawy teorii ewolucji gwiazd; prowadzi prace z zakresu obserwacji astronomicznych spoza atmosfery ziemskiej; autor prac dotyczących budowy gwiazd i pulsacji cefeid.

**

scytylacje [łac.], astr. → migotanie gwiazd.

**

scytylacje [łac.], fiz. krótkotrwałe (10^{-9} – 10^{-4} s) błyski świetlne powstające przy przechodzeniu cząstek naładowanych przez substancje zwane **scytylatorami** (mogą być gazowe, ciekłe, stałe, np. siarczek cynku ZnS lub siarczek kadmu CdS aktywowane srebrem, jodki metali alkalicznych aktywowane talem).

**

Secchi [sękki] PIETRO ANGELO, ur. 29 VI 1818, Reggio, zm. 26 II 1878, Rzym, astronom wł., jezuita; od 1850 profesor i dyr. obserwatorium astronomicznego w Collegio Romano; prowadził badania widm promieniowania Słońca oraz gwiazd — 1868 oprac. pierwszy system ich klasyfikacji widmowej; zajmował się także zagadnieniami geomagnetyzmu i meteorologii.

**

Sekstans [łac.], **Sekstant**, *Sextans*, mały gwiazdozbiór równikowy;

Umiejscowienie na niebie: gwiazdozbiór równikowy

Obszar gwiazdozbioru (w stopniach kwadratowych): 314

w Polsce widoczny zimą (góruje o północy w końcu lutego); nie zawiera jasnych gwiazd.

**

sekstant [łac.], przyrząd nawigacyjny do pomiarów wysokości (kąta wzniesienia) ciał niebieskich i odległości kątowych między nimi, a także do pomiarów kątów poziomych i pionowych, służących do określania linii pozycyjnych. Sekstant składa się z: metal. ramy w kształcie wycinka koła (ok. 1/6 — stąd nazwa), którego łuk (tzw. **limbus**) ma naniesioną podziałkę w stopniach, ruchomego ramienia (tzw. **alidady**), obracającego się na osi przechodzącej przez środek koła wyznaczonego łukiem limbusa, ze wskaźnikiem umożliwiającym odczyt kąta na limbusie, 2 zwierciadeł, ruchomego na osi alidady i nieruchomego na ramieniu sekstantu, lunetki i szkieł przyciemniających; zwierciadło nieruchome jest podzielone na połowy: przezroczystą i odbijającą. Pomiar wysokości h ciała niebieskiego (np. Słońca) polega na takim ustawieniu alidady, aby widziany w lunetce, a powstały w wyniku odbić od zwierciadeł, obraz ciała był styczny do horyzontu widzianego przez przezroczystą

część zwierciadła; wówczas wysokość h jest 2-krotnie większa od kąta obrotu alidady γ ($h = 2\gamma$); aby uniknąć konieczności mnożenia wyniku przez 2, podziałka sekstantu jest 2-krotnie zagęszczona; sekstant może też mieć cyfrowy odczyt elektroniczny.

**

Selene [gr., 'księżyc'], *mit. gr.* bogini księżyca; wg Hezjoda córka tytanów — Hyperiona i Tei, siostra Heliosa i Eos; w związku m.in. z Endymionem matka 50 córek; S. przypisywano wpływ na zdrowie, życie seksualne i praktyki magiczne; wyobrażana zwykle na srebrnym rydwanie zaprzężonym w rumaki; w mitologii rzymskiej — Luna.

**

selenografia [gr.], wychodząca z użycia nazwa działu astronomii zajmującego się opisem powierzchni Księżyca.

**

Serce Karola, *astr.* → [Cor Caroli](#).

**

Serkowski, *astr.* planetoida pasa głównego o numerze katalogowym 2225; odkryta 1960; nazwana na cześć pol. astronoma K. Serkowskiego.

**

SETI, ang. **Search for Extraterrestrial Intelligence**, program poszukiwania innych niż ziemską cywilizacji, a także życia w jakiegokolwiek postaci we Wszechświecie poza Ziemią; zainicjowany przez NASA, od 1994 realizowany przez organizacje prywatne i publiczne (m.in.: SETI Institute, Planetary Society, SETI@Home). SETI polega głównie na nasłuchu radiowym z różnych obszarów nieba, zwłaszcza z okolic gwiazd podobnych do Słońca, w poszukiwaniu sygnałów o sygnaturach świadczących o tym, że mogą pochodzić ze źródeł innych niż naturalne we Wszechświecie, oraz na sporadycznym wysyłaniu zakodowanych sygnałów o naszej obecności we Wszechświecie, ponadto na organizowaniu i wspieraniu badań mających na celu poszukiwanie życia w Układzie Słonecznym, planet wokół gwiazd innych niż Słońce itp. Organizowane są kampanie edukacyjne oraz wysuwane inicjatywy umożliwiające wzięcie udziału w badaniach szerokiej publiczności, m.in. w programie SETI@Home, w ramach którego ochotnicy przetwarzają na domowych komputerach dane z przeglądów nieba zebrane przez wielkie radioteleskopy i rozsyłane przez Internet. Dotychczas (IX 2010) nie znaleziono żadnych sygnałów mogących pochodzić od pozaziemskich cywilizacji.

**

Seti I, z XIX dyn., data ur. nieznana, zm. ok. 1279 p.n.e., z XIX dyn., król Egiptu od ok. 1317, syn Ramzesa I; wzmocnił granice państwa, ponownie podporządkował mu Palestynę i częściowo Syrię; z polecenia Setiego wzniesiono w Egipcie liczne świątynie (m.in. w Abydos); rządy Setiego przywróciły stabilność państwa i zapoczątkowały okres ponownego rozkwitu Egiptu.

**

Seyferta galaktyki [g. sejferta], galaktyki aktywne słabo świecące radiowo, o jasności jądra w zakresie od opt. do rentgenowskiego nie przekraczającej jasności całkowitej gwiazd w galaktyce (czyli różnią się od kwazarów); w widmie promieniowania jąder galaktyki Seyferta występują bardzo silne linie emisyjne o znacznych szerokościach, co świadczy o istnieniu w galaktyce Seyferta chaotycznych ruchów gazów, o prędkościach rzędu kilku tys. km/s; w dziedzinie promieniowania radiowego galaktyki Seyferta są szybkozmiennymi źródłami; morfologicznie galaktyki Seyferta są najczęściej galaktykami spiralnymi; pierwszą galaktykę tego typu odkrył astronom amer. C.K. Seyfert.

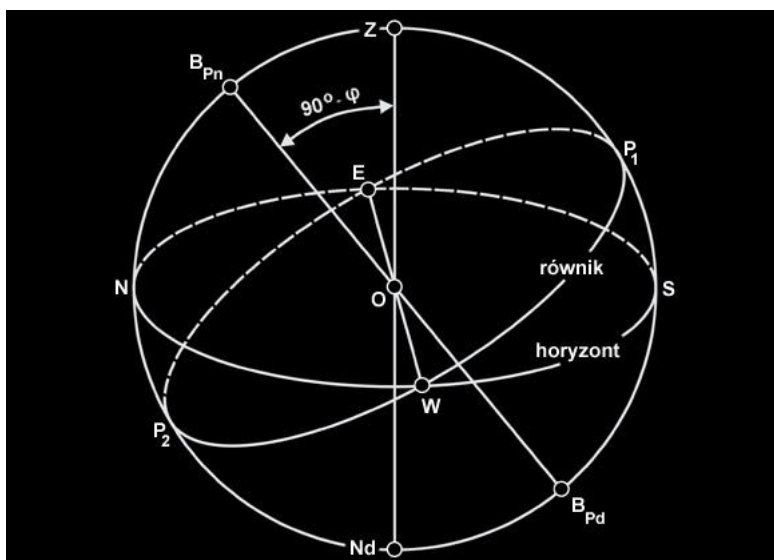
**

sfera armilarna [łac.], przyrząd astr. służący do wyznaczania współrzędnych równikowych i ekliptycznych (współrzędne astronomiczne), używany od starożytności do XVI w.; astronomiczne instrumenty.

**

sfera niebieska, firmament, *astr.* twór geometryczny, sfera o dowolnym promieniu, w której środku znajduje się obserwator; pojęcie sfery niebieskiej jest pomocne w określaniu kierunków do ciał niebieskich; położenie ciała niebieskiego na sferze niebieskiej jest określone jako punkt, w którym sfera niebieska jest przebita przez półprostą mającą początek w środku sfery niebieskiej i przechodzącą przez dane ciało; na sferze niebieskiej są określone sferyczne układy współrzędnych astronomicznych; w starożytności i średniowieczu wierzono w istnienie jednej lub kilku sfer niebieskich otaczających Ziemię i stanowiących twarde sklepienie niebieskie.

**



Sfera niebieska z zaznaczonym horyzontem i równikiem: oś Świata przebija sferę niebieską w dwu punktach zwanych biegunami niebieskimi: północnym (B_{Pn}) i południowym (B_{Pd}); koło wielkie, wzdłuż którego płaszczyzna prostopadła do osi świata i przechodząca przez środek sfery niebieskiej przecina tę sferę nazywamy **równikiem niebieskim**.

Zenit (Z) to punkt, w którym półprosta o początku w środku sfery niebieskiej (O) i zwrocie przeciwnym do zwrotu siły ciężkości w punkcie obserwacji przebija sferę niebieską. Przeciwległy do Zenitu punkt na sferze niebieskiej nazywamy **nadirem**. Koło wielkie, wzdłuż którego płaszczyzna prostopadła do kierunku siły ciężkości i przechodząca przez środek sfery niebieskiej przecina tę sferę nazywamy **horyzontem**. Położenie równika niebieskiego oraz biegunów niebieskich na niebie zależy od szerokości geograficznej (φ) miejsca obserwacji.

Połowę wielkiego koła przechodzącego przez bieguny niebieskie i zenit nazywamy **południkiem niebieskim**. Jego przecięcie z horyzontem wyznacza kierunek południa (S). Przeciwległy punkt (N) sfery niebieskiej wskazuje kierunek północy. Kierunki wschodu i zachodu wyznaczone są przez punktu przecięcia horyzontu i równika (E i W).

**

Shapley [sząpli] HARLOW, ur. 2 XI 1885, Nashville (stan Missouri), zm. 20 X 1972, Boulder (stan Kolorado), astronom amerykański; od 1921 profesor Harvard University w Cambridge; 1921–52 dyr. Harvard Observatory; badał rozmieszczenie gromad kulistych w Galaktyce; określił kierunek ku środkowi Galaktyki; 1917 stwierdził, że Słońce znajduje się z dala od centrum Galaktyki; wyznaczył punkt zerowy zależności okres–jasność absolutna gwiazd zmiennych (cefeid) i pierwszy wykorzystał obserwacje tych gwiazd do wyznaczania odległości gwiazd oraz do badania struktury Galaktyki, Obłoków Magellana i rozmieszczenia galaktyk w przestrzeni.

**

Shaula [arab.], λ *Scorpii*, druga pod względem jasności gwiazda w gwiazdozbiorze Skorpiona;

Oznaczenie: λ Scorpii

Rodzaj obiektu: gwiazda podwójna (jaśniejszy składnik gwiazdy)

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; **Skorpion**

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: $17^{\text{h}} 33^{\text{m}} 36^{\text{s}}$ deklinacja: $-37^{\circ} 06'$ 700 l.św. = 215 pc = 44 268 000 AU

Typ widmowy i klasa jasności: B2IV

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: $-5,0^{\text{m}}$

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: $+1,63^{\text{m}}$

Temperatura efektywna: temperatura składników układu lub gwiazdy pojedynczej: 21000 K

odległa od Ziemi o 700 lat świetlnych; jest gwiazdą podwójną; jaśniejszy składnik jest gwiazdą pulsującą typu β *Cephei* o okresie 0,2 dnia, typie widmowym B2 IV, jasności widomej $1,63^{\text{m}}$, temperaturze efektywnej 21000 K i jest olbrzymem 60 tysięcy razy jaśniejszym od Słońca.

**

Shedir, Schedar, α *Cassiopeiae*, najjaśniejsza gwiazda w gwiazdozbiorze Kasjopei;

Oznaczenie: α Cassiopeiae

Rodzaj obiektu: gwiazda pojedyncza

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; **Kasjopea**

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: $0^{\text{h}} 40^{\text{m}} 31^{\text{s}}$ deklinacja: $56^{\circ} 32' 229$ l.św. = 70 pc = 14 481 960 AU

Typ widmowy i klasa jasności: K0IIIa

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: - 1,99^m

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: +2,23^m

Temperatura efektywna: układ: 4800 K

jasność widoma 2,23^m; olbrzym 800 razy jaśniejszy od Słońca; odległość od Ziemi — 229 lat świetlnych.

**

Shenzhou, Niebiański Pojazd, pierwszy załogowy statek kosm. konstrukcji chiń., wzorowany na sowieckim statku kosm. Sojuz — 3 przedziały (silnikowy, załogowy i orbitalny), baterie słoneczne, węzły cumownicze, luk do wyjścia w otwartą przestrzeń; masa całkowita 7,8 t, dł. 8,65 m, załoga do 3 osób; wynoszony w przestrzeń kosm. za pomocą rakiety Długi Marsz, z kosmodromu Jiuquan (Sichuan). Pierwszy lot bezzałogowy 19 XI 1999, następnie 3 loty bezzałogowe, każdy obejmujący krótki lot statku jako całości (ok. tygodnia), lądowanie przedziału załogowego i długotrwały bezzałogowy lot przedziału orbitalnego z manewrami na orbicie; pierwszy lot załogowy (podpułkownik Yang Liwei) odbył się 15 X 2003 i trwał 21 godz. 18 min.

**

Shepard [szepɛʃd] ALAN B., ur. 18 XI 1923, East Derry (stan New Hampshire), zm. 21 VII 1998, Monterey (stan Kalifornia), astronauta amerykański; pierwszy Amerykanin, który odbył (15-minutowy) lot balistyczny (1961, w statku Mercury 3); uczestniczył jako dowódca statku Apollo 14 (1971) w wyprawie na Księżyc.

**

Shepherd [szepɛʃd] WILLIAM, ur. 26 VII 1949, Oak Ridge (stan Tennessee), amer. astronauta, uczestnik 4 lotów kosmicznych (ponad 159 dni w kosmosie).

**

Sheratan, β *Arietis*, druga pod względem jasności gwiazda w gwiazdozbiorze Barana;

Oznaczenie: β Arietis

Rodzaj obiektu: gwiazda wielokrotna (najjaśniejszy składnik gwiazdy)

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; **Baran**

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: $1^{\text{h}} 54^{\text{m}} 38^{\text{s}}$ deklinacja: $20^{\circ} 48' 59,6$ l.św. = 18 pc = 3 769 104 AU

Typ widmowy i klasa jasności: A5V

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej:
+1,33^m

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: +2,64^m

Temperatura efektywna: temperatura składników układu lub gwiazdy pojedynczej: 8200 K

wielokrotna; najjaśniejszy składnik ma jasność widomą 2,64^m, jest karłem; odległa od Ziemi o 59,6 lat świetlnych.

**

shintō [śinto; jap., ‘droga bóstw’, ‘droga duchów’, ‘nauka bóstw’], **shindō**, japońska rodzima religia politeistyczna o dużym zróżnicowaniu form, kultów i praktyk, licznych, niezależnych od siebie odłamach i instytucjach, bez ujednoczonej i centralnej hierarchii kościelnej ani wspólnego kanonu świętych ksiąg, ściśle związana z lokalnymi społecznościami, skupiona na doczesności. Nie ma jednego założyciela ani proroków. shintō jest zjawiskiem złożonym i niejednorodnym, w którym z trudnością rozróżnia się poszczególne nawarstwienia i odmiany; najwcześniejsze teksty shintō *Kojiki* i *Nihongi* (VIII w.) zawierają starożytne mity teogoniczne i kosmogoniczne, skoncentrowane wokół postaci antropomorficznych bóstw kami; spisane później teksty norito zawierają przepisy praktyk kultowych; poza tymi tekstami brak w shintō pism zawierających wykład doktryny. W toku dziejów pierwotna shintō zmieniała się, wchłaniając różnorodne elementy, zwłaszcza buddyjskie, konfucjańskie i taoistyczne. W 1868–1945 shintō była religią państwową Japonii i została poddana ministerstwu spraw wewnętrznych; w połowie XIX w. wprowadzono kult cesarza (tennōizm) łączący się z tendencjami szowinistycznymi; po 1945 zniesiono zależność shintō od państwa i uznano ją za organizację religijną, utrzymującą się z dotacji wiernych; ogłoszono publicznie, że cesarz nie jest bogiem; shintō obejmuje wiele grup, m.in. kurozumi-kyō, tenri-kyō. Do shintō zalicza się też wiele wierzeń popularnych (magię leczniczą, nekromancję, wróżbiarstwo itp.), rozpowszechnionych zwłaszcza na wsi.

**

Shoemaker–Levy 9 kometa [szu:meikɔʹ lɛwi ~], kometa o numerze katalogowym D/1993; była ona satelitą Jowisza i wraz z nim obiegała Słońce (okres obiegu wokół Jowisza wynosił ok. 2 lat); obliczenia wykazały, że podczas ostatniego przed odkryciem przejścia komety przez peryjowium (punkt położony najbliżej Jowisza) w odległości 0,3 promienia planety, kometa, pod wpływem silnego grawitacyjnego oddziaływania Jowisza, rozpadła się na wiele części; przy kolejnym powrocie do Jowisza w IV 1994, nastąpiło zderzenie tych części z planetą, obserwowane przez astronomów zarówno za pomocą instrumentów naziemnych, jak i umieszczonych w przestrzeni kosmicznej.

**

siarka, S, *sulfur*, *sulphurium*, pierwiastek chemiczny o liczbie atomowej 16;

Symbol: S

Nazwa łacińska: Sulfur

Liczba atomowa: 16

Pierwiastek promieniotwórczy: nie

Grupa układu okresowego pierwiastków: 16 — tlenowce
Odkrycie: starożytność

względna masa atomowa 32,066; siarka należy do grupy **tlenowców**; niemetal; żółte ciało stałe, nierozpuszczalne w wodzie, dobrze rozpuszczalne (odmiany krystaliczne) w disiarczku węgla; temperatura topnienia 112,85°C, temperatura wrzenia 444,67°C; ma zdolność tworzenia wieloatomowych cząsteczek łańcuchowych lub pierścieniowych; występuje w kilku odmianach alotropowych; w stanie stałym jako **siarka rombowa** (α) — żółta, drobnokrystaliczna o gęstości 2,07 g/cm³; odmiana ta w temperaturze 95,6°C przechodzi w **siarkę jednoskośną** (β) — prawie bezbarwne igły o gęstości 1,94–2,01 g/cm³; kryształy siarki α i β są zbudowane z ośmioatomowych cząsteczek tworzących zygzakowate pierścienie (*cyklo-oktasiarka*), a różnią się sposobem ułożenia cząsteczek. Siarka ciekła o temperaturze bliskiej temperatury topnienia jest jasnożółtą ruchliwą cieczą; ogrzewana ciemnieje i gęstnieje (zwiększa lepkość ok. 2000 razy; nie rozpuszcza się w CS₂), a powyżej 197°C ponownie przechodzi w ruchliwą ciecz. W wyniku silnego ogrzania i szybkiego ochłodzenia siarki ciekłej można uzyskać tzw. **siarkę plastyczną**. Przez kondensację pary siarki (S₂) powstaje odmiana mikrokryształiczna, nazywana **siarką bezpostaciową** (tzw. **kwiat siarczany**). W temperaturze pokojowej siarka jest mało reaktywna; powoli utlenia się do ditlenku siarki SO₂, po ogrzaniu reaguje bezpośrednio z wodorem (siarkowodór), węglem (disiarczek węgla), metalami, prócz złota i platyny (siarczki), fluorowcami (z wyjątkiem jodu); w związkach występuje na stopniach utlenienia: –II, IV i VI, rzadko –I, I, II i III. Siarka jest bardzo rozpowszechniona w przyrodzie; występuje w stanie rodzimym, w postaci minerałów (głównie siarczków i siarczanów) oraz wchodzi w skład wielu związków organicznych (np. białek). Siarkę otrzymywano dotychczas ze złóż siarki rodzimej; obecnie siarkę rodzimą wydobywa się jedynie w Polsce i USA (jej udział w światowej produkcji wynosi ok. 3%); ok. 65% światowej produkcji siarki pochodzi z procesów odsiarczania ropy naftowej, a także gazu ziemnego i gazów odlotowych, a pozostała część produkcji pochodzi z przeróbki rud siarczkowych. Siarkę stosuje się głównie do produkcji kwasu siarkowego (ok. 80% zużycia), a także m.in. barwników, disiarczku węgla, w przemyśle zapałczanym, w petrochemii (rafinacja ropy naftowej), do wulkanizacji kauczuku; siarka i jej związki są wykorzystywane w przemyśle tworzyw sztucznych oraz technologii materiałów mikro- i optoelektronicznych, w leczeniu chorób skórnych; radioaktywny izotop ³⁵S stosuje się jako znacznik izotopowy w badaniach reakcji chemicznych. Siarka jest znana od czasów prahistorycznych.

**

siatka chromatyczna, *astr.* sieć jasnych linii dobrze widoczna na tarczy słonecznej.

**

siatkówka, *anat.* wewn. warstwa ściany gałki ocznej (oko); rozróżnia się w niej część wzrokową, pokrywającą naczyniówkę, oraz część ślepą, przylegającą do ciała rzęskowego i wewn. powierzchni tęczówki; zasadniczym elementem strukturalnym części wzrokowej są komórki nerwowe, ułożone w 3 szeregach: I (od strony naczyniówki) tworzą komórki receptorowe, pręciki i czopki, II — komórki dwubiegunowe, III — komórki zwojowe, których aksony biegną równolegle do powierzchni siatkówki i zbiegają się w miejscu zw. tarczą nerwu wzrokowego; między szeregiem I a naczyniówką znajduje się warstwa barwnikowa — nabłonek zawierający w komórkach ziarna pigmentu (melaniny); promienie świetlne

przechodzą przez wszystkie warstwy, odbijają się od nabłonka barwnikowego i są wychwytywane przez komórki receptorowe, a następnie zamieniane na impulsy nerwowe, przekazywane za pośrednictwem komórek dwubiegunowych i zwojowych do nerwu wzrokowego; część ślepa siatkówki nie bierze udziału w odbieraniu wrażeń wzrokowych; jest pozbawiona elementów nerwowych i zbud. z dwuwarstwowego nabłonka.

**

Sieć, *Reticulum*, gwiazdozbiór nieba południowego; w Polsce niewidoczny.

Umiejscowienie na niebie: gwiazdozbiór nieba południowego
Obszar gwiazdozbioru (w stopniach kwadratowych): 114

**

Siedem Sióstr, *astr.* siedem z dziesięciu najjaśniejszych gwiazd w gromadzie Plejady; nazwy od imion postaci z mitologii gr.: Alcyone (najjaśniejsza), Elektra, Maia, Merope, Taygeta, Celeano, Asterope.

**

Silesia, *astr.* kometa pasa gł. o numerze katalogowym 257; odkryta 1886 przez austr. astronoma, J. Palisa, i nazwana łac. określeniem Śląska.

**

siła, *fiz.* wektorowa wielkość będąca miarą oddziaływania ciał materialnych; oddziaływania te występują za pośrednictwem pól fizycznych (np. pola grawitacyjnego, pola elektromagnetycznego). Siłę działającą na wszystkie cząstki danego ciała nazywa się **siłą objętościową** (siłą masową np. siła ciężenia), siłę przyłożoną do punktów powierzchni ciała — **siłą powierzchniową** (ciśnienie). W mechanice siła jest wielkością wywołującą zmianę ruchu ciał (II zasada dynamiki Newtona) lub ich odkształcenia. W ruchu nieswobodnym ciał działają na nie, oprócz sił czynnych (niezwiązanych z więzami), siły bierne (siła reakcji). W układach ciał materialnych rozróżnia się siły wewnętrzne, związane z wzajemnym oddziaływaniem poszczególnych części układów, oraz siły zewnętrzne pochodzące od ciał zewnętrznych. Na ciała w układach nieinercjalnych działają dodatkowo siły pozorne (siła bezwładności), zależne jedynie od wyboru układu odniesienia (np. siła Coriolisa, siła odśrodkowa). Siła działająca na ciało może zależeć od jego położenia, prędkości i czasu. Wśród sił zależnych od prędkości wyróżnia się: siły żyroskopowe (prostopadłe do prędkości, np. siła Coriolisa, siła Lorentza w polu magnetycznym) i siły dysypatywne (skierowane przeciwnie do prędkości, np. siły tarcia; tarcie). Wśród sił niezależnych od prędkości wyróżnia się siły potencjalne (np. siły w polu grawitacyjnym lub elektrostatyczne), dla których $F = -\text{grad } E_p$, gdzie E_p — energia potencjalna. Siłę potencjalną niezależną od czasu nazywa się **siłą zachowawczą**. Praca sił zachowawczych jest równa różnicy energii potencjalnych w punktach odpowiadających początkowemu i końcowemu położeniu ciała i nie zależy od toru ruchu ciała. W mechanice teoretycznej wprowadza się dodatkowo pojęcie sił uogólnionych Q_i , które przy małych zmianach δq_i współrzędnych uogólnionych q_i

układu mechanicznego określają pracę δL sił działających na układ:
$$\delta L = \sum_i Q_i \delta q_i$$
.
Jednostką siły w układzie SI jest niuton (symbol N).

**

siła Coriolisa [s. korjolisa], *fiz.* jedna z sił bezwładności, której dodanie do sił faktycznie działających na ciało uwzględnia wpływ ruchu obrotowego nieinercyjnego układu odniesienia na ruch ciała w tym układzie; siła Coriolisa jest równa $F_C = -ma_C$, gdzie m — masa ciała, a_C — przyspieszenie Coriolisa, które jest równe iloczynowi wektorowemu podwojonej prędkości kątowej układu U' względem inercyjnego układu odniesienia U i prędkości ciała v' względem U' : $a_C = 2\omega \times v'$; siła Coriolisa ma zatem kierunek prostopadły zarówno do ω jak i do v' . Na ciała poruszające się w pobliżu pow. Ziemi działa siła Coriolisa wywołana ruchem obrotowym Ziemi. Siła Coriolisa wywołuje szereg zjawisk, m.in. powoduje, że ciała spadające pionowo odchylają się (w przybliżeniu) na wschód, natomiast ciała poruszające się na pow. Ziemi odchylają się: na półkuli północnej w prawo, a na półkuli południowej w lewo względem kierunku ruchu; prowadzi to m.in. do silniejszego podmywania odpowiednich brzegów oraz niektórych prądów mor. i powietrznych. Siłę Coriolisa uwzględnia się np. podczas obliczania torów lotów pocisków artyleryjskich i rakiet o dużym zasięgu.

**

siła dośrodkowa, *fiz.* siła skierowana prostopadle do toru punktu materialnego, czyli powodująca zakrzywienie toru bez zmiany wartości prędkości liniowej; siła dośrodkowa jest skierowana ku środkowi krzywizny toru, a jej wartość jest równa $F_r = mv^2/r$, gdzie m — masa punktu materialnego, v — jego prędkość, r — promień krzywizny toru.

**

siła odśrodkowa, *fiz.* jedna z sił bezwładności, związana z przyspieszeniem dośrodkowym punktu materialnego powstałym w wyniku obrotu nieinercyjnego układu odniesienia; siła odśrodkowa jest równa $F_{od} = -ma_d = -m\omega \times (\omega \times r')$, gdzie m — masa punktu materialnego, a_d — przyspieszenie dośrodkowe (skierowane do osi obrotu), ω — prędkość kątowa obrotu, r' — wektor położenia punktu materialnego względem nieinercyjnego układu odniesienia. Siła odśrodkowa odczuwa np. pasażer zakręcającego autobusu lub obracającej się karuzeli.

**

siły międzycząsteczkowe, *fiz.* siły przyciągania lub odpychania cząsteczek (atomów) nie związanych wiązaniem chem.; oddziaływania międzycząsteczkowe.

**

Sin [sumer.], akadyjskie **Nanna**, *mit. babil.-asyr.* w religiach starożytnej Mezopotamii bóg księżycy; jego dziećmi byli bóg słońca — Szamasz (sumeryjskie Utu) i bogini planety Wenus — Isztar (sumeryjskie Inana), z którymi tworzył triadę bóstw astralnych; opiekun pasterstwa i rolnictwa, obdarzał dobrobytem i bogactwem; władał kalendarzem, ustalał przeznaczenie ludziom, zsyłał wieszczce sny, chorobę lub zdrowie; jego towarzyszką była Ningal [sumeryjskie 'pani wielka'], symbolem — sierp księżycy, świętym zwierzęciem — skrzydlaty byk; ośrodki kultu — Ur i Harran.

**

Sinope, naturalny satelita Jowisza; odkryty 1914 przez S.B. Nicholsona.

**

Sirrah [arab.], *astr.* nazwa gwiazdy w gwiazdozborze Andromedy, → [Alpheratz](#).

**

SIRTF, ang. **Space Infrared Telescope Facility**, *astr.* pierwotna nazwa satelitarnego obserwatorium → Spitzer.

**

Sitarski, *astr.* planetoida pasa głównego o numerze katalogowym 2042; odkryta 1960, nazwana na cześć pol. astronoma G. Sitarskiego.

**

Sitter [sɪtɛr] WILLEM **de**, ur. 6 V 1872, Sneek, zm. 20 XI 1934, Lejda, holenderski astronom i matematyk; od 1908 profesor uniw. w Lejdzie, od 1918 dyr. obserwatorium *astr.* tamże; 1922–25 wiceprezes, 1925–28 prezes Międzynar. Unii *Astr.*; 1917–18 prowadził prace, w których pierwszy zastosował wyniki teorii względności w kosmologii; 1918–25 oprac. wyniki 250-letnich obserwacji ruchu największych satelitów Jowisza.

**

Siwa, jeden z 3 gł. bogów hinduizmu, → [Śiwa](#).

**

skafander kosmiczny, hermetyczny ubiór kosmonauty zapewniający funkcjonowanie organizmu oraz zdolność do pracy w rozrzedzonej atmosferze i w przestrzeni kosmicznej; wielowarstwowy: warstwa hermetyczna utrzymuje zadane ciśnienie, termiczna zapobiega ubytkowi ciepła, wytrzymałościowa zapewnia odpowiednią sztywność, stanowi osłonę przed mikrometeoritami i promieniowaniem kosmicznym; wewnątrz hełmu ochronnego są umieszczone elementy systemu łączności.

**

Skale pogody kosmicznej wg NOAA^a

Rodzaj zakłócenia	Oznaczenie i opisowa skala zakłócenia	Wybrany przykład	Efekty zakłócenia	Miara fizyczna	Średnia częstość (cykl = 11 lat)
Burza magnetyczna (zaburzenie ziemskiego pola magnetycznego wywołane zmianami w wietrze słonecznym)	G1 — słaba G2 — umiarkowana G3 — silna G4 — bardzo silna G5 — nadzwyczajna	G3	systemy energetyczne: pojawiają się fałszywe alarmy czujników, problemy z transformatorami, może być konieczna korekta napięcia operacje satelitarne: występuje elektryzowanie się powierzchni elementów	indeks magnetyczny Kp = 7	200 zdarzeń na cykl (130 dni na cykl)

		satelity, wzrost tarcia w przypadku przypadków satelitów poruszających się na niskich orbitach wokółziemskich, problemy z utrzymaniem właściwej pozycji inne: mogą pojawić się problemy w nawigacji satelitarnej, w nawigacji wykorzystującej sygnały radiowe o niskiej częstotliwości, przerwy w łączności radiowej HF, zorze polarne na średnich szerokościach	
Burza w promieniowaniu słonecznym (wzrost radiacji towarzyszący wzrostowi liczby cząstek energetycznych)	S1–S5 (skala S3 opisowa jak wyżej)	biologiczne: ryzyko groźnego napromienienia dla kosmonautów na zewnątrz stacji, załogi i pasażerowie samolotów o wysokim pułapie otrzymują dawkę odpowiadającą jednemu prześwietleniu płuc operacje satelitarne: pojedyncze błędy w systemach elektronicznych, szum w kamerach skanujących, trwałe uszkodzenia elementów i detektorów nieosłoniętych, spadek prądu w bateriach słonecznych	strumień jonów o energii $E > 10 \text{ MeV}$ 10^3 zdarzeń na cykl dla kosmonautów $\text{cząstek}/(\text{s} \cdot \text{sr} \cdot \text{cm}^2)$ (10–30 dni na cykl)
Zakłócenia łączności radiowej (zakłócenia jonosfery spowodowane emisją promieniowania rentgenowskiego przez Słońce)	R1–R5 (skala R3 opisowa jak wyżej)	radiokomunikacja HF (3–30 MHz): całkowity brak łączności na dużych obszarach; brak kontaktu radiowego z marynarką i samolotami w locie w ciągu ok. 1 godz. po stronie dziennej Ziemi	strumień promieniowania X o $\lambda = 0,1–0,8 \text{ nm}$ 10^{-4} W/m^2 175 zdarzeń na cykl (140 dni na cykl)

nawigacja:
degradacja
sygnałów
nawigacyjnych na
niskich
częstościach (30–
300 kHz) przez ok.
1 godz.,
utrudniająca
określanie pozycji
na morzu i w
powietrzu

^a National Oceanic and Atmospheric Administration

**

Skład chemiczny materii we Wszechświecie

Obserwacje składu chemicznego materii pozwalają stwierdzić, że najbardziej rozpowszechnionym pierwiastkiem jest wodór, stanowiący ponad 70% masy wszystkich atomów. Zawartości pierwiastków o wyższych liczbach atomowych silnie zależą od natury badanego obiektu. Pewną osobliwość stanowi hel, którego zawartość wynosi co najmniej 22–23% masy, nawet w obiektach zupełnie pozbawionych pierwiastków o wyższych liczbach atomowych.

Michał Jaroszyński

**

Skorpion, łac. *Scorpius*, **Niedźwiadek**, gwiazdozbiór nieba południowego;

Umiejscowienie na niebie: gwiazdozbiór nieba południowego

Obszar gwiazdozbioru (w stopniach kwadratowych): 497

Główne gwiazdy: [Antares](#), [Shaula](#)

w Polsce widoczny częściowo latem nad horyzontem; najjaśniejsza gwiazda — Antares; Skorpion zawiera m.in. wiele kulistych (np. M 4, M 80) i otwartych (np. M 6, M 7) gromad gwiazd oraz odkryte w latach 60. XX w. najsilniejsze punktowe źródło promieniowania rentgenowskiego — **Skorpion X-1** (*Scorpius X-1*);

**

Skorpion, ♏, znak Zodiaku; w wyniku precesji osi ziemskiej obecnie początek znaku Skorpiona znajduje się w gwiazdozbiorze Panny.

**

Skorpion X-1 (Sco X-1), najsilniejsze znane punktowe źródło promieniowania rentgenowskiego, położone w gwiazdozbiorze Skorpiona; stanowi układ podwójny (jeden ze składników jest gwiazdą neutronową), odległy od Układu Słonecznego o ok. 1600 lat świetlnych.

**

Skylab [skajlăb], amerykańska załogowa stacja kosmiczna wyniesiona 14 V 1973 na orbitę okołoziemską za pomocą rakiety nośnej Saturn V; przeznaczona m.in. do prowadzenia badań medyczno-biologicznych dotyczących oceny możliwości długotrwałego przebywania i pracy astronautów w warunkach lotu kosmicznego, badań Słońca i ośrodka międzyplanetarnego, obserwacji geofizycznych i meteorologicznych, badań zasobów Ziemi oraz stanu środowiska naturalnego,

realizacji eksperymentów z zakresu technologii materiałowej, badań związanych z funkcjonowaniem stacji; zadania były realizowane przez 3 ekspedycje załogowe (V–VI 1973, VII–IX 1973, XI 1973–II 1974), docierające na stację Skylab w statkach kosmicznych typu Apollo; ogółem na stacji przebywało 9 amerykańskich astronautów. W 1979 Skylab uległ zniszczeniu w atmosferze Ziemi.

**

Slayton [slɛɪtən] DONALD KENT, ur. 1 III 1924, Sparta (stan Wisconsin), zm. 13 VI 1993, League City (stan Teksas), astronauta amerykański; od 1959 w zespole astronautów; 1975 uczestniczył we wspólnym locie statków [Sojuz–Apollo](#).

**

Slipher [slɪfə] VESTO MELVIN, ur. 11 XI 1875, Mulberry (stan Indiana), zm. 8 XI 1969, Flagstaff (stan Arizona), astronom amer.; od 1901 pracował w Lowell Observatory (1926–54 dyrektor) w Flagstaff (stan Arizona); badając widma odległych galaktyk, stwierdził, że ich linie widmowe są przesunięte ku długofalowemu krańcowi (ku czerwieni); prowadził spektroskopowe badania planet.

**

słoneczna stała, ilość energii promieniowania słonecznego docierająca w jednostkowym czasie do jednostkowej powierzchni ustawionej prostopadle do padającego promieniowania w odległości 1 AU (astronomiczna jednostka) poza atmosferą Ziemi; wartość stałej słonecznej = 1367 W/m^2 ; w maksimum aktywności, gdy na powierzchni Słońca jest najwięcej ciemnych plam stała słoneczna osiąga największą wartość.

**

słoneczne plamy, ciemne, na ogół nieregularne, obszary w fotosferze Słońca o rozmiarach 7–40 tysięcy km i czasie życia od kilku dni do kilku tygodni; występowanie plam słonecznych jest spowodowane utrudniającym konwekcję silnym polem magnetycznym (o indukcji magnetycznej 0,2–0,4 T), które przenika te obszary, co powoduje zmniejszenie docierającego przez nie strumienia energii; w obrębie plam słonecznych rozróżnia się ciemny obszar centralny (cień) chłodniejszy od fotosfery o ok. 2000 K, zawierający silne, pionowe pole magnetyczne, oraz jaśniejszą obwódkę (półcień) chłodniejszą od fotosfery o ok. 500 K, składającą się z jasnych i ciemnych radialnych włókien, zawierających prawie horyzontalne pole magnetyczne. Spokrewnione z plamami słonecznymi są **pory słoneczne** (przypominają plamy bez półcienia), charakteryzujące się mniejszymi rozmiarami (3–6 tysięcy km) i indukcją magnetyczną (0,15–0,2 T), temperaturą wyższą od cienia plamy o 500–1000 K i czasie życia rzędu dnia. Liczba plam słonecznych i ich położenie zmieniają się cyklicznie z okresem ok. 11 lat (aktywność słoneczna).

**

Słoneczny Układ, Słońce wraz z otaczającą je i związaną z nim grawitacyjnie materią w postaci planet z ich księżycami, planetoid, komet i meteoroidów, a także pyłu i gazu wypełniających przestrzeń międzyplanetarną. Obiekty Układu Słonecznego są powiązane siłami wzajemnych oddziaływań, z których najsilniejsze jest grawitacyjne oddziaływanie Słońca. Ciałem centralnym, skupiającym prawie całą

(99,87%) masę Układu Słonecznego jest Słońce, obieganego przez 8 planet. Najbliżej Słońca, w przedziale odległości 0,4–1,5 AU (astronomiczna jednostka), poruszają się 4 tzw. planety grupy ziemskiej: Merkury, Wenus, Ziemia, Mars, a w przedziale odległości 5–30 AU — 4 tzw. planety grupy jowiszowej, zwane olbrzymami lub gigantami: Jowisz, Saturn, Uran, Neptun. Między orbitami Marsa i Jowisza rozciąga się tzw. pas główny planetoid, z których część, poruszając się po orbitach silnie wydłużonych, zbliża się do Słońca bardziej niż Ziemia. Także poza orbitą Neptuna obiega Słońce wiele małych obiektów tworząc drugi pas planetoid, zwany pasem Kuipera, do którego należy także Pluton — jeden z największych obiektów tego obszaru, początkowo traktowany jak 9. planeta Układu Słonecznego, a od 2006 określany jako planeta karłowata. Wszystkie planety, oprócz 2 najbliższych Słońca (Merkurego i Wenus), a także niektóre planetoidy mają księżyce (satelity naturalne). Globy prawie wszystkich planet Układu Słonecznego rotują w tym samym kierunku, w którym odbywa się ich ruch wokół Słońca, przy czym odchylenia osi obrotu od prostopadłej do płaszczyzny orbity są mniejsze od 30°; jedynie Wenus i Uran obracają się w przeciwnym kierunku. Szybka rotacja największych planet (najkrótszy okres obrotu — nieco mniej niż 10 h — ma Jowisz) powoduje stosunkowo duże spłaszczenia biegunowe ich globów. Planety grupy ziemskiej są zbudowane głównie z gęstej (średnia gęstość rzędu 4–5 g/cm³), trudno topliwej materii skalno-metalicznej i mają stałą powierzchnię; planety olbrzymy mają znacznie mniejsze średnie gęstości (rzędu 1–2 g/cm³) — ich głównymi składnikami są najlżejsze pierwiastki: wodór i hel; planety te nie mają stałej powierzchni, a ich globy przechodzą w sposób ciągły w atmosfery. Atmosferami są otoczone też planety grupy ziemskiej, z wyjątkiem Merkurego. Składnikami księżyców Układu Słonecznego są przeważnie skały i lody. Planetoidy pasa głównego są przeważnie ciałami skalnymi, a pasa Kuipera — najczęściej lodowymi. Odrębne grupy ciał Układu Słonecznego tworzą meteoroidy oraz komety, których przynajmniej część może być traktowana jako stały składnik Układu Słonecznego. W przestrzeni międzyplanetarnej jest obserwowany pył w postaci światła zodiakalnego; rejestruje się także istnienie strumieni gazu międzyplanetarnej, płynącego od Słońca w postaci wiatru słonecznego z prędkością kilkuset km/s. Przestrzeń międzyplanetarna jest przeniknięta polem magnetycznym, którego linie sił są wynoszone ze Słońca wraz z materią. Rozmiary Układu Słonecznego, określone średnicą orbity Plutona, wynoszą ok. 12 miliardów km (80 AU), ale wiele komet obiega Słońce po orbitach o półosiach rzędu kilkudziesięciu tysięcy AU; masa Układu Słonecznego wynosi $1,994 \cdot 10^{30}$ kg (w tym Słońce $1,991 \cdot 10^{30}$ kg, Jowisz $1,90 \cdot 10^{27}$ kg). Układ Słoneczny bierze udział w obrocie Galaktyki, obiegając jej jądro w ciągu ok. 200 mln lat, w przybliżeniu po kole o promieniu ok. 10 kpc (parsek) z prędkością ok. 250 km/s. Układ Słoneczny znajduje się ok. 15 pc na północ od płaszczyzny równika Galaktyki. W stosunku do najbliższych gwiazd Układ Słoneczny porusza się z prędkością ok. 20 km/s w kierunku gwiazdozbioru Herkulesa.

Według współczesnych teorii, Układ Słoneczny powstał ok. 4,5 miliarda lat temu z obłoku materii protosłonecznej. Prawdopodobnie, w wyniku wybuchu znajdującej się w jego pobliżu gwiazdy supernowej, został zapoczątkowany proces grawitacyjnego zapadania się obłoku połączony z równoczesnym wzbogacaniem w najcięższe pierwiastki. W miarę kurczenia się obłok przyjął kształt wirującego dysku, w którego środku uformowało się Słońce, a obiegające je cząstki pyłu, w wyniku wzajemnych zderzeń, sklejały się stopniowo ze sobą, tworząc coraz większe twory; wśród nich część stała się zarodkami planetarnymi; wskutek

wzajemnych oddziaływań grawitacyjnych zarodki te łączyły się tworząc — w ciągu paruset milionów lat — planety. Mniejsze twory przetrwały w postaci planetoid, komet i meteoroidów.

**

Słoneczny Układ

Układ Słoneczny to zespół ciał niebieskich poruszających się w przestrzeni wraz ze Słońcem, powiązanych siłami wzajemnych oddziaływań, z których najsilniejsze jest grawitacyjne oddziaływanie Słońca. Ciałem centralnym, skupiającym prawie całą (99,85%) masę Układu Słonecznego, jest Słońce, obiegane przez 8 planet (Merkury, Wenus, Ziemia, Mars, Jowisz, Saturn, Uran, Neptun); wokół planet (z wyjątkiem Merkurego i Wenus) krążą naturalne satelity. Między orbitami Marsa i Jowisza rozciąga się pas planetoid, z których część, poruszając się po orbitach silnie wydłużonych, zbliża się do Słońca bardziej niż Ziemia. Wśród ciał Układu Słonecznego są także meteoroidy i komety; obecna jest też materia międzyplanetarna w postaci gazu, plazmy i pyłu kosmicznego; pył obserwowany jest w postaci światła zodiakalnego; strumienie plazmy płyną od Słońca w postaci wiatru słonecznego z prędkością około 300–800 km/s. Przestrzeń międzyplanetarna jest przeniknięta polem magnetycznym, którego linie sił są wynoszone ze Słońca wraz z materią. Masa Układu Słonecznego wynosi $1,994 \cdot 10^{30}$ kg; jego rozmiary, określone średnicą orbity Plutona (od 2006 traktowanego jako planeta karłowata), wynoszą około 12 mld km (80 jednostek astronomicznych), wiele jednak komet obiega Słońce po orbitach o półosiach rzędu kilkudziesięciu tysięcy jednostek astronomicznych. Przez planety tradycyjnie rozumie się większe ciała obiegające bezpośrednio Słońce. Satelity (księżyce), poruszające się wokół planety, razem z nią obiegają Słońce. Największą planetą jest Jowisz o masie równej 0,001 masy Słońca. Dolna granica wielkości planet jest umowna. Ceres o średnicy 914 km jest nazywana planetoidą (używa się także terminów: asteroida i planetka). Podobne pod względem masy do planetoid są komety. Jeszcze mniejsze ciała nazywamy meteoroidami, mikrometeoroidami i najmniejsze — pyłem kosmicznym. Na ogół ciało o rozmiarach poniżej 1 m nazywamy meteoroidem, zaś powyżej 100 m — planetoidą.

Wszystkie ciała Układu Słonecznego poruszają się wokół wspólnego środka masy (położonego blisko środka Słońca), który z kolei porusza się wokół środka masy Galaktyki, obiegając jej jądro w ciągu około 200 mln lat, w przybliżeniu po kole o promieniu około 10 kpc (parsek), z prędkością około 250 km/s. Układ Słoneczny znajduje się około 15 kpc na północ od płaszczyzny równika Galaktyki. W stosunku do najbliższych gwiazd Układ Słoneczny porusza się z prędkością około 20 km/s w kierunku gwiazdozbioru Herkulesa.

Według współczesnych teorii, Słońce i planety powstały z jednego obłoku materii protosłonecznej. Prawdopodobnie w wyniku wybuchu znajdującej się w jego pobliżu gwiazdy supernowej, został zapoczątkowany proces grawitacyjnego zapadania się obłoku połączony z równoczesnym jego wzbogacaniem w najcięższe pierwiastki. W miarę kurczenia się obłoku, w jego centralnej części uformowało się Słońce otoczone wirującym gazowo-pyłowym dyskiem. Cząstki pyłu, w wyniku wzajemnych zderzeń, łączyły się stopniowo ze sobą, tworząc coraz większe twory; część z nich stała się zarodkami planetarnymi; wskutek wzajemnych oddziaływań grawitacyjnych zarodki te

łączyły się tworząc — w ciągu paruset milionów lat — planety. Mniejsze twory przetrwały w postaci planetoid, komet i meteoroidów.

Skale wielkości w Układzie Słonecznym

Aby zdać sobie sprawę z rozkładu mas i odległości w Układzie Słonecznym, warto wykonać model w skali 1:1 000 000 000. Średnice planet będą zatem zmniejszone 1 miliard razy, zaś ich objętość i masa zmniejszą się 10^{27} razy. W takim modelu Ziemia jest kulką o średnicy 13 mm i masie 6 g. Merkury, Wenus i Mars są jeszcze mniejsze. Wokół Ziemi w odległości 38 cm krąży Księżyc o średnicy 3,5 mm (masa 0,7 g). W tej samej skali Słońce jest kulą o średnicy 1,39 m i masie 1990 kg, położoną w odległości 150 m od Ziemi. Modelem Jowisza może być kula o średnicy 14 cm i masie 1,9 kg, krążąca w odległości 780 m od Słońca. Łączna masa pozostałych wielkich planet wynosi 758 g. Najdalsza planeta, Pluton, o średnicy zaledwie 2,3 mm porusza się w odległości prawie 6 km od Słońca. Jak widać z powyższego zestawienia około 99,9% masy Układu Słonecznego przypada na Słońce. Z pozostałego promila masy przeznaczonego dla planet około 71% zagarnia Jowisz. Na Ziemię przypadają zaledwie 2 ‰ masy planet i 0,0003% masy całego Układu Słonecznego. Porównując odległości pomiędzy planetami z ich rozmiarami można zauważyć, że planety stanowią małe wysepki materii w oceanie próżni.

Słońce

Słońce jest niedużą gwiazdą zaliczaną do klasy G2V. W jego wnętrzu zachodzi proces syntezy jąder (reakcja termojądrowa). Ponieważ procesy termojądrowe wymagają ogromnych ciśnień i temperatur, mogą zachodzić jedynie w dużych ciałach niebieskich. W środku Słońca temperatura wynosi około 16 mln K, a gęstość $1,6 \cdot 10^5 \text{ kg/m}^3$. Temperatura powierzchni (tzw. fotosfery) Słońca jest równa około 6000 K. Całkowita energia promieniowania słonecznego wynosi $3,9 \cdot 10^{26} \text{ J/s}$; na Ziemię dociera znikoma część tej energii, ale i tak na powierzchnię 1 m^2 , ustawioną prostopadle do promieni, pada około 1370 J/s (tzw. stała słoneczna). Niewielka część energii traconej przez Słońce przypada na strumień wiatru słonecznego (strumień całkowicie zjonizowanej wodorowo-helowej plazmy poruszającej się z prędkością około 300–800 km/s) oraz promieniowanie ultrafioletowe, rentgenowskie i strumienie cząstek elementarnych. Ilość traconej w ten sposób energii zależy od aktywności Słońca związanej z ilością tzw. plam słonecznych.

Leszek Czechowski

**

Słoneczny Układ. Powstanie

Powstawanie gwiazd

Gwiazdy powstają w gigantycznych kompleksach (obłokach) gazowo-pyłowych o masach rzędu 100 tys. mas Słońca i rozmiarach do 50 pc (parsek). Z kompleksów tych wydzielają się obłoki molekularne o temperaturze około 10 K, zbudowane głównie z wodoru (pył stanowi mniej niż 1% masy). Obłoki molekularne pozostają w równowadze z otaczającymi je obłokami mniej gęstego, ale gorętszego gazu. Naruszenie tej równowagi, które może być spowodowane siłami przyptywowymi, z jakimi działają na obłoki blisko przechodzące gwiazdy, wybuchem supernowej lub

wiatrem gwiazdnym, zapoczątkowuje fragmentację obłoków; fragmenty zapadają się grawitacyjnie (zagęszczają), co prowadzi do powstania gwiazd (tzw. protogwiazd). Zagęszczanie się szybko wirującego lub bardzo masywnego fragmentu prowadzi do powstania gwiazd podwójnych lub krotnych. Wokół pojedynczej gwiazdy powstają też, podczas gwałtownego zapadania się wirującej protogwiazdy o odpowiednim (nie za małym i nie za dużym) momencie pędu, dyski protoplanetarne (spłaszczone mgławice gazowe). Układ Słoneczny powstał z fragmentu obłoku o masie około 1,1 masy Słońca. Z danych kosmochemicznych wynika, że Słońce jest gwiazdą drugiej lub trzeciej generacji; oznacza to, że zostało utworzone nie z materiału pierwotnego, powstałego podczas Wielkiego Wybuchu (Wielkiego Wybuchu teoria), ale z materiału przetworzonego we wnętrzach poprzednich gwiazd. Pierwiastki ciężkie, stanowiące główny materiał planet, mogły powstać tylko we wnętrzach gwiazd lub w trakcie wybuchu supernowych.

Powstawanie planet

Proces powstawania planet można podzielić na pięć etapów:

Powstanie dysku wokół protosłońca. Dysk powstawał w trakcie wzrostu fragmentu obłoku o największym zagęszczeniu materii, umieszczonego w środku układu tzw. protosłońca, z jego zewnętrznych, równikowych obszarów. Moment pędu z wnętrza protosłońca przekazywany był na powierzchnię. Uzyskując odpowiedni moment pędu równikowe pierścienie odrywały się od protosłońca tworząc wirujący obłok protoplanetarny. Mechanizm przekazywania momentu pędu był efektywny — obecnie Słońce stanowiące ponad 99% całej masy Układu ma moment pędu stanowiący mniej niż 2% jego całego momentu pędu (98% stanowi ruch planet). Gdy temperatura we wnętrzu protogwiazdy osiągnęła 10 mln K, rozpoczęła się jądrowa przemiana wodoru w hel (tzw. spalanie wodoru). Słońce rozbłysło i proces zapadania zatrzymał się. Proces powstawania dysku protoplanetarnego o rozmiarze naszego Układu trwał prawdopodobnie około miliona lat.

Kondensacja pyłu w różnych rejonach dysku. Grubość dysku rosła z odległością od Słońca, a temperatura i gęstość malały. Materia stała (pył) z obłoku mogła ulec odparowaniu wewnątrz protosłońca. W dysku zachodził złożony proces ponownej kondensacji pyłu. W obszarze bliskim Słońca (wewnątrz orbity Marsa) temperatura była wysoka i mogły tam kondensować tylko cięższe pierwiastki i związki: tlenki wapnia, glinu i tytanu, metaliczne żelazo i nikiel, glinokrzemiany litowców, tlenek żelaza oraz krzemiany magnezowo-żelazowe. Dalej, w zimniejszych rejonach, kondensowały także woda, amoniak i metan. To tłumaczy, dlaczego skład planet zmienia się wraz z odległością od Słońca.

Opadanie pyłu w kierunku płaszczyzny centralnej. Drobnutkie ziarna pyłu unosiły się w gazie i spotykając ze sobą łączyły się wskutek działania sił elektrostatycznych. W ten sposób utworzyły się większe ziarna materii stałej, których już gaz nie był w stanie unosić. Krążąc razem z dyskiem wokół Słońca ziarna powoli opadały ku płaszczyźnie centralnej zwiększając jednocześnie swoją masę w wyniku łączenia się z innymi ziarnami. Czas opadania był rzędu tysiąca lat. Rozmiary ziaren zwiększyły się z 10^{-5} cm aż do kilku cm.

Tworzenie się planetezymali. W centralnej płaszczyźnie dysku powstała gęsta warstwa ziaren materii stałej. Gdy gęstość stała się dostatecznie duża, warstwa

przestała być stabilna i uległa rozpadowi na wiele niezależnych fragmentów. Każdy taki fragment (zgęszczenie pyłu i ziaren) wędrował wokół Słońca, wirował wokół swojej osi i utrzymywał się w równowadze dzięki samograwitacji. Napotykając na inne zgęszczenia łączył się z nimi zwiększając swoją masę. Wreszcie masa fragmentu stała się tak duża, że samograwitacja spowodowała jego szybkie zapadanie się i powstanie stałej bryły o rozmiarach rzędu km, tzw. planetezymala. Etap ten trwał około 100 tys. lat.

Łączenie się planetezymali i powstanie planet. Planetezymale były dostatecznie duże, aby ich wzajemne oddziaływania grawitacyjne stały się istotne. Największe z nich najszybciej wyłapywały mniejsze ciała i stawały się zarodkami przyszłych planet. Początkowo wzrastały powoli, potem, gdy ich masa zwiększała się, coraz szybciej; gdy większość ciał w ich obszarze oddziaływania uległa wychwyceniu, proces ten ulegał znowu spowolnieniu. W ten sposób powstały planety grupy ziemskiej i jądra planet wielkich. Gaz został wymieciony z Układu podczas fazy T-tauri (okresu intensywnego promieniowania Słońca). Jądra planet wielkich, ze względu na ich większą odległość od Słońca, zdążyły wychwycić część gazu stając się planetami gazowymi. Ten etap powstawania planet był najdłuższy i trwał około 100 mln lat.

**

Słoneczny Układ. Ruchy ciał

Orbity

Wszystkie ciała niebieskie przyciągają się wzajemnie zgodnie z prawem powszechnego ciążenia odkrytym przez Newtona. Głównym efektem przyciągania jest ruch ciał Układu Słonecznego wokół wspólnego środka masy po torach nazywanych orbitami. Ponieważ przeważająca część masy skupiona jest w Słońcu, środek masy Układu Słonecznego znajduje się blisko środka Słońca. Punkt orbity najbliższy Słońca nazywamy peryhelium, najdalszy — aphelium (dla satelitów Ziemi odpowiednio: perygeum i apogeum, ogólnie — perycentrum i apocentrum). Biorąc pod uwagę orbity planet, dzielimy je na planety wewnętrzne (krążące blisko Słońca), oraz planety zewnętrzne. Planetami wewnętrznymi są: Merkury, Wenus, Ziemia i Mars. Pozostałe planety to planety zewnętrzne. Planety krążące wewnątrz orbity Ziemi nazywane są też planetami dolnymi (Merkury i Wenus), zaś planety o orbitach na zewnątrz orbity ziemskiej — planetami górnymi.

Prawa Keplera

Przy rozpatrywaniu ruchu danej planety często można pominąć przyciąganie innych planet. Planety spełniają w tym przypadku 3 prawa odkryte przez J. Keplera.

I prawo: Orbita każdej planety jest elipsą, w której ognisku znajduje się Słońce.

II prawo: Prędkość polowa planety jest stała; oznacza to, że promień wodzący planety (odcinek łączący planetę ze Słońcem) zakreśla jednakowe pola w równych odstępach czasu.

III prawo: Stosunek sześcianów wielkich półosi a orbit planet do kwadratów okresu T obiegu planet wokół Słońca (a^3/T^2) jest jednakowy dla wszystkich planet. Aby w pełni opisać ruch planety po orbicie keplerowskiej potrzebnych jest 6 wielkości (tzw.

parametry orbity). Orbity satelitów obiegających planety także spełniają prawa Keplera.

Perturbacje

Prawa Keplera są ściśle dla jednej, dokładnie kulistej planety poruszającej się wokół dokładnie kulistego Słońca. Ponieważ w Układzie Słonecznym znajduje się wiele ciał, a ich kształt nie jest dokładnie kulisty, rzeczywiste orbity planet nieznacznie odbiegają od orbit keplerowskich. Odchylenia te nazywamy perturbacjami. Obserwacje perturbacji ruchu jednej planety dostarczają cennych informacji o planecie, która powoduje te perturbacje. Dzięki obserwacjom perturbacji ruchu Urana odkryto kolejną planetę – Neptuna. Obserwacje perturbacji sztucznych satelitów Ziemi są jednym z najważniejszych źródeł informacji o jej polu grawitacyjnym. Przy pewnych okresach czasu obiegu 2 ciał niebieskich wokół Słońca może dojść do specyficznego rodzaju perturbacji, tzw. rezonansu grawitacyjnego typu orbita-orbita. Rezonans taki może mieć działanie stabilizujące orbity obu ciał. Dochodzi wtedy do synchronizacji ruchu obu ciał. Tak zsynchronizowany jest ruch Plutona i Neptuna; na każde dwa obiegi Plutona wokół Słońca, Neptun wykonuje 3 obiegi (tzw. rezonans 2:3). Rezonans może mieć też działanie przeciwne: mniejsze ciało zostanie usunięte ze swojej orbity na inną, nierezonansową orbitę. W ten sposób Jowisz nie dopuszcza planetoid na pewne orbity (tzw. przerwy Kirkwooda w pasie planetoid). Wiele zjawisk rezonansowych obserwujemy w pierścieniach Saturna.

Ruch orbitalny

Pory roku na Ziemi są wynikiem ruchu orbitalnego Ziemi i nachylenia jej osi obrotu względem płaszczyzny orbity. Półkula, na której panuje lato, zwrócona jest w stronę Słońca. Dzień jest tam dłuższy i promienie słoneczne padają pod większym kątem do powierzchni Ziemi, przez co półkula otrzymuje więcej promieniowania słonecznego. Na planetach poruszających się po bardziej eliptycznych orbitach (Mars, Merkury) sezonowe zmiany napromieniowania spowodowane są też zmianą odległości od Słońca (na Marsie zmiany napromieniowania wynoszą około 40%).

Ruch wirowy

Oprócz ruchu orbitalnego planety i inne ciała Układu Słonecznego obracają się wokół swojej osi. Powoduje to występowanie pór dnia. Czas obrotu nazywamy dobą gwiazdową. Najszybciej obracającą się planetą jest Jowisz (około 10 godzin), najwolniej — Wenus (243 doby ziemskie). Czas obrotu Ziemi wokół osi wynosi 23 h 56 min 4,09 s. Dobą słoneczną nazywamy czas pomiędzy kolejnymi górowaniami Słońca. Na planetach wirujących w tym samym kierunku co ich ruch orbitalny doba słoneczna jest dłuższa od doby gwiazdowej. Na planetach obracających się w kierunku przeciwnym do ruchu orbitalnego doba słoneczna jest krótsza niż doba gwiazdowa.

Siły pływowe

Siła grawitacyjnego przyciągania Księżyca deformuje nieco powierzchnię Ziemi. Szczególnie łatwo deformacji ulegają atmosfera i hydrosfera (przyływy morza), lecz deformuje się także skorupa Ziemi. Deformacja kształtu powoduje zmianę pola grawitacyjnego Ziemi, wskutek czego zmienia się nieco siła jej oddziaływania na Księżyc (tzw. siły pływowe). W przypadku Ziemi siły pływowe powodują stopniowe oddalanie się Księżyca od Ziemi i jednocześnie zwalnianie obrotu Ziemi dookoła osi (doba staje się dłuższa). Efekt ten występuje wówczas, gdy czas obrotu planety jest

krótszy od czasu obiegu tej planety przez satelitę. Przeciwnie zjawisko obserwujemy na Marsie. Czas obiegu Phobosa wokół Marsa jest krótszy od czasu obrotu Marsa; w tym przypadku siły pływowe powodują zbliżanie się Phobosa do Marsa, a prędkość obrotu Marsa nieznacznie wzrasta. Siły pływowe spowodowały także zrównanie się czasu obrotu Księżyca z jego czasem obiegu wokół Ziemi, w wyniku czego jest on zawsze zwrócony tą samą stroną w kierunku Ziemi (tzw. rezonans ruch wirowy–ruch orbitalny 1:1). Podobnie tą samą stroną zwrócona jest do planet większość satelitów w Układzie Słonecznym. Ostatecznym efektem sił pływowych może być zrównanie się czasów obrotu planety i satelity z czasem obiegu. Oba ciała będą wówczas wirować wokół wspólnego środka masy, cały czas zwrócone do siebie tą samą stroną. Tak wirują Pluton i Charon. Ciekawy przykład rezonansu obserwujemy na Merkury. Jego czas obiegu wokół Słońca jest równy dokładnie 3/2 doby słonecznej na Merkury (rezonans 3:2). Przy zbliżeniu się ciał niebieskich do siebie bliżej niż wynosi tzw. granica Roche'a, siły pływowe mogą spowodować rozerwanie się mniejszego ciała. Kometę Shoemaker-Levy'ego 9 została rozerwana w ten sposób przy zbliżeniu do Jowisza w 1992 r. (w 1994 r. fragmenty tej komety zderżyły się z Jowiszem).

Leszek Czechowski

**

Słoneczny Układ. Obiekty

Astronomia tradycyjnie zajmuje się ruchami ciał niebieskich. Przez długi czas zresztą jedyne wiarygodne informacje o planetach dotyczyły ich ruchu. Obecnie, głównie dzięki astronautyce, posiadamy wiele informacji o samych planetach i innych ciałach Układu Słonecznego. Działem nauki zajmującym się badaniem procesów zachodzących na planetach i mniejszych ciałach niebieskich jest **planetologia**. Tradycyjnie w astronomii nie używa się terminu planeta w stosunku do księżyców planet.

Jednak z punktu widzenia planetologii rozróżnienie to nie ma większego sensu, dlatego też w poniższym opisie używa się tego terminu także w stosunku do średnich i dużych księżyców planet. Z punktu widzenia planetologii ciała Układu Słonecznego wygodnie jest podzielić na trzy grupy: małe ciała (większość planetoid, komety, małe satelity) o średnicy poniżej kilkuset kilometrów, planety grupy ziemskiej i lodowo-skalnej, wraz z dużymi i średnimi satelitami oraz kilkoma największymi planetoidami, oraz wielkie planety grupy Jowisza.

Leszek Czechowski

Słoneczny Układ. Obiekty. Średnie ciała

Cechami charakterystycznymi ciał tej grupy są: kulisty kształt, fakt iż większa część planety jest w stanie stałym, grawitacyjna dyferencjacja materii planety, a także jej aktywność wulkaniczna i/lub tektoniczna, przynajmniej w pewnym okresie jej istnienia.

Ewolucja planet tej grupy była bardziej skomplikowana od ewolucji planetoid. Pojawiły się nowe procesy, które dla małych ciał nie były istotne, takie jak: dyferencjacja grawitacyjna, konwekcja w płaszczu i ogrzewanie przez rozpad długożyciowych pierwiastków radioaktywnych. Planety średnie powstały w wyniku łączenia się planetozymali, tworzących się ze stałych cząstek gazowo-pyłowego obłoku. Większe planety tej grupy (Ziemia i Wenus) były w stanie przechwycić także

pewne ilości gazu. Przy spadaniu planetozymali na powstającą planetę wydzielala się duża ilość ciepła. Prawdopodobnie wystarczyła ona do stopienia planety lub przynajmniej jej znacznej części. W stopionej masie następowało rozdzielanie się składników o różnych ciężarach właściwych. Proces ten nazywamy **dyferencjacją grawitacyjną**. Składnik o dużej gęstości gromadził się w centrum planety, czego efektem było utworzenie jąder planet otoczonych płaszczem o mniejszej gęstości. Podczas tego procesu energia potencjalna gęstego składnika wydzielala się w postaci ciepła, co powodowało dodatkowe ogrzewanie się wnętrza planety. Duża temperatura oraz wysokie ciśnienie we wnętrzu planety powoduje, że materia, nawet jeśli nie jest stopiona, w powolnych procesach geologicznych zachowuje się jak ciecz. Dlatego planeta przyjmuje kształt zbliżony do kulistego. Spłaszczenie planet jest wynikiem działania siły odśrodkowej spowodowanej wirowaniem planety. Te właściwości wnętrza planety powodują też konwekcję w jej płaszczu będącą głównym motorem procesów tektonicznych i wulkanicznych.

Ważnym czynnikiem kształtującym powierzchnie planet były upadki meteorytów. Na prawie wszystkich ciałach tej grupy znajduje się duża ilość kraterów meteorytowych.

Planety grupy ziemskiej

Tradycyjnie do grupy tej zaliczane są: Ziemia, Wenus, Mars, Merkury. Często dołącza się do nich także dwa satelity Jowisza: Io i Europę. Są to planety zbudowane głównie ze skał krzemianowych i stopu żelaza z niklem. Ze względu na skład mają dużą średnią gęstość. Średnia gęstość Ziemi wynosi 5515 kg/m^3 , Europy 3450 kg/m^3 . Po powstaniu planety (lub jeszcze w trakcie jej tworzenia) stop żelaza z niklem gromadził się w środku planety.

We wnętrzu Ziemi i Wenus proces ten przebiegał gwałtownie (tzw. katastrofa żelazna) i doprowadził do wzrostu temperatury o około 2000 K. Dyferencjacja grawitacyjna materii we wnętrzu mniejszych planet była powolniejsza i doprowadziła do znacznie mniejszego wzrostu temperatury (dla Księżyca wzrost o około 30 K).

Jeżeli nawet planeta nie była do tego momentu stopiona, to wzrost temperatury doprowadził prawdopodobnie do stopienia zarówno jądra, jak i płaszcz. W stopionym płaszczu rozwinęła się intensywna konwekcja przenosząca ciepło z wnętrza planety na powierzchnię. Był to proces tysiące razy bardziej wydajny niż przewodnictwo cieplne. Planeta szybko stygła, aż temperatura obniżyła się na tyle, że materiał płaszczu uległ zestaleniu. Łatwiej topliwe żelazne jądro pozostało ciekłe. Pod koniec tego okresu (wskutek procesu dyferencjacji płaszczu) lżejsze skały (z dużą zawartością krzemionki) zgromadziły się na powierzchni w postaci tzw. pierwotnej skorupy (tzw. pierwsza dyferencjacja). W ten sposób doszło do wykształcenia się typowej budowy planety grupy ziemskiej: stopione jądro, otoczone stałym płaszczem z cięższych skał krzemianowych, i cienka skorupa z lżejszych skał. Do zrozumienia głównych procesów tektonicznych istotne jest, że skorupa i górna część płaszczu oziębiały się dosyć szybko tworząc mechanicznie odporną warstwę, tzw. litosferę. Płaszcz poniżej litosfery, chociaż zestalony, dzięki wysokiej temperaturze zachował zdolność do powolnego płynięcia. Z punktu widzenia powolnych procesów geologicznych można go traktować jako bardzo lepłą ciecz. W zestalonym płaszczu rozwinęła się konwekcja. Była ona miliony razy powolniejsza niż konwekcja w stopionym płaszczu, niemniej przenosiła ciepło od kilku do kilkudziesięciu razy wydajniej niż mogłoby to uczynić same przewodnictwo. O

procesach tektonicznych zaczęło decydować oddziaływanie prądów konwekcyjnych na litosferę. Jeżeli litosfera była cienka (lub konwekcja odpowiednio intensywna), to często następowało jej rozrywanie przez prądy konwekcyjne działające na poruszające się względem siebie płyty. Mniejsze planety grupy ziemskiej szybciej stygły, litosfera szybko grubiała i wkrótce prądy konwekcyjne nie były w stanie jej rozerwać.

Powierzchnia planet w okresie 4–3 mld lat temu była kształtowana głównie przez upadki meteorytów. Był to okres tzw. **wielkiego bombardowania**, który tysiącami kraterów zapisał się na najstarszych częściach powierzchni planet. Pierwotna skorupa planet została gęsto pokryta kraterami. Efektem tego jest obecna postać wyżynnych obszarów Księżyca (tzw. łądy księżycowe), Marsa i Merkurego. W wyniku uderzeń meteorytów na powierzchni wielu planet powstała warstwa pokruszonych skał, zwana regolitem. Na Ziemi warstwa regolitu (zawierająca także glebę) powstała w wyniku wietrzenia skał. Przy końcu wielkiego bombardowania wskutek uderzeń ciał o rozmiarach asteroidów powstały wielkie koliste struktury, takie jak Caloris Planitia na Merkurym, Hellas Planitia i Argyre Planitia na Marsie, Mare Imbrium i Mare Orientale na Księżycu.

Jednocześnie w płaszczu postępował proces dyferencjacji (tzw. druga dyferencjacja). Z płaszczu wydzielala się magma o składzie bliskim składowi bazaltów. Magma ta zalała niżej położone obszary tworząc bazaltowe pokrywy mórz księżycowych. Podobny proces miał miejsce na Merkurym, gdzie doprowadził do powstania równin słabo pokrytych kraterami. Na Marsie powstała w tym czasie Vastitas Borealis — nisko położony obszar obejmujący większą część północnej półkuli. Etap ten zakończył się prawdopodobnie około 3 mld lat temu na Merkurym i nieco później na Księżycu i Marsie. Dla Merkurego i Księżyca jest to także ostatni etap ewolucji. Aktywność wulkaniczna powoli zanika na tych planetach, ich powierzchnia kształtowana jest jedynie przez bombardowanie meteorytowe. Strumień meteoroidów ustalił się i niewiele zmienił do chwili obecnej. W następnym etapie ewolucji weszły tylko Ziemia, Wenus i Mars.

Na Marsie działalność wulkaniczna i tektoniczna skupia się na stosunkowo niewielkim obszarze. Powstaje wyżyna Tharsis z trzema potężnymi wulkanami i niedaleko od niej położony największy wulkan Układu Słonecznego — Olympus Mons. Na wschodzie od wyżyny Tharsis powstają głębokie rozłamy skorupy — Valles Marineris, lecz litosfera nie zostaje tam porozrywana na oddzielne płyty. Działalność wulkaniczna słabnie na Marsie około 1 mld lat temu.

Na Ziemi w tym okresie istnieje wiele dziesiątków niewielkich płyt litosfery poruszanych przez prądy konwekcyjne. Pierwotna skorupa uległa zniszczeniu w procesie subdukcji. Dopiero około miliarda lat temu kształtuje się obecna postać procesów tektonicznych z kilkunastoma dużymi płytami. Na brzegach tych płyt występuje intensywna działalność wulkaniczna. O ewolucji aktywności wulkanicznej i tektonicznej na Wenus nie możemy wiele powiedzieć. Można zaobserwować pewne podobieństwa zarówno do Marsa (wielkie wulkany tarczowe), jak i do Ziemi (sfałdowania), i wreszcie, charakterystyczne tylko dla Wenus, koliste struktury zwane koronae. Wulkanizm Wenus wciąż jest aktywny. Doprowadził on do erozji i denudacji powierzchni planety. Szczególnie istotna była erozja wodna na Ziemi. Inaczej rozwijały się procesy na satelitach Jowisza — Io i Europie. Wielkością i

prawdopodobnie składem chemicznym lo zbliżona jest do Księżyca. Specyficzna jest jednak jej sytuacja. Trzy satelity Jowisza: Io, Europa i Ganimedes, znajdują się na stabilnych rezonansowych orbitach. Jednocześnie Jowisz powoduje silne deformacje pływowe Io i Europy. Deformacje te prowadzą do rozgrzewania się wnętrza i intensywnego wulkanizmu Io oraz aktywności tektonicznej na Europie.

Planety lodowo-skalne

Do tej grupy planet należy planeta karłowata Pluton, a także większość dużych i średnich satelitów dużych planet. Gęstość planet tej grupy wynosi najczęściej od 1000 do 2000 kg/m³. Największy Ganimedes ma gęstość 1950 kg/m³. Dzięki zdjęciom sond Voyager uzyskano wiele informacji o powierzchni planet lodowo-skalnych. Na wielu planetach oprócz obszarów gęsto pokrytych kraterami znajdują się fragmenty młodszej powierzchni z wyraźnymi śladami działalności tektonicznej (Ganimedes, Enceladus, Rhea i inne). Prawdopodobnie istotnym źródłem ciepła wnętrza tych planet były (lub wciąż są) deformacje pływowe powiązane z rezonansami grawitacyjnymi, podobnie jak to ma miejsce na Io. O budowie wewnętrznej mamy jedynie pośrednie informacje. Głównym składnikiem jest prawdopodobnie zamrożona woda i krzemiany. Stąd żartobliwie określa się ich skład jako zamrożone błoto. W skład odległych planet tej grupy wchodzi także zestalone gazy, takie jak metan i amoniak.

Atmosfera i hydrosfera ciał średnich

Ziemia, Wenus, Mars i Tytan (satelita Saturna) mają dość gęste atmosfery. Ciśnienie atmosferyczne na Wenus jest około 90 razy większe niż ziemskie, na Tytanie 1,5 razy większe niż ziemskie, a na Marsie ponad 100 razy mniejsze. Głównymi składnikami atmosfery Wenus i Marsa są: dwutlenek węgla (ponad 95%) i azot (około 3%). Atmosfera Ziemi zawiera głównie azot (78%) i tlen (21%), a Tytana azot (94%) i metan (około 6%). Istnienie atmosfery ma istotny wpływ na kształtowanie powierzchni planety. Nawet dość rzadka atmosfera na Marsie wystarcza do wyhamowania mniejszych meteoroidów, dlatego też na jego powierzchni nie ma małych kraterów uderzeniowych. Na Wenus gęsta atmosfera doprowadziła do wystąpienia tzw. efektu cieplarnianego, wskutek czego temperatura wynosi tam około 450°C, mimo że Wenus otrzymuje jedynie 2,25 razy więcej energii ze Słońca niż Ziemia. Na Ziemi i Marsie atmosfera umożliwiła istnienie hydrosfery, czyli wody w stanie ciekłym. Płynąca woda, a także ruch lodowców, są czynnikami niszczącym wyżej położone tereny i transportującym materiał na tereny niżej położone. Początkowym efektem tego procesu jest urozmaicenie rzeźby terenu (np. powstawanie dolin rzecznych czy lodowcowych), a ostatecznym — wyrównanie powierzchni. Mniej wydajna jest erozja i transport spowodowany wiatrem. Ostatecznie na Marsie przetrwały ogromne wulkany, ponieważ ciśnienie atmosfery malało (wskutek ucieczki gazów w przestrzeń kosmiczną) i po pewnym czasie warunki uniemożliwiły istnienie wody w stanie ciekłym. Natomiast wysokie góry na Ziemi są geologicznie tworamii dość młodymi. Wulkanizm i procesy tektoniczne, powodujące wypiętrzanie się gór (orogeneza), są wciąż na Ziemi aktywne. Nie znamy warunków na Tytanie

Niewykluczone jest istnienie tam hydrosfery złożonej z ciekłych węglowodorów. W górnych warstwach atmosfery planet część gazu jest zjonizowana (głównie wskutek działania promieniowania nadfioletowego Słońca) tworząc tzw. jonosferę.

Leszek Czechowski

**

Słoneczny Układ. Obiekty. Planety wielkie

Cechami wyróżniającymi ciała tej grupy są duża masa i rozmiary (najmniej masywny Uran ma masę około 14 razy większą niż Ziemia), a także fakt, iż dużą część materii planet tej grupy stanowią gazy. Do grupy planet wielkich tradycyjnie zalicza się Jowisza, Saturna, Urana i Neptuna. Proces powstawania planet wielkich przebiegał w 2 etapach. Najpierw powstały krzemianowe jądra, które po osiągnięciu wystarczająco dużej masy zaczęły przechwytywać gaz. W wyniku tego procesu ich masa i pole grawitacyjne jeszcze zwiększyły się, co dodatkowo przyspieszało proces przechwytywania gazów. Jowisz i Saturn były w stanie przechwycić nawet najlżejsze gazy: wodór i hel. Skład chemiczny tych planet odpowiada więc składowi obłoku gazowo-pyłowego, z którego powstały. Mniej masywne Uran i Neptun nie potrafiły wydajnie skupić lekkich gazów. Głównym źródłem ciepła planet wielkich była przede wszystkim energia grawitacyjna kurczącego się gazu. Wydzielanie się ciepła podczas tego procesu spowodowało, że Jowisz w ciągu pierwszego miliona lat wysyłał energię równą około 1% obecnego promieniowania Słońca.

Kurczenie się planet wielkich jest w dalszym ciągu istotnym źródłem energii. Promieniają one kilka razy więcej energii, niż otrzymują ze Słońca. Obserwacje tych planet dostarczają informacji jedynie o ich górnej atmosferze. W atmosferach Jowisza, Saturna i Neptuna obserwuje się równoległe do równika jasne i ciemne pasy związane z kierunkiem wiatrów. Występują tam również gigantyczne zawirowania, analogiczne do ziemskich cyklonów. Przykładem takiego wiru jest Wielka Czerwona Plama na Jowiszu istniejąca co najmniej od kilkuset lat. O budowie wnętrza wnioskujemy na podstawie składu chemicznego planety. Opierając się na znajomości właściwości materii w warunkach dużych ciśnień i temperatur, opracowano modele budowy wewnętrznej Jowisza. W centrum planety znajduje się krzemianowe jądro stanowiące 15% masy planety. Jądro Jowisza oblane jest oceanem ciekłego wodoru głębokim na dziesiątki tysięcy kilometrów. W dolnych jego partiach wodór, poddany bardzo wysokiemu ciśnieniu, występuje w stanie stałym. Budowa Urana i Neptuna różni się w wielu szczegółach od budowy Jowisza.

Leszek Czechowski

**

Słoneczny Układ. Obiekty. Pola magnetyczne planet

Dynamo planetarne

Ziemia dysponuje dosyć silnym polem magnetycznym.

Pole to jest w przybliżeniu dipolowe, tzn. daje się przedstawić jako pole magnesu sztabkowego umieszczonego w pobliżu środka Ziemi i nachylonego pod kątem ok. 11° do osi obrotu Ziemi. Pole magnetyczne mają także: Merkury, wszystkie planety wielkie i Słońce. Generacja pola magnetycznego następuje wskutek procesu nazywanego dynamem planetarnym. Szczegółowe właściwości dynamy planetarnej nie są znane. Wiadomo jednak, że może on mieć miejsce w poruszającej się i przewodzącej elektryczność cieczy, przy czym wiadomo jednak, że generacja pola jest możliwa, gdy objętość cieczy jest wystarczająco duża, a ruch cieczy odbywa się z dosyć dużą prędkością (planeta szybko się obraca). Ziemskie pole magnetyczne generowane jest w jądrze Ziemi. Pole magnetyczne generowane przez dynamo planetarne jest zmienne w czasie, m.in. ulega zmianie biegunowość

pola (tzw. inwersja pola). Inwersje pola magnetycznego Słońca zachodzą regularnie co 11 lat. Inwersje pola ziemskiego są bardzo nieregularne (średnio co 500 000 lat).

Magnetosfera planet

Pole magnetyczne planety i wiatr słoneczny oddziałują ze sobą. W wyniku tego oddziaływania wiatr słoneczny zostaje odchylony i omija planetę, pole magnetyczne planety zaś zostaje ograniczone do obszaru zwanego magnetosferą. Magnetosfera kształtem przypomina kometę. Granicą magnetosfery jest magnetopauza, stanowiąca barierę dla fali uderzeniowej wywołanej opływem magnetosfery przez wiatr słoneczny (prędkość wiatru jest większa od prędkości dźwięku w plazmie). Wewnątrz magnetosfery rozróżnia się obszar zamkniętych linii pola magnetycznego i obszar linii otwartych. W obszarze linii zamkniętych pole magnetyczne powoduje uwięzienie naładowanych cząstek w tzw. pułapkach magnetycznych dając początek tzw. pasom radiacji (pasy radiacji wokół Ziemi nazywamy pasami Van Allena). Procesy zachodzące w magnetosferze planety wpływają na stan jej jonosfery m.in w wyniku indukowania prądów elektrycznych i przepływu plazmy. Wybuchy i inne zaburzenia na Słońcu prowadzą do wystąpienia tzw. burz magnetycznych na Ziemi. W okresie zaburzeń ulega zmianie system prądów elektrycznych w jonosferze i magnetosferze, pojawiają się zakłócenia łączności radiowej, wzrasta aktywność zórz polarnych itd. Jest to spowodowane wzmożonym wiatrem słonecznym, a także zwiększonym promieniowaniem jonizującym Słońca.

Leszek Czechowski

**

Słońce

Słońce jest najbliższą gwiazdą, centralnym ciałem Układu Słonecznego, gł. źródłem energii docierającej do Ziemi, najjaśniejszym obiektem na niebie.

Podstawowe dane

Słońce jest gwiazdą ciągu głównego (diagram Hertzsprunga–Russella) o jasności absolutnej 484 (jasność obserwowana –267), typu widmowego G2V. Masa Słońca wynosi $1,991 \cdot 10^{30}$ kg (332,958 mas Ziemi), promień 696 tys. km, średnia gęstość $1,41 \text{ g/cm}^3$, przyspieszenie grawitacyjne na powierzchni 274 m/s^2 , temp. fotosfery ok. 6000 K, temp. centrum ok. 16 mln K; moc promieniowania słonecznego jest równa $3,826 \cdot 10^{26}$ J/s; obrót Słońca jest niejednorodny; najszybszy na równiku (okres 25 dni), najwolniejszy przy biegunach (ponad 31 dni); średnia odległość Ziemi od Słońca wynosi ok. 149 600 000 km. Słońce znajduje się w odległości ok. 8 kpc od centrum Galaktyki, w pobliżu płaszczyzny Drogi Mlecznej; w stosunku do gwiazd otaczających Słońce porusza się z prędkością ok. 20 km/s w kierunku gwiazdozbioru Herkulesa. Słońce jest ciałem gazowym o kształcie prawie kulistym. Składa się w przeważającej części z wodoru (72,7% masy), helu (26,2%) oraz w znacznie mniejszych ilościach: tlenu (0,7%), węgla (0,3%), azotu (0,1%). Na Słońcu wykryto większość pierwiastków występujących na Ziemi, wśród nich magnez, krzem, siarkę, żelazo, wapń, nikiel, sód, glin. Stwierdzono obecność niektórych cząsteczek (gł. związków nienasyconych), jak np. CN, OH, CH, NH.

Jądro Słońca

Źródłem energii promieniowanej przez Słońce są reakcje termojądrowe przemiany wodoru w hel, zachodzące w jego wnętrzu, zwłaszcza przemiany tzw. cyklu proton–

proton. W wyniku tego cyklu reakcji 4 protony (jądra wodoru) łączą się w cząsteczkę α (jądro helu) oraz wydziela się energia w ilości $4,27 \cdot 10^{-12} \text{ J}$ na jedną przemianę. Warunkiem koniecznym zachodzenia tych reakcji jest temperatura kilkunastu mln K panująca w **jądrze Słońca** (gęstość materii do rzędu 100 g/cm^3).

Strefa radiacji i strefa konwektywna

Produkowana w jądrze Słońca energia jest przenoszona w postaci promieniowania ku jego powierzchni, ulegając w kolejnych warstwach Słońca absorpcji i ponownej emisji (strefa radiacji). W trakcie tego procesu ulega zmianie rozkład widmowy promieniowania (maksimum z zakresu promieniowania γ przesuwa się ku falom dłuższym), gdyż każdorazowo jest określany przez warunki panujące w warstwie, która to promieniowanie ostatnio emitowała.

W górnych warstwach wnętrza Słońca energia jest przenoszona także w wyniku turbulentnych ruchów materii (strefa konwektywna).

Atmosfera

Na zewnętrzną warstwę Słońca, która stanowi jego atmosferę, składają się: fotosfera, będąca najgłębszą jej warstwą (widoczną gołym okiem), chromosfera, warstwa przejściowa i korona słoneczna.

W **fotosferze** temperatura maleje z wysokością od ok. 6000 K do ok. 4500 K, gęstość materii spada od ok. $5 \cdot 10^{-7}$ do ok. $4 \cdot 10^{-10} \text{ g/cm}^3$. Na powierzchni fotosfery obserwuje się występowanie tzw. granul, tj. obszarów (o rozmiarach ok. 1000 km) jaśniejszych (o temp. ok. 100 K wyższej od otaczającej je fotosfery), będących wynikiem zachodzących pod fotosferą ruchów turbulentnych materii.

Począwszy od dolnej warstwy **chromosfery** temperatura rośnie z wysokością, by po przejściu przez warstwę przejściową osiągnąć w dolnej części korony wartość rzędu 1 mln K (wzrost ten tłumaczy się dodatkowym „grzaniem” atmosfery Słońca w wyniku chaotycznych ruchów podfotosferycznej strefy konwektywnej).

Z **korony** odbywa się ustawiczny wypływ materii, która w postaci wiatru słonecznego przenika przestrzeń międzyplanetarną; wypływ materii z korony powoduje spowalnianie rotacji Słońca. W atmosferze Słońca obserwuje się wiele zjawisk o zmieniającym się okresowo (średnio z okresem ok. 11,4 lat) natężeniu. Całokształt tych zjawisk, na które składa się m.in. występowanie w fotosferze plam słonecznych i pochodni, a w chromosferze rozbłysków i protuberancji, oraz zmiany kształtu i wielkości korony, nosi nazwę słonecznej aktywności. Jej przyczyną są zmiany zachodzące w ogólnym polu magnetycznym Słońca.

Aktywność słoneczna jest źródłem wielu zjawisk zachodzących w górnych warstwach atmosfery Ziemi, jak zakłócenia pola geomagnetycznego, stanu jonosfery, występowanie zórz polarnych itp.; mają one wpływ na łączność radiową na Ziemi. Przypuszcza się, że Słońce po powstaniu było wielokrotnie bardziej aktywne niż obecnie, a jego obrót odbywał się ok. 10 razy szybciej.

**

Słońce, symbol \odot , najbliższa gwiazda, centralne ciało Układu Słonecznego zawierające 99,87% jego całkowitej masy.

podstawowe dane

masa: $1,9891 \cdot 10^{30}$ kg (332 958 mas Ziemi)
średnia gęstość: $1,05 \text{ g/cm}^3$
promień: 696,26 tys. km
temperatura powierzchni: ok. $6\,000^\circ\text{C}$
temperatura centrum: ok. 50 mln $^\circ\text{C}$
średnia odległość Ziemi od Słońca: 149,6 mln km (światło pokonuje ją w ciągu 8 min)
okres obiegu wokół centrum Galaktyki: ok. 250 mln lat
prędkość obiegu wokół centrum Galaktyki: 220 km/s
odległość od centrum Galaktyki: 8,5 kpc
moc promieniowania: $3,845 \cdot 10^{26}\text{W}$
skład gwiazdy (w % masowych)
wodór: 72
hel: 26
pozostałe: węgiel, azot, tlen, neon, magnez, krzem, argon i inne

Oznaczenie: ☉
Rodzaj obiektu: gwiazda pojedyncza
Lokalizacja: galaktyka: [Galaktyka](#)
Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: $19^{\text{h}}\,04^{\text{m}}\,31^{\text{s}}$ (bieguna północnego) deklinacja: $63^\circ\,52'$ (bieguna północnego) 0,00001581277672 l.św. = 0 pc = 1 AU
Typ widmowy i klasa jasności: G2V
Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: $+4,83^{\text{m}}$
Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: $-26,8^{\text{m}}$
Temperatura efektywna: układ: 5777 K

Słońce — główne źródło energii docierającej do Ziemi — jest gwiazdą ciągu głównego (Hertzsprunga–Russella diagram) klasy jasności V (tj. karłem) typu widmowego G2 o wizualnej jasności absolutnej $4^{\text{m}}\,84$ i jasności bolometrycznej $4^{\text{m}}\,74$ (jasność widoma $-26^{\text{m}}\,7$). Masa Słońca wynosi $1,9891 \cdot 10^{30}$ kg (332,958 mas Ziemi), promień 696 tysięcy km, średnia gęstość $1,04 \text{ g/cm}^3$, przyspieszenie grawitacyjne w warstwie utożsamianej z powierzchnią 274 m/s^2 , temperatura fotosfery ok. 6000 K; moc promieniowania słonecznego jest równa $3,845 \cdot 10^{26}$ J/s; obrót Słońca jest niejednorodny; najszybszy na równiku (okres 25 dni), najwolniejszy w okolicach biegunów (ponad 36 dni); średnia odległość Ziemi od Słońca wynosi ok. 149 600 000 km (odległość tę przyjęto za wartość jednostki astronomicznej, AU). Słońce znajduje się w odległości ok. 8,5 kpc (parsek) od centrum Galaktyki (które obiega z prędkością 220 km/s w ciągu ok. 250 mln lat), w jednym z jej ramion spiralnych, w pobliżu płaszczyzny Drogi Mlecznej; w stosunku do gwiazd otaczających Słońce porusza się z prędkością ok. 20 km/s w kierunku gwiazdozbioru Herkulesa. Słońce jest ciałem gazowym o kształcie prawie kulistym. Jego warstwy powierzchniowe składają się w przeważającej części z wodoru (72% masy), helu (ok. 26%) oraz w znacznie mniejszych ilościach (w sumie do 2%) z pierwiastków cięższych: węgla, azotu, tlenu, neonu, magnezu, krzemu, argonu, wapnia, niklu, żelaza. W atmosferze Słońca wykryto większość pierwiastków występujących na Ziemi, a także śladowe ilości prostych połączeń chemicznych (głównie nienasyconych): CN, CH, OH, NH.

Źródłem energii promieniowanej przez Słońce są reakcje termojądrowe przemiany wodoru w hel, zachodzące w jego wnętrzu, zwłaszcza przemiany tzw. cyklu proton–proton. W wyniku tego cyklu reakcji 4 protony (jądra wodoru) łączą się w cząstkę α (jądro helu) oraz wydziela się energia w ilości $4,27 \cdot 10^{-12}$ J na jedną przemianę. Warunkiem koniecznym zachodzenia tych reakcji jest bardzo wysoka temperatura ($5 \cdot 10^7$ K) panująca w jądrze Słońca (gęstość materii rzędu 100 g/cm^3). Produkowana w jądrze Słońca energia jest przenoszona w postaci promieniowania ku jego powierzchni, ulegając w kolejnych warstwach Słońca absorpcji i ponownej emisji (strefa radiacji). W trakcie tego procesu ulega zmianie rozkład widmowy promieniowania (maksimum z zakresu promieniowania γ przesuwają się ku falom dłuższym), gdyż każdorazowo jest określany przez warunki panujące w warstwie, która to promieniowanie ostatnio emitowała. W górnych warstwach wnętrza Słońca energia jest przenoszona także w wyniku turbulentnych ruchów materii (strefa konwektywna).

Na zewnętrzną warstwę Słońca, która stanowi jego **atmosferę**, składają się: fotosfera, będąca najgłębszą jej warstwą (widoczną gołym okiem), chromosfera, warstwa przejściowa i korona słoneczna. W fotosferze temperatura maleje z wysokością od ok. 6000 K do ok. 4500 K, gęstość materii spada od ok. $5 \cdot 10^{-7}$ do ok. $4 \cdot 10^{-10} \text{ g/cm}^3$. Na powierzchni fotosfery obserwuje się występowanie tzw. **granul**, tj. obszarów (o rozmiarach ok. 1000 km) jaśniejszych (o temperaturze ok. 100 K wyższej od otaczającej je fotosfery), będących wynikiem zachodzących pod fotosferą ruchów turbulentnych materii. Poczawszy od dolnej warstwy chromosfery temperatura rośnie z wysokością, by po przejściu przez warstwę przejściową osiągnąć w dolnej części korony wartość rzędu 1 mln K (wzrost ten tłumaczy się dodatkowym „grzaniem” atmosfery Słońca w wyniku chaotycznych ruchów podfotosferycznej strefy konwektywnej). Z korony odbywa się ustawiczny wypływ materii, która w postaci wiatru słonecznego przenika przestrzeń międzyplanetarną; wypływ materii z korony powoduje spowalnianie rotacji Słońca. W atmosferze Słońca obserwuje się wiele zjawisk o zmieniającym się okresem (średnio z okresem ok. 11,4 lat) natężeniu. Całokształt tych zjawisk, na które składa się m.in. występowanie w fotosferze plam słonecznych i pochodni, a w chromosferze rozbłysków i protuberancji, oraz zmiany kształtu i wielkości korony, nosi nazwę aktywności słonecznej. Jej przyczyną są zmiany zachodzące w ogólnym polu magnetycznym Słońca. Aktywność słoneczna jest źródłem wielu zjawisk zachodzących w górnych warstwach atmosfery Ziemi, jak zakłócenia pola geomagnetycznego, stanu jonosfery, występowanie zórz polarnych itp.; mają one wpływ na łączność radiową na Ziemi. Przypuszcza się, że Słońce po powstaniu było wielokrotnie bardziej aktywne niż obecnie, a jego obrót odbywał się ok. 10 razy szybciej.

**

Słońce i jego gwiazdne sąsiedztwo

Jako gwiazda Słońce jest dość przeciętne. Podobnie wygląda jego gwiazdne sąsiedztwo. Do odległości około 5 pc od Słońca znajdziemy 40 gwiazd, z tego 16 podwójnych lub wielokrotnych. Nie ma wśród nich gorących gwiazd typu O ani B, są tylko trzy typu A i dwie F.

To najbliższe gwiazdowe sąsiedztwo Słońca stanowi drobną część jednego z ramion spiralnych (tzw. ramienia lokalnego) naszej Galaktyki. Jest to ramię Oriona. W

odległości około 2 kpc od Słońca (licząc wzdłuż promienia Galaktyki w kierunku jej centrum) znajduje się ramię Strzelca (na niebie środek centrum Galaktyki, leżący około 8,5 kpc od Słońca, widać właśnie na tle tego gwiazdozbioru). W odległości 2 kpc od ramienia Oriona (wzdłuż promienia Galaktyki) przebiega ramię Perseusza.

Magdalena Kożuchowska

**

słońce średnie, *astr.* pojęcie wprowadzone w rachubie czasu — fikcyjny punkt poruszający się po równiku niebieskim ruchem jednostajnym z prędkością kątową równą średniej prędkości Słońca prawdziwego przemieszczającego się po ekliptyce.

**

Smak JÓZEF, ur. 5 I 1936, Sochaczew, astronom; od 1971 profesor Centrum Astr. im. M. Kopernika PAN (1975–81 i 1995–98 dyrektor); od 1984 czł. TNW, od 1986 czł. PAN, od 1990 — Akad. Eur., od 1994 — PAU; prace dotyczące gł. budowy i ewolucji gwiazd; zajmuje się gwiazdami pulsującymi, ciasnymi układami podwójnymi, układami kataklizmicznymi i dyskami akrecyjnymi; 1962 oprac. model ewolucji gwiazd podwójnych zaćmieniowych typu *Algol*.

**

SMART, ang. **Small Missions for Advanced Research in Technology, SMART-1**, próbnik kosm. ESA; wyniesiony 28 IX 2003 na orbitę okołozemską przez raketę Ariane 5; XI 2004 wszedł na orbitę okołoksiężycową, 3 IX 2006 zakończył misję; próbnik był napędzany ksenonowym silnikiem jon. (silnik odrzutowy); celem misji było sprawdzenie nowych rozwiązań konstrukcyjnych (gł. silnika jon.), próbnik także badał występowanie na Księżycu minerałów (wykrył wapń) i geol. przeszłość Księżyca; dostarczył najdokładniejszych dotychczas zdjęć powierzchni satelity.

**

Smith [smit] WILLIAM, ur. 23 III 1769, Churchill (hrab. Oxfordshire), zm. 28 VIII 1839, Northampton, bryt. inżynier hydrotechnik, geolog i paleontolog; twórca podstaw stratygrafii i paleontologii stratygraf.; w czasie robót przy budowie kanałów w Wielkiej Brytanii stwierdził, że określone warstwy skalne zawierają te same skamieniałości (wprowadził pojęcie skamieniałości przewodniej), co umożliwiło oznaczenie względnego wieku tych warstw; ustalił następstwo skamieniałości przewodnich w Wielkiej Brytanii od karbonu do kredy (1799); autor pierwszej mapy geol. Wielkiej Brytanii (1815).

**

SMM, ang. **Solar Maximum Mission**, specjalistyczny satelita astr., przeznaczony do prowadzenia obserwacji Słońca w okresie jego maks. aktywności. Wyniesiony 14 II 1980 na kołową orbitę okołozemską, wyposażony w aparaturę wykonującą pomiary promieniowania Słońca w kilku zakresach widma: widzialnym, ultrafioletowym, miękkim i twardym rentgenowskim oraz γ ; prowadził obserwacje obszarów aktywnych na Słońcu, rozbłysków słonecznych oraz związanych z nimi zjawisk w chromosferze i koronie słonecznej, rejestrował zmiany struktury korony słonecznej, śledził właściwości plazmy słonecznej w okresie wzmożonej aktywności, wykonał wiele zdjęć korony słonecznej. Badania przerwano XI 1980 wskutek awarii; wznowiono po jej usunięciu IV 1984 (po raz pierwszy na orbicie okołozemskiej, przez załogę

wahadłowca Challenger); 1985 zarejestrował jeden z największych wybuchów na Słońcu. W 1989 SMM zakończył misję i uległ zniszczeniu w atmosferze Ziemi.

**

smok, fantastyczna, hybrydalna istota, nazywana też często pierzastym wężem, łącząca w sobie cechy gadzie i ptasie, stojąca na pograniczu żywiołów ognia, powietrza i wody, spełniająca w religiach i kulturach świata różną, pozytywną lub negatywną funkcję. Na Dalekim Wschodzie s. (chiń. *long*) jest najpopularniejszą postacią chiń. wyobrażeń religijnych. Jest władcą żywiołu wodnego — chmur, deszczów i rzek, i dawcą życia. Tak jak chmury, może przybierać dowolną postać (w tym ludzką). Rządzi olbrzymim królestwem wodnym, a jego dwór stanowią mieszkańcy mórz, rzek i jezior. Nie ma jednak samodzielności działania, wszystkie podległe mu żywioły działają na rozkaz Niebios (Tian). S. jest symbolem władzy i godłem cesarskich Chin. W Chinach jest też jednym z 4 zwierząt pomyślności i piątym z 12 zwierząt kalendarzowych. Wśród ludów Syberii, Wielkiego Stepu i Iranu s. uzyskał nowe cechy — stał się symbolem mroku, śmierci, zimy i suszy, a więc wrogiem, z którym muszą się zmagać herosi. Popularne stały się mity o uwięzieniu przez niego życiodajnych wód (irański Aži Dahaka) lub słońca (turański Sarkan, węg. Sárkany). W kręgu kultury zachodniej (Europa, region śródziemnomor., Bliski Wschód) s. jest również wcieleniem wszelkiego zła, utracił jednak swe cechy władcy żywiołów (pozostaje mu z nich tylko zianie ogniem). Stał się szkodnikiem i ludojadem zamieszkującym jaskinie i otchłanie, gdzie gromadzi zrabowane skarby. Utracił również zdolność zmieniania postaci, jest jedynie potwornym uskrzydłym jaszczurem.

W mitach i opowieściach Zachodu s. terroryzuje ludność osiadłą, domagając się danin z inwentarza i dziewic (smok wawelski, zmij), a ulubionym wątkiem narracyjnym jest uwolnienie porwanej przez niego królowej przez herosa (np. Andromedy przez Perseusza). Niektóre s. mają indywidualne imiona, jak germański Fanir zabity przez Sigurda czy Grendel zgładzony przez Beowulfa (*Beowulf*). W chrześcijaństwie s., kojarzony ze starotestamentowym Lewiatanem, jest uważany za wcielenie Szatana (zabicie s. przez bibl. proroka Daniela; wg *Apokalipsy św. Jana* archanioł Michał z zastępem aniołów walczył ze s., czyli Lucyferem). W średniowieczu uważano go za alegorię pogańskich kultów, stąd częste wyobrażenia św. Jerzego triumfującego nad s.

Wiesław Bator

**

Smok, łac. *Draco*, rozległy gwiazdozbiór położony blisko północnego bieguna świata;

Umiejscowienie na niebie: gwiazdozbiór nieba północnego
Obszar gwiazdozbioru (w stopniach kwadratowych): 1083
Główne gwiazdy: [Thuban](#), [Etamin](#)

w Polsce widoczny cały rok; najjaśniejsza gwiazda — Etamin; w S. leży Thuban — gwiazda, która w starożytności była gwiazdą biegunową.

**

Smoot [smu:t] GEORGE FITZGERALD, ur. 20 II 1945, Jukon (stan Floryda), amerykański fizyk kosmolog; prof. fizyki Uniw. Kalifornijskiego; prowadzi badania gł.

dotyczące problematyki mikrofalowego promieniowania tła (promieniowania relikтового); jeden z szefów projektu COBE, który doprowadził do empirycznego potwierdzenia teorii Wielkiego Wybuchu; na podstawie danych otrzymanych z COBE, Smoot i J.C Mather przedstawili mapę rozkładu temperatury we Wszechświecie z dokładnością stutysięcznej części stopnia, uwidaczniając niejednorodność (tzw. anizotropię) promieniowania, które zostało uwolnione przez materię, gdy Wszechświat miał ok. 300 tys. lat; wykazanie anizotropii dowiodło że pierwotna materia nie była jednorodna — jej zagęszczenia stanowiły zalążki galaktyk; potwierdziło to zakładany proces formowania się struktur Wszechświata; od 1995 Smoot jest zaangażowany w projekt ESA, w ramach którego planowany jest start sondy kosm. Planck Surveyor mającej dostarczyć jeszcze dokładniejszych pomiarów; Smoot jest współautorem książki *Narodziny galaktyk*; laureatem wielu nagród, 2006 otrzymał, wspólnie z J.C. Matherem, Nagrodę Nobla za „badania nad ciałem doskonale czarnym i niejednorodnościami kosmicznego promieniowania tła”.

**

Sniadeckia, *astr.* planetoida pasa głównego o numerze katalogowym 1262; odkryta 1966, nazwana na cześć Jana Śniadeckiego.

**

Sobowtór Słońca

Do Słońca bardzo podobny jest np. **Achird**, dość jasna gwiazda w gwiazdozbiore Kasjopei. Widoczna jest przez cały rok. Achird i Słońce mają prawie takie same masy, rozmiary, temperatury powierzchni, jasności i podobną budowę wnętrza. Gwiazda ta ma kilku mniejszych towarzyszy. Odległość do tej gwiazdy wynosi 18 lat świetlnych.

Andrzej Branicki

**

soczewkowanie grawitacyjne, ogół zjawisk wywołanych ugięciem promieni świetlnych w polu grawitacyjnym. Zjawisko soczewkowania grawitacyjnego jest wynikiem relatywistycznego efektu zakrzywienia toru fotonów w pobliżu ciał masywnych (przewidzianego przez ogólną teorię względności). Jest ono obserwowane w skali kosm. w postaci tzw. kwazarów wielokrotnych, gdy masywna galaktyka, lub gromada galaktyk, znajdująca się między kwazarem i obserwatorem ziemskim, powoduje rozszczepienie obrazu kwazara na 2 lub więcej obrazów punktowych; wszystkie obrazy, leżące w odległościach kilku sekund łuku od siebie, mają takie same widma i przesunięcia ku czerwieni, co dowodzi, że są one rzeczywiście obrazami tego samego obiektu. W podobny sposób (jako wynik działania soczewek punktowych) tłumaczy się również pochodzenie świetlistych łuków obserwowanych w niektórych gromadach galaktyk. Zjawisko soczewkowania grawitacyjnego zachodzi również w skali galaktyki, gdy funkcję soczewki spełnia ciało o masie rzędu masy gwiazdy; jest to tzw. **mikrosoczewkowanie grawitacyjne**. Zniekształcony obraz gwiazdy jest z reguły mniejszy od jednej tysięcznej sekundy łuku i nie może być obserwowany za pomocą dostępnych ob. metod obserwacyjnych; może być natomiast obserwowane charakterystyczne, takie samo we wszystkich długościach fali, pojaśnienie gwiazdy, nierzadko kilkakrotne. Obserwacje zjawisk mikrosoczewkowania grawitacyjnego wykorzystuje się do poszukiwania niewidocznej materii w galaktykach.

**

SOHO, ang. **Solar and Heliospheric Observatory** , wspólna misja kosmiczna ESA i NASA powołana do prowadzenia badań Słońca; realizowana przez sondę kosmiczną SOHO, wyniesioną w przestrzeń kosmiczną 2 XII 1995 przez raketę Atlas i krążącą na orbicie wokół punktu Lagrange'a (L1) w układzie Ziemia–Słońce, w odległości ok. 1,5 mln km od Ziemi; głównym celem naukowym misji są: prowadzenie obserwacji heliosejsmologicznych, wyznaczenie globalnych charakterystyk oscylacji Słońca, monitorowanie energii emitowanej przez Słońce, uzyskanie obrazów korony i chromosfery słonecznej (także badania właściwości fizycznych różnych pierwiastków chemicznych obecnych w tych warstwach), pomiary cząstek w wietrze słonecznym służące do określenia ich składu chemicznego i izotopowego oraz rozkładu energetycznego jonów i elektronów.

**

Sojourner Rover [so^udźɔ:ɾnɔɾ ɾɔ^uwɔɾ] , ruchomy, 6-kołowy robot (pojazd) o masie 11,5 kg, zdalnie sterowany z Ziemi, wyposażony w zestaw kamer TV oraz spektrometr rentgenowski; pierwszy pojazd umieszczony na innej niż Ziemia planecie; 6 VII 1997 zjechał z lądownika Mars Pathfinder na powierzchnię Marsa i realizował program badań naukowo-technicznych; głównym zadaniem Sojourner Rovera było sprawdzenie możliwości przemieszczania się pojazdu po powierzchni planety (poruszał się po jej powierzchni przez 90 dni), funkcjonowania kamery oraz systemów łączności z lądownikiem; prowadzone przez Sojourner Rovera badania umożliwiły analizę chemiczną składu gruntu marsjańskiego i pobliskich skał oraz przekazanie zdjęć najbliższego otoczenia miejsca lądowania Mars Pathfinder.

**

Sojuz, seria 3-stopniowych rakiet nośnych, używanych do wyniesienia na orbitę wokół Ziemi sztucznych satelitów serii Kosmos, statków transportowych Progress oraz statków załogowych typu S., S.-T, S.-TM; po dołączeniu dodatkowego, czwartego stopnia rakiety te (pod nazwą Mołnija) były używane do wyniesienia w przestrzeń kosm. niektórych próbników serii Łuna, Wenus, Zond oraz sztucznych satelitów serii Prognoz i Mołnija.

**

Sojuz, seria produkowanych w ZSRR, a następnie w Rosji, załogowych statków kosmicznych, wprowadzanych na orbity okołoziemskie i przeznaczonych do prowadzenia badań naukowych z zakresu astronomii, geofizyki, meteorologii, realizacji eksperymentów technologicznych, testowania systemów łączenia statków kosmicznych na orbicie i łączności między nimi; powszechnie wykorzystywane do transportu kosmonautów z Ziemi na stacje orbitalne. Statek Sojuz 1 (start IV 1967) zapoczątkował loty kosmicznych statków tej serii, w Sojuzie 28 (start III 1978) został zrealizowany pierwszy w historii lot kosmiczny międzynarodowej (sowiecko-czeskiej) załogi, a w Sojuzie 30 (start VI 1978) odbył lot (wraz z P.I. Klimiukiem) polski kosmonauta M. Hermaszewski; 1980 wprowadzono do eksploatacji zmodyfikowaną wersję statku Sojuz-TM do transportowania kosmonautów na stację kosmiczną Mir, a później na Międzynarodową Stację Kosmiczną.

**

Sojuz–Apollo, ros. **Експерименталныј Полот Аполлон–Сојуз** (EPAS), ang. **Apollo–Sojuz Test Project** (ASTP), sowiecko-amerykański załogowy lot kosmiczny statków Sojuz i Apollo zrealizowany na podstawie porozumienia o współpracy w dziedzinie badań i pokojowego wykorzystania przestrzeni kosmicznej, podpisanego 1972 przez ZSRR i USA. Obydwa statki kosmiczne zostały przystosowane do wspólnego lotu; doprowadzono do zgodności układy umożliwiające wzajemne odszukanie się i zbliżenie, urządzenia cumownicze służące do sztywnego i szczelnego połączenia statków, układy łączności radiowej. Układ cumowniczy składał się z 2 jednakowych głowic, umieszczonych — jedna na Sojuzie, druga na łączniku połączonym ze statkiem Apollo. Wobec różnic w systemach tworzenia atmosfery we wnętrzach statków Sojuz i Apollo, łącznik pełnił funkcję śluzy między statkami, służącej do wyrównywania ciśnień i składu atmosfery. Start Sojuza z załogą A.A. Leonow i W.N. Kubasow nastąpił 15 VII 1975 z kosmodromu Bajkonur, a start Apolla z Th. Staffordem, D. Slaytonem i V. Brandem o 7,5 godziny później z Ośrodka Kosmicznego im. J.F. Kennedy’ego na przylądku Canaveral. Połączenie statków nastąpiło 17 VII na wysokości 225 km nad Ziemią; złączone statki dokonały 28 okrążeń Ziemi, po czym 19 VII rozłączyły się na okres 2 okrążeń Ziemi, następnie ponownie połączyły na krótko (2 okrążenia), by ostatecznie rozdzielić się i realizować własne programy lotu. Sojuz wylądował 21 VII 1975 w Kazachstanie, Apollo wodował 24 VII 1975 na zachód od Hawajów. Łączny czas lotu złączonych statków Sojuz i Apollo wynosił ok. 46,5 godzin (30 okrążeń); astronauta czterokrotnie wzajemnie odwiedzali się i przeprowadzali wiele wspólnych doświadczeń. Lot stanowił cenne doświadczenie w zakresie możliwości realizacji lotów załogowych statków różnych typów i perspektywicznie — w zakresie wspólnej eksploatacji orbitalnych stacji kosmicznych oraz realizacji międzyplanetarnych wypraw załogowych.

**

Sol [łac., ‘słońce’], w religii starożytnego Rzymu bóg słońca; według tradycji rzymskiej kult Sola został sprowadzony do Rzymu przez króla Tytusa Tacjusza (był pod opieką sabińskiego rodu Aureliuszów); święto Sola z przydomkiem Indiges [‘ojczysty’, ‘opiekuńczy’] obchodzono 9 VIII na Kwirynale, natomiast 11 XII przy świątyni Sola i Luny na Circus Maximus organizowano igrzyska; w okresie cesarstwa kult Sola podlegał wpływom religii orientalnych (syryjskich) i wiązał się z ideą władzy monarchicznej; pierwsza taka próba została podjęta przez cesarza Heliogabala (sprowadził kult Elagabala z Emesy); trwalszy okazał się kult Sola z przydomkiem Invictus [‘niezwyciężony’], ustanowiony 275 przez cesarza Aureliana, dzień dedykacji świątyni na Polu Marsowym (25 XII) jako Dies Natalis Solis Invicti. W chrześcijaństwie symbolikę solarną odnoszono do Chrystusa, a święto Sola zastąpiono upamiętnieniem Bożego Narodzenia.

**

Solar-A japoński sztuczny satelita Ziemi, → [Yohkoh](#).

**

Solar-B japoński sztuczny satelita Ziemi, → [Hinode](#).

**

solstycjum [łac.], *astr.* → [przesilenie](#).

**

Sombbrero, *astr.* galaktyka spiralna w gwiazdozbiornie Panny; ma duże jasne jądro i słabo rozwinięte ramiona; całą galaktykę przecina pas ciemnej materii; odległa od Galaktyki ok. 36 mln lat świetlnych.

**

sonda kosmiczna, bezzałogowy statek kosmiczny, → [próbnik kosmiczny](#).

**

Sosigenes z Aleksandrii, żył w I w. p.n.e., gr. astronom i matematyk; uczestniczył w pracach związanych z reformą kalendarza rzymskiego za czasów Juliusza Cezara (46 p.n.e.); napisał 3 rozprawy nauk.; z prac S. zachowały się tylko wyjątki w komentarzach Simplicjosa do dzieła Arystotelesa *O niebie* (wyd. pol. 1980).

**

Sowa, *astr.* duża mgławica planetarna w gwiazdozbiornie Wielkiej Niedźwiedzicy; odległa od Układu Słonecznego ok. 1960 lat świetlnych.

**

sód, Na, *natrium*, pierwiastek chemiczny o liczbie atomowej 11;

Symbol: Na

Nazwa łacińska: Natrium

Liczba atomowa: 11

Pierwiastek promieniotwórczy: nie

Grupa układu okresowego pierwiastków: 1 — litowce

Odkrycie: 1807

Odkrywca: Davy Humphry Bartholomew

względna masa atomowa 22,989768; sód należy do grupy [litowców](#); miękki, bardzo lekki metal o srebrzystym połysku; w powietrzu matowieje (pokrywa się warstwą tlenku); temperatura topnienia 97,81°C, temperatura wrzenia 882,95°C, gęstość 0,97 g/cm³; jest pierwiastkiem silnie elektrododatnim i bardzo aktywnym chemicznie — musi być przechowywany w nafcie lub w atmosferze gazu obojętnego; ma właściwości redukujące; bezpośrednio łączy się z wodorem, fluorowcami, w stanie sproszkowanym — z siarką; energicznie reaguje z wodą, wydzielając wodór i tworząc wodorotlenek sodu NaOH; spalany w tlenie tworzy głównie nadtlenek sodu Na₂O₂; w związkach przyjmuje stopień utlenienia I; lotne sole sodu barwią płomień na żółto. Występuje w przyrodzie w stanie związanym; najważniejszym minerałem sodu jest halit, wchodzi też w skład innych minerałów, w postaci rozpuszczonej soli znajduje się w wodzie morskiej i niektórych wodach jeziornych; występuje też w atmosferze Słońca. Sód jest makroelementem; kation Na⁺, wraz z jonami chloru i potasu, utrzymuje prawidłowe ciśnienie osmotyczne płynów ustrojowych; jest niezbędny do prawidłowego funkcjonowania mięśni i nerwów (pompa sodowo-potasowa); reguluje gospodarkę wodną i kwasowo-zasadową. Metal otrzymuje się przez elektrolizę stopionego chlorku sodu NaCl (z dodatkiem składników obniżających temperaturę topnienia). Stosowany w metalurgii (domieszka do stali, odtleniacz i reduktor w procesie otrzymywania niektórych metali), w technice jądrowej jako czynnik chłodzący (ciekły sód oraz ciekły stop sodu z potasem), w syntezach organicznych

(jako reduktor, katalizator procesów polimeryzacji i kondensacji, do odwadniania cieczy organicznych), w lampach sodowych (emituje fale w żółtej części widma optycznego); liczne związki sodu są stosowane w wielu gałęziach przemysłu. Sód otrzymał 1807 H.B. Davy w wyniku elektrolizy stopionego wodorotlenku sodu; w tym samym roku otrzymali go wspólnie L.J. Gay-Lussac i L.J. Thénard, redukując wodorotlenek sodu opiłkami żelaza.

**

Spacelab [spɛɪsläb] , wieloczynnościowe załogowe laboratorium kosmiczne, umieszczane na pokładzie wahadłowca Columbia; eksploatowane 1983–97 (odbyło 24 loty), było wspólnym przedsięwzięciem agencji kosmicznych ESA i NASA; umożliwiło prowadzenie badań z wielu dyscyplin naukowych, obejmujących m.in.: technologię materiałową w kosmosie, biologię i medycynę kosmiczną, geofizykę, astronomię, fizykę plazmy oraz wykonywanie obserwacji teledetekcyjnych; przeznaczone do pracy 14 badaczy (oprócz obsługi wahadłowca) przez okres ok. 1 tygodnia.

**

spadanie ciał, ruch ciał wywołany siłą ciężkości (ciężar); w atmosferze ziemskiej na spadające ciała działa — oprócz siły ciężkości — opór otaczającego ośrodka, powodujący, że ruch ciała początkowo przyspieszony, przechodzi w ruch jednostajny; spadanie ciał w próżni z niewielkich wysokości zachodzi ruchem jednostajnie przyspieszonym i nazywa się **swobodnym** spadaniem ciał; podczas spadania ciał z dużej wysokości istotny wpływ na ruch ciał ma **siła Coriolisa** oraz zmiana siły ciężkości wraz z odległością ciała od powierzchni Ziemi.

**

Specjalne Obserwatorium Astrofizyczne Rosyjskiej Akademii Nauk (do 1991 Specjalne Obserwatorium Astrofizyczne Akademii Nauk ZSRR), obserwatorium astr. w Zielenczuku na Kaukazie, zał. 1975; gł. przyrządy: reflektor o śred. 605 cm oraz 600-metrowy radiointerferometr.

**

spektrobolometr [łac.-gr.], przyrząd do pomiaru natężenia promieniowania w widmie ciała niebieskiego; stanowi połączenie spektroskopu i bolometru.

**

spektrograf astronomiczny, astrospektrograf, przyrząd służący do otrzymywania widm ciał niebieskich; najprostszy — pryzmat obiektywowy umieszczony przed obiektywem astrografu lub płytą korekcyjną kamery Schmidta — umożliwia zarejestrowanie na jednej kliszy widma wielu gwiazd; do otrzymywania widm w większej skali i o wysokiej rozdzielczości, np. widma jednej gwiazdy, jest stosowany spektrograf astronomiczny szczelinowy, którego szczelinę umieszcza się w ognisku teleskopu; do rejestrowania otrzymanego widma są obecnie stosowane głównie detektory CCD (wypierają takie detektory jak np. klisze fotograficzne), a w przypadku widm w podczerwieni — termoogniwa.

**

spektrograf optyczny, przyrząd służący do zapisu widma optycznego; w zależności od rodzaju elementu rozszczepiającego spektrografy optyczne dzielą się na

pryzmatyczne i siatkowe; za pomocą spektrografów optycznych pryzmatycznych pomiaru długości fali w widmie dokonuje się zwykle porównując badane widmo z widmem wzorcowym; spektrografy optyczne siatkowe stosuje się do pomiarów bezpośrednich. Szczególnym rodzajem spektrografu optycznego jest **spektrograf astronomiczny**, który w połączeniu z teleskopem umożliwia fotografowanie widm ciał niebieskich. W spektrografach przeznaczonych do badania widm, w podczerwieni stosuje się zazwyczaj zwierciadła wklęsłe zamiast soczewek zbierających, a jako odbiorniki — termoelementy lub termoogniwa.

**

spektrograf radiowy, wielokanałowy odbiornik promieniowania radiowego stosowany do badań astr.; umożliwia jednoczesną obserwację na 100 i więcej częst.; za pomocą spektrografów radiowych odkryto m.in. wiele cząsteczek wchodzących w skład materii międzygwiazdowej oraz promieniowanie wodoru neutralnego i zbadano jego rozmieszczenie we Wszechświecie.

**

spektroheliograf [łac.-gr.], urządzenie do rejestrowania obrazu Słońca w świetle monochromatycznym; skonstruowany 1889–92 przez G.E. Hale'a i H. Deslandresa. Zasadniczym elementem s. jest spektrograf szczelinowy, którego jedna szczelina wycina niewielki pasek obrazu Słońca, jaki powstaje w ognisku teleskopu, a druga — z otrzymanego widma — żądany przedział długości fali: na płycie fot. umieszczonej za szczeliną tworzy się obraz tego paska Słońca w wybranej barwie; przesuwając stopniowo spektrograf wraz ze szczelinami względem nieruchomego obrazu Słońca, otrzymuje się na płycie monochromatyczny obraz całej tarczy słonecznej, tzw. spektroheliogram. Najczęściej spektroheliogramy otrzymuje się w promieniowaniu o dł. fali 393,3 i 396,8 nm (linie: *K* i *H* jednokrotnie zjonizowanego wapnia) oraz 656,3 nm (linia *H_α*). Obecnie s. zastępuje się filtrami interferencyjno-polaryzacyjnymi, umożliwiającymi od razu fotografowanie całej tarczy słonecznej w wybranym wąskim przedziale widma.

**

spektroskopia astronomiczna, astrospektroskopia, dział astrofizyki obejmujący metody otrzymywania i interpretacji widm promieniowania ciał niebieskich. Do otrzymywania widm służą spektrografy astr.; na podstawie danych spektroskopowych (rozkład promieniowania w widmie ciągłym oraz położenie, układ i kształt linii widmowych) wyznacza się temperaturę, ciśnienie i skład chem. obiektów astr.; zastosowanie prawa Dopplera do interpretacji położenia linii widmowych umożliwia wyznaczenie prędkości radialnych ciał niebieskich; szerokość linii wiąże się z temperaturą, szybkością obrotu ciał niebieskich i ruchami materii w ich częściach świecących; natężenie linii absorpcyjnych określonych pierwiastków chem. w widmach gwiazd jest podstawą ich klasyfikacji widmowej (klasyfikacja widmowa gwiazd); rozszczepienie zeemanowskie (Zeemana zjawisko) linii widmowej umożliwia pomiar pól magnet. gwiazd.

**

Spica [łac.], **Spika**, **Kłos**, **Kłos Panny**, **Azimech**, α *Virginis*, najjaśniejsza gwiazda w gwiazdozborze Panny;

Oznaczenie: α Vir

Rodzaj obiektu: gwiazda podwójna (jaśniejszy składnik układu)

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; [Panna](#)

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: 13^h 25^m 11^s deklinacja: -11° 9' 262 l.św. = 80 pc = 16 568 880 AU

Typ widmowy i klasa jasności: B1III (w związku z tym, że jest to gwiazda zmienna jej klasa jasności waha w zakresie III–IV)

Jasność absolutna: układ: -3,1^m

Jasność widoma (obserwowana): układ: +0,97^m

Temperatura efektywna: temperatura składników układu lub gwiazdy pojedynczej: 24000 K

jest gwiazdą podwójną o okresie 4 dni; odległa od Ziemi o 262 lat świetlnych; jaśniejszy składnik układu jest gwiazdą pulsującą typu β *Cephei* o okresie 0,18 dnia; ma typ widmowy B1 III-IV, jasność widomą 0^m,98, temp. efektywną 24000 K, jest olbrzymem 30 tys. razy jaśniejszym od Słońca.

**

Spika, astr. gwiazda w gwiazdozbiorze Panny, → [Spica](#).

**

spikule, astr. → [bryzgi chromosferyczne](#).

**

Spirit [spɪrɪt], pojazd marsjański (6-kołowy o masie 174 kg i rozmiarach 2,3 × 1,6 × 1,5 m); dostarczony przez wystrzelony z Ziemi 10 VI 2003 próbnik kosmiczny amerykańskiego programu badań Marsa — Mars Exploration Rover (MER); 3 I 2004 wylądował na powierzchni Marsa na dnie krateru Guseva (15° na południe od równika marsjańskiego); po przebyciu ponad 4 km (do III 2005) dostarczył wielu zdjęć oraz informacji o właściwościach powierzchni Marsa; przeprowadzone przez Spirit analizy wybranych struktur i obiektów dostarczyły argumentów potwierdzających przypuszczenie o istnieniu w przeszłości na Marsie dużych, płytkich zbiorników słonej wody.

**

Spitzer [spɪtsɜːr], satelitarne obserwatorium astr. zbudowane przez NASA; przeznaczone do obserwacji astr. promieniowania podczerwonego w zakresie 3–180 mikrometrów; 25 VIII 2003, za pomocą amer. rakiety Delta, wyniesione na orbitę okołosłoneczną zbliżoną do orbity Ziemi; masa startowa 950 kg; składa się z teleskopu o średnicy 85 cm i 3 przyrządów do analizy rejestrowanego promieniowania, chłodzonych ciekłym helem do temperatury bardzo bliskiej zera bezwzględnej; czas funkcjonowania Spitzera (ograniczony zapasem ciekłego helu) jest przewidziany na 2,5 roku; za pomocą Spitzera prowadzi się obserwacje zarówno najbliższych ciał Układu Słonecznego, poprzez bardziej odległe, np. obłoki materii międzygwiazdowej, w których zachodzą procesy powstawania gwiazd, aż do najdalszych obiektów wczesnego Wszechświata; do najciekawszych odkryć dokonanych za pomocą Spitzera należy pierwsza detekcja promieniowania planet pozasłonecznych (2005); nazwa obserwatorium (pierwotnie SIRTf, ang. *Space Infrared Telescope Facility*) nadana dla upamiętnienia L. Spitzera Jr.; Spitzer wraz z opt. Teleskopem Kosmicznym Hubble'a oraz kosm. obserwatorium promieniowania

gamma Comptona (CGRO) i rentgenowskim obserwatorium kosm. Chandra, tworzy tzw. wielkie kosm. obserwatorium astr. NASA.

**

Spitzer [spɪtsɜːʃ] LYMAN Jr., ur. 26 VI 1914, Toledo (stan Ohio), zm. 31 III 1997, Princeton, astrofizyk amer.; od 1946 profesor Princeton University; 1947–79 dyr. Princeton's Observatory; czł. wielu akademii i towarzystw nauk., m.in. Amer. Akad. Sztuk i Nauk w Bostonie, Nar. Akad. Nauk w Waszyngtonie, Amer. Tow. Astr.; zajmował się materią międzygwiazdową, dynamiką gwiazd i fizyką plazmy; uważał, że reakcje termojąd. mogą być „czystym” źródłem energii; 1951 zał. Princeton Plasma Physics Laboratory, w którym prowadzono prace nad kontrolowaną syntezą termojąd.; 1946 zaproponował umieszczenie dużego teleskopu na orbicie poza atmosferą ziemską (w celu wyeliminowania wpływu atmosfery na uzyskiwane obrazy i rozszerzenia zakresu obserwacji poza część promieniowania elektromagnetycznego, które dociera do powierzchni naszego globu), dzięki m.in. jego staraniom NASA wysłała satelitę Copernicus (1972–81 pracował w zakresie promieniowania nadfioletowego) i Teleskop Kosmiczny Hubble'a (S. kierował komitetem przygotowującym misję); opublikował m.in. *Physics of Fully Ionized Gases* (1956), *Diffuse Matter in Space* (1968).

**

Sputnik, seria pierwszych wyprodukowanych w ZSRR (i pierwszych na świecie) sztucznych satelitów Ziemi, przeznaczonych do sprawdzenia możliwości realizacji lotów kosmicznych, funkcjonowania urządzeń i aparatury w warunkach lotu orbitalnego, łączności między Ziemią a statkiem kosmicznym; używane również do prowadzenia badań promieniowania elektromagnetycznego i korpuskularnego Słońca, mikrometeoroidów oraz pól magnetycznych i elektrycznych w przestrzeni okołoziemskiej; 1957–61 odbyło się 8 lotów satelitów tej serii; Sputnik 1 (start 4 X 1957) był pierwszym sztucznym satelitą Ziemi, w Sputniku 2 (start 3 XI 1957) wyniesiono na orbitę pierwszą istotę żywą — psa Łajkę, 5 ostatnich satelitów noszących nazwę Sputnik-Korabl było prototypami statków załogowych Wostok, a celem ich lotów było badanie możliwości realizacji lotu kosmicznego z człowiekiem na pokładzie; podczas lotu Sputnik-Korabl 2 (start 19 VIII 1960) przeprowadzono pierwszą na świecie udaną próbę sprowadzenia istot żywych (psów) z orbity okołoziemskiej na powierzchnię Ziemi.

**

Sputnik, dwustopniowa rakietą nośna służąca do wynoszenia na orbitę satelitów typu Sputnik.

**

stacja kosmiczna, stacja orbitalna, duży załogowy statek kosmiczny (lub ich zespół), umieszczony na orbicie wokółziemskiej, pełniący funkcję laboratorium kosmicznego przeznaczonego do długotrwałego prowadzenia badań naukowych: fizycznych, chemicznych, biologiczno-medycznych, obserwacji astronomicznych, meteorologicznych, geofizycznych i in., wykonywania prac naukowo-technicznych, obejmujących m.in. uzyskiwanie czystych materiałów w warunkach kosmicznych, jak również do treningów i adaptacji astronautów do warunków długotrwałego lotu kosmicznego (np. ku innym ciałom Układu Słonecznego); perspektywicznie — punkt

„przesiadkowy” podczas lotów międzyplanetarnych. Główne założenia prototypu doświadczalnego stacji kosmicznej jako kompleksu orbitalnego kilku statków kosmicznych zostały zrealizowane po raz pierwszy 1 1969 przy połączeniu na orbicie 2 sowieckich załogowych statków kosmicznych: Sojuza 4 i Sojuza 5; właściwymi stacjami orbitalnymi eksploatowanymi dotychczas były: seria stacji Salut (ZSRR), stacja Mir (ZSRR) oraz Skylab (USA). Obecnie (2009) jedyną eksploatowaną stacją kosmiczną jest Międzynarodowa Stacja Kosmiczna. Masy stacji kosmicznych wahały się od ok. 30 t (Salut) do ok. 100 t (Skylab, Mir); **Międzynarodowa Stacja Kosmiczna** po zakończeniu budowy ma osiągnąć ok. 450 t. Rozmiary stacji kosmicznych wahają się od kilkudziesięciu m do ok. 100 m. Konstrukcja jest modułowa (montaż poszczególnych modułów na orbicie), przy czym tylko część modułów jest przeznaczona dla załogi. Stacja kosmiczna może realizować lot w trybie autonomicznym (bezzałogowym), lecz zasadniczym sposobem realizacji jej zadań jest lot z załogą na pokładzie, dowożoną przez statki transportowe (np. Sojuz, Apollo, wahadłowce). Stacje kosmiczne są zasilane w energię elektryczną przez baterie słoneczne, natomiast są całkowicie uzależnione od regularnych dostaw z Ziemi: powietrza, żywności i wody dla załogi oraz części zamiennych do systemów stacji i paliwa do silników regulujących jej orbitę. Na ogół stacja kosmiczna jest eksploatowana przez 2–3-osobową stałą załogę, wymienianą co kilka miesięcy, która oprócz prac mających na celu techniczne utrzymanie stacji prowadzi w ograniczonym zakresie eksperymenty. Większość prac przy rozbudowie stacji kosmicznej jest wykonywana przez liczniejsze załogi, odbywające loty krótkookresowe. Docelowo załoga stała na Międzynarodowej Stacji Kosmicznej ma być liczniejsza i poświęcać na eksperymenty więcej czasu niż podczas obecnej fazy rozbudowy.

**

stacja przekaźnikowa, przekaźnik, *telekom.* stacja, której zadaniem jest odbieranie, wzmacnianie i nadawanie sygnałów radiowego lub telew. w celu zwiększenia ich zasięgu stacje przekaźnikowe linii radiowych stosuje się do fal metrowych i krótszych, słabo odbijających się od jonosfery; składa się z anten, odbiornika, nadajnika i urządzenia zasilającego; stacje przekaźnikowe telew. są stacjami w zasadzie retransmitującymi program, mogą być jednak wyposażone we własne urządzenia do nadawania filmów i kamery do nadawania obrazów, napisów itp.; bezpośredni zasięg stacji przekaźnikowych wynosi kilkadziesiąt km i zależy od mocy nadajnika, wysokości, na której pracuje antena nadawcza, i ukształtowania terenu; znacznie większy bezpośredni zasięg zapewniają stacje satelitarne.

**

Stafford [stɔfɔr'd] THOMAS, ur. 17 IX 1930, Weatherford (stan Oklahoma), astronauta amerykański; od 1962 w zespole astronautów; uczestniczył w locie statku Gemini 6 (1965); dca statków Gemini 9 (1966) i Apollo 10 (1969); 1975 dca we wspólnym locie statków Sojuz–Apollo.

**

Standardowy model ewolucji Wszechświata. Geometria Wszechświata

Obserwacje pozwalają ograniczyć się do rozważania tylko modeli w przybliżeniu jednorodnych i izotropowych. Ogólna teoria względności postuluje, że krzywizna czasoprzestrzeni określona jest przez rozkład materii. Założenie jednorodności i izotropii przestrzeni implikuje, że jej geometria może mieć jedną z trzech postaci: o

dodatniej, znikającej lub ujemnej krzywiznie. W pierwszym przypadku mamy do czynienia z przestrzenią o skończonych rozmiarach, która ma geometrię trójwymiarowej sfery (**model zamknięty**). Drugi przypadek odpowiada przestrzeni płaskiej, trzeci nazywany jest na ogół **modelem otwartym**. We wszystkich przypadkach charakterystyczna odległość we Wszechświecie, nazywana też rozmiarem Wszechświata, zmienia się w czasie w sposób wynikający z równań Einsteina (teoria względności) i fizycznych własności materii. Jak wynika z równań ewolucji, typ geometrii przestrzeni wiąże się ze średnią gęstością Wszechświata. W **modelu płaskim** średnia gęstość materii przyjmuje wartość krytyczną, która obecnie odpowiadałaby ok. 10 atomom wodoru w metrze sześciennym. W modelu zamkniętym gęstość pozostaje zawsze większa od krytycznej, a w otwartym — mniejsza. Przypadkom tym odpowiadają różne typy zależności rozmiaru Wszechświata od czasu. Rozmiary modelu otwartego lub płaskiego monotonicznie rosną w czasie; w modelu zamkniętym ekspansja zostaje po pewnym czasie zastąpiona kurczeniem, a po skończonym czasie gęstość staje się bardzo wysoka. Obecna znajomość średniej gęstości Wszechświata nie pozwala rozstrzygnąć, z którym przypadkiem mamy do czynienia w rzeczywistości.

Michał Jaroszyński

**

Standardowy model ewolucji Wszechświata. Wielki Wybuch

Obecna wartość gęstości materii we Wszechświecie nie ma jakościowego wpływu na dotychczasową ewolucję modelu. We wszystkich przypadkach rozwiązanie równań pokazuje, że w skończonym czasie w przeszłości gęstość i inne fizyczne parametry materii musiały dążyć do nieskończoności, podobnie jak krzywizna czasoprzestrzeni. Taki osobliwy stan Wszechświata nie może być badany przy wykorzystaniu istniejących teorii fizycznych, gdyż nie istnieje kwantowa teoria grawitacji, a związane z nią efekty powinny się pojawić przy bardzo wysokich gęstościach. Fizyka nie pozwala więc odpowiedzieć na pytanie, co było przed osobliwością i jesteśmy zmuszeni ograniczyć się do badania późniejszych zjawisk. W tym sensie mamy do czynienia z powstaniem Wszechświata w chwili, którą możemy umownie nazwać czasem zero. Tempo ekspansji w początku ewolucji było bardzo wysokie i stąd określenie Wielki Wybuch na powstanie Wszechświata.

Obecność we Wszechświecie fotonów mikrofalowego promieniowania tła i rozszerzanie się Wszechświata prowadzą do wniosku, że wcześniej promieniowanie to miało wyższą temperaturę. Bardziej szczegółowe rozważania dowodzą, że temperatura pozostaje odwrotnie proporcjonalna do charakterystycznych rozmiarów Wszechświata. Określa to jednocześnie typową energię termiczną obecnych we Wszechświecie cząstek i decyduje o rodzaju zachodzących oddziaływań. Takie wnioski wynikają z należącej do modelu standardowego hipotezy gorącego Wszechświata. W konkurencyjnym modelu zimnego Wszechświata zakłada się, że promieniowanie mikrofalowe powstało stosunkowo niedawno, na przykład na skutek ewolucji hipotetycznego pierwszego pokolenia masywnych gwiazd, ale wytłumaczenie kształtu widma promieniowania relikтового pozostaje nie rozwiązany problemem tego typu hipotez. Dane eksperymentalne pozwalają określić własności materii do pewnej maksymalnej energii przypadającej na cząstkę. Badanie ewolucji Wszechświata w odpowiadającym temu zakresie temperatur jest w pełni uprawnionym zastosowaniem fizyki. Wcześniejszą ewolucję Wszechświata można badać jedynie stosując ekstrapolację praw fizyki poza sprawdzony zakres ich obowiązywania, ma więc ona jedynie spekulatywny charakter. W pewnych

sytuacjach ewolucja Wszechświata w modelu standardowym może służyć do weryfikacji hipotez dotyczących własności materii przy bardzo wysokich energiach: tylko hipotezy prowadzące do otrzymania przy niskich energiach modelu Wszechświata o obserwowanych własnościach nie mogą być od razu odrzucone.

Michał Jaroszyński

**

Standardowy model ewolucji Wszechświata. Era inflacji

Jedną ze spekulatywnych hipotez dotyczących wczesnych etapów ewolucji Wszechświata jest tzw. **model inflacyjny**. W modelu tym postuluje się istnienie etapu ewolucji, w którym rozmiary Wszechświata rosną w czasie w sposób wykładniczy. Pozwala to rozciągnąć obszar przyczynowo powiązany do rozmiarów znacznie przekraczających rozmiar obecnie obserwowalnego Wszechświata i pozwala zrozumieć obserwowaną jednorodność rozkładu materii jako efekt obserwacji małego fragmentu obszaru o wspólnym pochodzeniu. Etap inflacji wiąże się na ogół z przemianą fundamentalnych własności materii — od stanu symetrycznego, w którym zacierają się różnice pomiędzy barionami i leptonami oraz oddziaływaniami silnymi i elektroslabymi, do stanu, w którym różnice występują. Istnienie symetrycznego stanu materii jest postulatem teorii wielkiej unifikacji oddziaływań, która nie może być niezależnie testowana. Pod koniec inflacji nie ma pełnej równowagi termodynamicznej, a rozpad istniejących wcześniej hipotetycznych cząstek o bardzo wysokiej masie spoczynkowej prowadzi do powstania kwarków o koncentracji nieco przewyższającej koncentrację antykwarków. Ta asymetria pomiędzy materią a antymaterią jest skutkiem niewielkiej różnicy w wielkości przekrojów czynnych dla reakcji tworzących wymienione cząstki. Takie różnice przekrojów czynnych stwierdzono doświadczalnie dla reakcji z udziałem innych cząstek elementarnych. W przypadku niskich energii liczba barionowa jest zachowana, co oznacza, że różnica liczby barionów i antybarionów (na przykład protonów i antyprotonów) pozostaje stała.

Michał Jaroszyński

**

Standardowy model ewolucji Wszechświata. Era promieniowania

Wkrótce po inflacji (w czasie rzędu 10^{-35} s) materia wypełniająca Wszechświat osiąga stan lokalnej równowagi termodynamicznej i jej własności są określone wartością temperatury. Dużo później, w czasie ok. 10^{-3} s, kiedy nie trzeba już ekstrapolować praw fizyki, średnia energia termiczna staje się porównywalna z masą spoczynkową nukleonu i następuje anihilacja par nukleon–antynukleon. Koncentracja cząstek jest na tyle wysoka, że praktycznie wszystkie antynukleony napotykaają nukleony; we Wszechświecie pozostaje nadwyżka materii.

Przy temperaturze rzędu 10^{10} K koncentracja neutrin staje się na tyle niska, że przestają one oddziaływać z innymi cząstkami. Jest to spowodowane małym przekrojem czynnym oddziaływań słabych. Brak oddziaływań nie pozwala neutrinom anihilować, co pozwala przypuszczać, że są one nadal obecne we Wszechświecie, a ich koncentracja jest zbliżona do koncentracji fotonów mikrofalowego promieniowania tła. Wykrycie tych reliktowych neutrin nie było na razie możliwe ze względu na ich niską energię.

W około sekundę od powstania Wszechświata dochodzi do anihilacji par elektron-pozyton i pozostaje po niej tylko nadwyżka elektronów równa liczbie protonów.

Oddziaływania nukleonów z neutrinami powodują przemiany neutronów w protony i na odwrót, co prowadzi do ustalania się równowagowego stosunku ich koncentracji. Neutron jako masywniejszy (mający wyższą energię spoczynkową) był słabiej rozpowszechniony i w końcu na neutron przypadało ok. 8 protonów. Dalsze ochładzanie Wszechświata pozwala na łączenie się w wyniku reakcji termojądrowych neutronów i protonów w jądra deuteru. Późniejsze reakcje z ich udziałem doprowadzają do wytworzenia helu. Praktycznie wszystkie neutrony wchodzą w skład silnie związanych jąder atomowych helu. Jako produkty uboczne powstają niewielkie ilości deuteru, trytu, izotopu helu o masie 3, a także śladowe ilości litu. Jądra węgla, które we wnętrzach gwiazdowych powstają przy prawie jednoczesnym spotkaniu trzech jąder helu, we Wszechświecie nie powstały ze względu na zbyt niską gęstość i temperaturę materii po syntezie helu. Również żadne inne pierwiastki o masach atomowych wyższych od węgla nie mogły powstać. Kosmiczna nukleosynteza zakończyła się w ok. 3 minuty po Wielkim Wybuchu zamieniając ok. 22% masy materii w „pierwotny” hel.

Przez ok. 100 tys. lat Wszechświat pozostawał na tyle gorący, że wypełniała go plazma, czyli mieszanina fotonów i nie związanych ze sobą elektronów i jąder atomowych. Prowadziło to do częstych oddziaływań pomiędzy fotonami a naładowanymi cząstkami i wytworzenia się stanu lokalnej równowagi termodynamicznej. W związku z tym rozkład energii fotonów opisany był funkcją Plancka.

Michał Jaroszyński

**

Standardowy model ewolucji Wszechświata. Rekombinacja

Po obniżeniu się temperatury poniżej 4000 K we Wszechświecie nastąpiła rekombinacja wodoru (dla helu miało to miejsce nieco wcześniej). Po rekombinacji materia składała się z neutralnego gazu i fotonów, które praktycznie nie oddziaływały ze sobą. Równowagowe widmo fotonów utrzymało się w gazie fotonowym, gdyż nie istniały później żadne procesy mogące mieć wpływ na jego kształt. Mikrofalowe promieniowanie tła zostało więc w pewnym sensie wyemitowane przez gorącą plazmę wypełniającą Wszechświat przed rekombinacją. Dociera więc do nas z najdalszych obszarów (odległych o kilkanaście miliardów lat świetlnych), z jakich promieniowanie elektromagnetyczne może dotrzeć bez przeszkód.

Michał Jaroszyński

**

Standardowy model ewolucji Wszechświata. Powstanie struktury Wszechświata

Najtrudniejszym problemem w badaniu ewolucji Wszechświata jest zrozumienie procesów, które doprowadziły do powstania jego struktury, to znaczy galaktyk i ich układów. Najczęściej rozważany jest scenariusz oparty na niestabilności grawitacyjnej. Niestabilność grawitacyjna polega na tym, że obszary o podwyższonej nieco gęstości przyciągają materię z obszarów sąsiednich i tym samym ich nadwyżka gęstości wzrasta. Rachunki pokazują, że mechanizm ten jest na tyle powolny, iż wymaga istnienia początkowych fluktuacji gęstości o znacznej amplitudzie już w momencie rekombinacji. Przed rekombinacją obszary o podwyższonej gęstości są gorętsze; docierające od nich promieniowanie mikrofalowe powinno więc mieć podwyższoną temperaturę w stosunku do obszarów sąsiednich. Tego typu fluktuacje temperatury, o względnej amplitudzie rzędu 10^{-5} , rzeczywiście wykryto, ale tylko w

bardzo dużych skalach kątowych, odpowiadających przestrzennie rozmiarom większym od supergromad galaktyk. Mechanizmy powstawania obiektów w mniejszej skali, zwłaszcza galaktyk, pozostają wciąż zagadką. Być może brak fluktuacji temperatury promieniowania relikтового w tych mniejszych skalach wiąże się z jakimiś procesami, które wymieszały promieniowanie pochodzące z niezbyt odległych obszarów „zamazując” tym samym związane z nimi fluktuacje temperatury.

Michał Jaroszyński

**

Stardust [sta:rdast], amer. próbnik kosm., wyniesiony 7 II 1999 w przestrzeń międzyplanetarną za pomocą rakiety Delta II; 2 I 2004 wszedł w warkocz komety zbliżając się do jej jądra na odległość ok. 250 km i pobrał próbki pyłu kometarnego; lądownik z próbkami wylądował na Ziemi 15 I 2006.

**

statek kosmiczny, środek transportowy przeznaczony do realizacji lotów kosmicznych, odpowiednio przystosowany do długotrwałego przebywania i poruszania się w przestrzeni kosmicznej. Statki kosmiczne ogólnie dzielą się na: statki kosmiczne pilotowane (**statki kosmiczne załogowe**), używane dotychczas w licznych lotach okołoziemskich, a także w misjach księżycowych programu Apollo, oraz statki kosmiczne automatyczne (**statki kosmiczne bezzałogowe**) wykorzystywane do realizacji różnych celów badawczych bądź użytkowe. Z uwagi na sposób śledzenia i możliwość utrzymywania kontaktu ze statkami kosmicznymi rozróżnia się statki kosmiczne pasywne i statki kosmiczne aktywne. Statki pasywne nie wysyłają żadnych sygnałów, a lokalizacja ich położenia i śledzenie ruchu są możliwe dzięki prowadzonym z Ziemi obserwacjom optycznym odbijanego przez nie światła słonecznego bądź przez zastosowanie metod radarowych, tj. wysyłanie z Ziemi w ich kierunku sygnałów radiowych, które po odbiciu od statku i powrocie do stacji naziemnej umożliwiają monitorowanie jego lotu i aktualnego położenia. Statki aktywne samodzielnie emitują ze swych pokładów sygnały radiowe, co pozwala, po ich odbiorze przez stację naziemną, na określenie pozycji statku i śledzenie jej zmian. Łączność radiowa ze statkiem kosmicznym umożliwia telemetryczny przekaz danych z urządzeń pokładowych statku na Ziemię bądź do innych statków kosmicznych, a także przesyłanie komend z ośrodków naziemnych do poszczególnych systemów i przyrządów statku. Z uwagi na rejon działania statków kosmicznych w przestrzeni kosmicznej wyróżnia się: statki kosmiczne okołoziemskie (sztuczne satelity Ziemi), których ruch jest determinowany oddziaływaniem pola grawitacyjnego Ziemi, w wyniku czego krążą one wokół niej po zamkniętych orbitach kołowych lub eliptycznych, oraz statki kosmiczne międzyplanetarne, które po nadaniu im odpowiedniej prędkości (drugiej prędkości kosmicznej) mogą przewyciężyć siłę przyciągania ziemskiego, trwale oddalić się od Ziemi i wnikać w obszar przyciągania Słońca bądź innych niż Ziemia planet (np. sztuczne satelity Marsa, Wenus, Jowisza, próbniki planet, próbniki międzyplanetarne), a nawet opuścić na zawsze Układ Słoneczny. Statki kosmiczne dzielą się na statki kosmiczne jedнокrotnego użytku, stanowiące zdecydowaną większość wynoszonych w przestrzeń kosmiczną obiektów, oraz statki kosmiczne wielokrotnego użytku, zwane wahadłowcami.

Lot statku kosmicznego można podzielić na 3 główne fazy: 1) start i wprowadzenie statku na orbitę przez nadanie mu odpowiedniej prędkości i kierunku lotu; wykorzystuje się do tego zazwyczaj wielostopniowe rakiety nośne, których

poszczególne człony odłączają się od modułu orbitalnego po wypaleniu paliwa lub na odpowiedni sygnał sterujący; 2) lot (w zasadzie bezwładny) po orbicie wokół danego ciała lub wzdłuż określonej trajektorii w przestrzeni międzyplanetarnej po torze wyznaczonym na podstawie wiedzy o zasadach mechaniki nieba; 3) lądowanie (na Ziemi lub innym ciele niebieskim), manewr polegający głównie na wyhamowaniu statku za pomocą jego silników rakietowych lub w wyniku działania oporu aerodynamicznego. Niektóre bezzałogowe statki kosmiczne po zakończeniu eksploatacji pozostawia się na ich orbitach (zawsze w przypadku próbników międzyplanetarnych, a także pierwszych satelitów Ziemi). Obecnie najczęściej niszczy się sztuczne satelity Ziemi przez kontrolowane wprowadzenie w gęste warstwy atmosfery. Wahadłowce lądują na specjalnie przygotowanych lądowiskach na Ziemi.

Wielkość i budowa statku kosmicznego zależy od jego przeznaczenia; musi on być przystosowany do długotrwałego przebywania i do funkcjonowania w przestrzeni kosmicznej i do związanych z tym trudnych warunków pracy: wysokiej próżni, stanu nieważkości, silnego promieniowania kosmicznego (zagrożenie dla człowieka i aparatury), bombardowania mikrometeoroidami, dużych skoków temperatury, nagrzewania podczas wnikania w gęste warstwy atmosfery i in. Wymaganą dużą niezawodność osiąga się przez uwielokrotnienie aparatury oraz zastosowanie systemów kontroli i rozpoznawania wadliwego działania. Główne zespoły statku kosmicznego: strukturalny, zasilania energetycznego (baterie słoneczne, akumulatory, reaktory jądrowe), łączności, kontroli otoczenia, sterowania i stabilizacji (głównie małe pomocnicze silniki rakietowe), nawigacji i orientacji w przestrzeni, silnikowy. Zasadniczą częścią załogowego statku kosmicznego jest hermetyczna kabina wyposażona w urządzenia do regeneracji atmosfery wewnątrz statku wraz z regulacją jej temperatury i wilgotności, w urządzenia ratownicze oraz wodę i pożywienie na czas lotu.

**

Stebbins [stębinz] JOEL, ur. 30 VII 1878, Omaha (stan nebraska), zm. 16 III 1966, Palo Alto (stan Kalifornia), astronom amerykański; profesor i dyr. obserwatoriów astr. uniwersytetu stanu Illinois w Normal i University of Wisconsin; pionier fotoelektrycznej obserwacji gwiazd; odkrywca wielu podwójnych gwiazd zaćmieniowych i gwiazd zmiennych.

**

Sternfeld ARY, astrofizyk → [Szternfeld Ary](#).

**

Stonehenge [stəʊnhendʒ], olbrzymia megalityczna budowla kamienna w Wielkiej Brytanii, w południowo-zachodniej Anglii, na równinie Salisbury, 13 km na północ od m. Salisbury; użytkowana ok. 3000–1000 p.n.e. (częściowo zrekonstruowana); wzniesiona w okresie neolitu, przebudowana na początku epoki brązu; w pierwszym etapie użytkowania konstrukcje kam. otaczał kolisty rów i nasyp ziemny z przerwą od strony południowo-wschodniej na wejście, które tworzył drewniany portyk oraz w głębi 2 stojące, ogromne kam. monolity; wewnątrz obwodu wykopano 56 jam, tworzących linię równoległą do rowu; u schyłku neolitu ludność kultury pucharów dzwonołatych zburzyła portyk, rozszerzyła wejście, a w środkowej części założenia został wzniesiony podwójny krąg złożony z monolitów wykutych z piaskowca

i „błękitnej skały”; w początkach epoki brązu całe założenie gruntownie przebudowano; ustawiono 4 koncentryczne kręgi z bloków kam. (niektóre bloki o wadze do 45 t); jeden z kręgów w kształcie podkowy otwartej w kierunku pierwotnego wejścia tworzyło 5 trylitów; prawdopodobnie miejsce kultu słońca lub obserwatorium astr.; S zostało wpisane na Listę Świat. Dziedzictwa Kult. i Przyr. UNESCO.

**

strefa konwektywna, *astr.* warstwa podpowierzchniowa Słońca (także podobnych do niego gwiazd), w której transport energii z głębiej położonych gorących obszarów do położonych bliżej powierzchni obszarów chłodniejszych zachodzi gł. przez konwekcję.

**

Strömgren BENGT GEORG DANIEL, ur. 21 I 1908, Göteborg, zm. 4 VI 1987, Kopenhaga, astrofizyk duński; od 1938 profesor uniw. w Kopenhadze, 1940 dyr. jego obserwatorium astr.; 1947–57 profesor i dyr. Yerkes Observatory i McDonald Observatory; 1970–73 prezes Międzynar. Unii Astr.; oprac. teorię zjonizowanych obszarów materii międzygwiazdowej (Strömgrena strefy); prowadził badania w dziedzinie spektroskopii gwiazdowej.

**

Strömgrena strefa, obszar zjonizowanego wodoru (HII) wokół gorącej, jasnej gwiazdy typu widmowego O lub B; jonizacja gazu jest wywołana promieniowaniem krótkofalowym o długościach fali mniejszych od 91,2 nm; strefy Strömgrena w jednorodnym ośr. międzygwiazdowym mają kształt kul, w których środku znajduje się gwiazda wysyłająca promieniowanie; w ośr. o niejednorodnej gęstości mają kształty nieregularne; rozmiary stref Strömgrena są tym większe, im gorętsza i jaśniejsza jest gwiazda oraz im rzadszy jest ośr. międzygwiazdowy; teorię tę oprac. B.G.D. Strömgren.

**

stront, Sr, *strontium*, pierwiastek chem. o liczbie atomowej 38;

Symbol: Sr

Nazwa łacińska: Strontium

Liczba atomowa: 38

Pierwiastek promieniotwórczy: nie

Grupa układu okresowego pierwiastków: 2 — berylowce

Odkrycie: 1808

Odkrywca: Davy Humphry Bartholomew

względna masa atomowa 87,62; s. należy do **berylowców**; jest srebrzystobiałym, miękkim metalem; temperatura topnienia 769°C, temperatura wrzenia 1384°C, gęstość 2,63 g/cm³; jest bardzo reaktywny; w normalnej temperaturze utlenia się pod wpływem czynników atmosferycznych do tlenku SrO, który reaguje z wodą dając wodorotlenek Sr(OH)₂ (b. mocna zasada); reaguje z kwasami, odporny na działanie zasad; łączy się z wieloma niemetalami; w związkach występuje na II stopniu utlenienia; wykazuje podobieństwo właściwości chem. do właściwości chem. baru.

Najważniejszymi związkami s. są: siarczan SrSO_4 , azotan $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$, węglan SrCO_3 i chlorek SrCl_2 .

S. jest dość rozpowszechniony w przyrodzie; najważniejszymi minerałami są: stroncjanit i celestyn; s. wchodzi w skład organizmów zwierząt i roślin, zwłaszcza morskich. Pierwiastek otrzymuje się np. w wyniku elektrolizy stopionych soli (SrCl_2 lub SrI_2). Związki s. są wykorzystywane w przemyśle cukrowniczym, w pirotechnice do produkcji rac i ogni sztucznych (barwią płomień na czerwono), do wyrobu fotoluminoforów (siarczek SrS), w przemyśle farbiarskim, szklarskim i ceramicznym; związki s. stosuje się w technologii materiałów mikro- i optoelektronicznych (np. fluorek, siarczek, tytanian) oraz nadprzewodników wysokotemperaturowych; radioizotopy s. ^{89}Sr oraz ^{90}Sr (emitery cząstek β^-) wykorzystuje się jako źródło promieniowania; izotop ^{90}Sr jest wykorzystywany w małych źródłach energii na statkach kosm., bojach nawigacyjnych oraz odległych stacjach meteorol.; izotop ^{89}Sr — jako znacznik izotopowy. Metaliczny s. w postaci amalgamatu otrzymał 1808 H.B. Davy (w wyniku elektrolizy).

**

Struve FRIEDRICH GEORG WILHELM **von**, ros. **Wasilij J. Struwe**, ur. 15 IV 1793, Altona (obecnie część Hamburga), zm. 23 XI 1864, Petersburg, ojciec Ottona Wilhelma, astronom ros., pochodzenia niemieckiego; 1813–38 profesor uniwersytetu w Dorpacie (ob. Tartu); zał. i 1839–62 dyr. obserwatorium astr. w Pułkowie; pierwszy wysunął przypuszczenie o pochłanianiu światła w przestrzeni międzygwiazdowej (pierwsza hipoteza o istnieniu materii międzygwiazdowej); prowadził obserwacje gwiazd podwójnych; 1827 opublikował katalog 3112 gwiazd podwójnych i wielokrotnych (spośród nich odkrył 2343); w pracy *Mikrometryczne pomiary gwiazd podwójnych* (1837) podał wyniki 13-letnich obserwacji położenia gwiazd w 2640 parach; na podstawie obserwacji współpracowników i własnych, S. zestawił katalog położenia 2874 gwiazd; 1822–28 brał udział w pomiarach długości południka $25^\circ 20'$ między Dunajem i O. Arktycznym; 1837 wyznaczył paralaksę gwiazdy α Lutni (Wega); opublikował najdokładniejsze w owym czasie, używane do pocz. XX w., tablice stałych astronomicznych.

**

Struve GUSTAW WILHELM LUDWIK **von**, ur. 1 XI 1858, Petersburg, zm. 4 XI 1920, Symferopol, syn Ottona Wilhelma, ojciec Ottona, astronom ros., pochodzenia niemieckiego; od 1894 profesor uniwersytetu w Charkowie oraz dyr. obserwatorium astr. tamże; obserwator gwiazd podwójnych — na podstawie obserwacji zakryć gwiazd przez Księżyc wyznaczył jego promień.

**

Struve HERMANN **von**, ur. 3 X 1854, Petersburg, zm. 12 VIII 1920, Neubabelsberg (obecnie część Poczdamu), syn Ottona Wilhelma, astronom ros.-niemiecki; od 1883 pracownik obserwatorium astr. w Pułkowie, od 1895 profesor i dyr. obserwatorium astr. w Królewcu, od 1904 profesor uniwersytetu w Berlinie; zał. (1913) obserwatorium astr. w Babelsbergu; zajmował się obserwacjami Saturna i jego satelitów; autor m.in. *Beobachtungen der Saturnstrabanten* (t. 1–2 1888–98).

**

Struve OTTO, ur. 12 VIII 1897, Charków, zm. 6 IV 1963, Berkeley (stan Kalifornia), syn Gustawa Wilhelma Ludwiga, astronom amer., pochodzenia ros.-niemiecki; 1921 wyemigrował z Rosji do USA; 1932–47 profesor uniw. w Chicago i dyr. Yerkes Observatory i McDonald Observatory; prace poświęcone spektroskopii gwiazd i materii międzygwiazdowej; prowadził badania rozmieszczenia gazu międzygwiazdowego w Galaktyce; wysunął nową hipotezę ewolucji gwiazd; *Stellar Evolution* (1950).

**

Struve OTTO WILHELM **von**, ur. 7 V 1819, Dorpat (ob. Tartu), zm. 14 IV 1905, Karlsruhe, syn Friedricha Georga Wilhelma, ojciec Hermana i Gustawa Wilhelma Ludwiga, astronom ros., pochodzenia niemieckiego; 1862–89 dyr. obserwatorium astr. w Pułkowie; od 1852 czł. Petersburskiej Akad. Nauk; 1841 wyznaczył na nowo stałe precesji; autor prac o Saturnie i jego pierścieniach; wyznaczył masę Neptuna; oprac. katalog ok. 500 nowo odkrytych gwiazd podwójnych.

**

Strzała, *Sagitta*, astr. mały gwiazdozbiór nieba północnego;

Umiejscowienie na niebie: gwiazdozbiór nieba północnego
Obszar gwiazdozbioru (w stopniach kwadratowych): 80

w Polsce widoczny latem i jesienią; nie zawiera jasnych gwiazd.

**

Strzelec, ♏, znak Zodiaku; ob. w wyniku precesji osi ziemskiej początek znaku S. znajduje się w gwiazdozbiórze Wagi.

**

Strzelec, łac. *Sagittarius*, rozległy gwiazdozbiór nieba pd.;

Umiejscowienie na niebie: gwiazdozbiór nieba południowego
Obszar gwiazdozbioru (w stopniach kwadratowych): 867
Główne gwiazdy: Nunki, Kaus Australis

należy do gwiazdozbiorów zodiakalnych; w Polsce widoczny latem, nisko nad horyzontem; najjaśniejsza gwiazda — Kaus Australis; w S. leży jądro Galaktyki i jedno z jej ramion spiralnych; zawiera liczne gromady gwiazd, kuliste i otwarte, oraz świecące mgławice (Omega, Laguna, Trifid i in.).

**

Sufi, As- ABD AR-RAHMAN **As-Sūfī ‘Abd ar-Rahmān, Azophi**, ur. 903, zm. 986, perski astronom; dzieło *Kitab al’Kawatib al-Thabit al-Musawwar’* (ok. 964) zawiera katalog 1018 gwiazd z wyznaczonymi przez Al-S. ich pozycjami, wielkością i jasnością; tłumacz greckich nazw obiektów astronomicznych na arabski.

**

Suisei, japoński próbnik kosm. (pierwotna nazwa — Planeta A) wystrzelony 18 VIII 1985 ku komete Halleya; prowadził obserwacje ultrafioletowego świecenia wodorowego halo kometarnego oraz wykonał pomiary oddziaływania jonów

kometarnych z wiatrem słonecznym; 8 III 1986 minął kometę w odległości ok. 150 tys. km.

**

supergranulacja, *astr.* widoczna na powierzchni Słońca struktura odzwierciedlająca przepływ materii w dużych komórkach konwektywnych — supergranulach; jest to największa spośród obserwowanych bezpośrednio skal ruchów konwektywnych w otocze; średnie rozmiary supergranul wynoszą ok. 30 tys. km; materia wypływa z centrum komórki z prędkością ok. 50 m/s, rozplywa się na boki z prędkością ok. 300–500 m/s i spływa w dół (do granicy z komórką sąsiednią) z prędkością ok. 100 m/s; przepływ materii w supergranulach obserwowany jest gł. w chromosferze; o obecności s. świadczy także — pośrednio — jasna sieć fotosferyczna i chromosferyczna.

**

supergromada, *astr.* układ grup i gromad galaktyk, charakteryzujący się kilkakrotnie większą średnią koncentracją galaktyk w porównaniu z otoczeniem; wyodrębniono kilkanaście supergromad; supergromadom towarzyszą tzw. pustki — obszary, w których nie obserwuje się galaktyk.

**

Supergromada Lokalna, Supergromada Virgo, *astr.* supergromada, o rozmiarach 30 Mpc, do której należy m.in. Lokalna Grupa Galaktyk (w jej skład wchodzi nasza Galaktyka); na niebie położona w gwiazdozbiornie Panny.

**

Supergromady galaktyk

Gromady galaktyk mają tendencję do skupiania się w supergromady o rozmiarach sięgających od kilkudziesięciu do stu megaparseków. W centrum **Supergromady Lokalnej**, na peryferiach której, w odległości około 15 Mpc położony jest Układ Lokalny, znajdują się trzy gromady galaktyk w Pannie. Supergromady są dość luźnymi zbiorami gromad galaktyk — zawierają od 2 do 15 gromad, nie wykazują symetrii, lecz wyraźne wydłużenie.

Magdalena Kozuchowska

**

supernowa, gwiazda zmienna, wybuchowa, której jasność w ciągu kilku dni zwiększa się od kilkuset tysięcy do kilku mln razy (o ok. 17–20 wielkości gwiazdowych). Są to prawdopodobnie zaawansowane ewolucyjnie masywne gwiazdy przekształcające się w gwiazdy neutronowe; w Galaktyce zaobserwowano dotąd 7 supernowych — w 185, 393, 1006, 1054, 1181, 1572, 1604; do czasów współczesnych zaobserwowano kilka tysięcy supernowych; najlepiej jest zbadana supernowa zaobserwowana 1987 w Wielkim Obłoku Magellana.

**

Surja [sansk. *sūrya* 'słońce'], bóg, personifikacja Słońca; rozprasza ciemności, pobudza ludzi do spełniania powinności; przemierza niebiosy rydwanem ciągniętym przez siedmiogłowego wierzchowca.

**

Surveyor [sɚˈweɪə] , seria 7 amer. próbników księżycowych wyniesionych 1966–68 w przestrzeń kosm.; 5 spośród nich (S.1, S.3, S.5, S.6, S.7) zrealizowało łagodne lądowanie na powierzchni Księżyca; ich zadaniem było fotografowanie jego powierzchni, prowadzenie badań właściwości mech. oraz składu chem. gruntu księżycowego, dokonanie pomiarów warunków termicznych na Księżycu, a także prowadzenie badań związanych z przygotowaniem lotów załogowych na Księżyc w ramach programu Apollo.

**

Swaróg, *mit. słow.* zapewne bóg słońca; wg *Powieści dorocznej* z 1114 odpowiednik gr. boga ognia, Hefajstosa; jego synem był Dadźbog porównywany z gr. Heliosem.

**

Swifta–Tuttle’a kometa [k. s^uifta tatla], kometa o numerze katalogowym 109P; odkryta 1862 (niezależnie przez L. Swifta i H.P. Tuttle’a); obiega Słońce ruchem wstecznym po orbicie eliptycznej w okresie ok. 130 lat; jest obiektem macierzystym strumienia meteoroidów obserwowanych jako rój meteorów Perseidy.

**

Swings [s^uɪŋz] POL, ur. 1906, zm. 1983, astronom belgijski; profesor uniw. w Liège i Chicago; prezes Międzynar. Unii Astr.; prace ze spektroskopii astronomicznej.

**

syderolity [gr.], meteoryty żelazno-kamiennie, o składzie i budowie pośrednich między aerolitami i syderytami; składają się z żelaza niklonośnego oraz minerałów krzemianowych (oliwinu i piroksenu); pochodzą z planetoid stopionych i rozwarstwionych na jądro, płaszcz i skorupę; należą do najrzadziej spadających meteorytów.

**

syderyty [gr. *sídēros* ‘żelazo’], meteoryty żelazne składające się gł. z krystalicznego żelaza niklonośnego, gł. kamacytu (4–7,5% Ni) i taenitu (15–60% Ni); podrzędnie zawierają oliwin, grafit oraz troilit (FeS), cohenit (Fe₃C) i in. rzadkie minerały; płytki i blaszki tych składników są ułożone zgodnie ze ścianami ośmiościanu (oktaedryt), sześcianu (heksaedryt) lub rozmieszczone beładnie (ataksyt).

**

Sylur. Kontynenty, oceany i klimat

W rozmieszczeniu kontynentów i oceanów zaszły w sylurze zasadnicze zmiany w porównaniu z ordowikiem. W trakcie okresu trwały znaczne przemieszczenia kontynentów. Nastąpiło zbliżenie się do siebie niektórych z nich, aż do ich kolizji, skutkiem których było powstanie łańcuchów górskich.

Na początku syluru Baltica i Laurencja były jeszcze rozdzielone oceanem Japetus. Postępująca likwidacja tego oceanu spowodowała w końcu kolizję obu kontynentów, w wyniku której powstały łańcuchy kaledonidów Europy Północnej, Ameryki Północnej, Grenlandii i Spitsbergenu. Wschodnia Europa (Baltica) wraz z Ameryką Północną i Grenlandią (Laurencja) utworzyły po tym wydarzeniu jeden łąd, Euroamerykę.

W wyniku kolizji mniejszych płyt: syberyjskiej, mongolskiej i dzungarskiej powiększył się kontynent syberyjski i utworzyły się kaledońskie pasma dzisiejszej środkowej Azji. W wyniku zbliżania się tego kontynentu i kontynentu kazaskiego do Baltiki Ocean Uralski stopniowo zwężał się.

W południowo-wschodniej części kontynentu australijskiego powstało z końcem syluru pasmo fałdowe.

Między Gondwaną a kontynentami półkuli północnej rozciągał się ocean Paleotetyda. Wskutek ruchu Gondwany południowo-zachodnia Afryka znalazła się na biegunie południowym. Tam też powstawały lodowce kontynentalne. Pozostałe kontynenty (lub ich części) znajdowały się w strefie równikowej bądź zwrotnikowej, dlatego w wielu płytkich i ciepłych zbiornikach epikontynentalnych mogły rozwijać się rafy (znane na przykład z wyspy Gotlandii), a na łądach tworzyły się skały o barwie czerwonej świadczące o gorącym klimacie.

Włodzimierz Mizerski

**

Sylur. Orogeneza kaledońska

Strefy występowania kaledonidów na kuli ziemskiej wiążą się ściśle z dawnymi strefami likwidacji skorupy oceanicznej, znajdującymi się między blokami kontynentalnymi, lub są wynikiem subdukcji skorupy oceanicznej na granicy z blokami skorupy kontynentalnej. Procesy te zachodziły w ciągu całego starszego paleozoiku, lecz z różną prędkością. Okresom przyspieszonego tempa tych zjawisk odpowiadają poszczególne fazy orogenezy kaledońskiej.

Powstanie łańcuchów kaledońskich Europy i Ameryki Północnej oraz Spitsbergenu i Grenlandii związane jest z likwidacją oceanu Japetus. W wyniku stopniowego zwężania się oceanu i związanego z tym procesu subdukcji następowało fałdowanie zgromadzonych w nim osadów, a w końcu ich wyciśnięcie i nasunięcie na kontynent europejski (Baltikę) z jednej strony i północnoamerykańsko-grenlandzki (Laurencję) — z drugiej. Towarzyszył temu silny magmatyzm i metamorfizm.

Procesy orogeniczne w południowo-wschodniej odnodze oceanu Japetus były znacznie słabsze: nastąpiło sfałdowanie osadów bez metamorfizmu, a magmatyzm był znacznie słabszy.

Jedną z najważniejszych faz tektonicznych w czasie orogenezy kaledońskiej była faza takońska w środkowym ordowiku, podnoszona w Ameryce do rangi orogenezy. Niektórzy naukowcy sądzą nawet (między innymi na podstawie danych paleomagnetycznych), że przedłużenie struktur takońskich Ameryki Północnej znajduje się w Ameryce Południowej. Orogen takoński ciągnąłby się w takiej interpretacji od Spitsbergenu, przez Skandynawię i wschodnią Grenlandię, kontynuowałby się w obrębie Appalachów i sięgał po południowy skraj Ameryki Południowej.

Odbiciem orogenicznych ruchów kaledońskich były słabe deformacje fałdowe w niektórych częściach europejskiego segmentu Paleotetydy, wskutek czego osady dewońskie leżą niezgodnie na starszym paleozoiku (np. w Reńskich Górach Łupkowych).

Orogeneza kaledońska spowodowała powstanie Euroameryki — dużego superkontynentu obejmującego Amerykę Północną z Grenlandią oraz wschodnią i

północną Europę, na obszarze którego wznosiły się potężne łańcuchy górskie. Przylegały do nich rozległe niziny, na które znoszony był materiał pochodzący z erozji łańcuchów górskich.

Główna faza orogenezy kaledońskiej w Polsce (faza ardeńska) zaznaczyła się w końcu syluru, lecz w różnych obszarach przebiegała w sposób zróżnicowany. Ruchy fałdowe i wypiętrzające (orogeniczne) nastąpiły na obszarze Pomorza, południowej części Gór Świętokrzyskich, w zachodniej części antyklinorium dolnego Sanu, w podłożu niecki miechowskiej, na Górnym Śląsku i we wschodniej części bloku sudeckiego. W południowej części obszaru świętokrzyskiego (blok kielecki) ruchom tym towarzyszył słaby magmatyzm — powstały wówczas sille diabazów. W regionie łysogórsko-radomskim ruchy tektoniczne spowodowały tylko spłylenie zbiornika morskiego. Na platformie wschodnioeuropejskiej z końcem syluru nastąpiły ruchy wypiętrzające; na Lubelszczyźnie spowodowały one spłylenie zbiornika morskiego, na pozostałym zaś obszarze — regresję. Na obszarze zachodniej i środkowej części bloku sudeckiego brak jest oznak działalności ruchów kaledońskich, a w Górach Kaczawskich przejście syluru w dewon następuje w obrębie osadów oceanicznych.

Ruchy młodokaledońskie spowodowały, iż znaczna część obszaru Polski stała się lądem, a sedymentacja morska została ograniczona tylko do niektórych rejonów. Podobny mechanizm powstawania łańcuchów kaledońskich miał miejsce na obszarze dzisiejszej środkowej Azji, gdzie struktury kaledońskie występują w Tien-Szanie, Sajanach i w Ałtaju. Struktury te powstały w wyniku likwidacji oceanicznych zbiorników rozciągających się między kontynentami: syberyjskim, mongolskim, dżungarskim.

Odmienne procesy zachodziły w obrębie dzisiejszej wschodniej Australii. Na obszarze tym już od prekambriu górnego znajdowała się strefa kontaktu płyty Paleopacyfiku o skorupie oceanicznej z wielką kontynentalną płytą Gondwany. W strefie tej spiętrzało się pasmo fałdowe (podobnie do dzisiejszych Andów powstałych na kontakcie oceanicznej płyty Pacyfiku i kontynentalnej płyty Ameryki Południowej), a w czasie starszego paleozoiku następowała migracja strefy subdukcji ku wschodowi. Wskutek tego w kierunku wschodnim wiek struktur fałdowych staje się coraz młodszy, co charakterystyczne jest również i dla młodszego paleozoiku.

Pasma górskie utworzone w orogenezie kaledońskiej zostały później w większości zrównane przez wietrzenie i erozję oraz przykryte osadami młodszymi. Częściowo zostały wbudowane w orogen waryscyjski (np. w Appalachach, Wielkich Górach Wododziałowych) a swoją dzisiejszą morfologię zawdzięczają trzeciorzędowym ruchom wypiętrzającym (np. Alpy Australijskie).

Włodzimierz Mizerski

**

symulator kosmiczny, urządzenie do treningu astronautów, imitujące warunki lotu kosmicznego; symulatory kosmiczne umożliwiają zapoznanie kosmonautów z budową i funkcjonowaniem statku kosmicznego, skafandrów i opanowanie procedur m.in. startu i wyjścia na orbitę, korekty orbity, manewrów zbliżania i dokowania, lądowania, a także procedur awaryjnych; statyczne — naziemne oraz dynamiczne, umieszczane np. w wirówkach przeciążeniowych, w basenach z zatopionymi modelami statków kosmicznych naturalnej wielkości.

**

Syriusz, Psia Gwiazda, Canicula, α *Canis Majoris*, najjaśniejsza gwiazda na nocnym niebie;

Oznaczenie: α Canis Majoris

Rodzaj obiektu: gwiazda podwójna (o okresie 50 lat)

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; [Wielki Pies](#)

Współrzędne i odległość od Ziemi: Syriusz A rektascensja: $6^{\text{h}} 45^{\text{m}} 09^{\text{s}}$
deklinacja: $-16^{\circ} 43' 8,6$ l.św. = 3 pc = 543 864 AU, Syriusz B rektascensja: $6^{\text{h}} 45^{\text{m}} 09^{\text{s}}$
deklinacja: $-16^{\circ} 43' 8,6$ l.św. = 3 pc = 543 864 AU

Typ widmowy i klasa jasności: A1V (Syriusz A), A2VII (Syriusz B)

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej:
 $+1,40^{\text{m}}$ (Syriusz A), $+11,5^{\text{m}}$ (Syriusz B)

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: $-1,46^{\text{m}}$ (Syriusz A), $+8,65^{\text{m}}$ (Syriusz B)

Temperatura efektywna: temperatura składników układu lub gwiazdy pojedynczej: Syriusz A — 10000 K

jest gwiazdą podwójną, której słaby składnik (87), odkryty 1862 przez A.G. Clarka był pierwszym znanym białym karłem.

**

Syriusz, *mit.* gr. pies Oriona wraz z nim przeniesiony między gwiazdy.

**

syzygia [łac. < gr.], *astr.* wspólna nazwa nowiu i pełni w odniesieniu do Księżyca oraz koniunkcji i opozycji w odniesieniu do planet.

**

Szajn GRIGORIJ A., ur. 7 IV 1892, Odessa, zm. 4 VIII 1956, Moskwa, astronom ros.; 1921–25 pracował w obserwatorium w Pułkowie, 1925–45 — w obserwatorium w Simeiz; 1945–52 dyr. Krymskiego Obserwatorium Astr.; od 1939 czł. Akad. Nauk. ZSRR; wyznaczył prędkości radialne ok. 800 gwiazd, obserwował widma długookresowych gwiazd zmiennych, wyznaczył zawartość izotopów węgla w atmosferach chłodnych gwiazd; zajmował się badaniami gwiazd podwójnych, planetoid, korony słonecznej.

**

szamanizm, ekstatyczny kompleks wierzeń i praktyk w obrębie systemów rel., oparty na zinstytucjonalizowanych stanach transowych osiągniętych przez przedstawicieli społeczności (szaman), których celem jest uzyskanie i podtrzymywanie kontaktów z niewidzialnym światem duchów. Gł. elementami szamanizmu są: 1) w kulcie — centralna rola szamana (stąd nazwa wierzeń); 2) podział kosmosu na 3 światy: górny (siedziba bóstw niebiańskich i duchów), średni (ziemia z ludźmi, przyrodą i zamieszkującymi ją duchami), dolny (siedziba duchów podziemnych i dusz zmarłych); 3) wiara w istnienie dusz i życie pozagrobowe; 4) wiara w różne bóstwa i duchy wpływające na wszystkie dziedziny życia człowieka; szamanizm nie stanowi jednolitego systemu rel., jako zjawisko rel. występuje w wielu lokalnych odmianach; w szerszym znaczeniu (zwł. stosowanym w religioznawstwie) szamanizm oznacza bądź odrębną formę religii (zwł. u ewolucjonistów), bądź też wierzenia wielu społeczeństw plemiennych obu Ameryk, Azji Południowo-Wschodniej, Oceanii

i Afryki, które łączy kompleks szamanistyczny, czyli specyficzna rola szamana w kulcie.

**

Szamasz [akadyjskie, 'słońce'], sumer. **Utu**, także **Babbar**, w starożytnej Mezopotamii bóg słońca; bóg prawa, sprawiedliwości i wyroczni; wyobrażany z promieniami słonecznymi u ramion; symbolami Szamasza były m.in. uskrzydłony dysk słoneczny lub piła; główne ośrodki kultu Larsa i Sippar (wyrocznia).

**

Szatałow WŁADIMIR A., ur. 8 XII 1927, Pietropawłowsk, kosmonauta rosyjski; pilot statku kosm. Sojuz 4 (1969), dca statku Sojuz 8 w grupowym locie trzech Sojuzów (1969) i statku Sojuz 10 (1971).

**

Szkłowski IOSIF S., ur. 1916, zm. 1985, astrofizyk rosyjski; profesor Państw. Instytutu Astr. im. P. Szternberga w Moskwie; prace teoret. dotyczące jonizacji korony słonecznej, radiowego promieniowania Galaktyki, pochodzenia promieniowania kosmicznego.

**

Szkłowski WIKTOR B., ur. 6 II 1893, Petersburg, zm. 5 XII 1984, Moskwa, ros. historyk i teoretyk literatury, krytyk lit. i pisarz; początkowo bliski futuryzmowi, potem jeden z twórców rosyjskiej szkoły formalnej; 1923 wystąpił w LEF-ie z teorią literatury faktu; autor prac z zakresu teorii prozy poszerzających koncepcję ros. szkoły formalnej o elementy analizy hist., m.in. *O prozie* (1959, wyd. pol. t. 1–2 1964); nauk. eseje i felietony lit., studia o pisarzach ros. (m.in. *O Majakowskim* 1940, wyd. pol. 1960, *Lew Tołstoj* 1963, wyd. pol. 1967); prace teoret. o filmie (zbiór artykułów *Za sorok let* 1965), scenariusze film., powieści hist.; pol. wybór pamiętników lit. *Ze wspomnień* (1965).

**

Szmidt OTTO J., **O. Schmidt**, ur. 30 IX 1891, Mohylew, zm. 7 IX 1956, Moskwa, sowiecki geofizyk, matematyk, astronom, badacz polarny. Badacz Arktyki; od 1920 profesor Inst. Leśnictwa w Moskwie; od 1933 czł. Akad. Nauk ZSRR; 1937 organizator oraz do 1949 dyr. Inst. Geofizyki Teoret. Akad. Nauk ZSRR; 1916 opublikował prace z teorii grup (*Abstrakcyjna teoria grup*, wyd. 2 1933); 1929–38 zorganizował liczne ekspedycje do Arktyki, 1932 kierował wyprawą na lodołamaczu Sibiriakow, który przepłynął po raz pierwszy w ciągu jednego sezonu nawigacyjnego Przejście Północno-Wschodnie; 1939 zorganizował stację „Biegun Północny 1”; był twórcą meteorytowej teorii powstania Układu Słonecznego; 1924–41 redaktor nacz. wydawnictwa Bolszaja sowietskaja encykłopedija.

**

Szpilman, planetoida pasa głównego o numerze katalogowym 9973; odkryta 1993 (E.W. Elst), nazwana na cześć pianisty i kompozytora W. Szpilmana.

**

Szternfeld, **Sternfeld**, ARY A., ur. 14 V 1905, Sieradz, zm. 5 VII 1980, Moskwa, jeden z pionierów astronautyki; pochodzenia żydowskiego, ur. w Polsce. 1924–32

studiował i pracował we Francji; 1932–33 w Polsce, napisał tu swe gł. dzieło *Initiation à la Cosmonautique*; ponownie wyjechał do Francji (prelekcje m.in. na Sorbonie); od 1935 w ZSRR (1936 przyjął obywatelstwo); pracował w Inst. Badawczym Napędu Odrzutowego, 1937 zmuszony do opuszczenia go, pracował samotnie. Sz. sformułował teorię rakiet wielostopniowych oraz ich przelotu przez atmosferę, obliczył elementy orbit wielu sztucznych satelitów Ziemi, wytyczył tory międzyplanetarnych statków kosm. i optymalizował je ze względu (m.in. na zużywaną paliwo); napisał m.in. *Wstęp do kosmonautyki* (1937), także nowele fantastyczno-naukowe.

**

Szu, w religii staroż. Egiptu personifikacja blasku słonecznego i powietrza — warunków niezbędnych do powstania i trwania życia; wg mitu z Heliopolis (IV/III tysiącl. p.n.e.) syn Atuma, stwórcy świata; wraz ze swą siostrą Tefnut (uosabiającą wilgoć) Szu personifikuje warunki niezbędne do powstania życia; utożsamiany z królem egipskim (faraonem) jest gł. postacią w *Tekstach sarkofagów*; przedstawiany jako król z piórem na głowie lub jako lew.

**

Szukalski, *astr.* planetoida pasa głównego o numerze katalogowym 12 259; odkryta 1989 (E.W. Elst), nazwana na cześć pol. rzeźbiarza Karola Alberta Szukalskiego.

**

„Ś”

Śiwa [sansk. śiva ‘życziwy’], jeden z 3 gł. bogów hinduizmu (oprócz Wisznu i bogini Dewi). Bóg reprezentujący wszystkie aspekty sacrum w całej złożoności i skrajności: mroczne uosobienie pierwiastka destruktywnego (zagłady, śmierci, choroby), a zarazem personifikacja pierwiastka kreatywnego i energii witalnej; boski asceta praktykujący najsurowsze umartwienia i patron orgiastycznych kultów płodności; groźny „porywacz” życia oraz dobrotliwy opiekun, lekarz ludzi i zwierząt; niszczyciel wszechświata i jego stwórca; ekstatyczny taniec (*tandawa*), któremu się oddaje jako Nataradża [‘król tancerzy’], symbolizuje wszystkie najważniejsze momenty istnienia kosmosu. Siedziba Śiwy znajduje się na górze Kajlas (w Himalajach), jego wierzchowcem jest byk Nandi(n), małżonką — bogini Parwati, jedna z manifestacji Dewi; synami boskiej pary są Ganeśa i bóg wojny Skanda (zw. też Kumara lub Karttikeja); najważniejszy atrybut — trójząb.

**

Ślimak, *astr.* jedna z największych mgławic planetarnych wokół gorącej gwiazdy, położona w gwiazdozbiornie Wodnika.

**

śmierć ciepła Wszechświata, hipotetyczny końcowy stan, do którego miałyby dojść ewoluujący Wszechświat; nastąpi wskutek dysypacji energii zachodzącej w wyniku procesów nieodwracalnych we Wszechświecie; w stanie tym entropia Wszechświata osiągnęłaby wartość maks., temp. wyrównałaby się, w przyrodzie nie zachodziłyby żadne procesy, nastąpiłby bezruch i spoczynek.

**

Śniadecki JAN CHRZCICIEL WŁADYSŁAW, ur. 29 VIII 1756, Żnin, zm. 9 XI 1830, Jaszuny k. Wilna, brat Jędrzeja, astronom, matematyk i filozof. Wybitny uczony polskiego oświecenia; profesor krakowskiej Szkoły Głównej, organizator i dyrektor (1792–1803) obserwatorium astronomicznego w Krakowie; 1806–25 profesor, 1807–15 rektor uniwersytetu w Wilnie, dyrektor wileńskiego obserwatorium astronomicznego; działacz Komisji Edukacji Narodowej; od 1801 członek Towarzystwa Przyjaciół Nauk, 1808 członek Petersburskiej Akademii Nauk; popularyzator nauki i organizator życia naukowego w Polsce; odkrył, niezależnie od H.W. Olbersa, planetoidę Pallas; był pionierem rachunku prawdopodobieństwa w Polsce, a także twórcą polskiej terminologii matematycznej i astronomicznej; w poglądach filozoficznych i literackich przeciwnik romantyzmu (m.in. *O pismach klasycznych i romantycznych*, „Dziennik Wileński” 1819), krytyk idealizmu i myślenia scholastycznego, był zwolennikiem metod empirycznych w nauce, zwłaszcza metody indukcyjnego dochodzenia do prawdy; postulował uniezależnienie nauki i moralności od religii; *Filozofia umysłu ludzkiego* (1821).

**

światło, promieniowanie optyczne, fiz. promieniowanie elektromagnetyczne o fali długości od ok. 380 nm (fiolet) do ok. 760 nm (czerwień), wykrywane przez oko ludzkie (wzrok); przez światło rozumie się zwykle, oprócz promieniowania widzialnego, również promieniowanie podczerwone i promieniowanie nadfioletowe, które mają zbliżone właściwości i także są badane metodami optycznymi. W oddziaływaniu światła z materią uwidaczniają się jego właściwości falowe i korpuskularne (dualizm korpuskularno-falowy); właściwości falowe światła ujawniają się w takich zjawiskach, jak odbicie fal, dyfrakcja (dyfrakcja fal), interferencja (interferencja fal, interferencja światła), polaryzacja (polaryzacja światła); właściwości korpuskularne zaś np. w absorpcji światła doprowadzającej do luminescencji, zjawiska fotoelektrycznego i jonizacji, oraz w ciśnieniu wywieranym przez światło (ciśnienie promieniowania). W próżni światło rozchodzi się z prędkością $c = 299\,792\,458$ m/s, w innych ośrodkach z prędkością mniejszą, równą ilorazowi c i współczynnika załamania ośrodka. Najsilniejszymi źródłami światła docierającego do Ziemi są gwiazdy, przy tym największe natężenie ma promieniowanie pochodzące od Słońca; źródłami światła są również inne ciała wysyłające światło w wyniku np. wzbudzenia termicznego (np. żarówka), elektrycznego (lampa wyładowcza), absorpcji promieniowania (lampa fluorescencyjna), reakcji chemicznej (np. niektóre organizmy żywe). Światło zawierające wszystkie długości fali w proporcjach takich, jak w promieniowaniu słonecznym daje wrażenie światła białego; światło to można rozszczepić na składowe o określonej długości fali, otrzymując widmo ciągłe. Rozkład natężeń w widmie, a więc i barwa emitowanego światła, zależy od rodzaju źródła światła, a w wypadku źródła termicznego — od jego temperatury: w niższych temperaturach przeważa czerwień, w wyższych — błękit, fiolet (prawo promieniowania Wiena, ciało doskonale czarne).

**

światło zodiakalne, słaba poświata dostrzegana nad horyzontem na zachodniej stronie nieba — po zachodzie Słońca, i na wschodniej stronie — przed wschodem Słońca; jasność powierzchniowa światła zodiakalnego maleje wraz z odległością kątową od Słońca; światło zodiakalne jest wywoływane rozpraszaniem światła słonecznego na cząstkach pyłu materii międzyplanetarnej. **Przeciwbłask**, obszar

światła zodiakalnego w punkcie ekliptyki przeciwległym Słońcu, o jasności powierzchniowej większej niż w sąsiednich obszarach.

**

Światłosiła

Zawsze, gdy jest mowa o światłosile lunety, teleskopu czy aparatu, tak naprawdę dotyczy to światłosiły soczewki obiektywu lub światłosiły lustra teleskopu. Nazwą tą określa się stosunek średnicy obiektywu lub lustra do długości ogniskowej. Średnica decyduje o ilości zebranego światła, zaś długość ogniskowej o wielkości (powierzchni) wytworzonego obrazu. Tak więc większa światłosiła to większa ilość światła padająca na jednostkę powierzchni wytworzonego obrazu. Duża światłosiła jest więc przydatna wtedy, gdy chcemy oglądać, badać i fotografować obiekty o dużej rozciągłości i małej jasności powierzchniowej, np. galaktyki, mgławice, komety, gromady kuliste, przedmioty nocą. Ponieważ rozmiary gwiazd są praktycznie zerowe, światłosiła nie ma wpływu na jasność najślabszych widocznych gwiazd. O tym decyduje wyłącznie średnica obiektywu.

Sposób zapisu światłosiły bywa różny i może być mylący. Na obiektywach aparatów fotograficznych widać szereg liczb — 22, 16, 8, itd. Ustawienie pierścienia na 22 spowoduje, że średnica aktywnej części soczewki będzie 22 razy mniejsza niż ogniskowa obiektywu. Przy opisie różnych zdjęć, w tym zdjęć nieba, spotkać można zapis „obiektyw f/4”. Oznacza to, że średnica takiego obiektywu jest czterokrotnie mniejsza niż ogniskowa.

Andrzej Branicki

**

świt, oświetlenie sklepienia nieba (a tym samym i powierzchni Ziemi) przed wschodem Słońca przez światło rozproszone w atmosferze ziemskiej; także pora doby, w której utrzymuje się to oświetlenie.

**

„T”

Talassa, *astr.* księżyc Neptuna, drugi licząc wg rosnącej odległości od planety.

**

Tales z Miletu, Thalēs, ur. ok. 620, zm. ok. 540 r. p.n.e., grecki filozof i matematyk; prawdopodobnie pierwszy uczony i filozof europejski; jeden z twórców jońskiej filozofii przyrody; uznając wodę za początek wszystkiego, zainicjował filozoficzne poszukiwanie pierwszej zasady, z której powstała wszelka natura (gr. *phýsis*); podczas licznych podróży handlowych zapoznał się z osiągnięciami matematyki i astronomii Egiptu, Fenicji i Babilonii. Przypisuje się mu podanie tzw. twierdzenia Talesa, a także przewidzenie zaćmienia Słońca na 585 r. p.n.e., zmierzenie wysokości piramid za pomocą cienia (na podstawie podobieństwa trójkątów), wykazanie, że średnica dzieli okrąg na połowy, a także — niekiedy — podanie twierdzenia o równości kątów przy podstawie trójkąta równoramiennego, twierdzenia o równości 2 trójkątów mających równe 1 bok i 2 kąty oraz odkrycie, że przy przecięciu się 2 prostych otrzymuje się równe kąty.

**

Tandżur [tybet., ‘przekład pouczenia (do słowa Buddy)'], *bsTan-gjur*, druga (oprócz *Kandżuru*) część kanonu buddyzmu tybetańskiego; zawiera, oprócz dzieł filoz. i egzegetycznych wielkich ind. mistrzów buddyjskich, także rozprawy z różnych dziedzin buddyjskich nauk pomocniczych (logika, matematyka, gramatyka, astrologia, medycyna); wyd. ksylograficzne w języku tybetańskim.

**

Tangun, boski praprzodek Koreańczyków; wg wierzeń 2333 p.n.e. zał. państwo Dżoson, a za swoją siedzibę obrał górę Asadal; był synem Hwanunga (syna Hwanina — władcy niebios) i niedźwiedzicy przemienionej w kobietę; panował przez 1500 lat, a gdy miał 1908 lat został bóstwem gór.

**

Taranis, *mit. celt.* jedno z gł. bóstw Galów; bóg burzy i piorunów; uważany również za władcę świata podziemnego; wyobrażany z wiązką spiral (piorunów) lub z tarczą słoneczną.

**

Tarantula, Mgławica Tarantula, *astr.* wielka mgławica gazowa w W. Obłoku Magellana, o średnicy ok. 1000 lat świetlnych; w jego centrum znajduje się bardzo jasny, złożony obiekt, oznaczony symbolem R136a.

**

Tarazed, γ *Aquillae*, druga pod względem jasności gwiazda w gwiazdozbiorze Orła;

Oznaczenie: γ *Aquillae*

Rodzaj obiektu: gwiazda pojedyncza

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; [Orzeł](#)

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: 19^h 46^m 15^s deklinacja: 10° 37' 46" l.św. = 141 pc = 29 090 400 AU

Typ widmowy i klasa jasności: K3II

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: -3,03^m

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: +2,72^m

Temperatura efektywna: układ: 4000 K

ma jasność widomą 2^m 72; jest olbrzymem 2600 razy jaśniejszym od Słońca; odległa od Ziemi o 460 lat świetlnych.

**

Tarcza, łac. *Scutum*, mały gwiazdozbiór nieba południowego, leżący na Drodze Mlecznej;

Umiejscowienie na niebie: gwiazdozbiór nieba południowego

Obszar gwiazdozbioru (w stopniach kwadratowych): 109

Główne gwiazdy: [Delta Scuti](#)

w Polsce widoczny latem; nie zawiera jasnych gwiazd, najjaśniejsza — α *Scuti*. Gwiazdozbiór został wyodrębniony 1683 przez J. Heweliusza i nazwany przez niego **Tarczą Sobieskiego** (nazwę tę nosił do 1928).

**

Tarski, *astr.* planetoida pasa głównego o numerze katalogowym 13672; odkryta 1997 (P.G. Comba), nazwana na cześć A. Tarskiego.

**

Tatry, *astr.* planetoida pasa gł. o numerze katalogowym 1989; odkryta 1955 przez A. Paroubka w Obserwatorium Astr. Słowackiej Akad. Nauk w tatrzańskim kotłynie u stóp Łomnicy.

**

Tauridy [gr.], *astr.* rój meteorów związanych genetycznie z kometą Enckego oraz — prawdopodobnie — z niektórymi planetoidami grupy Apolla; maksimum obfitości 10 XI.

**

Taygeta, 19 *Tauri*, gwiazda leżąca w gwiazdozbiórze Byka, wchodzi w skład gromady Plejad;

Oznaczenie: 19 Tauri

Rodzaj obiektu: gwiazda pojedyncza

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; **Byk**

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: 3^h 45^m 12^s deklinacja: 24° 28' 440 l.św. = 135 pc = 27 825 600 AU

Typ widmowy i klasa jasności: B6IV

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: - 0,99^m

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: +4,3^m

Temperatura efektywna: układ: 14000 K

zaliczana do Siedmiu Sióstr; ma jasność widomą 4^m 30; jest podolbrzymem 600 razy jaśniejszym od Słońca.

**

Taylor [tɛɪlɔːr] JOSEPH HOOTON, ur. 29 III 1941, Filadelfia (stan Pensylwania), amer. radioastronom i fizyk; 1969–81 pracownik University of Massachusetts w Amherst (od 1977 profesor), od 1980 profesor Princeton University; wspólnie z R.A. Hulse prowadzili badania pulsarów; za pomocą radioteleskopu w Arecibo (Portoryko) odkryli 1974 pierwszy pulsar podwójny PSR 1913 + 16; badanie zmian okresu orbitalnego tego pulsara pozwoliło wykryć emisję fal grawitacyjnych, co było równoznaczne z doświadczalnym potwierdzeniem teorii grawitacji Einsteina; za odkrycie podwójnego pulsara 1993 (wspólnie z Hulsem) otrzymał Nagrodę Nobla.

**

technologia materiałowa w kosmosie, dziedzina nauki i techniki zajmująca się badaniami procesów technol. i wytwarzaniem różnych materiałów w warunkach mikrogravitacji; w szerszym sensie obejmuje również badania procesów technol. i wytwarzanie materiałów w warunkach podwyższonej grawitacji w specjalnych wirówkach na Ziemi. Wykorzystuje się wpływ przyspieszenia grawitacyjnego, traktowanego jako zmienny parametr, na procesy technol. i właściwości materiałów; zakres zmienności tego parametru wynosi od 100 g — w wirówkach — do $10^{-6} g$ — na stacjach orbitalnych ($g = 9,81 \text{ m/s}^2$ — przyspieszenie ziemskie). Na przebieg wszystkich procesów technol. na Ziemi istotny wpływ ma grawitacja; w warunkach kosm. można kompensować siłę przyciągania ziemskiego siłą odśrodkową (bezwładności), związaną z ruchem orbitalnym statku kosmicznego.

Otrzymywanie materiałów w warunkach mikrogravitacji rozpoczęto już 1973 na stacjach orbitalnych Skylab i Salut. Od tego czasu prowadzono m.in. doświadczenia nad technologią otrzymywania np. kryształów półprzewodników, związków półprzewodnikowych, materiałów kompozytowych. Odrębnym działem t.m. w k. jest przetwórstwo odpadów na załogowych stacjach orbitalnych i w czasie długotrwałych lotów międzyplanetarnych.

**

Tektoniki płyt teoria

Teoria tektoniki płyt nazywana inaczej teorią kier litosfery jest współcześnie powszechnie przyjmowaną teorią geotektoniczną tłumaczącą ruchy tektoniczne, dryf kontynentów, procesy powstawania i zaniku basenów oceanicznych, procesy tworzenia się łańcuchów górskich (orogeneza), a także trzęsienia ziemi i aktywność wulkaniczną, jako efekt ruchu płyt litosfery, ich kolizji i rozpadu. Podstaw fizycznych dla teorii tektoniki płyt dostarcza teoria prądów konwekcyjnych w płaszczu Ziemi.

Podstawowe założenia

Teoria tektoniki płyt oparta jest na trzech podstawowych założeniach:

- (a) litosfera Ziemi jest podzielona na poruszające się względem siebie niemal sztywne płyty (płyty litosfery),
- (b) granicami płyt są strefy rozrostu dna oceanicznego (na ogół położone na grzbietach śródoceanicznych), strefy subdukcji i uskoki transformacyjne,
- (c) rozsuwanie się płyt zachodzi w strefach rozrostu dna oceanicznego (których początkową fazą rozwojową są ryfty kontynentalne), zbliżanie — w strefach subdukcji, wzdłuż uskoków transformacyjnych zaś następuje równoległe przesuwanie się płyt względem siebie.

Animacje przedstawiają podstawowe założenia i niektóre procesy wyjaśnione dzięki tektonice płyt. Z uwagi na czytelność nie zachowano właściwych proporcji na rysunkach. W szczególności głębokość oceanu jest ok. 10–20 razy większa niż w rzeczywistości.

Granice płyt

Chociaż granice głównych płyt litosfery zostały wyznaczone różnymi metodami, wspólna dla nich jest ich aktywność sejsmiczna. Granice płyt na ogół znajdują się na oceanach. Strefy rozrostu dna oceanicznego są podzielone przez uskoki transformacyjne na dosyć krótkie odcinki tworzące charakterystyczny układ schodkowy. Rowy oceaniczne, wzdłuż których biegną strefy subdukcji, mają zwykle

kształt lekko wygiętych łuków. Wielkość płyt jest bardzo różna. Największa z nich, płyta pacyficzna, ma powierzchnię 35 razy większą od niewielkiej płyty Wyspy Kokosowej. Bardzo różny jest też procent powierzchni płyty zajęty przez kontynenty. Większą część powierzchni płyty euroazjatyckiej stanowi kontynent, zaś płyta pacyficzna obejmuje prawie wyłącznie dno oceaniczne. Brak wyraźnych regularności w podziale litosfery Ziemi świadczy o skomplikowanej naturze czynników odpowiedzialnych za powstanie i ruch płyt. W obszarach o bardziej skomplikowanej budowie tektonicznej wyszczególnia się wiele płyt często znacznie mniejszych od płyty Wyspy Kokosowej, tzw. mikroplt (np. płyta Juan de Fuca u zachodnich wybrzeży Ameryki Północnej). Liczba wymienianych w literaturze płyt i mikroplt sięga kilkudziesięciu.

Ruch płyt

Ruch płyt litosfery spowodowany jest konwekcją cieplną w płaszczu Ziemi. Płyty mogą być biernie poruszane przez prądy konwekcyjne lub same stanowić część strumienia konwekcyjnego (w przypadku płyt ulegających subdukcji). Do obliczania prędkości ruchu płyt wykorzystuje się na ogół badania paleomagnetyzmu dna oceanicznego (Pole magnetyczne Ziemi. Inwersje pola). W ciągu ostatnich lat do pomiaru prędkości płyt użyto metod geodezyjnych, m.in. interferometrii o bardzo długiej bazie (VLBI). Pomiaru pozwalają określić prędkość płyt względem siebie. Obecnie najszybciej porusza się płyta pacyficzna względem płyty Nazca (ok. 15 cm/rok w pobliżu grzbietu Galapagos). Na ogół płyty poruszają się ze względną prędkością rzędu kilku centymetrów na rok. Ameryka Północna odsuwa się od Europy z prędkością ok. 1,5 cm/rok.

Strefy rozrostu dna oceanicznego Strefy rozrostu dna oceanicznego nazywamy także strefami *spreadingu* (ang. *spreading*); przebiegające wzdłuż tych stref granice płyt nazywamy granicami dywergentnymi, konstruktywnymi lub akrecyjnymi. Strefy te położone są na grzbietach śródoceanicznych (np. Grzbiet Śród atlantycki, Wzniesienie Wschodniopacyficzne). Gorąca materia astenosfery wznosi się w tych obszarach ku powierzchni Ziemi i ulega częściowemu (10-30%) stopieniu na głębokości ok. 30 km. Powstająca w wyniku tego procesu magma o składzie bazaltów toleitowych wylewa się na dno oceaniczne w wąskiej (ok. 1 km) strefie wulkanicznej, tworząc nową skorupę ziemską typu oceanicznego. Strefy te, nazywane strefami neowulkanicznymi, położone są na osiach grzbietów śródoceanicznych. Oprócz aktywności wulkanicznej, w strefie neowulkanicznej występuje często aktywność hydrotermalna — woda oceaniczna wnika porami i spękaniem w gorące skały dna i nagrzana do ok. 300°C wypływa unosząc także różne związki chemiczne. Związki te ulegają wytrąceniu na powierzchni dna, są też wykorzystywane przez organizmy żywe żyjące w tzw. oazach hydrotermalnych strefy neowulkanicznej.

Strefy subdukcji

Granice destruktywne płyt, gdzie jedna z płyt zagina się i pogrąża w płaszczu, znajdują się w rowach oceanicznych. Na oceanach towarzyszą im łuki wysp pochodzenia wulkanicznego. Jeżeli z rowem sąsiaduje kontynent, w jego części sąsiadującej z brzegiem oceanu występują łańcuchy górskie. W przypadku zderzenia dwóch kontynentów nad granicą płyt znajdują się młode góry (np. Himalaje). Procesowi subdukcji płyty towarzyszy silna aktywność sejsmiczna; ogniska trzęsień ziemi sięgają do głębokości 700 km (tzw. strefa Benioffa). W okolicy strefy subdukcji

często ma miejsce szereg procesów prowadzących do powstawania gór i rozrostu kontynentu.

Historię strefy subdukcji, od jej powstania do wypiętrzenia gór, przedstawia animacja. Jest to tylko przykład ewolucji strefy subdukcji. W zależności od różnych czynników jej ewolucja może przebiegać inaczej.

Plamy gorąca

Plamy gorąca są strefami o anomalnie dużym strumieniu ciepła płynącym z wnętrza Ziemi (np. Hawaje, Islandia, Yellowstone). Rozmieszczone są dosyć przypadkowo, bez wyraźnego związku z tektoniką płyt. Około 100 stref na Ziemi zaliczamy do plam gorąca. Plamy gorąca są prawdopodobnie związane z prądami konwekcyjnymi powstającymi na granicy płaszczka z jądrem Ziemi. Prądy te, docierając od spodu do poruszającej się płyty litosfery, powodują powstanie na jej powierzchni strefy wulkanicznej, przesuwałającej się w miarę ruchu płyty. Efektem tego procesu jest szereg ciągów wysp wulkanicznych na Pacyfiku (np. ciąg wysp i gór podwodnych kończący się na wyspach hawajskich). Ponieważ plamy gorąca nie poruszają się wraz z płytami litosfery, wykorzystuje się je jako punkt odniesienia przy pomiarach tzw. ruchu absolutnego tych płyt.

Historia

Teoria tektoniki płyt, ukształtowana w latach 60. XX w., inspirowana była wcześniejszą hipotezą Wegenera o dryfie kontynentów (1915), prekursorskimi pracami A. Holmesa (1929), a także odkryciem doliny ryftowej na Grzbiecie Śród atlantyckim (1957, W.M. Ewing, M. Tharp, B. Heezen); jej stworzenie porównuje się do odkryć Newtona, Darwina i Einsteina. Do powstania teorii tektoniki płyt przyczyniły się prace geologów i geofizyków: H.H. Hessa, R.S. Dietza, X. Le Pichona, W.J. Morgana, J.B. Heitzlera, J.T.A. Wilsona, J.T. Vine'a, D.H. Matthews'a i innych. Została stworzona na podstawie badań dna oceanicznego za pomocą echosondy, wierceń, a także badań sejsmicznych, paleomagnetycznych, geotermicznych i geochronologii bezwzględnej; pozwoliły one na stwierdzenie m.in. obecności podwyższonego strumienia ciepłego w rejonie ryftów, symetrycznego układu stref namagnesowania skał po obu stronach ryftu i pojawiania się coraz starszych bazaltów w miarę oddalania się od ryftów. W rejonie rozłamu Mendocino u zachodnich wybrzeży Ameryki Północnej, mającego charakter uskoku transformacyjnego, stwierdzono przesunięcie wynoszące około 1100 km. Tempo rozrostu dna oceanicznego w rejonie ryftu śród atlantyckiego oszacowano na 2 cm rocznie. Ilość law bazaltowych wylewanych w ryftach oceanicznych jest oceniana na 56 mld t rocznie. Obecnie teoria tektoniki płyt jest powszechnie przyjęta. Tylko niektórzy uczeni popierają konkurencyjne teorie geotektoniczne.

Leszek Czechowski

**

teledetekcja [gr. *tēle* 'daleko', łac. *detectio* 'wykrywać'], *telekom.* metoda pozyskiwania informacji o obiektach i zjawiskach zachodzących na Ziemi (także na innych planetach) za pomocą urządzeń nie będących w bezpośrednim (fizycznym) kontakcie z badanym obiektem; za pomocą zdalnego pomiaru przede wszystkim promieniowania elektromagnetycznego, a także fal akustycznych, pola grawitacyjnego, pola magnetycznego i promieniowania jądrowego. Pomiar przeprowadza się przy użyciu specjalnych urządzeń umieszczanych na pokładach samolotów i sztucznych satelitów. Są to głównie różnego rodzaju kamery

fotograficzne, a także radiometry, spektrometry, skanery, urządzenia radiolokacyjne, grawimetry i magnetometry. Wyniki pomiarów rejestruje się na filmach fotograficznych lub na taśmach magnetycznych, a zarejestrowane dane poddaje się zwykle dalszej obróbce, mającej na celu usunięcie wpływu czynników zakłócających oraz umożliwiającej przetworzenie danych w pożądane informacje. Rozróżnia się teledetekcję aktywną i pasywną. W pierwszym wypadku pomiar polega na odbiorze i rejestracji sygnału wyemitowanego ze specjalnie przygotowanego źródła (np. nadajnika mikrofalowego), w drugim — ogranicza się do odbioru i rejestracji sygnału ze źródła naturalnego (np. Słońca, Ziemi). Teledetekcja jest obecnie uznawana za jedno z głównych źródeł pozyskiwania informacji o obiektach, zjawiskach i procesach zachodzących na powierzchni Ziemi oraz innych ciał Układu Słonecznego.

**

teledetekcja satelitarna, dziedzina teledetekcji obejmująca pomiary przeprowadzane przy użyciu urządzeń (gł. kamer fot., radiometrów, skanerów, radiolokatorów, grawimetrów, magnetometrów) umieszczanych w sztucznych satelitach.

**

telekomunikacja satelitarna, dziedzina telekomunikacji, w której łączność jest realizowana na zasadzie retransmisji przez satelity telekomunik. sygnałów (przenoszonych przez fale radiowe) nadawanych przez stacje naziemne.

**

teleskop [gr.], urządzenie do odbioru promieniowania elektromagnetycznego (optycznego — teleskop optyczny, rentgenowski, gamma teleskopy wysokoenergetyczne, radiowego radioteleskop) ciał niebieskich, umożliwiające ogniskowanie wiązki w małym obszarze, w którym to promieniowanie może być analizowane. Zasada działania i konstrukcji teleskopu zależy od zakresu rejestrowanego promieniowania. **Teleskop optyczny** jest zbudowany z umieszczonych w tubusie: obiektywu, skupiającego docierające od obiektu światło, i okularu, powiększającego otrzymany obraz, lub umieszczonych w płaszczyźnie ogniskowej urządzeń rejestrujących wytworzony obraz. Uzyskany dzięki teleskopowi optycznemu obraz można oglądać bezpośrednio przez okular, utrwałać go na kliszy fotograficznej, albo — ostatnio znacznie częściej — za pomocą detektora CCD, można też poddawać go dalszej analizie za pomocą spektrografów i in. instrumentów optycznych.

Teleskopy optyczne dzieli się na **refraktory** (lunety), w których obiektywem jest soczewka lub zestaw soczewek, oraz **reflektory** (teleskopy zwierciadlane). Odpowiednio ukształtowane obiektywy soczewkowe, mające znaczne pole dobrego odwzorowania, są stosowane w **astrografach** do fotografowania wycinków nieba. Astrograf składa się z kamery fotograficznej (jest nią refraktor o obiektywie z 3 lub 4 soczewkami o ogniskowej do 10 m) na montażu paralaktycznym z mechanizmem zegarowym oraz lunety wizualnej, służącej do nastawiania kamery na wybrany obiekt i kontroli prowadzenia kamery w ślad za ruchem dziennym nieba. Obecnie refraktory są rzadziej używane ze względu na problemy techniczne związane z produkcją i osadzeniem soczewki, a także z powodu aberracji wywołanych przechodzeniem światła przez szkło. W reflektorach obiektyw jest wklęsłym (na ogół paraboloidalnym) zwierciadłem, kierującym odbite światło ku drugiemu, mniejszemu zwierciadłu, które

wyprowadza je poza tubus teleskopu. W zależności od potrzeb obserwacyjnych wykorzystuje się różne typy teleskopów optycznych, w odmienny sposób wyprowadzających odbite od głównego zwierciadła światło poza tubus: w **teleskopie Newtona** przed zwierciadłem głównym umieszcza się małe płaskie zwierciadło nachylone pod kątem 45° do osi optycznej, które wyprowadza odbite od głównego zwierciadła światło w stronę bocznego otworu w tubusie; w **teleskopie Cassegraina** odbite od głównego zwierciadła promienie odbijają się następnie od wypukłego hiperboloidalnego zwierciadła ku otworowi w zwierciadle głównym; **teleskop coudé** zawiera układ aż 3 dodatkowych zwierciadeł. Do niektórych zastosowań, np. fotografowania dużych obszarów nieba, gdy niezbędne jest uzyskanie ostrego obrazu o dużych rozmiarach, są stosowane również systemy mieszane, w których światło odbite od zwierciadła przechodzi przez dodatkową szklaną płytkę korygującą (kamera Schmidta, kamera Maksutowa). Ze względu na ruch Ziemi wokół osi niezbędny jest ruchomy montaż teleskopu, umożliwiający podążanie za obserwowanym obiektem. W przypadku najprostszych teleskopów optycznych stosuje się na ogół montaż azymutalny, pozwalający na obrót instrumentu wokół osi pionowej i zmianę jego nachylenia do horyzontu. Znacznie łatwiejszy w użyciu jest jednak montaż paralaktyczny, umożliwiający śledzenie ruchu nieba za pomocą obrotu wokół tylko jednej, skierowanej ku biegunowi niebieskiej osi; zmianę nachylenia wykorzystuje się tylko przy nastawianiu teleskopu na wybrany obiekt.

Główne cele stawiane przed teleskopem optycznym to zwiększenie rozdzielczości obrazu oraz jego jasności. Jasność obiektu rozciągniętego (np. komety, mgławicy) obserwowanego przez teleskop optyczny o ogniskowej f i średnicy obiektywu D jest proporcjonalna do kwadratu światłosiły A teleskopu, gdzie $A = D/f$; bardzo słabe obiekty można więc obserwować tylko dużymi teleskopami. Zdolność rozdzielczą teleskopu optycznego ogranicza falowa natura światła. Zjawiska dyfrakcyjne sprawiają, że nawet idealnie wykonany teleskop optyczny o średnicy lustra D może odróżnić 2 obiekty punktowe wysyłające światło o długości fali λ tylko wówczas, gdy ich odległość kątowna, ρ , przekracza $1,22 \lambda/D$ radianów. W praktyce większy wpływ na ograniczenie zdolności rozdzielczej teleskopów optycznych naziemnych mają ruchy atmosfery, tzw. *seeing*. Problem ten rozwiązuje się dwójako: wynosząc teleskop optyczny poza atmosferę ziemską (Teleskop Kosmiczny Hubble'a) lub stosując system optyki adaptacyjnej (np. w teleskopie Kecka). Używane w tym systemie dodatkowe giętkie lustro zmienia kształt przechodzącej przez teleskop optyczny wiązki światła w zależności od chwilowych warunków atmosferycznych. Innym, od niedawna stosowanym sposobem polepszania jakości obrazów otrzymywanych dzięki teleskopom optycznym jest zastosowanie (używanych do niedawna tylko w radioastronomii) metod interferometrycznych. Precyzyjne połączenie informacji otrzymanych za pomocą 2 lub większej liczby teleskopów optycznych, rozsuniętych na pewną odległość, pozwala na uzyskanie obrazów o rozdzielczości (choć nie jasności) zbliżonej do rozdzielczości pojedynczego teleskopu o średnicy zwierciadła równej tej odległości. Takie połączenie 4 znajdujących się na Cerro Paranal w Chile teleskopów, tzw. Very Large Telescope (VLT), planuje zastosować w ciągu najbliższych lat Europejskie Obserwatorium Południowe.

Ze względu na koszt i precyzję niezbędną przy szlifowaniu i późniejszym utrzymywaniu stałego kształtu ciężkiego pojedynczego zwierciadła, w nowoczesnych dużych teleskopach optycznych zastępuje się je zestawami kilku lub kilkunastu

mniejszych zwierciadeł. Dodatkowo wprowadza się system optyki aktywnej — ruch wsporników, na których zamontowano zwierciadło, przeciwdziała jego odkształceniom wywołanym przede wszystkim wahaniami temperatury i zmieniającymi się naprężeniami podczas obrotów teleskopu. Największym teleskopem optycznym działającym na Ziemi jest obecnie znajdujący się w McDonald Observatory w Teksasie HET (Hobby–Eberly Telescope) o łącznej średnicy składającego się z 91 segmentów zwierciadła wynoszącej 11 m (jego udoskonalonym bliźniakiem jest oddany do użytku 10 XI 2005 w RPA przy udziale Polski SALT — Southern African Large Telescope); ze względu na specyficzny tryb pracy HET (montaż azymutalny, stały kąt nachylenia lustra do pionu) nieco większą powierzchnię zbierającą światło mają jednak znajdujące się na Hawajach bliźniacze teleskopy Kecka o średnicy zwierciadeł wynoszącej 10 m. W Polsce największym teleskopem optycznym jest kamera Schmidta o średnicy zwierciadła 90 cm w Piwnicach, należąca do Obserwatorium Astronomicznego UMK, a największym polskim teleskopem optycznym — należący do Obserwatorium Astronomicznego Uniwersytetu Warszawskiego teleskop o średnicy 130 cm, znajdujący się na terenie amerykańskiego Obserwatorium Las Campanas w Chile.

Pierwszy teleskop soczewkowy (lunetę) zbudowali na początku XVII w. optycy holenderscy Z. Jansen i H. Lippershey; ten pomysł wykorzystali 1609 do obserwacji astronomicznej niemal równocześnie T. Harriot i Galileusz, który jako pierwszy opisał 1610 swe odkrycia gór na Księżycu, największych księżyców Jowisza, a potem plam na Słońcu i faz Wenus. Pierwszy użyteczny reflektor został zbudowany 1670 przez I. Newtona, ale ideę teleskopu zwierciadlanego opisał już wcześniej N. Zucchi, M. Mersenne i D. Gregorg.

**

Teleskop, łac. *Telescopium*, gwiazdozbiór nieba południowego;

Umiejscowienie na niebie: gwiazdozbiór nieba południowego
Obszar gwiazdozbioru (w stopniach kwadratowych): 252

w Polsce niewidoczny.

**

teleskop Cassegraina, rodzaj teleskopu opt.; składa się z paraboloidalnego zwierciadła z otworem w środku i umieszczonego na jego gł. osi pomocniczego wypukłego zwierciadła hiperboloidalnego, co pozwala zmniejszyć zbieżność wiązki światła, a tym samym zwiększyć długość ogniskowej teleskopu.

**

teleskop coudé, rodzaj teleskopu opt.; zawiera dodatkowy układ zwierciadeł, dzięki czemu padająca wiązka światła jest skupiana, niezależnie od orientacji gł. osi teleskopu, w nieruchomym ognisku.

**

teleskop Hale'a, teleskop opt. o śred. zwierciadła 508 cm, znajdujący się na Mount Palomar (USA).

**

teleskop Kecka, największy teleskop opt. z optyką aktywną, oddany do użytku 1992 na Mauna Kea (Hawaje); zwierciadło o śred. 10 m jest złożone z 36 ściśle przylegających segmentów o grub. 8 cm; 2 identyczne t.K. (Keck I i Keck II) tworzą tzw. interferometr Kecka.

**

Teleskop Kosmiczny Hubble'a [t. k. habla], **Hubble Space Telescope** (HST), satelitarne obserwatorium astronomiczne skonstruowane przez NASA (przy współudziale ESA), jeden z najważniejszych instrumentów astronomicznych XX w.; wyniesiony 24 IV 1990 na orbitę okołoziemską o wysokości 610 km przez wahadłowiec Discovery. Teleskop Kosmiczny Hubble'a jest wyposażony w największe, spośród dotychczas umieszczonych na orbicie, zwierciadło o średnicy 2,4 m i zdolności rozdzielczej 0,1", sprzężone z 5 przyrządami optycznymi (2 kamery, 2 spektrografy, 1 fotometr) działającymi w zakresie światła widzialnego, promieniowania nadfioletowego i w bliskiej podczerwieni. Zasilany jest z baterii słonecznych, stabilizację i orientację trójosiową w przestrzeni zapewnia zespół żyroskopów. Dzięki wyniesieniu ponad atmosferę ziemską Teleskop Kosmiczny Hubble'a ma zdolność rozdzielczą i zakres widmowy niedostępne dla teleskopów naziemnych i dzięki temu umożliwił zidentyfikowanie obiektów wielokrotnie bardziej odległych i kilkadziesiąt razy słabszych od identyfikowanych poprzednio, w tym także w tłumionym przez atmosferę ziemską bliskim nadfiolecie i podczerwieni. Do najważniejszych osiągnięć Teleskopu Kosmicznego Hubble'a zaliczyć można obserwacje powstawania i ewolucji gwiazd, w tym początkowych i końcowych stadiów ich życia (m.in. szczegółowe obserwacje supernowych oraz mgławic planetarnych), obserwacje centrów galaktyk, w tym i naszej Galaktyki (co umożliwiło wykazanie istnienia w nich masywnych czarnych dziur), obserwacje obiektów powstałych po wystąpieniu błysków gamma (rozbłyski gamma), a także obserwacje morfologii i ewolucji bardzo odległych, a zatem powstałych w znacznie młodszym Wszechświecie, galaktyk; badania przeprowadzone za pomocą Teleskopu Kosmicznego Hubble'a umożliwiły wyznaczenie ze znacznie większą dokładnością niż poprzednio stałej Hubble'a (Hubble'a prawo), a dzięki niej wieku Wszechświata i odkrycie faktu rosnącej prędkości jego ekspansji.

Teleskop Kosmiczny Hubble'a od początku był przewidziany do regularnej konserwacji i napraw w kosmosie. Pierwsze usterki ujawniły się po umieszczeniu Teleskopu Kosmicznego Hubble'a na orbicie, m.in. niewłaściwy kształt zwierciadła głównego; XII 1993 załoga wahadłowca Endeavour przechwyciła teleskop i przywróciła mu pełną sprawność. W trakcie eksploatacji przyrządy i wyposażenie Teleskopu Kosmicznego Hubble'a były sukcesywnie wymieniane i modernizowane.

**

teleskop Maksutowa, *astr.* → [kamera Maksutowa](#).

**

teleskop meniskowy, *astr.* → [kamera Maksutowa](#).

**

teleskop Newtona, rodzaj teleskopu opt.; składa się z paraboloidalnego zwierciadła wklęsłego i niewielkiego zwierciadła płaskiego odchylającego w bok wiązkę światła,

dzięki czemu odbiornik promieniowania umieszczony w płaszczyźnie ogniskowej zwierciadła nie przesłania padającej wiązki.

**

teleskop optyczny, urządzenie do obserwacji obiektów astronomicznych w świetle widzialnym (tj. odbierających fale długości 350–1000 nm); teleskopy optyczne mogą być soczewkowe — refraktory, lub zwierciadlane — reflektory; dzięki zastosowaniu odpowiednio dużych zwierciadeł lub soczewek zwiększa się ilość światła docierającego od obserwowanego obiektu do umieszczonego w płaszczyźnie ogniskowej obiektywu teleskopu oka obserwatora lub innego odbiornika promieniowania (np. kliszy fotograficznej, detektora CCD współpracującego z komputerem, fotometru, spektrografu).

**

teleskop radiowy, *astr.* → radioteleskop.

**

teleskop rentgenowski, teleskop wysokoenergetyczny przeznaczony do odbioru promieniowania rentgenowskiego.

**

teleskop Schmidta, *astr.* → [kamera Schmidta](#).

**

Teleskopy na świecie

Największe optyczne i podczerwone teleskopy na świecie

Nazwa teleskopu	Średnica	Typ	Położenie	Właściciel	Rok uruchomienia
Bardzo Duży Teleskop (VLT, Very Large Telescope)	4 × 8,2 m	Ritchey–Chrétien	Cerro Paranal (Chile)	Europejskie Obserwatorium Południowe	1998–2001
Teleskopy Kecka (Keck 1, Keck 2)	2 × 9,82 m	Ritchey–Chrétien	Mauna Kea (Hawaje)	Uniwersytet Kalifornijski i Kalifornijski Instytut Technologii	1992–96
Wielki Teleskop Południowoafrykański (SALT, Southern African Large Telescope)	10,5 m	sferyczny	Karru (RPA)	międzynarodowe konsorcjum instytucji naukowych z RPA, Polski, Niemiec, USA,	2005

Teleskop Hobby'ego–Eberly'ego (HET, Hobby–Eberly Telescope)	9,1 m	sferyczny	Mount Fowlkes (Teksas)	Nowej Zelandii, W. Brytanii	5 uniwersytetów amerykańskich i niemieckich	1997
Subaru	8,2 m	Ritchey-Chrétien	Mauna Kea (Hawaje)	Narodowe Obserwatorium Astronomiczne Japonii		1999
Teleskop MMT (Multiple Mirror Telescope)	6,5 m	Cassegrain	Mount Hopkins (Arizona)	Smithsonian Institution i Uniwersytet Arizony		2000
Wielki Teleskop Azymutalny (BTA, Bolszoj Tieleoskop Azimutalnyj)	6,05 m	Cassegrain	góra Pastuchow (Kaukaz)	Rosyjska Akademia Nauk		1975
Teleskop Hale'a	5,08 m	Cassegrain	Mount Palomar (Kalifornia)	Kalifornijski Instytut Technologii (Caltech)		1948
Teleskop Herschela	4,2 m	Cassegrain	La Palma (Wyspy Kanaryjskie)	Grupa Teleskopów Izaaka Newtona		1987
Teleskop Victora Blanco	4,0 m	Ritchey-Chrétien	Cerro Tololo (Chile)	Interamerykańskie Obserwatorium w Cerro Tololo		1976
Teleskop Anglo-Australijski	3,89 m	Ritchey-Chrétien	Siding Spring Mountain (Australia)	Obserwatorium Anglo-Australijskie		1974

**

teleskopy wysokoenergetyczne, instrumenty służące do obserwacji obiektów astr. w zakresie promieniowania rentgenowskiego i gamma, charakteryzujące się stosunkowo wysoką kątową zdolnością rozdzielczą. Ze względu na pochłanianie promieniowania rentgenowskiego i gamma przez atmosferę Ziemi, t.w. umieszcza się na orbicie okołoziemskiej. Podobnie jak w teleskopach opt., podstawowymi parametrami t.w. są: czułość, kąтова zdolność rozdzielcza i zakres energii (długości fali) rejestrowanego promieniowania. Zjawisko odbicia promieniowania — wykorzystywane powszechnie w teleskopach opt. — zachodzi jedynie dla energii fotonów poniżej ~10 keV i kątów padania bliskich 90°. Ogranicza to konstrukcje zwierciadlanych t.w. do miękkiego zakresu rentgenowskiego i określa geom. parametry układu optycznego. W najprostszym przypadku zwierciadło — wykonane zwykle z zeroduru pokrytego cienką warstwą metalu o wysokiej liczbie atomowej (np.

złotem) — stanowi fragment paraboloidy obrotowej, odległy od wierzchołka tej paraboloidy i jej ogniska, co sprawia, że kształt powierzchni odbijającej jest zbliżony do wewn. powierzchni beczki; zwierciadło takie daje jednak obraz silnie obciążony aberracjami pozaosiowymi. Wady tej w znacznym stopniu są pozbawione konstrukcje zaproponowane 1952 przez H. Woltera, składające się z układu 2 zwierciadeł. W najczęściej stosowanym rozwiązaniu promienie, po odbiciu od powierzchni paraboloidy i hiperboloidy, zostają skupione w płaszczyźnie ogniskowej. Ponieważ powierzchnia zbierająca promieniowanie jest wielokrotnie mniejsza od powierzchni całkowitej zwierciadła, a wewnątrz niego pozostaje pusta przestrzeń, konstrukcje realizowane w praktyce składają się z wielu (od 4 do kilkudziesięciu) współosiowych i współogniskowych zwierciadeł o malejącej średnicy, umieszczonych kolejno jedno wewnątrz drugiego. Do rejestracji fotonów w ognisku układu stosuje się gazowe liczniki proporcjonalne, detektory mikrokanałowe i detektory CCD. Zasadniczym problemem do pokonania we wszelkich konstrukcjach t.w. jest wysoki poziom tła wytworzonego w detektorach przez cząstki promieniowania kosm.; w celu obniżenia poziomu tła stosuje się układy antykoincydencyjne i dyskryminatory wykorzystujące różnice przebiegów czasowych impulsów elektr., generowanych w detektorze przez fotony i cząstki naładowane. Najślabsze źródła rejestrowane przez współcz. t.w. (EINSTEIN, EXOSAT, ROSAT, XMM-Newton, Chandra) wykorzystujące optykę ogniskującą dają strumień nieznacznie powyżej $10^{-24} \text{ J}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{cm}^{-2}$. Z uwagi na niewielką energ. zdolność rozdzielczą detektorów promieniowania rentgenowskiego, do badania widm źródeł rentgenowskich stosuje się odbiciowe siatki dyfrakcyjne. Konstrukcje t.w. dla fotonów o energii powyżej $\sim 200 \text{ keV}$ opierają się na zjawisku Comptona. Energie i kierunek padania fotonu można określić za pomocą układu 2 warstw detektorów, jeżeli w wyniku rozproszenia komptonowskiego w pierwszej warstwie foton pozostawi tam część swej energii, a w drugiej — zostanie pochłonięty. Dla jednoznacznego określenia położenia na sferze niebieskiej źródła wysyłającego promieniowanie gamma jest w tym wypadku niezbędna rejestracja większej liczby fotonów. Kątowa zdolność rozdzielcza teleskopów komptonowskich jest określona przez dokładność wyznaczenia położenia rozproszenia i absorpcji fotonu oraz jego energii i sięga w najlepszym wypadku kilku minut łuku; najślabsze rejestrowane źródła mają strumień $\sim 10^{-19} \text{ J}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{cm}^{-2}$. W teleskopy komptonowskie zostały wyposażone satelity CGRO, INTEGRAL. Instrumenty rejestrujące promieniowanie w zakresie energii 10–200 keV nie odznaczają się wysoką rozdzielczością kątową i na ogół nie określa się ich jako teleskopy.

Andrzej Sołtan

**

Telesto, *astr.* księżyc Saturna, dziesiąty licząc wg rosnącej odległości od planety.

**

tellurium [fac.], model układu Słońce–Ziemia–Księżyc służący do demonstrowania zjawisk pór dnia i roku, faz Księżyca, zaćmień Słońca i Księżyca; skala rozmiarów Słońca, Ziemi i Księżyca jest przy tym zwykle różna od skali wzajemnych odległości tych obiektów.

**

telluryczne linie, linie i pasma absorpcyjne w widmie promieniowania ciał niebieskich, powstające w wyniku absorpcji przez składniki atmosfery ziemskiej.

**

temperatura efektywna, *astr.* wielkość charakteryzująca ilość energii wypromieniowanej przez jednostkową powierzchnię gwiazdy w jednostce czasu; temperaturę efektywną można wyznaczyć dokładnie tylko dla Słońca i niektórych gwiazd o znanych średnicach, dla pozostałych ocenia się ją z pomiarów fotometrycznych lub spektroskopowych.

**

Tengri, u ludów altajskich, mong. i tur. szamańskie bóstwo wyższe mające swą siedzibę w niebie w lamaizmie mong. bóstwo niższe (sansk. *dewa*, tybet. *lha*), zwłaszcza Indra (mong. *Kormusta*), stojące na czele 33 innych bóstw.

**

Teotihuacán [teoti^uakąn] , **San Juan Teotihuacán**, m. w środkowym Meksyku, w stanie Meksyk, na północny wschód od m. Meksyk, na obszarze Meksy Centralnej, na wys. 2300 m.; — 24,8 tys. mieszk. (2009); zachowane ruiny miasta prekolumbijskiego, którego początki sięgają II w. n.e., rozkwit nastąpił ok. 250 n.e. i trwał do ok. 650, ok. 750 zostało opuszczone. Wykopaliska od 1889. Teotihuacán stanowiło wielki zurbanizowany obszar, centrum kultowe i adm., gł. ośr. archeol. kultury Teotihuacán, o szerokim zasięgu wpływów kulturowych w Mezoameryce w II–VIII w. n.e. (Monte Albán, Tikal, Kaminaljuyú). Główną oś miasta stanowiła tzw. Droga Zmarłych, o dł. 1700 m; wzdłuż niej znajdują się: na północy piramida Księżycy (wys. 43 m), w kierunku południowym świątynie Tlaloca i Rolnictwa (malowidła ścienne), piramida Słońca (wys. 65 m, podstawa 220 × 225 m), tzw. Cytadela z bogato zdobioną piramidą boga Quetzalcoatl; sektory rezydencjalne z pałacami, domami i zajazdami (zespoły Tepantitla, Atetelco, Tetitla z freskami); groby, rzeźby kam. i z gliny, kam. maski, malowane naczynia ceramiczne (cylindryczne i na trójnogach z pokrywami); muzeum; zespół T. został wpisany na Listę Świat. Dziedzictwa Kult. i Przyr. UNESCO.

**

terminator, *astr.* granica między oświetloną i nie oświetloną częścią planety lub księżycy.

**

termodynamika [gr.], dział fizyki obejmujący badanie zjawisk cieplnych, zachodzących w układach makroskopowych. Ze względu na metodę ujmowania zjawisk fiz. dzieli się termodynamikę na fenomenologiczną i statystyczną. **T. fenomenologiczna** nie uwzględnia faktu, że ciała tworzące układy termodynamiczne są zbudowane z mikrocząstek (atomów, cząsteczek, jonów); opiera się na założeniu ciągłości zjawisk zachodzących we wnętrzu makroskopowych układów i opisuje układy za pomocą ich właściwości fiz., wyznaczanych metodami doświadczalnymi; jej podstawę stanowią zasady termodynamiki, które są uogólnieniem wyników bardzo dużej liczby badań nad makroskopowymi właściwościami ciał. **T. statystyczna** zajmuje się układami makroskopowymi, traktowanymi jako zbiory dużej liczby mikrocząstek (fizyka statystyczna); to podejście pozwala na wyznaczanie parametrów układów makroskopowych metodami rachunkowymi na podstawie właściwości atomów i cząsteczek tworzących układ.

W ramach termodynamiki fenomenologicznej rozróżnia się termodynamikę procesów odwracalnych i termodynamikę procesów nieodwracalnych. Pierwsza z nich, zw. też **t. klasyczną** lub **termostatyką**, zajmuje się stanami równowagi układów makroskopowych oraz procesami odwracalnymi (równowagowymi), które są teoret. modelem stanowiącym graniczny przypadek procesów rzeczywistych (termodynamiczny proces, termodynamiczny układ). T. **procesów nieodwracalnych (nierównowagowych)** jest teorią stanowiącą rozszerzenie termodynamiki klas., opisującą układy makroskopowe w stanach oddalonych od równowagi termodynamicznej; niektóre parametry charakteryzujące takie układy są często (inaczej niż w termodynamice klas.) zależne od czasu i współrzędnych przestrzennych. Odchylenie parametrów od wartości odpowiadających stanowi równowagi (tzw. bodźce lub siły termodynamiczne, np. gradient temp. lub ciśnienia, różnica potencjałów elektrochem.) są przyczyną zachodzenia w układzie nieodwracalnych procesów, takich jak dyfuzja, przepływ ładunku elektr., reakcje chem. (transportu procesy). Podstawowe zależności dla procesów nieodwracalnych formułuje zasada Onsangera.

Efekty cieplne towarzyszą prawie wszystkim procesom (mech., chem., elektr., magnet. i in.), podczas których zmienia się stan wewn. ciał. Rozróżnia się zatem termodynamikę chemiczną, termodynamikę techniczną, zjawisk magnet., atmosfery itd.

Rozwój nowoż. nauki o zjawiskach cieplnych rozpoczął się w 1. poł. XVIII w. od stworzenia termometrii, a następnie kalorymetrii. Sformułowanie I i II zasady termodynamiki (2. poł. XIX w.) dało pocz. termodynamice klas., uzupełnionej 1906 postulatem, określającym zachowanie się ciał w temp. bliskiej temp. zera bezwzględnej, zw. III zasadą termodynamiki. Prace L. Onsangera (1931) zapoczątkowały rozwój termodynamiki procesów nieodwracalnych. Pod koniec XIX w. zaczęła się rozwijać termodynamika statystyczna. Pierwsze teorie statyst. opierały się na założeniu, że dobrze znane prawa klas. mechaniki układu punktów materialnych stosują się również do cząsteczek i atomów. Z praw tych otrzymano metodami statyst. wiele wniosków, na ogół poprawnie opisujących właściwości substancji rzeczywistych. Jednak dopiero zastosowanie mechaniki kwantowej i kwantowej teorii statyst. do opisu zachowania się cząstek mikroskopowych doprowadziło do stworzenia pełnej termodynamiki statyst. gazów, ciał stałych i cieczy.

**

Tethys, księżyc Saturna; dziewiąty, licząc wg rosnącej odległości od planety; na powierzchni ogromny rów głęb. 4–5 km i szer. średnio 100 km, liczne kratery.

**

Thagard NORMAN, ur. 3 VII 1943, Marianna (s. Floryda), amer. astronauta, uczestnik 5 lotów kosmicznych (łącznie ponad 140 dni w kosmosie).

**

Thebe (Tebe), księżyc Jowisza, czwarty licząc wg rosnącej odległości od planety.

**

Thuban [arab.], α *Draconis*, gwiazda w gwiazdozbiornie Smoka,

Oznaczenie: α Draconis (przed 5 tysiącami lat gwiazda biegunowa)
Rodzaj obiektu: gwiazda podwójna (spektroskopowo podwójna; widoczny jedynie jaśniejszy składnik)
Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; **Smok**
Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: $14^{\text{h}} 04^{\text{m}} 24^{\text{s}}$ deklinacja: $64^{\circ} 22' 310$ l.św. = 95 pc = 19 604 400 AU
Typ widmowy i klasa jasności: A0III
Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: - $1,21^{\text{m}}$
Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: $+3,65^{\text{m}}$
Temperatura efektywna: temperatura składników układu lub gwiazdy pojedynczej: 10000 K

jaśniejszy składnik ma jasność widomą $3,65^{\text{m}}$ i jest olbrzymem 350 razy jaśniejszym od Słońca; odległość od Ziemi 310 lat świetlnych; 3 tys. lat p.n.e. Th. był gwiazdą biegunową, którą obecnie jest Polaris.

**

Tiamat [akad. *tamtum* ‘morze’], w babilońskim tekście kosmogonicznym *Enuma elisz* personifikacja pierwotnego chaosu, oceanu słonej wody; matka młodszej generacji bogów; zabita przez Marduka, który z jej przepołowionego ciała utworzył ziemię i sklepienie nieba.

**

tian [chiń., ‘niebioso’], jedno z najważniejszych pojęć i wyobrażeń w chińskich wierzeniach rel., mitologii i filozofii, oznaczające Niebo, najwyższe bóstwo niebiańskie, bądź najwyższą zasadę rządzącą światem; od dyn. Zhou (XII–III w. p.n.e.) utożsamiane z Shangdi, najwyższym bogiem dyn. Shang, legitymizowało władzę cesarzy, którzy oddawali mu cześć; kult T. przetrwał jako kult państw. do XX w.

**

Tierieszkowa-Nikołajewa WALENTINA W., ur. 6 III 1937, Maslennikowo (obwód jarosławski), sowiecka kosmonautka, pierwsza kobieta w kosmosie, inżynier, pułkownik lotnictwa; od 1962 w zespole astronautów; pierwsza w historii kobieta, która odbyła lot kosmiczny (16–19 VI 1963; trwający 71 godzin i 50 minut) po orbicie wokółziemskiej w statku Wostok 6.

**

Tiros [tairo^us], seria 9 amer. sztucznych satelitów meteorol. wysyłanych 1960–65.

**

Tisserand [tiserã] FRANÇOIS FÉLIX, ur. 13 I 1845, Nuits-Saint-Georges (dep. Côte-d’Or), zm. 20 X 1896, Paryż, astronom francuski; 1873–78 profesor uniw. i dyr. obserwatorium astr. w Tuluzie, 1878–92 profesor Sorbony, od 1892 dyr. obserwatorium w Paryżu; od 1878 czł. fr. Akad. Nauk; zajmował się mechaniką nieba (prace dotyczące m.in. Księżyca i perturbacji planet); autor podręcznika *Traité de mécanique céleste* t. 1–4 1889–96.

**

Titan [tairn] , seria amer. rakiet nośnych 2-, 3- i 4-stopniowych (pierwszy start 1959); pierwszy start 1959; używane do wynoszenia w przestrzeń kosm. m.in.: statków załogowych serii Gemini, próbników międzyplanetarnych Viking, Helios, Voyager oraz sztucznych satelitów Ziemi o przeznaczeniu wojskowym.

**

Titan, *astr.* największy satelita Saturna, → [Tytan](#).

**

Titania [łac.], **Tytania**, *astr.* naturalny satelita Urana; odkryty 1787 przez F.W. Herschela.

**

Titius JOHANN DANIEL, **J.D. Tietz**, ur. 2 I 1729, Konitz (ob. Chojnice), zm. 11 XII 1796, Wittenberga, pruski astronom, fizyk, biolog; 1766 sformułował prawo odległości planet od Słońca, które 1772 potwierdził J.E. Bode (reguła Titiusa–Bodego).

**

Titiusa–Bodego reguła, *astr.* odkryta 1766 przez J.D. Titiusa z Wittenbergi, a następnie rozpowszechniona przez J.E. Bodego zależność pozwalająca obliczyć w przybliżeniu (w jednostkach astr., AU) średnie odległości planet od Słońca; odnośny wzór ma postać: $a = 0,4 + 0,3 \cdot 2^n$, gdzie n przyjmuje kolejno wartości 0, 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64; Merkuremu odpowiada wartość $n = 0$, Wenus $n = 1$, Ziemi $n = 2$ itd., z wyjątkiem $n = 8$ — dopiero odkrycie między orbitami Marsa i Jowisza planetoidy Ceres wypełniło tę lukę; r.T.–B. nie spełnia Neptun; nie znaleziono teoret. wyjaśnienia dla r.T.–B.: nie wiadomo, czy odzwierciedla ona jakieś prawo przyrody, czy przypadek.

**

Titow HERMAN S., ur. 11 IX 1935, Wierchnieje Żylino (Kraj Ałtajski), zm. 20 IX 2000, Moskwa, rosyjski kosmonauta, generał lotnictwa; 6–7 VIII 1961 odbył, jako drugi w historii człowiek, lot kosmiczny po orbicie satelitarnej Ziemi, w statku Wostok 2; był to pierwszy lot całodobowy (trwał 1 dobę 1 godziną 11 minut).

**

Titow WŁADIMIR G., ur. 1 I 1947, Srietensk (ob. czytyjski), astronauta rosyjski; dowódca 2 załogowych wypraw kosmicznych: 1) 20–22 IV 1983 odbył, wraz z G. Striekałowem i A. Sieriebrowem, lot orbitalny w statku Sojuz T-8; 2) wraz z M. Manarowem i A. Lewczenką uczestniczył w locie statku Sojuz TM-4 (start XII 1987) ku stacji orbitalnej Mir, na której przebywał 364 dni; powrócił na Ziemię wraz z Manarowem i J. Chrétienem w statku Sojuz TM-6.

**

tlen, O, *oxygenium*, pierwiastek chemiczny o liczbie atomowej 8;

Symbol: O

Nazwa łacińska: Oxygenium

Liczba atomowa: 8

Pierwiastek promieniotwórczy: nie
Grupa układu okresowego pierwiastków: 16 — tlenowce
Odkrycie: 1772; J. Priestley w 1774
Odkrywca: Scheele Carl (Karl) Wilhelm

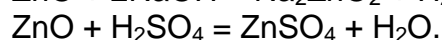
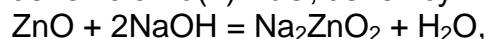
względna masa atomowa 15,9994; tlen należy do grupy tlenowców; niemetal; bezbarwny i bezwonny gaz, słabo rozpuszczalny w wodzie; temperatura krzepnięcia $-218,4^{\circ}\text{C}$, temperatura skraplania $-182,962^{\circ}\text{C}$, gęstość $1,429\text{ g/dm}^3$; skroplony stanowi niebieską ciecz; występuje w 2 odmianach alotropowych: o cząsteczkach dwuatomowych O_2 (ditlen, tlen) i o cząsteczkach trójatomowych O_3 (tritlen, ozon); tlen ma właściwości paramagnetyczne, jest silnie elektroujemny; w związkach występuje głównie na stopniu utlenienia $-II$ ($-I$ w nadtlenkach); w temperaturze pokojowej jest stosunkowo mało aktywny chemicznie; większość reakcji łączenia się tlenu z innymi pierwiastkami przebiega z dużą szybkością dopiero po ogrzaniu reagentów do odpowiedniej temperatury (utlenianie, spalanie); reaguje bezpośrednio, zwłaszcza w temperaturze podwyższonej, prawie ze wszystkimi pierwiastkami chemicznymi (tworząc tlenki lub nadtlenki), a także z wieloma substancjami organicznymi i nieorganicznymi. Tlen jest najbardziej rozpowszechnionym pierwiastkiem w środowisku przyrodniczym, jest też 3. (po wodorze i helu) najpospolitszym pierwiastkiem we Wszechświecie. Zawartość tlenu w skorupie ziemskiej wynosi 46,6% — w litosferze występuje głównie w postaci krzemianów, glinokrzemianów i tlenków, wchodzi w skład licznych minerałów skałotwórczych; w połączeniu z wodorem tworzy wodę hydrosfery; w stanie wolnym występuje w atmosferze (23,15% masowych); jest podstawowym pierwiastkiem biofilnym, niezbędnym dla większości organizmów. Jego obieg jest związany z obiegiem węgla — uczestniczą w nim rośliny, które asymilując ditlenek węgla i wodę budują związki organiczne i wydzielają wolny tlen; w przeciwnym procesie oddychania pobierany jest tlen, a wydzielany ditlenek węgla; organizmy wodne korzystają z tlenu rozpuszczonego w wodzie; część tlenu atmosferycznego jest wiązana w geologicznych procesach wietrzenia. Tlen należy do makroelementów; w organizmie występuje w postaci podstawowych dla życia związków: wody, węglowodanów, tłuszczów, białek, kwasów nukleinowych i in.

Tlen otrzymuje się na skalę przemysłową przez destylację frakcjonowaną ciekłego powietrza lub elektrolizę wodnych roztworów zasad lub soli, laboratoryjnie przez rozkład tlenków, nadtlenków lub innych związków bogatych w tlen. Ma ogromne zastosowanie w przemyśle, m.in. w hutnictwie do świeżenia metali; w przemyśle chemicznym bierze udział (jako tlen powietrza) w wielu procesach technologicznych (np. otrzymywanie kwasu azotowego, kwasu siarkowego); spalanie paliw (łączenie się z tlenem) jest źródłem energii cieplnej wykorzystywanej w wielu gałęziach przemysłu, w transporcie, do ogrzewania pomieszczeń oraz w gospodarstwie domowym; palniki acetylenowo-tlenowe i wodorowo-tlenowe służą do spawania i cięcia metali; stosowany też w lecznictwie. Tlen odkrył 1772 K.W. Scheele i, niezależnie, 1774 J. Priestley. A.L. Lavoisier wyjaśnił proces spalania jako łączenie się substancji z tlenem oraz stwierdził, że tlen stanowi składnik kwasów (stąd dawna polska nazwa — kwasoród).

**

tlenki, chem. związki tlenu z innymi pierwiastkami; znane są tlenki niemal wszystkich pierwiastków (z wyjątkiem niektórych gazów szlachetnych). tlenki **kwasowe** reagują

z zasadami, tworząc sole; do tej grupy należą przede wszystkim tlenki niemetali (np. tlenki siarki: SO₂, SO₃, azotu: N₂O₃, NO₂, N₂O₅, ditlenek węgla CO₂) oraz te tlenki wielowartościowych metali, w których metale występują na najwyższych stopniach utlenienia (np. tlenek manganu(VII) Mn₂O₇, tlenek chromu(VI) CrO₃); tlenki kwasowe, które w reakcji z wodą tworzą kwasy są zw. bezwodnikami kwasowymi. Tlenki **zasadowe** reagują z kwasami — produktami są sole; należą tu tlenki metali o najmniejszej elektroujemności — tlenki litowców i berylowców (np. tlenek sodu Na₂O, wapnia CaO), a także niektóre z tlenków metali wielowartościowych, w których metale występują na niskich stopniach utlenienia (np. tlenek manganu(II) MnO); tlenki zasadowe, które w reakcji z wodą tworzą zasady są zw. bezwodnikami zasadowymi. Tlenki **amfoteryczne** mogą reagować zarówno z zasadami, jak i z kwasami dając sole — w pierwszym wypadku metal występuje w utworzonej soli w postaci złożonego anionu, w drugim jako prosty kation (np. tlenek glinu Al₂O₃, tlenek ołowiu(II) PbO, tlenek cynku ZnO, tlenek manganu(IV) MnO₂):



Tlenki **obojętne** nie reagują ani z zasadami, ani z kwasami (np. tlenek węgla CO). Tlenki mogą być ciałami stałymi, cieczami lub gazami; powstają przez spalanie pierwiastków w tlenie lub w powietrzu, odwodnienie kwasów lub zasad, rozkład termiczny związków tlenowych (np. azotanów, węglanów); ogrzewane ulegają rozkładowi na pierwiastki; niektóre tlenki ogrzewane w tlenie lub powietrzu przyłączają tlen, przechodząc w nadtlenki. Tlenki są bardzo rozpowszechnione w przyrodzie; najpospolitszy jest tlenek wodoru H₂O (woda); stanowią też rudy wielu metali oraz wchodzą w skład licznych minerałów skałotwórczych (np. krzemiany, glinokrzemiany).

**

tlenowce, pierwiastki chemiczne stanowiące 16. grupę układu okresowego: tlen (O), siarka (S), selen (Se), tellur (Te) i polon (Po); tlen, siarka, selen i tellur są zaliczane do niemetali, polon jest metalem; w związkach występują na stopniach utlenienia: głównie –II oraz (z wyjątkiem tlenu) II, IV i VI; w przyrodzie spotykane zarówno w stanie wolnym (tlen, siarka), jak i w związkach; tlen i siarka są najbardziej rozpowszechnione i mają największe znaczenie techniczne.

**

Toliman [arab.], *astr.* najjaśniejsza gwiazda w gwiazdozbiornie Centaura, → [Rigel Centaurus](#).

**

Tombaugh CLYDE, ur. 4 II 1906, Streator (s. Illinois), zm. 17 I 1997, Las Cruces, amer. astronom, odkrywca Plutona, sześciu gromad gwiazd, dwóch komet, kilkunastu gromad galaktyk i jednej supergromady, twórca programu badań astronom. w New Mexico State University.

**

Toscanelli [toskańli] PAOLO **dal Pozzo**, ur. 1397, Florencja, zm. 10 V 1482, tamże, wł. kosmograf, astronom, matematyk, geograf, kartograf i lekarz; 1474 w jednym z listów do K. Kolumba twierdził, popierając to załączoną mapą, że najkrótsza droga

z Europy do Azji prowadzi na zachód, co miało zachęcić Kolumba do podróży do Indii przez O. Atlantycki; autentyczność listów jest kwestionowana.

**

Toutatis, planetoida z grupy Apolla o numerze katalogowym 4179; okrąży Słońce w okresie 4 lat po orbicie eliptycznej położonej niemal w tej samej płaszczyźnie co orbita Ziemi; co 4 lata zbliża się do Ziemi, np. 29 IX 2004 przeleciała w odległości ok. 1,5 mln km; odkryta 1989 (C. Pollas).

**

Townes [ta^unz] CHARLES HARD, ur. 28 VII 1915, Greenville, fizyk amerykański; 1939–47 pracownik Bell Telephone Laboratories w New Jersey, 1948–61 profesor Columbia University w Nowym Jorku, 1961–66 — Massachusetts Institute of Technology w Cambridge, od 1967 University of California w Berkeley; od 1970 czł. Nar. Akad. Nauk w Waszyngtonie; prowadził prace gł. w zakresie spektroskopii mikrofalowej, elektroniki kwantowej (której jest jednym z twórców), laserów i maserów oraz ich zastosowań, a także optyki nieliniowej, astronomii w podczerwieni i radioastronomii; 1953 skonstruował (niezależnie od N. Basowa i A. Prochorowa) pierwszy maser — amoniakalny, a następnie maser krystal.; 1958 wspólnie z A.L. Schawlowem podał teorię pracy lasera; 1964 za prace w zakresie elektroniki kwantowej i zbudowanie masera otrzymał Nagrodę Nobla (niezależnie od Basowa i Prochorowa); 2005 za usuwanie podziałów pomiędzy nauką i religią otrzymał Nagrodę Templetona.

**

Transpluton, hipotetyczna planeta Układu Słonecznego na orbicie położonej poza orbitą Plutona.

**

Trapez, *astr.* układ większej liczby gwiazd położonych wewnątrz Wielkiej Mgławicy w Orionie.

**

Trias. Kontynenty, oceany i klimat

W rozkładzie bloków kontynentalnych i oceanów nie nastąpiły w triasie znaczne zmiany w porównaniu z permem. Pangea składała się z dwóch części: Laurazji, obejmującej Amerykę Północną, Europę i Syberię, oraz Gondwany, w której skład wchodziły kontynenty półkuli południowej wraz z Dekanem i innymi blokami wkomponowanymi dzisiaj w południową Azję. Między nimi znajdował się klinowato wdzierający się w Pangeę Ocean Tetydy. Gondwana usunęła się z obszaru bieguna, co spowodowało zanik lądolodów.

W triasie zaznaczyło się początkowe stadium rozpadu Pangei. Wewnątrz kontynentu tworzyły się ryfty kontynentalne, które stopniowo przekształcały się w ryfty oceaniczne, zapoczątkowujące ekspansję dna oceanicznego oraz oddalanie się od siebie fragmentów Pangei; dały one początek nowym oceanom Ziemi. Od północnej części lądu Gondwany zaczęły odrywać się bloki skorupy kontynentalnej, które następnie rozpoczęły ruch ku północy poprzez Ocean Tetydy. Zapoczątkowany też został proces stopniowego odrywania się Ameryki Północnej od Afryki.

Klimat okresu triasowego był zasadniczo ciepły, czemu sprzyjało istnienie jednego wielkiego bloku lądowego, rozciągającego się niemal od jednego bieguna do drugiego, Nawet w obszarach podbiegunowych musiało być cieplej niż obecnie, gdyż nie wytworzyły się czapy lodolodów.

Powszechne są osady świadczące o ciepłym, wilgotnym lub suchym klimacie. Liczne są węgle występujące na wszystkich kontynentach, ewaporaty, terra rossa (powstała w wyniku wietrzenia chemicznego na lądzie), piaskowce powstałe w środowisku pustynnym, a także rafy tworzące się w płytkich morzach.

Włodzimierz Mizerski

**

triquetrum, dawny, przedteleskopowy przyrząd astr. do pomiarów wysokości ciał niebieskich.

**

Triton [gr.], *astr.* → Tryton.

**

trojańczycy, Trojańczycy, *astr.* wspólna nazwa planetoid obiegających Słońce po torach prawie takich samych jak Jowisz i grupujących się przed lub za tą planetą w pobliżu tzw. punktów Lagrange'a, znajdujących się na orbicie Jowisza i tworzących z nim oraz ze Słońcem wierzchołki trójkątów równobocznych; jedna wyprzedzająca, druga podążająca za Jowiszem w ten sposób, iż znajdują się stale w pobliżu wierzchołków 2 trójkątów równobocznych, których wspólną podstawą jest odcinek Słońce–Jowisz; istnienie stabilnych orbit o tych właściwościach przewidział teoretycznie 1788 J.L. Lagrange; pierwszą planetoidę należącą do Trojańczyków odkrył 1906 niem. astronom M. Wolf.

**

Trójkąt, łac. *Triangulum*, mały gwiazdozbiór nieba północnego;

Umiejscowienie na niebie: gwiazdozbiór nieba północnego
Obszar gwiazdozbioru (w stopniach kwadratowych): 132

w Polsce najlepiej widoczny jesienią; w T. znajduje się, widoczna gołym okiem, galaktyka M33, jedna z najbliższych galaktyk spiralnych.

**

trójkąt paralaktyczny, *astr.* trójkąt na sferze niebieskiej, którego wierzchołkami są: obserwowany obiekt astronomiczny (np. gwiazda), zenit i biegun świata.

**

Trójkąt Południowy, łac. *Triangulum Australe*, gwiazdozbiór nieba południowego;

Umiejscowienie na niebie: gwiazdozbiór nieba południowego
Obszar gwiazdozbioru (w stopniach kwadratowych): 110

w Polsce niewidoczny.

**

tryt [łac. < gr.], T lub ${}^3_1\text{H}$, izotop wodoru o liczbie masowej 3; względna masa atomowa 3,016049; promieniotwórczy — czas połowicznego rozpadu $T_{1/2} = 12,32$ lat; właściwości fiz. i chemiczne t. i jego związków wykazują znaczne różnice w porównaniu z wodorem (lekkim) H_2 i jego połączeniami; w przyrodzie występuje w znikomej ilości (powstaje w górnych partiach atmosfery w reakcji jądr.: ${}^{14}\text{N} + {}^1_0\text{n} = {}^{12}\text{C} + {}^3_1\text{H}$); otrzymywany w sztucznych reakcjach jądr.; w mieszaninie z deuterem stosuje się go jako paliwo w reaktorach kontrolowanej syntezy jądr.; wykorzystywany jako wskaźnik izotopowy (do badań mechanizmów reakcji chem., procesów biochem., określania wieku różnych produktów).

**

Tryton [gr.], **Triton**, *astr.* największy satelita Neptuna;

**

Trzeciorzęd. Kontynenty, oceany i klimat

Rozkład kontynentów na kuli ziemskiej uległ w trzeciorzędzie dalszym zmianom. W paleogenie Australia oderwała się od Antarktydy, stopniowo rozszerzał się Atlantyk i Ocean Indyjski. Sukcesywnie natomiast zwężał się Ocean Tetydy, zmniejszał się również Pacyfik. Ruchy bloków kontynentalnych i całych płyt spowodowały w neogenie likwidację Oceanu Tetydy i powstanie śródziemnomorsko-himalajskiej strefy fałdowej. Pod koniec trzeciorzędu rozkład kontynentów był niemal identyczny jak dzisiaj. W miocenie nastąpiło oderwanie się bloku arabskiego od Afryki, a Grenlandii — od Ameryki Północnej.

Na klimat okresu trzeciorzędowego silny wpływ wywierała konfiguracja kontynentów i ich pozycja. Na znacznych obszarach panował klimat stref umiarkowanych i tropikalnych, co umożliwiło, szczególnie w neogenie, powstawanie węgla brunatnych na wielu kontynentach. Po przesunięciu się Antarktydy na obszar bieguna południowego i pojawienie się zimnego prądu morskiego — dryfu, na kontynencie tym powstała czapa lodowa.

Osady trzeciorzędu, zwłaszcza te, które powstały w basenach epikontynentalnych, charakteryzują się dużą różnorodnością. Bardzo charakterystyczne są osady wapienne złożone ze szkieletów dużych otwornic — numulitów (wapień numulitowe), lub zwapniałych plech glonów *Lithothamnium* (wapień litotamniowe). W płytkomorskich osadach dolnego trzeciorzędu często występują kongrecje fosforytowe, których złoża w Afryce Północnej należą do największych w świecie. Bardzo często występują też bentonity, powstałe w wyniku podmorskiego wietrzenia popiołów wulkanicznych. Na lądzie często powstawały węgle brunatne, a sosna bursztynonośna (*Pinus succinifera*) dostarczała materiału do przyszłych złóż bursztynu. W głębokich zbiornikach strefy śródziemnomorskiej powstawały osady fliszowe, a później — w rowach przedgórskich — osady molasowe, których produkty były dostarczane z erodowanych wypiętrzanych łańcuchów górskich. Powstawały też często osady ewaporatowe.

Na trzeciorzęd przypada maksimum górotwórczości alpejskiej. Złożony ruch płyt na południu Europy i Azji doprowadził do powstania alpejskich łańcuchów fałdowych. W strefie wokółpacyficzej ukształtował się łańcuch Andów i Kordylierów. Wśród

alpejskich pasm fałdowych liczne są intruzje magmowe i skały wulkaniczne; wulkany w wielu rejonach czynne są do dziś.

Włodzimierz Mizerski

**

Trzygłów, gł. bóstwo w mitologii słow.; poświadczono ośr. kultu: Szczecin, gdzie w gł. świątyni miasta znajdował się jego posąg o 3 głowach, i Brandenburg (słow. Brenna); 3 głowy szczecińskiego Trzygłowa miały symbolizować jego władzę nad niebem, ziemią i światem podziemnym; przy szczec. świątyni hodowano czarnego konia poświęconego Trzygłowi, używanego do wróżb; w świątyni składano dziesiątą część łupów, co pozwala przypuszczać, że istniał tam skarbiec; imię Trzygłowa być może ukrywa właściwe imię bóstwa, prawdopodobnie Welesa.

**

Tsih, trzecia pod względem jasności gwiazda w gwiazdozbiornie Kasjopei.

Oznaczenie: γ Cassiopeiae

Rodzaj obiektu: gwiazda pojedyncza

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; [Kasjopea](#)

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: $0^h 56^m 42^s$ deklinacja: 60°

43' 615 l.św. = 189 pc = 38 892 600 AU

Typ widmowy i klasa jasności: B0IVe

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: -4,22^m

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: +1,6^m

Temperatura efektywna: układ: 25000 K

**

Tukan, łac. *Tucana*, astr. gwiazdozbiór nieba południowego, w pobliżu południowego bieguna świata;

Umiejscowienie na niebie: gwiazdozbiór nieba południowego

Obszar gwiazdozbioru (w stopniach kwadratowych): 295

w Polsce niewidoczny; w T. znajduje się Mały Obłok Magellana oraz jasna gromada kulista NGC 104 (47 *Tuc*).

**

Twardowski, Pan Twardowski, Mistrz Twardowski, zw. też **polskim Faustem**, czarnoksiężnik z XVI w., postać legendarna; niekiedy utożsamiany z autentycznym pol. szlachcicem, a także z rzekomo hist. osobą — wróżbitą i astrologiem Niemcem Laurentiusem Dhurem z Norymbergi, przebywającym 1565–73 na dworze Zygmunta II Augusta; powstało wiele wariantów dziejów Twardowskiego, najwięcej w okresie romantyzmu (pokrewieństwo wątków różnych podań); np. jeden z wątków mówi o zawarciu paktu z diabłem, który dał Twardowskiemu moc czarnoksiężką (sławę zyskało mu przywołanie cienia zmarłej królowej Barbary Radziwiłłówny), a jego duszę (po spełnieniu wszystkich życzeń Twardowskiego) miał zabrać w Rzymie (co stało się w karczmie o tej nazwie); wg podania diabeł miał m.in. postawić skałę cienkim

końcem ku dołowi (Pieskowa Skała), zsypać srebro z całej Polski pod ziemię w Olkuszu (kopalnia srebra); w drodze do piekła Twardowski porzucony przez diabły znalazł się na Księżycu; podanie utrwaliły utwory lit. i muz.: *Pani Twardowska* — ballada A. Mickiewicza, kantata do niej S. Moniuszki, *Pan Twardowski* — poemat bajeczny L. Rydla, opera A.N. Wierstowskiego, balet A.G. Sonnenfelda, balet L. Różyckiego.

**

typ widmowy, *astr.* cecha różnicująca gwiazdy pod względem wyglądu widma ich promieniowania; rozróżnia się typy widmowe: O, B, A, F, G, K, M, z których każdy dzieli się na 10 podtypów (oznaczanych cyframi od 0 do 9).

**

tytan [gr.], Ti, *titanium*, pierwiastek chem. o liczbie atomowej 22;

Symbol: Ti

Nazwa łacińska: Titanium

Liczba atomowa: 22

Pierwiastek promieniotwórczy: nie

Grupa układu okresowego pierwiastków: 4 — tytanowce

Odkrycie: 1791

Odkrywca: Gregor William

względna masa atomowa 47,88; t. należy do grupy **tytanowców**; jest to srebrzystoszary metal, twardy, o dużej wytrzymałości mech., w stanie czystym plast.; znane są 2 odmiany alotropowe: odmiana heksagonalna, trwała do temp. 882°C, i odmiana regularna, trwała powyżej tej temp.; temperatura topnienia 1660, temperatura wrzenia 3287°C, gęstość 4,54 g/cm³ (metal lekki); t. jest odporny na czynniki atmosferyczne (ulega pasywacji); roztwarza się w kwasie siarkowym, fluorowodorowym, solnym (na gorąco) i stężonym azotowym oraz w gorących mocnych zasadach; silnie ogrzany reaguje z tlenem, fluorowcami, azotem, siarką i węglem; tworzy związki koordynacyjne; wchłania w swoją sieć przestrzenną gazowy wodór i tlen; w związkach występuje na stopniach utlenienia: gł. IV oraz III i II (wyjątkowo na niższych). Tytan jest pierwiastkiem bardzo rozpowszechnionym w przyrodzie; występuje gł. w stanie rozproszonym w wielu krzemianach i glinokrzemianach; spośród wielu minerałów najbardziej pospolitymi są: rutil, ilmenit, tytanit, tytanomagnetyt i perowskit. Otrzymywanie t. z rud w skali przem. polega na: 1) wzbogacaniu rudy w celu uzyskania koncentratu o zawartości 40–99% tlenku TiO₂; 2) ługowaniu koncentratu kwasem siarkowym lub topieniu z alkaliom i uzyskaniu czystego TiO₂; 3) chlorowaniu (w obecności węgla w temp. 800°C) TiO₂, który przechodzi w chlorek TiCl₄; 4) redukcji TiCl₄ za pomocą magnezu w temp. ok. 900°C w celu uzyskania gąbki tytanowej; 5) rafinacji gąbki przez podgrzewanie w próżni i topienie w łukowych piecach elektr. w atmosferze ochronnej helu lub argonu. Tytan i jego związki stosuje się w technologii materiałów mikroelektronicznych (np. złącza odporne na temp. i korozję) oraz optoelektronicznych (lasery); borki, azotki i węgliki t. mają duże znaczenie w wytwarzaniu bardzo odpornych powłok zwiększających znacznie twardość i wytrzymałość narzędzi i urządzeń stalowych; powłoki takie otrzymuje się najczęściej w wyniku naparowania plazmowego związków t.; t. stosuje się też jako materiał zastępujący ubytki kostne (biomateriały). Tytan odkrył 1791 W. Gregor; w postaci metalicznej wyodrębnił 1825 J.J. Berzelius.

**

Tytan [gr.], **Titan**, największy satelita Saturna;

**

Tytania, *astr.* naturalny satelita Urana, → **Titania**.

**

tytanu tlenki, związki chem. tytanu z tlenem: 1) **tlenek tytanu(IV)**, ditlenek tytanu, TiO_2 , biały proszek o temperaturze topnienia ok. $1830^{\circ}C$, gęstości $4,26\text{ g/cm}^3$; niereaktywny; nie rozтворя się w wodzie, rozcieńczonych kwasach i zasadach; rozтворя się w stężonym kwasie siarkowym(VI); stapiany z wodorotlenkami i tlenkami innych metali tworzy tytaniały(IV); występuje w przyrodzie w 3 odmianach polimorficznych jako: rutil, anataz, brukit; stosowany do syntezy innych związków tytanu oraz jako składnik białej farby (biel tytanowa); TiO_2 jest też składnikiem szkła światłowodowego, papieru, porcelany elektrotechnicznej, kosmetyków; 2) **tlenek tytanu(II)**, TiO , czarna substancja krystal.; nie rozтворя się w wodzie; 3) **tlenek tytanu(III)**, Ti_2O_3 , fioletowoczarny, nie rozтворя się w wodzie. Stwierdzono także istnienie Ti_3O_5 i Ti_4O_3 .

**

„U”

Udalski ANDRZEJ, ur. 22 I 1957, Łódź, astronom. Od 1980 pracownik Obserwatorium Astr. Uniwersytetu Warszawskiego (od 2000 profesor); od 2004 czł. PAN; zajmuje się astrofizyką obserwacyjną oraz projektowaniem i budową nowoczesnych instrumentów astr.; gł. osiągnięciami U. są: uruchomienie 1992 jednego z największych wielkoskalowych przeglądów nieba — projekt *The Optical Gravitational Lensing Experiment* (OGLE), współudział w odkryciach: 1993 pierwszych przypadków mikrosoczewkowania grawitacyjnego w Galaktyce, 1994–2002 — setek tys. gwiazd zmiennych, i 2002 — pozasłonecznych układów planetarnych nowatorską metodą fotometryczną tzw. tranzytów, 2003 — supernowych w odległych galaktykach, zaprojektowanie i udział w budowie systemu obserwacyjnego w obserwatorium astr. Uniwersytetu Warszawskiego w Las Campanas (Chile). W 2002 otrzymał Nagrodę Fundacji na rzecz Nauki Polskiej.

**

UFO, ang. **Unidentified Flying Object**, przedmioty lub zjawiska (zaobserwowane zwykle przez osoby przypadkowe) nie dające się zidentyfikować z żadnymi znanymi z warunków ziemskich obiektami; nie jest wyjaśnione, czy relacje obserwatorów są uwarunkowane psychologicznie, czy dotyczą zjawisk meteorologicznych, opt. itd., czy też są świadectwem nie poznanych jeszcze zjawisk naturalnych lub może „odwiedzin” cywilizacji pozaziemskiej (ostatnia hipoteza — choć jest ideą przewodnią wielu badaczy UFO — nie znajduje potwierdzenia, mimo ufundowania kilku wysokich nagród dla pierwszego bezspornego odkrywcy).

**

Uhuru [suahili, 'wolność'], amer. satelita (Explorer 42) wystrzelony 12 XII 1970 z ośrodka startowego San Marco (wybrzeże Kenii); małe satelitarne obserwatorium astr. prowadzące pionierskie obserwacje promieniowania rentgenowskich źródeł kosm.; odkrył kilkaset nowych źródeł rentgenowskich, lokalizując ich położenie; prowadził obserwacje szerokiej klasy rentgenowskich źródeł pozagalaktycznych (galaktyki i ich gromady, kwazary); pracował do III 1973.

**

Układ Lokalny, *astr.* → [Lokalna Grupa Galaktyk](#).

**

układ planetarny, system planetarny, zbiór planet krążących wokół gwiazdy; pierwotnie pojęciem tym określano planety Słońca (Słoneczny Układ); pierwszy pozasłoneczny układ planetarny odkryli (wokół pulsara) 1992 A. Wolszczan i D. Frai.

**

Układ Słoneczny, Słońce wraz z otaczającą je i związaną z nim grawitacyjnie materią (→ [Słoneczny Układ](#)).

**

Układ Słoneczny jako całość

Zamieszkujemy jedną z wielu planet Układu Słonecznego. Wokół naszej najbliższej gwiazdy — Słońca — krąży kilka planet. Większość z nich (z wyjątkiem Merkurego i Wenus) ma swe księżyce, czyli tzw. satelity naturalne. Dzięki rozwojowi astronautyki coraz więcej planet jest też (lub było) obieganych przez satelity sztuczne (np. Wenus przez sondę Magellan).

Wszystkie ciała Układu — centralnie położone Słońce, obiegające je „płasko” planety z księżycami, pierścieniami i (ewentualnie) sztucznymi satelitami, planetoidy — bliskie i dalekie, meteoroidy, komety, gaz i pył międzyplanetarny — powiązane są ze sobą siłami grawitacji.

Całość kuliście otacza obłok Oorta — rezerwar komet długookresowych.

Grawitacyjnie dominuje w Układzie Słońce, którego masa jest około 1000 razy większa niż wszystkich pozostałych obiektów Układu.

Modele powstawania Układu muszą przede wszystkim wyjaśnić jego podstawowe obserwacyjne prawidłowości, a mianowicie to, iż wszystkie planetarne orbity leżą praktycznie w jednej płaszczyźnie oraz obieg wszystkich planet wokół Słońca odbywa się w tym samym kierunku co obrót Słońca.

Magdalena Kożuchowska

**

układ wielokrotny, *astr.* → [gwiazda wielokrotna](#).

**

Ulysses, próbnik międzyplanetarny Europejskiej Agencji Kosmicznej i NASA, wyniesiony w przestrzeń kosmiczną X 1990 przez amerykański wahadłowiec Discovery z zadaniem badania ośrodka międzyplanetarnego; po zbliżeniu się do Jowisza (II 1992) próbnik wszedł na wokółsłoneczną orbitę polarną, co umożliwiło pierwsze w historii przeloty statku kosmicznego nad biegunami Słońca (VI 1994 i II

1995) oraz realizację badań właściwości plazmy międzyplanetarnej w dużych szerokościach heliograficznych; misja zakończona VI 2009.

**

Uług Beg, Muhammad Taragaj, z dynastii Timurydów, ur. 1394, Sultanije (Iran), zm. 27 X 1449, Samarkanda, władca środkowoazjatycki, uczonec, mecenas nauki i sztuki; także poeta, kompozytor, znawca medycyny, matematyki i astronomii. Jako władca Samarkandy do 1447 zależny od ojca, Szahrucha; na swym dworze stworzył środowisko naukowo-artystyczne, czyniąc z Samarkandy jeden z najświetniejszych ośrodków kulturalnych swych czasów; poeta, kompozytor, znawca medycyny, matematyki i astronomii, brał udział m.in. w sporządzaniu tablic gwiazdnych, tablic planet i katalogu pozycji 1019 gwiazd (częściowo używanych w Europie Zachodniej jeszcze w XVII w.); od 1447 zwierzchnik Timurydów; zginął w walkach wewnętrznych.

**

Umbriel, satelita Urana.

**

Umiński WŁADYSŁAW, ur. 10 XI 1865, Przedecz (Kujawy), zm. 31 XII 1954, Warszawa, powieściopisarz, popularyzator nauki; współpracownik i redaktor wielu pism; utwory o charakterze podróżniczo-przygodowym (*Zwycięzcy oceanu* 1891, *Balonem do biegun* 1894, *Podróż bez pieniędzy* 1894) i fantastycznonauk. (*W nieznanie światy* 1895, wyd. następne pt. *Na drugą planetę* 1913, *Zaziemskie światy* 1948), z akcentami patriotyczno-wolnościowymi (*Wędrowna wyspa* 1895, *Flibustierowie* 1901).

**

Unukalhai [arab.], α *Serpentis*, najjaśniejsza gwiazda w gwiazdozbiornie Węża;

Oznaczenie: α *Serpentis*

Rodzaj obiektu: gwiazda wielokrotna (najjaśniejszy składnik gwiazdy)

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; [Wąż](#)

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: $15^{\text{h}} 44^{\text{m}} 16^{\text{s}}$ deklinacja: $6^{\circ} 25' 73,2$ l.św. = 22 pc = 4 629 168 AU

Typ widmowy i klasa jasności: K2III


Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: $+0,87^{\text{m}}$

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: $+2,65^{\text{m}}$

Temperatura efektywna: temperatura składników układu lub gwiazdy pojedynczej: 4500 K

odległa od Ziemi o 73,2 lat świetlnych; ma jasność widomą $2^{\text{m}} 65$; jest olbrzymem 60 razy jaśniejszym od Słońca.

**

Uran, symbol , *astr.* siódma według oddalenia od Słońca i trzecia pod względem wielkości planeta Układu Słonecznego.

podstawowe dane

masa: $8,685 \cdot 10^{25}$ kg (14,5 razy większa od masy Ziemi)

średnia gęstość: $1,27 \text{ g/cm}^3$

promień równikowy: 25,56 tys. km

promień biegunowy: 25,00 tys. km

promień orbity: 2,9 mld km

okres obiegu wokół Słońca: 84 lata ziemskie

prędkość ucieczki: 21,3 km/s

księżyce: 27

atmosfera

skład

wodór: 84%

hel: 15%

amoniak, metan

temperatura powierzchni (umownej): -220°C

Symbol: ♅

Odległość od Słońca: 2735,6 mln km (18,286096 AU); 3006,4 mln km (20,096257 AU); 2872,5 mln km (19,201203 AU)

Okres obiegu wokół Słońca (w latach): 84

Okres obrotu (w godzinach): 17,24

Masa planety: $86,85 \cdot 10^{24}$ kg (14,537998·masa Ziemi)

Średnia gęstość: $1,27 \text{ g/cm}^3$

Jądro planety: skaliste

Atmosfera planetarna: hel (15%), wodór (84%), amoniak, metan;

temperatura na powierzchni: od 52 K do 750 K — od -221°C do 477°C ; ciśnienie: nieznane

Satelity naturalne: 27 ważniejsze satelity naturalne: Miranda

Odkrycie: 1781 (F.W. Herschel)

Loty kosmiczne badające planetę: Voyager 2 (misja bez lądowania) — dokumentacja fotograficzna; badania atmosfery i pola magnetycznego

Jasność Urana nigdy nie jest większa niż 5,3 wielkości gwiazdowej i dlatego na ogół nie udaje się zobaczyć go nieuzbrojonym okiem. Uran okrąża Słońce w odległości 19,2 AU (ok. 2,9 mld km) po prawie kołowej orbicie (mimośród 0,05), położonej w płaszczyźnie nachylonej do płaszczyzny ruchu Ziemi pod kątem $0,8^\circ$; jego prędkość orbitalna wynosi 6,8 km/s, a okres obiegu wokół Słońca trwa ok. 84 lata. Kulisty glob Urana stosunkowo szybko rotuje (okres 17,24 h), co powoduje jego spłaszczenie: promień równikowy, mający 25 559 km, jest o prawie 600 km dłuższy od promienia biegunowego. Ponieważ nachylenie płaszczyzny równika Urana do płaszczyzny jego orbity wynosi 98° , planeta — podobnie jak Wenus — rotuje ruchem wstecznym, a usytuowanie jej osi obrotu niemal w płaszczyźnie orbity jest jedną z najciekawszych, niewyjaśnionych jeszcze osobliwości. Chociaż Uran jest trochę większy od Neptuna, to jednak ma mniejszą od niego masę ($8,685 \cdot 10^{25}$ kg; ponad 14,5 razy większą od masy Ziemi). Średnia gęstość materii, z której się składa wynosi $1,27 \text{ g/cm}^3$.

Najbardziej prawdopodobny model budowy wewnętrznej Urana przewiduje, że jego skaliste jądro skupiające 24% masy, otacza gruba warstwa lodów wody, amoniaku i

metanu, stanowiąca 65% masy, zaś pozostałe 11% przypada na ciekło-gazowe warstwy powierzchniowe przechodzące w sposób ciągły w rozległą atmosferę. Atmosfera Urana składa się głównie z wodoru (84%) i helu (15%), a w niższych warstwach również z amoniaku i metanu. Tarcza Urana ma niebieskozieloną barwę, spowodowaną obfitością występującego w atmosferze metanu, który pochłania czerwoną część widma oświetlającego ją promieniowania słonecznego. Uran, jako jedyna z planet olbrzymów, nie ma w swym wnętrzu znaczącego źródła energii: wypromieniowuje tylko 1,14 razy więcej energii niż otrzymuje od Słońca. Minimalną temperaturę 52 K ma warstwa głębsza atmosfery o ciśnieniu 100 hPa; stosunkowo wysoka temperatura górnych warstw atmosfery, ok. 750 K, ze względu na ich dużą bezwładność termiczną jest mniej więcej taka sama po obu stronach planety: oświetlonej i nieoświetlonej przez Słońce.

Pole magnetyczne Urana ma charakter dipolowy i jest 3 razy silniejsze od ziemskiego, ale jego źródło nie jest znane. Uran otacza wiele bardzo wąskich pierścieni o grubości kilkudziesięciu metrów, położonych w płaszczyźnie równikowej w odległościach od środka planety od 1,49 do 1,95 jej promienia; 11 najlepiej widocznych pierścieni składa się głównie z brył o rozmiarach 0,1–1 m.

Do końca 2008 odkryto 27 księżyców Urana. Najbliższe, w tym 5 największych i najwcześniej odkrytych, obiegają planetę po prawie kołowych orbitach położonych w płaszczyźnie jej równika i w kierunku zgodnym z jej obrotem w odległościach od 2 do 23 promieni Urana. Wszystkie dalsze, tzw. satelity nieregularne, poruszają się ruchem wstecznym po orbitach eliptycznych położonych w płaszczyznach różnie zorientowanych względem płaszczyzny równika Urana.

Uran odkrył 1781 F.W. Herschel. Analiza zakłóceń ruchu Urana przez nieznaną obiekt doprowadziła w 1846 do odkrycia Neptuna. Bardzo dużo wiadomości o Uranie i jego otoczeniu pochodzi z obserwacji i pomiarów wykonanych za pomocą sondy kosmicznej Voyager 2, która w 1986 przeleciała w odległości ok. 81,5 tysiąca km od warstw powierzchniowych planety.

**

„Urania”, miesięcznik, poświęcony popularyzacji astronomii, wydawany od 1922; organ Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii; od 1998 po połączeniu z „Postępami Astronomii” wydawany jako dwumiesięcznik pod nazwą „Urania — postępy astronomii”.

**

Urania, *mit. gr.* muza astronomii (muzy).

**

„Urania — Postępy Astronomii”, dwumiesięcznik poświęcony upowszechnianiu najnowszych osiągnięć astronomii; powstała w wyniku połączenia 1997 kwartalnika „Postępy Astronomii” (wyd. od 1953 organu Pol. Tow. Astronomicznego) i mies. „Urania” (wyd. od 1922 organu Pol. Tow. Miłośników Astronomii).

**

Uranos, Ouranós, *mit. gr.* w *Teogonii* Hezjoda bóg uosabiający niebo jako pierwiastek męskiej płodności; syn i małżonek Gai, ojciec tytanów, cyklopów

i sturękich olbrzymów, których więził w łonie Gai; okaleczony i pozbawiony władzy przez syna Kronosa; z krwi Uranosa spadłej na Ziemię powstał m.in. gigant i erynie, ze spadłej na powierzchnię morza — Afrodyta, zwana stąd Uranią.

**

Urey [juri] HAROLD CLAYTON , ur. 29 IV 1893, Walkerton (stan Indiana), zm. 5 I 1981, La Jolla (stan Kalifornia), chemik amerykański. 1929–45 w Uniwersytecie Columbia w Nowym Jorku, 1940–45 kierował prowadzonymi tu badaniami naukowymi nad projektem Manhattan; 1945–58 profesor uniwersytetu w Chicago, od 1958 — Uniwersytetu Kalifornijskiego w La Jolla; członek m.in. Narodowej Akademii Nauk w Waszyngtonie; 1931 wyodrębnił z ciekłego wodoru deuter i otrzymał ciężką wodę; badał skład izotopowy wielu pierwiastków chemicznych i metody rozdzielania izotopów; przyczynił się do rozwoju prac nad bombą atomową rozdzielając izotopy uranu (U^{235} i U^{238}); opracował metodę szacowania temperatury wód oceanów (nawet 180 mln lat wstecz); wysunął hipotezę o pochodzeniu planet i gwiazd oraz życia na Ziemi; *The Planets. Their Origin and Development* (1952); 1934 za odkrycie deuteru otrzymał Nagrodę Nobla.

**

Uroboros [staroegip., ‘pożerający ogon’], w religii staroż. Egiptu magiczny pierścień w kształcie węża chwytającego koniec własnego ogona; w egipskiej symbolice rel. od XIV w. p.n.e. Uroboros wyobraża wieczność czasową i przestrzenną oraz granicę między światem stworzonym a otaczającym go chaosem; Uroboros jako symbol magiczny przetrwał starożytność; spotyka się go w filoz. koncepcjach średniowiecza i czasów nowożytnych.

**

Ursydy, astr. rój meteorów o radiancie w gwiazdozbiornie Małej Niedźwiedzicy; maksimum obfitości 22 XII; rój związany z kometą Tuttle’a.

**

Uszas [sansk. *usas* ‘jutrzeńka’], bogini porannej zorzy; odpowiednik gr. Eos, rzym. Aurory.

**

„V”

Väisälä YRJÖ, ur. 6 IX 1891, Kontiolahti, zm. 21 VI 1971, Rymättilä, fiński astronom, geofizyk i geodeta; od 1925 profesor uniw. w Turku; od 1951 czł. Akad. Fińska; konstruktor przyrządu do precyzyjnych pomiarów odległości — interferometru V.; 1949 w opublikowanej pracy przedstawił sposób pomiaru kierunku w triangulacji za pomocą jednoczesnego fotografowania jasnych obiektów na tle gwiazd; sposób ten znalazł zastosowanie w tzw. triangulacji kosm., wykorzystującej jednoczesne obserwacje sztucznych satelitów.

**

Van Allen [wän əlɛn] JAMES ALFRED, ur. 7 IX 1914, Mount Pleasant (stan Iowa), zm. 9 VIII 2006, Iowa City, fizyk amerykański; 1958 odkrył radiacyjne pasy wokół Ziemi (Van Allena pasy) i położył wielkie zasługi w badaniach tego zjawiska.

**

Van Allena pasy, pasy radiacyjne wokół Ziemi; są to obszary (koncentryczne pierścienie) o podwyższonej gęstości wysokoenergetycznych, naładowanych elektrycznie cząstek, głównie elektronów i protonów, utrzymywanych w magnetosferze przez ziemskie pole magnetyczne na wysokości ok. 3000–5000 km i ok. 12 000–25 000 km nad równikiem geomagnetycznym; w pasie wewnętrznym (niewiele zmieniającym swe położenie w czasie) cząstki te pochodzą z wtórnego promieniowania kosmicznego, w pasie zewnętrznym (jego wysokość ulega znacznym wahaniom) są cząstkami głównie wiatru słonecznego; w pasie wewnętrznym energia protonów jest rzędu 100 MeV, elektronów — ok. 1 MeV, w pasie zewnętrznym energia protonów jest rzędu dziesiątków MeV, elektronów — nie przekracza 0,1 MeV. Pasy radiacji wokół Ziemi odkrył J.A. Van Allen na podstawie danych dostarczonych przez sztuczne satelity serii Explorer; istnienie ich stwierdził także S. Wiernow.

**

Varsavia, astr. planetoida pasa głównego o numerze katalogowym 1263; odkryta 1933 (S. Arend); nazwana łac. nazwą stolicy Polski.

**

Vega, astr. najjaśniejsza gwiazda w gwiazdozbiornie Lutni, → [Wega](#).

**

Venus Express, sonda kosm. Eur. Agencji Kosm. przeznaczona do badań Wenus; wyniesiona w przestrzeń kosm. 9 XI 2005 przez raketę Sojuz-FG; 11 IV 2006 została wprowadzona na orbitę wokół planety; gł. celami misji są badania atmosfery Wenus, jej pola magnet. oraz radarowe badania warstw podpowierzchniowych; w misji uczestniczy Polska — pol. naukowcy z Centrum Badań Kosm. PAN (we współpracy z uczonymi wł.) skonstruowali spektrometr fourierowski (PFS) do badania m.in. profilu temperatury, zjawisk burzowych, właściwości atmosfery Wenus.

**

Verne [wern] JULES , ur. 8 II 1828, Nantes, zm. 24 III 1905, Amiens, pisarz francuski; klasyk science fiction; sławę przyniósł mu obszerny cykl powieści podróżniczych i fantastycznonauk., w których wykorzystał rozległą wiedzę z zakresu geografii, matematyki, fizyki, m.in. trylogia: *Dzieci kapitana Granta* (t. 1–3 1867–68, wyd. pol. 1876), *20 000 mil podmorskiej żeglugi* (t. 1–2 1869–70, wyd. pol. t. 1–2 1870–71) i *Tajemnicza wyspa* (1874, wyd. pol. t. 1–3 1875–76), ponadto np. *W 80 dni dookoła świata* (1873, wyd. pol. 1873–74).

**

Viking [wajkɪŋ] , seria 2 amerykańskich próbników kosmicznych przeznaczonych do badań Marsa; Viking 1 (start VIII 1975) osiągnął VI 1976 silnie eliptyczną orbitę wokół Marsa, a jego lądownik miękko osiadł VII 1976 na powierzchni planety; Viking 2 (start IX 1975) wszedł VIII 1976 na orbitę okołomarsjańską, a jego człon lądujący dotarł IX

1976 na powierzchnię Marsa; statki Viking przekazały zdjęcia Marsa i jego satelitów, dokonały pomiarów kartograficznych oraz przekazały informacje o rzeźbie powierzchni planety, umożliwiły sporządzenie mapy termicznej oraz mapy zawartości pary wodnej; badały skład chemiczny i warunki fizyczne w atmosferze Marsa, skład i właściwości mechaniczne gruntu marsjańskiego; zrealizowały pomiary meteorologiczne oraz obserwacje czap polarnych na Marsie; wykonały eksperymenty dotyczące sprawdzenia możliwości przebiegu fotosyntezy, występowania metabolizmu oraz wyzwiania gazów (eksperymenty te nie doprowadziły do wykrycia oznak życia na Marsie); Viking 2 przeprowadził też pomiary sejsmograficzne.

**

Vindematrix [łac.], ϵ *Virginis*, jasna gwiazda w gwiazdozbiore Panny;

Oznaczenie: ϵ *Virginis*

Rodzaj obiektu: gwiazda pojedyncza

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; [Panna](#)

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: $13^{\text{h}} 02^{\text{m}} 11^{\text{s}}$ deklinacja: $10^{\circ} 58' 102$ l.św. = 31 pc = 6 450 480 AU

Typ widmowy i klasa jasności: G8III

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: $+0,36^{\text{m}}$

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: $+2,83^{\text{m}}$

Temperatura efektywna: układ: 4900 K

olbrzym; odległa od Układu Słonecznego o ok. 90 lat świetlnych.

**

Virgo, *astr.* → [Gromada w Pannie](#).

**

Virgo A, *Vir A*, **Panna A**, **M 87**, *astr.* najjaśniejsze radioźródło w gwiazdozbiore Panny; także źródło promieniowania podczerwonego i gamma; masywna galaktyka eliptyczna o jasności widomej $8^{\text{m}} 7$; wyływający z jądra galaktyki dżet o dł. 3 tys. lat świetlnych jest strumieniem elektronów (wyrzucanych z jądra) hamowanych w polu magnet. galaktyki.

**

VLA, ang. **Very Large Array**, radiointerferometr znajdujący się 80 km od Socorro (USA, stan Nowy Meksyk); stanowi układ 27 zsynchronizowanych radioteleskopów o średnicy czasz 25 m, mogących się poruszać po szynach; ważne narzędzie do tworzenia map galaktycznych i pozagalaktycznych w zakresie fal centymetrowych i metrowych.

**

VLBI, *astr.* → [interferometria wielkobazowa](#).

**

Vogel [fo:gl] HERMANN KARL, ur. 3 IV 1842, Lipsk, zm. 13 VIII 1907, Poczdam, astronom niem.; od 1874 w Obserwatorium Astrofizycznym w Poczdamie (od 1882 jego dyrektor); prowadził badania z astrospektroskopii; odkrył gwiazdy spektroskopowo podwójne; rozszerzył katalog gwiazdowy P.A. Secchiego.

**

Voyager [wɔɪɪdʒɐ], seria 2 amerykańskich próbników kosmicznych przeznaczonych do badania odległych planet Układu Słonecznego: Jowisza, Saturna, Urana i Neptuna; wysłane 20 VIII 1977 (Voyager 2) i 5 IX 1977 (Voyager 1) w kierunku odległych planet Układu Słonecznego; dokonały przelotów w pobliżu Jowisza (1979), Saturna (1980, 1981), a Voyager 2 zbliżył się także do Urana (1986) i Neptuna (1989); próbniki Voyager przekazały szczegółowe obrazy Jowisza i Saturna oraz ich satelitów, odkryły nowe księżyce, przeprowadziły obserwacje struktury pierścieni okołoplanetarnych (odkrywając nowe), wykonały pomiary pól magnetycznych Jowisza i Saturna; wykazały, że planety te mają bardzo rozciągnięte magnetosfery, zbadały skład i dynamikę atmosfer obydwu planet, przeprowadziły badania galileuszowych satelitów Jowisza oraz księżyc Saturna — Tytana; odkryły czynne wulkany na księżycu Jowisza Io. Voyager 1 po minięciu Saturna kontynuował lot aż do opuszczenia Układu Słonecznego; Voyager 2 po minięciu Saturna poleciał w kierunku Urana, 1 1986 minął go w odległości ok. 81 tysięcy km ponad powierzchnią obłoków; przeprowadził badania składu i dynamiki atmosfery planety, zbadał konfigurację pola magnetycznego Urana, odkrył 10 nowych jego księżyców, przekazał obrazy znanych i odkrył nowe pierścienie wokół planety; po minięciu Urana kontynuował lot ku Neptunowi; IX 1989 zbliżył się do Neptuna na odległość ok. 4800 km od zewnętrznej warstwy chmur, przekazał obrazy planety, przeprowadził badania składu atmosfery oraz księżyc Neptuna — Trytona, odkrył 6 nowych księżyców planety; po minięciu Neptuna Voyager 2 opuścił Układ Słoneczny; gdy Voyager 2 dotarł do Neptuna sygnały radiowe przesyłane przez sondę były tak słabe, że do ich odebrania na ziemi użyto amerykańskich radioteleskopów Very Large Array. Voyager 1 i Voyager 2 kontynuują lot w ośrodku międzygwiazdowym. Próbniki niosą zapisane na miedzianej płytce przesłanie dla innych cywilizacji.

**

„W”

W [ang. west ‘zachód’], symbol zachodu jako strony świata.

**

Waga, ♎, znak Zodiaku; Słońce wchodzi w znak W. ok. 23 IX i wtedy następuje zrównanie dnia z nocą; ob. w wyniku precesji osi ziemskiej początek znaku W. znajduje się w gwiazdozbiornie Panny.

**

Waga, gr. *Libra*, gwiazdozbiór nieba południowego położony blisko równika niebieskiego;

Umiejscowienie na niebie: gwiazdozbiór nieba południowego
Obszar gwiazdozbioru (w stopniach kwadratowych): 538

należy do gwiazdozbiorów zodiakalnych; w Polsce widoczny wiosną; najjaśniejsza gwiazda — Zubenelschemali.

**

wahadłowiec, samolot kosmiczny, pot. **prom kosmiczny**, załogowo-transportowy statek kosmiczny wielokrotnego użycia, przeznaczony do transportu ludzi i sprzętu na orbitę okołozemską i z powrotem (używany m.in. do umieszczania w przestrzeni kosmicznej sztucznych satelitów Ziemi i sond kosmicznych) oraz prowadzenia przez kilkuosobową załogę badań naukowych i eksperymentów technicznych na orbicie. W zależności od rozwiązań konstrukcyjnych wahadłowiec jest wynoszony w przestrzeń kosmiczną dzięki pracy silników, głównie członu orbitalnego, oraz wspomagających raket nośnych (odzyskiwanych), bądź też dzięki ciągowi głównemu rakiety nośnej, a po jej odłączeniu — dzięki działaniu silników orbitera; powrót załogowego członu orbitalnego na Ziemię jest realizowany przez stopniowe obniżanie orbity w wyniku hamującego działania silników, po którym następuje przejście do lotu ślizgowego uwieńczonego lądowaniem na specjalnym pasie lądowiska kosmodromu; taki sposób powrotu orbitera na Ziemię wymaga m.in. specjalnego zabezpieczenia kadłuba (za pomocą płytek ceramicznych) przed przegrzaniem podczas wnikania statku w coraz to gęstsze warstwy atmosfery. Pierwszym w historii lotów wahadłowcem był amerykański statek kosmiczny Columbia (pierwszy lot 12–14 IV 1981; 1 II 2003 podczas 28. misji uległa katastrofie). Następnie zostały wprowadzone do eksploatacji amerykańskie wahadłowce: Challenger (uległ katastrofie 28 I 1986), Discovery, Atlantis i Endeavour. Wstrzymane po katastrofie wahadłowca Columbia loty wahadłowców zostały wznowione 2005. 15 XI 1988 odbył swój inauguracyjny (bezzałogowy) i jedyny lot kosmiczny po orbicie okołozemskiej sowiecki wahadłowiec Buran.

**

Wanda, *astr.* planetoida pasa głównego o numerze katalogowym 1057; odkryta 1925 (G. Szajn) i nazwana popularnym pol. imieniem, zgodnie z dawnym zwyczajem (obecnie zarzuconym) nadawania planetoidom nazw rodzaju żeńskiego.

**

wapnia tlenek, wapno palone, CaO, związek wapnia z tlenem; biały proszek; bardzo higroskopijny, trudno topliwy (temperatura topnienia 2572°C); z powietrza pochłania ditlenek węgla; gwałtownie reaguje z wodą (tzw. gaszenie wapna) z wydzieleniem znacznej ilości ciepła, tworząc wodorotlenek wapnia; na skalę techn. otrzymywany w wyniku prażenia wapieni; stosowany m.in. do wyrobu zaprawy murarskiej, w metalurgii jako topnik, w przemyśle szklarskim i ceramicznym, w cukrownictwie do defekacji, jako składnik nawozów miner., jako laboratoryjny środek odwadniający oraz do otrzymywania karbidu (wapnia węglík) i in. związków wapnia; CaO jest składnikiem wielu ceramicznych nadprzewodników wysokotemperaturowych.

**

wapń, Ca, *calcium*, pierwiastek chemiczny o liczbie atomowej 20;

Symbol: Ca

Nazwa łacińska: Calcium

Liczba atomowa: 20

Pierwiastek promieniotwórczy: nie

Grupa układu okresowego pierwiastków: 2 — berylowce

Odkrycie: 1808

Odkrywca: Davy Humphry Bartholomew

względna masa atomowa 40,078; wapń należy do grupy **berylowców**; jest to miękki, lekki, srebrzystobiały metal; temperatura topnienia 839°C, temperatura wrzenia 1484°C, gęstość 1,54 g/cm³; jest pierwiastkiem silnie elektrododatnim; bardzo aktywny chemicznie; łączy się z tlenem z powietrza (przechowuje się go pod warstwą nafty), rozkłada wodę, wydzielając wodór i tworząc wodorotlenek wapnia Ca(OH)₂; bezpośrednio reaguje m.in. z azotem, fluorowcami, siarką; w związkach występuje na II stopniu utlenienia; lotne sole wapnia barwią płomień na kolor pomarańczowoczerwony. Wapń jest bardzo rozpowszechniony w przyrodzie; jest jednym z głównych pierwiastków skałotwórczych, średnia zawartość w skorupie ziemskiej — 3,7% masy; tworzy liczne minerały skałotwórcze, z których najważniejsze to: kalcyt (główny składnik wapieni), aragonit, dolomit, gips, anhydryt, fluoryt, apatyt oraz minerały z grupy amfiboli, piroksenów i skaleni. Związki wapnia (głównie fosforan wapnia) wchodzi w skład szkieletów organizmów; wapń jest makroelementem — w organizmie człowieka występuje głównie (99%) w kościach w postaci fosforanu wapnia; w płynach ustrojowych bierze udział (w postaci jonów Ca²⁺) w wielu procesach regulacyjnych (wydzielanie m.in. hormonów, neurotransmiterów, insuliny), w procesach krzepnięcia krwi, skurczu mięśni szkieletowych; z niedoborem wapnia wiążą się m.in. deformacje kości (np. krzywica, osteoporoza), wzmożona pobudliwość nerwowo-mięśniowa (tężyczka). Metaliczny wapń otrzymuje się w wyniku elektrolizy stopionych soli, głównie chlorku wapnia CaCl₂ (z dodatkiem fluorku CaF₂ jako topnika), lub aluminotermicznie — w wyniku redukcji w próżni tlenku wapnia metalicznym glinem. Wapń jest stosowany jako dodatek utwardzający stopy łożyskowe, reduktor do otrzymywania niektórych metali (np. cyrkonu, toru, uranu, miedzi) z ich rud tlenkowych oraz do odsiarczania metali. Większe znaczenie mają związki wapnia. Wapń odkrył (otrzymał w wyniku elektrolizy) 1808 H.B. Davy.

**

Wapowski BERNARD, ur. ok. 1450, Radochowice k. Mościsk (pow. przemyski, obecnie na Ukrainie), zm. 25 XI 1535, Kraków, kartograf, astronom, historyk, humanista i duchowny; 1511–15 współpracował w Rzymie przy wydawaniu *Geografii* Klaudiusza Ptolemeusza; od 1515 sekr. i urzędowy historiograf Zygmunta I Starego; autor pierwszych wydanych (1526) w Polsce map: wschodniej Europy *Tabula Sarmatiae...* (1 : 2 900 000), następnie Polski (1 : 1 000 000) — są znane tylko ich fragmenty; autor kronik opartych częściowo na rocznikach J. Długosza.

**

wariacja [łac.], *astr.* nierówność w ruchu Księżyca, wywołana okresowymi zmianami przyspieszenia perturbacyjnego spowodowanego oddziaływaniem Słońca.

**

Warkocz Bereniki, łac. *Coma Berenices*, gwiazdozbiór nieba północnego;

Umiejscowienie na niebie: gwiazdozbiór nieba północnego

Obszar gwiazdozbioru (w stopniach kwadratowych): 386

w Polsce widoczny na wiosnę; nie zawiera jasnych gwiazd; bogaty w galaktyki; w W.B. znajduje się północny biegun Galaktyki (ku niemu jest skierowana jej oś obrotu).

**

warkocz kometarny, strumień gazu i pyłu uwalnianych z jądra komety i wydmuchiwanym z jej głowy (otoczka gazowo-pyłowa zwana komą i jądro tworzą głowę komety) przez wiatr słoneczny i ciśnienie promieniowania Słońca; skierowany zawsze odsłonecznie.

**

warstwa przejściowa, obszar przejściowy, *astr.* obszar atmosfery Słońca między chromosferą a koroną charakteryzujący się gwałtownym wzrostem temperatury z wysokością — od 25 tysięcy K do ok. 700 tysięcy K na przestrzeni ok. 100 km; w warstwie przejściowej występują wielokrotnie zjonizowane atomy helu, krzemu, węgla, tlenu, siarki, dające linie widmowe, których obserwacje pozwalają na dokładne badanie struktury tej warstwy oraz niskich warstw korony.

**

Wassenius BIRGER, ur. 1687, zm. 1771, astronom szwedz.; 1733 sporządził pierwszy nauk. opis protuberancji słonecznych.

**

Wawel, *astr.* planetoida pasa głównego o numerze katalogowym 1352; odkryta 1935 (S. Arend); nazwa upamiętnia zamek król. w Krakowie.

**

Wąż, łac. *Serpens*, gwiazdozbiór równikowy;

Umiejscowienie na niebie: gwiazdozbiór równikowy

Obszar gwiazdozbioru (w stopniach kwadratowych): 637

Główne gwiazdy: Unukalhai

w Polsce w całości widoczny latem; najjaśniejsza gwiazda — Unukalhai.

**

Wąż Wodny, Hydra, łac. *Hydra*, rozległy gwiazdozbiór leżący po obu stronach równika niebieskiego;

Umiejscowienie na niebie: gwiazdozbiór równikowy

Obszar gwiazdozbioru (w stopniach kwadratowych): 1300

Główne gwiazdy: Alphard

w Polsce najlepiej widoczny na wiosnę; najjaśniejsza gwiazda — Alphard.

**

Wąż Wodny Mały, Wąż Morski, łac. *Hydrus*, gwiazdozbiór nieba południowego;

Oznaczenie: Hyi

Umieszczenie na niebie: gwiazdozbiór nieba południowego

Obszar gwiazdozbioru (w stopniach kwadratowych): 243

położony blisko południowego bieguna świata; w Polsce niewidoczny.

**

Wega, seria 2 próbników kosmicznych wysłanych przez ZSRR (Wega 1 — start 15 XII 1984, Wega 2 — start 21 XII 1984), uczestniczących w misji kosmicznej do Wenus i komety Halleya (stąd nazwa — ros. Wieniera i Gallej) podczas jej ostatniego zbliżenia do Ziemi. Stanowiły udoskonaloną wersję statków typu Wenus. Naukowy program misji Wega był realizowany w ramach programu Interkosmos; w jego opracowaniu oraz w budowie aparatury badawczej uczestniczyły oprócz ZSRR m.in. Polska. W pierwszej fazie misji Wegi, po zbliżeniu się próbników do Wenus od statku oddzielił się lądownik wraz z sondą balonową; zadaniem tych urządzeń było przeprowadzenie badań profilu wysokościowego atmosfery Wenus i jej cyrkulacji, pomiar jej parametrów meteorologicznych oraz analiza chemiczna próbek gruntu planetarnego. Właściwy próbnik po minięciu planety (Wega 1 — 11 VI 1985 w odległości ok. 39 tysięcy km, Wega 2 — 15 VI 1985 w odległości ok. 24,5 tysięcy km) został wprowadzony na trajektorię ku komete Halleya; po 9 miesiącach Wega 1 i Wega 2 dotarły w bliskie (8–9 tysięcy km) otoczenie jądra komety i wraz z próbnikiem Giotto należącym do ESA uczestniczyły w pionierskim programie bezpośrednich badań komety obejmującym: uzyskanie obrazów komety z bliska, wyznaczanie parametrów fizycznych i składu chemicznego jądra komety, identyfikację rodników i cząsteczek w jej głowie, określenie właściwości pyłu kometarnego, pomiary cząstek neutralnych i jonów w otoczeniu komety, zbadanie oddziaływań wiatru słonecznego z atmosferą i jonosferą kometarną, pomiary fal plazmowych oraz pola magnetycznego w otoczeniu komety.

**

Wega, Vega, α Lyrae, astr. najjaśniejsza gwiazda w gwiazdozbiórze Lutni;

Oznaczenie: α Lyrae

Rodzaj obiektu: gwiazda pojedyncza

Lokalizacja: galaktyka: Galaktyka; Lutnia

Współrzędne i odległość od Ziemi: rektascensja: $18^{\text{h}} 36^{\text{m}} 56^{\text{s}}$ deklinacja: $38^{\circ} 47' 25,3$ l.św. = 8 pc = 1 599 972 AU

Typ widmowy i klasa jasności: A0V

Jasność absolutna: jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: $+0,58^{\text{m}}$

Jasność widoma (obserwowana): jasność składników układu lub gwiazdy pojedynczej: $+0,03^{\text{m}}$

Temperatura efektywna: układ: 9500 K

**

Wegener ALFRED LOTHAR , ur. 1 XI 1880, Berlin, zm. XI 1930, Grenlandia, geofizyk niemiecki; od 1919 profesor uniwersytetu w Hamburgu, od 1924 — w Grazu; 1906–

30 brał udział w 4 ekspedycjach naukowych na Grenlandię, gdzie dokonał wielu cennych obserwacji meteorologicznej i glaciologicznych; zginął tam podczas burzy śnieżnej; zajmował się głównie termodynamiką atmosfery, paleoklimatologią, tektoniką; rozwinął i upowszechnił teorię wędrówek kontynentów, która w klasycznej postaci jest znana jako teoria W. (dryf kontynentów); główne dzieła: *Termodynamik der Atmosphäre* (1911), *Die Entstehung der Kontinente und Ozeane* (1915), *Die Klimate der geologischen Vorzeit* (1924, wraz z w. Keppenem), *Mit Motorboot und Schlitten in Grönland* (1930).

**

Wegenera teoria, geol. teoria dryfu kontynentów, która w klasycznej postaci została sformułowana (1912) przez A.L. Wegenera.

**

Weinberg [ˈvaɪnbɜːrg] STEVEN, ur. 3 V 1933, Nowy Jork, fizyk amerykański; 1969–73 profesor Massachusetts Institute of Technology w Cambridge, 1973–83 Harvard University tamże, od 1982 University of Texas w Austin; czł. Tow. Król. w Londynie; prowadzi prace dotyczące gł. teorii cząstek elementarnych; za wkład w rozwój teorii oddziaływań między cząstkami elementarnymi, a zwł. za sformułowanie tzw. zunifikowanej teorii oddziaływań słabych i elektromagnetycznych, 1979 otrzymał, wraz z Sh.L. Glashowem i A. Salamem, Nagrodę Nobla; autor książek popularnonauk. o powstaniu Wszechświata *Pierwsze trzy minuty* (1977, wyd. pol. 1980).

**

Weizsäcker [ˈvaɪt͡sɛkɐ] CARL FRIEDRICH von, baron, ur. 28 VI 1912, Kilonia, zm. 28 IV 2007, Söcking, syn Ernsta, brat Richarda, niem. fizyk i astrofizyk; 1942–45 profesor uniw. w Strasburgu, 1946–57 — Max Planck-Institut w Getyndze (od 1969 dyr.), 1957–69 — uniw. w Hamburgu; prowadzi prace z zakresu fizyki atomowej i jądr., teorii kwantowych, teorii pola, teorii cząstek elementarnych, astrofizyki i kosmologii oraz filozofii przyrodoznawstwa; podał półempiryczny wzór na energię wiązania jądra atomowego; niezależnie od H.A. Bethego wyjaśnił źródło energii gwiazd.

**

Wenus, Wieniera, seria 16 sowieckich próbników kosmicznych przeznaczonych do badań planety Wenus: Wenus 1 (start 12 II 1961) — pierwszy w historii statek kosmiczny wysłany w kierunku Wenus, pomimo utraty łączności radiowej ze statkiem ocenia się, że minął on planetę w odległości ok. 100 tysięcy km; Wenus 2 (start XI 1965) zbliżył się II 1966 do Wenus na odległość 24 tysięcy km, dokonał podczas lotu pomiarów pól magnetycznych oraz promieniowania korpuskularnego na trasie Ziemia–Wenus; Wenus 3 — pierwszy próbnik, który III 1966 wniknął w atmosferę planety, przekazywał sygnały do wysokości 32 km nad jej powierzchnią, by następnie jako pierwszy obiekt ziemski spaść na nią (twarde lądowanie); Wenus 4 podczas przelotu X 1967 przez atmosferę Wenus dostarczył pierwszych bezpośrednich i wiarygodnych danych o jej składzie i parametrach fizycznych; Wenus 5 i Wenus 6 wtargnęły (V 1969) w atmosferę Wenus i przed rozbiciem się o jej powierzchnię przekazały dokładniejsze dane o składzie i warunkach fizycznych w głębokich warstwach atmosfery; Wenus 7 (start VIII 1970) — pierwszy próbnik, który łagodnie

wylądował na powierzchni planety i przez 23 minuty przekazywał dane o warunkach przy powierzchni Wenus; Wenus 8 osiadł VII 1972 miękko na powierzchni jako pierwszy obiekt po stronie dziennej Wenus, funkcjonował przez 50 minut po lądowaniu, wykonując m.in. badania; Wenus 9 i Wenus 10 (1975) kontynuowały cykl badań atmosfery i powierzchni Wenus, ich lądowniki przesyłały pierwsze jej obrazy, natomiast orbiter Wenus 9 i Wenus 10 były pierwszymi w historii sztucznymi satelitami Wenus; w następnych latach kontynuowano badania atmosfery i powierzchni Wenus (Wenus 13 i Wenus 14; 1982). Wenus 15 i Wenus 16 różniły się konstrukcją i przeznaczeniem od poprzednich sond serii, nie miały lądowników, a jedynie orbiter, które IX 1983 stały się sztucznymi satelitami Wenus; m.in. prowadziły z orbity okołowenusjańskiej badania składu chemicznego atmosfery i radarowe badania ukształtowania powierzchni Wenus, przekazały mapy termiczne planety.

**

Wenus, symbol ♀, *astr.* druga według oddalenia od Słońca planeta Układu Słonecznego.

podstawowe dane

masa: $4,87 \cdot 10^{24}$ kg (0,815 masy Ziemi)

średnia gęstość: $5,24 \text{ g/cm}^3$

promień równikowy: 6 052 km

promień orbity: 108,1 mln km

okres obiegu wokół Słońca: 224,7 dni ziemskich

prędkość ucieczki: 10,4 km/s

księżyce: brak

atmosfera

ciśnienie: ok. 9 MPa (90 razy większe od ciśnienia ziemskiego)

skład

dwutlenek węgla: 96,5%

azot: 3,5%

domieszki m.in. dwutlenku siarki, pary wodnej, tlenku węgla,

argonu, helu, neonu

temperatura powierzchni: 480°C

Symbol: ♀

Odległość od Słońca: 107,5 mln km (0,718583 AU); 108,9 mln km (0,727941 AU); 108,2 mln km (0,723262 AU)

Okres obiegu wokół Słońca (w latach): 0,62

Okres obrotu (w godzinach): 5835

Masa planety: $4,87 \cdot 10^{24}$ kg (0,815199·masa Ziemi)

Średnia gęstość: $5,24 \text{ g/cm}^3$

Jądro planety: nikiel, żelazo

Atmosfera planetarna: neon, hel, argon, azot (3,5%), dwutlenek siarki, dwutlenek węgla, tlenek węgla, woda; temperatura na powierzchni: od 100 K do 750 K — od -173°C do 477°C; ciśnienie: 92·ciśnienie Ziemi

Satelity naturalne: 0

Odkrycie: znana już w starożytności

Loty kosmiczne badające planetę: Mariner 2 (misja bez lądowania, badania atmosfery i powierzchni Wenus); Wenus 3 (misja z lądowaniem, pierwszy obiekt wykonany przez człowieka, który spadł na powierzchnię innej planety); Wenus 7 (misja z lądowaniem, pierwsze przekazanie danych już po osiągnięciu na powierzchni planety); Mariner 10 (misja bez lądowania, badania nad grawitacją Wenus); Wenus 9 (misja z lądowaniem, badania atmosfery i przekazanie dokumentacji fotograficznej z powierzchni Wenus); Pioneer–Venus 1 (misja bez lądowania, badania atmosfery i powierzchni Wenus); Pioneer–Venus 2 (misja z lądowaniem, badanie atmosfery); Wenus 13 (misja z lądowaniem, badania Wenus); Wenus 14 (misja z lądowaniem, badania Wenus); Wenus 15 (misja bez lądowania, badania właściwości powierzchni Wenus); Wenus 16 (misja bez lądowania, badania właściwości powierzchni Wenus); Wega 1 (misja bez lądowania, badanie atmosfery Wenus); Wega 2 (misja z lądowaniem, badanie powierzchni i atmosfery Wenus); Magellan (misja bez lądowania, badania nad topografią, geologią i grawitacją Wenus; działalność kartograficzna); Galileo (misja bez lądowania, badania połączone z wykonaniem dokumentacji fotograficznej); MESSENGER (misja bez lądowania, badania naukowe podczas przelotu koło planety); Venus Express (misja bez lądowania, badania atmosfery, pola magnetycznego, radarowe badania warstw podpowierzchniowych)

Po Słońcu i Księżycu Wenus jest najjaśniejszym obiektem na niebie; znajduje się zawsze blisko Słońca (maksymalna kątowa odległość od niego 47°); powoduje to, że można ją obserwować nad horyzontem po zachodzie Słońca (tzw. **Gwiazda Wieczorna**) albo przed jego wschodem (tzw. **Jutrzenka** lub **Gwiazda Poranna**). Wenus okrąża Słońce po prawie kołowej orbicie (mimośród 0,007), położonej w płaszczyźnie nachylonej do płaszczyzny ruchu Ziemi pod kątem ponad 3° , w średniej odległości 0,72 AU i w okresie 224,7 dnia (0,6 roku ziemskiego); średnia prędkość ruchu orbitalnego wynosi 35 km/s. Promień równikowy Wenus ma 6052 km. Kulisty glob planety bardzo wolno obraca się wokół osi niemal prostopadłej do płaszczyzny orbity (pełny obrót trwa 243 dni), a jego kierunek jest przeciwny do kierunku ruchu orbitalnego. Doba słoneczna trwa na Wenus prawie 117 dób ziemskich. Masa planety stanowi 0,82 masy Ziemi, a średnia gęstość materii, z której jest zbudowana, wynosi $5,24 \text{ g/cm}^3$. Prędkość ucieczki z powierzchni Wenus jest równa 10,4 km/s. Wnętrze planety jest podobne do wnętrza Ziemi: żelazo-niklowe jądro o promieniu ok. 3000 km otacza gruby skalisty płaszcz i kilkudziesięciokilometrowa skorupa. Powierzchnię Wenus ukształtowała ok. 800 mln lat temu intensywne aktywność wulkaniczna (być może trwająca do dziś na śladowym poziomie) i w mniejszym stopniu tektoniczna; o aktywności wulkanicznej świadczą pokrywające powierzchnię różne struktury koliste, kopuły, rozległe równiny wulkaniczne, meandrujące potoki zastygłej lawy, natomiast o ruchach tektonicznych — gęsta sieć rowów i szczelin, a także liczne zmarszczki i fałdy. Kraterów uderzeniowych na powierzchni Wenus jest stosunkowo niewiele, głównie młode kratery meteorytowe. Wenus ma grubą i gęstą atmosferę, złożoną przede wszystkim z ditlenku węgla (96,5%) i azotu (3,5%) z domieszkami ditlenku siarki, pary wodnej, tlenku węgla, argonu, helu, neonu. Temperatura atmosfery przy powierzchni sięga aż 750 K (różnica między temperaturą dnia i nocy nie przewyższa 25°), a ciśnienie (ok. 9 MPa) jest 90 razy większe od ciśnienia atmosferycznego przy powierzchni Ziemi; na wysokości 100 km temperatura spada do ok. 100 K. Tak wielkie rozgrzanie powierzchni (największe ze wszystkich powierzchni planetarnych) jest wynikiem tzw. efektu cieplarnianego wywołanego nieprzezroczystą, gęstą warstwą obłoków spowijających całą planetę na wysokości ok. 60–80 km. Obłoki te zwiększają znacznie albedo Wenus, które sięga

prawie 75%. Magnetyzm Wenus jest co najmniej o trzy rzędy wielkości słabszy od ziemskiego, czego przyczynę upatruje się przede wszystkim w bardzo wolnej rotacji planety; Wenus nie ma więc zauważalnego pola magnetycznego ani magnetosfery; nie ma też księżyców ani pierścieni.

Szczególnie ważnych informacji dla poznania Wenus dostarczyły sondy serii Mariner (2, 5 i 10), Wenera (8–16) i Pioneer (12 i 13), a przede wszystkim sonda Magellan, z której wykonano (1990–94) m.in. sondowania radarowe planety, umożliwiające sporządzenie szczegółowej mapy prawie całej powierzchni Wenus. Obecnie trwa misja Europejskiej Agencji Kosmicznej — 9 XI 2005 odbył się start sondy Venus Express, która 11 IV 2006 weszła na orbitę wokół planety (sonda zawiera polską aparaturę badawczą).

**

wertykał [łac.], **koło wierzchołkowe**, *astr.* wielkie koło na sferze niebieskiej, prostopadłe do horyzontu, przechodzące przez zenit i nadir; punkty w. mają azymuty (astronomiczne współrzędne) jednakowe lub różniące się o 180°; zazwyczaj w. nazywane jest półkole, poł. w., któremu można przypisać jedną wartość azymutu.

**

Westa [łac.], *astr.* trzecia pod względem wielkości planetoida, średn. ok. 550 km; należy do pasa planetoid; odkryta 1807 przez H. Olbersa.

**

węgiel, C, *carbo*, *carboneum*, pierwiastek chemiczny o liczbie atomowej 6;

Symbol: C

Nazwa łacińska: Carboneum

Liczba atomowa: 6

Pierwiastek promieniotwórczy: nie

Grupa układu okresowego pierwiastków: 14 — węglowce

Odkrycie: starożytność

względna masa atomowa 12,0107; węgiel należy do grupy węglowców; jest niemetalem; sublimuje bez stopienia w temperaturze 3632°C; ciało stałe, nierozpuszczalny w wodzie, kwasach i zasadach, rozpuszczalny w wielu stopionych metalach; tworzy odmiany alotropowe: diament (gęstość 3,51 g/cm³), grafit (gęstość 2,1–2,3 g/cm³) oraz fulereny; tzw. węgiel bezpostaciowy (sadza, węgiel drzewny, węgiel kostny) składa się z bardzo małych krystalitów o zdefektowanej sieci przestrzennej grafitu; w temperaturze pokojowej węgiel jest chemicznie nieaktywny; ogrzewany z tlenem tworzy tlenki CO i CO₂; z wieloma pierwiastkami daje w odpowiednich warunkach węgliki; dzięki zdolności do tworzenia wiązań między atomami własnymi tworzy połączenia, których cząsteczki mają budowę łańcuchową i pierścieniową; w związkach występuje na stopniach utlenienia –IV, IV oraz II (tlenek węgla). Węgiel we Wszechświecie zajmuje 4. miejsce (po wodorze, helu i tlenie) pod względem rozpowszechnienia, w skorupie ziemskiej — 14. miejsce; na Ziemi występuje w stosunkowo niewielkiej ilości w stanie wolnym (diament i grafit), a głównie w postaci związków; do związków nieorganicznych należą węglany (minerały skałotwórcze), są to: kalcyt, dolomit, syderyt, magnezyt i in.; ditlenek węgla CO₂ jest składnikiem atmosfery ziemskiej (atmosfera Marsa składa się w 95% z CO₂); węgiel

pochodzenia organicznego występuje w złożach kopalin jako: węgiel kamienny, węgiel brunatny, torf, ropa naftowa, gaz ziemny. Węgiel należy do makroelementów; wchodzi w skład podstawowych dla życia związków: białek, kwasów nukleinowych, węglowodanów, tłuszczów, witamin i in. Węgiel jest pierwiastkiem biofilnym; między litosferą, hydrosferą i atmosferą odbywa się ciągła wymiana węgla, w której pośredniczy biosfera. Węgiel i jego związki mają olbrzymie znaczenie, głównie jako surowce energetyczne i chemiczne. W postaci włókien węglowych i grafitowych węgiel jest używany do wyrobu kompozytów. Promieniotwórczy izotop węgla ^{14}C (powstający z azotu w górnych warstwach atmosfery pod wpływem promieniowania kosmicznego) jest wykorzystywany do określania wieku rozmaitych obiektów (datowanie izotopowe); $1/12$ masy atomu izotopu węgla ^{12}C stanowi jednostkę masy atomowej (u); izotop ^{13}C (o niezerowym spinie jądrowym) wykorzystuje się w spektroskopii jądrowej rezonansu magnetycznego.

**

Węgielnica, łac. *Norma*, astr. mały gwiazdozbiór nieba południowego;

Umiejscowienie na niebie: gwiazdozbiór nieba południowego
Obszar gwiazdozbioru (w stopniach kwadratowych): 165

w Polsce niewidoczny; wszystkie gwiazdy są słabsze od 4. wielkości gwiazdowej.

**

węgla tlenki, związki chem. węgla i tlenu: 1) **tlenek węgla(II)**, **tlenek węgla (czad)**, CO , bezb., bezwonny, palny gaz, słabo rozpuszczalne w wodzie; z powietrzem tworzy mieszaninę wybuchową; z chlorem tworzy fosgen, z metalami — karbonylki; wdychanie CO powoduje śmierć (gaz ten łączy się z hemoglobina krwi, uniemożliwiając przyłączenie przez nią tlenu); tworzy się w wyniku niecałkowitego spalania węgla lub redukcji ditlenku węgla; stosowany gł. jako składnik gazu syntezowego, wodnego, generatorowego, jako reduktor i do otrzymywania karbonylków; 2) **tlenek węgla(IV)**, **ditlenek węgla**, CO_2 , bezb., bezwonny, niepalny gaz; zestalony sublimuje; rozpuszczalne w wodzie; bezwodnik kwasu węglowego; mało aktywny chemicznie; z mocnymi zasadami tworzy węglany, z amoniakiem — mocznik; występuje w atmosferze i hydrosferze, obecność CO_2 w powietrzu odgrywa istotną rolę w utrzymywaniu temp. na powierzchni Ziemi oraz atmosfery ziemskiej (efekt cieplarniany); stanowi produkt przemiany materii (wydychany przez zwierzęta, asymilowany przez rośliny); powstaje w wyniku całkowitego spalania węgla lub rozkładu węglanów; stosowany do wyrobu napojów musujących, napełniania gaśnic przeciwpożarowych, do produkcji sadzy; stały CO_2 pod nazwą suchy lód jest używany w chłodnictwie; 3) **ditlenek triwęgla**, C_3O_2 , bezb., trujący gaz o ostrym zapachu; ulega polimeryzacji; w powietrzu pali się, tworząc CO_2 ; produkt odwodnienia kwasu malonowego; nie znalazł praktycznego zastosowania.

**

węglowce, pierwiastki chemiczne stanowiące 14. grupę układu okresowego pierwiastków: węgiel (C), krzem (Si), german (Ge), cyna (Sn), ołów (Pb); węgiel i krzem są zaliczane do niemetali, pozostałe do metali; w związkach węglowce występują na stopniach utlenienia II i IV; na wyższym stopniu utlenienia tworzą z tlenem związki mające charakter kwasowy, na niższym — zasadowy (oprócz CO); węgiel ma zdolność do łączenia swych atomów w trwałe łańcuchy lub pierścienie

(związki organiczne), w przypadku krzemu znacznie trwalsze są łańcuchy krzemotlenowe, występujące w krzemianach. W przyrodzie występują w stanie związanym, jedynie węgiel także w stanie wolnym (jako diament, grafit); najbardziej rozpowszechniony jest krzem, który stanowi podstawowy składnik skorupy ziemskiej.

**

węglowodory, związki organiczne o cząsteczkach zbudowanych wyłącznie z atomów węgla i wodoru; ogólnie dzieli się je na węglowodory acykliczne, zwane też węglowodarami łańcuchowymi lub alifatycznymi (związki alifatyczne), i węglowodory cykliczne (związki cykliczne), zwane też pierścieniowymi, wśród których rozróżnia się węglowodory alicykliczne (związki alicykliczne) i węglowodory aromatyczne (związki aromatyczne). Węglowodory acykliczne to takie, w których cząsteczkach atomy węgla są ze sobą połączone w (otwarte) łańcuchy proste lub rozgałęzione; mogą one być nasycone (alkany) lub nienasycone, np. mogą zawierać jedno wiązanie podwójne (alkeny), jedno wiązanie potrójne (alkiny) lub kilka wiązań nienasyconych (np. dieny, polieny). W cząsteczkach węglowodorów alicyklicznych atomy węgla tworzą jeden lub więcej pierścieni nie będących pierścieniami związków aromatycznych; podobnie jak węglowodory acykliczne mogą być nasycone (cykloalkany) lub nienasycone (np. cykloalkeny, cykloalkiny lub cykloalkadieny), mogą zawierać związane z pierścieniem otwarte łańcuchy węglowodorowe zarówno nasycone, jak i nienasycone. Przykładami węglowodorów cyklicznych są również terpeny i spirany. Cząsteczki węglowodorów aromatycznych (arenów) mają co najmniej jeden 6-członowy pierścień zawierający układ formalnie sprzężonych 3 wiązań podwójnych; najprostszym węglowodorem aromatycznym jest benzen; z pierścieniem mogą być związane podstawniki acykliczne lub alicykliczne. Pierścienie w cząsteczkach węglowodorów policyklicznych mogą się łączyć w rozmaity sposób. Węglowodory stanowią jedną z największych grup związków organicznych. W warunkach normalnych węglowodory występują jako gazy (np. małowczątkowe węglowodory alifatyczne), ciecze (np. jednopierścieniowe węglowodory aromatyczne) lub ciała stałe (jak wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne); wszystkie węglowodory są palne, mają duże ciepło spalania. Źródłami węglowodorów są przede wszystkim ropa naftowa, gaz ziemny, węgiel kamienny oraz brunatny, a także łupki bitumiczne i terpentyna. Węglowodory są stosowane m.in. jako paliwa silnikowe (benzyna, olej napędowy), oleje opałowe, rozpuszczalniki oraz jako podstawowe surowce w przemyśle organicznym (do produkcji tworzyw sztucznych, kauczuku, środków ochrony roślin, leków i barwników).

**

węzły, *astr.* punkty przecięcia płaszczyzny orbity ciała niebieskiego z ekliptyką (rzadziej z równikiem niebieskim).

**

Wężownik, *Ophiuchus*, *astr.* rozległy gwiazdozbiór równikowy;

Umiejscowienie na niebie: gwiazdozbiór równikowy

Obszar gwiazdozbioru (w stopniach kwadratowych): 948

Główne gwiazdy: Ras Alhague, Gwiazda Barnarda

w Polsce jest widoczny wiosną i latem; zawiera wiele jasnych gwiazd, z których najjaśniejsza jest Ras Alhague.

**

Wheeler [ˈwɛːlɪər] JOHN ARCHIBALD, ur. 9 VII 1911, Jacksonville, zm. 13 IV 2008, Hightstown, stan Nowy Jork, fizyk amer.; od 1947 profesor uniw. w Princeton, od 1976 uniw. w Austin (Teksas); prowadzi badania w dziedzinie fizyki atomowej i jądr. oraz oddziaływań elektromagnetycznych między cząstkami elementarnymi; oprac. teorię stanu równowagi gwiazd bardzo gęstych; zajmuje się teorią zapadania grawitacyjnego i czarnych dziur; *Fizyka czasoprzestrzeni* (wspólnie z E.F. Taylorem, 1966, wyd. pol. 1975).

**

White [ˈwaɪt] EDWARD, ur. 14 XI 1930, San Antonio (stan Teksas), zm. 27 I 1967, Cape Kennedy (Floryda), kosmonauta amerykański; pilot statku kosmicznego Gemini 4; pierwszy Amerykanin, który odbył spacer w kosmosie (wyszedł ze statku w otwartą przestrzeń kosmiczną).

**

wiatr słoneczny, strumień naładowanych elektrycznie cząstek wypływających z korony słonecznej w przestrzeń międzyplanetarną; wiatr słoneczny składa się głównie ze swobodnych elektronów, protonów, cząstek α oraz niewielkiej liczby jąder pierwiastków cięższych; chemiczny skład wiatru słonecznego jest taki, jak chemiczny skład atmosfery Słońca, z której wiatr słoneczny bierze początek. W okolicach Ziemi prędkość wiatru słonecznego waha się w granicach 250–800 km/s, średnio 300–400 km/s; strumień masy wynosi ok. $5 \cdot 10^{12}$ cząstek/(m² · s), gęstość ok. 5 cząstek/cm³; w ciągu 1 s ze Słońca wypływa ok. 5 mln t materii. Przyczyną istnienia wiatru słonecznego jest ustawiczny dopływ do zewnętrznych warstw Słońca dużych ilości energii, która z korony słonecznej jest częściowo emitowana w postaci promieniowania elektromagnetycznego, częściowo — w postaci energii cząstek materialnych tworzących koronę. Razem z materią jest wynoszone ze Słońca pole magnetyczne, którego linie sił wskutek obrotu Słońca są zawijane w przestrzeni międzyplanetarnej w linie śrubowe o kierunku tworzącym w okolicy Ziemi kąt ok. 45° z kierunkiem ku Słońcu; tak zawinięte pole wytwarza parę sił spowalniającą rotację Słońca. Wiatr słoneczny oddziałuje silnie z zewnętrznymi częściami magnetosfery Ziemi; napierając na zwróconą do Słońca część magnetosfery powoduje, iż obszar objęty działaniem ziemskiego pola magnetycznego rozciąga się w tym kierunku na ok. 60 tysięcy km, podczas gdy w kierunku przeciwnym sięga wielu milionów km. Silnym wybuchom na Słońcu towarzyszy wyrzucanie w przestrzeń większych chmur zjonizowanego gazu; przejście takiego obłoku w pobliżu Ziemi powoduje zakłócenia ziemskiego pola magnetycznego. Podobne do wiatru słonecznego wiatry — lecz często znacznie potężniejsze — istnieją wokół wielu gwiazd (wiatry gwiazdowe).

**

Widma gwiazd

Widmo gwiazdy to jej obraz wytworzony na przykład za pomocą soczewki i pryzmatu. Pryzmat powoduje, że położenie obrazu gwiazdy wytworzonego przez soczewkę zależy od długości fali. Obrazy w bliskich długościach fal (w bliskich barwach) będą znajdowały się na kliszy czy ekranie blisko siebie. Widma gwiazd — choć na pierwszy rzut oka podobne — przy dokładniejszym poznaniu różnią się. Jedną z różnic wynika z odmiennego rozkładu jasności w poszczególnych barwach.

Są gwiazdy mające widma jasne w barwie czerwonej i pomarańczowej. Inne gwiazdy mają widma, w których najjaśniejsze są niebieskie fragmenty.

To, co nazywamy barwą gwiazdy, jest wynikiem zmieszania wszystkich barw widma. Inna cecha różnicująca widma gwiazd związana jest z tzw. **liniami widmowymi**. W widmach gwiazd występują na ogół linie absorbcyjne, które na tle barwnego widma ciągłego wyglądają jak bardzo wąskie ciemne kreseczki (skoro są ciemne, to znaczy, że w odpowiadających im długościach fal dopływa mniej energii). Ilość i położenie linii widmowych w widmach gwiazd jest bardzo zróżnicowane.

Te cechy widma (ilość i położenie linii absorbcyjnych) legły u podstaw podziału widm gwiazd na tzw. typy widmowe. **Typ widmowy gwiazdy** (nazwami typów są litery O, B, A, F, G, K, M) określany jest właśnie na podstawie ilości i rozmieszczenia linii absorbcyjnych w widmie. Ze względu na małą ilość typów i dużą różnorodność widm każdy z typów został podzielony na dziesięć podtypów. Pełny szereg typów przedstawia się następująco: O5, O6, O7, ..., O9, B0, B1, ..., B9, A0, A1, ..., A9, itd. Badania laboratoryjne widm gorących gazów (zgodnie z przewidywaniami teorii) wykazały, że ilość i rozkład linii widmowych silnie zależą od temperatury gazu. Dzięki temu każdemu typowi widmowemu można przypisać określoną temperaturę. Oto rezultat:

O — 38 000–31 000 K

B — 30 000–12 400 K

A — 10 800–8200 K

F — 7250–6200 K

G — 5900–5500 K

K — 5250–4150 K

M — 3900–2600 K

Słońce ma typ widmowy G3.

Andrzej Branicki

**

widnokrąg, horyzont widomy, linia oddzielająca widoczną część sfery niebieskiej od jej części niewidocznej.

**

„Widnokrąg”, tygodnik polit.-społ. i lit., wyd. 1913–18 w Warszawie; redaktor J. Wasowski i W. Rzymowski (do 1915), następnie P. Górecki; początkowo przychylny ruchowi socjalist., od 1916 związany z obozem niepodl., reprezentował orientację aktywistyczną, zbliżoną do piłsudczyków; drukował wczesne prace futurystów.

**

Wielka Mgławica Andromedy

Wielka Mgławica Andromedy M31 jest dużą galaktyką spiralną, najbliższą, odległą o około 600 tys. lat świetlnych od naszej Galaktyki. Zawiera ponad 100 mld gwiazd. Wiele wskazuje na to, że Galaktyka i M31, będące głównymi składnikami gromady galaktyk nazywanej Lokalną Grupą Galaktyk, są do siebie bardzo podobne.

M31 jest najjaśniejszą galaktyką na naszym niebie, widoczną gołym okiem w gwiazdozbiornie Andromedy. Fotografowana wygląda jak elipsa o rozmiarach $1.4^\circ \times 4^\circ$. Gdy oglądamy ją gołym okiem, lornetką lub lunetą, widzimy jedynie jej centralną część — jądro. Pierwsze próby zobaczenia jej gołym okiem należy podjąć ciemną

nocą. Dobrze jest patrzeć nieco obok miejsca, w którym spodziewamy się ją zobaczyć. Wprawieni, możemy ją zobaczyć nawet z ulicy miasta.

Andrzej Branicki

**

Wielka Mgławica Andromedy, Wielka Mgławica w Andromedzie, M31, NGC 224, najbliższa, najjaśniejsza i jedna z największych galaktyk spiralnych typu Sb; położona w gwiazdozbiornie Andromedy w odległości ok. 670 kpc (ok. 2,1 mln lat świetlnych), widoczna gołym okiem; średnica dysku ok. 80 kpc; należy do Lokalnej Grupy Galaktyk; w ramionach spiralnych Wielkiej Mgławicy Andromedy, podobnie jak w Galaktyce, występują gł. obiekty należące do populacji I, w jądrze wyłącznie gwiazdy populacji II; w Wielkiej Mgławicy Andromedy obserwuje się wszystkie typy obiektów obserwowanych w Galaktyce; w pobliżu Wielkiej Mgławicy Andromedy znajdują się 4 mniejsze galaktyki — zapewne są one satelitami.

**

Wielka Mgławica w Orionie, M42, NGC 1976, najjaśniejsza, widoczna gołym okiem mgławica gazowo-pyłowa w gwiazdozbiornie Oriona; zawiera grupę gwiazd — Trapez; silne źródło promieniowania nadfioletowego i rentgenowskiego.

**

Wielka Niedźwiedzica, rozległy gwiazdozbiór nieba północnego;

Umiejscowienie na niebie: gwiazdozbiór nieba północnego

Obszar gwiazdozbioru (w stopniach kwadratowych): 1280

Główne gwiazdy: [Dubhe](#), [Merak](#), [Phad](#), [Megrez](#), [Alioth](#), [Mizar](#), [Alcor](#), [Alkaid](#)

w Polsce widoczny cały rok; 7 najjaśniejszych gwiazd (Dubhe, Mizar, Megrez, Merak, Alkaid, Alioth, Phad) tworzy charakterystyczny Wielki Wóz.

**

Wielka Pustynia lub supersymetria

Możliwe, że zaraz za zbadanym obszarem rozpościera się Wielka Pustynia, zajmująca wiele rzędów wielkości. Ponieważ rozmiar akceleratorów rośnie liniowo z energią, pustynia ta jest nie do przebycia przy użyciu stosowanych obecnie metod. Możliwe jest również, że pustynia nie istnieje, lub nie jest aż tak duża, jak wynikałoby ze zwykłych modeli Wielkiej Unifikacji. Jedną z możliwości jest supersymetria: symetria łącząca bozony i fermiony. Symetria ta musi być w jakiś sposób złamana, dzięki czemu supersymetryczne odpowiedniki znanych cząstek miałyby od nich większe masy. Być może cząstki takie zostaną odkryte w obszarze energii poniżej 10 TeV (1 TeV = 1000 GeV).

Inną możliwością jest pojawienie się wewnętrznej struktury kwarków: kwarki mogłyby okazać się stanami związanymi innych cząstek (preonów) tak, jak hadrony są złożone z kwarków. Modele supersymetryczne przewidują nieco wyższą skalę wielkiej unifikacji, powyżej 10^{16} GeV.

Andrzej Czechowski

**

Wielka Unifikacja

Teorie Wielkiej Unifikacji (łącznie oddziaływania elektromagnetyczne, słabe i silne) przewidują pojawienie się oddziaływań przy 10^{15} GeV. Takiego rzędu byłyby także masy nowych cząstek, między innymi bozonów X.

Monopol magnetyczny, którego istnienie przewidują tego typu teorie, miałby również masę tego rzędu, w odróżnieniu od bozonów X byłby jednak cząstką trwałą. Mógłby więc być zaobserwowany bez potrzeby przyspieszania innych cząstek do energii 10^{15} GeV.

Andrzej Czechowski

**

Wielki Atraktor, *astr.* skupisko materii we Wszechświecie położone w odległości 60 Mpc (dla stałej Hubble'a równej 70 km/s/Mpc), czyli ok. 190 mln lat świetlnych, w kierunku gwiazdozbiorów Węża Wodnego (Hydry) i Centaura; masa W.A. wynosi ok. $5 \cdot 10^{16}$ mas Słońca, co odpowiada masie ok. 20 dużych gromad galaktyk; w centrum W.A. znajduje się wielka gromada galaktyk ACO 3627 (Gromada Norma); W.A. powoduje systematyczne odstępstwa obserwowanych prędkości galaktyk od prawa Hubble'a (w obszarze o rozmiarach ok. 60 Mpc).

**

Wielki Obłok Magellana, *astr.* jeden z 2 → [Obłoków Magellana](#).

**

Wielki Pies, *Canis Maior*, gwiazdozbiór nieba południowego;

Umiejscowienie na niebie: gwiazdozbiór nieba południowego
Obszar gwiazdozbioru (w stopniach kwadratowych): 380
Główne gwiazdy: [Syriusz](#), [Adhara](#)

w Polsce widoczny zimą nad horyzontem; w W.P. znajduje się najjaśniejsza gwiazda na niebie — Syriusz; drugą pod względem jasności gwiazdą w gwiazdozbiórze jest Adhara.

**

Wielki Wóz, *astr.* charakterystyczna figura w formie wozu z dyszlem w gwiazdozbiórze Wielkiej Niedźwiedzicy, utworzona przez 7 jasnych gwiazd: Dubhe, Mizar, Megrez, Merak, Alkaid, Alioth i Phad.

**

Wielkiego Wybuchu teoria, hipoteza, zgodnie z którą ewolucja Wszechświata rozpoczęła się od stanu osobliwego (lub bliskiego osobliwemu), po czym nastąpiła trwająca do czasów obecnych faza jego ekspansji (rozszerzania się). Termin „Wielki Wybuch” jest używany na oznaczenie początkowego momentu ewolucji Wszechświata. Wsteczna ekstrapolacja obecnej ekspansji Wszechświata pozwala — zależnie od przyjętego modelu kosmologicznego — ocenić, że sytuacja taka powinna zaistnieć ok. 14 mld lat temu („wiek Wszechświata”). Zakres i wiarygodność badań najwcześniejszych chwil po Wielkim Wybuchu zależą głównie od stanu teorii grawitacji i fizyki cząstek elementarnych. Obecnie znane prawa fizyki pozwalają śledzić zmiany zachodzące we Wszechświecie po upływie ok. 10^{-43} s od wybuchu,

gdy gęstość materii była rzędu 10^{97} kg/m³, a temperatura — rzędu 10^{32} K. W chwilach wcześniejszych (**era planckowska**) o stanie materii decydowały efekty kwantowe, do których opisu byłoby konieczne zastosowanie (nieistniejącej jeszcze) kwantowej teorii grawitacji.

Przypuszcza się, że bezpośrednio po erze planckowskiej gęstość i temperatura Wszechświata były wystarczająco duże, by istniała tzw. wielka unifikacja, czyli równość oddziaływań silnych, słabych, elektromagnetycznych i grawitacyjnych, a w materii występowały obficie cząstki będące nośnikami tych oddziaływań. Po upływie ok. 10^{-35} s od wybuchu, gdy temperatura zmalała do ok. 10^{27} K, oddziaływania silne oddzieliły się od pozostałych oddziaływań, a wskutek rozpadu nośników oddziaływań silnych (hipotetycznych cząstek X i ich antycząstek) w materii pojawiły się kwarki i antykwarki. Przypuszcza się, że niewielka różnica w tempie rozpadu cząstek X i anty-X oraz ekspansja Wszechświata złamały wówczas symetrię między materią i antymaterią; powstało więcej kwarków niż antykwarków. W miarę obniżania się temperatury kwarki i antykwarki zaczęły łączyć się w nukleony i antynukleony; antynukleony uległy anihilacji z nukleonami, natomiast niewielka nadwyżka nukleonów pozostała i tworzy obserwowaną obecnie materię. W fazie tej, zakończonej ok. 10^{-3} s po wybuchu, została też określona wartość stosunku liczby fotonów (pochodzących z anihilacji) do nukleonów we Wszechświecie; wielkość ta nie zależy od czasu i jest rzędu 10^9 fotonów na nukleon. W czasie między 10^{-3} i 1 s od wybuchu (**era leptonowa**) najważniejszym procesem przebiegającym w pierwotnej materii były oddziaływania neutrino i antyneutrino z nukleonami, które doprowadziły do ustalenia się równowagowej wartości stosunku liczby protonów i neutronów. Reakcje te przestały zachodzić, gdy temperatura zmalała do ok. 10^{10} K i materia stała się przezroczysta dla neutrino. Uwolnione wówczas neutrino pozostały do dziś we Wszechświecie w postaci cząstek swobodnych, protony i neutrony natomiast pozostały w niezmiennym stosunku przez następne 10 s do chwili rozpoczęcia reakcji jądrowych prowadzących do powstania jąder deuteru i helu. Po zakończeniu okresu nukleosyntezy (500 s od wybuchu) materia składała się (w jednostkach masy) z ok. 25% helu, 75% wodoru, 10^{-3} % deuteru i mniej niż 10^{-6} % litu. W zasadzie wszystkich hel i deuter obserwowany w obecnym Wszechświecie pochodzi z tej fazy Wielkiego Wybuchu.

Przez następne ok. 300 tysięcy lat (10^{13} s) materia była całkowicie zjonizowana, a procesy rozpraszania fotonów na swobodnych elektronach sprawiały, że pozostawała ona w równowadze z promieniowaniem. Ponieważ energia pola promieniowania była większa od energii spoczynkowej materii, o przebiegu ekspansji Wszechświata decydowało promieniowanie (**era promienista**). Po obniżeniu się temperatury do kilku tysięcy K materia przeszła w stan niezjonizowany; materia i promieniowanie uległy rozsprężeniu i dalsza ich ewolucja przebiegała niezależnie. Promieniowanie w wyniku ekspansji zmniejszało swą temperaturę i jest obecnie obserwowane w postaci promieniowania relikтового (promieniowanie tła mikrofalowe) o temperaturze 2,7 K. Ochładzająca się materia, ok. 1 mld lat po wybuchu, zaczęła rozpadać się na obłoki o masie 10^6 – 10^8 mas Słońca, które zderzając się między sobą utworzyły obiekty o masach galaktyk (10^{11} mas Słońca). Procesy powstawania protogalaktyk i galaktyk nie zostały jeszcze w pełni wyjaśnione. Nieznane są również przyszłe losy Wszechświata, a w szczególności, czy ekspansja będzie trwała nieskończenie długo, czy też zostanie zahamowana i przejdzie w kontrakcję. Jeśli nastąpi kontrakcja, materia Wszechświata znajdzie się

po pewnym czasie, ponownie w stanie osobiwym. Losy materii w przypadku nieskończonej ekspansji są mniej jasne.

Obecna teoria unifikacji oddziaływań silnych i elektroślabych przewiduje nietrwałość protonów, które winny rozpadać się spontanicznie ze średnim czasem życia powyżej 10^{32} lat; w tym przypadku w rozszerzającym się nieskończenie Wszechświecie pozostałaby tylko materia w postaci elektronów i neutrin.

**

wielkiej unifikacji teorie, fiz. teorie pola, w których jest realizowana unifikacja oddziaływań silnych i elektroślabych. Modele kwantowej teorii pola mające opisywać w sposób bardziej fundamentalny niż Model Standardowy wszystkie (oprócz grawitacyjnego) oddziaływania cząstek elementarnych do energii rzędu 10^{18} GeV, ujmując je w jeden uniwersalny schemat (unifikując); przy osiągalnych obecnie energiach teorie wielkiej unifikacji przechodzą (przez spontaniczne łamanie symetrii) w Model Standardowy; teorie wielkiej unifikacji wykorzystują fakt, że zależne od energii procesy wartości 3 stałych sprzężenia, determinujące w Modelu Standardowym siłę oddziaływań elektroślabych oraz silnych ekstrapolowane do energii rzędu 10^{16} GeV, stają się porównywalne; pozwala to na opis wszystkich tych oddziaływań za pomocą tylko jednej stałej sprzężenia; teorie wielkiej unifikacji wyjaśniają kwantowanie ładunku elektrycznego oraz przewidują istnienie nowych cząstek o masach rzędu 10^{15-16} GeV/ c^2 , przenoszących oddziaływania naruszające zachowanie liczb kwantowych (barionowej i leptonowej) i, w konsekwencji, rozpad protonu ze średnim czasem życia $\tau_p \approx 10^{32-34}$ lat.

**

Wielkoskalowa struktura Wszechświata

Jak wiadomo z obserwacji promieniowania relikowego, w skali rzędu 5 gigaparseków, nasz Wszechświat wydaje się niesłychanie jednorodny — gładki. Jednak już w skalach nawet trochę mniejszych (megaparseki) obserwujemy wiele rozmaitych tworów: gromady galaktyk, różnorodne galaktyki, w skalach zaś jeszcze mniejszych — gwiazdy, mgławice, planety. Jak powstawały te struktury? Zacznijmy od tworów największych.

Najwygodniej rozważyć skale pośrednie między jednorodnością a strukturą, tzn. 10–100 Mpc. Po pierwsze bowiem — w tak dużych przestrzeniach jakiegokolwiek struktury nie powinny być znacząco zmienione przez rozmaite procesy wygładzające. Po drugie — duże objętości wystarczająco dobrze opisuje mechanika Newtona. Po trzecie — są to obszary tak rozległe, że ich długi czas ewolucji pozwala odtworzyć warunki początkowe i w ten sposób poznać młody Wszechświat.

W skalach wielu megaparseków dominuje newtonowska **samograwitacja**; można zaniedbać ciśnienie.

Jakościowo można teoretycznie pokazać, że małe fluktuacje gęstości w młodym Wszechświecie będą prowadziły do powstawania włóknistych struktur materii i kulistych „bąbli” pustek. Obserwuje się to w skalach 10 Mpc!

Tzw. głębokie przeglądy nieba, to znaczy badania przesunięć ku czerwieni w widmach bardzo odległych galaktyk (skąd można wnosić o odległościach tych obiektów), pozwalają obserwacyjnie odtwarzać wielkoskalową (ponad 100 Mpc)

strukturę Wszechświata. Struktura ta to właśnie występujące przemiennie bardzo wydłużone włókna (*filaments*) materii otoczone prawie kulistymi olbrzymimi pustkami (*voids*) — obszarami pozbawionymi materii. Po prostu największe supergromady galaktyk są bardzo rozciągnięte, a rozproszone pojedyncze gromady galaktyk najczęściej tworzą „pomosty” do kolejnych supergromad. Pierwsze gigantyczne włókno materii, ciągnące się przez około 100 Mpc, odkryte zostało w 1981 r. w gwiazdozbiornie Wolarza.

Obecnie sądzi się, że większość materii Wszechświata skupiona jest w podobnych włóknach, a one same wypełniają najwyżej 1–2 % objętości przestrzeni. Największa z odkrytych do dziś struktur to tzw. Wielka Ściana znajdująca się w odległości 95 Mpc. Rozpościera się we Wszechświecie („długość razy wysokość płotu”) na obszarze zajmującym 80 na 225 Mpc, ale jego grubość nie przekracza 10 Mpc.

Magdalena Kozuchowska

**

wielkość gwiazdowa, magnitudo, miara jasności obiektu astronomicznego (np. gwiazdy). Skala wielkości gwiazdowej jest oparta na starej, wprowadzonej przez Klaudiusza Ptolemeusza, klasyfikacji gwiazd według ich jasności, polegającej na podziale gwiazd widocznych gołym okiem na 6 grup, przy czym najjaśniejsze gwiazdy zaliczono do grupy 1 (gwiazdy pierwszej wielkości: 1^m), a najśłabsze — do 6 (gwiazdy szóstej wielkości: 6^m). Na podstawie współczesnych pomiarów stwierdzono, że: stosunek natężeń oświeleń od 2 gwiazd, których jasność różni się o 1^m , jest jednakowy (nie zależy od jasności gwiazdy), oraz że oświetlenie promieniowania gwiazdy 1^m jest 100 razy większe niż gwiazdy 6^m ; te 2 fakty posłużyły do zdefiniowania obecnie używanej skali jasności gwiazd. Skalę tę opisuje wzór $m = -2,5 \lg E + b$, gdzie b — tzw. punkt zerowy skali — dobrano w ten sposób, by możliwie najlepiej zgadzała się ona ze skalą stosowaną dawniej, $b = -14,05$, jeżeli oświetlenie E jest wyrażone w luksach.

**

wielkość gwiazdowa absolutna, wielkość gwiazdowa, jaką miałby dany obiekt astronomiczny, gdyby znajdował się w odległości 10 pc od obserwatora.

**

Wielkość Słońca

Jaka jest wielkość Słońca (rozmiary kątowe) w ciągu dnia w kolejnych miesiącach? Czy jest stała czy zmienna?

Użycie oka jako przyrządu pomiarowego każe odpowiedzieć, że wielkość Słońca (rozmiary kątowe) są stałe. Użycie prostych amatorskich sposobów prawdopodobnie prowadziłoby do identycznej odpowiedzi. Użycie bardziej wyrafinowanych metod pokazałoby, że stosunek maksymalnych rozmiarów Słońca do minimalnych wynosi 1,03.

Andrzej Branicki

**

Wieloryb, łac. *Cetus*, rozległy gwiazdozbiór równikowy;

Umiejscowienie na niebie: gwiazdozbiór równikowy

Obszar gwiazdozbioru (w stopniach kwadratowych): 1230

Główne gwiazdy: Menkar, Diphda, Deneb Kaitos Shemali, Mira Ceti (gwiazda zmienna (pulsująca))

w Polsce jest gwiazdozbiorem nieba jesiennego; najjaśniejsza gwiazda — Diphda (Deneb Kaitos); w W. znajduje się jedna z bardziej znanych i jasnych gwiazd Mira Ceti, będąca pierwszą poznaną gwiazdą zmienną (pulsującą). (mapa).

**

Wieniera, astr. → [Wenus](#).

**

Wiernow SIERGIEJ N., ur. 11 VII 1910, Siestrorieck, zm. 26 IX 1982, Moskwa, fizyk ros.; badacz promieniowania kosm.; korzystając z aparatury umieszczonej w Sputniku 2 i Sputniku 3, odkrył (niezależnie od J.A. Van Allena) i badał pasy radiacji wokół Ziemi (Van Allena pasy).

**

Wilk, łac. *Lupus*, gwiazdozbiór nieba południowego;

Umiejscowienie na niebie: gwiazdozbiór nieba południowego
Obszar gwiazdozbioru (w stopniach kwadratowych): 334

w Polsce wiosną jest widoczny tylko jego północny fragment.

**

Wilka komety, 4 komety o numerach katalogowych: C/1925 V1, C/1929 Y1, C/1930 F1 i D/1937 D1; odkryte 1925–37 przez matematyka i astronoma A. Wilka; pierwsze 3 należą do komet jednopojawieniowych, a ostatnia obiega Słońce po orbicie eliptycznej w okresie 187 lat.

**

Wilson [^uIsn] ROBERT WOODROW , ur. 10 I 1936, Houston, amer. fizyk i astrofizyk; 1963 pracownik Bell Telephone Laboratories w New Jersey; prowadzi badania w dziedzinie radioastronomii; razem z A.A. Penziasem odkrył promieniowanie reliktowe, za co 1978 wspólnie otrzymali Nagrodę Nobla.

**

Wind [^uInd], amer. sonda kosm. przeznaczona do badań wiatru słonecznego i zjawisk mu towarzyszących; wyniesiona w przestrzeń kosm. 1994.

**

Winogradow ALEKSANDR P., ur. 21 VIII 1895, Petersburg, zm. 16 XI 1975, geochemik rosyjski; uczeń W. Wiernadskiego; od 1947 dyr. Inst. Geochemii i Chemii Analit. im. W. Wiernadskiego Akad. Nauk ZSRR; czł. Akad. Nauk ZSRR (od 1943), a także in. akad. nauk, m.in. PAN (od 1974); prace W. dotyczyły gł. geochemii izotopów, geochronologii, biogeochemii, geochemii morza, chemii analitycznej; szczególne znaczenie miały badania dotyczące meteorytów, gruntu księżycowego, atmosfery Wenus (pierwszy na świecie określił jej skład) i in. planet; opublikował m.in.: *Gieochimija riedkich i rassiejannykh chemiczeskich elementow w poczwach*,

Chimiczeskaja ewolucyja Ziemi (obie 1959), *Wwiedienije w gieochimiju okieana* (1967).

**

wiosna, pora roku zaczynająca się z dniem równonocy wiosennej i trwająca do przesilenia letniego; na północnej półkuli Ziemi trwa od ok. 21 III do ok. 22 VI (na półkuli południowej w tym czasie jest jesień); w meteorologii w. obejmuje miesiące: marzec, kwiecień, maj.

**

Wirakocza, hiszp. **Viracocha**, bóg Inków, stwórca i organizator świata; kojarzony z przodkami, niekiedy w opozycji do Słońca, występował w wielu wcieleniach, często jako wędrowny nauczyciel i prawodawca; w okresie kolonialnym utożsamiany czasem z chrześc. Bogiem-Stwórcą, św. Bartłojem lub św. Tomaszem (rzekome wcześniejsze próby chrystianizacji Peru); wskutek splotu elementów rel.-politycznych Wirakoczami nazwano również hiszp. najeźdźców.

**

Wiszniewski WINCENTY, ur. 1781, zm. 1855, astronom i kartograf; profesor astronomii (pierwszy) uniw. w Petersburgu; wybitny kartograf Rosji; duże zasługi dla organizacji badań astr. w Rosji.

**

Wisznu [sansk. *wis* 'przenikać'], jeden z najważniejszych bogów hinduskich, podtrzymuje istnienie świata i panujący w nim ład; ilekroć harmonia kosm. zostanie zakłócona, W. przybrawszy postać człowieka lub zwierzęcia (awatara), zjawia się i przywraca porządek; z dziesięciu awatar najważniejsze to Rama i Kryszna.

**

Wiśniewski WIESŁAW, ur. 2 V 1931, Łomżyca, zm. 28 II 1994, Tucson (USA), astronom; pracownik Uniwersytetu Jagiellońskiego, Lunar and Planetary Laboratory w Tucson (USA); m.in. rozwijał zastosowanie detektorów CCD do badań astr., wykrył nieoczekiwaną nadwyżkę promieniowania podczerwonego w galaktykach, nazwanych później „infrared galaxies”, dokonał 1976 pierwszego pomiaru rotacji jądra komety, oprac. metodę fotometrii różnicowej małych planetoid.

**

Witkowski JÓZEF, ur. 20 II 1892, Odessa, zm. 26 V 1976, Poznań, astronom; 1929–62 profesor uniw. w Poznaniu i dyr. obserwatorium astr. tamże; założyciel i 1957–65 kier. Stacji Szerokościowej PAN w Borowcu; 1954–66 redaktor nacz. „Acta Astronomica”; od 1947 czł. PAU, od 1959 PAN; autor 150 prac gł. z dziedziny astronomii teoret. i geodezyjnej, astrometrii, pochodzenia komet, pływów skorupy ziemskiej oraz historii astronomii.

**

Właściwości cząstek elementarnych

Najważniejsze właściwości cząstek elementarnych to:

- Masa spoczynkowa m (0 dla fotonu i grawitonu, $0,91 \cdot 10^{-27}$ g dla elektronu, $1,67 \cdot 10^{-24}$ g dla protonu). W fizyce cząstek elementarnych zamiast jednostek masy używa się jednostek energii, korzystając ze wzoru $E = mc^2$. Dla cząstek nietrwałych

masa nie jest ściśle określona. Nieokreśloność masy wiąże się z czasem życia (czasem połowicznego rozpadu τ) cząstki poprzez zasadę nieoznaczoności: $\Delta m \cdot \tau \geq h$.

- Spin S , to jest wartość bezwzględna własnego momentu pędu cząstki, mierzona w jednostkach $h/2\pi$ (h — stała Plancka). Spin może przyjmować wartości całkowite (0, 1, 2, ...) albo połowkowe ($1/2, 3/2, 5/2, \dots$). Dla cząstek o niezerowym ładunku elektrycznym ze spinem wiąże się także moment magnetyczny. Szczególnym przypadkiem jest neutron, który ma ładunek równy 0 i niezerowy moment magnetyczny (wiąże się to z wewnętrzną strukturą neutronu).

- Ładunek elektryczny q . Dla wszystkich znanych cząstek z wyjątkiem kwarków jest on wielokrotnością (0, $\pm 1, \pm 2, \dots$) ładunku elektronu $-e$. Ładunki kwarków są ułamkowe: $(2/3)e$ i $-(1/3)e$.

- Cząstki tego samego rodzaju, na przykład elektrony, są ściśle identyczne, a nie tylko podobne do siebie.

Każdemu rodzajowi cząstek odpowiadają antycząstki o takich samych wartościach masy i spinu, ale o przeciwnym ładunku elektrycznym. W niektórych przypadkach antycząstki i cząstki są identyczne (fotony, grawitony).

Andrzej Czechowski

**

Właściwości cząstek elementarnych. Cząstki modelu standardowego

Cząstki wchodzące w skład Modelu Standardowego:

Fermiony (wszystkie o spinie 1/2):

Fermiony tworzą trzy „generacje”. Każda zawiera:

lepton o ładunku elektrycznym = $-e$ (przykład: elektron (e))

pozbawione ładunku elektrycznego neutrino (przykład: neutrino elektronowe (ν_e)), w najprostszej wersji modelu standardowego masy neutrin są dokładnie równe zeru.

kwarki, w trzech „kolorach” każdy:

o ładunku elektrycznym = $(2/3)e$ (przykład: kwark górny (u))

o ładunku elektrycznym = $-(1/3)e$ (przykład: kwark dolny (d))

— Pierwsza generacja:

- elektron (e) (masa 0,511 MeV),
- neutrino elektronowe (ν_e) (masa nie jest dokładnie znana, zapewne rzędu eV),
- kwark górny (u) (masa około 6 MeV),
- kwark dolny (d) (masa około 3,3 MeV).

— Druga generacja:

- mion (μ) (masa 105 MeV),
- neutrino mionowe (ν_μ),
- kwark powabny (c) (masa około 1,5 GeV),
- kwark dziwny; (s) (masa około 125 MeV).

— Trzecia generacja:

- taon (τ) (masa 1,78 GeV),
- neutrino taonowe (ν_τ),
- kwark szczytowy; (t) (masa około 175 GeV),
- kwark denny (b) (masa około 4,5 GeV).

W każdej generacji fermionów powtarzają się te same liczby kwantowe cząstek. Różne są natomiast masy. Każda następna generacja ma masy znacznie większe od poprzedniej. Masy neutrino nie są jeszcze znane. Obecnie wiemy, że neutrino mają niezerową masę, rzędu eV. Wymaga to rozszerzenia modelu standardowego.

Bozony:

Spin = 0:

- Cząstka Higgsa (jeszcze nie zaobserwowana);

Spin = 1:

- Foton (γ) (masa = 0)
- bozony pośredniczące oddziaływań słabych:

W^+ , W^- (masa 81,5 GeV)

Z^0 (masa 92,5 GeV)

- gluony (G) (masa = 0)

Każdy kwark występuje w trzech „kolorach”, natomiast gluony mają osiem różnych stanów „kolorowych”.

Model standardowy opisuje oddziaływania słabe, elektromagnetyczne i silne, ale nie uwzględnia grawitacji. Cząstka przenosząca oddziaływanie grawitacyjne to grawiton. Nie została ona jeszcze zaobserwowana bezpośrednio, ale jej istnienie (i liczby kwantowe) wynikają z kwantowej teorii grawitacji.

- Grawiton: spin = 2, masa = 0.

Andrzej Czechowski

**

Właściwości cząstek elementarnych. Hadrony

Kwarki i gluony nie istnieją jako cząstki swobodne, ale są trwale uwięzione, obserwujemy natomiast ich stany związane. Są to cząstki jądrowe: bariony i mezony, które łącznie nazywamy hadronami. Mimo, że są utworzone z cząstek „kolorowych”, hadrony „koloru” nie mają: „kolor” ich elementów kompensuje się nawzajem.

Podobnie jak ładunek elektryczny określa oddziaływanie cząstek z fotonami, kolor określa oddziaływanie między sobą kwarków i gluonów.

Bariony są stanami związanymi trzech kwarków: (qqq). Są to więc fermiony (spin = 1/2, 3/2,...). Najlżejsze z nich to nukleony: proton i neutron.

Mezony są stanami związanymi kwarka i antykwarka: (q'q). Są to więc bozony (spin = 0,1,...). Najlżejsze z nich to piony: (π^+ , π^- , π^0).

Bariony i mezony odpowiadają dwóm sposobom utworzenia stanów bez koloru z cząstek kolorowych. W przypadku mezonów „kolor” kwarka jest równoważony przez „antykolor” antykwarka: jest to jak gdyby kolor dopełniający.

Drugą możliwością budowy stanu bez koloru jest użycie tylu kwarków, ile jest kolorów. Transformacja symetrii kolorowej zamienia kolory kwarków. Stan niezmienniczy względem ogólnej transformacji kolorowej powinien więc zawierać wszystkie możliwe kolory, a więc przynajmniej tyle kwarków, ile jest kolorów: można wtedy zbudować z nich kombinację, która nie zmienia się przy takich przekształceniach (jest to kombinacja antysymetryczna względem zamiany kolorów). Gdyby zamiast trzech kolorów było ich N_c , bariony zawierałyby N_c kwarków. Dla parzystego N_c byłyby więc bozonami.

Najlżejszym hadronem jest mezon π (pion): jego masa wynosi około 140 MeV (~300 razy więcej niż masa elektronu).

Większość hadronów żyje bardzo krótko: są to tak zwane rezonanse hadronowe, obserwowane jedynie pośrednio. Dłużej żyją te cząstki, które rozpadają się nie w wyniku oddziaływań silnych, ale na skutek oddziaływań słabych (typowy czas życia rzędu 10^{-8} – 10^{-10} s) lub elektromagnetycznych (10^{-16} s).

Czas życia cząstki zależy nie tylko od rodzaju oddziaływania, ale także od ilości stanów końcowych dostępnych dla rozpadu. Dlatego czas życia swobodnego neutronu (rozpadającego się na skutek oddziaływań słabych) jest wyjątkowo długi, około 1000 s. Jedynym trwałym hadronem jest proton. Rozpad protonu, z bardzo długim czasem życia, rzędu 10^{32} lat, jest wprawdzie przewidywany przez teorie wielkiej unifikacji, ale nie został jeszcze zaobserwowany.

Andrzej Czechowski

**

Właściwości cząstek elementarnych. Cząstki i pola kwantowe

Najprostszym układem, który można traktować jako przykład pola kwantowego jest kwantowy oscylator harmoniczny. Klasyczny oscylator harmoniczny można wyobrazić sobie jako punkt materialny uwiązany na sprężynie. Przy wychyleniu z punktu równowagi o odległość ϕ działa na niego siła proporcjonalna do wychylenia, ze znakiem minus: $F = -k\phi$. Energia potencjalna jest wtedy proporcjonalna do kwadratu wychylenia: $V = (k/2)\phi^2$.

W mechanice kwantowej oscylator harmoniczny ma szczególną własność: jego poziomy energetyczne są równoodległe. To znaczy, energia oscylatora harmonicznego może przyjmować wartości: $\varepsilon/2$, $\varepsilon(1+1/2)$, $\varepsilon(2+1/2)$, ..., $\varepsilon(n+1/2)$, ... Każdy następny poziom energetyczny różni się zatem od poprzedniego o taką samą wartość ε . Zwróćmy uwagę, że stan o najniższej energii nie odpowiada energii równej zeru: jest to skutek zasady nieoznaczoności. Energię oscylatora harmonicznego możemy zatem zapisać w formie $E = \varepsilon(N+1/2)$, gdzie N — numer poziomu.

Wyobraźmy sobie teraz, że do pustej przestrzeni dodajemy po kolei cząstki o masie m . Zignorujemy tymczasem możliwość, że cząstki mogą się poruszać. Mają więc one tylko energię spoczynkową $= mc^2$. Dodanie jednej cząstki zwiększy energię o mc^2 . Następnej, o kolejne mc^2 (założmy, że cząstki nie oddziałują). N cząstek będzie miało energię $N \cdot mc^2$. Przypomina to układ poziomów oscylatora. Zgodność będzie pełna, jeżeli przyjąć, że stan bez cząstek ma także energię niezerową $= mc^2/2$ (energia próżni).

Kwantowy oscylator harmoniczny odpowiada teorii swobodnego pola kwantowego w przestrzeni zerowymiarowej (zamiast przestrzeni jest jeden punkt). Wychylenie ϕ nie ma w tej interpretacji nic wspólnego z odległością w zwykłej przestrzeni, ale odpowiada wartości pola. Pole może mieć więcej składowych (na przykład, dwie: ϕ_1 , ϕ_2 dla naładowanej cząstki o spinie $= 0$).

Rozważmy teraz przypadek, gdy przestrzeń jest jednowymiarowa (odcinek linii prostej). Wybierzmy na nim punkty o współrzędnej $x_i = i\Delta$, gdzie i przebiega liczbami całkowitymi, na przykład od $-n$ do n . W każdym umieścimy jeden oscylator

harmoniczny, a ponadto powiązemy je ze sobą w taki sposób, że każdy oscylator (każdy punkt materialny) jest powiązany sprężyną ze swoim bezpośrednim sąsiadem. Jeżeli wychylenia ϕ_i , ϕ_{i+1} sąsiednich oscylatorów są różne, energia potencjalna układu powiększy się o wyraz proporcjonalny do $(\phi_{i+1}-\phi_i)^2/2$.

Układ tak powiązanych oscylatorów nie jest tak skomplikowany do opisanego, jak by się wydawało. Jest to rodzaj struny. Stany drgającej struny dają się przedstawić jako niezależne drgania własne o różnych częstościach. Zamiast układu związanych oscylatorów otrzymujemy niezależne oscylatory, każdy z nich odpowiadający innej wartości pędu cząstki. Przechodząc do granicy $\Delta \rightarrow 0$, $n \rightarrow \infty$ (a więc do granicy struny ciągłej, z oscylatorem w „każdym” punkcie), stwierdzimy, że dozwolone są wszystkie wartości pędu p , przy czym możliwe wartości energii dla stanu o pędzie p są dane przez $E = [p^2 c^2 + (mc^2)^2]^{1/2} (N_p + 1/2)$, gdzie N_p można traktować jako ilość cząstek o tej wartości pędu.

Obraz ten daje się łatwo uogólnić na przestrzeń trójwymiarową. Zamiast oscylatorów umieszczonych na linii prostej musimy wtedy umieścić sprzężone ze sobą oscylatory w każdym punkcie przestrzeni. Układ okazuje się równoważny układowi niezależnych oscylatorów odpowiadających różnym wektorom pędu $\mathbf{p} = (p_x, p_y, p_z)$, przy czym wartości energii dla przypadku pędu p są dane przez $E = [p^2 c^2 + (mc^2)^2]^{1/2} (N_p + 1/2)$. Cząstki swobodne możemy zatem traktować jako stany swobodnego pola kwantowego, którego modelem jest układ sprzężonych ze sobą oscylatorów harmonicznym, umieszczonych w każdym punkcie przestrzeni.

Dla cząstek o spinie zero, bez ładunku elektrycznego ani innych ładunków, wystarczy takie jedno pole. Możemy je oznaczyć $\phi(\mathbf{r}, t)$ (wychylenie oscylatora umieszczonego w punkcie $\mathbf{r} = (x, y, z)$, w chwili czasu t).

Jeżeli cząstki mają ładunek, musimy użyć pola zespolonego $\phi(\mathbf{r}, t) = \phi_1(\mathbf{r}, t) + i \phi_2(\mathbf{r}, t)$, to znaczy dwóch pól rzeczywistych. Wychylenia oscylatorów dla takiego pola są więc wektorami o dwóch składowych.

Jeżeli cząstki mają spin większy niż zero, pole musi mieć odpowiednią ilość składowych.

- Cząstki o spinie 1 opisujemy przez pole czteroskładnikowe, zachowujące się jak 4–wektor (np. dla fotonu jest to pole elektromagnetyczne $A_\mu(\mathbf{r}, t)$ gdzie $\mu = (0, 1, 2, 3)$).
- Cząstka o spinie 2 odpowiada polu tensorowemu o dwóch indeksach.
- Cząstki o spinach połówkowych odpowiadają polom spinorowym. Dla spinu 1/2, jeżeli cząstka ma masę różną od zera jest to pole czteroskładnikowe (spinor Diraca), natomiast dla cząstki bezmasowej o spinie 1/2 można użyć dwuskładnikowego spinora Pauliego.

Pola oddziałujące:

Pola swobodne opisują cząstki swobodne, poruszające się bez oddziaływań z innymi cząstkami ani z siłami zewnętrznymi. Nadają się one jedynie do opisu sytuacji na długo przed lub długo po oddziaływaniu (i to tylko w przypadku, gdy oddziaływanie jest krótkozasięgowe). Stany takie nazywamy asymptotycznymi.

Najprostszy model pola z oddziaływaniem otrzymamy, gdy oscylator w przykładzie omawianym powyżej zastąpimy przez oscylator anharmoniczny. W tym przypadku

siła działająca na punkt materialny nie jest wtedy wprost proporcjonalna do wychylenia.

Na przykład, możemy wybrać energię potencjalną w formie $V = (1/2)m^2\phi^2 + (1/4)\lambda\phi^4$, co odpowiada sile $F = -m^2\phi - \lambda\phi^3$. Stała λ , charakteryzująca siłę oddziaływania, jest przykładem stałej sprzężenia. Oddziaływania między różnymi rodzajami cząstek (na przykład, opisanych przez pola ϕ i ψ) można opisać, wprowadzając wyrazy zawierające iloczyny wychyleń różnych oscylatorów: na przykład, wyraz postaci $g\psi^2\phi^2$ (g jest stałą sprzężenia).

Zagadnienia oscylatora anharmonicznego nie możemy jednak dokładnie rozwiązać nawet w fizyce klasycznej. Pola oddziaływujące badamy więc, używając różnych metod przybliżonych, z których najczęściej używaną jest tak zwana teoria zaburzeń. Jej podstawą jest przyjęcie, że wartości stałych sprzężenia są stosunkowo małe, tak, że ich wyższe potęgi (np. λ , g^4) można zaniedbać w porównaniu z niższymi (np. λ^2 , g^2).

Andrzej Czechowski

**

Właściwości cząstek elementarnych. Pola Higgsa i solitony topologiczne

W stanie próżni nie ma cząstek, ale nie znaczy to, że wartość pola musi być równa 0. Cząstki odpowiadają drganiom pola. Jeżeli stan równowagi ma niezerową wartość pola, drgania te są odchyleniami od tej wartości.

Pole o spinie 1 zachowuje się jak wektor. Gdyby więc miało ono w stanie próżni wartość różną od zera, oznaczałoby to wyróżnienie pewnego kierunku w przestrzeni, a więc złamanie symetrii względem obrotów.

Podobnie jest dla innych pól o spinach różnych od zera. Jednak pole o spinie zero może być równe różnej od zera stałej bez wpływania na symetrię czasoprzestrzeni.

Pole o spinie zero może jednak zmieniać się pod wpływem innych operacji symetrii. Na przykład, jeżeli miałoby różny od zera ładunek elektryczny, byłaby to operacja pomnożenia przez czynnik fazowy (musiałoby to być wtedy pole zespolone). Gdyby przy tym pole było różne od zera w stanie próżni, ta operacja przestałaby być symetrią świata.

W modelu standardowym występuje pole Higgsa, które ma spin = 0 i niezerową wartość w stanie próżni. Ponieważ zmienia się ono pod wpływem pewnych symetrii równań tej teorii, symetrie te nie są symetrami stanu próżni, a więc i świata. Jest to **spontaniczne łamanie symetrii** i prowadzi między innymi do pojawienia się mas dla bozonów W i Z.

Inne pola Higgsa potrzebne są w teoriach Wielkiej Unifikacji. Ponieważ mają niezerową wartość w próżni, łamią one podstawową symetrię oddziaływań, pozostawiając tylko jej część jako symetrię świata.

W niektórych teoriach pola Higgsa mogą powodować pojawianie się solitonów topologicznych.

Inaczej niż w przypadku zwykłych cząstek tj. kwantów pola, twory te pojawiają się już w teorii klasycznej, jako szczególne konfiguracje pola, których nie można w sposób ciągły przekształcić w pole odpowiadające stanowi próżni.

Przykłady:

Struny kosmiczne

Jeżeli pole Higgsa ma dwie składowe rzeczywiste: $\phi = (\phi_1, \phi_2)$ można je interpretować jako „wektor” na pewnej płaszczyźnie, na której współrzędnymi są (ϕ_1, ϕ_2) (nie jest to płaszczyzna w zwykłej przestrzeni).

Załóżmy, że energia stanu próżni nie zależy od „kierunku” „wektora” (ϕ_1, ϕ_2) , ale tylko od jego wartości absolutnej: $\phi = (\phi_1^2 + \phi_2^2)^{1/2}$. Stan pola o najniższej energii będzie odpowiadał stałej wartości pola. Struna kosmiczna odpowiada innej konfiguracji. Z dała od niej pole ma tę samą wartość absolutną co w stanie próżni, ale zmienia się co do „kierunku”. Jeżeli obejdziemy strunę dookoła po jakiegokolwiek krzywej zamkniętej mierząc po drodze kierunek pola Higgsa stwierdzimy, że pole „obróciło” się dokładnie jeden raz. Takiej konfiguracji pola nie można sprowadzić do stałej (taki sam „kierunek” w każdym punkcie przestrzeni) nie wprowadzając nieciągłości; wynika stąd, że stan struny kosmicznej oddzielony jest od stanu próżni nieskończoną barierą energii.

Monopol magnetyczny

Jeżeli pole Higgsa ma trzy składowe: $\phi = (\phi_1, \phi_2, \phi_3)$ można wyobrazić je sobie jako „wektor” w trójwymiarowej przestrzeni. Monopol odpowiada konfiguracji „jeża”: na powierzchni sfery (w zwykłej przestrzeni), wewnątrz której znajduje się monopol, pole Higgsa ma „kierunek” równoległy do promienia sfery. Także taka konfiguracja pola nie daje się przekształcić w sposób ciągły na pole o stałym kierunku. Okazuje się, że odpowiada ona monopolowi magnetycznemu (pojedynczemu biegunowi).

Andrzej Czechowski

**

Właściwości cząstek elementarnych. Stany nietrwale w mechanice kwantowej

Większość cząstek elementarnych jest nietrwała i rozpada się na lżejsze cząstki. Nietrwale mogą być także inne stany układów kwantowych, takie jak jądra atomowe lub atomy w stanach wzbudzonych.

Rozważmy przykład cząstki poruszającej się pod działaniem potencjału $V(r)$ (gdzie r jest odległością od centrum), takiego, że V jest mniejsze od zera dla $r = 0$, przechodzi przez maksimum V_{\max} w odległości r_{\max} i dąży do zera dla r dążącego do nieskończoności. W mechanice klasycznej istnieją następujące możliwości:

- Jeżeli energia całkowita cząstki E jest większa od V_{\max} , ruch cząstki jest nieograniczony.
- Jeżeli energia cząstki jest mniejsza od V_{\max} , cząstka nie może przedostać się przez „barierę potencjalną”, to znaczy obszar, w którym E jest mniejsze od V , ponieważ energia kinetyczna cząstki ($T = E - V(r)$) musiałaby w tym obszarze być ujemna.
- Jeżeli dodatkowo E jest większe od zera, cząstka ma dwie możliwości: może znajdować się na zewnątrz lub wewnątrz bariery potencjalnej. Jeżeli E jest ujemne, cząstka musi pozostawać uwięziona wewnątrz „studni potencjału”.

W mechanice kwantowej stany o energii większej od V_{\max} istnieją i odpowiadają ruchowi nieograniczonemu, jak w mechanice klasycznej. Dla energii ujemnej stany kwantowe o określonej energii odpowiadają cząstce uwięzionej wewnątrz „studni potencjału”. Natomiast nie istnieją stany o określonej energii z zakresu między zerem

a V_{\max} opisujące cząstkę uwięzioną wewnątrz bariery. Stany o określonej energii z tego zakresu mogą wprawdzie istnieć, ale opisują one cząstkę, która z pewnym prawdopodobieństwem może się znajdować wewnątrz albo na zewnątrz bariery, a także w obszarze samej bariery, zabronionym z punktu widzenia fizyki klasycznej (ujemna energia kinetyczna). Stany odpowiadające cząstce znajdującej się wewnątrz bariery nie mogą mieć określonej energii: są to stany nietrwałe.

Widać stąd, że w fizyce kwantowej cząstka może przejść przez zabronioną klasycznie barierę potencjalną. Nazywamy to efektem tunelowym. Przykładem takiego efektu jest rozpad alfa jądra atomowego. W tym przypadku cząstką, o której mówiliśmy jest cząstka alfa (stan związany dwóch protonów i dwóch neutronów) a potencjał $V(r)$ opisuje jej oddziaływanie z pozostałymi cząstkami jądra. Efekt tunelowy zanika w przypadku bardzo wysokiej bariery potencjalnej (V_{\max} dążące do nieskończoności) o ile jednocześnie szerokość bariery nie dąży do zera.

Średni czas życia stanu nietrwałego Δt wiąże się z nieokreślonością jego energii ΔE przez zasadę nieoznaczoności: $\Delta E \Delta t > h$. Nie znaczy to, że stan nietrwały musi rozpaść się po czasie Δt . Stan nietrwały ma w każdej chwili czasu takie samo prawdopodobieństwo rozpadu, przy czym wartość Δt określa czas, po jakim określony procent z początkowej liczby cząstek się rozpadnie. Jeżeli w pewnej chwili czasu t zaobserwowaliśmy cząstkę nietrwałą, wiemy, że ma ona przed sobą „średni” w tym sensie czas życia Δt . Jeżeli jednak zaobserwujemy ją ponownie w późniejszej chwili t' , będzie ona miała przed sobą tyle samo życia, co w chwili t . Kwantowe stany nietrwałe mają więc skończony czas życia, ale się nie starzeją.

Andrzej Czechowski

**

WMAP, ang. **Wilkinson Microwave Anisotropy Probe**, amer. statek kosm., obecna nazwa → [MAP](#).

**

woda, tlenek diwodoru, oksydan, H_2O , związek tlenu i wodoru; bezb. ciecz, w grubych warstwach, zielononiebieska, bez smaku i zapachu; temp. krzepnięcia $0^\circ C$, temperatura wrzenia $100^\circ C$; występuje w 3 stanach skupienia: stałym (lód), ciekłym i gazowym (para wodna), które współistnieją tylko w temp. $0,01^\circ C$ przy ciśnieniu $611,73 Pa$. Polaryzacja wiązań w cząsteczce w. (nadmiar ładunku ujemnego na atomie O i dodatniego na atomach H) powoduje, że wykazuje ona elektr. moment dipolowy $6,1 \cdot 10^{-30} C \cdot m$ (1,83 D). Polarne cząsteczki H_2O w lodzie łączą się oddziaływaniami elektrostatycznymi, tworząc między sobą wiązania wodorowe w taki sposób, że upakowanie cząsteczek jest mniej zwarte niż w w. ciekłej, co powoduje anomalię, polegającą na tym, że lód ma gęstość mniejszą niż w. ciekła. W czasie topnienia w $0^\circ C$ tylko część wiązań wodorowych zostaje zerwana i w cieczy pozostają ugrupowania cząsteczek; ze wzrostem temp. ulegają one dalszemu rozpadowi i gęstość cieczy w anormalny sposób rośnie ze wzrostem temp., by w temp. $3,98^\circ C$ osiągnąć wartość maksymalną $0,99995 g/cm^3$; dalsze ogrzewanie powoduje zmniejszanie gęstości normalnie obserwowane u wszystkich cieczy. Obecność wiązań wodorowych jest przyczyną anormalnie wysokiej temperatury topnienia i temp. wrzenia w., a także innych parametrów fiz. (m.in. względnej przenikalności elektr., ciepła właściwego). Wartości temp.: topnienia, wrzenia, punktu potrójnego wody służą jako wzorcowe punkty stałe przy wyznaczaniu skal temperatury. Woda w nieznacznym stopniu ulega dysocjacji elektrolitycznej

(autojonizacji): $\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{OH}^-$ (jon H^+ występuje jako jon oksoniowy H_3O^+). W czystej wodzie stężenia jonów H^+ i OH^- są jednakowe — w. wykazuje odczyn obojętny (pH = 7,0). Woda jest dobrym rozpuszczalnikiem wielu substancji (zwł. polarnych), także katalizatorem wielu reakcji chemicznych. Tlenki metali reagując z wodą tworzą zasady, tlenki niemetalu — kwasy, niektóre metale łączą się z nią (szczególnie energicznie litowce) z wydzieleniem wodoru i powstaniem wodorotlenków.

Woda jest trwałym związkiem chem. najbardziej rozpowszechnionym w przyrodzie (hydrosfera) i znajduje się w stałym obiegu; występuje też w stanie związanym jako woda konstytucyjna, krystalizacyjna i zeolityczna; stanowi jeden z podstawowych składników wszystkich żywych organizmów, umożliwiającą przemianę materii i biorący udział w wielu jej procesach; żywa komórka zawiera 75–85% wody; w środowisku wodnym powstało życie; dla licznych zwierząt i roślin stanowi ona jedyne środowisko życia. Dla świata istot żywych bardzo ważne są: duża wartość ciepła właściwego i ciepła krzepnięcia wody oraz specyficzna zależność gęstości od temperatury. Te cechy wody sprawiają, że wahania temp. w środowisku wodnym są mniejsze niż na lądzie — duże zbiorniki wodne wolno się nagrzewają i ochładzają, łagodząc także klimat przyległych lądów. Zwiększanie się gęstości wody wywołane jej ochładzaniem jest przyczyną opadania chłodniejszych warstw na dno zbiornika i wypływania na powierzchnię warstw cieplejszych, lżejszych. Dalsze ochładzanie powoduje powstanie lodu na powierzchni i zaleganie warstw wody (o temp. ok. 4°C) w głębi zbiornika — pozostają one nie zamrożone i może się w nich toczyć aktywne życie. Wody naturalne (np. mor., miner.) zawierają zwykle rozpuszczone sole i gazy, a także bakterie i in. drobnoustroje oraz zawiesiny substancji nieorg.; woda zawierająca duże ilości soli wapnia i magnezu nazywa się wodą twardą. Woda ma szerokie zastosowanie; jest używana do spożycia, do celów gosp., w przemyśle; jest niezbędna do przebiegu wielu procesów technol. (jako rozpuszczalnik, substrat lub katalizator reakcji chem.); stosowana do rozdzielania (np. flotacja) i oczyszczania substancji (np. krystalizacja); wykorzystywana jako nośnik ciepła (chłodzenie, ogrzewanie); energię mechaniczną w. naturalnych przetwarza się na inne rodzaje energii; parę wodną wykorzystuje się do poruszania turbin parowych i parowych silników tłokowych.

**

wodnik, *Rallus aquaticus*, ptak z rodziny chruścieli, zamieszkujący brzegi nawet niewielkich zbiorników wodnych o brzegach z gęstą roślinnością, leżących w strefie umiarkowanej Europy i Azji oraz w północnej Afryce; długość ok. 25 cm; upierzenie brunatne, plamiste, po bokach czarne z białymi pręgami, na brzuchu łupkowopopielate; żywi się nasionami i bezkręgowcami; gniazdo na ziemi; w Polsce nieliczny, wędrowny, chroniony.

**

Wodnik, ♒, znak Zodiaku; w wyniku precesji osi ziemskiej ob. pocz. znaku Zodiaku znajduje się na granicy gwiazdozbiorów Koziorożca i Strzelca.

**

Wodnik, łac. *Aquarius*, rozległy gwiazdozbiór nieba południowego, przylegający do równika niebieskiego;

Umiejscowienie na niebie: gwiazdozbiór nieba południowego
Obszar gwiazdozbioru (w stopniach kwadratowych): 980
Główne gwiazdy: Sadalmelik, Sadalsuud

należy do gwiazdozbiorów zodiakalnych; w Polsce częściowo widoczny latem i jesienią; najjaśniejsza gwiazda Sadalsuud, druga pod względem jasności Sadalmelik; w W. znajduje się jedna z największych pierścieniowych mgławic planetarnych wokół gorącej gwiazdy — Ślimak oraz mgławica Saturn.

**

wodór, H, *hydrogenium*, pierwiastek o liczbie atomowej 1;

Symbol: H
Nazwa łacińska: Hydrogenium
Liczba atomowa: 1
Pierwiastek promieniotwórczy: nie
Odkrycie: 1766
Odkrywca: Cavendish Henry

względna masa atomowa 1,00794; rozpoczyna układ okresowy pierwiastków; ma 3 izotopy: wodór lekki ${}^1\text{H}$ (prot) oraz wodór ciężki ${}^2\text{H}$ i ${}^3\text{H}$ (deuter, tryt); gaz bezbarwny, bezwonny, słabo rozpuszczalny w wodzie, najlżejszy ze wszystkich pierwiastków; temperatura topnienia $-259,14^\circ\text{C}$, temperatura wrzenia $-252,87^\circ\text{C}$, gęstość $0,08988\text{ g/dm}^3$; tworzy cząsteczki dwuatomowe H_2 , występujące w 2 odmianach (ortowodór i parawodór); spośród gazów jest najlepszym przewodnikiem ciepła; łatwo dyfunduje przez materiały porowate; jest pochłaniany przez niektóre metale (np. pallad, nikiel); szczególnie reaktywny jest wodór *in statu nascendi* [łac. 'w chwili powstania'], zwykłe reakcje z wodorem wymagają ogrzewania; ma właściwości silnie redukujące; palny, z tlenem tworzy mieszaninę wybuchową; reaguje bezpośrednio z fluorem, z chlorem — podczas naświetlania (obie reakcje przebiegają gwałtownie), po ogrzaniu łączy się z azotem, siarką, niektórymi metalami; występuje na I, niekiedy –I stopniu utlenienia. Do najważniejszych związków wodoru należą m.in.: woda, nadtlenek wodoru, fluorowcowodory, amoniak, siarkowodór, wodoroki metali, węglowodory i wiele innych związków organicznych.

Atomy wodoru są atomami najbardziej rozpowszechnionymi w Układzie Słonecznym, stanowiąc ok. 91% wszystkich atomów, a zarazem 71% jego masy. Konwersja wodoru w hel stanowi główne źródło energii wysyłanej przez Słońce. Wodór w stanie wolnym występuje w małych ilościach w gazach wulkanicznych i w ilościach śladowych w atmosferze ziemskiej; w stanie związanym jest bardzo rozpowszechniony; najpospolitszy związek wodoru — woda, oraz liczne związki organiczne stanowią podstawowe składniki materii. W przemyśle wodór jest otrzymywany głównie w reakcji pary wodnej z węglowodorami, przede wszystkim z metanem zawartym w gazie ziemnym, a także jako produkt uboczny krakingu węglowodorów oraz w procesie elektrolizy roztworów chlorku sodu; w laboratorium zwykle otrzymuje się go przez działanie kwasów na metale nieszlachetne. Największe ilości wodoru są używane do syntezy amoniaku, a także do utwardzania

tłuszczów roślinnych oraz uwodorniania węglowodorów nienasyconych i aromatycznych; mieszanina wodoru z tlenkiem węgla jest surowcem w licznych katalitycznych syntezach przemysłowych (gaz syntezowy). Wodór był używany do napełniania balonów; w stanie skroplonym jest stosowany jako paliwo raketowe; rozważane są możliwości szerokiego wykorzystania wodoru jako paliwa nie dającego po spaleniu produktów szkodliwych dla środowiska naturalnego. Wydzielanie się wodoru jako palnego gazu w reakcji żelaza i kwasu solnego obserwował w 2. połowie XVII w. R. Boyle; H. Cavendish (1766) stwierdził, że w czasie spalania wodoru powstaje woda; A. Lavoisier (1781) wykazał, że wodór jest pierwiastkiem chemicznym.

**

wodór międzygwiazdowy, główny składnik materii międzygwiazdowej, występujący w postaci neutralnej (obszary HI) i zjonizowanej (obszary HII) w cienkiej warstwie w pobliżu płaszczyzny Galaktyki.

**

Wojciech z Brudzewa, Brudzewski Wojciech, ur. ok. 1445 Wielkopolska, zm. 1495, Wilno, astronom; profesor matematyki, filozofii i teologii Akad. Krak.; katedrom Akad. Krak. nadał wysoką rangę; jego wykłady przyciągały studentów i uczonych z zagranicy; 1482 W. napisał komentarz do dzieła astronoma austr. G. Peurbacha (1423–61) *Theoricae novae planetarium* pt. *Commentariolum super Theoricis novas planetarium Georgii Purbachii*, który długo stanowił treść wykładów wygłaszanych przez jego uczniów; jako jeden z pierwszych dostrzegł sprzeczności tkwiące w teorii geocentrycznej; oprac. tabl. do obliczania położenia planet (*Tabulae resolutae*); od 1494 sekr. Aleksandra Jagiellończyka w Wilnie.

**

Wolarz, łac. *Bootes*, gwiazdozbiór nieba północnego;

Umiejscowienie na niebie: gwiazdozbiór nieba północnego

Obszar gwiazdozbioru (w stopniach kwadratowych): 907

Główne gwiazdy: Arktur (3. pod względem jasności gwiazda na nocnym niebie), Izar

w Polsce widoczny na wiosnę; najjaśniejsza gwiazda — [Arktur](#).

**

Wolf JOHANN RUDOLF, ur. 7 VII 1816, Fällenden, zm. 6 XII 1893, Zurych, astronom szwajcarski; 1847–50 dyr. obserwatorium astr. w Bernie; od 1850 profesor i dyr. obserwatorium astr. w Zurychu; badał zjawiska związane z aktywnością słoneczną; oprac. dawne wyniki obserwacji Słońca i ustalił momenty maksimów i minimów występowania plam w latach 1610–1850, wyznaczył średnią długość cyklu aktywności Słońca na ok. 11,1 lat; wprowadził wskaźnik aktywności Słońca — tzw. liczbę W.; stwierdził związek między aktywnością Słońca i magnetyzmem ziemskim (1852).

**

Wolfa liczba, astr. wskaźnik aktywności słonecznej, obliczany na podstawie zliczeń plam i ich grup na tarczy Słońca wg wzoru: $W = (10g + p)k$, gdzie p — liczba plam, g

— liczba grup plam, k — współczynnik proporcjonalności, zależny od użytego przez obserwatora instrumentu; wprowadzona ok. 1850 przez R. Wolfa.

**

Wollaston [^uɔlɪstɔn] WILLIAM HYDE , ur. 6 VIII 1766, East Dereham (hrab. Norfolk), zm. 22 XII 1828, Londyn, przyrodnik brytyjski; od 1793 czł. Tow. Król. w Londynie; zajmował się zagadnieniami fizyki, chemii, krystalografii; 1800 wynalazł metodę otrzymywania czystej, kowalnej platyny; 1801, badając rozszczepione w pryzmacie światło słoneczne, odkrył (niezależnie od J.W. Rittera) istnienie promieniowania nadfioletowego; 1803 wykrył pierwiastki — pallad i rod; 1804 odkrył dichroizm ciał krystal.; wynalazł m.in. refraktometr, pryzmat polaryzujący, goniometr odbiciowy; oprac. metodę otrzymywania nici metal. o średnicy kilku μm .

**

Wolszczan ALEKSANDER, ur. 29 IV 1946, Szczecinek, astronom; od 1982 w USA; pocz. pracownik Cornell University w Ithaca oraz Princeton University, następnie profesor University of Pennsylvania w Filadelfii, 1994–2008 UMK w Toruniu; od 1994 czł. PAN; prowadząc w Arecibo (Portoryko) obserwacje, za pomocą największego na świecie radioteleskopu, odkrył 1990 pulsar PSR B1257+12; 1992 oficjalnie wysunął twierdzenie o istnieniu wokół pulsara układu planetarnego; doniesienie to spotkało się ze sceptycznym przyjęciem części uczonych; 1994 w wyniku dalszych badań Wolszczan opublikował nowe dane dotyczące odkrytego przez siebie pozasłonecznego układu planetarnego, potwierdzające odkrycie; 1992 otrzymał Nagrodę Fundacji na rzecz Nauki Polskiej.

**

Worek Węgla, zw. **Czarnym Obłokiem Magellana**, ciemna mgławica pyłowa w gwiazdozbiornie Krzyża Południa; jeden z najgęstszych obłoków materii międzygwiazdowej; odległa od Układu Słonecznego o ok. 500 lat świetlnych.

**

Woschod, seria 2 sowieckich 3-osobowych statków kosmicznych będących pierwszymi wieloosobowymi statkami załogowymi; wynoszone na orbitę okołoziemską za pomocą rakiety nośnej Sojuz (start Woschod 1 — 12 X 1964, Woschod 2 — 18 III 1965); stanowiły zmodernizowaną wersję statków Wostok (udoskonalono systemy lądowania, orientacji i łączności, zmodyfikowano kabinę załogową, co umożliwiło pracę bez skafandrów); celem lotów Woschodów było sprawdzenie funkcjonowania statków wieloosobowych i ich wyposażenia, zbadanie współpracy załogi złożonej ze specjalistów rozmaitych dziedzin, realizacja badań medyczno-biologicznych dotyczących zachowania się organizmów astronautów wewnątrz i poza obrębem statku, a także prowadzenie obserwacji geofizycznych i astronomicznych. Podczas lotu Woschoda 2 A. Leonow, jako pierwszy w historii człowiek, dokonał wyjścia na zewnątrz statku w otwartą przestrzeń kosmiczną, przebywając w niej ok. 12 minut przy maksymalnym oddaleniu od statku 5 m.

**

Wostok, seria pierwszych 6 sowieckich 1-osobowych załogowych statków kosmicznych, wynoszonych 1961–63 na orbitę okołoziemską za pomocą rakiety nośnej Wostok, przeznaczonych do badań zachowania się organizmu ludzkiego w warunkach lotu kosmicznego, sprawdzenia działania urządzeń statku i systemów

łącności z Ziemią oraz realizacji lotów zespołowych; w Wostoku 1 (start 12 IV 1961) J. Gagarin jako pierwszy człowiek poleciał w przestrzeń kosmiczną, w Wostoku 2 (start VIII 1961) — H. Titow wykonał pierwszy lot całodobowy; Wostok 3 (start VIII 1962 — A. Nikołajew) oraz Wostok 4 (start VIII 1962 — P. Popowicz) wykonały pierwszy lot grupowy zbliżając się do siebie na odległość ok. 5 km; w Wostoku6 (start VI 1963) dokonała lotu kosmicznego pierwsza kobieta — W. Tierieszkowa.

**

Woszczyk, planetoida pasa głównego o numerze katalogowym 14 382; odkryta 1990 (H. Debehogne), nazwana na cześć pol. astronoma A. Woszczyka.

**

Woźnica, łac. *Auriga*, gwiazdozbiór nieba północnego;

Umiejscowienie na niebie: gwiazdozbiór nieba północnego

Obszar gwiazdozbioru (w stopniach kwadratowych): 657

Główne gwiazdy: Capella, Menkalinan

w Polsce część gwiazdozbioru widoczna cały rok, cały — w zimie; najjaśniejsza gwiazda — Capella.

**

Wratislavia, *astr.* planetoida pasa głównego o numerze katalogowym 690; odkryta 1909 (J.H. Metcalf), nazwana łac. nazwą Wrocławia.

**

wschód, zjawisko przechodzenia ciał niebieskich na położoną nad horyzontem półkulę sfery niebieskiej; w chwili wschodu wysokość ciała niebieskiego zmienia znak z ujemnego na dodatni.

**

wschód, jedna ze → [stron świata](#).

**

wskaźnik barwy, *astr.* różnica jasności obiektu astr. (np. gwiazdy, gromady kulistej gwiazd) wyrażonych w wielkościach gwiazdowych w 2 wybranych przedziałach widmowych; wskaźnik barwy jest miarą barwy gwiazdy; wielkość wskaźnika barwy gwiazdy informuje o jej temp., typie widmowym, a pośrednio o wieku oraz absorpcji międzygwiazdowej. Wskutek zależnej od długości fali promieniowania ekstynkcji ośr. międzygwiazdowego, wskaźnik barwy odległych gwiazd ulega zmianie (poczerwienieniu). Różnica między obserwowanym a rzeczywistym wskaźnikiem barwy nazywa się **nadwyżką barwy**. Jej wyznaczenie służy do obliczania ekstynkcji, której znajomość jest konieczna przy wyznaczaniu odległości do gwiazdy metodą paralaks spektroskopowych.

**

współrzędne astronomiczne, współrzędne sferyczne służące do opisu kierunku do ciał niebieskich, czyli ich położenia na sferze niebieskiej.

Każdy układ współrzędnych astronomicznych jest określony przez podanie: 1) początku układu O (umieszczonego w miejscu obserwacji, w środku Ziemi lub w środku Słońca), 2) płaszczyzny podstawowej P przechodzącej przez punkt O oraz 3) kierunku podstawowego k leżącego w płaszczyźnie P . W układzie w ten sposób określonym współrzędne astronomiczne ciała niebieskiego są 2 kątami (lub odpowiadającymi im łukami wielkich kół na sferze niebieskiej) U i V , gdzie U jest kątem między rzutem i' na płaszczyznę P półprostej i — poprowadzonej z punktu O ku danemu ciału niebieskiemu — i kierunkiem k , natomiast V jest kątem między półprostą i i płaszczyzną podstawową P . Najczęściej używane w astronomii są 4 układy współrzędnych astronomicznych: horyzontalny, równikowo-południkowy, równikowo-równonocny i ekliptyczny. W **układzie horyzontalnym** płaszczyzną P jest płaszczyzna horyzontu, kierunkiem k — kierunek południa, współrzędnymi są: azymut (A , kąt — łuk pomiędzy płaszczyzną południka niebieskiego i płaszczyzną przechodzącą przez dane ciało oraz zenit i nadir) i wysokość (h , kąt — łuk między kierunkiem do ciała niebieskiego i płaszczyzną horyzontu);

w **układzie równikowo-południkowym** płaszczyzna P jest płaszczyzną równika, kierunkiem k — kierunek południa; współrzędnymi: kąt godziny (t , kąt — łuk między płaszczyzną południka niebieskiego a płaszczyzną przechodzącą przez dane ciało i bieguny świata) i deklinacja (δ , kątowa odległość punktu na sferze niebieskiej od równika niebieskiego);

w **układzie równikowo-równonocnym**, płaszczyzną P — jest płaszczyzna równika, k — kierunek ku punktowi Barana, współrzędnymi: rektascensja (α , kąt — łuk między 2 przechodzącymi przez bieguny świata płaszczyznami: jedną przechodzącą przez punkt równonocy, drugą — przez dane ciało) i deklinacja δ ;

w **układzie ekliptycznym** — płaszczyzna P jest płaszczyzną ekliptyki, kierunkiem k — kierunek ku punktowi Barana; współrzędnymi: długość ekliptyczna (λ , kąt — łuk między prostopadłymi do płaszczyzny ekliptyki płaszczyznami: jedną przechodzącą przez punkty równonocy, drugą — przez dane ciało) i szerokość ekliptyczna (β , kąt — łuk między płaszczyzną ekliptyki a półprostą poprowadzoną z punktu obserwacji przez dane ciało). Używa się także **układu galaktycznego**, w którym płaszczyzną podstawową jest płaszczyzna Galaktyki (płaszczyzna o największej gęstości materii w Galaktyce), a kierunkiem podstawowym kierunek ku jądro Galaktyki; współrzędnymi astronomicznymi w tym układzie są długość i szerokość galaktyczna.

**

współrzędne ekliptyczne, *astr.* współrzędne astronomiczne, dla których płaszczyzną podstawową jest płaszczyzna ekliptyki, a kierunkiem podstawowym — kierunek ku punktowi Barana; są to: długość ekliptyczna (kąt między prostopadłymi do płaszczyzny ekliptyki płaszczyznami: przechodzącą przez punkty równonocy i przechodzącą przez dane ciało), szerokość ekliptyczna (kąt — łuk między płaszczyzną ekliptyki a półprostą poprowadzoną z punktu obserwacji przez dane ciało).

**

współrzędne galaktyczne, *astr.* jedne ze współrzędnych sferycznych służących do opisu położenia obiektu na sferze niebieskiej (długość galaktyczna i szerokość galaktyczna); współrzędne astronomiczne.

**

współrzędne horyzontalne, jedno ze \rightarrow **współrzędnych astronomicznych** (azymut i wysokość).

**

współrzędne równikowe, rodzaj \rightarrow **współrzędnych astronomicznych**.

**

Wszechświat, Kosmos, układ wszystkich obiektów astr., materii rozproszonej i pól fiz. wraz z czasoprzestrzenią, którą wypełniają. Jest to przestrzeń wraz ze znajdującą się w niej materią (gwiazdami, planetami i innymi jeszcze drobniejszymi ciałami niebieskimi, ich skupiskami — galaktykami, gromadami galaktyk, materią międzygalaktyczną i in. obiektami), która w jakikolwiek sposób może oddziaływać na nas (lub my na nią) w przeszłości, obecnie lub w przyszłości. Obserwacyjnymi badaniami Wszechświata zajmuje się astronomia pozagalaktyczna, natomiast jego teoriami powstawania i ewolucji — kosmologia.

Zagadnienie pochodzenia Wszechświata interesowało ludzi od zarania dziejów. Przy niezwykle fragmentarycznej wiedzy przez całą starożytność i średniowiecze przyjmowano niemal za oczywistość, że Wszechświat powstał w akcie stworzenia, jest stosunkowo młody (ma co najwyżej parę tysięcy lat) i jest niezmienny w czasie. Centralne miejsce zajmowała w nim Ziemia, jako siedlisko człowieka. Zasadniczego wyłomu w tych koncepcjach dokonał M. Kopernik, wykazując, że Ziemia znajduje się na peryferiach Układu Słonecznego, którego centralnym ciałem jest Słońce. Odkrycia geol. XIX w. udowodniły, że Ziemia istnieje parę miliardów lat, co odpowiednio odsunęło w przeszłość powstanie Wszechświata. Najdłużej przetrwało przekonanie o niezmienności Wszechświata, bo aż do lat 20. XX w. Już po odkryciu ogólnej teorii względności, A. Einstein oprac. na jej podstawie stat. model Wszechświata; okazało się jednak, że taki Wszechświat może być tylko pusty, pozbawiony materii: materia bowiem przyciąga się grawitacyjnie i ma tendencję do spadania ku sobie — nie może zatem istnieć zawieszona w stat. Wszechświecie. Aby zrównoważyć to przyciąganie, Einstein wprowadził ad hoc do równań dodatkowy człon z tzw. stałą kosmologiczną, dający siłę odpychania się mas — słabą dla bliskich mas, ale wystarczająco dużą dla mas odległych, by zatrzymać zapadanie się Wszechświata. Odkrycie E. Hubble'a uczyniło cały problem nieistotnym.

Najważniejsze współcz. fakty obserwacyjne określające wielkoskalowe właściwości Wszechświata to: 1) proporcjonalne do odległości przesunięcie ku czerwieni linii widmowych odległych galaktyk, odkryte 1929 przez Hubble'a, interpretowane jako konsekwencja zjawiska Dopplera występującego wskutek oddalania się od siebie galaktyk w rozszerzającym się Wszechświecie; wg prawa Hubble'a prędkość wzajemna dwóch galaktyk jest proporcjonalna do odległości między nimi (współczynnik proporcjonalności, czyli stała Hubble'a, $H_0 = 75 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Mpc}^{-1}$); 2) istnienie odkrytego 1965 przez A.A. Penziasa i R.W. Wilsona mikrofalowego promieniowania tła (promieniowania relikтового) o rozkładzie widmowym charakterystycznym dla promieniowania ciała doskonale czarnego o temp. 2,73 K; 3) zawartość helu w najstarszych znanych obiektach, interpretowana jako pozostałość z wczesnych stadiów ewolucji Wszechświata.

Obserwacje rozkładu materii w obecnym Wszechświecie wskazują na jego komórkową strukturę: olbrzymie pustki (voids) otoczone są ściankami, czy krawędziami z galaktyk i gromad. Wprawdzie dostępny obszar Wszechświata powiększa się w miarę doskonalenia przyrządów i metod badawczych, to jednak wciąż stanowi niewielką część całego Wszechświata, a niektóre wykryte w nim struktury są porównywalne z nim samym.

Teorię kosmologiczną tworzy się na podstawie kilku założeń, z których dwa najważniejsze, to przyjęcie stosowalności znanych praw fizyki do całego Wszechświata oraz przyjęcie tzw. zasady kosmologicznej, głoszącej, że obserwowana przez nas część Wszechświata jest reprezentatywna dla jego całości. Innymi słowy, zakłada się, że pomijając niewielkie, lokalne fluktuacje, każda część Wszechświata wygląda tak samo. Wszechświat jest izotropowy, jednorodny i rządzi się uniwersalnymi prawami przyrody. Podstawowymi równaniami kosmologii są równania ogólnej teorii względności otrzymane 1916 przez Einsteina.

Według obecnego stanu wiedzy, najbardziej zgodna z obserwacjami jest tzw. teoria Wielkiego Wybuchu. Zgodnie z nią Wszechświat powstał jako niezwykle zwarty, gęsty i gorący twór; przez pierwsze ułamki sekund po powstaniu jego stan fiz. był nieokreślony ze względu na ograniczenia związane z zasadą nieokreśloności Heisenberga (Heisenberga zasada nieoznaczoności); dopiero po osiągnięciu tzw. wieku Plancka, równego ok. 10^{-43} s, można go opisywać znanymi prawami fizyki — miał on wtedy gęstość 10^{97} kg/m³, a temp. 10^{32} K; w miarę rozszerzania się Wszechświata spadała jego temp., tworzyły się cząstki elementarne, a przez krótki czas zachodziły reakcje syntezy helu i (w śladowych ilościach) paru innych pierwiastków lekkich; póki temperatura Wszechświata przekraczała 10 000 K, wodór będący głównym składnikiem materii barionowej (cząstek materialnych) był zjonizowany i pozostawał w równowadze termodynamicznej z polem promieniowania; po spadku temp. do ok. 3000 K praktycznie cały wodór przeszedł w stan neutralny, co spowodowało silne osłabienie oddziaływania materii z promieniowaniem — w efekcie „gaz” barionowy i „gaz” fotonowy ewoluowały dalej niezależnie; w miarę dalszego rozszerzania się „gaz” fotonowy ochładzał się adiabatycznie aż do ob. obserwowanej temp. ok. 2,7 K; z gazu barionowego powstały obserwowane obiekty, takie jak gwiazdy, galaktyki, gromady galaktyk i inne struktury.

W prostym modelu Wielkiego Wybuchu, obszar powiązany przyczynowo z dowolnym miejscem (tj. obszar, z którego sygnał ma dość czasu, by podczas życia Wszechświata dotrzeć do danego miejsca) obejmował, w momencie rozsprężenia materii i promieniowania, znacznie mniejszą część Wszechświata niż obecnie. Tymczasem obserwacje mikrofalowego promieniowania tła wskazują na wysoki stopień jednorodności Wszechświata, co najmniej w granicach naszego obecnego horyzontu (tj. ograniczenia obszaru powiązanego przyczynowo z danym miejscem, w tym wypadku z Ziemią), niemożliwej do osiągnięcia, gdyby składał się on z wielu niepowiązanych ze sobą wcześniej i osobno ewoluujących obszarów. Nie znamy mechanizmu, który mógłby wyrównać powstałe na początku niejednorodności. Wyjściem okazało się wprowadzenie tzw. fazy inflacyjnej do wczesnych stadiów rozwoju Wszechświata. Przyjmuje się, że w wieku ok. 10^{-35} s nastąpiła krótka faza gwałtownego rozszerzania się Wszechświata; była ona związana z procesem łamania symetrii, podobnym do przejścia fazowego, podczas którego Wszechświat

rozszerzył się ok. 10^{30} razy; w wyniku tego obszar powiązany przyczynowo osiągnął rozmiar wielokrotnie większy od obecnego rozmiaru horyzontu, co wyjaśnia obserwowaną jednorodność.

Gdyby średnia gęstość Wszechświata była wyższa od pewnej wartości, zw. gęstością kryt., siły grawitacyjne zatrzymałyby po pewnym czasie jego rozszerzanie się i nastąpiłaby faza kurczenia — byłby to tzw. Wszechświat **zamknięty**; dla średniej gęstości mniejszej od kryt., rozszerzanie trwałoby nieskończenie — Wszechświat **otwarty**, zaś w sytuacji, gdy gęstość byłaby dokładnie równa kryt., rozszerzanie trwałoby nieskończenie, ale z prędkością malejącą asymptotycznie do zera — Wszechświat **płaski**. Istnienie fazy inflacyjnej wymaga, by średnia gęstość Wszechświata była dokładnie równa gęstości krytycznej. Jednak obserwacje świecącej materii dają nam średnią gęstość równą zaledwie kilka procent gęstości krytycznej. Istnieją wszak wskazówki, że obserwowane struktury (galaktyki, gromady czy supergromady galaktyk) są o wiele masywniejsze — muszą zatem zawierać „ciemną” materię; jej obecność przejawia się w sposób „hierarchiczny”: obserwacje zachowania się siły przyciągania grawitacyjnego w funkcji odległości od środka niektórych galaktyk wskazują na to, że galaktyki powinny być otoczone rozległym obłokiem materii (halo) o masie o rząd wielkości większej od całkowitej masy zawartej w nich materii świecącej; dynamika galaktyk w gromadach wskazuje na dodatkową masę gromady parokrotnie większą od sumy mas galaktyk (już po uwzględnieniu ich własnej ciemnej materii); podobnie, z obserwacji niektórych większych struktur, grupujących wiele samotnych galaktyk i gromad galaktyk wynika, że ich masy są jeszcze kilka razy większe. Najbardziej znaną strukturą tego typu jest tzw. Wielki Atraktor. Wiek Wszechświata ocenia się obecnie na ok. 14 mld lat; jego rozmiar jest zatem rzędu 15 mld lat świetlnych. Ponieważ gęstość kryt. Wszechświata wynosi $10^{-26} \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$, całkowitą masę Wszechświata ocenia się (przy założeniu, że ma on gęstość kryt.) na 10^{53} kg . W postaci gwiazd i innych świecących obiektów jest ok. $5 \cdot 10^{51} \text{ kg}$, co daje ok. 10^{10} (10 mld) galaktyk podobnych do naszej (każda zawierająca miliardy gwiazd).

Natura ciemnej materii we Wszechświecie dotychczas nie jest znana i pozostaje przedmiotem spekulacji. Jedną z sugestii zakłada, że przynajmniej jej część, gł. wewnątrzgalaktyczna, mogłaby występować w postaci małych, zwartych ciał o masach bardzo dużych planet; ich obecność w dużej liczbie w naszej Galaktyce powinna wywoływać od czasu do czasu zjawisko pojaśnienia blasku odległej gwiazdy, gdy linię łączącą gwiazdę z obserwatorem przetnie takie ciało i nastąpi, wynikający z ogólnej teorii względności, efekt soczewkowania grawitacyjnego światła gwiazdy (jego istnienie przewidział 1985 B. Paczyński); podjęte w latach 90. próby obserwacyjnego wykrycia takiego soczewkowania (zw. mikrosoczewkowaniem grawitacyjnym w odróżnieniu od soczewkowania grawitacyjnego światła kwazarów), w tym przez grupę astronomów z Obserwatorium Astr. Uniwersytetu Warszawskiego, potwierdziły istnienie tego efektu, ale wyniki wskazują, że zachodzi on na słabych gwiazdach, a nie planetach; świadczy to przeciw masowemu występowaniu ciał planetarnych w Galaktyce. Jako ciemną materię proponowano również mało masywne czarne dziury; jeszcze inną formą mogą być neutrino, jednak gł. wkład powinny stanowić cząstki nie oddziałujące w dotychczas znany sposób (występujące w teoriach nie potwierdzonych jeszcze eksperymentalnie, np. w teoriach supersymetrycznych i teoriach Wielkiej Unifikacji).

Główne kierunki obserwacji koncentrują się ob. na problemie poszukiwania ciemnej materii oraz badaniach właściwości fluktuacji materii we Wszechświecie; te ostatnie bada się przez pomiary niewielkich fluktuacji temp. promieniowania tła (w różnych skalach), które zawierają informacje o zaburzeniach gęstości we wczesnym Wszechświecie, oraz poprzez obserwacje grupowania się świecącej materii, co odzwierciedla obecną strukturę Wszechświata. Badania teoret. dotyczą gł. problemu pochodzenia i ewolucji fluktuacji gęstości we Wszechświecie, prowadzących do ob. obserwowanej struktury.

W. BONNOR *Zagadka rozszerzającego się Wszechświata*, Warszawa 1972, M. ABRAMOWICZ, J. GADOMSKI i in. *Astronomia popularna*, Warszawa 1990;
J.M. KREINER *Astronomia z astrofizyką*, Warszawa 1992;
M. JAROSZYŃSKI *Galaktyki i budowa Wszechświata*, Warszawa 1993.

Kazimierz Stępień

**

Wszechświat hierarchiczny, model kosmologiczny, w którym każdy układ materii Wszechświata wchodzi w skład układu wyższego rzędu i ciąg ten jest nieskończony.

**

Wszechświat izotropowy, model kosmologiczny, w którym w każdym punkcie przestrzeni wszystkie kierunki są równouprawnione; w małych skalach rzeczywisty Wszechświat jest anizotropowy, natomiast w dużych wykazuje izotropię.

**

Wszechświat jednorodny, model kosmologiczny, w którym gęstość materii nie zależy od miejsca, choć może zmieniać się w czasie; w małych skalach Wszechświat nie jest jednorodny (istnieją skupiska materii jak gwiazdy, galaktyki i in.), natomiast w dużych skalach jest jednorodny.

**

Wszechświat otwarty, Wszechświat o nieskończonych rozmiarach i — jeśli jest równomiernie wypełniony materią — nieskończonej masie.

**

Wszechświat zamknięty, Wszechświat o zakrzywionej przestrzeni; ma skończone rozmiary i masę.

**

Wulkan, *astr.* hipotetyczna planeta najbliższa Słońca, której istnienie miało wyjaśniać okołosłoneczny ruch peryhelium Merkurego; ob. ruch ten wyjaśnia ogólna teoria względności.

**

Wybrane obiekty z katalogu Messiera

Oznaczenie	Rodzaj obiektu	Opis
M1	mgławica	Mgławica Krab w Byku
M2	gromada	W Wodniku

	kulista	
M3	gromada kulista	W Psach Gończych
M4	gromada kulista	W Skorpionie
M5	gromada kulista	W Wężu
M6	gromada otwarta	W Skorpionie
M8	mgławica	W Strzelcu, „laguna”
M20	mgławica	Mgławica Troista
M27	mgławica planetarna	Hantle w Lisie
M31	galaktyka spiralna	Wielka Mgławica w Andromedzie
M40	układ podwójny gwiazd	Układ podwójny w Wielkiej Niedźwiedzicy
M42	mgławica	Wielka Mgławica w Orionie
M44	gromada otwarta	Praesepe w Raku
M45	gromada otwarta	Plejady w Byku
M51	galaktyka spiralna	Galaktyka Wir w Psach Gończych
M57	mgławica planetarna	Mgławica Pierścień w Lutni
M73	grupa gwiazd	
M76	mgławica planetarna	Mgławica planetarna w Perseuszu
M104	galaktyka spiralna	Galaktyka Sombbrero w Pannie

**

wykres motylkowy, *astr.* → [Maundera diagram](#).

**

wyrzuty koronalne, *astr.* wyrzuty gorącej materii w przestrzeń międzyplanetarną, wywołane gwałtowną ekspansją pola magnetycznego tworzącego pętle i łuki w koronie słonecznej; powodują lokalne zwiększenie strumienia wiatru słonecznego.

**

wysoki słoneczne, *astr.* obłoki materii wyrzucane z chromosfery Słońca, → protuberancje.

**

wysokość, *astr.* jedna ze współrzędnych w układzie horyzontalnym — kąt między kierunkiem do ciała niebieskiego a płaszczyzną horyzontu.

**

względności teoria, *fiz.* dział fizyki współczesnej zajmujący się podstawowymi właściwościami przebiegu procesów w czasie i przestrzeni. Każda teoria fizyczna, w której występują relacje czasoprzestrzenne, zawiera sobie właściwą zasadę względności, określającą, czy są w tej teorii wyróżnione układy odniesienia, i jakie, oraz jak opisy zjawisk w różnych takich układach są ze sobą powiązane.

W fizyce Arystotelesa występował jeden wyróżniony układ odniesienia, względem którego ciała pozostawione sobie miały osiągać swój „naturalny” stan — spoczynek. W fizyce I. Newtona jest wyróżniony nieskończony zbiór układów odniesienia, tzw. układów inercjalnych. Współrzędne punktu w 2 różnych inercjalnych układach odniesienia są ze sobą związane przekształceniami Galileusza, a czas we wszystkich układach odniesienia przebiega tak samo (czas absolutny). Według zasady względności fizyki Newtonowskiej żadne zjawisko fizyczne nie powinno wyróżniać jakiegoś układu inercjalnego wobec pozostałych, czyli prawa fizyki Newtonowskiej nie powinny się zmieniać przy przekształceniach Galileusza. Newtonowska zasada względności była w zgodzie z doświadczeniem przez prawie 200 lat. Powstała pod koniec XIX w. elektrodynamika, oparta na równaniach Maxwella, zmieniających swą postać przy przekształceniach Galileusza, zdawała się prowadzić do wniosku, że zjawiska elektromagnetycznego wyróżniają jeden układ inercjalny — układ, w którym spoczywa eter kosmiczny. Przeprowadzone doświadczenia (m.in. doświadczenie Michelsona–Morleya) mające określić, w jakim układzie eter spoczywa, prowadziły do wniosku, że takiego układu nie można znaleźć za pomocą zjawisk elektromagnetycznych oraz że prędkość c rozchodzenia się zaburzeń elektromagnetycznych, a więc także światła, jest we wszystkich inercjalnych układach taka sama. W 1905 A. Einstein zaproponował żeby przyjąć, iż równania Maxwella mają tę samą postać we wszystkich układach inercjalnych, a współrzędne i czas w takich układach są ze sobą związane przekształceniami Lorentza. W konsekwencji zasadę względności Newtona należy uznać za zasadę przybliżoną, słuszną, gdy prędkość względna układów jest mała w porównaniu z c , i przyjąć nową zasadę względności, według której prawa fizyki nie zmieniają się przy przekształceniach Lorentza. Teorię opartą na zasadzie względności Einsteina nazywa się **szczególną teorią względności**. Podstawowym pojęciem szczególnej teorii względności jest zdarzenie. Zbiór zdarzeń stanowi czasoprzestrzeń (czasoprzestrzeń Minkowskiego). Wszystkie właściwości tego zbioru niezmiennicze względem przekształceń Lorentza stanowią czterowymiarową geometrię czasoprzestrzeni. Z przeprowadzonej przez Einsteina analizy pojęć

czasoprzestrzennych, przy korzystaniu tylko z elementarnych pojęć fizyki klasycznej i niezmienniczości prędkości światła, wynika, iż pojęcie czasu absolutnego jest pojęciem przybliżonym, mającym sens jedynie w sytuacjach, kiedy można uznać, że $c = \infty$. Elektrodynamika spełniała nową zasadę względności automatycznie, a reszta fizyki klasycznej wymagała modyfikacji. Einstein sformułował nową (tzw. relatywistyczną) mechanikę, a także termodynamikę i optykę zgodnie z nową zasadą względności; klasyczne wersje tych teorii okazały się teoriami przybliżonymi, słusznymi dla prędkości małych w porównaniu z c .

Szczególna teoria względności przewidywała istnienie licznych, nieznanych przedtem zjawisk, z których wszystkie znalazły potwierdzenie w doświadczeniach. Za najważniejsze jej konsekwencje uznaje się: uzależnienie czasu przebiegu zjawisk fizycznych, masy cząstek i wielu innych wielkości od stanu ruchu układu, w którym te zjawiska są opisane; podanie związku $E = mc^2$ pomiędzy masą m i energią E ciała; eliminację z fizyki pojęcia eteru i nadanie polom fizycznym statusu samodzielnych obiektów fizycznych, charakteryzujących się masą, gęstościami pędu, energii, momentu pędu itp.; uznanie pewnych wielkości, uznawanych poprzednio za wielkości odrębne, za składowe jednej wielkości określonej w czasoprzestrzeni. Szczególna teoria względności stanowi podstawę konstrukcji współczesnych akceleratorów cząstek, a kinematyka relatywistyczna jest potwierdzona tysiącami doświadczeń nad rozpraszaniem cząstek o wysokich energiach. Zasada względności Einsteina jest we współczesnej fizyce przyjmowana jako jedno z podstawowych kryteriów metodologicznych, które powinna spełniać każda teoria. W 1916 Einstein sformułował **ogólną** teorię względności. W teorii tej zjawisko powszechnego ciężenia (grawitacja) jest spowodowane wystąpieniem krzywizny czasoprzestrzeni, która jest przestrzenią bardziej ogólną (Riemanna geometria, nieeuklidesowe geometrie) niż niemająca krzywizny czasoprzestrzeń Minkowskiego. Właściwości geometryczne tej ogólnej czasoprzestrzeni zależą od ruchu i rozkładu materii oraz pól, i z kolei same określają ruch materii oraz mają wpływ na pola. Zależność ta jest określona przez **równania Einsteina**; rozwiązaniami tych równań są czasoprzestrzenie odpowiadające różnym sytuacjom fizycznym, a jedną z nich, dla przypadku gdy nie ma materii i pól, jest czasoprzestrzeń Minkowskiego. W ogólnej teorii względności nie ma żadnych wyróżnionych układów odniesienia. Pojawiają się one jednak wtedy, gdy rozwiązania równań Einsteina mają pewnego rodzaju symetrię. Czasoprzestrzeń Minkowskiego jest rozwiązaniem o maksymalnej symetrii, a układy odniesienia wyróżnione przez tę symetrię są układami inercjalnymi. Ogólna teoria względności przewiduje poprawki do ruchu ciał i światła w polu grawitacyjnym; zostały one potwierdzone przez doświadczenie (Mössbauera zjawisko). Ogólna teoria względności znalazła duże zastosowanie w astrofizyce i kosmologii; umożliwia ona m.in. konstruowanie modeli kosmologicznych Wszechświata; jeden z takich modeli tłumaczy zaobserwowane zjawisko ucieczki odległych galaktyk rozszerzaniem się Wszechświata.

**

wznoszenie proste, *astr.* → rektascensja.

**

„Y”

Yang Liwei, ur. 21 VI 1965, Suizhong (prow. Liaoning), astronauta chiński; od 1996 w zespole kosmonautów chiń.; jako pierwszy Chińczyk odbył 15 X 2003 lot kosm. po orbicie okołoziemskiej w statku Shenzhou.

**

Yerkes Observatory [jɛ:ˈki:z əbzə:ˈwɔtri], obserwatorium astr. Chicago State University w Williams Bay, w stanie Wisconsin, na wys. 334 m n.p.m.; zał. 1895–97 przez G.E. Hale’a; stanowi całość z McDonald Observatory; największy na świecie refraktor o średnicy 102 cm; prace gł. z zakresu astronomii, pomiary prędkości radialnych gwiazd, mgławic, galaktyk i in.

**

Yohkoh [joko], japoński sztuczny satelita Ziemi, umieszczony 30 VIII 1991 na orbicie okołoziemskiej; wyposażony w teleskopy miękkiego i twardego promieniowania rentgenowskiego oraz spektrometry promieni rentgenowskich i γ (skonstruowane we współpracy z USA i Wielką Brytanią); przeznaczony do obserwacji Słońca obejmujących m.in.: obserwacje promieniowania rentgenowskiego i γ podczas rozbłysków słonecznych, monitorowanie zachowania Słońca w fazach przed rozbłyskami, obserwacje korony słonecznej (w tym struktur dziur), oraz badania obszarów aktywnych na Słońcu; pracował do 2001.

**

Young [jan] CHARLES AUGUSTUS, ur. 15 XII 1834, Hanover (stan New Hampshire), zm. 3 I 1908, tamże, astronom amerykański; od 1872 czł. Nar. Akad. Nauk w Waszyngtonie; 1877–1905 profesor uniw. w Princeton; prowadził spektroskopowe badania promieniowania słonecznego; odkrył w chromosferze warstwę odwracającą.

**

Young [jan] JOHN, ur. 24 IX 1930, San Francisco, amer. astronauta, komandor lotnictwa morskiego; 1952–62 oblatywacz samolotów; od 1962 w zespole astronautów; uczestniczył w wielu lotach kosm.: III 1965 (z V. Grissomem) w pierwszym amer. wieloosobowym locie kosm. w statku Gemini 3, VI 1966 dowodził statkiem Gemini 10, V 1969 jako pilot członu gł. uczestniczył w locie Apollo 10, IV 1972 dowodził szóstą wyprawą księżycową w statku Apollo 16, wraz z Ch. Duke’em wylądował na powierzchni Księżyca i przebywał na niej ok. 3 dób, IV 1981 jako dowódca uczestniczył (z R. Crippenem) w pierwszym w historii locie orbitalnym wahadłowca Columbia; XI–XII 1983 był dowódcą szóstej wyprawy Columbii, podczas której po raz pierwszy na pokładzie wahadłowca zainstalowano laboratorium kosm. Spacelab.

**

„Z”

zachód, jedna ze → [stron świata](#).

**

zachód, zjawisko przechodzenia ciał niebieskich na położoną pod horyzontem półkulę sfery niebieskiej; w chwili z. wysokość ciała niebieskiego zmienia znak z dodatniego na ujemny.

**

zaćmienie, przesłonięcie części lub całej tarczy ciała niebieskiego (np. Słońca, Księżyca, satelity planety) przez inne ciało lub przejście ciała niebieskiego świecącego światłem odbitym przez obszar cienia rzucanego przez inne ciało; podczas całkowitych zaćmień Słońca dokonuje się obserwacji zewnętrznych warstw atmosfery słonecznej (chromosfery i korony, widocznych wokół zaciemnionej tarczy); 1918 obserwacje ugięcia promieni świetlnych w pobliżu Słońca podczas jego całkowitego zaćmienia doprowadziły do potwierdzenia słuszności przewidywań ogólnej teorii względności; znajomość (z dużą dokładnością) ruchu Ziemi i Księżyca umożliwia wyznaczenie daty przeszłych i przyszłych zaćmień; przewidywać zaćmienia potrafili już starożytni Babilończycy, Egipcjanie i Grecy.

**

Zaćmienie Słońca i Księżyca

Zaćmienie Słońca, zasłonięcie przez Księżyc części (**zaćmienie częściowe** lub obrączkowe) lub całej (**zaćmienie całkowite**) tarczy Słońca.

Zaćmienie Księżyca, przejście Księżyca przez cień lub półcień Ziemi, powodujące zmniejszenie blasku Księżyca.

Zaćmienie gwiazdy, przesłonięcie jednej gwiazdy należącej do układu podwójnego przez drugą (gwiazdy zmienne zaćmieniowe).

**

Zaćmienie Słońca i Księżyca. Przewodnik

Cień, półcień

Cień to obszar przestrzeni, z którego nie widać źródła światła. Patrząc z zewnątrz można to samo wyrazić inaczej. Cień to obszar przestrzeni, do którego nie dociera promieniowanie źródła światła.

Półcień to obszar przestrzeni, z którego widać tylko część źródła światła. Inaczej mówiąc jest to obszar przestrzeni, do którego dociera promieniowanie tylko części źródła światła. Ilość światła w półcieniu zmienia się od maksymalnej wartości na zewnętrznej krawędzi półcienia, skąd widać jeszcze całe źródło światła, do zera na wewnętrznej krawędzi półcienia, skąd nie widać źródła światła.

Powyższe określenia są słuszne w przypadku, gdy istnieje jedno źródło światła. W wypadku większej ilości źródeł słowa **cień** i **półcień** wymagałyby dodatkowego określenia — od którego źródła.

Zaćmienia całkowite

Zaćmienie całkowite występuje wtedy, gdy obserwator (może być na swojej planecie) albo glob mniejszy (satelita) znajdują się w cieniu. W pierwszym przypadku obserwator nie widzi gwiazdy i opisze zjawisko jako całkowite zaćmienie gwiazdy.

W drugim przypadku mniejszy z globów będzie niewidoczny (zaćmienie satelity). Zgodnie z taką definicją zarówno obserwator znajdujący się po ciemnej stronie własnej planety (czyli panuje na niej noc), jak i drugi, ulokowany na schowanym w cień satelicie, określą sytuację tak samo; trwa całkowite zaćmienie gwiazdy.

Zaćmienia częściowe

Zaćmienie częściowe występuje wtedy, gdy obserwator (który może być na swojej planecie) albo glob mniejszy (satelita) znajdują się w półcieniu. Wtedy obserwator nie widzi całej gwiazdy, a mniejszy z globów jest słabiej oświetlony (słabiej widoczny).

Sytuację inscenizowaną w oknie zawierającym planety należy określić w jednym przypadku jako częściowe zaćmienie satelity i częściowe zaćmienie gwiazdy, w drugim przypadku jako częściowe zaćmienie gwiazdy.

Zaćmienia obrączkowe

Zaćmienie obrączkowe występuje wtedy, gdy obserwator (może być na swojej planecie) jest położony poza stożkiem cienia (w półcieniu) lecz blisko osi i blisko końca stożka.

Jeżeli jest on położony blisko osi, lecz daleko od końca stożka, to obserwowaną przez niego sytuację określamy jako przejście planety (satelity) przed tarczą gwiazdy.

Całkowite zaćmienie Słońca

Określenia **całkowite zaćmienie Słońca** używamy wtedy, gdy tarcza Słońca zasłonięta jest w całości przez tarczę Księżyca. Obserwator zewnętrzny powiedziałby, że całkowite zaćmienie Słońca obserwują ci mieszkańcy Ziemi, którzy znajdują się w cieniu Księżyca (cień Księżyca musi sięgać powierzchni Ziemi). Podczas całkowitego zaćmienia Słońca Księżyc musi się znajdować w pobliżu linii łączącej Słońce i Ziemię pomiędzy tymi ciałami. Będzie więc blisko płaszczyzny orbity Ziemi (blisko węzła) i jednocześnie w nowiu. Tarcza Księżyca przesuwa się względem tarczy Słońca z zachodu na wschód. Całkowite zaćmienie Słońca jest zawsze poprzedzane i kończone częściowym zaćmieniem Słońca.

Czas trwania całkowitego zaćmienia Słońca (maksymalnie 7 min 40 s) zależy od rozmiarów cienia Księżyca na powierzchni Ziemi (maksymalnie 270 km średnicy), położenia i kierunku ruchu cienia po powierzchni Ziemi, prędkości orbitalnej Księżyca, prędkości obrotu Ziemi. Prędkość ruchu cienia Księżyca po powierzchni Ziemi dochodzi do 2 km/s.

Ze względu na eliptyczność orbity Księżyca jego odległość od Ziemi w chwili zaćmienia bywa różna. Skutkiem tego rozmiary kątowe Księżyca (średnio bardzo bliskie rozmiarom Słońca) są czasem trochę większe (cień Księżyca przecina się z powierzchnią Ziemi), czasem trochę mniejsze od rozmiarów kątowych Słońca (nie ma przecięcia cienia i powierzchni Ziemi — zaćmienie obrączkowe). Zarówno zmiany miejsca pojawienia się cienia jak i drobne zmiany podstawowego kierunku ruchu (z zachodu na wschód) powodowane są nachyleniem orbity Księżyca, nachyleniem osi obrotu Ziemi i niewspółmiernością okresu obrotu Ziemi i okresu obiegu Księżyca.

Częściowe zaćmienie Słońca

Określenia **częściowe zaćmienie Słońca** używamy wtedy, gdy tarcza Słońca jest częściowo zasłonięta przez tarczę Księżyca. Obserwator zewnętrzny powiedziałby,

że częściowe zaćmienie Słońca obserwują ci mieszkańcy Ziemi, którzy znajdują się w półcieniu Księżyca. Ze względu na znacznie większy przekrój półcienia Księżyca w odległości Ziemi niż przekrój cienia, częstość występowania zaćmień częściowych jest znacznie większa niż całkowitych.

Jedną z odmian zaćmienia częściowego jest **zaćmienie obrączkowe**. Tak nazywamy zaćmienie, w którym tarcza Księżyca mieści się całkowicie na tarczy Słońca, lecz go nie zakrywa. Na zewnątrz tarczy Księżyca widoczna jest obwódka (obrączka) tarczy Słońca. Zaćmienie obrączkowe występuje wtedy, gdy cień Księżyca kończy się ponad powierzchnią Ziemi (jesteśmy poza stożkiem cienia Księżyca, lecz blisko osi i blisko końca stożka).

Czas trwania częściowego zaćmienia Słońca zależy od podobnych parametrów jak czas trwania zaćmienia całkowitego.

Całkowite zaćmienie Księżyca

Całkowitym zaćmieniem Księżyca nazywamy stan trwający kilkadziesiąt minut (do 1h 40m), w którym Księżyc jest bardzo słabo widoczny. Obserwator zewnętrzny powiedziałby, że podczas całkowitego zaćmienia Księżyca jest on całkowicie schowany w cieniu Ziemi. Całkowite zaćmienie Księżyca jest zawsze poprzedzane i kończone zaćmieniem częściowym. Może być obserwowane przez wszystkich mieszkańców Ziemi, u których jest noc. Ktoś przebywający w tym czasie na Księżycu obserwowałby całkowite zaćmienie Słońca przez tarczę Ziemi. Całkowite zaćmienie Księżyca wystąpić może tylko podczas pełni Księżyca.

Podczas całkowitego zaćmienia Księżyca jego tarcza najczęściej nie znika zupełnie. Bywa czerwona, brunatna, czasem ledwie widoczna. Widzimy ją z powodu światła docierającego do cienia Ziemi poprzez jej atmosferę. Światło pomarańczowe czy czerwone, w odróżnieniu od zielonego czy niebieskiego, jest w stanie przejść stycznie do Ziemi przez całą jej atmosferę. Widzimy to patrząc na zachodzące czerwone Słońce. Ze względu na wzrost gęstości atmosfery w kierunku centrum, stycznie przechodzące promienie będą lekko załamywane. Ilość światła, które w ten sposób dostaje się do cienia Ziemi zależy od stanu przejrzystości atmosfery. Ponieważ ten stan jest zmienny, zmienna bywa jasność Księżyca zasłoniętego Ziemią.

Częściowe zaćmienie Księżyca

Całkowite zaćmienie Księżyca (okres najslabiej widocznego Księżyca) jest zawsze poprzedzane i kończone stanami pośrednimi, zaćmieniami częściowymi, podczas których następuje płynne, czasem trudno zauważalne, przejście od stanu najjaśniejszego do najciemniejszego, lub odwrotnie. Obserwator zewnętrzny powiedziałby, że podczas częściowego zaćmienia Księżyca jest on zanurzony w półcieniu Ziemi. Częściowe zaćmienie Księżyca podobnie jak całkowite, mogą obserwować wszyscy mieszkańcy Ziemi, u których jest noc. Ktoś przebywający w tym czasie na Księżycu obserwowałby częściowe zaćmienie Słońca przez tarczę Ziemi.

Andrzej Branicki

**

Załogowe loty do Księżyca

Numer misji	Skład załogi	Data wylotu/powrotu	Opis misji
APOLLO			
7	William Schirra, David Eisele, Robert Cunningham	X 1968	Pierwszy test statku Apollo na orbicie okołozemskiej.
8	Frank Borman, James Lovel, William Anders	21–24 XII 1968	Pierwszy oblot Księżyca.
9	John McDivitt, Donald Scott, Robert Schweickart	III 1969	Test lądownika księżycowego na orbicie Ziemi.
10	Thomas Stafford, John Young, Eugene Cernan	18–22 V 1969	Sprawdzenie gotowości do lądowania.
11	Neil Armstrong*, Edwin Aldrin*, Michał Collins	16–20 VII 1969	Lądowanie na Księżycu. Miejsce lądowania: Morze Spokoju; czas poza pojazdem — 2,2 h, przebyta odległość — 0,5 km, pobrane próbki — 21,7 kg
12	Charles Conrad*, Alan Bean*, Richard Gordon	14–19 XI 1969	Lądowanie na Księżycu. Miejsce lądowania: Ocean Burz (przy miejscu katastrofy sondy)

			Surveyor 3); czas poza pojazdem — 7,7 h, przebyta odległość — 1,3 km, pobrane próbki — 34,4 kg oraz resztki sondy Surveyor
13	James Lovell, John Swigert, Fred Haise	11–14 IV 1970	Wybuch w statku — awaryjny oblot Księżyca.
14	Alan Shepard*, Edgar Mitchell*, Stuart Roosa	31I–5 II 1971	Lądowanie na Księżycu. Miejsce lądowania: Fra Mauro; czas poza pojazdem — 9,2 h, przebyta odległość — 3,4 km, pobrane próbki — 42,9 kg
15	David Scott*, James Irvin*, Alfred Worden	26–30 VII 1971	Lądowanie na Księżycu. Miejsce lądowania: Dolina Hadleya; czas poza pojazdem — 18,3 h, przebyta odległość — 27,9 km, pobrane próbki — 76,8 kg
16	John Young*, Charles Duke*, Thomas Mattingley	16–21 IV 1972	Lądowanie na Księżycu. Miejsce lądowania: Góry Descartesa; czas poza pojazdem — 20,1 h, przebyta

			odległość — 27,0 km, pobrane próbki — 94,7 kg
17	Eugene Cernan*, Harrison Schmitt*, Ronald Evans	7–11 XII 1972	Lądowanie na Księżycu. Miejsce lądowania: Dolina Taurus- Littrowa; czas poza pojazdem — 22,0 h, przebyta odległość — 30,0 km, pobrane próbki — 110,5 kg

* astronauci, którzy chodzili po powierzchni Księżyca

**

Zamenhof, *astr.* planetoida pasa głównego o numerze katalogowym 1462; odkryta 1938 (Y. Väisälä), nazwana na cześć L. Zamenhofa.

**

zapadanie grawitacyjne, kolaps grawitacyjny, zjawisko kurczenia się ciał (w praktyce obiektów astronomicznych) pod wpływem własnego ciężenia przy znikomym udziale innych oddziaływań. Przebieg zapadania grawitacyjnego może być opisany tylko za pomocą teorii względności. Dotychczas udało się prześledzić teoretycznie zapadanie grawitacyjne w przypadku istnienia symetrii sferycznej lub gdy odstępstwa od tej symetrii są małe. W wyniku zapadania grawitacyjnego powstaje czarna dziura, a ewentualne asymetrie pola grawitacyjnego są usuwane przez promieniowanie fal grawitacyjnych. Dla obserwatora zapadającego się wraz z materią zapadanie grawitacyjne trwa przez czas skończony i bardzo krótki (10^{-5} s dla gwiazdy o masie Słońca); dla obserwatora zewnętrznego zapadanie grawitacyjne trwa przez czas nieskończenie długi, przy czym jasność obiektu zapadającego się szybko maleje. Przypuszcza się, że zapadanie grawitacyjne części materii tworzącej gwiazdę może towarzyszyć wybuchom supernowych, procesy zapadania grawitacyjnego mogą również zachodzić w masywnych jądrach galaktyk.

**

Zasięg lunety

Zasięg lunety czy teleskopu, czyli graniczna obserwowana wielkość gwiazdowa (m_{gr}) zależy od powierzchni zbierającej światło (od średnicy obiektywu dla instrumentów o przekroju okrągłym) oraz jakości oka.

Zasięg oszacować można posługując się następującą formułą:

$$m_{gr} = m_{oka} + 5 \log (d_{oka} / D_{tel}).$$

W wyrażeniu tym m_{oka} jest jasnością najślabszych gwiazd widocznych gołym okiem, d_{oka} jest średnicą źrenicy oka w momencie obserwacji; D_{tel} jest średnicą obiektywu lornetki, lunety bądź teleskopu.

Jeśli przyjąć $m_{\text{oka}} = 6,3^m$, $d_{\text{oka}} = 7,5$ mm (odpowiada to dobrej jakości nieba i dobremu oku) to dla wybranych średnic obiektywu graniczne wielkości gwiazdowe wynoszą odpowiednio

**

zdolność rozdzielcza, *fiz., fot.* → [rozdzielczość](#).

**

Zegar, łac. *Horologium*, *astr.* mały gwiazdozbiór nieba pd.;

Umiejscowienie na niebie: gwiazdozbiór nieba południowego
Obszar gwiazdozbioru (w stopniach kwadratowych): 249

**

zegar astronomiczny, zegar, którego działanie jest oparte na okresowych ruchach ciał niebieskich, np. obrocie Ziemi dookoła Słońca i wokół własnej osi, ruchach pulsarów.

**

zegar słoneczny, zegar wskazujący czas za pomocą cienia rzucanego przez nieruchomy wskaźnik na tarczę z podziałką; znany od starożytności (np. gnomon); przenośny, ogrodowy, monumentalny.

**

Zeldowicz JAKOW B., ur. 8 III 1914, Mińsk, zm. 2 XII 1987, Moskwa, fizyk rosyjski; od 1964 pracownik Inst. Matematyki Stosowanej Akad. Nauk ZSRR w Moskwie, od 1966 profesor; od 1958 czł. Akad. Nauk ZSRR; w latach 50. pracował w utajonym instytucie (kierowanym przez I. Kurczatowa) nad konstrukcją sow. bomby atomowej, a następnie wodorowej, jednocześnie zajmując się teorią cząstek elementarnych; sformułował zasadę zachowania liczby leptonowej (1953); podał (1955) zasadę zachowania słabego prądu wektorowego (sformułowaną niezależnie przez R.Ph. Feynmana i M. Gell-Manna), mającą istotne znaczenie dla teorii słabych oddziaływań i unifikacji oddziaływań słabych i elektromagnetycznych. Od pocz. lat 60. badał zagadnienia z zakresu astrofizyki i kosmologii; oprac. (1964) teorię przechwytywania (akrecji) materii przez czarne dziury, obserwował ostatnie etapy ewolucji gwiazd, zwłaszcza procesy fiz. zachodzące podczas wybuchów supernowych i podczas grawitacyjnego zapadania gwiazdy w stan czarnej dziury; badał wczesne etapy ewolucji Wszechświata.

**

zenit [arab.], *astr.* punkt przebicia sfery niebieskiej przez półprostą pionową o początku w środku sfery (czyli miejscu, w którym znajduje się obserwator); zenit jest przeciwległy nadirowi.

**

Ziemia, symbol \oplus , trzecia wg oddalenia od Słońca planeta Układu Słonecznego.

Ziemia ma jednego naturalnego satelitę — Księżyc; od 1957 Ziemię obiegają sztuczne satelity. Dokładne wyznaczenie masy Ziemi stanowi podstawę oceny mas ciał niebieskich, ponieważ metody astronomii pozwalają jedynie na wyznaczenie stosunków mas tych ciał do masy Ziemi; np. stosunek masy Słońca do masy Ziemi wynosi 332,958. Jednostki długości stosowane w astronomii — jednostka astronomiczna, parsek — definiuje się na podstawie znajomości średniej odległości Ziemi od Słońca. Okres obrotu Ziemi do niedawna stanowił wzorzec jednostki czasu (doba); okres ten prawdopodobnie ulega wydłużeniu o ok. 1/1000 s na stulecie.

Obrót Ziemi powoduje powtarzające się cykliczne zjawisko dnia i nocy, a obieg Ziemi wokół Słońca w powiązaniu z nachyleniem osi Ziemi w stosunku do ekliptyki warunkuje występowanie pór roku. O rozkładzie na Ziemi stref klimatycznych decyduje w dużej mierze kąt nachylenia osi Ziemi do płaszczyzny ekliptyki. Budowa wnętrza Ziemi i jej atmosfery oraz zjawiska fizyczne w nich zachodzące są przedmiotem badań geofizycznych, a powłokę Ziemi i jej przestrzenne zróżnicowanie pod względem przyrodniczym, gospodarczym i społecznym bada geografia. Inne ważniejsze nauki o Ziemi to geodezja oraz geologia.

Idea kulistości Ziemi zrodziła się w starożytności. Pierwszych dokładniejszych pomiarów promienia Ziemi dokonał ok. 250 p.n.e. Eratostenes z Cyreny, który otrzymał wartość prawdopodobnie ok. 6300 km. W starożytności i średniowieczu Ziemię uważano za centralne ciało Wszechświata. Stwierdzenie, że Ziemia jest jedną z planet obiegających Słońce było odkryciem Mikołaja Kopernika. W latach późniejszych zarówno ruch, jak i kształt Ziemi były wyznaczane na podstawie pomiarów astrometrycznych. Od 1957 r. do badań geodezyjnych wykorzystywane są także loty sztucznych satelitów.

**

Dane o Ziemi :

Odległość od Słońca: 147,1 mln km (0,983289 AU); 152,1 mln km (1,016711 AU); 149,6 mln km (1,000000 AU)

Okres obiegu wokół Słońca (w latach): 1

Okres obrotu (w godzinach): 24 (dokładnie 23 godziny 56 minut i 4 sekundy)

Masa planety: $5,974 \cdot 10^{24}$ kg (1,000000·masa Ziemi)

Średnia gęstość: 5,51 g/cm³

Jądro planety: żelazo — z domieszką tlenu lub siarki

Atmosfera planetarna: argon (1%), tlen (21%), azot (78%); temperatura na powierzchni: od 185 K do 331 K — od -88°C do 58°C; masa: $5,29 \cdot 10^{18}$ kg; ciśnienie: 1·ciśnienie Ziemi

Satelity naturalne: 1 ważniejsze satelity naturalne: Księżyc

Odkrycie: znana od starożytności

jest także jedyną planetą Układu Słonecznego, której powierzchnia w ponad 70% jest pokryta wodą.

Ziemia okrąży Słońce po prawie kołowej orbicie (mimośród 0,017), w średniej odległości 149,6 mln km (przyjętej jako **astronomiczna jednostka długości**, AU), w okresie 365,2564 doby (przyjętym jako rok gwiazdowy); średnia prędkość ruchu orbitalnego wynosi 29,8 km/s. Płaszczyzna ruchu Ziemi wokół Słońca definiuje tzw. płaszczyznę ekliptyki, względem której określa się położenia płaszczyzn ruchu ciał Układu Słonecznego. Nachylenie płaszczyzny równika do płaszczyzny ekliptyki $23^{\circ}27'$, promień równikowy 6378,245 km, promień biegunowy 6356,863 km, spłaszczenie 0,003353, albedo 0,34. Kierunek osi obrotu Ziemi ulega powolnym zmianom (precesja) w okresie ok. 26 tysięcy lat i krótkookresowym wahaniom (nutacja). Masa globu wynosi $5,975 \cdot 10^{24}$ kg, średnia gęstość $5,51 \text{ g/cm}^3$ (największa wśród wszystkich planet Układu Słonecznego), przyspieszenie na powierzchni $9,7805 (1 + 0,00529 \sin^2\varphi) \text{ m/s}^2$ (gdzie φ — szerokość geograficzna miejsca pomiaru). Dokładne wyznaczenie masy Ziemi stanowi podstawę oceny mas ciał niebieskich, ponieważ metody astronomii pozwalają jedynie na wyznaczenie stosunków mas tych ciał do masy Ziemi; np. stosunek masy Słońca do masy Ziemi wynosi 332,958. Okres obrotu Ziemi do niedawna stanowił wzorzec jednostki czasu (doba); okres ten wynosi obecnie 23 h 56 min 4,09 s i prawdopodobnie ulega wydłużeniu o ok. 1/1000 s na stulecie. Obrót Ziemi powoduje powtarzające się cykliczne zjawisko dnia i nocy, a obieg Ziemi wokół Słońca w powiązaniu z nachyleniem osi Ziemi w stosunku do ekliptyki warunkuje występowanie pór roku. O rozkładzie na Ziemi stref klimatycznych decyduje w dużej mierze kąt nachylenia osi Ziemi do płaszczyzny ekliptyki. Ziemia ma atmosferę o masie $5,29 \cdot 10^{18}$ kg, której głównymi składnikami są azot (ok. 78% objętościowych), tlen (ok. 21% objętościowych) i argon (ok. 1% objętościowego). Od przestrzeni międzyplanetarnej oddziela ją obszar oddziaływania pola magnetycznego Ziemi, zwany magnetosferą, wewnątrz tego obszaru znajdują się pasy radiacji (Van Allena pasy). Zarówno atmosfera, jak i pole magnetyczne ochraniają powierzchnię Ziemi: atmosfera — osłabiając wpadające doń promieniowanie kosmiczne i krótkofalowe promieniowanie słoneczne (spalają się w niej także drobne okruchy materii międzyplanetarnej), pole magnetyczne — rozbijając wiatr słoneczny i więziąc naładowane elektrycznie wysokoenergetyczne cząstki promieniowania kosmicznego w pasach radiacyjnych.

Informacje o budowie Ziemi uzyskuje się głównie pośrednio, obserwacjom bezpośrednim dostępna jest bowiem tylko warstwa zewnętrzna (grubość kilku km). Najwięcej danych o budowie Ziemi dostarczają badania rozchodzenia się w jej wnętrzu fal sejsmicznych (sejsmologia), także badania ziemskiego pola magnetycznego i pola grawitacyjnego. Ponieważ prędkość fal sejsmicznych jest funkcją takich parametrów, jak gęstość, ścisłość i sztywność ośrodka, znajomość rozkładu prędkości fal sejsmicznych we wnętrzu Ziemi umożliwi określenie zmian tych parametrów wraz ze zmianą głębokości, co z kolei pozwala na wysuwanie hipotez dotyczących budowy Ziemi. Na podstawie badań sejsmologicznych przyjęto sferyczny model wnętrza Ziemi; wyróżniono 3 główne sfery: skorupę ziemską, płaszcz Ziemi i jądro Ziemi. Sfery te mają zróżnicowane właściwości fizyczne; na granicach między poszczególnymi sferami, zwanych nieciągłościami: Golicyna, Gutenberga i Mohorovičicia, obserwuje się skokową zmianę prędkości fal sejsmicznych związaną z różnym składem chemicznym poszczególnych sfer lub ze zmianą stanu fazowego ośrodka. Badania pola grawitacyjnego Ziemi i jej kształtu

informują o rozkładzie gęstości skał. Z obserwacji zmian pola geomagnetycznego wnioskuje się o przewodnictwie elektrycznym Ziemi, a badania ruchów skorupy ziemskiej, zarówno wskutek powolnych procesów tektonicznych, jak i szybkich deformacji skał zachodzących przy trzęsieniach ziemi, dostarczają danych o właściwościach reologicznych skał. O składzie chemicznym i mineralogicznym Ziemi można sądzić na podstawie badań zarówno Ziemi, jak i innych ciał Układu Słonecznego; badania meteorytów, a także atmosfery Słońca dostarczają informacji o średnim składzie chemicznym materii, z której powstała Ziemia. Badania składu izotopowego skał pozwalają m.in. na określenie wieku zarówno całych geosfer, jak i poszczególnych skał. Pojedyncze metody badań pośrednich nie dostarczają jednoznacznych informacji o budowie wnętrza Ziemi, dlatego zasadnicze znaczenie ma kompleksowa, interdyscyplinarna interpretacja wyników badań. Budowa wnętrza Ziemi i jej atmosfery oraz zjawiska fizyczne w nich zachodzące są przedmiotem badań geofizycznych, a powłokę Ziemi i jej przestrzenne zróżnicowanie pod względem przyrodniczym bada geografia. Inne ważniejsze nauki o Ziemi to: geodezja oraz geologia. Ziemia, podobnie jak pozostałe planety Układu Słonecznego, powstała ok. 4,5 mld lat temu w wyniku kondensacji materii dysku protoplanetarnego otaczającego tworzące się Słońce. Ziemia ma jednego naturalnego satelitę — Księżyc; od 1957 Ziemię obiegają satelity sztuczne.

Idea kulistości Ziemi zrodziła się w starożytności. Pierwszych dokładniejszych pomiarów promienia Ziemi dokonał ok. 250 p.n.e. Eratostenes z Cyreny, który otrzymał wartość prawdopodobnie ok. 6300 km. W starożytności i średniowieczu Ziemię uważano za centralne ciało Wszechświata. Stwierdzenie, że Ziemia jest jedną z planet obiegających Słońce było odkryciem M. Kopernika. W latach późniejszych zarówno ruch, jak i kształt Ziemi były wyznaczone na podstawie pomiarów astrometrycznych. Od 1957 do badań geodezyjnych są wykorzystywane także loty sztucznych satelitów.

**

Ziemia i Księżyc

Najbliższym kosmicznym sąsiadem Ziemi jest **Księżyc**.

Choć bardzo dobrze widoczny na niebie, nie świeci jednak światłem własnym, ale odbitym. Księżycowa powierzchnia stanowi rodzaj lustra dla światła słonecznego. Dominują pokryte licznymi kraterami obszary jasne, dobrze odbijające światło, tzn. o dużym (0,15) albedo — księżycowe łądy. Ciemne, gładkie tereny, tzw. księżycowe morza, występują na mniej niż 1/5 powierzchni.

Oświetlenie Księżyca (a więc i widoczny jego fragment) zmienia się w ciągu miesiąca na skutek ruchu obiegowego naszego satelity wokół Ziemi — wywołuje to tzw. **fazy**. Pierwsza faza ma miejsce wówczas, gdy jasna część tarczy ma kształt litery D (dopełnia się), druga faza to pełnia — cała tarcza jest oświetlona (Księżyc znajduje się po przeciwnej w stosunku do Słońca stronie Ziemi), faza trzecia — świeci „wypełniona” litera C (Księżyc chudnie) i faza czwarta — **nów**, wtedy Księżyc nie świeci Ziemiom (oświetlona jest jego niewidoczna półkula). Pierwszą i trzecią fazę często nazywa się **kwadrami** (formalnie druga kwadra to **pełnia**, a czwarta to **nów**, ale tych nazw się prawie nie używa).

Zmiany oświetlenia Księżyca zachodzą także podczas **zaćmień** — gdy wchodzi on w cień Ziemi.

Grawitacyjny wpływ Księżyca na naszą planetę wywołuje tzw. **plywy** to znaczy zmiany kształtu Ziemi, co szczególnie łatwo zauważyć w pobliżu wybrzeży, gdzie podnoszą się i opadają wody mórz i oceanów. Trudniej dostrzec pływ skorupy ziemskiej czy atmosfery. Pływy powoduje także Słońce — podczas pełni i nowiu są one silniejsze niż w kwadrach (patrz fazy).

Bliskość Księżyca spowodowała, że stał się on celem pierwszych wypraw kosmicznych.

Magdalena Kożuchowska

**

zima, *astr.* pora roku zaczynająca się na półkuli północnej dniem przesilenia zimowego (ok. 22 XII) i trwająca do dnia równonocy wiosennej (ok. 21 III); na północnej półkuli Ziemi trwa od 22 grudnia do 21 marca (na półkuli południowej w tym czasie jest lato); w meteorologii zima obejmuje miesiące: grudzień, styczeń, luty.

**

złączenie, *astr.* → [koniunkcja](#).

**

Zmiany klimatu w historii Ziemi i ich przyczyny

Klimat jako stan atmosfery. Czynniki zewnętrzne oddziałujące na klimat i zmiany wewnątrzsystemowe — sprzężenia zwrotne i ich rola w ewolucji klimatu
Klimat rozumiany jest jako stan atmosfery uśredniony na przestrzeni pewnego okresu czasu, wyrażający chwilową równowagę geosystemu obejmującego atmosferę, litosferę, pedosferę i biosferę. Na przestrzeni historii Ziemi ulegał licznym zmianom, zachodzącym dzięki oddziaływaniom zewnętrznym na system klimatyczny lub wytworzonym wewnątrz tego systemu. Do **zewnętrznych czynników** generujących zmiany klimatu zaliczyć można: zmiany w dopływie promieniowania słonecznego, w konfiguracji lądów i oceanów, tworzenie się i zanikanie prądów morskich, ewolucję biosfery, zmiany składu atmosfery, erupcje wulkaniczne, a w okresie ostatnich kilkuset lat również działalność człowieka. Zmiany klimatyczne generowane są również **wewnątrz** systemu klimatycznego poprzez skomplikowany układ sprzężeń zwrotnych, wzmacniających, bądź osłabiających działanie początkowego czynnika zaburzającego równowagę. Dodatkowo sprzężenia zwrotne poprzez ciąg wzmocnień, prowadzą często do zasadniczych zmian reżimu klimatycznego. Drobne ochłodzenie w północnych szerokościach geograficznych powodujące zwiększone opady śniegu poprzez wzrost albedo, czyli zwiększenie ilości promieniowania odbitego, prowadzi do spadku ilości ciepła pochłoniętego przez powierzchnię Ziemi, co pogłębia ochłodzenie i prowadzi do dalszego wzrostu pokrywy śnieżnej. Ujemne sprzężenia zwrotne prowadzą natomiast do stabilizacji klimatu. Przykładem może być sytuacja, w której wzrost temperatury zwiększa parowanie z powierzchni, przez co rośnie wilgotność powietrza i pokrywa chmur. Zachmurzenie zmniejsza ilość promieniowania docierającego do powierzchni Ziemi i temperatura wraca do normy.

Joanna Wibig

**

Zmiany klimatu w historii Ziemi i ich przyczyny. Metody badań

Pomiary instrumentalne. Dane historyczne. Metody dendrologiczne. Analiza szczątków zwierząt i roślin. Analiza pyłkowa. Badania izotopowe

Do badania zmian klimatycznych najlepiej nadają się oczywiście dane instrumentalne, czyli wyniki pomiarów wykonanych przy pomocy przyrządów: barometrów, termometrów, deszczomierzy, wiatromierzy, solarymetrów itp. Termometr i barometr wynaleziono jednak dopiero w połowie XVII w. (pierwszy termoskop zastosował w 1592 r. Galileusz, w 1642 r. powstał szklany termometr alkoholowy, a barometr zbudował w 1644 r. uczeń Galileusza Evangelista Torricelli), a przyrządy do pomiaru promieniowania słonecznego pojawiły się jeszcze później. Najwcześniej, bo kilka tysięcy lat temu, zbudowano deszczomierz i wiatromierz, choć regularne pomiary prowadzi się od mniej niż 200 lat. Nieco dalej wstecz sięgają tzw. **dane historyczne**. Są to zapiski dotyczące bezpośrednio bądź pośrednio pogody. Dokonywano ich w dziennikach okrętowych, księgach klasztornych i na marginesach kalendarzy. W Japonii notowano np. daty zamarzania jeziora Siwo, a od 812 r. daty pierwszego zakwitania wiśni, które informują pośrednio o dacie końca zimy i początku wiosny. W wielu winnicach gromadzono informacje o dacie winobrań i jakości wina, dające wyobrażenie o warunkach panujących w okresie wegetacyjnym, podobnie jak ceny zbóż. Na Islandii od wczesnego średniowiecza zapisywano informacje na temat liczby gór lodowych widocznych z wyspy. Źródła historyczne sięgają czasów wynalezienia pisma, czyli najwyżej kilku tysięcy lat wstecz. Danych z podobnego okresu dostarczają nam również **metody dendrologiczne**. Polegają one na mierzeniu grubości i gęstości przyrostów pierścieni drzew. W wielu regionach świata wzrost drzew jest silnie zależny od przebiegu pogody. W klimacie suchym czynnikiem decydującym o przyrostach jest opad, w klimacie chłodnym — temperatura. Aby cofnąć się jeszcze dalej, musimy korzystać z metod pośrednich i analizować przebiegi różnych zjawisk zależnych od warunków klimatycznych. Ważnych danych na temat klimatu dostarczają nam informacje o dominujących w poszczególnych okresach gatunkach roślin i zwierząt, a zwłaszcza organizmów o wyraźnych preferencjach klimatycznych, nie tolerujących dużych wahań. Do naszych czasów zachowały się szczątki kości zwierząt i pyłki roślin, na których podstawie wiele można powiedzieć o panującym w czasie ich wzrostu klimacie. Analizując udział procentowy pyłków poszczególnych gatunków roślin można zdobyć informacje na temat klimatu kilkaset tysięcy lat temu (metodę analizy pyłkowej opracował Lennart von Post, profesor geologii na Uniwersytecie w Sztokholmie w 1916). Aby sięgnąć jeszcze dalej wstecz, bada się skład izotopowy tlenu w osadach głębokomorskich. Tlen występuje w dwóch trwałych izotopach ^{18}O i ^{16}O . Organizmy morskie przyswajają tlen z oceanu i wbudowują go w swe tkanki i wapienne muszle. Po śmierci organizmów, resztki muszelek i pancerzyków osadzają się na dnie oceanu. Dziś, badając ich skład izotopowy, możemy wnioskować o temperaturze panującej na Ziemi za życia tych organizmów, bowiem stosunek $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ zmienia się zależnie od temperatury. W wodzie atmosferycznej jest więcej lżejszego izotopu ^{16}O , ponieważ łatwiej on paruje. Gdy na Ziemi jest chłodno, część wyparowanej wody gromadzi się w lodzie; wtedy stosunek $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ jest większy. W okresach ciepłych lód topi się i woda wraz z lżejszym izotopem wraca do oceanu, a stosunek $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ spada. Za opracowanie metody rozdzielania izotopów Harold Urey w 1934 r. otrzymał Nagrodę Nobla w dziedzinie chemii.

Joanna Wibig

**

Zmiany klimatu w historii Ziemi i ich przyczyny. Czynniki astronomiczne

Zmiany parametrów orbity ziemskiej i aktywności Słońca

Związek periodycznych (okresowych) zmian klimatu z periodycznymi zmianami parametrów orbity ziemskiej zauważył jako pierwszy James Croll (1867), a wkrótce potem sformułował w sposób matematyczny Milutin Milanković.

Ziemia okrąży Słońce po orbicie eliptycznej, której mimośród ulega niewielkim wahaniom o okresie około 100 000 lat. Gdy mimośród jest największy, różnice w ilości energii dopływającej do Ziemi są również największe, gdy mimośród jest mały, orbita jest bliższa kołowej i różnice ilości energii są mniejsze.

Oś Ziemi nachylona jest do ekliptyki (płaszczyzny, na której leży orbita Ziemi) pod kątem, którego wartość ulega wahaniom w cyklu 41 000 lat. Kąt ten zmienia się od $21,8^\circ$ do $24,4^\circ$ (obecnie wynosi $23,4^\circ$). Większe nachylenie osi oznacza, że strefa międzyzwrotnikowa jest szersza, a koła podbiegunowe leżą dalej od biegunów. Rosną wówczas kontrasty termiczne między niskimi a wysokimi szerokościami geograficznymi.

Oś ziemską wiruje jak bąk wokół swej osi obrotu z okresem 22 000 lat. Oznacza to, że punkty równonocy oraz przesilenia letniego i zimowego wędrują wzdłuż ekliptyki. Obecnie Ziemia znajduje się w peryhelium (najbliżej Słońca) tuż po przesileniu zimowym — 3 stycznia, a w aphelium (najdalej od Słońca) po przesileniu letnim — 4 lipca. Dlatego obecnie kontrasty termiczne między latem a zimą są na półkuli północnej stosunkowo nieduże, za ok. 11 000 lat będą największe.

Według teorii Milankovicia wzrostowi lądolodu sprzyja sytuacja, w której Ziemia jest bliżej Słońca zimą, a nachylenie osi do płaszczyzny ekliptyki jest małe. Wówczas zima jest dość ciepła, opady śniegu nad biegunami duże, a lato dość chłodne, dzięki czemu cały śnieg nie zdąży się stopić. Gdy Ziemia jest najbliżej Słońca latem i nachylenie osi jest duże, panują dogodne warunki do topienia nagromadzonego lodu i recesji lądolodu.

Do astronomicznych czynników wpływających na klimat należą też zmiany aktywności Słońca, wyrażające się m.in. liczbą plam słonecznych określaną przez tzw. liczbę Wolfa. Zmienia się ona w cyklu około 11-letnim — około, ponieważ długość cyklu może zawierać się w granicach od 7 do 14 lat. Liczba plam słonecznych w maksimum cyklu również ulega wahaniom, tym razem w cyklu około 100-letnim. Ponadto, co pewien czas zdarzają się długotrwałe okresy wyjątkowo niskiej aktywności, trwające kilkadziesiąt lat. Ostatni taki okres zwany minimum Maundera zanotowano w latach 1645–1715; pokrywa się on z wyjątkowo chłodnym fragmentem tzw. małej epoki lodowej.

Joanna Wibig

**

Zmiany klimatu w historii Ziemi i ich przyczyny. Wędrowka kontynentów a cyrkulacja atmosferyczna i klimat

Zmiany konfiguracji kontynentów powodują powstawanie i zanikanie prądów około równikowych i okołobiegunowych, których istnienie ma ogromny wpływ na klimat globalny

Usytuowanie kontynentów i wynikająca z niego cyrkulacja oceaniczna mają znaczny wpływ na kontrasty termiczne między niskimi a wysokimi szerokościami

geograficznymi. Kontrasty te są najmniejsze, gdy istnieje rozległy prąd równikowy, a brak jest prądów okołobiegunowych. Nagrzane w okolicach równikowych wody gromadzą duże ilości ciepła, zwłaszcza wówczas, gdy wody prądu równikowego kilkakrotnie okrążają Ziemię zanim skręcają ku biegunom i nagrzeją obszary wysokich szerokości geograficznych. Natomiast, gdy brak prądu równikowego a istnieją prądy okołobiegunowe, wówczas ku wysokim szerokościom geograficznym płyną słabo nagrzane wody, które okrążając kilkakrotnie Ziemię w szerokościach podbiegunowych jeszcze dodatkowo się wychładzają i skutecznie odcinają obszary podbiegunowe od źródeł ciepła.

Wędrownica kontynentów w erze mezozoicznej i kenozoicznej, powodująca zmiany cyrkulacji oceanicznej, była główną przyczyną zmian klimatu w tym okresie.

Współczesny system cyrkulacji oceanicznej związany jest z istnieniem Prądu Zatokowego, ustalił się on około 4-5 mln lat temu po ostatecznym zamknięciu Przesmyku Panamskiego. Ciepłe wody powierzchniowe na Północnym Atlantyku silnie parują, co zwiększa ich zasolenie, a tym samym gęstość. Między Grenlandią a Islandią zagłębiają się w oceanie i zwracają na południe. Wypływają na powierzchnię dopiero w pobliżu Antarktydy, gdzie po ochłodzeniu znów zagłębiają się i kierują na wschód. Opływają Ocean Indyjski i Pacyfik wypływając na powierzchnię koło Indii (mała pętla) lub koło Aleutów (duża pętla). Prąd ten nosi nazwę **północnoatlantyckiej wody głębinowej**. Mechanizm jego tworzenia się i zanikania opisał na początku lat 90. Wallace Broecker, profesor geologii z Lamont-Doherty Earth Observatory przy Columbia University.

Prądy oceaniczne transportują ciepło z niskich ku wysokim szerokościom geograficznym. Ze względu na dużą pojemność cieplną wody, robią to znacznie efektywniej niż cyrkulacja atmosferyczna. Wody Prądu Równikowego i Prądu Równikowego Wstecznego nagrzewają się podczas dwukrotnej wędrownicy wzdłuż równika. W zachodnich częściach oceanów kierują się następnie ku wysokim szerokościom geograficznym, ulegają ochłodzeniu i wracają jako prądy chłodne wzdłuż wschodnich granic oceanu. Rozkład temperatury i zasolenia wód jest więc asymetryczny. W zachodnich partiach oceanów wody są cieplejsze i bardziej słone, na skutek silnego parowania; we wschodnich — chłodniejsze i mniej słone. Prądy powierzchniowe stanowią jednak tylko fragment cyrkulacji wód oceanicznych i sięgają jedynie 100–200 m w głąb oceanu, w którym możemy wyróżnić dwie słabo mieszające się warstwy: górną — stosunkowo ciepłą o grubości około 500 m i dolną — znacznie chłodniejszą. Na ich granicy, zwanej termokliną, temperatura gwałtownie spada. Część tych głębokich wód wypływa ku powierzchni w postaci prądów wznoszących, zwanych *upwellingami*. Prądy te wypływają ku powierzchni we wschodnich częściach oceanów, zwykle w szerokościach podzwrotnikowych, niosąc ku powierzchni chłodne i żyzne wody. W miejscach wypływu występują najobfitsze na kuli ziemskiej łowiska, np. u wybrzeży Peru i Ekwadoru, w Kalifornii, czy Afryce Zachodniej. W ich pobliżu wzdłuż wybrzeży tworzą się nadmorskie pustynie.

Pustynie nadmorskie różnią się znacznie warunkami klimatycznymi od pozostałych. Główną przyczyną ich powstawania są zimne prądy morskie płynące wzdłuż wybrzeży w niskich szerokościach geograficznych. Ciepłe i wilgotne powietrze nad oceanem, przemieszczając się nad tym prądem, oziębia się i osiada. Ponieważ dolna warstwa powietrza jest chłodniejsza niż górna, ustają w nim prądy pionowe. Ich brak uniemożliwia powstanie wystarczająco grubych chmur, by mógł spaść deszcz, choć

powietrze ma znaczną wilgotność. Wilgotność względna powietrza nad Iquique w Chile sięga 81%, a roczna suma opadu wynosi tylko 28 mm (dla porównania w Polsce przy podobnej wilgotności spada ponad 600 mm deszczu rocznie). Jednocześnie latem panuje tu stosunkowo niska temperatura o 5–10°C niższa niż na pustyniach wewnątrz kontynentu, a niebo pokryte jest cienką warstwą chmur — zbyt cienką, by dać opad.

Joanna Wibig

**

Zmiany klimatu w historii Ziemi i ich przyczyny. Skład atmosfery

Zmiany składu atmosfery w dziejach Ziemi

Znaczną rolę w kształtowaniu się warunków klimatycznych odgrywa skład atmosfery. W historii Ziemi ulegał on znacznym zmianom. Początkowo atmosfera ziemską zawierała znaczne ilości dwutlenku węgla, metanu i azotu, natomiast brakowało w niej tlenu. W miarę ochładzania się rosła ilość pary wodnej, powstawały opady, a w ślad za nimi morza i oceany. Gdy na Ziemi pojawiły się organizmy żywe, atmosfera zaczęła wzbogacać się w tlen, wytwarzany w procesie fotosyntezy. Powoli skład atmosfery ewoluował w kierunku dzisiejszego; prawdopodobnie nastąpiło to około 400 mln lat temu. Zawartość w atmosferze pary wodnej, dwutlenku węgla i metanu, decyduje o rozmiarze efektu szklarniowego, czyli o temperaturze Ziemi. Wahania dwutlenku węgla i metanu przebiegają równoległe do wahań średniej temperatury globalnej. Nie jest to przypadek, ale dowód istnienia w przyrodzie mechanizmów dążących do równowagi; uwikłany jest w nie ocean. Wody oceanu są w stanie zaabsorbować większe ilości dwutlenku węgla, gdy są chłodne. Jednocześnie produktywność fitoplanktonu i dostęp tlenu regulują wchłanianie dwutlenku przez wody powierzchniowe.

Joanna Wibig

**

Zmiany klimatu w historii Ziemi i ich przyczyny. Ruchy górotwórcze i wulkanizm a zmiany klimatu

Ruchy górotwórcze modyfikowały cyrkulację powoli, ale ich wpływ trwa wieki. Procesy wulkaniczne oddziałują na klimat prawie natychmiast, lecz po kilku latach skutki tego działania zanikają

Przyczyną zmian klimatu są także **ruchy górotwórcze**. Ukształtowanie powierzchni ma istotny wpływ na cyrkulację powietrza, wymianę energii cieplnej i transport wilgoci. To usytuowanie głównych pasm górskich spowodowało, że w czasie ostatniego zlodowacenia czwartorzędowego w Ameryce Północnej lądolód Laurentyński sięgnął 38°N, a w Europie lądolody dotarły tylko do 50°N. Wypiętrzenie się Himalajów, a także Wyżyny Tybetańskiej, Tien-szanu i Ałtaju spowodowało wysuszenie i ochłodzenie Azji Centralnej.

O wpływie **erupcji wulkanicznych** na klimat jako pierwszy pisał Henryk Arctowski. Wulkany, szczególnie te eksplozywne, wyrzucają do atmosfery olbrzymie ilości pyłu. Cząsteczki, które dotrą do stratosfery, mogą utrzymywać się tam nawet przez kilkanaście lat. Pochłaniają i rozpraszają tam promieniowanie słoneczne, zmniejszając jego dopływ do powierzchni Ziemi, dlatego powodują nagrzanie stratosfery, a ochłodzenie przyziemnych warstw atmosfery. Ochłodzenie to nie jest jednak duże. Wybuch wulkanu Toba na Sumatrze, najsilniejszy z poznanych, spowodował spadek temperatury o 3–5°C, lecz tylko na krótki czas.

Joanna Wibig

**

Zmiany klimatu w historii Ziemi i ich przyczyny. Historia

Wczesne zmiany klimatu. Dawne epoki lodowe. Świat płytkich mórz

W swej długiej, bo liczącej ponad 4,5 mld lat historii, Ziemia na ogół była wolna od lodu. Pierwsze zlodowacenie, zwane hurońskim, miało miejsce około 2,3 mld lat temu. Przed ostatnim zlodowaceniem czwartorzędowym, było ich prawdopodobnie jeszcze pięć.

We wczesnym paleozoiku i późnym mezozoiku znaczną część płaskich wówczas kontynentów pokrywały płytkie morza. Rozwijało się w nich bujnie życie. W Ameryce Północnej, która leżała wówczas blisko równika, z dala od oceanu żyły glony i organizmy podobne do gąbek, a z ich szczątków tworzyły się wapienne formacje. Powstawały wówczas największe na świecie rafy koralowe. Dokładna ich analiza pozwala wyróżnić okresy wznoszenia się i opadania poziomu morza. Wykryto pięć głównych cykli wahań, z których cztery wystąpiły w paleozoiku, ostatni w karbonie i permie. Ich długość wahała się od 30 mln lat do ponad 110 mln lat. W ramach cykli występowały drugorzędne wahania trwające od setek do tysięcy lat. Koniec okresu raf nastąpił około 300 mln lat temu, a na niziny nadmorskie Ameryki Północnej, Europy i Syberii wkroczyły lasy. To ich drewno zostało później przekształcone w pokłady węgla kamiennego. Przyczyną tak znacznych zmian poziomu mórz były prawdopodobnie wahania lądolodu na Gondwanie.

Piąty okres wysokiego poziomu mórz wystąpił w kredzie, około 100 mln lat temu. Maksymalny poziom morza był wówczas nawet o 300 m wyższy od obecnego. Pod wodą znalazły się olbrzymie połacie Ameryki Północnej, Europy i Afryki, a średnia temperatura na Ziemi była dość wysoka. Tym razem, głównej przyczyny wysokiego poziomu mórz należy prawdopodobnie szukać w ruchach kontynentów, które mogły w istotny sposób wpływać na pojemność oceanów.

Czas (mln lat)	Zlodowacenia przedczwartorzędowe	Epoka lodowa
2300	Archaiczna epoka lodowa zw. zlodowaceniem hurońskim	
950	Algonkińska epoka lodowa w proterozoiku (na półkuli północnej)	
730	Eokambryjska epoka lodowa II	
590	Eokambryjska epoka lodowa I	
430	Epoka lodowa na przełomie ordowiku i syluru	
280	Permokarbońska epoka lodowa (na półkuli północnej)	
3-0	Zlodowacenie czwartorzędowe	

Ewolucja czwartorzędowej epoki lodowej. Ustanie prądu okołorównikowego i pojawienie się prądu okołobiegunowego na półkuli południowej stworzyło dogodne warunki rozwoju zlodowaceń czwartorzędowych.

Na początku ery kenozoicznej w trzeciorzędzie pojawiły się zaczątki oceanów: Indyjskiego i Atlantyckiego. Pacyfik istniał już od dawna, jako pozostałość po

Wszechoceanie — Tetydzie. Układ kontynentów i oceanów znacznie odbiegał od dzisiejszego. W szerokościach równikowych kontynenty były rozsunięte i istniał rozległy Prąd Równikowy. Na Oceanie Indyjskim i Pacyfiku pojawiły się jego odgałęzienia, pętle niosące wody ku wysokim szerokościom geograficznym, a następnie zawracające ku równikowi, niosące ku biegunom ciepłe wody, dzięki czemu różnice temperatury między równikiem a wysokimi szerokościami geograficznymi były niewielkie, a klimat całej Ziemi względnie ciepły. W miarę jak Indie, stanowiące wówczas odrębny kontynent, zbliżały się do Azji, malał przepływ w Prądzie Równikowym. Jednocześnie południowe kontynenty oddalały się od Antarktydy. W miocenie zamknął się przepływ Prądu Równikowego przez Morze Śródziemne, które wkrótce stało się morzem wewnętrznym, a po zamknięciu się około 3 mln lat temu Przesmyku Panamskiego Prąd Około równikowy ostatecznie przestał istnieć. Wzmocnieniu uległ natomiast Prąd Zatokowy. Ogrzewa on od tego czasu północną Europę, przyczyniając się do znacznych różnic temperatury na kontynentach leżących po obu stronach północnego Atlantyku. Norwegia leży na tej samej szerokości geograficznej co Grenlandia i Labrador, a jej klimat jest znacznie łagodniejszy.

W wyniku oddalania się od Antarktydy południowych kontynentów, najpierw Australii a potem Ameryki Południowej, około 30 mln lat temu powstał Prąd Około biegunowy.

Czas (mln lat)	Ewolucja czwartorzędowej epoki lodowej (wg van Andela) Zdarzenia
> 50	Istnieje Prąd Około równikowy, dzięki jego obecności wody silnie się nagrzewają i, po odchyleniu, niosą duże ilości ciepła ku biegunom. Małe różnice temperatury między strefą równikową i podbiegunową, na całej Ziemi jest ciepło, wody głębinowe są cieplejsze niż obecnie, a obieg wód jest powolny. Antarktyda jest wolna od lodu.
48–40	Otwierają się przesmyki między Australią i Antarktydą oraz między Grenlandią i Norwegią. Dzięki temu do północnego Atlantyku wpływają chłodne wody arktyczne. Ochłodzenie.
36–34	Ochładzają się wody głębinowe i wzmacniają cyrkulacja abisalną. Na Antarktydzie powstają lodowce, a wokół niej tworzy się lód morski, ochłodzeniu ulegają wody powierzchniowe wokół Antarktydy.
35–30	Indie przesuwają się ku północy ograniczając przepływ Prądu Około równikowego, a Cieśnina Drake'a otwiera się, umożliwiając powstanie Prądu Około biegunowego na półkuli południowej. Wokół Antarktydy i w Basenie Arktycznym tworzy się lód morski. Poziom morza zaczyna spadać.
15–10	Nagle ochłodzenie. Grzbiet Grenlandii, Islandii i Wysp Owczych pogrąża się w oceanie. Północnoatlantycka Woda Głębinowa wyływa

- w pobliżu Antarktydy. Tworzy się Łądolód Arktyczny w dzisiejszej postaci.
- 5–3 Zamyka się Przesmyk Panamski, a wzmacnia Prąd Zatokowy — zwiększa to opady śniegu w Ameryce Północnej i Europie.
- 3–2 Tworzą się łądolody na półkuli północnej. Początek epoki lodowej.

Zlodowacenia czwartorzędowe. W czwartorzędzie wystąpiło prawdopodobnie kilkanaście dużych zlodowaceń. Najlepiej poznane są ostatnie cztery.

Ostatnia czwartorzędowa epoka lodowa jest najlepiej zbadana, ale też budzi najwięcej kontrowersji. Do niedawna uczeni zgadzali się, że były cztery główne zlodowacenia czwartorzędowe, choć różnie sytuowali je w czasie. Christian Ditrich Schönwiese proponuje następującą chronologię zdarzeń czwartorzędowych.

Chronologia zlodowaceń czwartorzędowych		
Czas	Epoka	Polska nazwa
w tys. lat		
400	Zlodowacenie Günz	Zlodowacenie podlaskie (Narwi)
350	Okres ciepły Cromer	Okres ciepły przasnyski
320	Zlodowacenie Mindel	Zlodowacenie południowopolskie (Sanu)
270	Okres ciepły Holstein	Okres ciepły mazowiecki
200	Zlodowacenie Riss	Zlodowacenie środkowopolskie (Odry)
125	Okres ciepły Eem	Okres ciepły ostatni lub eemski
70	Zlodowacenie Würm	Zlodowacenie bałtyckie (Wisły)
11	Okres ciepły holocen	Okres ciepły holocen

Ostatnio uczeni sądzą, że zlodowaceń mogło być znacznie więcej — od kilkunastu do trzydziestu, a wyżej wymienione cztery zostały najlepiej poznane. Być może rozwój łądolodów zatarał ślady pozostałych. Taka wersja przyjęła się po ostatecznym zaakceptowaniu teorii powstawania zlodowaceń zaproponowanej przez Milankovicia; w jej myśl cykl zlodowacenie–interglacja trwa około 100 000 lat, tyle co cykl zmian mimośrodowo orbity ziemskiej, z czego około 90 000 przypada na zlodowacenie, które też nie jest jednorodne, lecz składa się z co najmniej kilku glacjałów (okresów zimniejszych) i interglacjałów (okresów nieco cieplejszych). Ciepłe okresy rozdzielające zlodowacenia trwają, w myśl tej teorii, około 10 000 lat.

Holocen. Fazy holocenu. Wahania klimatyczne w okresie subatlantyckim.

W końcu ostatniego zlodowacenia, w tzw. późnym glacjałach, jeszcze trzykrotnie następowały ochłodzenia. Te trzy fazy późnej ekspansji lodowca to najstarszy dryas, który skończył się około 12 300 lat temu, starszy dryas (12 000–11 800) i młodszy dryas (10 700–9100), rozdzielone dwoma krótkotrwałymi ociepleniami: bölling (12 300–12 000) i alleröd (11 800–10 700). Początkowo sądzono, że wahania te wystąpiły jedynie w Europie, jednak ostatnio uczeni skłaniają się do wniosku, że były to zdarzenia globalne. Wydaje się, że znamy też ich przyczynę. Najprawdopodobniej „winę” za ochłodzenia ponosi cyrkulacja wód oceanicznych na Północnym Atlantyku.

Północnoatlantycka Woda Głębinowa powstaje na skutek zasolenia wód, ale jeśli w końcu zlodowacenia z topniejących łądolodów — Laurentyńskiego i Skandynawskiego do północnego Atlantyku napłynęła olbrzymia ilość słodkiej wody,

zasolenie spadło, a tym samym ustała przyczyna zagłębiania się wód. Zatrzymanie cyrkulacji wód oceanicznych wstrzymało też dopływ ciepła do obszaru otaczającego Północny Atlantyk i spowodowało nawrót chłodu. Gdy lodowiec przestał topnieć, cyrkulacja powoli wróciła do normy. Taka sytuacja powtarzała się co najmniej trzykrotnie, aż lądolód uległ znacznemu stopieniu i osiągnął stan równowagi. Holocen również jest okresem znaczących wahań klimatycznych. Edward Rühle wyróżnił w Polsce pięć okresów.

Wahania klimatyczne w holocenie

Nazwa	Klimat	Chronologia
Okres przedborealny	umiarkowanie ciepły	10 250–9100
Okres borealny	umiarkowanie ciepły i wilgotny	9100–7700
Okres atlantycki	cieplejszy od współczesnego, tzw. optimum klimatyczne holocenu	7700–5100
Okres subborealny	ciepły o rosnącej wilgotności	5100–2300
Okres subatlantycki	początkowo umiarkowanie ciepły i wilgotny, później współczesny	2300–czasy współczesne

Zmiany klimatu w ostatnim tysiącleciu znamy najlepiej, dostępne są już dane historyczne i dendrologiczne, a z ostatnich 300 lat także obserwacje instrumentalne. Tysiąclecie zaczęło się od stosunkowo ciepłego okresu, zwanego **średniowiecznym optimum**, które swoje apogeum osiągnęło w Europie w latach 1150–1300. Na południu Europy wzmożyły się posuchy, a dogodne warunki żeglugi pozwoliły na podróże morskie po północnym Atlantyku. Skolonizowano Islandię, a w 982 r. Eryk Rudobrody, banita z Islandii, dotarł nawet na Grenlandię. Założył tam osadę, która przetrwała prawie 500 lat, zanim fatalne warunki klimatyczne uniemożliwiły życie na wyspie. W okresie optimum średniowiecznego na Grenlandii hodowano bydło, na Islandii uprawiano zboża, a Wielka Brytania eksportowała wina z własnych winnic. Dobre czasy skończyły się w XIV–XV w. wraz z ochłodzeniem. Lody uniemożliwiły podróże na Grenlandię, z Islandii zniknęły zboża (pojawiły się tam ponownie dopiero w 2. poł. XX w.), a w Alpach rozbudowywały się lodowce górskie, pochłaniając wiele wysoko położonych miejscowości. Nastąpił wybitnie chłodny okres, zwany **małą epoką lodową**, trwający od 1550 do 1850 r. W Europie średnie temperatury spadły o ponad 1°C. Opady na zachodzie i południu wzrosły, a w środku kontynentu zmniejszyły się. Na Atlantyku częstsze były sztormy, a z Islandii przez ponad połowę roku obserwowano przepływające góry lodowe. Pogorszenie pogody wiąże się z dużą aktywnością wulkaniczną i długotrwałym obniżeniem aktywności słonecznej, tzw. minimum Maundera.

Współczesne zmiany klimatu. W ciągu ostatniego stulecia klimat ocieplił się. Prawdopodobnie jedną z przyczyn tego ocieplenia jest antropogeniczna emisja gazów szklarniowych.

Od połowy XIX w. średnia temperatura ziemi rośnie. Według ostatniego raportu IPCC (Międzynarodowy Zespół ds. Zmian Klimatu) w XX w. przyrost temperatury wyniósł $0,6 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$. Ocieplenie następowało w dwóch fazach: w latach 1910–1945 i 1976–2000. W okresie 1946–1975 nastąpiło niewielkie ochłodzenie. Średnią temperaturę Ziemi obliczono na podstawie danych instrumentalnych ze stacji naziemnych i okrętowych od 1861 roku. W tym okresie najcieplejszy okazał się 1998 rok, natomiast ostatnie 10 lat było najcieplejszym okresem 10-letnim. Obserwacje satelitarne pozwalające oszacować powierzchnię pokrytą śniegiem i lodem prowadzone od lat 60. XX w. wskazują, że w tym czasie zasięg pokrywy śnieżnej na półkuli północnej zmniejszył się o 10%. Nie zaobserwowano topnienia lądolodu antarktycznego; przyczyny tego faktu upatruje się w istnieniu Arktycznego Prądu Okołobiegunowego na półkuli południowej. Wzrost temperatury spowodował, że w umiarkowanych i wysokich szerokościach geograficznych półkuli północnej okres zlodzenia rzek i jezior jest obecnie o dwa tygodnie krótszy niż na początku wieku. Rośnie poziom oceanów — w XX w. przyrost wyniósł 10–20 cm. Od połowy lat 70. wzrosła intensywność i częstość ciepłych epizodów El-Niño.

Za jedną z przyczyn tych zmian uważa się wzrost stężenia atmosferycznego dwutlenku węgla CO_2 (o 31% od 1750 r.), metanu CH_4 (o 151% od 1750 r.) i dwutlenku azotu NO_2 (o 17% od 1750 r.). Wszystkie trzy są gazami szklarniowymi, pochłaniają długofalowe promieniowanie słoneczne i w ten sposób powiększają rozmiary naturalnego ziemskiego efektu cieplarnianego. Mniej więcej 75% przyrostu dwutlenku węgla jest skutkiem spalania paliw, drewna, węgla, gazu ziemnego i ropy naftowej, pozostała część to wpływ zmian sposobu użytkowania ziemi, głównie wylesiania. Zmianom wywołanym działalnością człowieka towarzyszą naturalne, wywołane m.in. działalnością wulkaniczną i zmianami aktywności słonecznej.

Emitowane od lat 30. freony, czyli związki chloru, węgla i wodoru, przyczyniają się do niszczenia warstwy ozonowej w atmosferze, przez co do powierzchni Ziemi dociera więcej szkodliwego promieniowania ultrafioletowego.

T. H. van Andel *Nowe spojrzenie na starą planetę*, Warszawa 1997

R.K. Borówka *Wielka Encyklopedia Geografii Świata*, t. 3. *Ewolucja Ziemi*, Poznań 1996

R.S. Bradley, P.D. Jones (red.) *Climate since AD 1500*, Routledge 1995

W.S. Broecker *Chaotyczny klimat*, "Świat Nauki" 1996, 1/96.

K. Kożuchowski, R. Przybylak *Efekt cieplarniany*, Warszawa 1995.

H.H. Lamb *Climate, History and the Modern World*, Routledge 1995.

Ch.-D. Schönwiese *Klimat i człowiek*, Warszawa 1997.

W. Stachlewski *Klimat. Przeszłość, teraźniejszość, przyszłość*, Warszawa 1978

Third Assessment Report (III raport IPCC). Adres strony internetowej: www.ipcc.ch

Joanna Wibig

**

Zmieniający się Wszechświat

Starożytność

Wyobrażenia ludzi o rozmiarach, strukturze i ewolucji Wszechświata ulegały bardzo istotnym zmianom w miarę rozwoju astronomii i fizyki. Już w czasach prehistorycznych pozorny ruch Słońca na sferze niebieskiej, fazy Księżyca, ruchy planet oraz momenty wschodów i zachodów gwiazd były wykorzystywane do określania czasu i stanowiły podstawę kalendarza.

Pierwszy model Wszechświata powstał ok. 2,5 tys. lat temu, wraz z rozwojem geometrii i filozofii. Elementy tego modelu występowały już u Pitagorasa, a spopularyzował go i utrwalił Arystoteles. W tym geocentrycznym modelu Ziemia znajdowała się w środku Wszechświata, a planety i Słońce poruszały się po

koncentrycznych sferach otoczonych znacznie większą sferą gwiazd stałych. Aby uzgodnić ten model z obserwacjami, ok. 140 p.n.e. Klaudiusz Ptolemeusz przesunął nieco w swoim modelu Ziemię z geometrycznego środka Wszechświata, planetom zaś pozwolił poruszać się dodatkowo po kołach zw. epicyklami. Ten model przetrwał aż do czasów Mikołaja Kopernika.

Czasy nowożytne

W 1609 Galileusz zbudował lunetę i pierwszy zastosował ją do obserwacji astronomicznych, co znacznie przyspieszyło rozwój astronomii. Przełomowym momentem dla kosmologii i całej współczesnej nauki było odkrycie przez I. Newtona praw ruchu ciał. W swoim słynnym dziele *Philosophiae naturalis principia mathematica*, opublikowanym w 1687, Newton nie tylko sformułował prawa ruchu i prawo powszechnego ciążenia, ale też rozwiązał równania ruchu planet. Po raz pierwszy okazało się, że ciała niebieskie także podlegają prawom fizyki.

Coraz większe i lepsze lunety pozwoliły astronomom penetrować coraz dalsze obszary Wszechświata. Galileusz odkrył, że Droga Mleczna (Galaktyka) — jasny pas na niebie — jest złożona z gwiazd. Zaczęto zastanawiać się nad rozmiarami i strukturą Drogi Mlecznej. Wykorzystując metodę zliczania gwiazd w różnych obszarach sfery niebieskiej F.W. Herschel w 1785 stwierdził, że Droga Mleczna jest spłaszczoną, podobną do dysku koncentracją gwiazd, a Słońce znajduje się w przybliżeniu w jej środku. Nadal nie znano sposobu na wyznaczanie odległości do gwiazd. Już Kopernik zdawał sobie sprawę z faktu, że gwiazdy znajdują się bardzo daleko, gdyż nie mógł zaobserwować pozornego ruchu gwiazd bliższych względem tła gwiazd dalszych, spowodowanego ruchem Ziemi wokół Słońca (paralaksa). Paralaksy gwiazd zmierzono dopiero w końcu lat 30. XIX w. Okazało się, że odległości gwiazd od Ziemi są tak duże, że trzeba było wprowadzić nową jednostkę odległości — parsek (pc). Bardziej intuicyjną astronomiczną jednostką odległości jest rok świetlny (w skrócie ly, od angielskiego *light year*), czyli odległość, jaką przebywa światło w próżni w ciągu jednego roku. Najbliższy Ziemi obiekt astronomiczny, Księżyc, jest odległy od niej o 1,3 s świetlnej, Słońce o 500 s świetlnych, zaś najbliższa gwiazda o ok. 4 ly! Korzystając z tej astronomicznej skali odległości szacuje się, że średnica dysku Galaktyki wynosi ok. 160 tys. ly, a jego grubość ok. 1000 ly. Obecnie wiadomo, że Słońce znajduje się ok. 27 tys. ly (8,5 kpc) od środka Galaktyki. Gwiazdy, gaz i pył zawarte w dysku galaktycznym obracają się względem centrum Galaktyki. Analizując ruchy gwiazd w dysku galaktycznym stwierdzono, że masa dysku Galaktyki wynosi ok. $6 \cdot 10^{10}$ mas Słońca.

Kolejny wielki przełom w obserwacjach astronomicznych nastąpił na początku lat 60. XIX w., gdy do badań astronomicznych wykorzystano odkrytą właśnie przez R.W. Bunsena i S.G.R. Kirchhoffa analizę spektralną. Badania widm gwiazd pozwoliły na wyznaczenie nie tylko składu chemicznego górnych warstw atmosfer gwiazd (z badań tych wynika, że gwiazdy są zbudowane gł. z wodoru — ok. 75% w stosunku wagowym, i helu — blisko 25%, z małą domieszką innych, cięższych pierwiastków), ale również ich temperatury oraz — pośrednio — na oszacowanie ciśnienia, gęstości i natężenia pola grawitacyjnego. Zastosowanie analizy spektralnej do badań astronomicznych umożliwiło wprowadzenie klasyfikacji widmowej gwiazd, doprowadziło też do wydzielenia grupy gwiazd podwójnych (spektroskopowych) i skłoniło do zastanowienia się nad ewolucją gwiazd.

Do końca XIX w. stwierdzono, że w skład Galaktyki wchodzi nie tylko gwiazdy, gaz i pył, lecz także duże, gęste skupiska gwiazd, zwane gromadami, oraz mgławice. Na podstawie kształtu wydzielono podgrupę mgławic, tzw. mgławice spiralne.

Współczesność

Na początku XX w. istniały już dostatecznie duże teleskopy, by można było badać naturę mgławic spiralnych. W 1912 V.M. Slipher, uzyskawszy widma kilku mgławic, stwierdził, że ich linie widmowe są najczęściej przesunięte ku czerwonej stronie widma (Dopplera zjawisko). Z wielkości tych przesunięć Slipher otrzymywał prędkości sięgające 1000 km/s, niespotykane u gwiazd. Jednocześnie pojawiło się pytanie, czy mgławice spiralne są częścią Galaktyki, czy też są obiektami pozagalaktycznymi.

W 1923 E.P. Hubble zauważył, że Wielka Mgławica w Andromedzie składa się z gwiazd, po czym wypatrzył gwiazdy w kilku innych mgławicach.

W 1924 wśród gwiazd w mgławicy Andromedy Hubble znalazł cefeidy. Cefeidy są gwiazdami zmiennymi o periodycznie zmieniającej się jasności. Stwierdzono, że dla cefeid okres zmian jasności zależy od ich jasności absolutnej, co umożliwia wyznaczenie ich odległości. Gdy Hubble zastosował tę metodę do Wielkiej Mgławicy w Andromedzie okazało się, że znajduje się ona w odległości ok. 2 mln ly, a więc daleko poza granicami Galaktyki. W ten sposób Hubble odkrył świat galaktyk; następnie, korzystając z bogatego materiału obserwacyjnego, podzielił galaktyki na eliptyczne, spiralne, spiralne z poprzeczką i nieregularne. Liczba galaktyk, do których wyznaczono odległości, powoli wzrastała.

W 1928 Hubble zauważył, że galaktyki oddalają się z prędkościami proporcjonalnymi do ich odległości. Zależność ta, znana obecnie jako prawo Hubble'a, stanowi podstawę współczesnej kosmologii. Hubble odkrył zatem, że Wszechświat jako całość nie jest układem statycznym, ale podlega zmianom, obecnie Wszechświat się rozszerza. Współczynnik proporcjonalności występujący w prawie Hubble'a jest zwany stałą Hubble'a. Z pomiarów wynika, że stała Hubble'a wynosi (20 ± 3) km/s na milion lat świetlnych, a więc galaktyka, która znajduje się w odległości 100 mln ly, oddala się od nas z prędkością ok. 2000 km/s.

Równocześnie z obserwacjami rozwijała się teoretyczna baza kosmologii. W 1917 Albert Einstein sformułował ogólną teorię względności, czyli relatywistyczną teorię grawitacji, która zastąpiła prawo powszechnego ciążenia Newtona. W ogólnej teorii względności geometryczne własności czasoprzestrzeni są powiązane z rozkładem materii. Jako pierwszy Einstein zastosował ogólną teorię względności do stworzenia nowego modelu kosmologicznego. Przejął on od astronomów panujące wówczas przekonanie, że Droga Mleczna jest jedyną galaktyką i że poza jej granicami jest jedynie pusta, statyczna przestrzeń. Gdy się okazało, że równania ogólnej teorii względności nie dopuszczają takiej możliwości, zmodyfikował je, dodając tzw. stałą kosmologiczną. Najnowsze obserwacje astronomiczne sugerują, że stała kosmologiczna jest różna od zera.

W 1921 A. Friedman wykazał, że zgodnie z równaniami ogólnej teorii względności Wszechświat, wypełniony materią w taki sposób, iż żaden punkt ani żaden kierunek nie jest wyróżniony, nie może być statyczny. Po odkryciu zjawiska rozszerzania się Wszechświata G. Lemaître udowodnił, że prawo Hubble'a w naturalny sposób wynika

z modelu Friedmana. Rozważania Friedmana pozwalały wysnuć wniosek, że Wszechświat miał początek. Jest to naturalną konsekwencją rozszerzania się Wszechświata. Cofając się bowiem w czasie, dochodzi się w końcu do momentu, kiedy gęstość materii staje się nieskończona; tego początkowego stanu Wszechświata, zwanego stanem osobliwym, nie można już opisać równaniami ogólnej teorii względności.

Model Friedmana przewiduje też przyszłość Wszechświata. Istnieją tylko dwie możliwości: albo Wszechświat będzie rozszerzał się wiecznie, a średnia gęstość materii będzie wówczas dążyła do zera, albo rozszerzy się do pewnych maksymalnych rozmiarów, po czym zacznie się kurczyć i po odpowiednio długim, ale skończonym czasie gęstość materii stanie się znowu nieskończona, czyli zaistnieje stan o własnościach podobnych do osobliwości początkowej. W modelu Friedmana przyszłość Wszechświata jest zdeterminowana przez wartość stałej Hubble'a i średnią gęstość materii. Obecne dane obserwacyjne sugerują, że Wszechświat będzie rozszerzał się wiecznie.

Początkowo wydawało się, że galaktyki na sferze niebieskiej są rozłożone przypadkowo. Późniejsze badania wykazały jednak, że galaktyki mają wyraźną tendencję do grupowania się w gromady galaktyk, a gromady galaktyk w supergromady. Na początku lat 70. XX w. astronomowie z Harvard Smithsonian Center for Astrophysics (CfA) rozpoczęli badanie przestrzennego rozkładu galaktyk w wybranym obszarze nieba. Po naniesieniu położeń ok. 1000 galaktyk utworzyły one zgrupowanie przypominające swoim kształtem człowieka — nazwano go „patyczakiem z Harvardu”; jego korpus tworzą galaktyki z gromady galaktyk Coma. Pełne wyniki tego przeglądu rozszerzono o obserwacje na południowej półkuli nieba. Rozkład galaktyk w przestrzeni nie jest przypadkowy. Istnieją wyraźnie widoczne płaskie skupiska galaktyk, zwane ścianami, ograniczające bardzo duże puste obszary, w których galaktyki nie występują niemal wcale. Tam, gdzie ściany się przecinają, występują gęste łańcuchy galaktyk, a miejsca, gdzie przecinają się łańcuchy, identyfikuje się z bogatymi gromadami galaktyk. Duże i długie skupisko galaktyk o długości ok. 500 mln ly (~ 150 Mpc) zostało nazwane Wielką Ścianą; jego grubość wynosi ok. 20 mln ly. Pustki widoczne w przestrzennym rozkładzie galaktyk mają zazwyczaj średnice ok. 100 mln ly. Z analizy statystycznej przestrzennego rozkładu galaktyk wynika, że ściany skupiają ok. 60% galaktyk, natomiast zajmują jedynie ok. 10% objętości Wszechświata. W gęstych łańcuchach skupia się ok. 20% galaktyk, pozostałe 20% galaktyk zaś tworzy ubogie, słabo widoczne łańcuchy galaktyk. Przestrzenna struktura rozkładu galaktyk przypomina pianę z baniek mydlanych.

Badając ruchy gwiazd w galaktykach oraz ruchy galaktyk w gromadach galaktyk stwierdzono, że galaktyki i gromady galaktyk mają znacznie większą masę niż szacowano na podstawie jasności tych obiektów. Nie świecąca materia zawarta w galaktykach i gromadach galaktyk nosi nazwę ciemnej materii. Jak wynika z oszacowań, aż 90% materii zawartej we Wszechświecie nie świeci.

Historia Wszechświata

Wiek Wszechświata

Korzystając z modelu Friedmana oraz obserwowanych własności Wszechświata i praw fizyki, można odtworzyć historię Wszechświata. Ma więc sens pytanie o jego wiek. Zależy on od dwóch parametrów — stałej Hubble'a i średniej gęstości materii we Wszechświecie. Niestety, dokładność wyznaczenia tych dwóch podstawowych parametrów kosmologicznych nie jest ciągle zadowalająca, dlatego też wiek Wszechświata jest znany z dokładnością ok. 30-procentową i zawiera się w granicach 12–15 mld lat. Biorąc za podstawę oszacowany wiek Wszechświata, promień możliwej do zaobserwowania części Wszechświata ocenia się na 12–15 mld ly.

Rozszerzanie się Wszechświata

W tym miejscu wypada wyjaśnić, jak należy rozumieć obserwowane rozszerzanie się Wszechświata. Potocznie uważa się, że jeżeli coś się rozszerza, to rozszerza się w czymś. Z definicji Wszechświat jest największym istniejącym obiektem fizycznym, jego rozszerzanie się to ciągła kreacja przestrzeni. Trzeba przy tym zaznaczyć, że proces ten odbywa się jedynie w bardzo dużej skali (np. w obrębie atomu czy w obrębie Układu Słonecznego albo nawet w obrębie Galaktyki przestrzeń się nie rozszerza).

Początek

Z modelu Friedmana wynika, że Wszechświat rozpoczął swoją ewolucję od stanu osobliwego, gdy bardzo gorąca materia była ściśnięta do ogromnych gęstości. W 1946 G.A. Gamow zaczął analizować podstawowe procesy fizyczne, które mogły zachodzić podczas pierwszych faz ewolucji Wszechświata. Zaproponowany przez Gamowa model fizycznej ewolucji Wszechświata nazywa się obecnie modelem Wielkiego Wybuchu. Gamow zdawał sobie sprawę z tego, że w początkowych etapach ewolucji Wszechświata gęstość materii była tak duża, a materia tak gorąca, że nie mogły wówczas istnieć ani atomy, ani jądra atomowe, ani nawet protony i neutrony. Przypuszcza się, że materia składała się wówczas z najbardziej elementarnych składników: kwarków, gluonów, leptonów, fotonów i grawitonów. Pierwszych faz ewolucji Wszechświata nie można więc opisać bez uwzględnienia oddziaływań między podstawowymi cząstkami elementarnymi.

Zgodnie ze współczesną wiedzą wszystkie zjawiska zachodzące w otaczającym nas świecie są przejawem działania czterech podstawowych oddziaływań fizycznych: grawitacyjnych, elektromagnetycznych, słabych i silnych. Na początku lat 60. S. Weinberg, A. Salam i Sh. Glashow zaprezentowali teorię unifikującą oddziaływania słabe i elektromagnetyczne. Niemal w tym samym czasie, gdy powstawała teoria oddziaływań elektroslabych, M. Gell-Mann i G. Zweig zaproponowali model hadronów zbudowanych z kwarków. Połączenie obu tych koncepcji doprowadziło do powstania tzw. Standardowego Modelu cząstek elementarnych. Wprawdzie Model Standardowy nadspodziewanie dobrze opisuje wszystkie przeprowadzone dotychczas eksperymenty z cząstkami elementarnymi, trwają jednak poszukiwania bardziej ogólnej teorii, która łączyłaby oddziaływania silne i elektroslabe. Kontynuowane są też prace nad teorią integrującą wszystkie oddziaływania fundamentalne. Jakkolwiek teorie takie jeszcze nie powstały, istnieją ogólne przewidywania, które pozostaną zapewne częścią składową ostatecznej teorii.

Wszystkie zaproponowane dotychczas modele Wielkiej Unifikacji przewidują pojawienie się nowych cząstek, zwanych cząstkami X, oraz, jako konieczny składnik teorii, wprowadzają pewne pole skalarne. Oba te elementy mają dla kosmologii ogromne znaczenie.

Era Plancka

W latach 60. A. Sacharow zauważył, że początkowy stan Wszechświata mógł być nieodróżnialny od stanu kwantowej próżni, czyli stanu, dla którego wszystkie podstawowe charakterystyki fizyczne, takie jak: ładunek, energia, liczba barionowa (bariony), liczba leptonowa (leptony) itp., są równe zeru. Nie oznacza to jednak, że w stanie kwantowej próżni nic nie ma. Zachodzą tam spontanicznie procesy kreacji i anihilacji cząstek. Z praw kwantowych wiadomo, że prawdopodobieństwo spontanicznej kreacji cząstek zależy od ich masy i jest mniejsze dla cząstek o większej masie. Według Sacharowa Wszechświat powstał w wyniku kwantowej fluktuacji, gdy spontanicznie, w bardzo małym obszarze, zgromadziła się bardzo duża energia. Przedstawiony powyżej scenariusz początku Wszechświata jest tylko jednym z możliwych scenariuszy. Przypuszcza się, że o stanie początkowym Wszechświata będzie można powiedzieć znacznie więcej, gdy powstanie kwantowa teoria grawitacji.

Inflacja

Model Wielkiego Wybuchu zaproponowany przez Gamow opiera się na założeniu, że Wszechświat od samego początku był jednorodny i izotropowy. W tym modelu rozmiary obserwowanego Wszechświata (rozmiary horyzontu) rosną w czasie; obecnie obserwowany Wszechświat składa się z bardzo wielu obszarów, między którymi w przeszłości nie można było przekazywać żadnych informacji. Nazywa się to **problemem horyzontu**.

W 1981 A. Guth zauważył, że można łatwo pominąć problem horyzontu, jeżeli przyjmie się założenie, że w odpowiednio wczesnej fazie ewolucji Wszechświat rozszerzał się bardzo szybko, a obecnie obserwowany jest częścią jednego obszaru przyczynowo spójnego. Ten model wczesnej ewolucji Wszechświata został nazwany **modelem inflacyjnym**. W 1982 A. Linde oraz niezależnie A. Albrecht i P. Steinhardt zaproponowali model inflacyjny, w którym wykładniczy wzrost rozmiarów Wszechświata jest spowodowany przez pewne pole skalarne. Dwa lata później Linde zauważył, że inflacja może być generowana przez dowolne, odpowiednio silnie wzbudzone pole skalarne, opisujące pewne cząstki o masie różnej od zera. Model ten, zwany obecnie **modelem chaotycznej inflacji**, jest najbardziej oszczędny w swoich założeniach. Oba modele inflacji zakładają istnienie pola skalarnego. Pola skalarne o własnościach wymaganych do generowania inflacji występują w teorii Wielkiej Unifikacji, ale istnienie takiego pola nie zostało jeszcze obserwacyjnie potwierdzone. Pole skalarne powodujące inflację nazywa się inflatonem, pełni ono rolę podobną do stałej kosmologicznej. Zgodnie z oszacowaniami wynikającymi z teorii Wielkiej Unifikacji epoka inflacyjna powinna była wystąpić, gdy temperatura, a więc średnia energia kinetyczna cząstek wypełniających wówczas Wszechświat, wynosiła ok. 10^{14} GeV, czyli nastąpiło to w 10^{-35} s po Wielkim Wybuchu. W czasie trwania inflacji bardzo mały przyczynowo spójny obszar o rozmiarach rzędu 10^{-25} cm został rozszerzony do rozmiarów co najmniej jednego kilometra. Obserwowany obecnie Wszechświat jest jedynie małym fragmentem tego obszaru przyczynowo

spójnego, nic więc dziwnego, że w odpowiednio dużej skali Wszechświat jest jednorodny i izotropowy.

Model inflacyjny przewiduje, że obecnie Wszechświat powinien być niemal płaski; jest to naturalną konsekwencją jego bardzo szybkiego rozszerzania się podczas inflacji. Dzięki znacznemu poszerzeniu się Wszechświat uległ nie tylko spłaszczeniu, lecz także wszystkie początkowe niejednorodności, które mogły istnieć przed inflacją, uległy drastycznemu rozmyciu. Wszechświat nie może być jednak idealnie jednorodny i izotropowy, gdyż w takim Wszechświecie nie mogłaby powstać jego obserwowana obecnie struktura. Odpowiednio wcześniej musiały zatem powstać zaburzenia, które później doprowadziły do powstania galaktyk, gromad galaktyk i całej złożonej struktury rozkładu materii we Wszechświecie. Wśród rozpatrywanych dotychczas modeli kosmologicznych jedynie model inflacyjny wyjaśnia, w jaki sposób powstały początkowe zaburzenia. Pole skalarne odpowiedzialne za kosmiczną inflację podlega prawom kwantowym, dlatego jego wartość nie wszędzie jest dokładnie taka sama. Drobne kwantowe fluktuacje pola skalarne sprawiły, że inflacja nie zachodziła jednocześnie we wszystkich obszarach Wszechświata. Obszary, gdzie inflacja zaczęła się najwcześniej, zostały powiększone bardziej niż obszary, gdzie inflacja zaczęła się nieco później. Spowodowało to powstanie drobnych różnic gęstości, a więc i temperatury, w różnych obszarach Wszechświata. Model inflacyjny przewiduje nie tylko wielkość zaburzenia, ale też — jak amplituda zaburzenia — zależy od jego rozmiarów (tzw. widmo zaburzeń).

Wielki Wybuch

Po zakończeniu fazy inflacyjnej energia pola skalarne napędzającego inflację została przetworzona na cząstki. Wszechświat wypełnił się **cząstkami** i **promieniowaniem**. Dalszą jego ewolucję opisuje model Wielkiego Wybuchu.

Wkrótce po zakończeniu fazy inflacyjnej ciężkie cząstki, których istnienie przewiduje teoria Wielkiej Unifikacji, przestały być w stanie równowagi termodynamicznej z innymi cząstkami i promieniowaniem. Rozpad tych cząstek prowadził do powstania nadwyżki materii nad antymaterią. Symetria między oddziaływaniami została złamana, **oddziaływania silne** wyłoniły się jako nowy typ oddziaływań.

W 10^{-11} s po Wielkim Wybuchu, przy energii ok. 100 GeV, została złamana symetria między **oddziaływaniami słabym** i **elektromagnetycznym**; nastąpiło przejście do obszaru energii, w którym wszystkie oddziaływania fundamentalne występują jako niezależne typy oddziaływań. Ciągle jeszcze gęstość materii i temperatura były tak duże, że materia znajdowała się w stanie **plazmy kwarkowo-gluonowo-leptonowej**.

Powstanie protonów i neutronów (10^{-5} s)

Po upływie 10^{-5} s od Wielkiego Wybuchu, gdy temperatura Wszechświata opadła do ok. 1 GeV (wygodnie jest wyrażać temperaturę w jednostkach energii $1\text{eV} = 1\text{K}$), nastąpiła rekombinacja plazmy kwarkowo-gluonowej — powstały protony i neutrony. Różnica mas protonu i neutronu wynosi zaledwie 1,3 MeV, dlatego początkowo we Wszechświecie występowało tyle samo protonów i neutronów. Od tego stanu Gamow rozpoczął swoje rozważania, wprowadzając model Wielkiego Wybuchu. Właściwości materii znajdującej się w tym stanie są bardzo dobrze zbadane, gdyż odpowiadające mu gęstości, temperatury i energie są dostępne w bezpośrednich badaniach laboratoryjnych.

Nukleosynteza

Mniej więcej w sekundę po Wielkim Wybuchu temperatura we Wszechświecie obniżyła się na tyle, że jako ostatnie **anihilowały pary elektronowo-pozytonowe**. Tempo rozszerzania się Wszechświata było nadal określane przez gęstość energii promieniowania. Gdy temperatura opadła do ok. 0,1 MeV, rozpoczął się proces powstawania lekkich pierwiastków. Dzięki przypadkowym zderzeniom protonów z neutronami powstały jądra deuteru. Energia wiązania jądra deuteru wynosi zaledwie 2,2 MeV, dlatego — gdy temperatura była wyższa od 0,1 MeV — średni czas życia jąder deuteru ze względu na procesy fotodysocjacji był bardzo krótki (w temperaturze tej istniało dużo fotonów o energii większej od 2,2 MeV), dalsze reakcje termojądrowe nie mogły więc zachodzić. Gdy temperatura Wszechświata opadła do 0,1 MeV, średni czas życia jąder deuteru stał się wystarczająco długi, by mogły zachodzić następne reakcje termojądrowe. Z analizy procesu pierwotnej nukleosyntezy wynika, że głównie powstawał wówczas hel (^4He) z małą domieszką deuteru, trytu i litu (^7Li). Inne cięższe pierwiastki nie powstawały, gdyż w przyrodzie nie występują stabilne jądra atomowe o liczbach masowych 5 i 8; syntetyzowanie innych pierwiastków wymaga zderzeń trójciałowych, a te w warunkach panujących wówczas we Wszechświecie były bardzo mało prawdopodobne. Jak przewiduje teoria pierwotnej nukleosyntezy, pramateria, z której następnie powstawały galaktyki i gwiazdy, była złożona w stosunku wagowym w 75% z wodoru i w 25% z helu, z małą domieszką innych izotopów najlżejszych pierwiastków. Proces nukleosyntezy dobiegł końca kilka minut po Wielkim Wybuchu.

Plazma wodorowo-helowo-elektronowa

Po zakończeniu procesu nukleosyntezy rozpoczął się długi, trwający kilkaset tysięcy lat, spokojny okres ewolucji Wszechświata. Jego temperatura i gęstość stopniowo malały. Materia, a właściwie plazma wodorowo-helowo-elektronowa, pozostawała w stanie równowagi termodynamicznej z promieniowaniem, co praktycznie uniemożliwiało wzrost powstałych podczas inflacji zaburzeń gęstości w materii barionowej.

Dominacja materii

W adiabaticznie rozszerzającym się Wszechświecie gęstość energii promieniowania malała jak odwrotność czwartej potęgi tzw. czynnika skali (parametru określającego zmiany odległości między dwoma dowolnie wybranymi punktami we Wszechświecie), gęstość materii zaś jak odwrotność trzeciej potęgi czynnika skali, a więc wolniej. W pewnej chwili — szacuje się, że nastąpiło to ok. 10 000 lat po Wielkim Wybuchu — gęstość energii promieniowania stała się równa gęstości energii materii; od tego momentu gęstość materii określała tempo rozszerzania się Wszechświata. Wszechświat zaczął się rozszerzać szybciej.

Rekombinacja

W końcu jego temperatura obniżyła się do ok. 3000 K, protony i jądra helu mogły wówczas przyłączać elektrony i tworzyć neutralne elektrycznie atomy. Był to bardzo ważny moment w historii Wszechświata. Materia przestała oddziaływać z promieniowaniem, a średnia droga swobodna fotonu stała się porównywalna z rozmiarami Wszechświata. Wszechświat stał się przezroczysty dla promieniowania (promieniowanie to obserwowane jest obecnie jako promieniowanie reliktowe).

Powstanie galaktyk

Bardzo małe początkowe zaburzenia gęstości materii, które nie mogły narastać w epoce promieniowania, pod wpływem oddziaływania grawitacyjnego zaczynały teraz powoli rosnać, co w końcu doprowadziło do powstania obłoków pragalaktycznych i obłoków identyfikowanych później z gromadami galaktyk. W pragalaktykach zaczęły powstawać pierwsze gwiazdy. W jądrach gwiazd zachodziły procesy syntezy cięższych pierwiastków, aż do żelaza włącznie. Wybuchły pierwsze supernowe, powstawały pierwiastki cięższe od żelaza, część materii supernowej, wzbogaconej w cięższe pierwiastki, została rozrzucona w przestrzeń międzygwiazdową.

Ewolucja gwiazd

Obłoki materii międzygwiazdowej powoli stygły i zaczynały się kurczyć. Powstały następne gwiazdy (evolucja gwiazd), niektóre z nich otoczone planetami, jak np. Słońce. Na niektórych planetach mogły zaistnieć warunki sprzyjające powstaniu życia. Na Ziemi rozwój życia doprowadził do pojawienia się *Homo sapiens*.

M. Demiański *Astrofizyka relatywistyczna*, Warszawa 1991;

M. Jaroszyński *Galaktyki i budowa Wszechświata*, Warszawa 1993;

S. Weinberg *Pierwsze trzy minuty*, Warszawa 1998.

Marek Demiański

**

zmierzch, *astr.* → **zmrok**.

**

zmrok, **zmierzch**, oświetlenie sklepienia nieba (a tym samym i powierzchni Ziemi) po zachodzie Słońca przez światło rozproszone w atmosferze ziemskiej; także pora doby, w czasie której utrzymuje się to oświetlenie; zmrok *astr.* kończy się z chwilą obniżenia się Słońca pod horyzontem do ok. 18°; analogiczne zjawisko przy wschodzie Słońca, przebiegające w odwrotnej kolejności, jest zw. świtem; zmrokowi i świtowi towarzyszy zjawisko zorzy; czas trwania zmroku i świtu zależy od szer. geogr. i pory roku; jeżeli Słońce obniża się pod horyzontem nie niżej niż 10° (wiosną i latem w wysokich szer. geogr.), zmrok przechodzi bezpośrednio w świt (białe noce).

**

Zodiak

Znak Zodiaku		Okres przypisany znakowi Zodiaku
Nazwa łacińska	Nazwa polska	
<i>Aries</i>	Baran	21 marca–20 kwietnia
<i>Taurus</i>	Byk	21 kwietnia–21 maja
<i>Gemini</i>	Bliźnięta	22 maja–21

		czerwca
<i>Cancer</i>	Rak	22 czerwca– 22 lipca
<i>Leo</i>	Lew	23 lipca–23 sierpnia
<i>Virgo</i>	Panna	24 sierpnia– 22 września
<i>Libra</i>	Waga	23 września– 22 października
<i>Scorpio</i>	Skorpion	23 października– 21 listopada
<i>Sagittarius</i>	Strzelec	22 listopada– 21 grudnia
<i>Capricorn</i>	Koziorożec	22 grudnia– 20 stycznia
<i>Aquarius</i>	Wodnik	21 stycznia– 19 lutego
<i>Pisces</i>	Ryby	20 lutego–20 marca

**

Zodiak

Po obu stronach rocznego toru Słońca na niebie (czyli **ekliptyki**) rozciąga się zodiak — pas o szerokości 16 stopni (8 stopni nad i 8 pod ekliptyką). Podzielony został (w długości) na 12 równych części. Te tzw. **znaki Zodiaku** oznaczamy poczynając od tego miejsca ekliptyki, w którym Słońce w swym ruchu rocznym przecina wiosną równik (jest to tzw. **punkt Barana**). Mamy więc 12 znaków po 30 stopni ekliptycznych każdy. Orbita Księżyca i orbity planet leżą w pasie Zodiaku, jedynie Pluton wybiega czasami poza ten pas.

Chociaż współcześnie, okresy, w których Słońce przebywa w danym znaku Zodiaku nie pokrywają się z okresami przechodzenia Słońca na tle gwiazdozbioru o tej samej nazwie, to tradycyjnie, poszczególne daty w roku przypisuje się znakom Zodiaku zdefiniowanym bardzo dawno temu.

Magdalena Sroczyńska-Kożuchowska

**

Zodiak

Pozorne drogi wszystkich planet, Słońca i Księżyca względem gwiazd (co 23h 56m 4s.2) mieszczą się w wąskim pasie nieba. Pas ten nazwany został **Zodiakiem**. Dwanaście równych odcinków tego pasa nazywamy **znakami Zodiaku**. Ich nazwy powstały od nazw gwiazdozbiorów, na tle których wówczas się znajdowały. Tor Słońca biegnący środkiem zodiaku nazywany jest **ekliptyką**. Tor Słońca tworzony jest przez prostą biegnącą od nas — z Ziemi — do Słońca. Płaszczyzna ekliptyki jest więc tożsama z płaszczyzną orbity Ziemi.

Andrzej Branicki

**

Zodiak [łac. < gr.], **Zwierzyniec Niebieski**, pas sfery niebieskiej, szer. ok. 16° , ciągnący się wzdłuż ekliptyki, na tle którego przemieszcza się w ciągu roku obserwowane z Ziemi Słońce; podzielony na 12 w przybliżeniu równych części, tzw. znaków Z. (Baran, Byk, Bliźnięta, Rak, Lew, Panna, Waga, Skorpion, Strzelec, Koziorożec, Wodnik, Ryby), których nazwy odpowiadają nazwom gwiazdozbiorów położonych w ich obrębie 2000 lat temu; wskutek precesji osi ziemskiej wzajemne położenie znaków Z. i gwiazdozbiorów ulega zmianie (znak pozostaje w danym gwiazdozborze przez ok. 2100 lat).

**

Zond, seria 8 sowieckich próbników kosm., wysyłanych w przestrzeń kosm. 1964–70, przeznaczonych do sprawdzania funkcjonowania urządzeń, wypróbowywania aparatury oraz metod badawczych stosowanych następnie w lotach próbników Księżyca i planet Układu Słonecznego; podczas lotu Z. 5 (IX 1968) nastąpił pierwszy w historii powrót na Ziemię, po dokonaniu przelotu wokół Księżyca, żywych organizmów (żółwi).

**

Zonn WŁODZIMIERZ, ur. 14 XI 1905, Wilno, zm. 28 II 1975, Warszawa, astronom; 1950–75 profesor i dyr. obserwatorium astr. Uniwersytetu Warszawskiego; wielokrotny prezes Pol. Tow. Astronomicznego; prowadził badania w dziedzinie statystyki astr., materii międzygwiazdowej i astronomii pozagalaktycznej; prace nauk., popularnonauk. oraz podręczniki uniwersyteckie, m.in. *Astrofizyka ogólna* (1955), *Astronomia gwiazdowa* (1957, wraz z K. Rudnickim).

**

zorza polarna, świecenie atmosfery ziemskiej wywołane bombardowaniem atmosfery przez cząstki wiatru słonecznego (głównie elektrony, protony, cząstki α) i jony pochodzące z jonosfery, pochwycone na krótko przez ziemskie pole magnetyczne w magnetosferze, gdzie ich energia ulega zwiększeniu; najczęściej występuje w odległości $20\text{--}25^\circ$ od bieguna geomagnetycznego Ziemi (północnego lub południowego). Zorze polarne mają bardzo różnorodne formy; najczęściej są to świecące barwne łuki, smugi albo pasma (wstęgi), jednorodne lub o strukturze promienistej, o wyglądzie draperii, zasłon, koron itp.; zarówno położenie zorzy polarnej na niebie, jak i zabarwienie oraz natężenie świecenia ulegają ciągłym, często bardzo szybkim zmianom. Zorze polarne pojawiają się na wysokości 65–140 km, zwykle jednak ich dolna granica leży na wysokości ok. 100 km, a rozciągłość pionowa wynosi 100–200 km (niekiedy dochodzi do 1000 km). Zorze polarne powstają w wyniku oddziaływania z atmosferą ziemską schwytych przez ziemskie pole magnetyczne prędkich elektronów i protonów emitowanych przez Słońce; atomy i cząsteczki (głównie tlenu i azotu) w górnych warstwach atmosfery, wzbudzone wskutek bombardowania ich przez prędkie cząstki, emitują promieniowanie o charakterystycznym dla nich widmie. Istnieje związek między występowaniem zorzy polarnej a aktywnością Słońca i aktywnością geomagnetyczną. Zorzy polarnej towarzyszą również zaburzenia jonosferyczne; silna jonizacja podczas występowania zorzy polarnej powoduje zaburzenia w rozchodzeniu się fal radiowych.

**

Zurwan, Zerwan, staroiran. bóstwo uosabiające czas; w zurwanizmie podniesione do rangi najwyższego boga, stwórcy Ormuzda i Arymana; w manicheizmie czczony jako Ojciec Światłości.

**

zurwanizm, zerwanizm, jedna z form perskiej religii mazdaizmu, opozycyjna wobec obowiązującego zoroastryzmu; głosiła istnienie absolutu, nieskończonego czasu (*zurwan akarana*), z którego narodzili się, jako bliźniaczy bracia, Ahura Mazda — dobro i Aryman — zło; zurwanizm w IV w. był przez krótki okres religią państw., później elementy zurwanizmu były zwalczane przez kapłanów (magów) i usunięte z zoroastryzmu; niektóre z nich przejął manicheizm.

**

Zwierzyniec Niebieski, *astr.* → [Zodiak](#).

**

zwrotniki, *astr.* dwa równoleżniki ziemskie, położone symetrycznie względem równika: na półkuli północnej — z. **Raka**, na półkuli południowej — z. **Koziorożca**, nad którymi znajduje się Słońce w momentach przesileń (letniego i zimowego); na półkuli północnej — zwrotnik Raka, na półkuli południowej — zwrotnik Koziorożca, nad którymi znajduje się Słońce w momentach przesileń (letniego i zimowego); szer. geogr. punktów leżących na zwrotniku jest równa kątowi między płaszczyznami ekliptyki i równika (ok. $23^{\circ}27'$).

**

„**Ż**”

Żrebię, łac. *Equuleus*, *astr.* najmniejszy gwiazdozbiór nieba północnego;

Umiejscowienie na niebie: gwiazdozbiór nieba północnego
Obszar gwiazdozbioru (w stopniach kwadratowych): 72

w Polsce widoczny latem; nie zawiera jasnych gwiazd.

**

źródła gamma, *astr.* obiekty astr. emitujące mierzalne ilości promieniowania gamma; silnymi ź.g. są gwiazdy neutronowe, w tym np. Geminga (leżąca w gwiazdozborze Bliźniąt); badania ź.g. są prowadzone z balonów stratosferycznych i statków kosm. (np. SAS-2, HEAO, GRO).

**

źródła optyczne, *astr.* obiekty astronomiczne emitujące znaczącą część promieniowania w zakresie optycznym; źródłem optycznym jest m.in. Słońce.

**

źródła podczerwone, *astr.* termin stosowany na określenie: 1) wszelkich ciał niebieskich emitujących mierzalne ilości promieniowania podczerwonego (np.

gwiazdy, planety, planetoidy, komety, mgławice) oraz 2) obiektów emitujących znaczące ilości promieniowania podczerwonego (niektóre mgławice, galaktyki, protomgławice planetarne).

**

źródła radiowe, *astr.* → **radioźródła**.

**

źródła rentgenowskie, *astr.* obiekty *astr.* emitujące znaczne ilości promieniowania w zakresie rentgenowskim; silnymi źródłami rentgenowskimi są układy podwójne, w których jeden ze składników jest białym karłem, gwiazdą neutronową lub czarną dziurą, np. Centaur X-3, Cygnus X-1, Herkules X-1, Skorpion X-1; źródłami rentgenowskimi są też jądra aktywnych galaktyk oraz niektóre pojedyncze gwiazdy. Ze względu na nieprzezroczystość atmosfery ziemskiej dla promieniowania rentgenowskiego, obserwacje źródeł rentgenowskich przeprowadza się gł. za pomocą satelitów *astr.* wyposażonych w specjalne układy detektorów (satelity ARIEL, EINSTEIN, ROSAT, UHURU).

**

„Ż”

Żagiel, łac. *Vela*, *astr.* gwiazdozbiór nieba południowego;

Umiejscowienie na niebie: gwiazdozbiór nieba południowego
Obszar gwiazdozbioru (w stopniach kwadratowych): 500

w południowej Polsce zimą widoczny jest jego niewielki fragment nad horyzontem; najjaśniejsza gwiazda — δ *Velorum*; w Ż. znajduje się tzw. Mgławica Włóknista w Żaglu, która tworzy rozległy kompleks mgławic emisyjnych.

**

żelaza stopy, stopy, których gł. składnikiem jest żelazo, a dodatkami stopowymi są różne pierwiastki metaliczne i niemetaliczne.

Największe znaczenie w technice mają s.ż. z węglem, które zależnie od zawartości węgla dzielą się na stal (do 2,11% węgla) oraz surówkę i żeliwo (2,11–4,5% węgla). Ważnym rodzajem s.ż. są żelazostopy.

Właściwości s.ż. z węglem zależą przede wszystkim od postaci, w jakiej występuje w ich strukturze węgiel. W dwuskładnikowych s.ż. z węglem może on występować w postaci wolnej jako grafit (mała wytrzymałość, twardość i plastyczność) lub w postaci węglika żelaza, Fe_3C , zw. **cementytem** (zawartość węgla 6,67%, bardzo twardy i kruchy), a także jako roztwór stały węgla w żelazie α — **feryt** (do 0,02% węgla, miękki, plast., o małej wytrzymałości) oraz w żelazie γ — **austenit** (zawartość węgla od 2,06% w temp. 1147°C do 0,8% w 723°C, stosunkowo twardy i wytrzymały, a zarazem ciągliwy). Cementyt może krystalizować bezpośrednio z ciekłego stopu podczas jego powolnego chłodzenia w temp. 1600–1147°C (cementyt pierwotny), wydzielać się z austenitu w temp. 1147–723°C (cementyt wtórny) lub z ferytytu poniżej temp. 723°C (cementyt trzeciorzędowy); dość łatwo ulega rozpadowi na

żelazo i grafit (**grafityzacja**). Przedziały temperaturowe występowania ferrytu i austenitu w s.ż. są związane z trwałością odmian alotropowych żelaza; ferryt występuje poniżej temp. 910°C i powyżej 1391°C (ferryt wysokotemperaturowy), austenit — w temp. 1496–723°C.

Ponadto w s.ż. mogą występować mieszaniny opisanych składników. Podczas powolnego chłodzenia w temp. 1147°C z ciekłego stopu krystalizuje mieszanina eutektyczna austenitu i cementytu zw. **ledeburytem** (zawartość węgla 4,3%, bardzo twardy i kruchy). W temp. 723°C zachodzi przemiana eutektoidalna — rozkład austenitu z utworzeniem mieszaniny ferrytu i cementytu, zw. **perlitem** (zawartość węgla 0,8%, wytrzymały i ciągliwy); poniżej temp. 723°C powstaje tzw. ledeburyt przemieniony — mieszanina perlitu i cementytu.

Występowanie określonych składników strukturalnych w s.ż., a więc i właściwości stopu, zależą od jego składu chem. (zarówno zawartości węgla, jak i dodatków stopowych) oraz od sposobu chłodzenia ciekłego stopu i obróbki cieplnej stopu w stanie stałym; na przykład szybkie chłodzenie ciekłego stopu sprzyja wydzielaniu się cementytu, a długotrwałe wygrzewanie w temp. powyżej 600°C i następnie powolne chłodzenie — wydzielaniu grafitu; niektóre dodatki stopowe ułatwiają grafityzację, inne ją utrudniają. Ogrzanie stopu do temp. powstawania austenitu (**austenitizowanie**), wygrzanie w tej temp., a następnie szybkie chłodzenie prowadzi do powstania przechłodzonego austenitu; przy średnio dużej szybkości chłodzenia przechłodzony austenit ulega przemianie (w temp. 550–200°C) w **bainit** (mieszanina przesyconego węglem ferrytu i cementytu, o dużej twardości), przy bardzo dużej szybkości chłodzenia — przemianie (poniżej temp. 300°C) w **martenzyt** (przesycony roztwór węgla w żelazie α , bardzo twardy i kruchy); powstawanie tych struktur w s.ż. stanowi istotę procesu hartowania.

**

żelaza tlenki, związki żelaza z tlenem: 1) **tlenek żelaza(II)**, FeO, czarny proszek o właściwościach diamagnet. i piroforycznych; trwały w temp. wyższych od 575°C; 2) **tlenek żelaza(II, III)**, Fe₃O₄, w stanie czystym czarna substancja krystal. o temperaturze topnienia ok. 1594°C; jest ferrimagnetykiem; dobrze przewodzi prąd elektr.; nierozpuszczalny w wodzie, roztwarza się w kwasach (z wyjątkiem stężonego kwasu azotowego), ogrzewany w powietrzu utlenia się do Fe₂O₃; stosowany gł. do produkcji ferrytów, do wyrobu farb (do malowania szkła i porcelany) oraz elektrod (otrzymywanie chloru); w przyrodzie występuje jako magnetyt; 3) **tlenek żelaza(III)**, Fe₂O₃, czarna lub czerwona substancja krystal. o temperaturze topnienia 1565°C; znana jest odmiana α (paramagnetyk) i γ (ferrimagnetyk); właściwości zależą od sposobu otrzymywania, np. słabo wyprażona odmiana γ roztwarza się w rozcieńczonych kwasach, podczas gdy tlenek ten silnie wyprażony jest na działanie kwasów odporny; występuje w przyrodzie w stanie bezwodnym (hematyt) i uwodnionym (limonit, getyt i lepidokrokit); stanowi pigment miner. (czerwień żelazowa); w mieszaninie z tlenkami innych metali służy do produkcji ferrytów, materiałów ściernych oraz jako katalizator.

**

żelazo, Fe, *ferrum*, pierwiastek chemiczny o liczbie atomowej 26;

Symbol: Fe

Nazwa łacińska: Ferrum

Liczba atomowa: 26

Pierwiastek promieniotwórczy: nie

Grupa układu okresowego pierwiastków: 8 — żelazowce

Odkrycie: starożytność

względna masa atomowa 55,847; żelazo zapoczątkowuje grupę żelazowców; metal ciężki, trudno topliwy, niezbyt twardy, ciągliwy, o barwie białoszarej; temperatura topnienia 1535°C, temperatura wrzenia 2750°C, gęstość 7,874 g/cm³; poniżej temperatury topnienia mięknie i daje się obrabiać plastycznie; występuje w odmianach alotropowych: α — odmiana trwała do temperatury 906°C, wykazuje właściwości ferromagnetyczne, zanikające w temperaturze 760°C (temperatura Curie), γ — paramagnetyk, istnieje w temperaturze 906–1400°C, δ — odmiana trwała w zakresie temperatury od 1400°C do temperatury topnienia. W suchym powietrzu żelazo nie ulega zmianom dzięki pasywacji, w wilgotnym powietrzu i w zetknięciu z roztworami elektrolitów ulega korozji (żelazo reaguje z wytworzeniem uwodnionych tlenków, węglanów i innych soli — tzw. rdzewienie żelaza). Żelazo rozтворя się w kwasach nieutleniających i rozcieńczonych utleniających; w stężonych kwasach azotowym i siarkowym ulega pasywacji; rozdrobnione jest piroforyczne (samorzutnie zapala się na powietrzu); w ciekłym żelazie rozpuszczają się: tlen, azot, wodór i węgiel; ogrzewane reaguje m.in. z tlenem, fluorowcami, siarką, fosforem, krzemem; występuje na stopniach utlenienia: głównie III (związki najtrwalsze) i II, rzadko IV, V i VI; tworzy sole podwójne i związki koordynacyjne (w niektórych związkach koordynacyjnych przyjmuje stopnie utlenienia także od –II do I).

Żelazo jest makroelementem; ok. 60% obecnego w organizmie ludzkim żelaza wchodzi w skład hemoglobiny, żelazo jest też składnikiem metaloprotein biorących udział w procesach utleniania-redukcji w komórkach; niedobór żelaza jest przyczyną niedokrwistości. Żelazo jest 4. pierwiastkiem pod względem rozpowszechnienia w skorupie ziemskiej, jego zawartość ocenia się na ok. 7% masowych; przyjmuje się, że stanowi główny składnik jądra Ziemi; w innych geosferach też odgrywa rolę podstawową. Jest także głównym składnikiem meteorytów żelaznych (syderyty). Głównymi minerałami rudnymi żelaza są: magnetyt i hematyt, także limonit, syderyt, szamozyt, turyngit; żelazo rodzime jest spotykane bardzo rzadko (bazalty wyspy Disko). Żelazo otrzymuje się przez redukcję rud tlenkowych koksem. Czyste żelazo ma małe znaczenie praktyczne; głównie jest stosowane w postaci stopów (z węglem i innymi składnikami), stanowiących podstawowy materiał konstrukcyjny (żelaza stopy). Pierwszym etapem otrzymywania stopów żelaza jest wytapianie z rud surówki, prowadzone w wielkim piecu; następnie z surówki wytwarza się stal, staliwo, żelazostopy, żeliwo. Chemicznie czyste żelazo otrzymuje się przez redukcję tlenków żelaza wodorem; w najczystszej postaci uzyskuje się je w wyniku rozkładu karbonylku żelaza Fe(CO)₅ (żelazo o zawartości zanieczyszczeń poniżej 0,01% jest używane w produkcji rdzeni elektromagnesów). Żelazem nazywa się także stal o bardzo małej zawartości węgla i innych składników (jak żelazo armco). Związki żelaza są stosowane w bardzo wielu dziedzinach przemysłu i techniki, m.in. jako pigmenty, zaprawy w farbiarstwie, katalizatory, odczynniki w analizie chemicznej. Żelazo jest znane od najdawniejszych czasów; już w IV tysiącleciu p.n.e. znane było

żelazo pochodzenia meteorytowego; od pierwszej połowy 3000 p.n.e. datują się próby hutniczego przerobu rud na Bliskim Wschodzie; rozwój produkcji oraz zastosowanie żelaza wiążą się z rozwojem hutnictwa żelaza i produkcji stali oraz innych stopów tego metalu.

**

Żłóbek, *astr.* gromada otwarta w gwiazdozbiorze Raka, → [Praesepe](#).

**

Żuraw, łac. *Grus*, *astr.* gwiazdozbiór nieba południowego;

Umiejscowienie na niebie: gwiazdozbiór nieba południowego

Obszar gwiazdozbioru (w stopniach kwadratowych): 366

Główne gwiazdy: Alnair

**

Żyrafa, łac. *Camelopardalis*, *astr.* gwiazdozbiór nieba północnego, położony w pobliżu bieguna niebieskiego;

Umiejscowienie na niebie: gwiazdozbiór nieba północnego

Obszar gwiazdozbioru (w stopniach kwadratowych): 757

w Polsce widoczny cały rok; nie zawiera jasnych gwiazd.

**

Hd-turdo - 2013