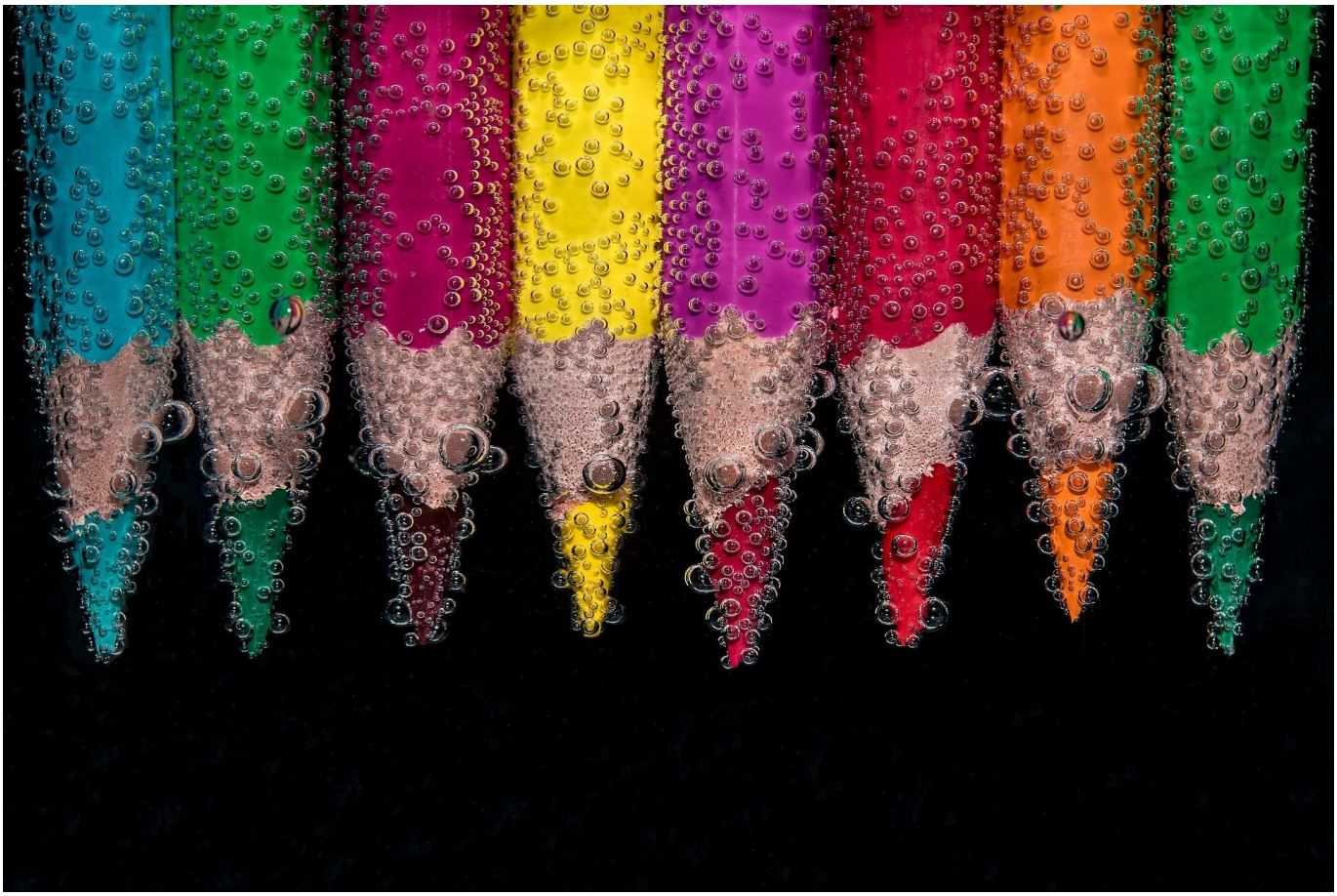


Jak działają wskaźniki kwasowo-zasadowe?

- Wprowadzenie
- Przeczytaj
- Film samouczek
- Sprawdź się
- Dla nauczyciela

Indykatory to wskaźniki chemiczne, które zmieniają swoją barwę najczęściej pod wpływem zmian zachodzących w otaczającym je środowisku.
Źródło: dostępny w internecie: www.pixabay.com, domena publiczna.

Dodając cytrynę do esencji herbacianej, sprawisz, że zblednie lub zmieni swoją barwę na żółtą. Z kolei inny będzie mieć kolor, jeśli dodasz ją do soku z buraka lub naparu z hibiskusa. Jeszcze inny, jeśli użyjesz sody oczyszczonej. W chemii odczyn roztworu określa się za pomocą wskaźników kwasowo-zasadowych, zwanych także indykatorami. Są to substancje, które pod wpływem przemian odczynu środowiska zmieniają swoją barwę. Ale czy potrafisz powiedzieć, dlaczego tak się dzieje?

Twoje cele

- Wyjaśnisz, czym są wskaźniki kwasowo-zasadowe i jakie jest ich zabarwienie w zależności od środowiska.
- Zaprojektujesz doświadczenia, które pozwolą określić odczyn roztworu.
- Wyjaśnisz mechanizm działania indykatorów.

Przeczytaj

Jak działają wskaźniki kwasowo-zasadowe?

Dodając cytrynę do esencji herbacianej, sprawisz, że zblednie lub zmieni swoją barwę na żółtą. Z kolei inny będzie mieć kolor, jeśli dodasz ją do soku z buraka lub naparu z hibiskusa. Jeszcze inny, jeśli użyjesz sody oczyszczonej. W chemii odczyn roztworu określa się za pomocą wskaźników kwasowo-zasadowych, zwanych także indykatorami. Są to substancje, które pod wpływem przemian odczynu środowiska zmieniają swoją barwę. Ale czy potrafisz powiedzieć, dlaczego tak się dzieje?

Wskaźniki kwasowo-zasadowe to związki organiczne, zazwyczaj słabe kwasy lub zasady

Wskaźnik	Barwa w środowisku		
	Kwasowym	Obojętnym	Zasadowym
oranż metylowy	czerwona	żółta	żółta
lakmus (mieszanina substancji)	czerwona	fioletowa	niebieska
fenoloftaleina	bezbarwna	bezbarwna	malinowa
wskaźnik uniwersalny (mieszanina substancji)	czerwona (silnie kwaśne), pomarańczowa (słabo kwaśne)	żółta	niebieska (silnie zasadowe) zielona (słabo zasadowe)
herbata	żółta	czerwona-brunatna	brązowa
sok z czerwonej kapusty	fioletowa	niebieska	zielona

Źródło: *Wskaźniki kwasowo-zasadowe*, Edupedia.pl, dostęp online.

Modelowy sposób działania indykatora na przykładzie wskaźnika, który jest słabym kwasem. Jego sprzężona zasada posiada w roztworze inną barwę. Zmiana barwy wskaźnika kwasowo-zasadowego wynika z równowagi między jego dwiema różnie zabarwionymi postaciami oraz z uwagi na stężenia jonów H_3O^+.

$$HWskz + H_2O \rightleftarrows H_3O^+ + Wskz^-$$

HWskz – barwa A (postać niezdysocjowana);

$Wskz^-$ – barwa B (postać zdysocjowana).

$\mathbf{HWskz}$	$[\mathbf{HWskz}] = [\mathbf{Wskz^-}]$	$\mathbf{Wskz^-}$
postać niezdysocjowana		postać zdysocjowana
w roztworze o odczynie kwasowym jest znaczne stężenie jonów H_3O^+, równowaga przesunięta jest w lewo	obie barwy w równym stopniu znajdują się w roztworze	w roztworze o odczynie zasadowym jest małe stężenie jonów H_3O^+, równowaga przesunięta jest w prawo.
barwa A	barwa pośrednia ulega rozmyciu	barwa B

Źródło: M. Czaja, B. Karawajczyk, J. Ortyl, A. Smaga, *Chemia 1. Podręcznik dla szkół ponadgimnazjalnych*, Operon, Gdynia 2013.

Modelowy sposób działania indykatora, na przykładzie wskaźnika będącego słabą zasadą.

$$WskzOH + H_2O \rightleftarrows OH^- + Wskz^+$$

WskzOH - barwa A

$Wskz^+$ - barwa B

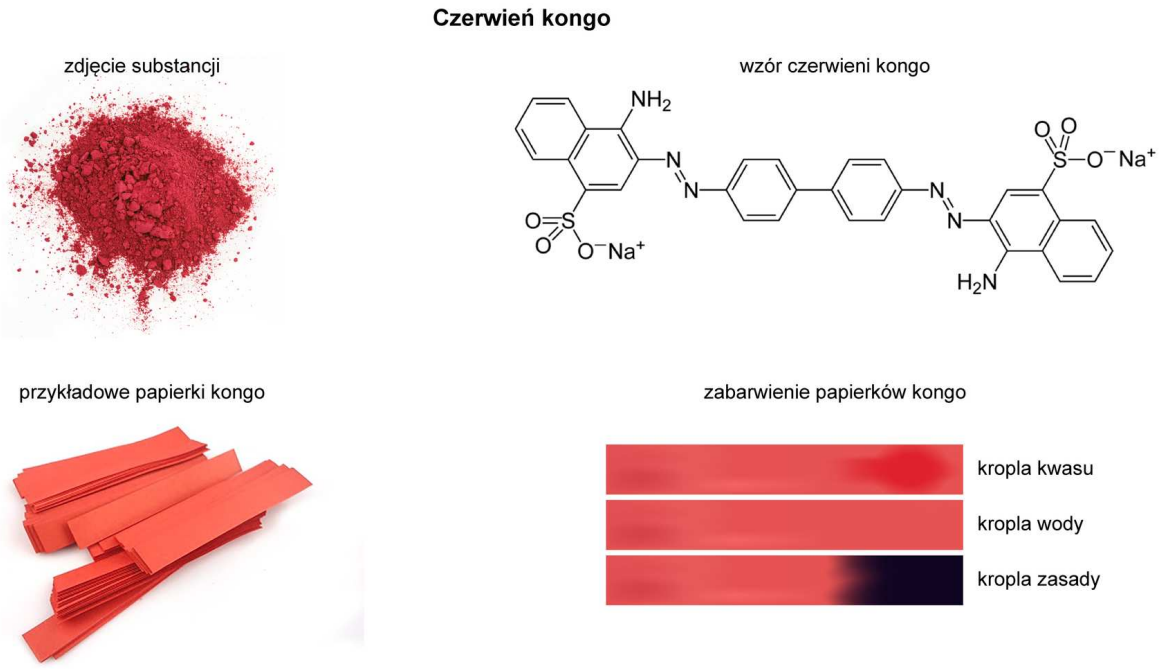
Barwy wybranych wskaźników

Źródło: GroMar sp.z.o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Ciekawostka

Jednym ze wskaźników stosowanych w alkacymetrii, czyli metodzie wykorzystującej reakcje kwasów z zasadami, jest czerwień kongo, czyli związek organiczny ($C_{32}H_{22}N_6Na_2O_6S_2$) o nazwie: sól disodowa kwasu 4-amino-3-[4-[4-(1-amino-4-sulfonatonaftalen-2-ylo)diazeny-lofenylo]fenylo]diazenylonaftaleno-1-sulfonowego.

Związek ten tworzy krystaliczny proszek o barwie czerwono-brązowej. Został otrzymany w 1883 r. przez Paula Bottigera, pracującego dla firmy Bayer. Po opatentowaniu nie cieszył się zainteresowaniem, więc został sprzedany firmie AGFA, która wprowadziła go na rynek pod nazwą Czerwień Kongo. A wszystko za sprawą Konferencji Berlińskiej, poświęconej uregulowaniu kolonializmu w Afryce. Dawniej czerwień kongo stosowana była do barwienia bawełny oraz jako wskaźnik kwasowo-zasadowy. Obecnie znajduje zastosowanie w mikrobiologii jako barwnik bakterii.

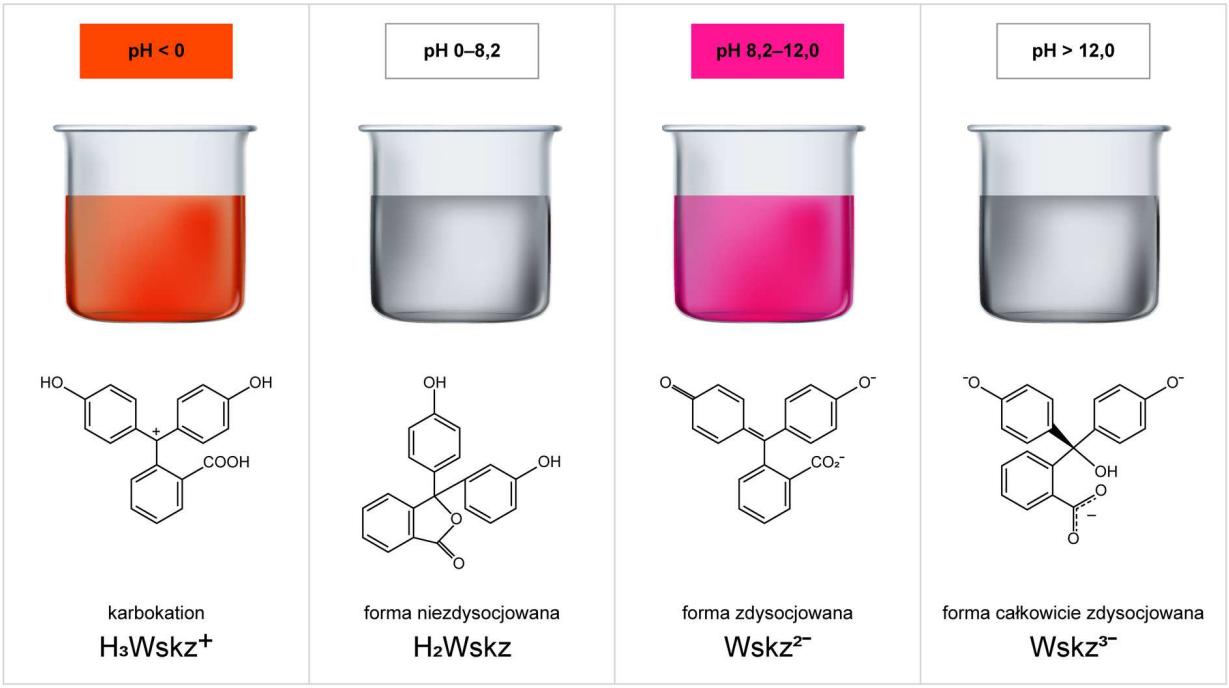


Czerwień Kongo

Źródło: GroMar sp.z.o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Fenoloftaleina

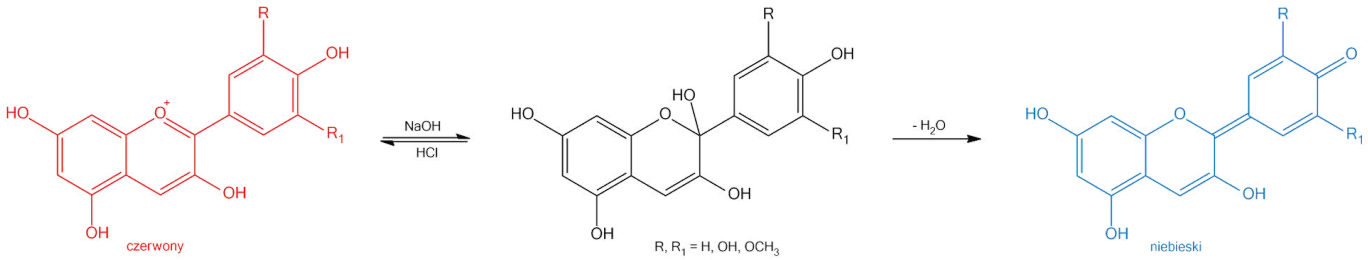
Fenoloftaleina jest jednym z najczęściej stosowanych wskaźników pH. Powszechnie wiadomo, że w środowisku zasadowym zmienia barwę z bezbarwnej na malinową. Jednak fenoloftaleina posiada bogatszą paletę barw.



Paleta barw fenoloftaleiny: w pH < 0 ma kolor pomarańczowy, a w pH 0 – 8,2 i pH > 12,0 jest bezbarwna. Charakterystyczna, malinowa barwa fenoloftaleiny oscyluje w pH zasadowym od 8,2 do 12,0.

Źródło: GroMar sp.z.o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Niektóre rośliny (w większości kwiaty i warzywa) zawierają naturalne barwniki, które mają właściwości wskaźników pH. Są to najczęściej antocyjany (pochodne flawonu).



Substancje, które zmieniają kolor, to antocyjany. W roztworze kwaśnym sok z czerwonej kapusty barwi się jasnoczerwono, w obojętnym jest jasnofioletowy, a w zasadowym – niebieskozielony.

Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Do najbardziej znanych wskaźników naturalnych należy wywar (sok) z czerwonej kapusty, ze względu na szeroki zakres zmiany barwy.

Polecenie 1

Zaprojektuj doświadczenie, które pozwoli zbadać zachowanie się wskaźnika kwasowo-zasadowego w roztworach kwasowych, zasadowych i obojętnych.

Doświadczenie: Badanie zachowania się wskaźnika (soku z czerwonej kapusty) w roztworach kwasowych, zasadowych i obojętnych.

Odczynniki:

- roztwór dowolnego kwasu;
- roztwór dowolnego wodorotlenku;
- woda;
- wskaźnik kwasowo-zasadowy.

Sprzęt:

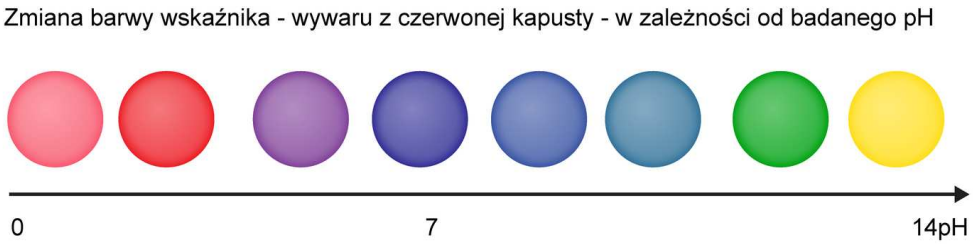
- trzy zlewki lub probówki.

Wykonanie:

Do zlewek/probówek wlewamy przygotowane roztwory i dodajemy wskaźnik.

Obserwacje:

Wnioski:



Zmiana barwy wskaźnika wywaru z czerwonej kapusty w zależności od badanego pH

Źródło: GroMar sp.z.o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Słownik

wskaźniki kwasowo-zasadowe (indykatory)

słabe kwasy lub zasady organiczne, których jony są zabarwione inaczej niż cząsteczki niezdysocjowane; zmieniają barwę w określonym zakresie pH roztworu; popularne wskaźniki kwasowo-zasadowe to: fenoloftaleina, oranż metylowy, czerwień metylowa, lakmus; każdy wskaźnik ma charakterystyczną wartość pH, przy której następuje zmiana jego zabarwienia

wskaźniki uniwersalne

dobranie mieszaniny różnych wskaźników pH w taki sposób, że ich barwa zmienia się, przechodząc kolejno przez różne zabarwienia w szerokim zakresie pH

Wskaźnik	Barwa w środowisku		
	Kwasowym	Obojętnym	Zasadowym
oranż metylowy	czerwona	żółta	żółta
lakmus (mieszanina substancji)	czerwona	fioletowa	niebieska
fenoloftaleina	bezbarwna	bezbarwna	malinowa
wskaźnik uniwersalny (mieszanina substancji)	czerwona (silnie kwaśne), pomarańczowa (słabo kwaśne)	żółta	niebieska (silnie zasadowe) zielona (słabo zasadowe)
herbata	żółta	czerwona-brunatna	brązowa
sok z czerwonej kapusty	fioletowa	niebieska	zielona

Źródło: *Wskaźniki kwasowo-zasadowe*, Edupedia.pl, dostęp online.

Bibliografia

Atkins P., Jones L., *Chemia ogólna*, Warszawa 2004.

Bielański A., *Podstawy chemii nieorganicznej*, t. 1-2, Warszawa 2010.

Czaja M., Karawajczyk B., Ortyl J., Smaga A., *Chemia 1. Podręcznik dla szkół ponadgimnazjalnych*, Gdynia 2013.

Czerwiński A., Czerwińska A., Jeziorna M., Kańska M., *Chemia 1. Podręcznik dla liceum ogólnokształcącego, liceum profilowanego, technikum*, Warszawa 2004.

Encyklopedia PWN

Hassa R., Mrzigod A., Mrzigod J., Sułkowski W., *Chemia 1. Podręcznik i zbiór zadań w jednym*, Warszawa 2003.

Jurowski K., Jurowska A., *Różne oblicza papierków wskaźnikowych – archaizm czy niedoceniane możliwości?*, „Edukacja biologiczna i środowiskowa" 2016, nr 2.

Krygowski T. M., *Chemia. Słownik szkolny*, Warszawa 2004.

Litwin M., Styka-Wlazło SZ., Szymońska J., *To jest chemia 1*, Warszawa 2013.

Zabiegała B., Gdaniec-Pietryka M., Namieśnik J., *Zrozumieć chemię*, Gdańsk 2007.

Film samouczek

Polecenie 1

Czy wiesz, jak działają wskaźniki kwasowo-zasadowe? Aby poznać odpowiedź na to pytanie, zapoznaj się z poniższym filmem edukacyjnym.

Film dostępny pod adresem https://zpe.gov.pl/a/D1DzLYlJO

Film samouczek pt. *„Jak działają wskaźniki kwasowo-zasadowe?”*

W filmie zastosowano skrót Ind. – ang. *Indicator* "wskaźnik"

Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Film nawiązujący do działania wskaźników kwasowo-zasadowych.

Ćwiczenie 1

Alkoholowy roztwór fenoloftaleiny służy do identyfikacji roztworów o odczynie:

- obojętnym.
- słabo kwasowym.
- zasadowym.
- kwasowym.

Ćwiczenie 2

Roztwór oranżu metylowego służy do identyfikacji roztworów o odczynie:

- obojętnym.
- słabo zasadowym.
- kwasowym.
- zasadowym.

Ćwiczenie 3

Alkoholowy roztwór fenoloftaleiny przyjmie malinowe zabarwienie w wodnym roztworze:

- kwasu solnego.
- siarczku sodu.
- chlorku glinu.
- chlorku sodu.

Ćwiczenie 4

Roztwór oranżu metylowego pozostanie żółty w wodnym roztworze:

- chlorku glinu.
- chlorku potasu.
- kwasu solnego.
- kwasu siarkowego(VI).

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:

Ćwiczenie 1

Wskaż, która z podanych w tabeli informacji nie jest prawdziwa?

Wskaźnik	Barwa w środowisku kwasowm	Barwa w środowisku obojętnym	Barwa w środowisku zasadowym
oranż metylowy	czerwona	żółta	żółta
lakmus (mieszanina substancji)	czerwona	fioletowa	niebieska
fenoloftaleina	bezbarwna	malinowa	malinowa
wskaźnik uniwersalny (mieszanina substancji)	czerwona (silnie kwaśne), pomarańczowa (słabo kwaśne)	żółta	niebieska (silnie zasadowe) zielona (słabo zasadowe)
herbata	żółta	czerwona-brunatna	brązowa
sok z czerwonej kapusty	fioletowa	niebieska	zielona

Ćwiczenie 2

Oceń poprawność podanych zdań.

Zdanie	Prawda	Fałsz
Fenoloftaleina może przyjmować wyłącznie barwę malinową lub bezbarwną.	◯	◯
Wskaźniki to najczęściej związki organiczne o dość skomplikowanej budowie, których zmiana barwy zależy od pH roztworu.	◯	◯
Indykator to wskaźnik, który w roztworze kwasów przyjmuje czerwone zabarwienie.	◯	◯

Ćwiczenie 3

W wodnym roztworze pewnego związku chemicznego oranż metolowy przyjął czerwone zabarwienie. Zaznacz substancję, która została użyta do sporządzenia tego roztworu.

- ◯ kwas siarkowy(VI)
- ◯ wodorotlenek
- ◯ woda wapienna
- ◯ amoniak

Ćwiczenie 4

Poniżej opisano jeden ze wskaźników kwasowo-zasadowych. Przeczytaj tekst i uzupełnij brakujące słowa.

[ ] wykazuje zróżnicowane zabarwienie, w zależności od odczynu badanego roztworu. W roztworach silnie kwasowych przyjmuje barwę [ ], w obojętnych niebieską lub [ ], w słabych zasadach [ ], a w roztworach silnie zasadowych [ ].

zieloną | żółtą | czerwoną | Błękit bromotymolowy | Wywar z czerwonej kapusty | fioletową | bezbarwną | Oranż metylowy | malinową

Ćwiczenie 5

Wskaż rodzaj odczynu i kolor fenoloftaleiny, w zależności od stężenia jonów H_3O^+.

Odczyn, Barwa fenoloftaleiny, fioletowa, czerwona, żółta, biała

Stężenie jonów H_3O^+	większe od stężenia jonów wodorotlenkowych	mniejsze od stężenia jonów wodorotlenkowych
równe stężeniu jonów wodorotlenkowych		
Odczyn		
Barwa fenoloftaleiny		

Ćwiczenie 6

Wskaźnik jest słabym kwasem i ma wzór ogólny HWskz, gdzie Wskz oznacza wskaźnik. Zapoznaj się z poniższym zapisem i uzupełnij brakujące słowa, określając barwę, jaką przyjmie wskaźnik.

Duże stężenie jonów $\mathrm{H_3O^+}$.

$$\mathrm{HWskz + H_2O \rightleftarrows H_3O^+ + Wskz^-}$$

W roztworze o odczynie [ ] w przewadze występuje postać [ ] i wskaźnik przyjmuje [ ].

barwę A | zasadowym | niezdysocjowana | zdysocjowana | obojętnym | barwa B | kwasowym

Ćwiczenie 7

Wykonano doświadczenie, w którym w szklanej rurce umieszczono stały chlorek amonu. Następnie ogrzano go palnikiem, a przy wylotach rurki umieszczono zwilżone uniwersalne papierki wskaźnikowe, co schematycznie przedstawiono na rysunku.

Ilustracja do ćwiczenia

Źródło: GroMar sp.z.o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Zapisz równanie reakcji, jaka zaszła podczas ogrzewania chlorku amonu. Określ stan skupienia substratu i produktu lub produktów.

Odpowiedź zapisz w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 8

Wykonano doświadczenie, w którym w szklanej rurce umieszczono stały chlorek amonu. Następnie ogrzano go palnikiem, a przy wylotach rurki umieszczono zwilżone uniwersalne papierki wskaźnikowe, co schematycznie przedstawiono na rysunku.

Ilustracja do ćwiczenia
Źródło: GroMar sp.z.o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Po przeczytaniu treści opisującej przebieg doświadczania w ćwiczeniu 7, uzupełnij tabelę.

Barwa uniwersalnego papierka wskaźnikowego – górny wylot rurki, Barwa uniwersalnego papierka wskaźnikowego – dolny wylot rurki

		Przed ogrzaniem chlorku amonu		**Po ogrzaniu chlorku amonu**
Barwa uniwersalnego papierka wskaźnikowego – górny wylot rurki				
Barwa uniwersalnego papierka wskaźnikowego – dolny wylot rurki				

Dla nauczyciela

Scenariusz zajęć

Autor: Krzysztof Błaszczak

Przedmiot: Chemia

Temat: Jak działają wskaźniki kwasowo-zasadowe?

Grupa docelowa: III etap edukacyjny, liceum, technikum, zakres rozszerzony; uczniowie III etapu edukacyjnego – kształcenie w zakresie rozszerzonym

Podstawa programowa:

Zakres rozszerzony

VI. Reakcje w roztworach wodnych. Uczeń:

3) interpretuje wartości pKw, pH, Ka, Kb, Ks.

Kształtowane kompetencje kluczowe:

- kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii;
- kompetencje w zakresie rozumienia i tworzenia informacji;
- kompetencje cyfrowe;
- kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się.

Cele operacyjne:

Uczeń:

- wyjaśnia, czym są: odczyn roztworu oraz skala pH;
- wyznacza wartości pH badanych próbek;
- wymienia różne wskaźniki kwasowo-zasadowe.

Strategia nauczania:

- asocjacyjna;
- problemowa.

Metody i techniki nauczania:

- dyskusja dydaktyczna;
- burza mózgów;

- ćwiczenia uczniowskie;
- analiza materiału źródłowego;
- eksperyment chemiczny;
- film samouczek;
- technika zdań podsumowujących.

Formy zajęć:

- praca indywidualna;
- praca w parach;
- praca zbiorowa.

Środki dydaktyczne:

- komputery z głośnikami, słuchawkami i z dostępem do Internetu/smartfony, tablety;
- zasoby multimedialne zawarte w e-materiale;
- rzutnik multimedialny;
- tablica interaktywna/tablica, pisak/kreda;
- aplikacja Mentimeter.

Przebieg zajęć

Faza wstępna:

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel zadaje uczniom przykładowe pytania: dlaczego wskaźniki kwasowo-zasadowe zmieniają swoje zabarwienie w różnych roztworach? O czym świadczy zmiana zabarwienia wskaźnika?
2. Rozpoznawanie wiedzy wyjściowej uczniów. Burza mózgów wokół pojęcia wskaźniki kwasowo-zasadowe. Nauczyciel może wykorzystać aplikację Mentimeter z użyciem smartfonów/tabletów.
3. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele lekcji, które uczniowie zapisują w portfolio.
4. Zasady BHP. Nauczyciel zapoznaje uczniów z kartami charakterystyk substancji, które będą używane na lekcjach.

Faza realizacyjna:

1. Eksperyment chemiczny – „Badanie zachowania się wskaźników w roztworach kwasowych, zasadowych i obojętnych" – zgodnie z instrukcją zamieszczoną w materiałach pomocniczych. Nauczyciel wskazuje pary uczniów do pracy wspólnej, rozdaje odpowiedni sprzęt i szkło laboratoryjne oraz odczynniki chemiczne, uczniowie przeprowadzają eksperyment. Nauczyciel rozdaje karty z tabelą (badane substancje/wskaźniki) w folii oraz karty pracy ucznia. Uczniowie samodzielnie stawiają pytanie badawcze i hipotezę, obserwują zmiany podczas eksperymentu, analizują wyniki, wyciągają wnioski, wszystko zapisują w kartach pracy. Nauczyciel monitoruje

przebieg pracy uczniów. Liderzy prezentują efekty pracy na forum klasy. Nauczyciel weryfikuje pod względem merytorycznym wypowiedzi uczniów i ewentualnie wyjaśnia niezrozumiale kwestie.
2. Uczniowie samodzielnie analizują treści w e-materiale na temat sposobu działania indykatora na przykładzie wskaźnika będącego słabą zasadą lub będącego słabym kwasem, po czym chętni uczniowie interpretują sposoby ich działania, a nauczyciel weryfikuje poprawność merytoryczną wypowiedzi. Nauczyciel na podsumowanie tego wątku wyświetla na tablicy multimedialnej film samouczek – wyjaśnienie zasady działania wskaźników.
3. Uczniowie samodzielnie sprawdzają swoją wiedzę wykonując ćwiczenia w e-materiale – sprawdź się.

Faza podsumowująca:

1. Na zakończenie zajęć nauczyciel zadaje uczniom pytanie: co to jest odczyn roztworu? Co to są wskaźniki kwasowo-zasadowe? Jakie znasz wskaźniki kwasowo-zasadowe (wymień przynajmniej 5)? Który ze znanych ci wskaźników nie odbarwia się w roztworach o odczynie obojętnym i kwasowym?
2. Jako podsumowanie lekcji nauczyciel może wykorzystać zdania do uzupełnienia, które uczniowie również zamieszczają w swoim portfolio:

- Przypomniałem/łam sobie, że...
- Co było dla mnie łatwe...
- Czego dziś się nauczyłem/łam...
- Co sprawiało mi trudność...

Praca domowa:

Uczniowie wykonują pozostałe ćwiczenia zawarte w e-materiale – sprawdź się.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:

Film samouczek może być wykorzystany przez uczniów podczas samodzielnej pracy na lekcji lub przed wykonaniem ćwiczeń dołączonych do medium. Medium może być również wykorzystane podczas odrabiania zadania domowego oraz wykorzystane przez uczniów nieobecnych na lekcji w celu uzupełnienia swoich braków.

Materiały pomocnicze:

1. Polecenia podsumowujące (nauczyciel przed lekcją zapisuje je na niewielkich kartkach):

- Co to jest odczyn roztworu?
- Co to są wskaźniki kwasowo-zasadowe?
- Jakie znasz wskaźniki kwasowo- zasadowe (wymień przynajmniej 5)?

- Który ze znanych ci wskaźników nie odbarwia się w roztworach o odczynie obojętnym i kwasowym?

2. Doświadczenie nr 1:

Sprzęt i szkło laboratoryjne: probówki, statyw do probówek, łapa do probówek, pipety Pasteura, koszulki foliowe na dokumenty, kolorowa skala pH.

Odczynniki chemiczne: uniwersalny papierek wskaźnikowy, wywar z czerwonej kapusty, fenoloftaleina, oranż metylowy, sok z jagód, lakmus, herbata, wywar z buraków czerwonych, woda destylowana, sok z cytryny, zasada sodowa, kwas solny, ocet, wodny roztwór chlorku sodu.

Instrukcja wykonania:

W każdym wierszu nanieś pipetą Pasteura po jednej kropli badanej substancji, a następnie na tą kroplę nanieś jedną kroplę pipetą Pasteura odpowiedni wskaźnik. Obserwuj zmiany.

3. Karty charakterystyk substancji.
4. Karty pracy ucznia:

Plik o rozmiarze 69.74 KB w języku polskim

Plik o rozmiarze 85.51 KB w języku polskim