

Planeta pozasłoneczna

Planeta pozasłoneczna, egzoplaneta

(gr. *εξω* - *exo*: poza, na zewnątrz) – planeta znajdująca się w pozasłonecznym układzie planetarnym, krążąca wokół pulsara, gwiazdy (lub gwiazd) innej niż Słońce itd.

Do 27 sierpnia 2010 potwierdzono istnienie 490 planet pozasłonecznych w 413 układach planetarnych (w tym w 49 wielokrotnych, z więcej niż jedną planetą)^[1].

Najczęściej pozasłoneczne układy planetarne znacznie różnią się od Układu Słonecznego, co po części może być pozorem wynikającym z niedoskonałości metod ich wykrywania (zob. efekt Dopplera). Ostatnie analizy sugerują, że niektóre spośród układów zawierających planetę na bardzo ekscentrycznej orbicie, w rzeczywistości mogą być złożone z kilku planet na orbitach prawie kołowych^[2].

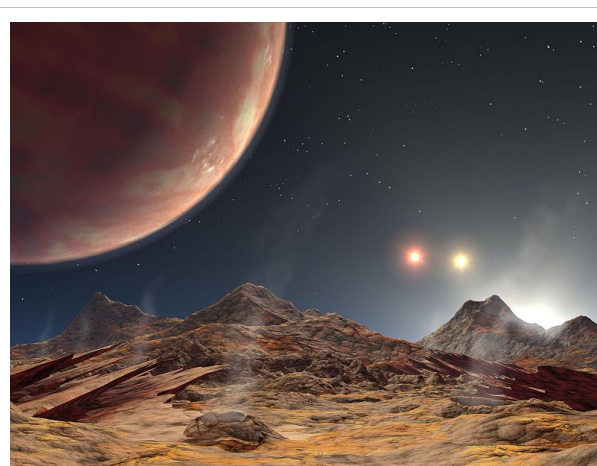
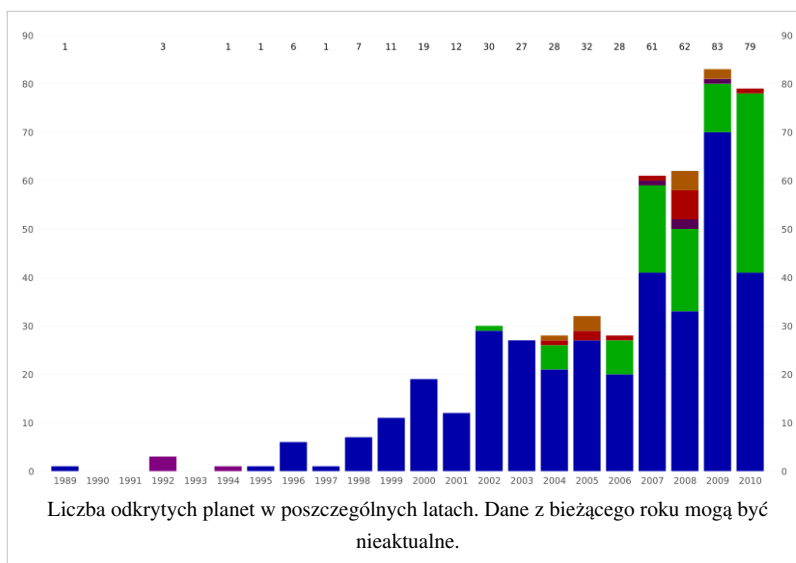
Początki badań

Z uwagi na znikomą ilość światła odbijanego przez planety pozasłoneczne, w porównaniu z ilością promieniowania emitowanego przez ich macierzyste słońca, astronomowie bardzo długo nie potrafili udowodnić istnienia tych odległych światów. W 1988 roku stwierdzono, że gwiazdę gamma Cephei najprawdopodobniej okrąża masywna planeta, ale odkrycie zostało potwierdzone dopiero w 2003 r.

Radioastronomowie przez wiele lat obserwowali pulsary, które wytwarzają niezwykle stabilne ciągi impulsów. Najmniejsze zakłócenie obrotu tej kosmicznej radiolaterny było możliwe do wykrycia, dzięki analizie docierających od niej bardzo regularnych sygnałów. Takie zakłócenie może powodować na przykład przyciąganie planet. W ten sposób polski astronom Aleksander Wolszczan odkrył we wrześniu 1990 (badania opublikowano dwa lata później) roku trzy pierwsze planety pozasłoneczne, znajdujące się w układzie planetarnym pulsara PSR 1257+12.

Część naukowców sądziła, że były one niegdyś gazowymi olbrzymami, które wybuch umierającej gwiazdy odarł z zewnętrznych powłok, pozostawiając skaliste jądra. Dziś sądzi się raczej, że powstały one dużo później, na gruzach nieistniejącego układu.

Przez cztery lata układ Wolszczana był jedynym znanym poza Układem Słonecznym. Naukowcy próbowali dowodzić istnienie planet wokół "normalnych" gwiazd badając ich jasność. Planeta, przechodząc przed tarczą swojego słońca, zasłania część emitowanego przez nie światła. Zjawisko powtarza się periodycznie z okresem



Potrójny zachód słońca na HD 188753 Ab – wizja artysty (Źródło: NASA/JPL-Caltech)

równym okresowi obiegu planety wokół swojej macierzystej gwiazdy. Jednak ówczesne przyrządy badawcze nie były wystarczająco czułe, aby opierając się na tej metodzie, dowieść istnienia planet pozasłonecznych.

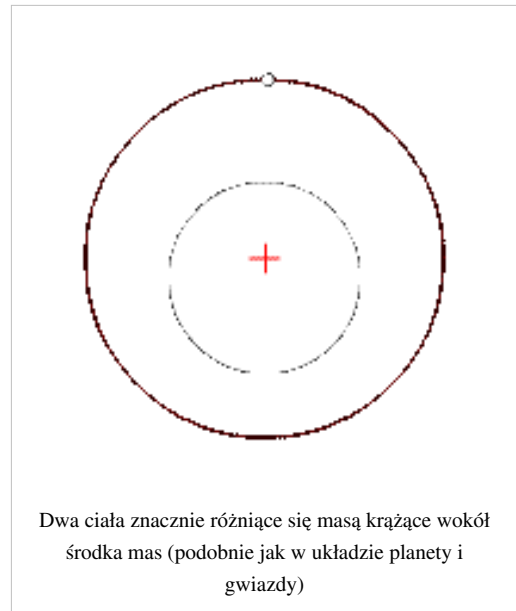
Poszukiwania

Efekt Dopplera

Pierwszą planetę pozasłoneczną, krążącą wokół "zwykłej" gwiazdy należącej do ciągu głównego, odnaleziono dopiero w 1995 roku. Dzięki wnikliwej obserwacji widma podobnej do Słońca gwiazdy 51 Pegasi, uczeni z Uniwersytetu w Genewie, Michel Mayor i Didier Queloz stwierdzili, że okrąża ją planeta. Odkryty układ znacznie różnił się od Układu Słonecznego. 51 Pegasi b (inaczej *Bellerophon*) okazała się być planetą wielkości Jowisza ($0,57 M_J$) krążącą w odległości zaledwie 0,05 j.a., czyli dwadzieścia razy mniejszej niż odległość dzieląca Ziemię od Słońca.

Astronomowie odkryli tego typu planetę nie przez przypadek. Bliskość do gwiazdy macierzystej oraz duża masa sprzyjała skutecznemu zastosowaniu nowej metody poszukiwania planet pozasłonecznych. Gwiazda wraz ze swoją planetą (lub planetami) tworzy układ mas wzajemnie na siebie oddziałujących. Oba ciała obiegają wspólny środek masy układu, co oznacza, że gwiazda nie

tylko kręci się wokół własnej osi, ale również przemieszcza się w przestrzeni, raz zbliżając się do Ziemi, raz od niej oddalając. Taka wędrówka powoduje, iż linie widmowe badanej gwiazdy raz przesuwają się w stronę fioletu, a raz w stronę czerwieni (patrz efekt Dopplera). Badając takie przesunięcie astronomowie potrafią z dużą dokładnością dowieść, ile i jak duże planety obiegają badaną gwiazdę. Niestety w ten sposób można wykryć albo bardzo masywne planety, albo krążące niezwykle blisko gwiazdy macierzystej. Gdyby hipotetyczny pozasłoneczny astronom użył tej metody do poszukiwania planet wokół Słońca, mógłby odkryć Jowisza, ale też łatwo przeoczyć obecność Ziemi.



Inne techniki

- **Astrometria.** Przez prawie 50 lat astronomowie usiłowali odnaleźć planety pozasłoneczne za pomocą astrometrii, czyli precyzyjnych pomiarów ruchu gwiazd po sferze niebieskiej, zaburzanego przez krążące planety. Metodą tą wskazano wiele gwiazd, które miały posiadać towarzyszy, lecz istnienia żadnego nie udało się potwierdzić. Słynna stała się kwestia planet krążących wokół gwiazdy Barnarda, których poszukiwaniu, Peter van de Kamp poświęcił większą część życia na walkę o uznanie swojego odkrycia, a których w końcu nie odnaleziono.
- **Obserwacje tranzytów,** czyli przejść planety przed tarczą gwiazdy przynoszą dziś już duże sukcesy, mimo wszystkich ograniczeń tej metody. Jak dotąd (stan na 27 sierpnia 2010) zaobserwowano w ten sposób 101 planet^[1]. Pierwszą planetą pozasłoneczną, dla której zaobserwowano tranzyt, jest HD 209458 b, a pierwszą planetą odkrytą za pomocą tej metody jest OGLE-TR-56b. Technika ta daje możliwość wyznaczenia nie tylko masy, ale i promienia, a więc także gęstości planety. Pozwala również odkrywać globy bardzo odległe od Ziemi. Największym chyba jej triumfem stało się odkrycie atmosfery planety HD 209458 b (znanej jako *Ozyrys*), której skład chemiczny pozwoliły ustalić dalsze obserwacje.
- **Bezpośrednia obserwacja** planety w niektórych szczególnych przypadkach także jest możliwa. Masywne, młode globy emitują duże ilości promieniowania podczerwonego; jeśli znajdują się one odpowiednio daleko od macierzystych gwiazd, można zarejestrować ich światło. Pozostaje wtedy tylko udowodnić, że mamy do

czynienia z planetą, a nie brązowym karłem. Jak na razie spośród pięciu zaobserwowanych obiektów, tylko jeden (2M1207 b) na pewno jest planetą^[3].

- **Mikrosoczewkowanie grawitacyjne** jest chyba najciekawszą techniką odkrywania planet pozasłonecznych. Zjawisko to polega na ugięciu światła odległych gwiazd, gdy na ich tle przesuwa się planeta, co prowadzi do chwilowego pojaśnienia blasku. W 2005 roku zespół OGLE doniósł o odkryciu w ten sposób planety typu ziemskiego, OGLE-2005-BLG-390L b. Obecnie żadna inna metoda nie pozwala znajdować światów tak małych. Tą metodą odkryty został układ OGLE-2006-BLG-109L, przypominający Układ Słoneczny w miniaturze. Wiemy, że zawiera on dwie planety – odpowiedniki Jowisza i Saturna, a może także posiadać wewnątrz ich orbit mniejsze ciała np. wielkości Ziemi. Informację o tym układzie planetarnym, autorstwa polskich naukowców z zespołu A.Udalskiego, zamieścił w lutym 2008 tygodnik Science.

Menażeria niezwykłych planet

Gazowe olbrzymy

Wielkim zaskoczeniem dla uczonych była różnorodność pozasłonecznych układów planetarnych. Spodziewano się, że najłatwiej będzie wykryć planety typu Jowisza, ze względu na ich wielką masę. Jednak niewielu astronomów spodziewało się znalezienia gazowych olbrzymów krążących bliżej swoich gwiazd niż Merkury, albo o orbitach tak wydłużonych (dokładniej: ekscentrycznych) jak orbity komet w Układzie Słonecznym.

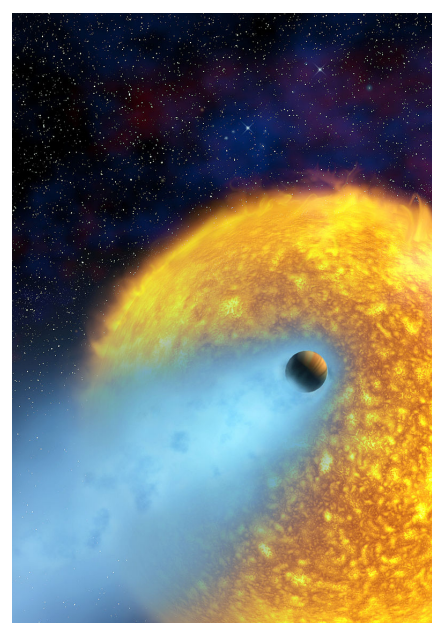
Gorące jowisze

Planety zbliżone masą do Jowisza krążące blisko swoich słońc nazwano **gorącymi jowiszami** (ang. *Hot Jupiters*). Okazały się one być niezwykle częste; ich odnajdywanie stało się codziennością dla takich badaczy jak Geoffrey Marcy czy Paul Butler. W 1999 roku odkryli oni planetę HD 209458 b (o popularnej nazwie *Ozyrys*), która zyskała sławę w roku 2005 po tym, gdy (po raz pierwszy) udało się ustalić skład chemiczny jej atmosfery dzięki bezpośrednim obserwacjom emitowanego przez nią światła.

Interesującym zjawiskiem, które jak się sądzi często dotyka gorące jowisze, jest parowanie atmosfer. Ze względu na niewielką odległość od gwiazdy macierzystej, wodór i hel z wyższych warstw atmosfery są intensywnie "zdmuchiwane" przez promieniowanie. Prowadzi to do powstania gazowego warkocza, przypominającego gigantyczny warkocz kometarny. Jego istnienie zostało potwierdzone przez obserwacje tranzytu wspomnianej planety HD 209458 b. Uważa się, że proces ten może po bardzo długim czasie doprowadzić do całkowitego odarcia planety z otoczki gazowej, pozostawiając nagie jądro planety, pod wieloma względami podobne do planety skalistej.

Gorące neptuny

Zainteresowanie badaniami planet pozasłonecznych koncentruje się oczywiście wokół niewielkich planet, wśród których astronomowie mają nadzieję odkryć obiekty podobne do Ziemi. Jednakże trzeba pamiętać, że zwykle można ocenić tylko masę i parametry orbity odkrytej planety. Mało masywne globy, krążące blisko swoich gwiazd mogą być zarówno wielkimi planetami skalistymi, jak i ciałami o zupełnie innej naturze – gorącymi neptunami.



Gwiazda HD 209458 oraz okrążająca ją planeta HD 209458 b zaliczana do gorących jowiszy – wizja artysty.

W 2007 r. obserwowano przejście odkrytej trzy lata wcześniej planety GJ 436 b na tle gwiazdy. Udało się stwierdzić, że planeta ma nie tylko masę ($0,067 M_J$, czyli $21 M_Z$), ale i promień podobny do Neptuna. To sugeruje że nie jest ona zbudowana ze skał, ale należy do tej właśnie klasy planet. Przepuszczalnie składa się głównie z egzotycznych, wysokotemperaturowych odmian lodu skrytych pod grubą warstwą atmosfery.

Gorące neptuny znacząco różnią się od gorących jowiszy. Sądzi się, że powstają one na skutek migracji planet typu Neptuna (tzw. lodowych olbrzymów) w cieplejsze rejony bliżej gwiazdy, we wczesnych etapach tworzenia układu. Warto wspomnieć, że taki migrujący glob może skończyć swoją wędrówkę wcześniej, w obrębie ekosfery gwiazdy, czyli tam, gdzie woda pozostaje w stanie ciekłym. Staje się ona wtedy planetą oceaniczną, całkowicie pokrytą oceanem głębokim na setki kilometrów – potencjalnym siedliskiem życia.

Planety skaliste

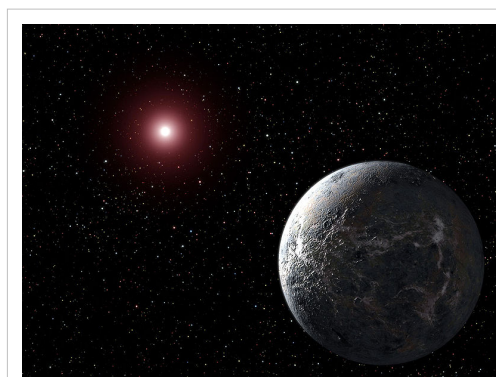
Ze względu na ograniczenia metod detekcji planet pozasłonecznych, obecnie jedynym kryterium, które pozwala stwierdzić czy odkryta planeta jest skalista, jest jej masa. Niewielkie planety, o masie rzędu $10 M_Z$ ($\sim 0,03 M_J$) i niższej są najprawdopodobniej zbudowane ze skał – taka masa nie wystarczy do utrzymania gęstej atmosfery, cechującej olbrzymy. Duże sukcesy w ich odkrywaniu odnoszą zespoły naukowców badających mikrosoczewkowanie grawitacyjne – OGLE (*The Optical Gravitational Lensing Experiment*), MOA (*Microensing Observations in Astrophysics*) i PLANET ^[4] (*Probing Lensing Anomalies NETWORK*).

Pierwsze odkryte planety skaliste okazały się być globami niegościnnymi dla życia, o ekstremalnych warunkach klimatycznych. W czerwcu 2005 r., w pobliskim układzie czerwonego karła odnaleziono planetę Gliese 876 d ($5,9 M_Z$), która krąży po ciasnej orbicie wokół gwiazdy i ma powierzchniową temperaturę ok. 400°C . Podobna jest więc raczej do olbrzymiego "Merkurego", niż do Ziemi. Później odkryte zostały również planety krążące w dużej odległości od gwiazd, o powierzchniowych temperaturach poniżej -200°C : OGLE-2005-BLG-390L b ($5,4 M_Z$)^[5] ^[6] i MOA-2007-BLG-192-L b ($3,3 M_Z$). Przepuszczalnie są to lodowo-skalne globy podobne do Plutona.

Poszukiwania planet skalistych przynoszą także odkrycia bardziej obiecujące z punktu widzenia życia, jakie znamy. W czerwcu 2008 roku odkryto interesujący układ HD 40307^[7], w którym po kołowych orbitach krążą trzy planety skaliste i nie ma żadnego gazowego olbrzyma. To odkrycie może sugerować, że planety skaliste są nawet trzykrotnie liczniejsze od gazowych olbrzymów^[8].

Rok wcześniej, w kwietniu 2007 r., odkryte zostały planety Gliese 581 c i d, z których początkowo c została uznana za pierwszą planetę skalistą w ekosferze swojej gwiazdy. Dalsze obserwacje i obliczenia wskazały jednak, że to planeta d krąży w obrębie ekosfery^[9]. Przy masie $0,022 M_J$ ($7,1 M_Z$) i przepuszczalnie gęstej atmosferze, w której zachodzi efekt cieplarniany podnoszący temperaturę powierzchni, jest ona pierwszą potencjalną planetą oceaniczną^[10].

We wrześniu 2010 roku w tym samym układzie została odkryta planeta Gliese 581 g, o masie 3,2 masy Ziemi, krążąca w centralnej części ekosfery. Prawdopodobnie panują na niej warunki najbardziej podobne do ziemskich, spośród wszystkich dotąd odkrytych planet pozasłonecznych.



Planeta skalista OGLE-2005-BLG-390 Lb, lodowaty glob okrążający czerwonego karła

Zobacz też

- Układ planetarny
- Metody poszukiwania pozasłonecznych układów planetarnych
- Lista gwiazd posiadających zidentyfikowane planety
- Powstawanie planet
- Planety skaliste i gazowe olbrzymy
- Podstawowe zagadnienia z zakresu astronomii
- Masa Jowisza i masa Ziemi

Przypisy

- [1] Jean Schneider: Interaktywny Katalog Planet Pozasłonecznych (<http://exoplanet.eu/catalog.php>). W: *Encyklopedia pozasłonecznych układów planetarnych* [on-line]. 2010-08-27. [dostęp 2010-09-02].
- [2] <http://fr.arxiv.org/abs/0809.1275> How eccentric orbital solutions can hide planetary systems in 2:1 resonant orbits
- [3] Yes, it is the Image of an Exoplanet: Astronomers Confirm the First Image of a Planet Outside of Our Solar System (<http://www.eso.org/public/outreach/press-rel/pr-2005/pr-12-05-p2.html>). ESO, 30 kwietnia 2005. [dostęp 15 czerwca 2008].
- [4] <http://planet.iap.fr>
- [5] Discovery of OGLE 2005-BLG-390Lb, the first cool rocky/icy exoplanet (<http://www.nature.com/nature/journal/v439/n7075/abs/nature04441.html>). Nature, 26 stycznia 2006.
- [6] It's Far, It's Small, It's Cool: It's an Icy Exoplanet! (<http://www.eso.org/outreach/press-rel/pr-2006/pr-03-06.html>). ESO, 25 stycznia 2006.
- [7] <http://fr.arxiv.org/abs/0806.4587> A planetary system with 3 Super-Earths
- [8] Dr. Sara Seager: Rock planets outnumber gas giants (<http://tech.uk.msn.com/news/article.aspx?cp-documentid=8402161>). msn, 2008-05-28. [dostęp 2008-05-28].
- [9] Gliese 581d: A Habitable World After All? (<http://www.centauri-dreams.org/?p=1625>). 13.12.2007.
- [10] *First "serious candidate" for ocean planet* (<http://www.cosmosmagazine.com/news/2703/serious-candidate-ocean-planet-found>). „Cosmos Magazine” (22.04.2009).

Linki zewnętrzne

- Encyklopedia planet pozasłonecznych (<http://exoplanet.eu/>) (pol. • ang. • fr. • hiszp. • port. • niem. • wł. • per.)
- California and Carnegie Extrasolar Planet Search (<http://exoplanets.org/>) (ang.)
- PlanetQuest: w poszukiwaniu drugiej Ziemi (<http://planetquest.jpl.nasa.gov/>) (ang.)
- Extrasolar Visions (<http://www.extrasolar.net/>) (ang.)
- Ciekawa systematyczna próba nazewnictwa (http://www.mpia.de/homes/lyra/planet_naming.html) (ang.)
- Ćwiczenie HOU ilustrujące obserwacje planet pozasłonecznych metodą tranzytów. Wykorzystano obrazy z Kosmicznego Teleskopu Spitzera (http://www.pl.euhou.net/index.php?option=com_content&task=view&id=200&Itemid=13)

Źródła i autorzy artykułu

Planeta pozasłoneczna Źródło: <http://pl.wikipedia.org/w/index.php?oldid=23447062> Autorzy: AI, Adam9011, Adi, Adryan, Airwolf, Aldaron, AndrzejHelu, Ankry, Aphranius, Ataleh, Beau, Bielsko, Boud, Bożena Czerny, CezaryMigaszewski, Chrumps, Ciosek, Dungeon Master, Filemon, Fobos92, Gardomir, Godai, Gładka, Harry Ip, Highlight, John Belushi, Jojo, Jotempe, Kbsc, Knoot, Marcin Robert, Marcin Suwalczan, Marek265, Mirek46, Mozgow, Mpfiz, Nikn, Outsider, Pedros, Pojdulos, Przsak, Qblik, Rabidmoon, Refycul, Rentier, Roo72, Rozek19, Severus, Snoof, Sobi3ch, Stepa, Superborsuk, Szczureq, Tdc6502, Vuvar1, Wiklol, conversion script, np1.im.pz.zgora.pl, 43 anonimowych edycji

Źródła, licencje i autorzy grafik

Plik:Exoplanet Discovery Methods Bar.svg Źródło: http://pl.wikipedia.org/w/index.php?title=Plik:Exoplanet_Discovery_Methods_Bar.svg Licencja: Public Domain Autorzy: Aldaron

Plik:Triple-star sunset.jpg Źródło: http://pl.wikipedia.org/w/index.php?title=Plik:Triple-star_sunset.jpg Licencja: Public Domain Autorzy: NASA/JPL-Caltech Original uploader was Snoopy at en.wikipedia

Plik:orbit4.gif Źródło: <http://pl.wikipedia.org/w/index.php?title=Plik:Orbit4.gif> Licencja: Public Domain Autorzy: Friendlystar, Julio, Pieter Kuiper

Plik:Osirisplanet.jpg Źródło: <http://pl.wikipedia.org/w/index.php?title=Plik:Osirisplanet.jpg> Licencja: nieznany Autorzy: Bryan Derksen, ComputerHotline, Conscious, Dbenbenn, Edward, Foroa, Honeplus, Kristof vt, Lars Lindberg Christensen, Masur, NuclearVacuum, Samulili, Shizhao, Stevenfruitsmaak, Superborsuk, 2 anonimowych edycji

Plik:OGLE-2005-BLG-390Lb.jpg Źródło: <http://pl.wikipedia.org/w/index.php?title=Plik:OGLE-2005-BLG-390Lb.jpg> Licencja: nieznany Autorzy: G. Bacon (STCcl)

Licencja

Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported
<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>