Świat pod lupą

Chemia jest wszechobecna w otaczającym nas świecie. Spotykamy się z nią nie tylko laboratorium chemicznym, ale w łazience a nawet w kuchni. Wielu obserwowanych na co dzień zjawisk nie da się zrozumieć bez poznania podstaw chemii.

Zachęcamy Was do poznania otaczających nas zjawisk i procesów w skali w skali mikro, uwzględniającej zależności między właściwościami substancji a ich praktycznym znaczeniem. E-podręcznik do chemii uczy formułowania problemów badawczych, stawiania hipotez oraz ich weryfikacji. Liczne doświadczenia pomogą Wam nabrać prawidłowych nawyków badawczych oraz wykształcić umiejętność rozwiązywania problemów.

Proponowane badania i obserwacje zilustrowaliśmy bogatym wyborem zdjęć, schematów, animacji i filmów ułatwiających samodzielną pracę. Interaktywne zadania pomogą zaś w zdobywaniu wiedzy i umiejętności w sposób atrakcyjny, a zarazem efektywny.

W niektórych lekcjach znajdziesz na górnej belce odnośnik „Pomyśl i działaj”. Prowadzi on do dodatkowych ciekawych propozycji doświadczeń, zadań i pytań. Odpowiesz na nie, wykorzystując swoją dotychczasową wiedzę, umiejętność logicznego myślenia, a także intuicję. „Pomyśl i działaj” ułatwi ci przyswajanie zagadnień z danej lekcji. Aby do niej wrócić, wystarczy wybrać na górnej belce odnośnik „Czytaj”.

- Substancje i ich właściwości
    - Wprowadzenie do nauki chemii
    - Chemia na co dzień
    - Pracownia chemiczna
    - Właściwości substancji
    - Rola gęstości substancji i ich mieszanin w życiu codziennym
    - Pierwiastek a związek chemiczny
    - Mieszaniny
    - Sposoby rozdzielania mieszanin
    - Mieszanie się substancji
    - Metale
    - Stopy metali
    - Niemetale
    - Substancje i ich właściwości – podsumowanie

- Budowa wewnętrzna substancji
    - Atom i jego budowa
    - Elektrony w atomie
    - Układ okresowy pierwiastków
    - Budowa atomu a położenie pierwiastka w układzie okresowym
    - Izotopy pierwiastków
    - Promieniotwórczość
    - Wiązania chemiczne – kowalencyjne i kowalencyjne spolaryzowane
    - Wiązanie jonowe
    - Interpretacja zapisów chemicznych
    - Wartościowość pierwiastków chemicznych
    - Budowa wewnętrzna substancji – podsumowanie
- Reakcje chemiczne
    - Zjawisko fizyczne a przemiana chemiczna
    - Reakcje syntezy i analizy
    - Reakcje wymiany
    - Reakcje egzoenergetyczne i endoenergetyczne
    - Obliczanie mas cząsteczkowych
    - Prawo zachowania masy i stałości składu
    - Reakcje chemiczne – podsumowanie
- Materiały metodyczne dla nauczycieli

Bibliografia:

-

Wprowadzenie do nauki chemii

Oglądając występ iluzjonisty, często zadajemy sobie pytanie: „jak to się stało?”. Podobne odczucia możemy mieć podczas obserwacji eksperymentów chemicznych. Czy to nie jest niesamowite, że np. łącząc ze sobą dwie substancje o różnych właściwościach, otrzymujemy trzecią, zupełnie inną? Jak to się dzieje, że nauczyciel chemii umie „wyczarować” wybuchające wulkany, ciecz zmieniającą barwy i chemiczny ogród z rosnącymi w oczach różnokolorowymi „roślinami”?

Przed tobą odkrywanie tajemnic chemii

Już wiesz

- jak ważne w poznawaniu świata jest poszukiwanie odpowiedzi na pytania: „dlaczego?”, „jak jest?”, „co się stanie, gdy...?”;
- jak można przewidywidzieć przebieg niektórych zjawisk oraz procesów przyrodniczych i wyjaśnić proste zależności między nimi;
- jak przeprowadzać obserwacje i doświadczenia według instrukcji, rejestrować ich wyniki w różnej formie oraz objaśniać je, używając odpowiedniej terminologii;
- jak korzystać z różnych źródeł informacji.

Nauczysz się

- jakie są zasady oceniania z chemii;
- jakie są wymagania edukacyjne niezbędne do uzyskania śródrocznych i rocznych ocen klasyfikacyjnych;
- jakie są sposoby sprawdzania osiągnięć edukacyjnych;
- jakie są warunki i możliwości poprawienia oceny;
- w jaki sposób można uzyskać wyższą niż przewidywana roczną ocenę klasyfikacyjną.

1. Chemiczne czary. Czy chemia to nauka eksperymentalna?

Polecenie 1

Wyjaśnij, w jaki sposób można się przekonać, że w kolbie z napisem WODA rzeczywiście jest woda.

Wskazówka

Czasem wystarczy potrząsnąć zawartością kolby.

Doświadczenie 1

Zainteresowanie chemią jako nauką eksperymentalną.

Co będzie potrzebne

- woda destylowana,
- wodorotlenek sodu,
- glukoza,
- błękit metylenowy (używany m.in. jako preparat akwarystyczny),
- kolba stożkowa o pojemności 300 cm^3,
- korek,
- waga laboratoryjna,
- cylinder miarowy.

Instrukcja

1. Odważ ok. 5 g wodorotlenku sodu oraz ok. 3 g glukozy.
2. Do kolby stożkowej wlej ok. 250 cm^3 wody destylowanej. Dodaj do niej odważone wcześniej substancje oraz szczyptę błękitu metylenowego.
3. Kolbę zamknij korkiem i energicznie potrząsaj zawartością aż do rozpuszczenia się wsypanych odczynników.
4. Odstaw kolbę na pewien czas.

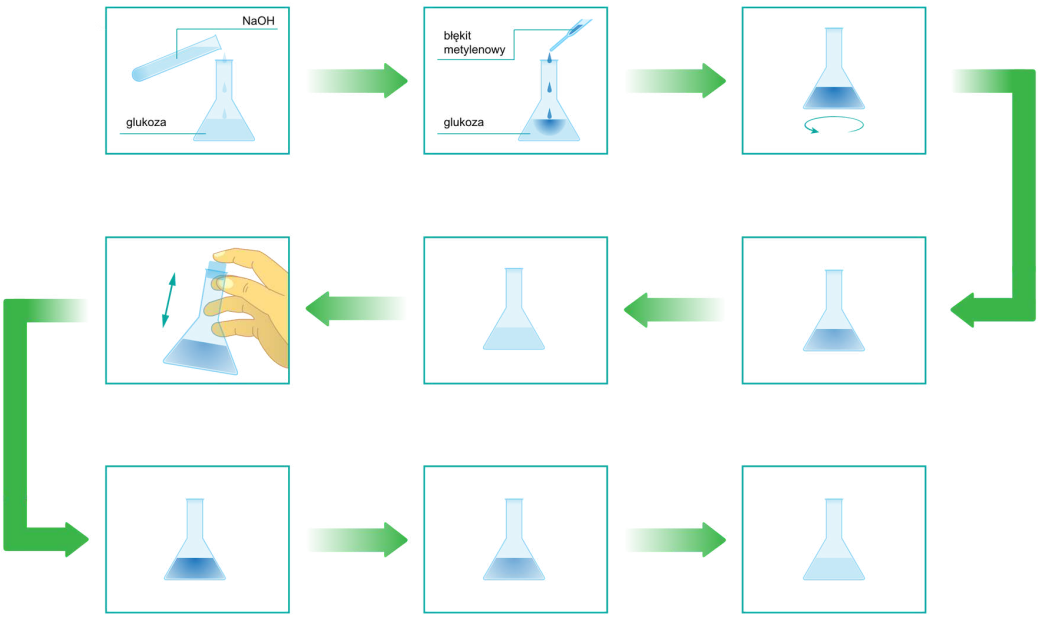
5. Obserwuj zachodzące zmiany.

Podsumowanie

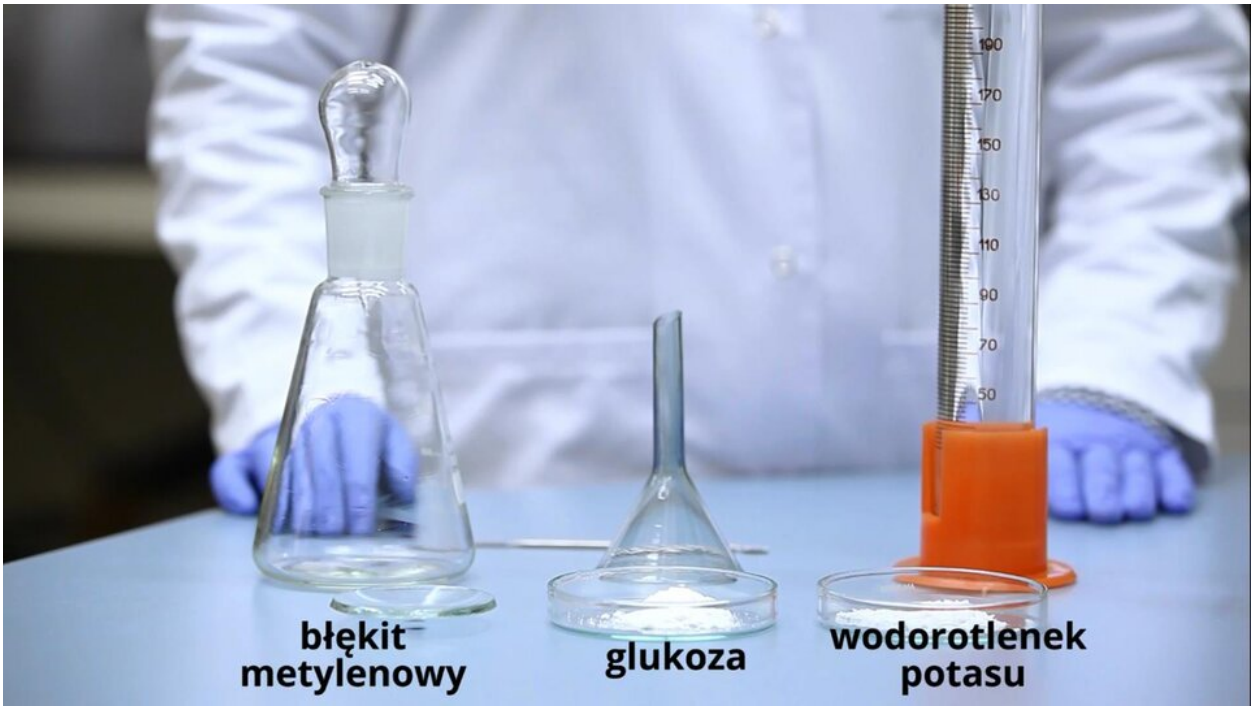
Bezbarwny roztwór pod wpływem wstrząsania zmienia barwę na niebieską, która po kilku minutach zanika – roztwór odbarwia się. Barwa roztworu jest nietrwała. Chcąc ponownie uzyskać niebieskie zabarwienie, należy potrząsnąć kolbą.

Polecenie 2

Zapoznaj się ze schematem i obejrzyj film, a następnie wymień czynności laboratoryjne eksperymentatora, które mogłyby podlegać ocenie.



Źródło: Dariusz adryan, licencja: CC BY 3.0.



Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Źródło: Tomorrow Sp. z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Film zaczyna się od ujęcia przedstawiającego kolejno w zbliżeniu sprzęt i odczynniki potrzebne w doświadczeniu. Zgodnie ze słowami lektora są to: woda w cylindrze miarowym, czyli w menzurce w ilości 250 centymetrów sześciennych, odrobina błękitu metylenowego na szkiełku laboratoryjnym, wodorotlenek potasu i glukoza na szalkach Petriego, kolba stożkowa z korkiem oraz szklana pałeczka do mieszania i lejek. Następuje ujęcie stołu z zawartością oraz rąk i tułowia. Eksperyment zaczyna się od przelania wody z menzurki do kolby stożkowej. Następnie za pomocą lejka wsypany zostaje do niej wodorotlenek potasu, glukoza i dodany błękit metylenowy. Kolba zostaje zamknięta korkiem i intensywnie wstrząśnięta w celu szybszego rozpuszczenia wsypanych odczynników. Roztwór pod wpływem wstrząsania nabiera intensywnie niebieskiej barwy. Kolejne ujęcie przedstawia proces stopniowego odbarwiania, jakie zachodzi od momentu pozostawienia kolbki w spokoju.

Ciekawostka

Błękit metylenowy w temperaturze pokojowej jest bezwonnym, ciemnozielonym proszkiem. Rozpuszcza się w wodzie, dając roztwór o intensywnie niebieskiej barwie. W chemii stosowany jest jako wskaźnik, w biologii i w diagnostyce medycznej jako barwnik (barwi żywe tkanki oraz wybrane komórki bakteryjne). Wykorzystywany jest także jako łagodny środek przeciwbakteryjny.

błękit metylenowy
(ciało stałe)

błękit metylenowy
(roztwór wodny)

Źródło: Krzysztof Jaworski, Adam Rędzikowski(http://commons.wikimedia.org), Amanda Slater(http://commons.wikimedia.org), licencja: CC BY-SA 3.0.

Polecenie 3

Jakie barwy przyjmuje roztwór w doświadczeniu „Chemiczne światła drogowe”?

Doświadczenie „Chemiczne światła drogowe”

Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Źródło: Tomorrow Sp. z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Film zaczyna się od ujęcia przedstawiającego kolejno w zbliżeniu sprzęt i odczynniki potrzebne w doświadczeniu. Zgodnie ze słowami lektora są to: woda w cylindrze miarowym, czyli w menzurce, w ilości 220 centymetrów sześciennych, wodorotlenek sodu i glukoza na szalkach Petriego, odrobina indygokarminu na szkiełku od zegarka, dwie kolby stożkowe i palnik. Następuje ujęcie stołu z demonstratorem w tle. Eksperyment zaczyna się od przelania części wody z menzurki do jednej z kolb stożkowych. Pozostała część wody zostaje przelana do drugiej kolby. Do kolby pierwszej wsypana zostaje glukoza i dodany indygokarmin, całość przybiera intensywnie niebieską barwę. Do drugiej kolby zostaje wrzucony i wymieszany wodorotlenek sodu. Następuje ujęcie przedstawiające przelewanie zawartości drugiej kolby do pierwszej. Kolejne ujęcie przedstawia tę samą kolbę, której zawartość staje się czerwona, a następnie zmienia kolor na żółty. Demonstrator zamyka kolbę i potrząsa nią mocno. Zawartość staje się zielona, a po odłożeniu ponownie zmienia kolor na czerwony i żółty. Procedura potrząsania i odkładania powtarzana jest kilkakrotnie w przyspieszonym tempie. Za każdym razem następuje ten sam cykl zmian barw roztworu, przy czym są one coraz mniej intensywne.

Polecenie 4

Wymień czynności laboratoryjne przedstawione w filmie.

Doświadczenie 2

Zainteresowanie chemią jako nauką eksperymentalną.

Co będzie potrzebne

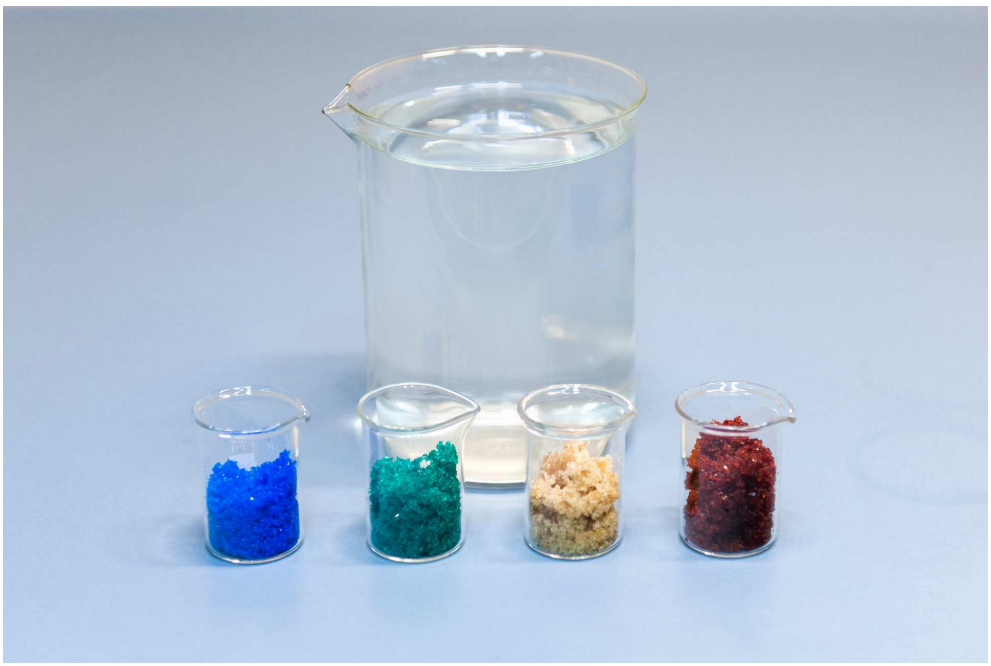
- szkło wodne,
- woda destylowana,
- kryształy soli: azotanu(V) kobaltu(II), azotanu(V) miedzi(II), azotanu(V) niklu(II), azotanu(V) żelaza(II), siarczanu(VI) niklu(II), chlorku miedzi(II),
- waga laboratoryjna,
- cylinder miarowy,
- bagietka,
- zlewka.

Instrukcja

1. Do zlewki o pojemności 1000 cm^3 wlej ok. 400 cm^3 roztworu szkła wodnego i dodaj taką samą ilość wody. Zawartość zlewki wymieszaj bagietką.
2. Do zlewki wrzuć kolorowe kryształy soli (każdej po ok. 10 g) w taki sposób, aby dno zlewki było nimi równomiernie pokryte.
3. Podwodny ogród pozostaw na około 15 minut i obserwuj zachodzące zmiany.

Podsumowanie

Po upływie kilku minut każdy kryształ pokrywa się błonką i pęcznieje. W roztworze pojawiają się różnobarwne kształty, wyglądem przypominające rośliny.



Źródło: Tomorrow Sp. z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Źródło: Tomorrow Sp.z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Źródło: Tomorrow Sp.z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Polecenie 5

Zaproponuj własny tytuł do doświadczenia 2. Najciekawsze pomysły można zapisać na tablicy, a następnie ocenić.

Doświadczenie 3

Zainteresowanie chemią jako nauką eksperymentalną.

Doświadczenie należy wykonywać w fartuchu, rękawicach i okularach ochronnych.

Co będzie potrzebne

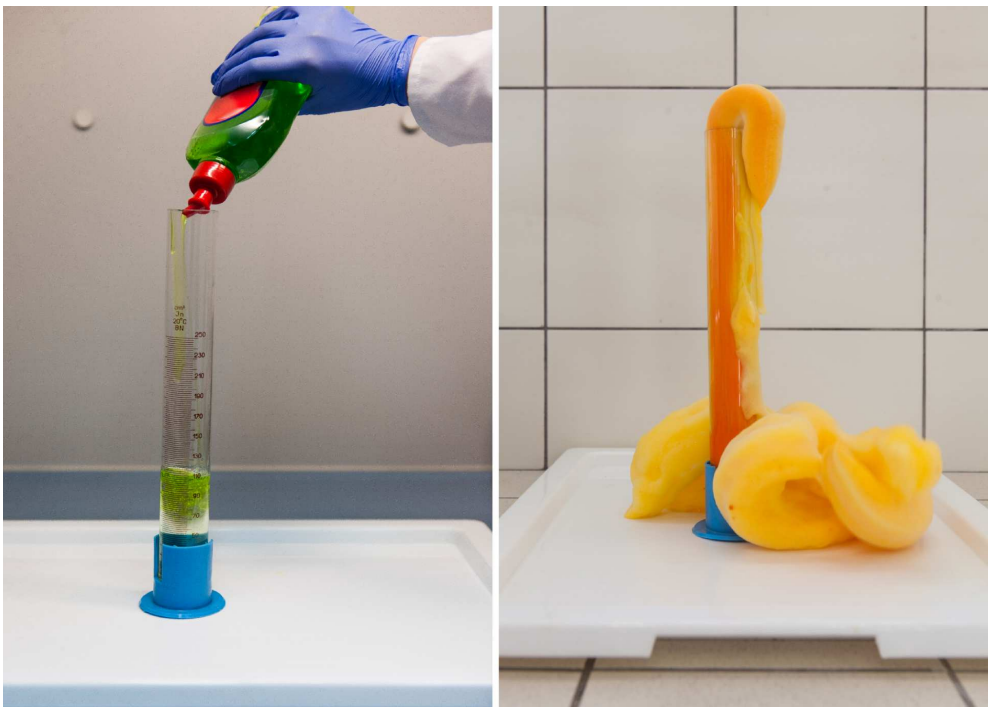
- perhydrol (30-procentowy roztwór nadtlenku wodoru),
- jodek potasu,
- płyn do mycia naczyń,
- cylinder miarowy o pojemności 150 cm^3,
- kuweta lub duża miska.

Instrukcja

1. Cylinder miarowy wstaw do kuwety lub dużej miski.
2. Bardzo ostrożnie wlej do cylindra miarowego ok. 30 cm^3 perhydrolu.
3. Dodaj kilka kropli płynu do mycia naczyń.
4. Wsyp niewielką ilość jodku potasu.
5. Obserwuj zachodzące zmiany.

Podsumowanie

Po dodaniu jodku potasu do roztworu perhydrolu z kilkoma kroplami płynu do mycia naczyń rozpoczyna się gwałtowna i burzliwa reakcja chemiczna. Powstaje duża ilość gorącej piany.



Źródło: Tomorrow Sp.z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Źródło: Tomorrow Sp.z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Polecenie 6

Spośród obejrzanych doświadczeń wybierz to, które twoim zdaniem było:

- najciekawsze,
- najbardziej niebezpieczne,
- najbardziej tajemnicze.

Uzasadnij swoją odpowiedź.
W celu ułatwienia sobie oceny przygotuj dodatkowo tabelę i każdemu eksperymentowi przydziel od 1 do 5 punktów w trzech kategoriach: trudność wykonania, widowiskowość, wzbudzenie ciekawości.

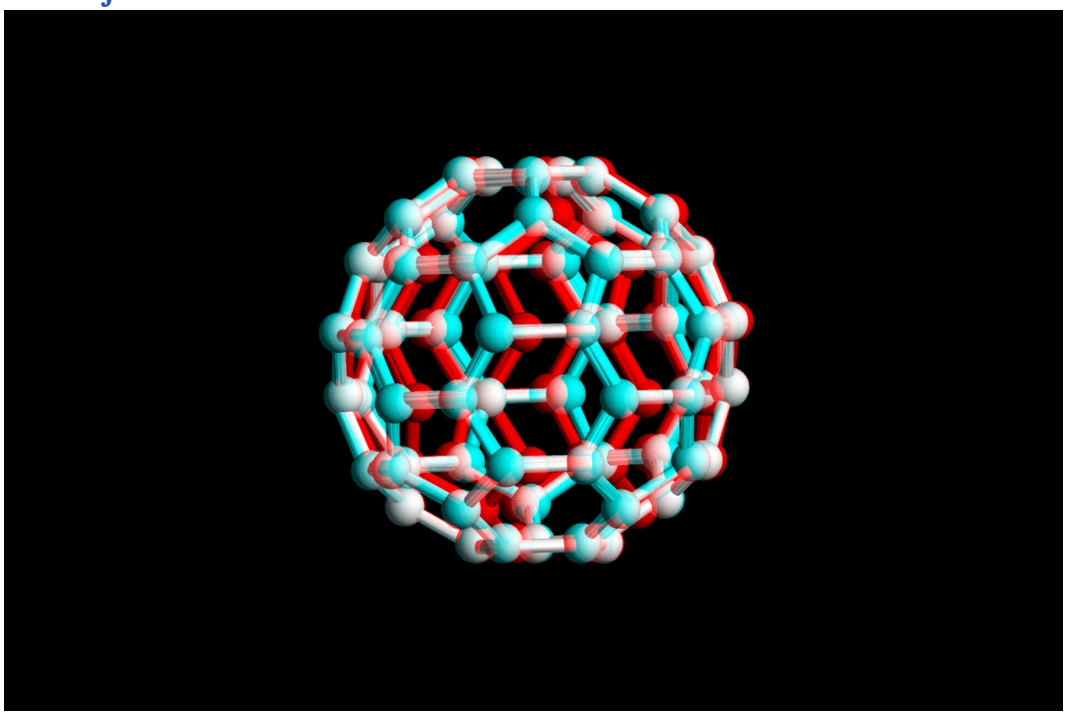
2. Tego się nauczysz…

Przeczytaj, czego dowiesz się podczas trzech lat nauki chemii w gimnazjum.

Źródło: PublicDomainPictures (http://pixabay.com), edycja: Krzysztof Jaworski, public domain.

Jak wygląda praca w laboratorium i w jaki sposób właściwości substancji wpływają na ich zastosowanie?

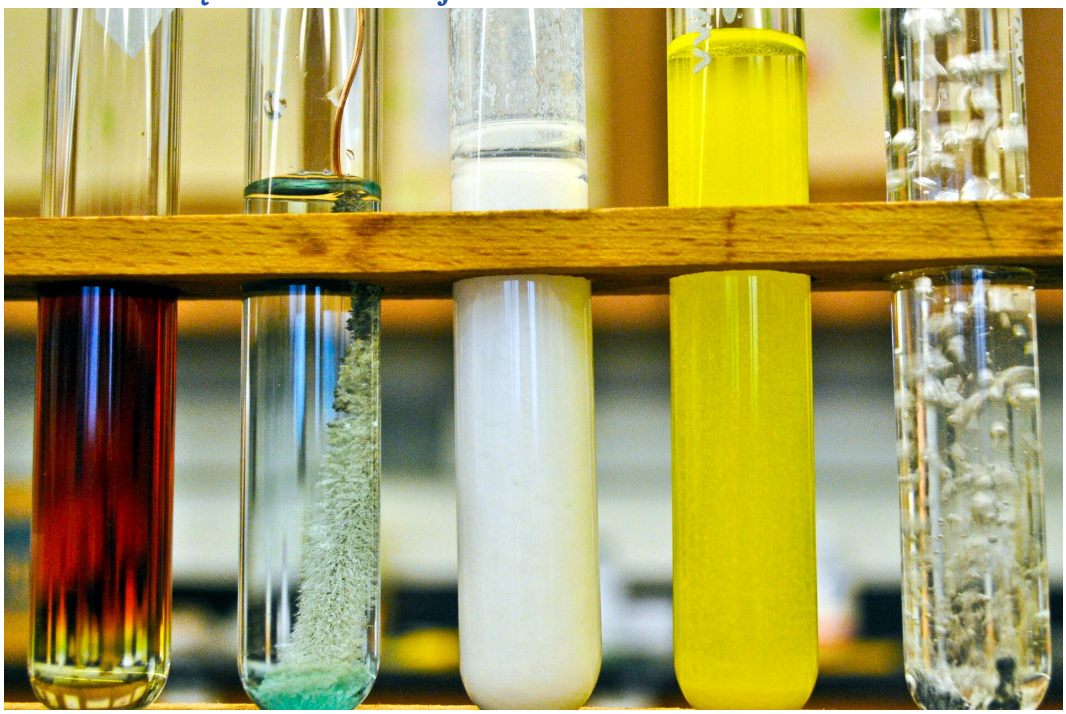
Dział I. Substancje i ich właściwości



Źródło: TheAlieness GiselaGiardino[23] (https://www.flickr.com), licencja: CC BY-SA 2.0.

Z czego zbudowany jest świat? Co kryje się wewnątrz atomu?

Dział II. Budowa wewnętrzna substancji



Źródło: paigggeyy (https://www.flickr.com), licencja: CC BY 2.0.

Jakie mogą być typy reakcji chemicznych i w jaki sposób można te reakcje zapisywać?

Dział III. Reakcje chemiczne

Źródło: Shawn Henning (http://commons.wikimedia.org), licencja: CC BY-SA 2.0.

W jaki sposób można otrzymać tlen, wodór czy dwutlenek węgla? Jakie zastosowanie mają gazy?

Dział IV. Powietrze i inne gazy

Źródło: MB-Fotografie (http://pixabay.com), licencja: CC0.

Dlaczego woda jest niezwykła?

Dział V. Woda i roztwory wodne

Źródło: usehung (https://www.flickr.com), licencja: CC BY 2.0.

Dlaczego wywar z czerwonej kapusty przybiera w zasadach zielone zabarwienie? Jaki kwas stosowany jest w akumulatorach, a jaki mamy w żołądku?

Dział VI. Zasady i kwasy

Źródło: Didier Descouens (http://commons.wikimedia.org), licencja: CC BY-SA 4.0.

Czy sól używana w kuchni jest solą w znaczeniu chemicznym? Jak działają leki na „zgagę”? W jakim celu wapnuje się glebę?

Dział VII. Sole

Źródło: Michal Osmenda (http://commons.wikimedia.org), licencja: CC BY-SA 2.0.

Czy to możliwe, że Polska była potęgą w wydobyciu ropy naftowej?

Dział VIII. Węgiel i jego związki z wodorem

Źródło: YIM Hafiz (https://www.flickr.com), edycja: Krzysztof Jaworski, licencja: CC BY 2.0.

Co tak ładnie pachnie, czyli jakie właściwości i zastosowanie mają estry?

Dział IX. Pochodne węglowodorów

Źródło: cottonseedoil (https://www.flickr.com), licencja: CC BY 2.0.

Czy cukry, białka i tłuszcze można znaleźć tylko w kuchni? Czy skrobia i celuloza to cukry?

Dział X. Substancje chemiczne o znaczeniu biologicznym

> **Polecenie 7**
>
> Zastanów się, który z działów może być dla ciebie najbardziej interesujący. Podziel się swoją opinią z osobami w klasie.

3. Co będzie oceniane na lekcjach chemii?

Elementy, które mogą być ocenianie na lekcjach chemii.

Polecenie 8

Uporządkuj według ważności elementy podlegające ocenie na lekcjach chemii:

- aktywność na lekcji,
- wypowiedzi ustne,
- prace pisemne – kartkówki,
- prace pisemne – sprawdziany,
- prace projektowe,
- czynności laboratoryjne,
- przestrzeganie przepisów BHP,
- dbałość o stanowisko pracy,
- prowadzenie zeszytu,
- inne (tu wpisz jakie).

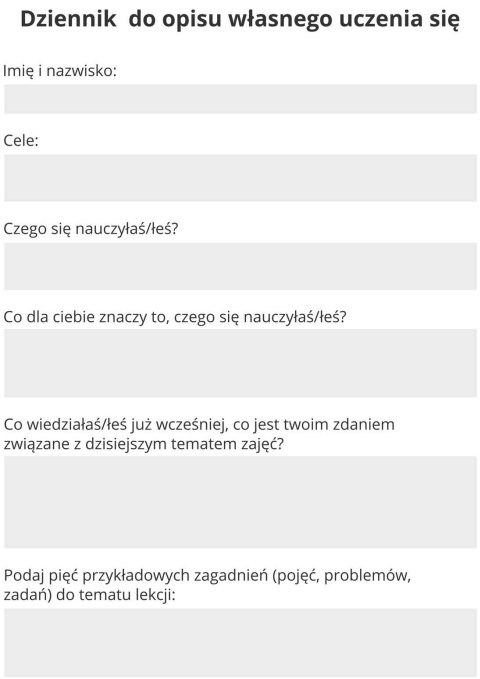
Polecenie 9

Na podstawie informacji przekazanych podczas lekcji przygotuj notatkę pt. „Zasady oceniania na lekcjach chemii". Uwzględnij w niej:

- liczbę możliwych nieprzygotowań w semestrze;
- zakres materiału, jaki mogą obejmować niezapowiedziane odpowiedzi ustne i kartkówki;
- informacje na temat możliwości poprawy sprawdzianu.

Polecenie 10

Narzędziem ułatwiającym ocenę tego, czego nauczyłeś się na kolejnych lekcjach chemii, może być tabela.
Przygotuj według poniższego wzoru „Dziennik uczenia się” i wypełniaj go po każdej lekcji.



Dziennik do opisu własnego uczenia się

Imię i nazwisko:

Cele:

Czego się nauczyłaś/łeś?

Co dla ciebie znaczy to, czego się nauczyłaś/łeś?

Co wiedziałaś/łeś już wcześniej, co jest twoim zdaniem związane z dzisiejszym tematem zajęć?

Podaj pięć przykładowych zagadnień (pojęć, problemów, zadań) do tematu lekcji:

Źródło: Krzysztof Jaworski, Małgorzata Bartoszewicz, licencja: CC BY 3.0.

4. Ciekawostki chemiczne

W naszym otoczeniu i w naszym organizmie przez cały czas zachodzą reakcje chemiczne. Obserwujesz je na co dzień, nie zdając sobie z tego sprawy. Czy wiesz, że podczas gotowania i pieczenia także zachodzą reakcje chemiczne?

Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Źródło: Małgorzata Bartoszewicz, rich115 (https://www.flickr.com, Aitor Garcia(https://www.flickr.com), John Loo (https://www.flickr.com), aka Jens Rost (https://www.flickr.com), David Muelheims (http://commons.wikimedia.org), rkramer62 (https://www.flickr.com), Nikodem Nijaki (http://commons.wikimedia.org), cwbuecheler (http://www.flickr.com), Kevin MacLeod (http://incompetech.com), Krzysztof Jaworski, licencja: CC BY-SA 3.0.

Nagranie przedstawia różne ciekawostki związane z obecnością chemii i reakcji chemicznych wokół nas, naszym otoczeniu, a nawet nas samych. Ma postać pokazu slajdów, którym towarzyszy komentarz lektora. Pierwszy slajd to zdjęcie wnętrza siłowni. Na pierwszym planie widać ramię mężczyzny o dobrze rozwiniętym bicepsie podnoszącego ciężarek. Drugi slajd przedstawia przekrojony na pół bochenek chleba na białym tle. Trzeci slajd przedstawia stos jajek na czarnym tle. Czwarty slajd przedstawia deskę kuchenną pełną różnego rodzaju serów. Piąty slajd przedstawia trawiastą łąkę koszoną przez dużą kosiarkę do trawy. Szósty slajd przedstawia zamknięte szklane naczynie z zawartością świecącą na niebiesko w zupełnych ciemnościach. Siódmy slajd przedstawia rosnące w polu wierzby. Ósmy slajd przedstawia elegancki czarny cylinder na białym tle.

Praca domowa

Polecenie 11.1

„Chemiczny wulkan”
Przygotuj proszek do pieczenia, ocet (10-procentowy roztwór kwasu octowego), mały słoik, piasek lub plastelinę, dużą miskę.
Mały słoik wstaw do miski i obsyp piaskiem bądź oklej plasteliną, aby powstała w ten sposób „góra” miała kształt stożka, podobnego do wulkanu. Do słoika wsyp pół małego opakowania proszku do pieczenia i wlej niewielką ilość octu. Obserwuj zachodzące zmiany.

Do doświadczenia „Chemiczny wulkan” przygotuj arkusz samooceny, czyli dziennik uczenia się.

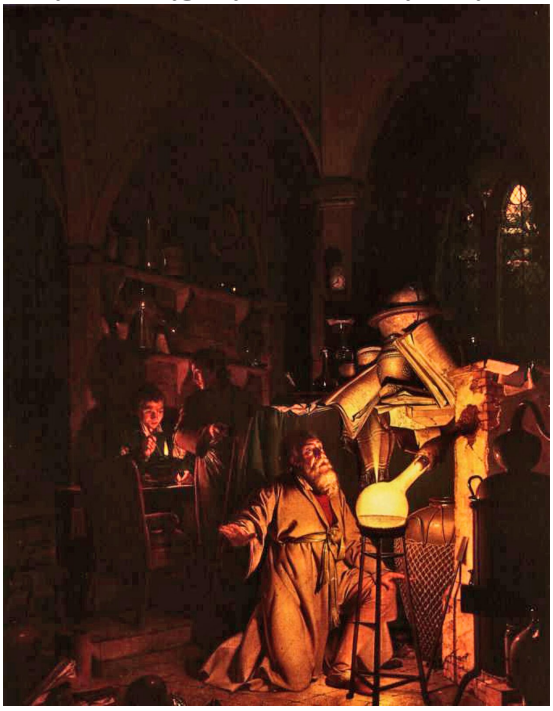
Zadania

Ćwiczenie 1

Źródło: Małgorzata Bartoszewicz, licencja: CC BY 3.0.

Chemia na co dzień

Oglądając filmy o czarach i magii lub czytając książki, np. „Harry Potter i kamień filozoficzny", można dowiedzieć się, czym interesowali się alchemicy. Czy alchemia i chemia mają ze sobą coś wspólnego? Kim właściwie jest chemik? Czym się zajmuje? Czy chemia jest częścią życia każdego człowieka? Co chemia ma wspólnego z gotowaniem i sprzątaniem oraz z najnowszymi osiągnięciami medycznymi i technologicznymi?



Joseph Wright (czyt. dżozef rajt) „Alchemik", 1768 r.

Już wiesz

- w jaki sposób należy właściwie korzystać z dostępnych produktów chemicznych;
- w jaki sposób należy prowadzić obserwację zjawisk przyrodniczych oraz wykonywać proste eksperymenty i interpretować ich wyniki;
- że niektóre produkty chemiczne są niebezpieczne.

Nauczysz się

- oceniać znaczenie chemii w życiu codziennym;
- podawać przykłady gałęzi przemysłu związanego z chemią;
- wymieniać nazwiska znanych chemików i przedstawiać ich osiągnięcia;
- opisywać znaczenie piktogramów ostrzegawczych umieszczanych na etykietach środków stosowanych w twoim otoczeniu;
- uzasadniać konieczność specjalnego oznakowania niebezpiecznych substancji chemicznych i ich mieszanin.

1. Czym jest alchemia?

Początków chemii należy szukać w alchemii, która była połączeniem mitów, religii i filozofii oraz prac eksperymentalnych z użyciem sprzętu laboratoryjnego.

Alchemia wywodzi się z praktyk kapłanów starożytnego Egiptu, którzy zajmowali się m.in. balsamowaniem i mumifikacją ciał zmarłych, a także produkcją barwników, maści oraz kosmetyków. W późniejszym okresie alchemicy poszukiwali kamienia filozoficznego, czyli substancji pozwalającej zamieniać metale w złoto. W swoich badaniach alchemicy często odwoływali się do magii. Starali się odkryć eliksir nieśmiertelności oraz środek leczący wszystkie choroby – panaceum. Rozkwit alchemii miał miejsce nie tylko w starożytnym Egipcie i w Europie, ale przede wszystkim w Chinach i Indiach. Azjatyccy alchemicy poszukiwali głównie recepty na nieśmiertelność.

„Alchemik" Joseph Leopold Ratinckx (1860–1937); Dżabir Ibn Hajjan (Geber) na XV w. europejskim wizerunku; „Alchemik" W. Fettes Douglas (1822-1891); „Alchemik" J. Paul Getty (1663)

W jaki sposób alchemicy opisywali eksperymenty?

Do opisu eksperymentów alchemicy stosowali kody, symbole oraz skomplikowane ilustracje smoków, wojowników i potworów. Wąż pożerający własny ogon to symbol wiedzy tajemnej i zmian nieustannie zachodzących w przyrodzie.

Symbole wiedzy tajemnej („Aszdod i droga do ukrytego złota filozofów" Basilius Valentinus (1659); „Kamień filozoficzny" Lucas Jennis (1625); „Atalanta Fugiens" Michael Maier (1617))

> **Ciekawostka**

W Pradze znajduje się słynna Złota Uliczka (*Zlatá ulička*) zabudowana szeregiem małych domków, których szerokość miejscami nie przekracza jednego metra. Według podań to właśnie tutaj pracowali alchemicy i złotnicy cesarza Rudolfa II Habsburga (władcy Węgier, Austrii i Czech z XVI/XVII w.).

Złota Uliczka latem

Złota Uliczka zimą

Cesarz Rudolf II Habsburg gościł na swym praskim dworze wielu alchemików, w tym Polaka Michała Sędziwoja, którego pracownia mieściła się w wieży (zwanej Kurzą Stopką) w Zamku Królewskim na Wawelu. Według przekazów Sędziwój podczas audiencji na Hradczanach, w obecności Rudolfa II i jego największych dostojników, zaprezentował

> swój najznamienitszy eksperyment: do tygla wrzucił kawałek ołowiu, który zamienił się w sztabkę złota. Chcąc osiągnąć zamierzony efekt, Sędziwój najprawdopodobniej posłużył się tyglem o podwójnym dnie bądź też powlekł sztabkę złota rtęcią, tak by odzyskała swoją złotą barwę dopiero po ogrzaniu w tyglu. Niemniej, Rudolf II po tym wydarzeniu nakazał wykuć napis: „Niechaj zrobi to ktokolwiek inny, co zrobił Sędziwój Polak". Inny alchemik, Edward Kelley, który twierdził, że udało mu się odkryć kamień filozoficzny, miał mniej szczęścia – kiedy nie dopełnił tajemnicy i nie zaczął produkować złota, Rudolf II uwięził go w Białej Wieży znajdującej się na Złotej Uliczce.
>
>
>
> Kurza Stopka, Wawel, Kraków

2. Czym zajmuje się chemia?

Nauki przyrodnicze zajmują się badaniem otaczającego nas świata. Jedną z nauk przyrodniczych jest chemia, która koncentruje się na badaniu:

- z czego składają się substancje (czyli na poznaniu ich budowy);
- co można z substancji otrzymać (czyli na poznaniu ich właściwości, odkryciu i zastosowaniu);
- jak substancje mogą być wytwarzane (czyli na poszukiwaniu metod ich otrzymywania);
- jak i dlaczego substancje mogą się zmieniać.

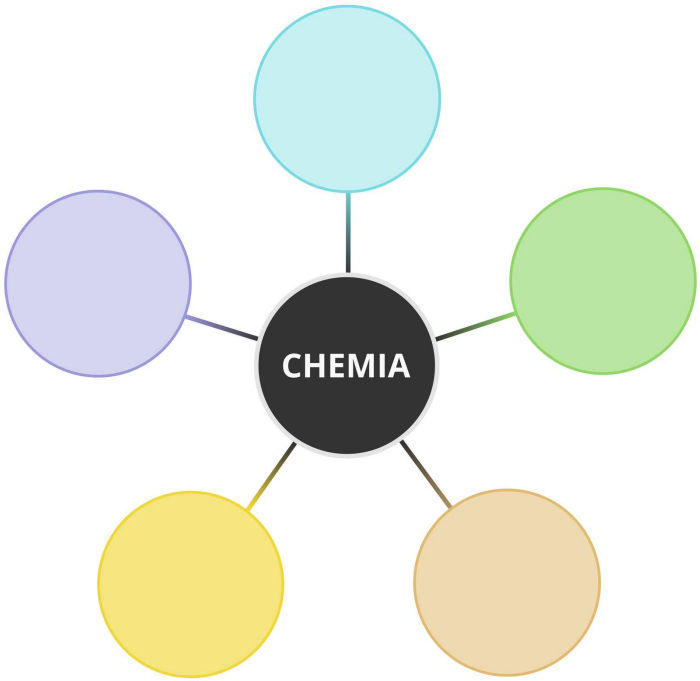
Do nauk przyrodniczych zalicza się także biologię, geografię i fizykę.

Chemia jest obecna niemal w każdej dziedzinie naszego życia. Wtedy, gdy zażywamy leki, gotujemy i spożywamy posiłki, wykonujemy badania medyczne czy dobieramy ubrania

odpowiednie do danej pory roku lub uprawianej dziedziny sportu. Zastanów się, jak rozwój chemii wpłynął na codzienne życie każdego z nas.

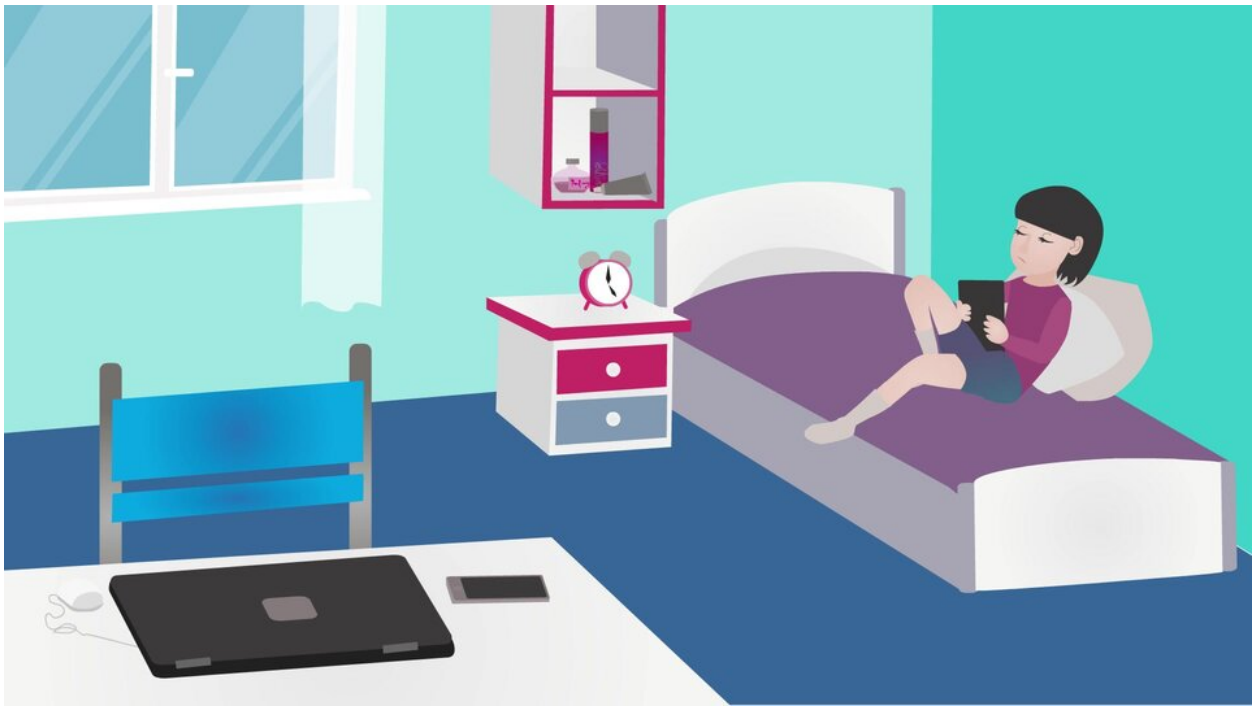
Polecenie 1

Utwórz mapę mentalną w zeszycie według przedstawionego wzoru. Uzupełnij puste pola swoimi skojarzeniami ze słowem *chemia*. Mapę możesz rozbudować o dodatkowe pola.



Źródło: Krzysztof Jaworski, licencja: CC BY 3.0.

Czy wyobrażasz sobie dzień bez chemii?



Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Źródło: Tomorrow Sp.z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Animacja prezentująca zbiór sytuacji, w których przedmioty codziennego użytku okazują się nieistnieć.

Z czym kojarzysz słowo *chemia***?****

Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Źródło: Tomorrow Sp.z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Film przedstawiający sondę uliczną gdzie kilku osobom zadaje się dwa pytania: z czym kojarzy się Tobie słowo chemia? i czym zajmowali się alchemicy?

> **Polecenie 2**
>
> Znajdź w swoim otoczeniu 5 przedmiotów, których wyprodukowanie było możliwe dzięki osiągnięciom chemii.

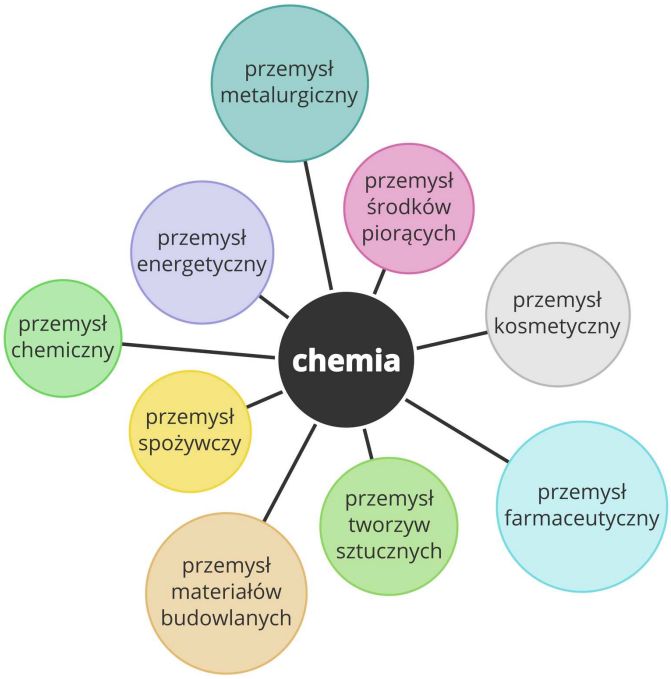
Zasób interaktywny dostępny pod adresem https://zpe.gov.pl/a/DEEmlA3yL

Źródło: Dariusz Adryan, Michał Szymczak, licencja: CC BY 3.0.

Zasób interaktywny dostępny pod adresem https://zpe.gov.pl/a/DEEmlA3yL

Źródło: Dariusz Adryan, Michał Szymczak, licencja: CC BY 3.0.

Jakie gałęzie przemysłu są związane z chemią?



Gałęzie przemysłu związane z chemią

Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Źródło: Tomorrow Sp.z o.o., "Steve Pomeroy (https://www.flickr.com), epSos .de(https://www.flickr.com), Maria Morri (https://www.flickr.com), Boegh (https://www.flickr.com), Watershed Post(https://www.flickr.com), Seattle Municipal Archives(https://www.flickr.com), Gabriel Hess (https://www.flickr.com), jaymethunt (https://pixabay.com), Neil Turner (https://www.flickr.com), Gabriel Hess (https://www.flickr.com), Nadja Tatar (https://www.flickr.com); BitchBuzz (https://www.flickr.com), Maria Morri (https://www.flickr.com), Maria Morri (https://www.flickr.com), Nina Hale (https://www.flickr.com) Nina Hale (https://www.flickr.com), B. (https://www.flickr.com), e-Magine Art (https://www.flickr.com) , a cunha1973 (https://pixabay.com), DFID - UK Department for International Development (https://commons.wikimedia.org), Grubb at English Wikipedia (https://commons.wikimedia.org), SnapwireSnaps (https://pixabay.com), licencja: CC BY-SA 2.0.

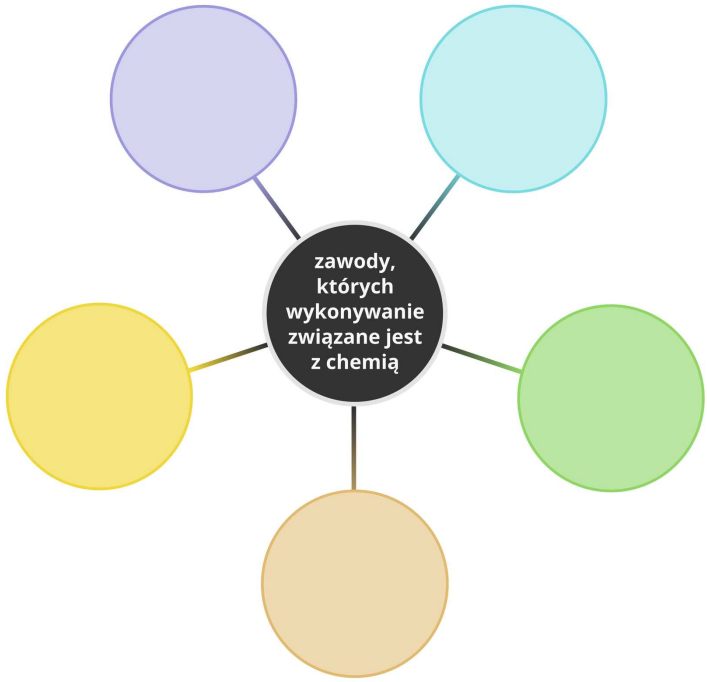
Chemia w życiu codziennym

Chemia to nauka badająca właściwości substancji, a zwłaszcza zachodzące w nich przemiany. To nauka eksperymentalna, czyli oparta na obserwacjach, podobnie jak fizyka. Obie te dziedziny wiedzy należą do nauk przyrodniczych i stanowią ich podstawę. Wiadomości z chemii i fizyki są wykorzystywane do wyjaśniania zjawisk zachodzących w przyrodzie martwej i ożywionej. Podstawowa znajomość chemii jest bardzo ważna w życiu codziennym każdego człowieka, a wiedza chemiczna jest przydatna w wielu zawodach.

3. Zawód – chemik?

Polecenie 3

Utwórz mapę mentalną w zeszycie według przedstawionego wzoru. Uzupełnij puste pola nazwami zawodów, których wykonywanie jest związane z chemią.



Źródło: Krzysztof Jaworski, licencja: CC BY 3.0.

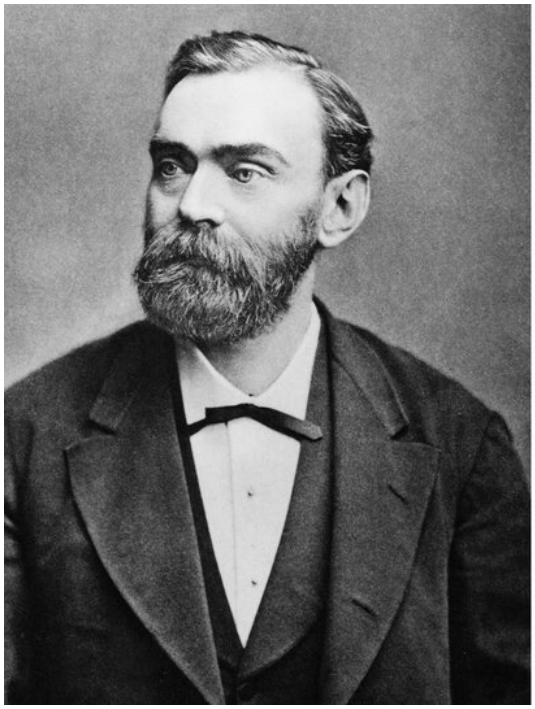
Warto uczyć się chemii, ponieważ pomaga ona zrozumieć otaczający nas świat. Dzięki tej wiedzy możemy dowiedzieć się, jak działa płyn do rozmrażania szyb, środek do udrażniania rur, proszek do prania, proszek do pieczenia czy tabletka od bólu głowy. Znajomość chemii umożliwia przemyślany wybór produktów codziennego użytku.

Dorobek chemii wykorzystują lekarze, pielęgniarze, dentyści, farmaceuci, fizjoterapeuci, lekarze weterynarii, inżynierowie, strażacy, policjanci, kierowcy ciężarówek, hydraulicy,

malarze, fryzjerzy, kucharze, nauczyciele przedmiotów przyrodniczych… Ta lista może być długa.

Dobrze wykształcony chemik jest człowiekiem o wszechstronnej wiedzy i umiejętnościach, rozumiejącym procesy zachodzące w przyrodzie. Absolwenci wydziałów chemicznych polskich uczelni są przygotowani do pracy w różnych instytucjach. Po studiach mogą znaleźć zatrudnienie w szkolnictwie, instytutach naukowo-badawczych, laboratoriach analitycznych, przedsiębiorstwach chemicznych, a także w polskich i zagranicznych przedsiębiorstwach handlowych, zajmujących się dystrybucją odczynników i sprzętu pomiarowego.

> **Ciekawostka**
>
> Czasem do odkryć naukowych dochodzi się przypadkowo. Takim szczęściarzem był Ralph Wiley (czyt. ralf łajli), który w 1933 r. podczas studiów pracował w laboratorium jako osoba myjąca sprzęt szklany. Pewnego dnia, nie mogąc domyć kolby pokrytej z zewnątrz cienką warstwą półprzezroczystej, twardej substancji, dostrzegł, że ma ona ciekawe właściwości, i zgłosił swoim przełożonym, że ktoś przypadkiem uzyskał nową substancję. W ten sposób Ralph Wiley stał się znany jako odkrywca polichlorku winylidenu (PVDC), który obecnie znajduje zastosowanie do produkcji rur, lakierów antykorozyjnych, elementów aparatury chemicznej i tkanin tapicerskich.
> **Ciekawostka**
>
> Anegdota – Chemik z przymrużeniem oka …
> „Chemik to osoba rozwijająca ogólną teorię z wzorów wyprowadzonych z niewielką dokładnością z wątpliwych założeń opartych na podejrzanych tabelach wyników uzyskanych na podstawie niejednoznacznych eksperymentów przeprowadzonych za pomocą niedokładnej aparatury przez osoby o wątpliwej sprawności i mentalności.”
> „Chemistry in Action” (nr 38/92), „Kurier Chemiczny” (nr 5/94)



Alfred Nobel
(1833-1896)

Znany z:
wynalezienia dynamitu

Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Źródło: Tomorrow Sp.z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Zdjęcie przedstawiające znanych chemików: Jędrzej Śniadecki (1768-1838), Ludwik Pasteur (1822-1895), Alfred Nobel (1833-1896), Dymitr Mendelejew (1834-1907), Maria Skłodowska-Curie (1867-1934), Ignacy Mościcki (1867-1946).

---

4. Co to są piktogramy?

Podczas sprzątania łazienki i kuchni można używać m.in. środków do dezynfekcji, udrażniania rur, a także płynów do usuwania kamienia lub rdzy. Składnikami takich preparatów często są substancje, które niewłaściwie użyte, mogą być groźne dla zdrowia. W celu zapewnienia bezpieczeństwa osobom mającym kontakt z takimi środkami opracowano znaki i symbole ostrzegawcze – piktogramy informujące o zagrożeniach związanych z używaniem takich substancji. Informacje te dają możliwość zastosowania odpowiednich środków ochrony ogólnej i osobistej, a także właściwego przygotowania miejsca pracy.

Obowiązujące do 2015 roku piktogramy ostrzegawcze mają kształt pomarańczowego kwadratu z czarnym nadrukiem. Obecnie są one zastępowane przez nowe wzory piktogramów: białe romby (kwadraty) z czerwoną obwódką.
Aby zapewnić ochronę zdrowia ludzkiego oraz ochronę środowiska i ułatwić wymianę handlową pomiędzy krajami w ramach struktury Organizacji Narodów Zjednoczonych (ONZ), opracowano ujednolicone kryteria klasyfikacji i oznakowania substancji i mieszanin pod nazwą GHS (*Globally Harmonized System* – Globalny System Zharmonizowany). System GHS zawiera zasady informowania o możliwych zagrożeniach powodowanych przez chemikalia oraz wymogi dotyczące oznakowania etykiet i kart charakterystyki substancji.

Piktogram ostrzegawczy na opakowaniu; piktogramy ostrzegawcze; postępowanie z substancjami potencjalnie niebezpiecznymi

Karta charakterystyki to dokument zawierający informacje o możliwych zagrożeniach związanych z użytkowaniem określonych środków chemicznych. Sporządza się ją dla substancji i mieszanin niebezpiecznych. Powinna ona być napisana prostym i zrozumiałym językiem oraz zawierać 16 obowiązkowych punktów, w tym:

- wszystkie niezbędne dane dotyczące zagrożeń;
- informacje dotyczące producenta, importera lub dystrybutora
- datę sporządzenia bądź aktualizacji karty.

Oznakowanie kart charakterystyki substancji

NR SEKCJI	**TYTUŁ**	**ZAWARTOŚĆ**
SEKCJA 1	Identyfikacja substancji / mieszaniny i identyfikacja przedsiębiorstwa	Identyfikator produktu
		Istotne zidentyfikowane zastosowania substancji lub mieszaniny oraz zastosowania odradzane
		Dane dotyczące dostawcy karty charakterystyki
		Numer telefonu alarmowego
SEKCJA 2	Identyfikacja zagrożeń	Klasyfikacja substancji lub mieszaniny
		Elementy oznakowania
		Inne zagrożenia
SEKCJA 3	Skład / informacja	Substancje

NR SEKCJI	o składnikach TYTUŁ	ZAWARTOŚĆ
	Środki pierwszej pomocy	Mieszaniny
SEKCJA 4		Opis środków pierwszej pomocy
		Najważniejsze ostre i opóźnione objawy oraz skutki kontaktu z substancją
		Wskazania dotyczące wszelkiej natychmiastowej pomocy lekarskiej i szczególnego postępowania z poszkodowanym
SEKCJA 5	Postępowanie w przypadku pożaru	Środki gaśnicze
		Szczególne zagrożenia związane z substancją lub mieszaniną
		Informacje dla straży pożarnej
SEKCJA 6	Postępowanie w przypadku niezamierzonego uwolnienia do środowiska	Indywidualne środki ostrożności, wyposażenie ochronne i procedury w sytuacjach awaryjnych
		Środki ostrożności w zakresie ochrony środowiska
		Metody i materiały zapobiegające rozprzestrzenianiu się skażenia i służące do usuwania skażenia
		Odniesienia do innych sekcji
SEKCJA 7	Postępowanie z substancjami i mieszaninami oraz ich magazynowanie	Środki ostrożności dotyczące bezpiecznego postępowania
		Warunki bezpiecznego magazynowania
		Szczególne zastosowanie(a) końcowe
SEKCJA 8	Kontrola narażenia / środki ochrony indywidualnej	Parametry dotyczące kontroli
		Kontrola narażenia
SEKCJA 9	Właściwości fizyczne i chemiczne	Informacje na temat podstawowych właściwości fizycznych i chemicznych
		Inne informacje
SEKCJA 10	Stabilność i reaktywność	Reaktywność

NR SEKCJI	TYTUŁ	ZAWARTOŚĆ
		Stabilność chemiczna
		Możliwość występowania niebezpiecznych reakcji
		Warunki, których należy unikać
		Materiały niezgodne
		Niebezpieczne produkty rozkładu
SEKCJA 11	Informacje toksykologiczne	Informacje dotyczące skutków toksykologicznych
SEKCJA 12	Informacje ekologiczne	Toksyczność
		Trwałość i zdolność do rozkładu
		Zdolność do bioakumulacji
		Mobilność w glebie
		Inne szkodliwe skutki działania
SEKCJA 13	Postępowanie z odpadami	Metody unieszkodliwiania odpadów
SEKCJA 14	Informacje dotyczące transportu	Numer UN (numer ONZ)
		Prawidłowa nazwa przewozowa
		Klasa(-y) zagrożenia w transporcie
		Grupa pakowania
		Zagrożenia dla środowiska
		Szczególne środki ostrożności dla użytkowników
SEKCJA 15	Informacje dotyczące przepisów prawnych	Przepisy prawne dotyczące bezpieczeństwa, zdrowia i ochrony środowiska specyficzne dla substancji lub mieszaniny
		Ocena bezpieczeństwa chemicznego
SEKCJA 16	Inne informacje	

Polecenie 4

Odszukaj na etykietach domowych środków do czyszczenia piktogramy. Narysuj je w zeszycie i napisz co oznaczają. Zastanów się, jakie zagrożenia mogą spowodować oznaczone w ten sposób preparaty.

Polecenie 5

Wyszukaj w Internecie przykładową kartę charakterystyki wodorotlenku sodu i porównaj ją z punktami tabeli Oznakowanie kart charakterystyki substancji.

Czy piktogramy są potrzebne?

Doświadczenie 1

Sprawdzenie działania płynu do wybielania tkanin albo płynu czyszcząco-dezynfekującego na białko jaja kurzego.

Doświadczenie należy wykonywać w rękawicach i okularach ochronnych.

Co będzie potrzebne

- preparat do wybielania tkanin (na bazie chloru) lub płyn czyszcząco-dezynfekujący do toalet (na bazie chloru),
- ugotowane białko jaja kurzego,
- szalka Petriego,
- bagietka.

Instrukcja

1. Uważnie przeczytaj informacje na opakowaniu płynu.
2. Zanurz bagietkę w płynie. Zachowując szczególną ostrożność, nanieś kilka kropli płynu na kawałek białka jaja kurzego znajdującego się na szalce Petriego.
3. Badaną próbkę pozostaw na kilka minut.

Podsumowanie

Obserwacje: Na opakowaniu płynu czyszcząco-dezynfekującego znajdują się piktogramy oznaczające substancję drażniącą i niebezpieczną dla środowiska. Po otwarciu opakowania z płynem do wybielania tkanin albo płynem czyszcząco-dezynfekującym wydziela się

nieprzyjemny, ostry zapach. Po naniesieniu kilku kropel płynu na białko jaja zobaczymy, że zmienia ono barwę z białej na ciemnożółtą.

Wniosek: Zarówno płyn do wybielania tkanin, jak i płyn czyszcząco-dezynfekujący do toalet wywołują widoczne zmiany w wyglądzie białka (a także jego strukturze). Używając tego typu środków, należy chronić oczy, skórę i odzież przed ich szkodliwym działaniem.

Piktogramy na czyszcząco-dezynfekujących płynach do wybielania tkanin

Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Źródło: Tomorrow Sp.z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Zdjęcie lub rysunek produktów czyszczących, piorących, wybielających, rozpuszczalników, farb czy rozpałki do grilla.

Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

Ciekawostka

Niektóre produkty, np. zabawki, są oznaczane symbolem „CE". Skrót ten pochodzi od francuskich słów *Conformité Européenne*,co znaczy „zgodny z dyrektywami Unii Europejskiej". Dyrektywy te są związane **z zagadnieniami bezpieczeństwa użytkowania, ochrony zdrowia i ochrony środowiska**, określają zagrożenia, które producent powinien wykryć i wyeliminować. Oznaczając swój wyrób znakiem CE, producent deklaruje, że spełnia on wszystkie wymagania określone w przepisach. Łudząco podobne do znaku „CE" jest oznakowanie rzeczy eksportowanych przez Chiny: „*China Export (CE)*", którego umieszczenie nie oznacza spełnienia wymagań prawnych w zakresie bezpieczeństwa produktu.

Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

Podsumowanie

- Chemia jest nie tylko przedmiotem szkolnym, jest obecna w każdej dziedzinie naszego życia. Ma długą i ciekawą historię.
- Chemia to nauka zajmująca się badaniem składu i budowy substancji, ich przemianami oraz warunkami wpływającymi na szybkość tych przemian.
- Piktogramy ostrzegawcze umieszcza się na opakowaniach preparatów zawierających substancje niebezpieczne dla zdrowia i życia człowieka.

Praca domowa

Polecenie 6.1

Podaj 5 przykładów produktów wytwarzanych przez różne gałęzie przemysłu (np. przemysł kosmetyczny, petrochemiczny, tworzyw sztucznych) i uzasadnij, w jaki sposób przedmioty te są związane z chemią.

Polecenie 6.2

Odszukaj w Internecie lub w prasie zdjęcia 3 osób, których praca związana jest bezpośrednio z chemią. Opisz ich ubiór służbowy oraz stosowane przez nich środki ochrony. Pracę przedstaw w formie plakatu.

Polecenie 6.3

*Wyszukaj w różnych źródłach informacje na temat działalności Michała Sędziwoja. Streść legendę, według której miał on wpływ na przeniesienie stolicy z Krakowa do Warszawy.

Polecenie 6.4

*Korzystając z różnych źródeł (Internetu, książek), przygotuj krótką prezentację dotyczącą znanych chemików.

Dowiedz się więcej

Ranking największych polskich firm: branża chemiczna

Słowniczek

alchemia

dziedzina łącząca elementy naukowe (np. wiadomości z zakresu chemii i fizyki) i nienaukowe (np. praktyki magiczne, astrologię); badania alchemików koncentrowały się wokół prób odkrycia kamienia filozoficznego, panaceum oraz eliksiru nieśmiertelności

chemia

nauka badająca naturę i właściwości substancji, a zwłaszcza przemiany zachodzące między nimi

chemik

specjalista w zakresie jednej z podstawowych nauk przyrodniczych, zajmującej się właściwościami i strukturą pierwiastków i związków chemicznych oraz ich przemianami; w tym zawodzie z powodzeniem pracuje wiele kobiet

kamień filozoficzny

poszukiwana przez alchemików legendarna substancja, która miała zamieniać metale w złoto; obecnie jest synonimem, symbolem bezskutecznego poszukiwania czegoś cennego

panaceum

poszukiwany przez alchemików lek na wszystkie choroby potocznie: lekarstwo

piktogram

znak, który pełni funkcję informacyjną, umieszczony np. na opakowaniach niektórych produktów jako informacja
o rodzaju zagrożenia i skutkach, która może spowodować ich niewłaściwe użycie

przemysł chemiczny

jedna z gałęzi przemysłu przetwórczego, zajmująca się pozyskiwaniem i obróbką surowców; wyróżnia się: przemysł chemii organicznej (produkty wytwarzane są m.in. z węgla kamiennego, ropy naftowej i gazu ziemnego) i przemysł chemii nieorganicznej (produkty wytwarzane są m.in. z soli mineralnych i siarki)

Zadania

Ćwiczenie 1

Uporządkuj pod względem chronologicznym wydarzenia związane z rozwojem cywilizacji i historią chemii.

- Okres największego rozwoju alchemii. Arabscy alchemicy, eksperymentują używając do tego specjalnych kolb. Ich imperium wskutek podbojów rozrasta i sięga aż na tereny dzisiejszej Hiszpanii. Alchemia wkracza na europejski grunt.
- Alchemicy konstruują aparaturę laboratoryjną oraz opracowują metody rozdziału substancji. Zajmują się także alchemią lekarską (jatrochemią).
- Alchemia rozwija się w Babilonii, Sumerze, Egipcie, w Chinach i na Bliskim Wschodzie. Alchemicy poszukują eliksiru życia, panaceum oraz kamienia filozoficznego.
- W Aleksandrii powstaje największa biblioteka, do której pielgrzymują w poszukiwaniu tajemnej wiedzy ludzie z odległych zakątków świata.
- Powstaje praca Alchymia A. Libaviusa. Badania prowadzą do odkrycia wielu pierwiastków i związków chemicznych (m.in. fosforu, arsenu, kwasów mineralnych) i ich właściwości.
- Mumifikowanie, wytwarzanie barwników i leków roślinnych.

Źródło: Małgorzata Bartoszewicz, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 2

Uzupełnij zdania. Wybierz właściwe określenia spośród podanych.

[ ] razem z biologią, fizyką i geografią należą do nauk [ ], które opisują wszechświat i zjawiska w nim zachodzące. Chemia obecna jest we wszystkich dziedzinach naszego życia, a znajomość jej praw potrzebna jest do wytwarzania większości produktów. [ ] ostrzegawcze umieszczone na etykietach opakowań niektórych produktów wskazują na rodzaj zagrożenia, jakie może spowodować użycie tych substancji lub mieszanin. [ ] jest dokumentem, którego podstawowym celem jest informowanie o potencjalnych zagrożeniach związanych z daną substancją (mieszaniną), metodach zapobiegania im i procedurach, jakie należy wykonać w razie wystąpienia skażenia tą substancją (mieszaniną).

Matematyka | matematycznych | Piktogram | tajemnych | humanistycznych | Karty | Karta | Karta charakterystyki | Piktogramy | Chemia | przyrodniczych

Źródło: Małgorzata Bartoszewicz, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 3

Źródło: Małgorzata Bartoszewicz, licencja: CC BY 3.0.

Zastanów się, w którym opakowaniu znajdują się środki niebezpieczne, wybuchowe, a w którym – żrące i łatwopalne, a następnie wstaw piktogramy w odpowiednie miejsca.

Ćwiczenie 4.1

Zasób interaktywny dostępny pod adresem https://zpe.gov.pl/a/DEEmlA3yL

Źródło: Michał Szymczak, Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

Wstaw piktogramy w odpowiednie miejsca tabeli.

Ćwiczenie 5.1

Zasób interaktywny dostępny pod adresem https://zpe.gov.pl/a/DEEmlA3yL

Źródło: Tomorrow sp. z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Pracownia chemiczna

Miejscami pracy chemików są najczęściej laboratoria instytutów badawczych, firm farmaceutycznych, spożywczych czy zakładów przemysłowych. Dziś zajrzymy do takiego laboratorium, poznamy wygląd oraz zastosowanie sprzętu i szkła laboratoryjnego, a także zasady bezpieczeństwa obowiązujące podczas wykonywania eksperymentów chemicznych.

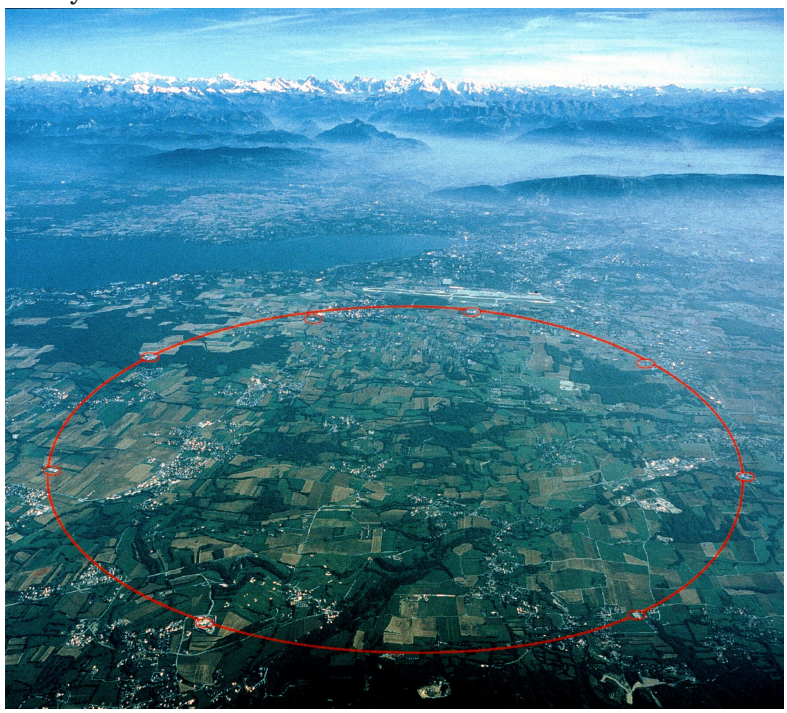
> **Już wiesz**
>
> - czym zajmuje się dziedzina nauki zwana chemią;
> - kim jest chemik i jak można nim zostać;
> - z jakimi gałęziami przemysłu jest związana chemia;
> - co oznaczają piktogramy umieszczane na etykietach środków stosowanych w twoim otoczeniu.
>
> **Nauczysz się**
>
> - jakie jest znaczenie laboratoriów w różnych dziedzinach nauki i przemysłu;
> - stosować w praktyce zasady bezpieczeństwa w pracowni chemicznej;
> - jaki jest cel przestrzegania regulaminu pracowni szkolnej i zastosujesz jego zasady podczas wykonywania eksperymentów i doświadczeń chemicznych;
> - udzielać pierwszej pomocy przedmedycznej w razie zagrożenia zdrowia (np. skaleczenia, oparzenia);
> - zidentyfikować sprzęt i szkło laboratoryjne oraz omawiać ich zastosowanie;
> - rozpoznawać oznaczenia znajdujących się w laboratorium substancji szkodliwych, żrących, wybuchowych, łatwopalnych i niebezpiecznych dla środowiska.

1. Gdzie prowadzi się badania naukowe?

Laboratorium jest miejscem tej części badań naukowych, które wymagają wykonywania eksperymentów w ściśle kontrolowanych warunkach.

Laboratoriami mogą być zarówno niewielkie pomieszczenia, jak i ogromne hale lub kompleksy badawcze wielkości dużego miasta – jak na przykład zajmujący znaczną powierzchnię ośrodek naukowo-badawczy Europejskiej Organizacji Badań Jądrowych CERN, położony na przedmieściach Genewy. Jedna z jego części: Wielki Zderzacz Hadronów, znajduje się w liczącym 27 kilometrów tunelu. Dużo mniejsze, ale bardzo ciekawe laboratoria chemiczne, biologiczne i fizyczne można zwiedzić w warszawskim

Centrum Nauki Kopernik. Tam, pod okiem specjalistów, samodzielnie wykonuje się różne niezwykłe eksperymenty.



Ośrodek naukowo-badawczy Europejskiej Organizacji Badań Jądrowych CERN

Jak wygląda laboratorium?

Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Źródło: Tomorrow Sp.z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Animacja zawierająca pokaz slajdów z wizyty w labratorium

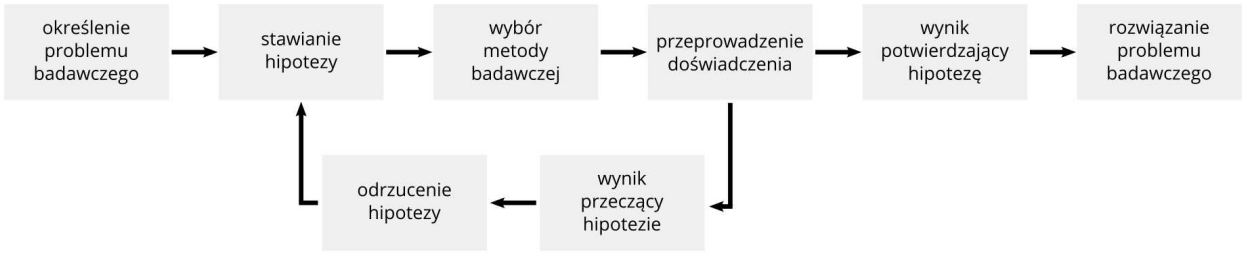
Czym różni się doświadczenie od eksperymentu?

Eksperyment jest podstawową metodą poznania naukowego. Od doświadczenia różni się tym, że obejmuje nie tylko wykonanie czynności laboratoryjnych zgodnie z instrukcją (jak to dzieje się w doświadczeniu), ale zakłada samodzielne stawianie hipotez i ich weryfikację.

Jakie są etapy eksperymentu naukowego? Czym jest hipoteza i jak ją zweryfikować?

Etapy eksperymentu naukowego:

1. Postawienie problemu (sytuacja problemowa „Czy…").
   Problem, aby był badawczy, musi być:
   1. precyzyjnie ujęty,
   2. możliwy do zbadania,
   3. użyteczny.
2. Stawianie hipotezy („Jeżeli…, to…" lub „Im…, tym…").
   Hipoteza to przypuszczenie:
   1. precyzyjnie ujęte,
   2. sformułowane w taki sposób, aby było łatwe do zweryfikowania,
   3. sprawdzalne doświadczalnie.
3. Wybór metody badawczej.
4. Przeprowadzenie doświadczenia.
5. Wynik potwierdza hipotezę albo zaprzecza hipotezie.
6. Rozwiązanie problemu badawczego lub odrzucenie błędnej hipotezy.



Źródło: Krzysztof Jaworski, Agnieszka Kamińska-Ostęp, Małgorzata Bartoszewicz, licencja: CC BY 3.0.

> **Ciekawostka**
>
> Pracownia chemiczna Jönesa Berzeliusa (czyt. jonsa beszeliusa), szwedzkiego chemika i mineraloga, była otoczona tajemnicą. Dlatego też pewien dziennikarz wypytywał służącą o przebieg prac Jönesa Berzeliusa:
> – Co Pan Berzelius robi w swoim laboratorium przez cały dzień?
> – Najpierw z samego rana przynoszę mu z szafy najrozmaitsze proszki, kryształy, płyny i inne chemikalia.
> – Co on z tym robi?
> – Zlewa do wielkiego naczynia.

– I co potem?
– Przelewa do naczynia mniejszego.
– No i?
– Potem wlewa to wszystko do kubła, a ja następnego dnia wylewam to do rynsztoka.
Z punktu widzenia osoby, która nie potrafiła zinterpretować wyników pracy chemika – odkrywcy wapnia (1808), selenu (1817), krzemu (1823), cyrkonu (1824), tytanu (1825) i toru (1828) – właśnie tak wyglądały czynności laboratoryjne wykonywane przez Berzeliusa.

Źródło: P.H. van den Heuvell(http://commons.wikimedia.org), edycja: Krzysztof Jaworski, public domain.

Polecenie 1

Zastanów się, gdzie badane są próbki krwi.
Jeśli jesteś fanem seriali kryminalnych, zwróć uwagę na to, gdzie i jakimi metodami badane są próbki z miejsc przestępstw. Poszukaj w dostępnych źródłach informacji na temat pracy w laboratorium kryminalistycznym.

2. Jak opisują doświadczenia chemiczne i jakich sprzętów używają chemicy?

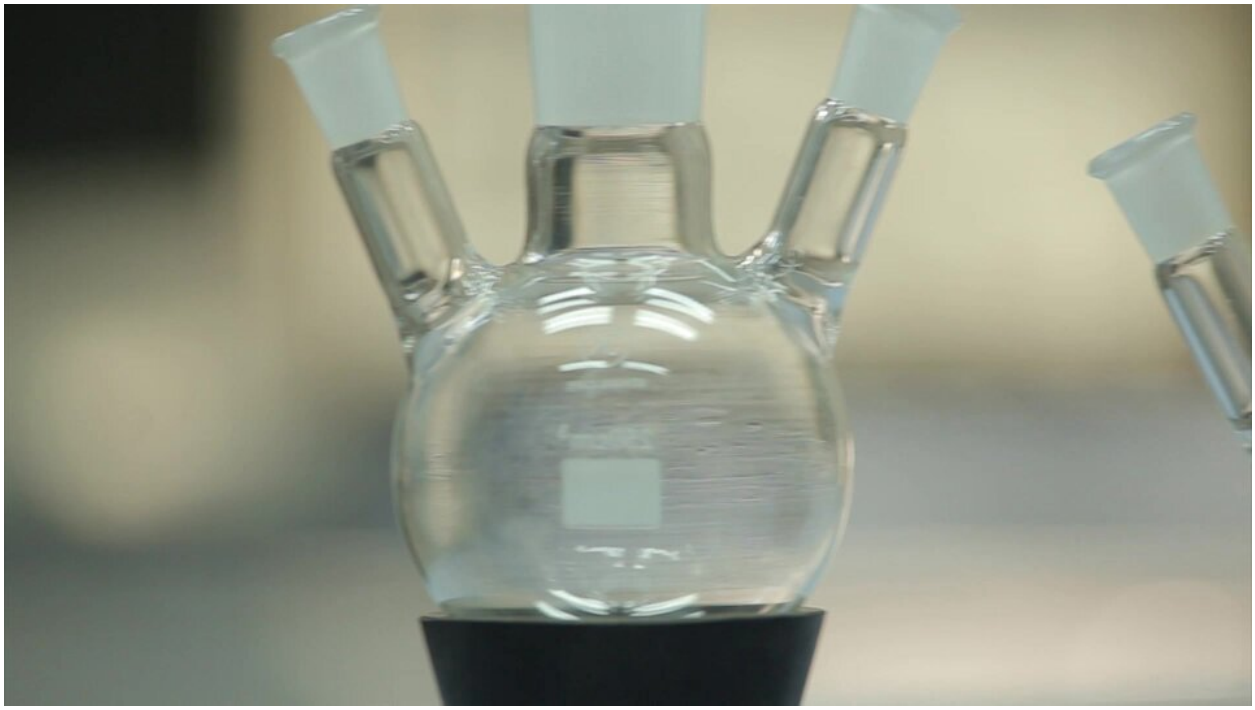
Jednym z ważniejszych elementów lekcji chemii są doświadczenia. Do ich wykonania niezbędne są: szkło laboratoryjne, czasem naczynia porcelanowe lub metalowe oraz sprzęt laboratoryjny. Znajomość ich nazw i zasad ich stosowania pozwala na bezpieczne eksperymentowanie.

Opis doświadczenia chemicznego powinien zawierać:

- tytuł doświadczenia
- wykaz sprzętu i szkła laboratoryjnego, które są potrzebne do przeprowadzenia danego doświadczenia
- wykaz niezbędnych odczynników
- opis czynności laboratoryjnych
- schemat doświadczenia
- obserwacje, czyli spostrzeżenia, jakich dokonujemy za pomocą zmysłu wzroku (np. zmiana barwy), węchu (charakterystyczny zapach), słuchu (charakterystyczny dźwięk) lub dotyku (ściany probówki nagrzały się): czyli co widzisz?, co słyszysz?, co możesz zmierzyć lub zważyć? W laboratorium obowiązuje zakaz jedzenia i picia, a także sprawdzania smaku substancji chemicznych.
- wnioski sformułowane na podstawie wykonanego doświadczenia (co z tego wynika?)

> **Zapamiętaj!**
>
> Nigdy nie używaj cylindrów i kolb miarowych do ogrzewania substancji chemicznych lub ich mieszanin. Może to spowodować ich rozkalibrowanie, a nawet pęknięcie. Naczynia te nie są wykonane ze szkła odpornego na wysoką temperaturę (żaroodpornego).

Jakie szkło, naczynia oraz sprzęt laboratoryjny możesz znaleźć w pracowni chemicznej?



Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Źródło: Tomorrow Sp.z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Film laboratoryjny pokazujące zastosowania szkła laboratoryjnego, lektor opowiadający o zastosowaniu każdego szkła: Probówka, Zlewka, Lejek, Krystalizator, Cylinder miarowy, Chłodnica, Wkraplacz, Szalka Petriego, Pipety miarowe

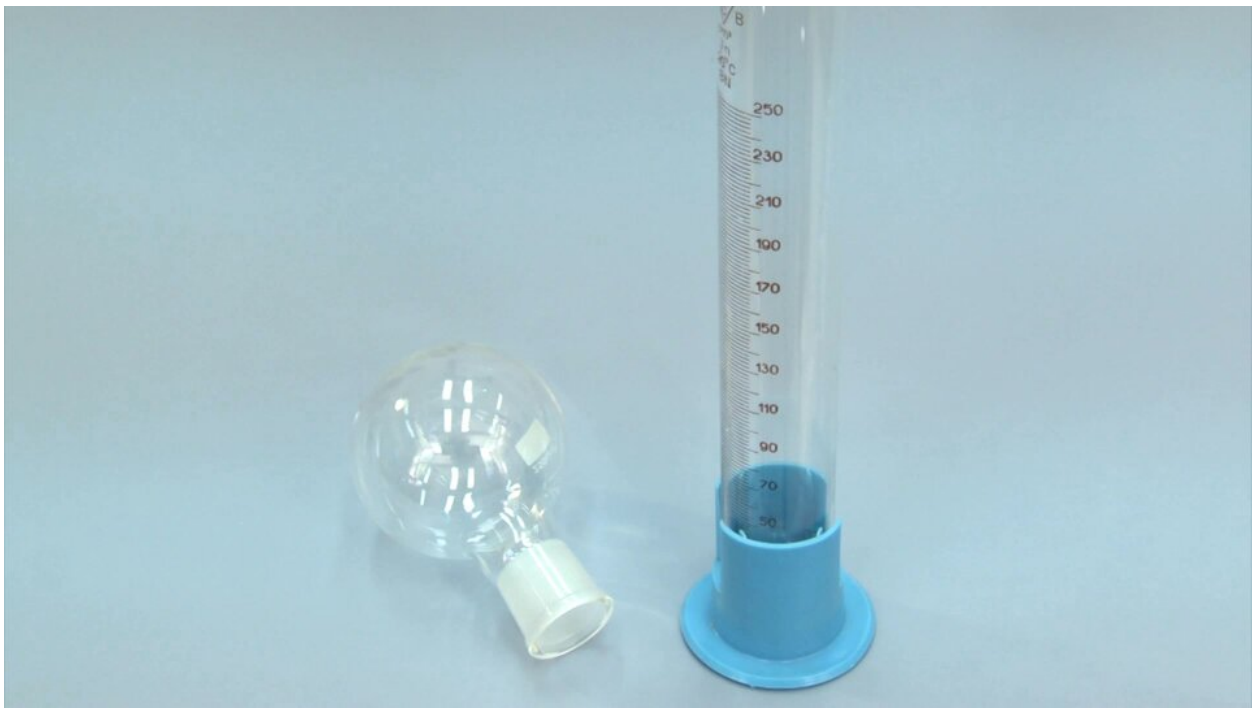
Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Źródło: Tomorrow Sp.z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Film przedstawiający sprzęt laboratoryjny, który zostaje omówiony przez lektora

---

W jaki sposób łączy się szkło laboratoryjne?



Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Źródło: Tomorrow Sp.z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Film przedstawia szkło laboratoryjne oraz aparaturę chemiczną używane w laboratorium, takie jak cylinder miarowy czy kolba okrągłodenna. Zostają przedstawione różne rodzaje

szkła laboratoryjnego: szkło sodowe, szkło potasowe, szkło jenajskie, szkło kwarcowe, a także ich najważniejsze cechy. Komentarz lektora zostaje zilustrowany odpowiednimi zdjęciami, wraz ze zbliżeniami kamery na poszczególne rodzaje stosowanego szkła

---

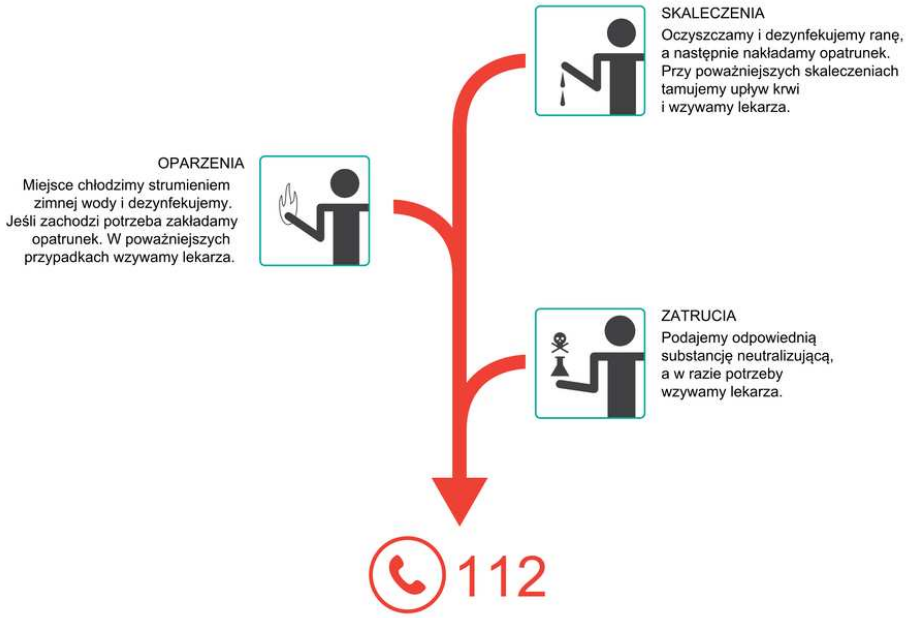
3. Jakie zasady pracy obowiązują w laboratorium?

> **Polecenie 2**
>
> Sporządź regulamin pracowni chemicznej. Zastanów się, jak należy zachować się w laboratorium. Z czego wynikają te zasady postępowania?

Przebywając w pracowni chemicznej, należy przestrzegać regulaminu i postępować zgodnie z zasadami bezpieczeństwa i higieny pracy (BHP).

- Do pracowni wchodzimy na polecenie i w obecności nauczyciela.
- Do pracowni chemicznej nie wnosimy żadnych materiałów bez pozwolenia nauczyciela.
- Doświadczenia wykonujemy ściśle według opisów z podręcznika lub podanych przez nauczyciela.
- Przed wykonaniem doświadczenia chemicznego należy nałożyć okulary, fartuch ochronny i zastosować inne środki ochrony osobistej (rękawice ochronne).
- Podczas pracy z substancjami oznaczonymi piktogramami ostrzegawczymi stosujemy szczególne środki ostrożności.
- Podczas wykonywania doświadczeń i po ich zakończeniu zachowujemy porządek.
- Wszystkie substancje, których używamy do przeprowadzania doświadczeń, traktujemy jako potencjalnie niebezpieczne, to znaczy nie dotykamy ich, nie sprawdzamy ich smaku i zapachu (w wyjątkowych sytuacjach badamy te właściwości na wyraźne na polecenie i pod nadzorem nauczyciela).
- Substancje wąchamy ostrożnie, z płucami wypełnionymi powietrzem, delikatnie nawiewając ich pary ruchem ręki w stronę nosa.
- Podczas ogrzewania substancji w probówce zwracamy szczególną uwagę, aby jej wylot skierowany był w stronę, gdzie nie przebywają żadne osoby.
- Z pracowni chemicznej nie wynosimy żadnych materiałów bez pozwolenia nauczyciela.
- Po wykonaniu doświadczeń myjemy starannie ręce.
- Wszystkie wypadki, takie jak np. skaleczenia, oparzenia lub rozlanie się substancji, zgłaszamy nauczycielowi.

Oznakowania informacyjne o konieczności zachowania odpowiednich środków ostrożności



Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Postępowanie w razie wypadku

Jak prawidłowo przeprowadzać podstawowe czynności laboratoryjne?

> **techniki laboratoryjne**
>
> to czynności, których opanowanie jest podstawowym warunkiem właściwej pracy eksperymentalnej; kolejność ich wykonywania nie jest dowolna, a znajomość czynności stanowi konieczny element do uzyskania poprawnych wyników i zapewnienia bezpieczeństwa w laboratorium

Doświadczenie 1

Wykonaj doświadczenie w okularach i rękawicach ochronnych.

Problem badawczy

W jaki sposób można bezpiecznie badać zapach nieznanych środków, np. spożywczych i kosmetycznych?

Hipoteza

Badanie zapachu należy przeprowadzać z zachowaniem szczególnych środków ostrożności. Badanie zapachu wykonujemy, zbliżając bezpośrednio do nosa badaną substancję.

Co będzie potrzebne

- statyw do probówek,
- probówki,
- woda,
- aromat do ciasta,
- ocet,
- zmywacz do paznokci.

Instrukcja

1. Do probówek nalej niewielkie ilości:

1. wody,
2. aromatu do ciasta,
3. zmywacza do paznokci,
4. octu.

2. Zbliż naczynia z badanymi substancjami na odległość około 20 cm od nosa, a następnie kieruj pary substancji, nawiewając je ręką w stronę nosa.

Podsumowanie

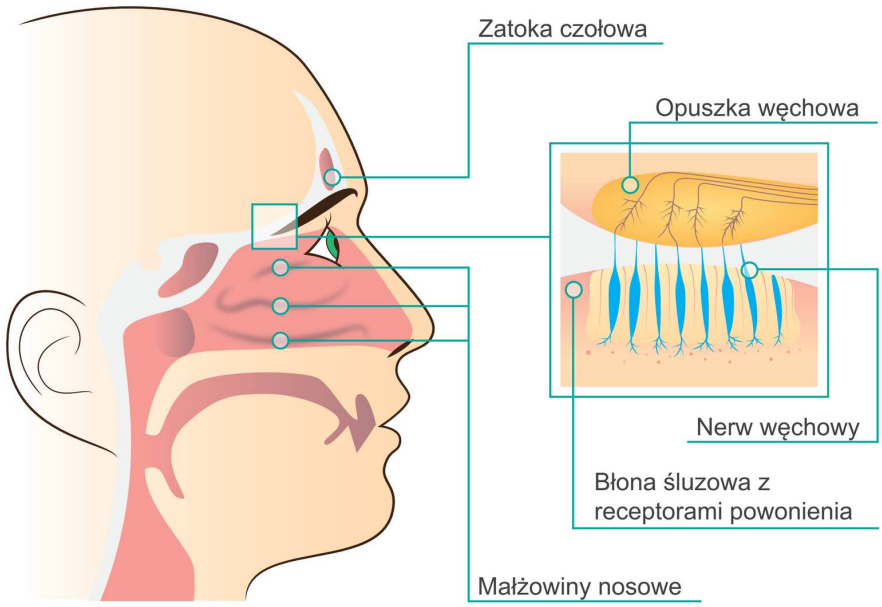
Nie można wyczuć zapachu substancji znajdującej się w pierwszej probówce – woda jest bezwonna.
Aromat do ciasta ma przyjemny zapach, dlatego jest nazywany olejkiem zapachowym.
Można wyczuć charakterystyczny zapach substancji znajdującej się w trzeciej probówce.
Ocet, znajdujący się w czwartej probówce, jest substancją o drażniącym zapachu. Po otwarciu butelki z octem wyczuwa się charakterystyczny, nieprzyjemny zapach.
Rozróżnianie zapachów jest rzeczą subiektywną, nie ma schematu klasyfikacyjnego, który byłby powszechnie stosowany. Należy pamiętać, że substancje należy wąchać ostrożnie. Takie postępowanie uchroni przed podrażnieniem błon śluzowych, a czasem również przed zatruciem.

Ciekawostka

Zapachy a zmysł węchu
To, co powszechnie nazywamy zapachem, stanowi w istocie wrażenie zapachowe, czyli zdolność substancji do pobudzania narządu węchu. W zależności od doświadczenia i indywidualnych właściwości człowieka opis zapachu może być jednowyrazowy lub przybrać formę specjalistycznego opracowania (np. dla przemysłu perfumeryjnego).

Właściwym organem zmysłu węchu jest nabłonek węchowy znajdujący się w górnej części jamy nosa i stanowiący obszar po ok. 2 cm^2 w każdym otworze nosowym. Komórki węchowe kontaktują się z powietrzem poprzez system wypustek zaopatrzonych w rzęski, w których znajdują się receptory, podczas gdy drugi koniec komórki poprzez swą wydłużoną część (akson długości 3–4 cm) ma dostęp do mózgu. Co ciekawe, zmysł

węchu słabnie wraz z wiekiem, ale same komórki są odnawiane przez całe życie organizmu.



Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

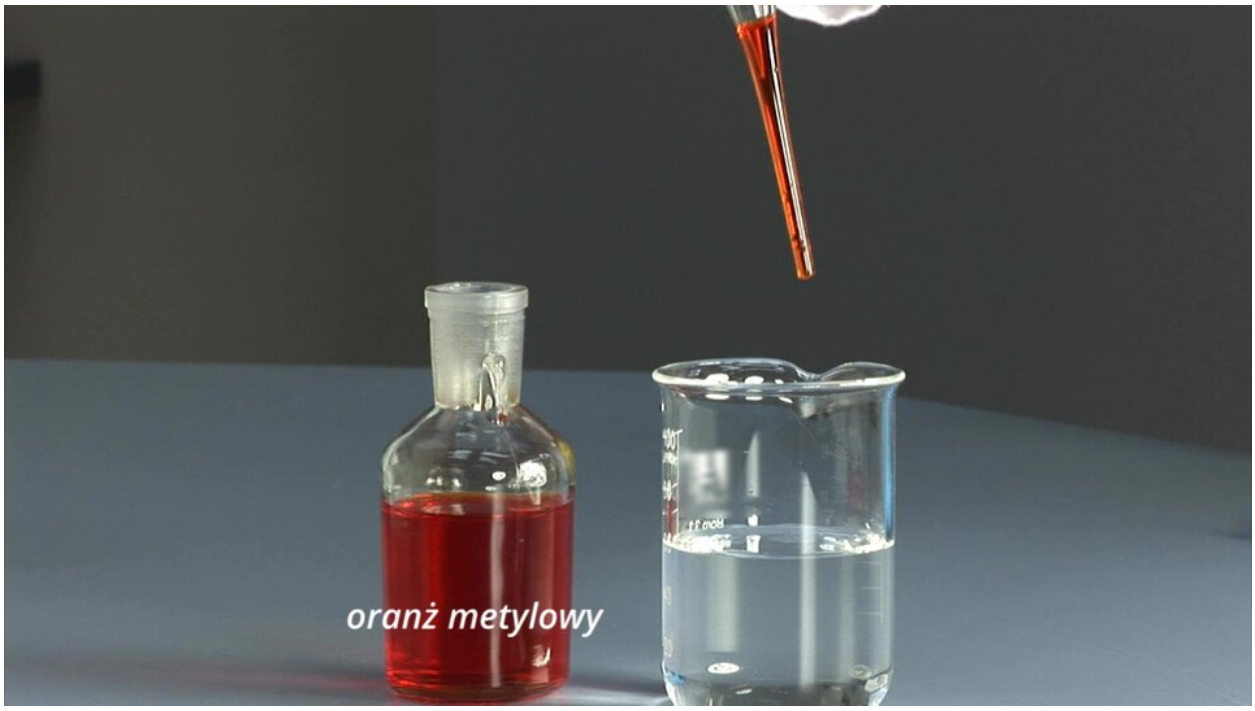
Ciekawostka

Zmysł słuchu
Słuch pogarsza się z wiekiem. Dzięki prostemu testowi możesz sprawdzić, które częstotliwości dźwięków słyszysz, a których nie. Zależy to od komórek w uchu wewnętrznym, które jeśli ulegną uszkodzeniu, już nigdy się nie zregenerują.

Polecenie 3

Wyszukaj w Internecie symulator testujący słuch, emitujący dźwięki o różnej częstotliwości (ang. *How Old Are Your Ears? Hearing Test*), a następnie sprawdź swój słuch. Pamiętaj, że profesjonalny test można wykonać wyłącznie w gabinecie laryngologicznym.

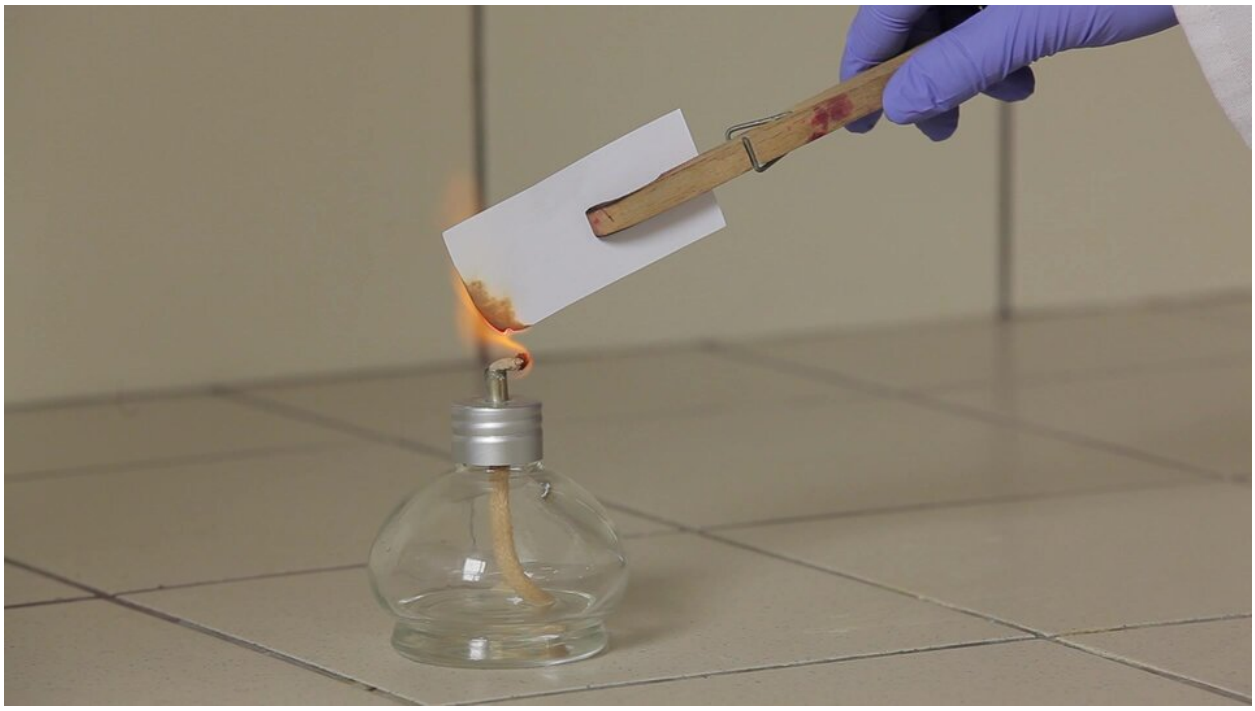
W jaki sposób przenosimy substancje ciekłe w laboratorium?



Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Przenoszenie substancji ciekłych, używanie wkraplacza

W filmie zostaje przedstawione nabieranie cieczy pipetą, z towarzyszącym komentarzem o zasadzie bezpieczeństwa podczas pracy w laboratorium (nigdy nie wolno dotykać pipety ustami - zawsze należy posługiwać się gumowymi gruszkami bądź innymi nasadkami). Następnie demonstrator przelewa ciecz do mniejszego naczynia przy użyciu bagietki - ilustrując tym samym komentarz, że zapobiega to ściekaniu kropli substancji po zewnętrznej ściance naczynia. Potem demonstrator dodaje roztwór za pomocą wkraplacza, uważając, aby nie dotykać jego końcówką ścian probówki lub kolby, bo może to powodować przeniesienie części zawartości do pojemnika, w którym umieszcza się wkraplacz i zanieczyszczenie jego zawartości.



Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Używanie palnika Bunsena i palnika spirytusowego; Ogrzewanie cieczy w probówce

Pokazany prawie niewidoczny płomień, włożenie do niego szczypcami kartki papieru. Wyłączenie palnika. Kolejne ujęcie: palnik spirytusowy zgaszony, pokazania sposobu wlewania denaturatu i regulacji knota. Wyjęcie korka z probówki. Przelanie cieczy z cylindra do probówki do 1/3 objętości. Trzymanie probówki w łapie pod kątem 45 stopni - 60 stopni nad płomieniem palnika. Wylot probówki skierowany w stronę ściany i od siebie. Poruszanie zawartością probówki.

Podsumowanie

- W pracowni chemicznej trzeba przestrzegać zasad regulaminu BHP (bezpieczeństwa i higieny pracy).
- Do wykonywania eksperymentów chemicznych należy używać specjalnego szkła, naczyń i sprzętu laboratoryjnego.
- Planując doświadczenie, trzeba pamiętać o racjonalnym użyciu odczynników, aby ograniczyć ilość powstających odpadów.
- Doświadczenia chemiczne należy wykonywać na stole laboratoryjnym zgodnie z technikami pracy laboratoryjnej, pamiętając o zachowaniu zasad BHP i porządku.

> **Praca domowa**

Polecenie 4.1

Zastanów się, a następnie przygotuj infografikę na wybrany temat:

- Jakie naczynia używane w domu, np. w kuchni, możesz porównać z tymi stosowanymi w laboratorium?
- Jakie czynności wykonywane w domu, np. w kuchni, możesz porównać z czynnościami laboratoryjnymi?
- Gdzie jeszcze oprócz laboratorium chemicznego obowiązują przepisy BHP?

Polecenie 4.2

Poszukaj informacji na temat Ludwika Pasteura. Na podstawie zebranych informacji sporządź biogram.

Polecenie 4.3

Poszukaj informacji na temat elektronicznej szalki Petriego (e-Petri) zaprojektowanej przez amerykańskich naukowców.

Polecenie 4.4

Poszukaj informacji na temat Nagrody Nobla w dziedzinie medycyny z 2004 roku. Który ze zmysłów zainteresował badaczy?

Zobacz także

Zapoznaj się z pokrewnymi zagadnieniami

BHP, pierwsza pomoc w przypadku skaleczeń, pierwsza pomoc w przypadku oparzeń – edukacja dla bezpieczeństwa

Słowniczek

cylinder miarowy

wysokie, wąskie naczynie ze skalą, używane do pomiaru objętości cieczy
erlenmajerka / kolba stożkowa

naczynie w kształcie stożka z wąską szyjką i płaskim dnem
kolba

naczynie o zaokrąglonym kształcie: płaskodenne (o długiej szyjce, służące do przechowywania odczynników) lub okrągłodenne (o krótkiej szyjce, służące do ogrzewania cieczy)
laboratorium

pomieszczenie, w którym wykonuje się eksperymenty badawcze
lejek

naczynie w kształcie stożka z rozszerzonym wlotem i zakończone wąską rurką, służące do wlewania cieczy do kolb, butelek itp.
probówka

małe cylindryczne naczynie laboratoryjne, najczęściej szklane, służące do przeprowadzania prostych reakcji chemicznych
statyw z łapą

metalowy pręt na ciężkiej podstawie, służący do mocowania części aparatury
szczypce

narzędzie do chwytania gorących przedmiotów; mogą być wykonane z metalu lub drewna
tygiel

naczynie ognioodporne używane do ogrzewania ciał stałych w wysokich temperaturach
waga

urządzenie do pomiaru masy ciał stałych i cieczy w naczyniach
zlewka

cylindryczne naczynie używane do przechowywania i ogrzewania cieczy

Zadania

Ćwiczenie 1

Zaznacz odpowiednie pola obok, wskazując, czy zdania te są prawdziwe, czy fałszywe.

	Prawda	Fałsz
Laboratoria chemiczne to pomieszczenia, w których można przeprowadzać analizy oraz zabiegi medyczne.	◯	◯
Każdy etap eksperymentowania: jego przygotowanie, przeprowadzenie oraz zakończenie wymagają zachowania zasad bezpieczeństwa i przestrzegania reguł pracy laboratoryjnej.	◯	◯
Bagietka to nazwa szklanego pręcika używanego w laboratorium np. do mieszania cieczy.	◯	◯
Podczas ogrzewania cieczy należy trzymać probówkę nieruchomo w płomieniu palnika, aby nie doprowadzić do gwałtownego wrzenia i wyrzucenia jej zawartości na zewnątrz.	◯	◯

Źródło: Małgorzata Bartoszewicz, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 2

Do nazw szkła laboratoryjnego dopasuj charakteryzujące je opisy, łącząc w pary odpowiednie elementy.

kolba	naczynie o zaokrąglonym kształcie (płaskodenne lub okrągłodenne) i wąskiej szyjce, służące do przechowywania i ogrzewania cieczy
zlewka	cylindryczne naczynie używane do przechowywania i ogrzewania cieczy
cylinder miarowy	wysokie, wąskie naczynie ze skalą, używane do pomiaru objętości cieczy
lejek	naczynie w kształcie stożka z rozszerzonym wlotem i zakończone wąską rurką, służące do wlewania cieczy do kolb, butelek itp.

Źródło: Małgorzata Bartoszewicz, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 3

Do nazw sprzętów laboratoryjnych dopasuj charakteryzujące je opisy, łącząc w pary odpowiednie elementy.

tygiel	spirytusowy lub Bunsena, używany w laboratorium np. do podgrzewania cieczy
metalowe kółko	naczynie ognioodporne używane do ogrzewania ciał stałych w wysokich temperaturach
szczypce	narzędzie do chwytania gorących przedmiotów, wykonane z metalu lub drewna
palnik	służy do umocowania lejka podczas sączenia

Źródło: Małgorzata Bartoszewicz, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 4

Źródło: Małgorzata Bartoszewicz, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 5

Źródło: Małgorzata Bartoszewicz, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 6

Uzupełnij puste miejsca, wybierając brakujące elementy z listy.

W celu ogrzania cieczy w [ ] nalewamy jej niewielką ilość (maksymalnie [ ] objętości) i trzymamy [ ] za pomocą [ ] w płomieniu palnika. Ogrzewaną probówką z cieczą [ ] poruszamy. Pamiętamy, aby wylot [ ] był skierowany w stronę, gdzie nie przebywają żadne osoby.

probówki | pęsety | cylindra | 1/3 | probówce | 1/2 | stale | nie | 4/5 | łapy | cylindrze | pionowo | eksykatora | rzadko | kolbie miarowej | ukośnie | co 15 minut | poziomo | kolby miarowej | pipety | prosto | 2/3 | ręki | pipecie

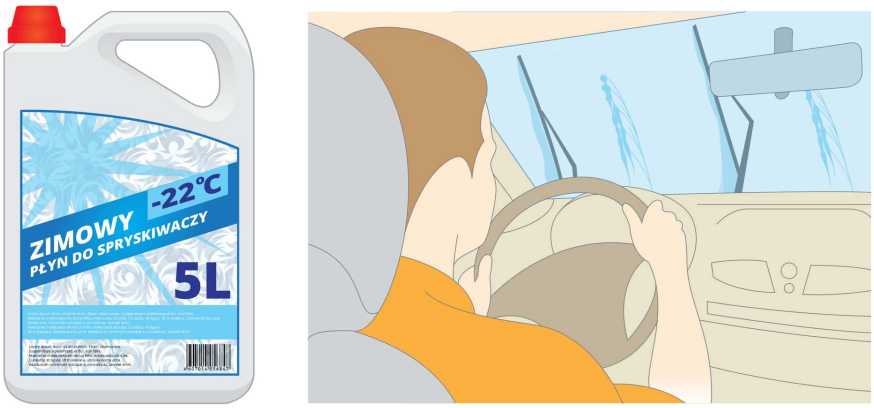
Źródło: Małgorzata Bartoszewicz, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 7

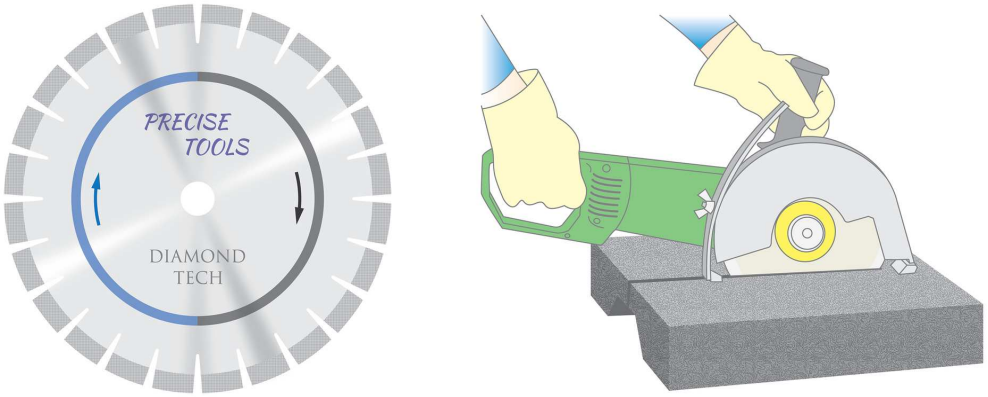
Źródło: Małgorzata Bartoszewicz, licencja: CC BY 3.0.

Właściwości substancji

Zimą do spryskiwaczy i chłodnic samochodowych wlewa się specjalne płyny, które zamarzają w temperaturze poniżej −20°C, a nawet −37°C. Do szlifowania i polerowania kamieni szlachetnych, a także do cięcia szkła używa się diamentu, który jest jednym z najtwardszych materiałów. Jak widać, zastosowania substancji są związane z ich cechami charakterystycznymi, takimi jak np. temperatura krzepnięcia lub twardość. Zastanów się, jakie inne właściwości mają substancje nas otaczające i w jaki sposób można je wykorzystywać.



Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.



Właściwości substancji decydują o ich zastosowaniu

Już wiesz

- czym zajmuje się chemia;
- jakie zasady bezpieczeństwa obowiązują w szkolnej pracowni chemicznej;
- których naczyń i jakiego sprzętu należy użyć do wykonania określonej czynności laboratoryjnej;
- jak należy postępować z substancjami i preparatami oznaczonymi piktogramami ostrzegawczymi.

Nauczysz się

- definiować pojęcie ***substancja***;
- określać, które cechy substancji są zaliczane do właściwości fizycznych, a które – do właściwości chemicznych;
- planować metody badania właściwości fizycznych i chemicznych substancji;
- badać i opisywać właściwości wybranych substancji.

1. Czy słowo *substancja* ma zawsze takie samo znaczenie?

W języku potocznym substancjami nazywamy otaczające nas elementy przyrody, np. wodę, powietrze, drewno do palenia w kominku, a także używane w kuchni przyprawy. Jednak nie jest to określenie poprawne pod względem chemicznym.
Substancja to rodzaj materii o stałym składzie chemicznym, wykazującej zespół określonych właściwości, dzięki którym możemy ją rozpoznać.

Substancjami są np: cukier, sól kamienna, żelazo, tlen, czysta woda, czyli tzw. woda destylowana (w przeciwieństwie do wody morskiej czy też z kranu).

Doświadczenie 1

Problem badawczy

Czy zastosowanie różnych przedmiotów związane jest z właściwościami materiałów, z których są wykonane?

Hipoteza

Wybierz jedną z przedstawionych hipotez, a następnie zweryfikuj ją.

Zastosowanie przedmiotów jest związane z właściwościami materiałów, z których są wykonane.
Zastosowanie przedmiotów nie jest związane z właściwościami materiałów, z których zostały one wykonane.

Co będzie potrzebne

- nóż drewniany (do smarowania),
- nóż plastikowy,
- metalowy nóż kuchenny,
- deska do krojenia,
- jabłko.

Instrukcja

1. Połóż jabłko na desce.

2. Spróbuj przekroić je kolejno nożami wykonanymi z różnych materiałów (drewna, plastiku i metalu).

Podsumowanie

Obserwacje

Najłatwiej jabłko kroi się nożem metalowym, a najtrudniej – drewnianym.
Wniosek

Każda substancja, z której wytworzono określony przedmiot, ma inne właściwości. Dlatego do przekrojenia jabłka najlepiej użyć noża metalowego, a nie plastikowego czy drewnianego. Dobre do krojenia, ostre noże produkuje się m.in. z dobrej jakości twardego metalu lub jego stopu. Sztućce jednorazowego użytku wytwarza się z taniego plastiku, zaś noże, które świetnie nadają się do smarowania pieczywa, wykonuje się z drewna.

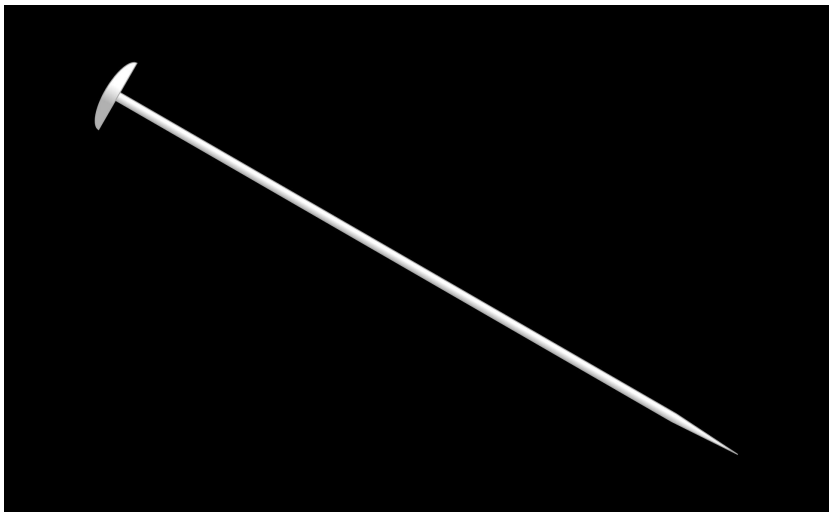
Użyteczność przedmiotów jest związana z właściwościami materiałów, z których są wykonane.
Elementy konstrukcyjne wytwarza się z materiałów o dużej wytrzymałości. Garnki wykonuje się z tworzyw, które dobrze przewodzą ciepło, zaś rączki – z izolatorów chroniących przed oparzeniem. Dobre i złe przewodnictwo ciepła to właściwości materii, które wpływają na jej zastosowanie. Niektóre cechy można zmierzyć, inne – tylko opisać. Pomiarów dokonuje się w tych samych warunkach (w temperaturze pokojowej i pod ciśnieniem normalnym), co umożliwia porównanie ich wyników.

Polecenie 1

1. Przypomnij sobie z lekcji przyrody, z czego zbudowany jest otaczający nas świat.

2. Spójrz na ilustracje przykładowych wyrobów (waty cukrowej, szpilki krawieckiej, solnego żyrandola, srebrnej monety, miedzianej rynny) i określ, z jakich substancji zostały wytworzone.

wata cukrowa



szpilka krawiecka

solny żyrandol

srebrna moneta

miedziana rynna

2. Jakie właściwości nazywamy fizycznymi?

Wszystkie substancje mają określone właściwości. Możemy je badać zmysłami (np. zobaczyć, usłyszeć, powąchać) lub za pomocą specjalnych przyrządów, co pozwala odróżnić daną substancję od innej.
Właściwości substancji możemy podzielić na:

- jakościowe – te, których nie można wyrazić w liczbach (np. smak, zapach);
- ilościowe – te, które można mierzyć i opisać za pomocą liczb (np. gęstość, temperatura wrzenia, temperatura topnienia).

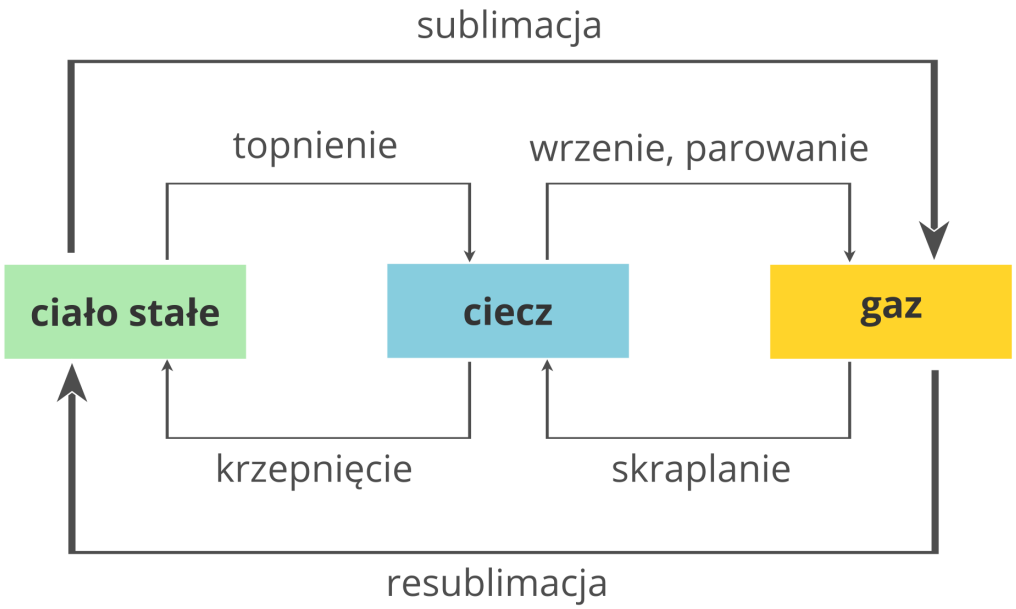
Jakie znasz stany skupienia?

Polecenie 2

- Przypomnij z lekcji przyrody wiadomości o stanach skupienia wody.
- Rozejrzyj się wokół siebie i dokonaj podziału przedmiotów, biorąc pod uwagę ich stan skupienia.

Substancje mogą występować (w określonej temperaturze i przy odpowiednim ciśnieniu) w jednym z trzech podstawowych stanów skupienia:

- stałym,
- ciekłym,
- gazowym.



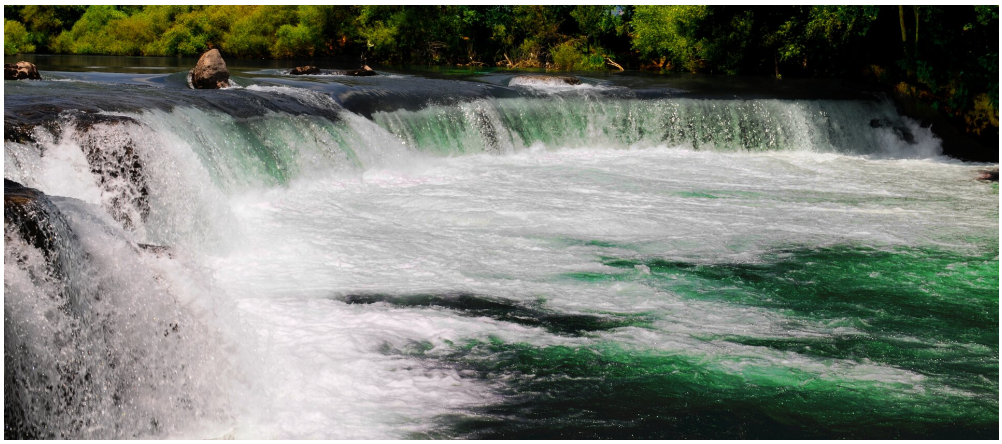
Źródło: Krzysztof Jaworski, Małgorzata Bartoszewicz, Agnieszka Kamińska-Ostęp, licencja: CC BY 3.0.

Substancje mogą zmieniać stan skupienia w określonej temperaturze. Przyjrzyjmy się temu zjawisku na przykładzie wody.
Lód topi się, czyli przechodzi ze stanu stałego w ciekły w temperaturze 0°C. Mówimy, że jest to temperatura topnienia (krzepnięcia) wody.
Woda wrze, czyli przechodzi ze stanu ciekłego w gazowy, w temperaturze 100°C – mówimy, że jest to temperatura wrzenia wody.
Wszystkie te zmiany można odwrócić, wystarczy ogrzać lub oziębić wodę.
Niekiedy substancja stała przekształca się bezpośrednio w gaz z pominięciem stanu ciekłego (**sublimacja**) i odwrotnie – gaz może bezpośrednio przejść w stan stały, bez skraplania i krzepnięcia (**resublimacja**).

Czwarty stan skupienia
Definicja uwzględniająca tylko trzy stany skupienia uległa zmianie, kiedy to w 1928 r. Irving Langmuir (czyt. erwing lanmire) wprowadził pojęcie ***plazma***.

Na Ziemi plazma występuje rzadko, można ją zaobserwować podczas wyładowań atmosferycznych, np. podczas burzy lub w zorzy polarnej. Natomiast we Wszechświecie plazma jest najczęściej występującym stanem materii. Są z niej zbudowane niektóre gwiazdy, np. Słońce. Techniczne zastosowanie plazmy jest szerokie, najbardziej znane produkty, w których wykorzystuje się plazmę, to telewizory z ekranem plazmowym (PDP – od ang. *plasma display panel*), świetlówki oraz neonówki.

Stały



Ciekły

Gazowy

Plazma

Ciekawostka

Piąty stan skupiena

W latach 20. XX wieku fizycy Satyendra Bose (czyt. satiendra bos) i Albert Einstein (czyt. ensztain) przewidzieli istnienie piątego stanu skupienia materii – kondensatu Bosego-Einsteina (nazwa pochodzi od ich nazwisk). Za prace nad stworzeniem takiego kondensatu oraz podstaw wiedzy na ten temat Nagrodę Nobla w 2001 roku w dziedzinie fizyki otrzymali Eric Cornell (czyt. erik kornel), Carl Wieman (czyt. karl łiman) (USA), Wolfgang Ketterle (czyt. keterle) (Niemcy). Kondensat Bosego-Einsteina powstaje przez chłodzenie rozrzedzonego gazu atomów do bardzo niskiej temperatury. Badania nad kondensatem mogą przyczynić się m.in. do stworzenia komputerów o dużej mocy obliczeniowej i małych rozmiarach, bardzo precyzyjnych miniaturowych zegarów atomowych, a także mogą wpłynąc na rozwój nanotechnologii.

Ciekawostka

Zero absolutne

W drugiej połowie XIX w. fizycy odkryli, że temperatura jest przejawem chaotycznego ruchu cząstek, z których składa się materia. W substancjach stałych cząstki drgają, w cieczach – przemieszczają się swobodnie we wszystkich kierunkach, zderzając się ze sobą niczym kule bilardowe, a w gazach – poruszają się swobodnie we wszystkich kierunkach.

Zero absolutne, bezwzględne (0 kelvinów równe co do wartości –273,15°C) to taka temperatura, w której cząstki nieruchomieją, przestają się przemieszczać, drgać i obracać, mają najniższą możliwą energię.

Zasób interaktywny dostępny pod adresem https://zpe.gov.pl/a/D1EuVH84U

Doświadczenie 2

Problem badawczy

Czy badana materia w tych samych warunkach może zachowywać się jednocześnie jak ciecz i substancja stała (mieć właściwości cieczy i substancji stałej)?

Hipoteza

Wybierz jedną z przedstawionych hipotez, a następnie zweryfikuj ją.

Badana materia w tych samych warunkach nie może mieć właściwości cieczy i substancji stałej.
Badana materia w tych samych warunkach może mieć właściwości cieczy i substancji stałej.

Co będzie potrzebne

- krystalizator lub głęboki talerz,
- szklanka,
- skrobia ziemniaczana (mąka ziemniaczana),
- woda.

Instrukcja

1. Do krystalizatora (lub głębokiego talerza) wsyp ok. ½ szklanki mąki ziemniaczanej. Dodaj ¼ szklanki wody.
2. Następnie, cały czas mieszając, stopniowo dolewaj wodę aż do momentu uzyskania cieczy o konsystencji bardzo gęstego płynu.

3. Zbadaj zachowanie powstałej masy poprzez:

    1. zanurzenie ręki (szybko, wolno),
    2. uderzenie pięścią,
    3. nabranie niewielkiej ilości masy w dłonie i uformowanie kuli,
    4. wrzucenie uformowanej wcześniej kuli do miski z masą,
    5. potrząśnięcie zawartością krystalizatora (talerza).

Podsumowanie

Otrzymana w wyniku doświadczenia masa zachowuje się albo jak ciecz (substancja płynna), albo jak substancja stała – w zależności od siły, z jaką na nią działamy. Badana materia w tych samych warunkach może mieć właściwości zarówno cieczy, jak i substancji stałej. To tzw. ciecz nienewtonowska (płyn nienewtonowski).

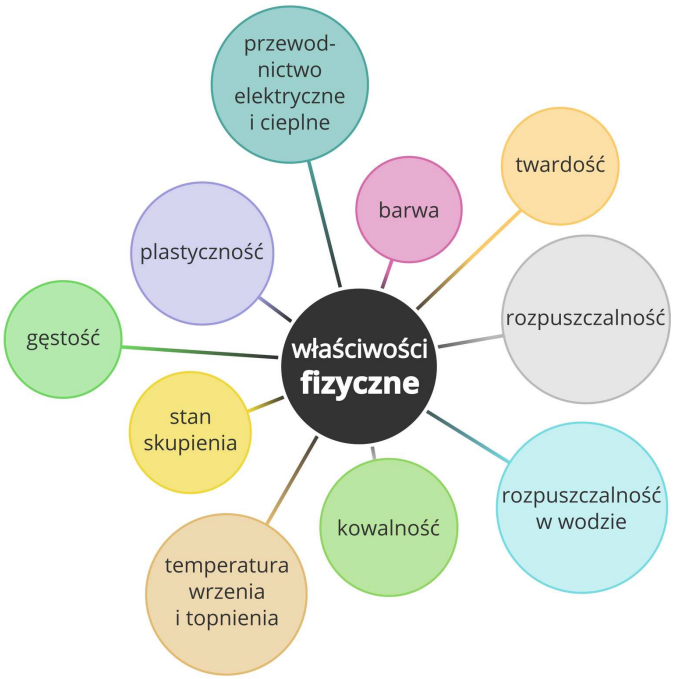
Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Ciecz nienewtonowska

Animacja prezentująca zmianę stanu skupienia i zależności między ułożeniem cząsteczek wody i mąki ziemniaczanej.

Właściwości fizyczne – cechy charakterystyczne substancji:

- stan skupienia;
- barwa;
- rodzaj powierzchni: błyszcząca, matowa, chropowata, porowata;
- twardość;
- zmiana kształtu ciała pod wpływem sił:
    - kruchość (odkształcenie trwałe z rozpadem na mniejsze kawałki);
    - sprężystość (zmiana kształtu pod wpływem niewielkiej siły i powrót do pierwotnego kształtu);
    - kowalność (odkształcenie trwałe metali, ale bez rozpadu na mniejsze kawałki);
- rozpuszczalność w wodzie i innych rozpuszczalnikach (ciekłych, stałych i gazowych);
- przewodnictwo ciepła;
- przewodnictwo prądu elektrycznego;
- właściwości magnetyczne;
- temperatura wrzenia;
- temperatura topnienia;
- gęstość.



Źródło: Krzysztof Jaworski, Małgorzata Bartoszewicz, Agnieszka Kamińska-Ostęp, licencja: CC BY 3.0.

Źródło: Krzysztof Jaworski, Małgorzata Bartoszewicz, Agnieszka Kamińska-Ostęp, OpenClips (http://pixabay.com), licencja: CC BY 3.0.

Polecenie 3

Znajdź podobieństwa i różnice we właściwościach fizycznych 3 dowolnych substancji: porównaj ich barwy, stan skupienia, rozpuszczalność w wodzie. Zaplanuj doświadczenie, przeprowadź je, a obserwacje i wnioski zanotuj w zeszycie.

Doświadczenie 3

Problem badawczy

W jaki sposób można zidentyfikować właściwości fizyczne substancji i ich mieszanin?

Hipoteza

Właściwości fizyczne substancji i ich mieszanin można zidentyfikować za pomocą zmysłów, np. wzroku.

Co będzie potrzebne

- sól kamienna,
- cukier,
- mąka,
- kawałek kredy,
- woda,
- miedziany drut,
- żelazna szpilka krawiecka,
- 7 szalek Petriego,
- 7 zlewek,
- bagietka.

Instrukcja

1. Na 5 szalkach Petriego umieść kolejno po łyżeczce: soli kamiennej, cukru, mąki, rozdrobnionej kredy, wody. Na 6. szalce połóż kawałek miedzianego drutu, a na 7. – żelazną szpilkę krawiecką.

2. Określ stan skupienia oraz barwę badanych substancji.

3. Do zlewek wlej wodę do połowy ich objętości, dodaj badane substancje z szalek Petriego i zamieszaj bagietką. Określ rozpuszczalność substancji w wodzie.

Podsumowanie

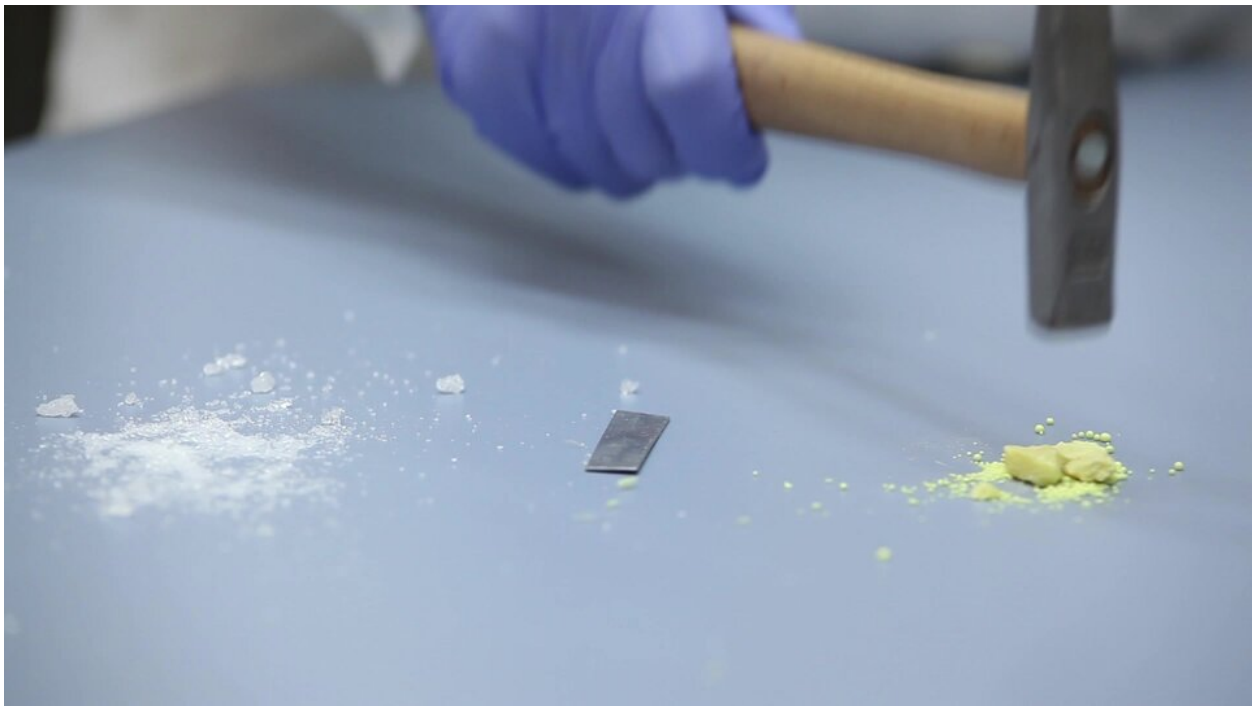
Obserwacje potrzebne do doświadczenia przedstaw w formie tabeli.

Tabela do doświadczenia

Substancja	Stan skupienia	Barwa	Rozpuszczalność w wodzie

Wydrukuj i wypełnij formularz.

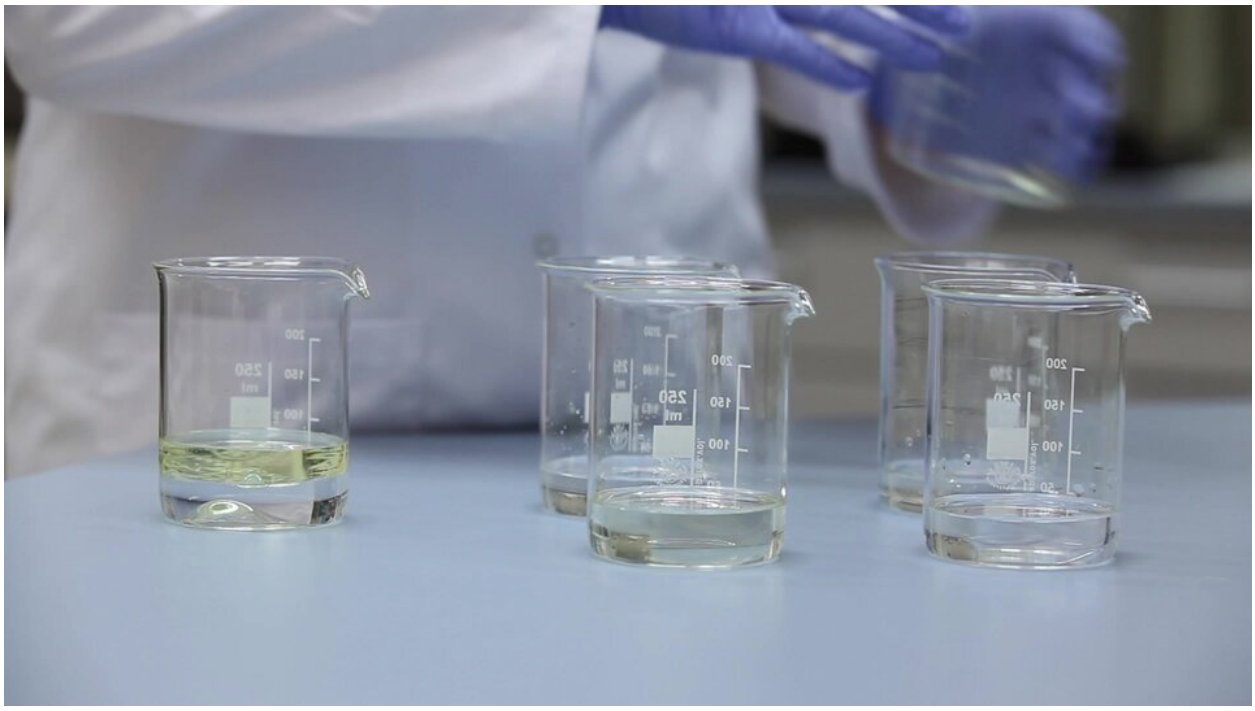
Źródło: Małgorzata Bartoszewicz, Agnieszka Kamińska-Ostęp, licencja: CC BY 3.0.



Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Źródło: Tomorrow Sp. z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Film rozpoczyna ujęcie laborantki sprawdzającej zapach próbek trzech różnych substancji na szalkach Petriego. Robi to prawidłowo, czyli bez przykładania nosa do próbek, lecz przez wachlowanie ręką od naczynia w kierunku swojej twarzy. Następuje zmiana ujęcia na zbliżenie wszystkich czterech próbek: soli kamiennej, siarki i żelaza. Pojawia się napis Rozpuszczalność badanych substancji w wodzie. Laborantka demonstrująca zagadnienie dodaje do trzech zlewek z wodą kolejno sól kamienną, żelazo i siarkę, mieszając za każdym razem bagietką. Pojawia się napis Próba twardości różnych substancji. Następują ujęcia uderzeń młotka rozbijającego kawałki soli kamiennej i siarki. Uderzenia młotkiem w żelazną płytkę nie dają żadnych widocznych efektów. Pojawia się napis Badanie właściwości magnetycznych substancji. Następuje ujęcie zbliżania magnesu najpierw do żelaza, następnie do soli, a na koniec do siarki. Tylko żelazo zostaje przyciągnięte. Pojawia się napis Badanie przewodnictwa elektrycznego. Do próbek soli, siarki i żelaza przyłożone zostają końcówki przyrządu pomiarowego ustawionego na badanie oporu. Tylko przy żelazie następuje reakcja - wyświetlacz wskazuje opór bliski zerowemu, a więc pełne przewodnictwo prądu. Pojawia się napis Podsumowanie, a następnie krótkie migawki z wcześniej przeprowadzanych prób.



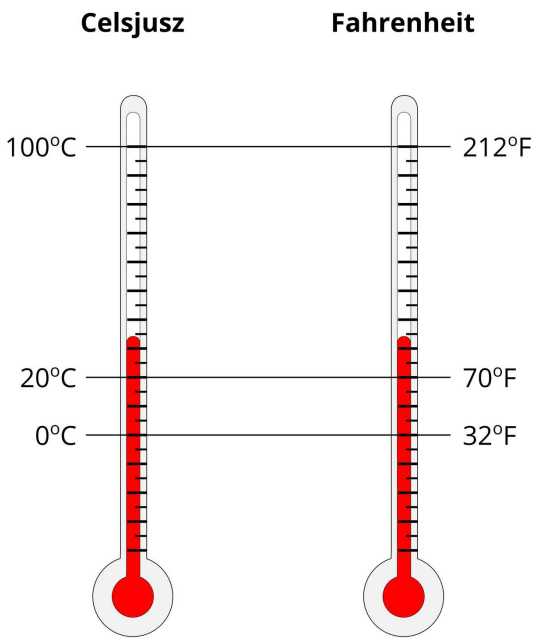
Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Źródło: Tomorrow Sp. z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Film rozpoczyna ujęcie czterech zlewek z przezroczystymi płynami, z których jeden ma żółtawy kolor. Zgodnie z podpisami płyny te to, licząc od lewej, woda, olej, gliceryna i ocet. Demonstrator dolewa po niewielkiej ilości trzech ostatnich substancji do zlewek z wodą i miesza. Ocet rozpuszcza się w wodzie natychmiast, natomiast gliceryna rozpuszcza się zaraz po wymieszaniu. Olej mimo mieszania nie rozpuszcza się w wodzie, lecz tworzy warstwę na jej powierzchni.

Ciekawostka

Na początku XVIII w. pochodzący z Gdańska holenderski inżynier Daniel Fahrenheit, wzorując się na duńskim astronomie Olem Romerze, wynalazł termometr rtęciowy. Ole Romer (czyt. ule roma) za temperaturę wrzenia wody przyjął 60 stopni, zgodnie z systemem sześćdziesiątkowym, w którym liczą się także czas i kąty (podział na sekundy i minuty). Według tej skali woda zamarza w 7,5 stopnia, a temperatura ciała ludzkiego wynosi 22,5 stopnia.
Daniel Fahrenheit (czyt. farenhait), który nie lubił ułamków, najpierw pomnożył stopnie Romera przez cztery, a potem jeszcze nieco zmienił, żeby różnica między zerem a temperaturą ludzkiego ciała była równa 64 stopniom. Umożliwiło mu to podzielenie jednego odcinka wielokrotnie na pół (64 to 26) i zrobienie podziałki w swoich termometrach. Tak oto temperatura zamarzania wody w skali Fahrenheita ma wartość 32, a wrzenia – 212 stopni. Amerykanie używają tej skali do dziś. Europejczycy korzystają ze skali szwedzkiego astronoma i fizyka Andersa Celsiusa(czyt. andesz celsios), w której 0 stopni to temperatura topnienia lodu, a 100 stopni – temperatura wrzenia wody.



Skale Celsjusza i Fahrenheita

3. Jakie właściwości nazywamy chemicznymi?

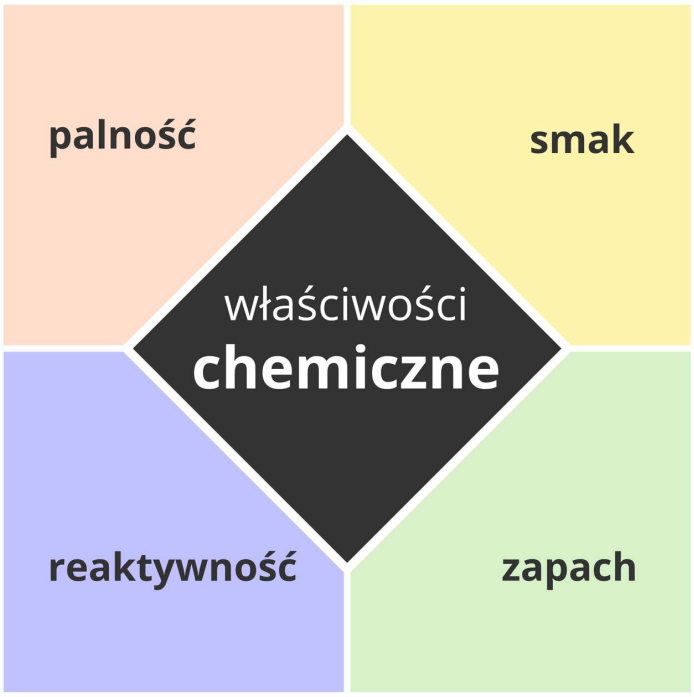
Polecenie 4

Obejrzyj fotografie. Obie drabiny przez kilka miesięcy były narażone na działanie podobnych warunków atmosferycznych.
Zastanów się, jakimi właściwościami różnią się substancje, z których wykonano obie drabiny.

Źródło: epodreczniki.pl, licencja: CC BY 3.0.

Właściwościami chemicznymi nazywamy te cechy substancji, które można określić na podstawie jej zachowania wobec innych substancji. Są to np.:

- zapach,
- smak,
- palność,
- reaktywność (zdolność do reagowania z określonymi substancjami lub jej brak, uleganie rozkładowi na substancje prostsze pod wpływem określonych czynników).



Źródło: Krzysztof Jaworski, Małgorzata Bartoszewicz, Agnieszka Kamińska-Ostęp, licencja: CC BY 3.0.

Doświadczenie 4

Problem badawczy

Czy substancje ulegają spalaniu w ten sam sposób?

Hipoteza

Wybierz jedną z przedstawionych hipotez, a następnie zweryfikuj ją.

Badane substancje spalają się w ten sam sposób.
Badane substancje mogą różnić się palnością.

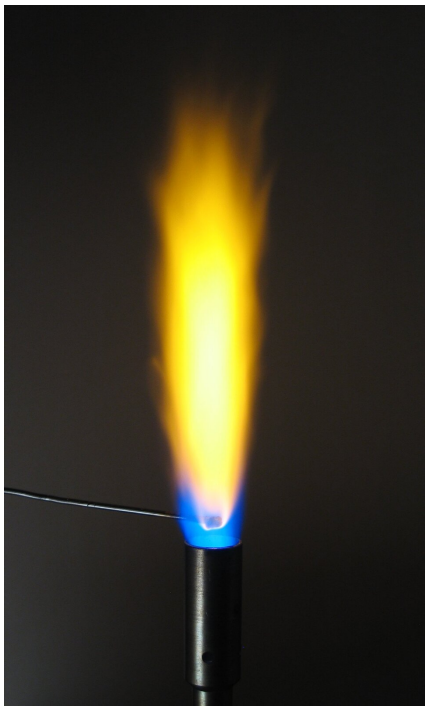
Co będzie potrzebne

- magnez,
- miedź,
- palnik,
- szczypce metalowe,
- okulary ochronne.

Instrukcja

1. Metalowymi szczypcami chwyć niewielki kawałek wstążki magnezowej i umieść go w płomieniu palnika. Obserwuj zachodzące zmiany.

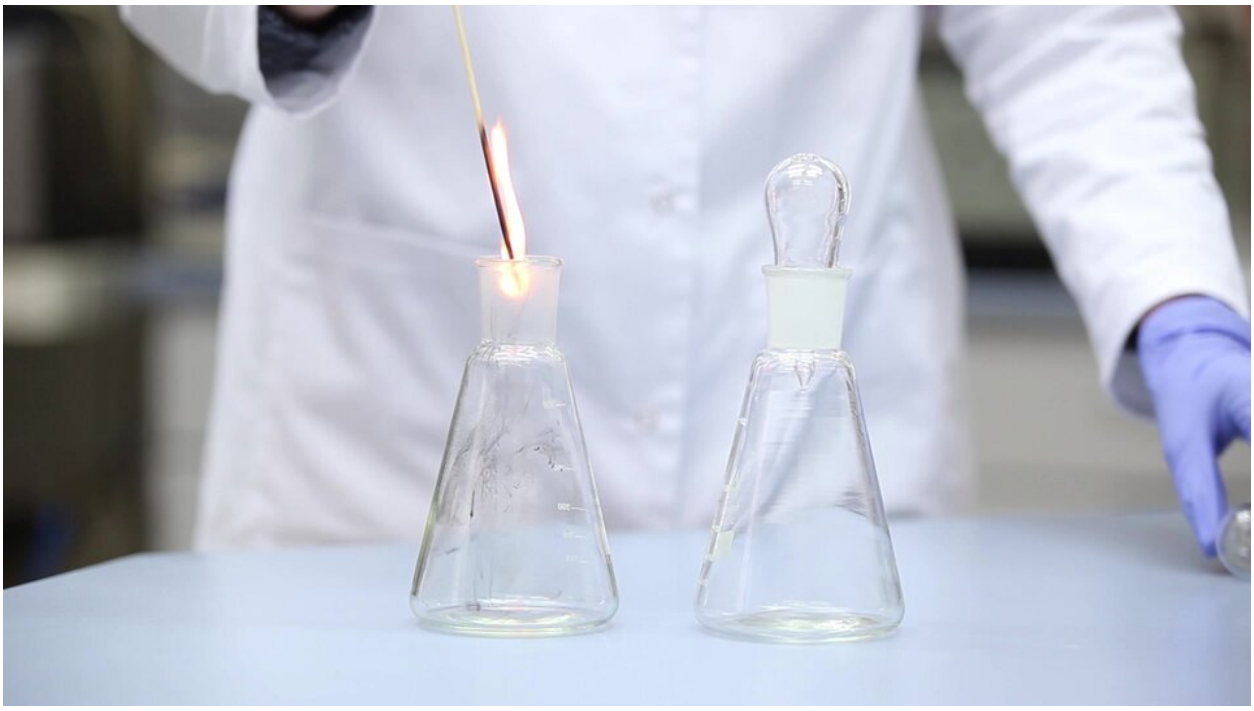
2. Metalowymi szczypcami chwyć niewielki kawałek miedzianego drutu i umieść go w płomieniu palnika. Obserwuj zachodzące zmiany.



Źródło: Søren Wedel Nielsen (https://commons.wikimedia.org), licencja: CC BY-SA 3.0.

Podsumowanie

Obserwacje: magnez szybko spala się oślepiającym białym płomieniem. Natomiast długo ogrzewana miedź pokrywa się nalotem o czarnej barwie.
Wnioski: badane substancje różnią się pod względem palności.



Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Źródło: Tomorrow Sp. z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Zbliżenie na dwie kolby stożkowe zamknięte korkami. Podpis pod lewą: tlen. Podpis pod prawą: tlenek węgla(IV). Laborantka przeprowadzająca demonstrację otwiera po kolei na moment kolby, przeprowadzając próbę zapachową, po czym zamyka je z powrotem. Pojawia się plansza z napisem Badanie palności. Kolba z tlenem ponownie zostaje otwarta, a do jej wnętrza wprowadzane zostaje żarzące się łuczywko, które natychmiast rozpala się jasnym płomieniem. Po przełożeniu do kolby z dwutlenkiem węgla, łuczywko gaśnie. Nagranie zostaje spauzowane, a ekranie pojawia się napis Wnioski.

Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Źródło: Tomorrow Sp. z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Widoczny schemat opisujący etapy eksperymentu. Zbliżenie na pole Określenie problemu badawczego. Przejazd kamery na Stawianie hipotezy. Przejazd na Wybór metody badawczej. Ujęcie stołu laboratoryjnego o zawartości (odczynniki i sprzęt) zgodnej z czytanym komentarzem: na szalkach Petriego znajdują się miedź, żelazo, cukier, sól kuchenna, mąka; w kolbie zebrany i zakorkowany chlor. Oprócz tego woda w czterech zlewkach, łyżka bagietka, młotek i szczypce. Ujęcie fragmentu schematu Przeprowadzenie doświadczenia. Przebieg doświadczenia: określanie kolejnych właściwości substancji (miedzi, żelaza, soli kamiennej, cukru, mąki, wody, chloru): stanu skupienia, barwy (zbliżenie na substancję), twardości (uderzanie młotkiem) oraz innych cech charakterystycznych, rozpuszczalności w wodzie poprzez wsypywanie substancji do zlewki i mieszanie bagietką. Następnie ujęcie tabeli z zebranymi właściwościami badanych substancji. Na koniec ujęcie planszy Wynik potwierdza hipotezę.

Polecenie 5

Znajdź podobieństwa i różnice właściwości chemicznych 3 dowolnych substancji: pod nadzorem nauczyciela porównaj ich smak i zapach. Zaplanuj doświadczenie, przeprowadź je, a obserwacje i wnioski zanotuj w zeszycie.

Doświadczenie 5

Problem badawczy

W jaki sposób możemy określić właściwości chemiczne substancji i ich mieszanin?

Hipoteza

Właściwości chemiczne substancji i ich mieszanin można określić za pomocą zmysłów, np. powonienia.

Co będzie potrzebne

- woda,
- 10-procentowy kwas octowy (ocet),
- aceton (zmywacz do paznokci zawierający aceton),
- 3 zlewki,
- sól kamienna,
- karmel,
- 2 szalki Petriego.

Instrukcja

1. Do pierwszej zlewki wlej niewielką ilość wody, do drugiej – trochę octu, do trzeciej – zmywacz do paznokci.

2. Ostrożnie zbadaj zapach (wachlując dłonią, skieruj pary substancji w stronę nosa).

3. Na pierwszej szalce umieść sól kamienną, na drugiej – karmel. Zbadaj ich zapach.

Podsumowanie

Obserwacje

Woda i sól kamienna są bezwonne. Ocet i zmywacz do paznokci mają odmienne, charakterystyczne ostre zapachy, które pozwalają odróżnić jedną substancję od drugiej. Karmel ma specyficzny zapach.

Wniosek

Badane substancje różnią się zapachem.
Właściwości chemiczne substancji i ich mieszanin można określić za pomocą zmysłów, np. powonienia.

Doświadczenie 6

Ze względu na bezpieczeństwo w pracowni chemicznej smak wybranych substancji badamy wyłącznie na wyraźne polecenie nauczyciela.

Problem badawczy

W jaki sposób możemy zidentyfikować właściwości chemiczne substancji i ich mieszanin?

Hipoteza

Właściwości chemiczne substancji i ich mieszanin można określić za pomocą zmysłów, np. smaku.

Co będzie potrzebne

- sól kamienna,
- cukier,
- woda,
- talerz,
- kubek jednorazowy,
- łyżeczka jednorazowa.

Instrukcja

1. Na talerz wsyp niewielką ilość soli kamiennej i cukru. Na czubku łyżeczki umieść niewielką ilość soli i zbadaj jej smak.

2. W ten sam sposób określ smak cukru.

3. Do kubka nalej wodę i zbadaj jej smak.

Podsumowanie

Obserwacje

Sól kamienna jest słona, cukier – słodki, a woda nie ma smaku.
Wniosek

Badane substancje różnią się smakiem.
Właściwości chemiczne substancji i ich mieszanin można zidentyfikować za pomocą zmysłów, np. smaku.

Podsumowanie

- Świat składa się z różnych substancji, które mają stały skład i określone właściwości.
- Każda substancja ma swoje właściwości fizyczne, np. stan skupienia, barwę, rozpuszczalność w wodzie, oraz chemiczne, np. smak, zapach, palność.
- Substancje można zidentyfikować na podstawie ich właściwości.
- Zastosowania substancji wynikają z ich charakterystycznych właściwości, zarówno fizycznych, jak i chemicznych (np. cukier jest słodki, dlatego używamy go do słodzenia, dwutlenek węgla nie podtrzymuje palenia, więc jest stosowany jako środek gaśniczy w niektórych rodzajach gaśnic).

Praca domowa

Polecenie 6.1

Odszukaj w tablicach chemicznych wartości gęstości, temperatury topnienia i wrzenia złota, platyny oraz srebra, a następnie porównaj je ze sobą, zestawiając dane w tabeli.

Polecenie 6.2

Opisz właściwości czterech substancji z życia codziennego. Uwzględnij ich stan skupienia, barwę, rozpuszczalność w wodzie oraz zapach. Zestaw dane w tabeli.

Polecenie 6.3

Przedstaw w formie infografiki właściwości substancji z podziałem na właściwości fizyczne i chemiczne.

Słowniczek

kowalność

właściwość charakteryzująca substancje stałe, np. metale, które pod wpływem kucia ulegają odkształceniu, tworząc cienkie blaszki, a nawet folie

kruchość

właściwość substancji stałych lub materiałów, które pod wpływem uderzenia rozpadają się na małe kawałki

rozpuszczalność

to liczba gramów substancji stałych, ciekłych i gazowych, które można rozpuścić w 100 gramach wody w danej temperaturze

substancja

rodzaj jednorodnej materii (o stałym składzie chemicznym) o określonych właściwościach (cechach charakterystycznych, np. stan skupienia, w danych warunkach, barwa, twardość, palność), np. woda, żelazo, miedź, glin

temperatura topnienia

temperatura, w której substancja zmienia stan skupienia ze stałego na ciekły (topi się); temperatura topnienia zależy od ciśnienia w otoczeniu

temperatura wrzenia

temperatura, w której substancja zmienia stan skupienia z ciekłego na gazowy (wrze); im niższe jest ciśnienie atmosferyczne, tym niższa jest temperatura wrzenia cieczy

właściwości chemiczne substancji

cechy substancji, które można określić na podstawie jej zachowania wobec innych substancji; do właściwości chemicznych zaliczamy m.in.: palność, reaktywność, zapach, smak

właściwości fizyczne substancji

charakterystyczne cechy danej substancji, takie jak: stan skupienia, barwa, rozpuszczalność (rozpuszczanie to zjawisko fizyczne), przewodnictwo elektryczne, przewodnictwo cieplne, temperatury wrzenia i topnienia, twardość, kruchość, kowalność, połysk, gęstość, właściwości magnetyczne

Zadania

Ćwiczenie 1

Oceń prawdziwość każdego zdania. Zaznacz Prawda, jeśli zdanie jest prawdziwe, lub Fałsz, jeśli jest fałszywe.

	Prawda	Fałsz
Substancja ma charakterystyczne właściwości, które umożliwiają jej identyfikację.	○	○
Stan skupienia materii to jedna z właściwości fizycznych substancji niezależna od temperatury i ciśnienia.	○	○
Właściwości chemiczne to cechy substancji, które można określić na podstawie jej zachowania wobec innych substancji.	○	○
Woda niezależnie od ciśnienia zawsze wrze w temperaturze 100 stopni Celsjusza, czyli przechodzi ze stanu ciekłego w gazowy.	○	○

Źródło: Małgorzta Bartoszewicz, Agnieszka Kamińska-Ostęp, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 2.1

Zasób interaktywny dostępny pod adresem https://zpe.gov.pl/a/D1EuVH84U

Źródło: Tomorrow sp. z o.o., licencja: CC BY 3.0.

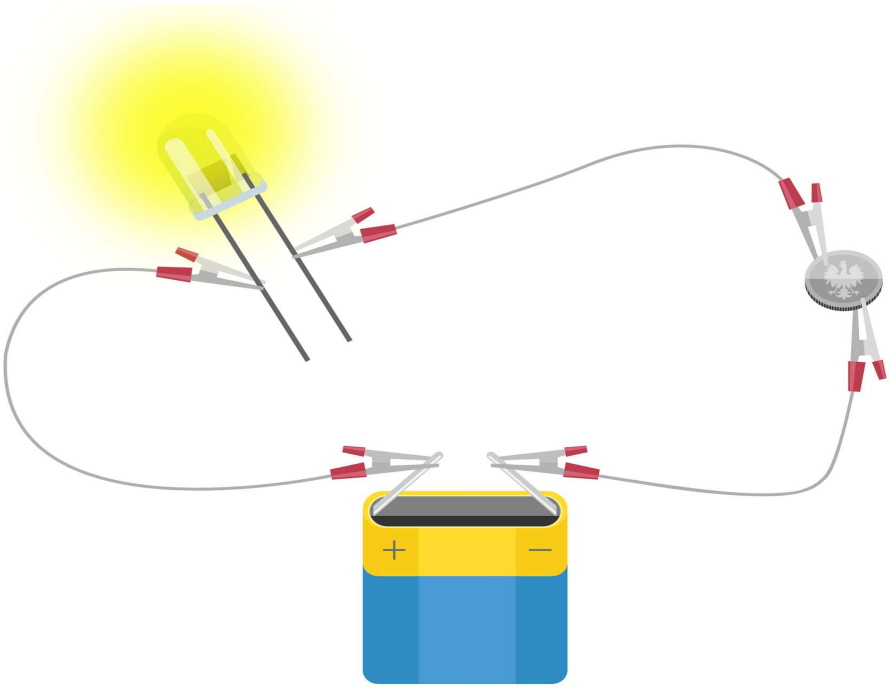
Ćwiczenie 3.1

Zasób interaktywny dostępny pod adresem https://zpe.gov.pl/a/D1EuVH84U

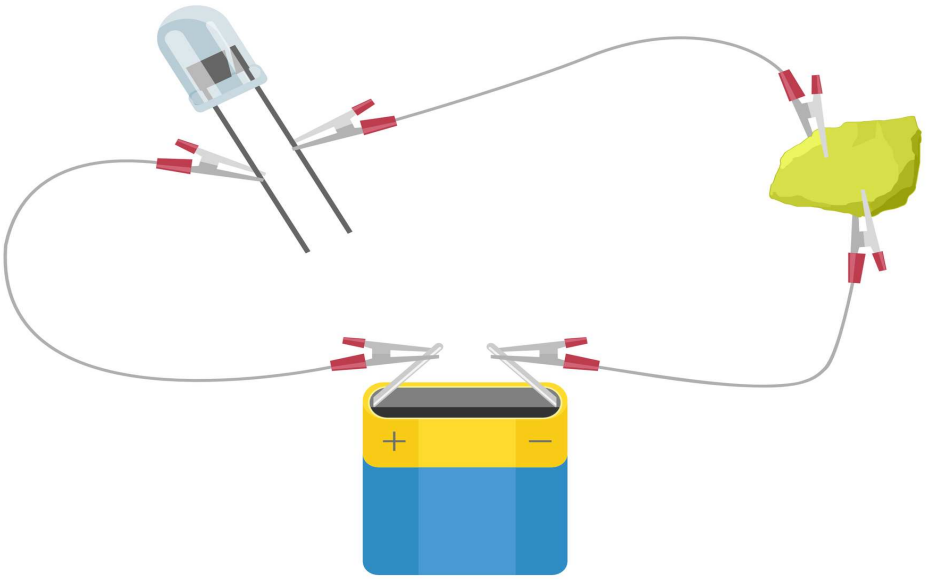
Źródło: Tomorrow sp.z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Przyjrzyj się fotografiom 1–4 i na ich podstawie określ w tabeli po jednej właściwości charakterystycznej dla każdej z substancji. Pamiętaj, że w każdym wierszu można zaznaczyć tylko jedną odpowiedź.

Zdjęcie 1. – Woda



Zdjęcie 2. – Metal



Zdjęcie 3. – Siarka

Zdjęcie 4. – Woda z olejem

Ćwiczenie 4.1

Źródło: Małgorzta Bartoszewicz, Agnieszka Kamińska-Ostęp, licencja: CC BY 3.0.

Uczniowie w grupach mieli zbadać właściwości wybranych substancji. Informacje z kart pracy zestawiono w tabeli. Która z grup określiła wyłącznie właściwości fizyczne?

Tabela do zadania

Grupa I	Gaz, bezbarwny, bezwonny; ma gęstość najmniejszą spośród wszystkich gazów; podczas jego spalania powstaje woda.
Grupa II	Ciało stałe, kruche; rozpuszczalne w wodzie; o gęstości 1,587 g/cm^3 i temperaturze topnienia 184°C.
Grupa III	Ciało stałe, bezwonne; barwy żółtej; nie przewodzi prądu elektrycznego; w reakcji ze srebrem tworzy substancję stałą o czarnej barwie.
Grupa IV	Substancja stała, barwy czarnej; pod wpływem jej ogrzewania wydziela się m.in. woda.

Ćwiczenie 5.1

- ◯ Grupa I
- ◯ Grupa IV
- ◯ Grupa II
- ◯ Grupa III

Źródło: Małgorzta Bartoszewicz, Agnieszka Kamińska-Ostęp, licencja: CC BY 3.0.

Uczniowie w grupach badali przewodnictwo elektryczne wybranych substancji. Informacje zapisali w kartach pracy w postaci tabeli.

Tabela do zadania

Substancja	**Obserwacje**
siarka	żarówka nie świeci się
cukier	żarówka nie świeci się
mąka	żarówka nie świeci się
sól	żarówka nie świeci się
miedź	żarówka świeci się
żelazo	żarówka świeci się

Spośród odpowiedzi wybierz te, które są wnioskami z doświadczenia sformułowanymi na podstawie danych z tabeli.

Ćwiczenie 6.1

- [ ] Żelazo najlepiej przewodzi prąd.
- [ ] Żelazo nie przewodzi prądu.
- [ ] Sól kamienna, cukier i mąka przewodzą prąd.
- [ ] Siarka najsłabiej przewodzi prąd.
- [ ] Miedź i żelazo są ciałami stałymi.
- [ ] Miedź i żelazo przewodzą prąd.
- [ ] Sól kamienna, cukier i mąka nie przewodzą prądu.

Źródło: Małgorzta Bartoszewicz, Agnieszka Kamińska-Ostęp, licencja: CC BY 3.0.

Rola gęstości substancji i ich mieszanin w życiu codziennym

Niektóre przedmioty codziennego użytku, np. styropianowy kubek do kawy czy aluminiowe felgi, określamy potocznie jako lekkie, a inne, np. biżuterię ze złota czy osłaniające pacjenta przed promieniowaniem fartuchy, zawierające ołów – jako ciężkie. Mimo że jeden kilogram każdej substancji ma tę samą masę, to jednak może mieć różną objętość. Substancje różnią się więc gęstością. Dlaczego tak się dzieje? Czy większą gęstość ma ciało, które przy tej samej objętości ma większą masę, czy ciało, które przy tej samej masie zajmuje większą objętość?

> **Już wiesz**
>
> - co to jest substancja;
> - jakie cechy substancji nazywamy właściwościami fizycznymi;
> - co oznacza pojęcie ***właściwości chemiczne***;
> - w jaki sposób zbadać oraz opisać właściwości fizyczne i chemiczne substancji;
> - co oznaczają pojęcia: ***masa***, ***objętość***, ***gęstość***.

> **Nauczysz się**
>
> - wyjaśniać na podstawie budowy wewnętrznej, dlaczego gęstość ciał stałych jest większa niż gęstość gazów;
> - przeprowadzać obliczenia dotyczące masy, gęstości i objętości.

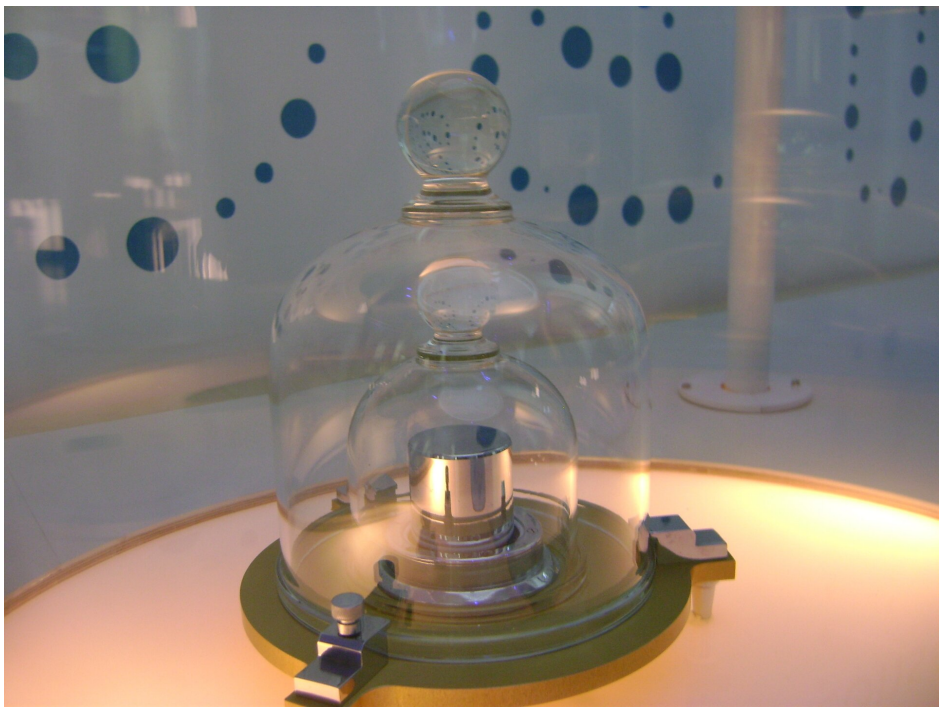
1. Co to jest masa?

Jedną z konkurencji rozgrywanych podczas zawodów siłaczy jest podniesienie z podłoża kamiennej lub betonowej kuli (o wadze 110–190 kg) i umieszczenie jej w jak najkrótszym czasie na podeście. Czy wykonane ze styropianu kule o porównywalnej objętości mają podobną masę?

Źródło: Artur Andrzej (http://commons.wikimedia.org), licencja: CC0.

Materia to wszystko, co nas otacza, ma masę i określoną objętość.

Masa to miara ilości materii wyznaczana za pomocą wagi. Jednostką masy w układzie SI* jest kilogram. Wzorcem kilograma jest walec wykonany ze stopu platyny (90%) i irydu (10%) przechowywany w Międzynarodowym Biurze Wag i Miar w Sèvres pod Paryżem.



Wzorzec kilograma w Sèvres – walec o wysokości i średnicy równych 39 mm

***SI** (*Système international d'unités*) – **Międzynarodowy Układ Jednostek Miar** to układ jednostek fizycznych, takich jak np.: metr, kilogram, sekunda, oraz ich wielokrotności

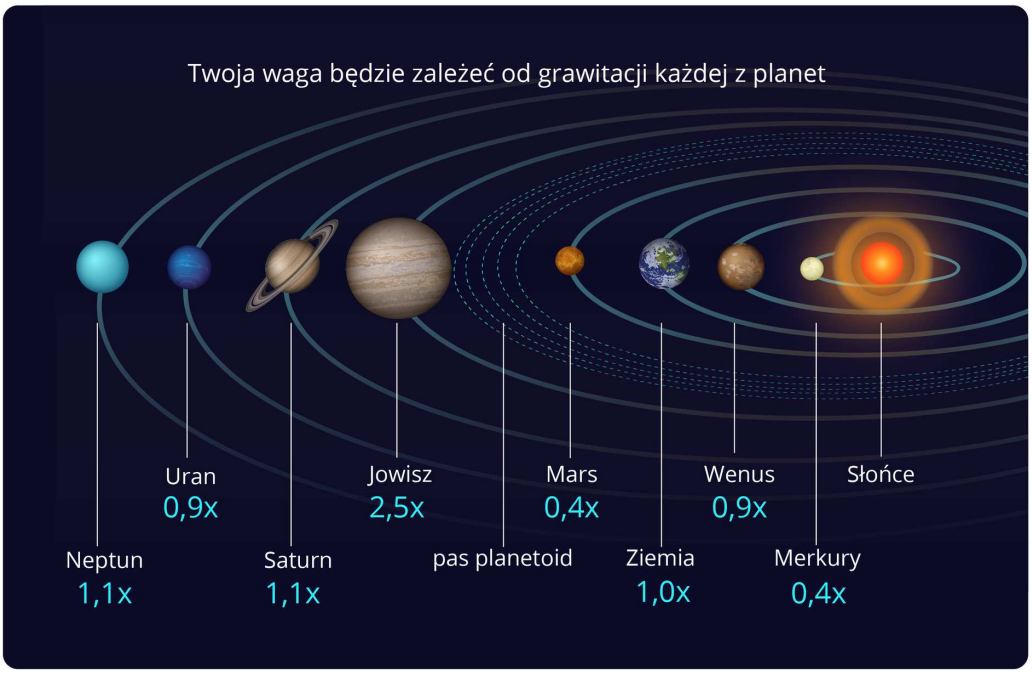
określonych przy użyciu przedrostów.

Przedrostki w układzie SI

Przedrostek	Znaczenie	Symbol	Wartość
nano-	10^{-9}	n	0,000000001
mikro-	10^{-6}	μ	0,000001
mili-	10^{-3}	m	0,001
centy-	10^{-2}	c	0,01
decy-	10^{-1}	d	0,1
kilo-	10^{3}	k	1000

Ciekawostka

Czy ciężar i masa oznaczają to samo?
Ciało o tej samej masie – w zależności od siły grawitacji i miejsca pomiaru – może mieć różny ciężar. Na Księżycu siła grawitacji jest mniejsza niż na Ziemi, dlatego astronauta ma mniejszy ciężar na Księżycu. Jednostką ciężaru (siły ciężkości) jest niuton (**N**).



Każde ciało niebieskie ma inną siłę grawitacji, dlatego na różnych planetach ciężar człowieka byłby inny

2. Co oznacza objętość?

objętość

> jest wielkością określającą, jak dużo miejsca w przestrzeni zajmuje dane ciało; w układzie SI jednostką objętości jest metr sześcienny (m^3)

W życiu codziennym najczęściej stosujemy mniejszą jednostkę – litr (1 litr = 1 dm^3).
Sposoby określania objętości substancji zależą od jej stanu skupienia.

Objętość cieczy odmierza się, używając naczyń z podziałką. W laboratorium do tego celu służą cylindry miarowe i pipety, a stosowaną jednostką jest decymetr sześcienny (dm^3).
W domu możemy korzystać ze szklanek lub łyżek. Poniżej podano przykładowe przybliżone przeliczniki objętości.

Jednostki objętości

	Objętość w ml/l	**Objętość w cm^3/dm^3**	**Objętość w m^3**
4 szklanki	1000 ml = 1 l	1000 cm^3 = 1 dm^3	0,001 m^3
1 szklanka	250 ml = 0,25 l	250 cm^3 = 0,25 dm^3	0,00025 m^3
1 łyżka	15 ml = 0,015 l	15 cm^3 = 0,015 dm^3	$15 \cdot 10^{-6}$ m^3
1 łyżeczka	5 ml = 0,005 l	5 cm^3 = 0,005 dm^3	$5 \cdot 10^{-6}$ m^3

W jaki sposób wyznacza się objętość gazów?

Objętość gazów zależy od rozmiaru ich „opakowania", ponieważ gazy wypełniają całą dostępną dla nich przestrzeń. Na przykład podczas picia wody z butelki powietrze zajmuje miejsce po wodzie. Pusta litrowa butelka zawiera litr powietrza.

W jaki sposób wyznacza się objętość ciał stałych o regularnych kształtach?

Objętości ciał stałych o regularnych kształtach można obliczyć, znając ich wymiary.
Objętość sześcianu obliczamy, korzystając ze wzoru:
$V = a^3$, a prostopadłościanu – według wzoru: $V = a \cdot b \cdot c$.

W jaki sposób wyznacza się objętość ciał stałych o nieregularnych kształtach?

Objętość ciała stałego o nieregularnym kształtcie można wyznaczyć, zanurzając ten przedmiot w cylindrze z wodą. Jest to różnica pomiędzy objętością końcową (po zanurzeniu przedmiotu) a objętością początkową wody w cylindrze.

Polecenie 1

Doświadczenie do samodzielnego wykonania. W jaki sposób można wyznaczyć objętość cieczy?

POMIAR OBJĘTOŚCI CIECZY

MATERIAŁY I PRZYRZĄDY

- cylinder miarowy,
- woda.

INSTRUKCJA

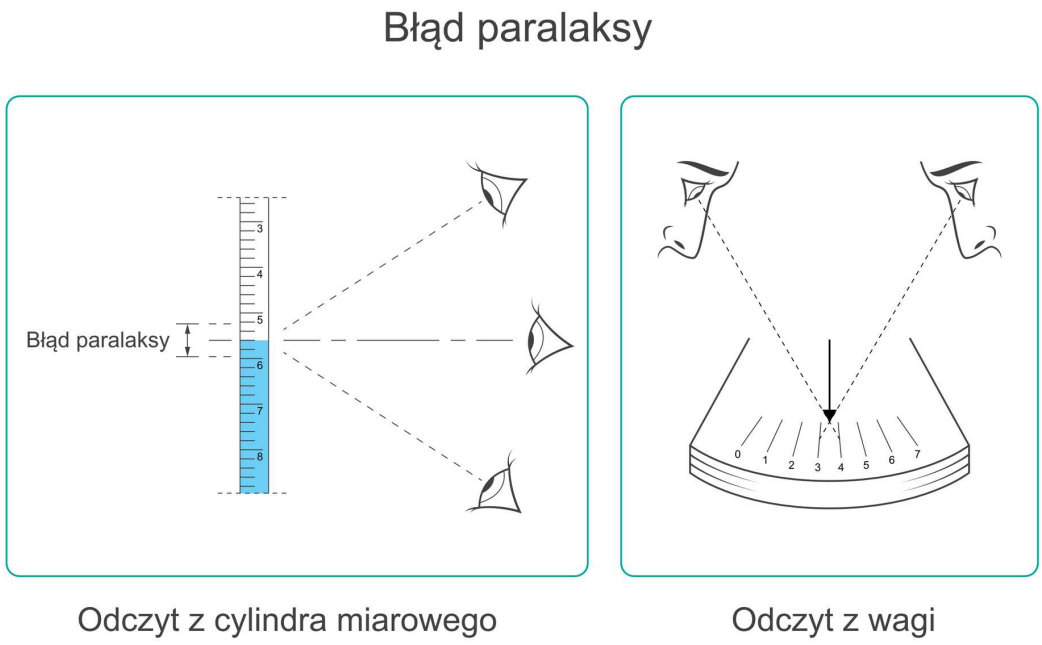
1. Wlej 10 cm^3 wody do cylindra miarowego.
2. Odczytaj, jaką objętość zajmuje ciecz.
3. Pomyśl , co może być przyczyną tego zjawiska.

Zastanów się, czy woda wypełnia równomiernie przestrzeń w cylindrze i czy powierzchnia cieczy w pobliżu ścianek zakrzywia się w górę, czy w dół.
Poszukaj w dostępnych źródłach objaśnienia pojęcia ***menisk***.

Ciekawostka

Paralaksa

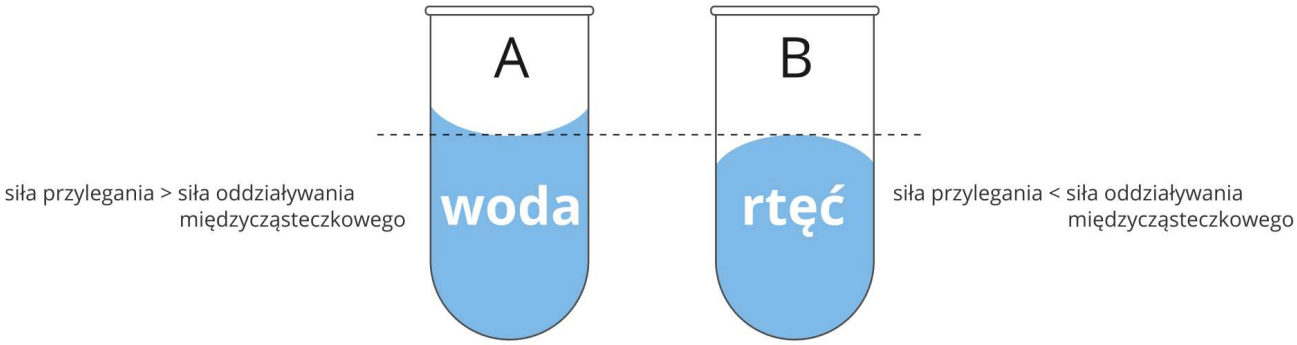
Paralaksą nazywamy zjawisko błędnego odczytu wskazania przyrządu pomiarowego. Przyczyną jest nieodpowiedni kąt, pod jakim osoba patrzy. Linia wzroku, przechodząc przez element wskazujący, np. słupek cieczy w cylindrze miarowym, obejmuje w niewłaściwym miejscu znajdującą się za tym elementem skalę odczytu. Różnica pomiędzy odczytem rzeczywistym a wartością odczytu poprawnego jest nazywana **błędem paralaksy**.



Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

Menisk

Meniskiem nazywamy miejsce zakrzywienia (przylegania) powierzchni cieczy w miejscu jej zetknięcia z ciałem stałym – cylindrem miarowym. Wyróżnia się menisk wklęsły (np. woda) i wypukły (np. rtęć) – w zależności od wartości sił przylegania między cząsteczkami cieczy a ściankami naczynia oraz sił oddziaływania między cząsteczkami cieczy.



Źródło: Krzysztof Jaworski, licencja: CC BY 3.0.

3. Czym jest gęstość?

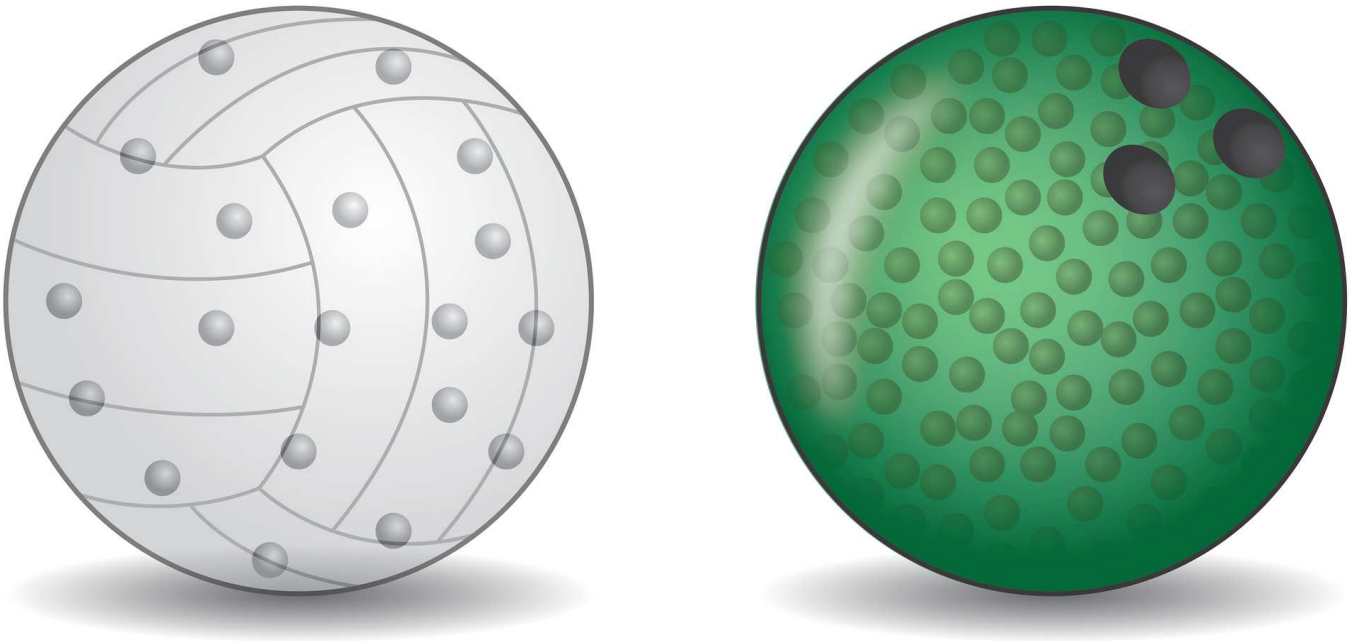
Gęstość to stosunek określonej masy substancji do zajmowanej przez nią objętości, właściwość fizyczna charakterystyczna dla danej substancji.

Polecenie 2

Obejrzyj rysunek oraz porównaj rozmiary i masę piłki do gry w siatkówkę oraz kuli do gry w kręgle. Zastanów się, jaka jest zależność między masą i objętością a budową wewnętrzną tych przedmiotów.

Piłka do siatkówki, kula do gry w kręgle

Piłka do siatkówki i kula do gry w kręgle są tej samej wielkości, ale druga z nich ma większą masę, ponieważ jest wykonana z plastiku, który zawiera wiele ściśle upakowanych cząstek materii. Piłka siatkowa jest wypełniona powietrzem, zawierającym mniej cząstek materii, które są bardziej od siebie oddalone. Zazwyczaj największą gęstość mają ciała stałe, mniejszą – ciecze, a najmniejszą – gazy.



Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

Gęstość danej substancji o stałym stanie skupienia wyznacza się modelowo, wykonując z niej kostkę sześcienną o krawędzi 1 m, a następnie ważąc ją. Masa takiej kostki wyrażona w kilogramach jest równa liczbowo gęstości substancji.

W jaki sposób oblicza się gęstość?

Gęstość (d) to stosunek masy (m) substancji do objętości (V), jaką ta masa zajmuje. Wyraża się ją wzorem:

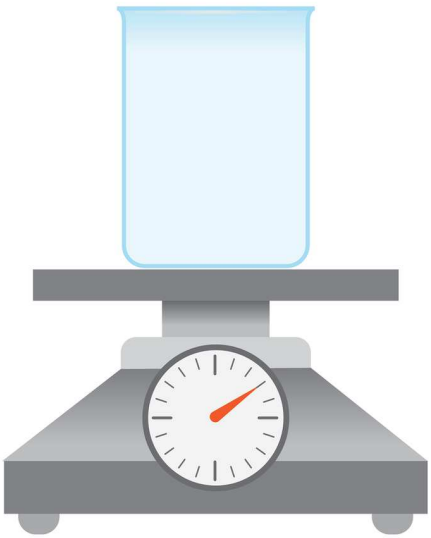
$$\text{gęstość} = \frac{\text{masa}\,[\text{kg}]}{\text{objętość}\,[\text{m}^3]} \quad d = \frac{\text{m}\,[\text{kg}]}{\text{V}\,[\text{m}^3]}$$

Gęstość ciał stałych i cieczy podaje się najczęściej w $[\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}]$, a gęstość gazów – w $[\frac{\text{g}}{\text{dm}^3}]$. Chemicy zwykle oznaczają gęstość symbolem d (od ang. *density*), fizycy zaś – grecką literą ρ (ro).

Gęstość substancji zależy od:

- temperatury – na ogół maleje ze wzrostem jej wartości;
- ciśnienia – w przypadku gazów, gdyż wpływ ciśnienia na ciecze i ciała stałe jest na tyle niewielki, że je pomijamy.

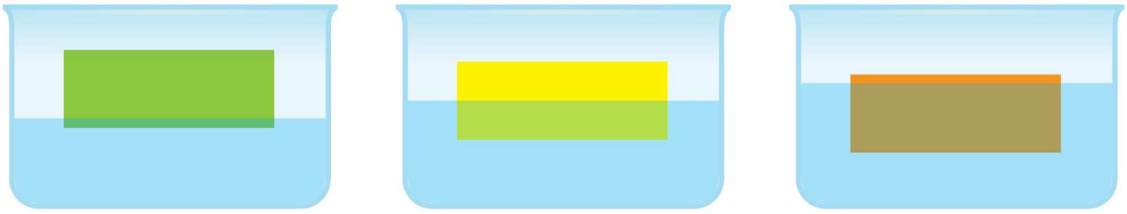
> **Polecenie 3**
>
> Gęstość substancji bywa często porównywana z gęstością wody. Ile waży litr wody?



masa pustej zlewki: 30 g

Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

Wpływ gęstości na wielkość zanurzenia.



gęstość 0,1 g/cm ^{3}
zanurzenie 10%

gęstość 0,5 g/cm ^{3}
zanurzenie 50%

gęstość 0,9 g/cm ^{3}
zanurzenie 90%

Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

Doświadczenie 1

W warunkach laboratoryjnych kolejne warstwy cieczy można nanosić na siebie w wąskim cylindrze lub probówce za pomocą pipetki, począwszy od tej o największej gęstości.

Problem badawczy

Jak zachowują się ciecze o różnej gęstości?

Hipoteza

Wybierz jedną z przedstawionych hipotez, a następnie zweryfikuj ją.

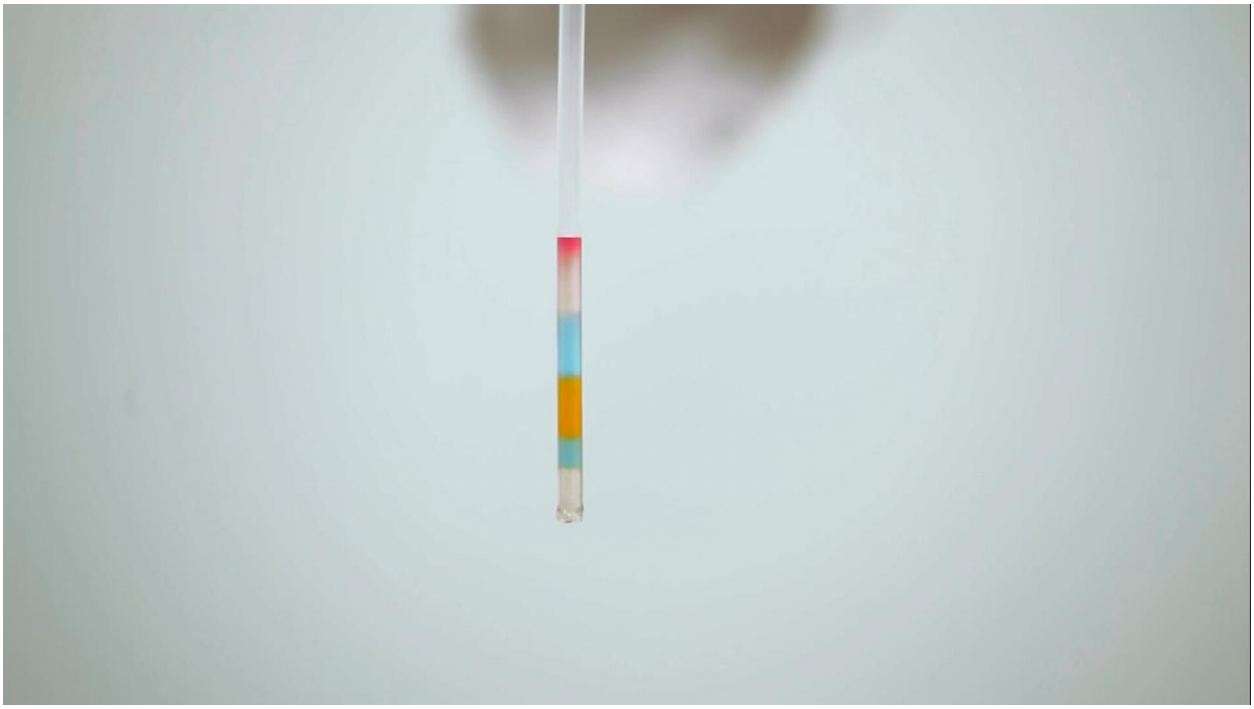
Ciecze o większej gęstości unoszą się na powierzchni.
Ciecze o większej gęstości opadają na dno.

Co będzie potrzebne

- sól kamienna,
- woda,
- łyżeczka lub miarka,
- barwnik spożywczy lub farbki,
- przezroczysta słomka,
- 6 zlewek lub wysokich szklanek (mogą być plastikowe kubki).

Instrukcja

1. Do sześciu zlewek lub szklanek dodaj odpowiednio od 1 do 6 łyżeczek soli.



Źródło: epodreczniki.pl, licencja: CC BY 3.0.

2. Do każdego z tych naczyń wlej po ok. 125 cm^3 wody (pół szklanki) ciepłej wody i wymieszaj, aż do całkowitego rozpuszczenia soli.

3. Rozpuść barwniki w wodzie, tak aby w każdej szklance uzyskać inny kolor roztworu.

4. Weź przezroczystą słomkę do ręki i kciukiem zatkaj jej koniec.

5. Trzymając zamkniętą kciukiem słomkę, zanurz jej drugi koniec w szklance wody z jedną łyżeczką soli. Na chwilę odsuń kciuk od wylotu słomki, nabierz trochę wody i szybko zatkaj słomkę ponownie.

6. Postępuj podobnie z pozostałymi próbkami, nabierając kolejno roztwory do słomki, aż do uzyskania sześciu warstw.

Podsumowanie

W doświadczeniu do tej samej objętości wody dodano różne ilości soli, otrzymując roztwory o różnej gęstości. Im więcej soli rozpuszczono w wodzie, tym gęstość roztworu była większa.

Różnica gęstości cieczy spowodowała, że przez pewien czas barwy wewnątrz słomki nie mieszały się.

Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Źródło: Tomorrow Sp. z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Na ekranie pokazywane są przygotowane przedmioty: sól kamienna, woda, łyżeczka lub miarka, barwnik spożywczy lub farbki, przezroczysta słomka, 6 wysokich szklanek. Do sześciu szklanek zostaje dodane odpowiednio od 1 do 6 łyżeczek soli, a następnie do każdej szklanki zostaje wlane około 125 cm^3, czyli pół szklanki wody ciepłej wody. Następuje wymieszanie, aż do całkowitego rozpuszczenia soli. W wodzie rozpuszczone zostają barwniki, tak aby w każdej szklance był inny kolor. Przeprowadzający eksperyment bierze przezroczystą słomkę do ręki i zatyka kciukiem jej koniec, a następnie trzymając zamkniętą kciukiem słomkę zanurza jej drugi koniec w szklance wody z jedną łyżeczką soli. Na chwilę odsuwa kciuk od wylotu słomki, aby pozwolić odrobinie wody nalać się do środka i zatyka słomkę ponownie. Przenosi słomkę do drugiej szklanki i powtarza proces. Podobnie postępuje z pozostałymi próbkami aż do uzyskania sześciu warstw. W doświadczeniu do tej samej objętości wody dodano różne ilości soli, otrzymując roztwory o różnej gęstości. W efekcie tej różnicy barwy wody w słomce nie mieszają się i powstaje różnokolorowy słupek cieczy.

Polecenie 4

Zastanów się:

- Co się stanie, jeśli do doświadczenia użyjesz cukru zamiast soli?
- Co się stanie, jeśli zanurzysz słomkę w roztworach w innej kolejności?

Doświadczenie 2

Problem badawczy

W jaki sposób możemy porównać gęstość napojów?

Hipoteza

Znając masę i objętość, można obliczyć gęstość napoju.
Umieszczając puszki z napojem w pojemniku z wodą, można porównać gęstość napojów.

Co będzie potrzebne

- napój typu cola classic,
- napój typu cola light,
- akwarium lub wysokie naczynie,
- woda,
- cukier,
- waga.

Instrukcja

1. Zanurz napoje classic i light w naczyniu napełnionym wodą.
2. Zważ puszki z napojami typu cola classic i light. Pamiętaj, aby od masy napoju w puszce odjąć masę pustej puszki.

3. Sprawdź objętość podaną na puszce lub odczytaj ją po przelaniu zawartości puszki do cylindra miarowego.
   $V = 350\ \mathrm{ml} = 350\mathrm{cm}^3$

4. Oblicz gęstość napoju, korzystając ze wzoru:
   $\text{gęstość} = \frac{\text{masa}[\mathrm{g}]}{\text{objętość}[\mathrm{cm}^3]}$

5. Wniosek:
   Jeśli gęstość < 1, to przedmiot (puszka z napojem) pływa,

   Jeśli gęstość > 1, to przedmiot tonie.

6. Porównaj zawartość cukru w obu napojach.

Podsumowanie

Jeżeli gęstość puszki z napojem jest mniejsza od 1, to puszka pływa na powierzchni wody, natomiast jeśli przedmiot (puszka z napojem) ma gęstość większą od 1 – wówczas tonie. Gęstość wody równa jest $1\frac{[\mathrm{g}]}{[\mathrm{cm}^3]}$. Różnica w gęstości napojów może być spowodowana zawartością cukru.

Ciekawostka

Gęstość wokół nas

Gęstość lodu jest mniejsza niż wody

Doświadczenie 3

Problem badawczy

Co ma większą gęstość: lód (ciało stałe) czy woda (ciecz)?

Hipoteza

Wybierz jedną z przedstawionych hipotez, a następnie zweryfikuj ją.

Lód (ciało stałe) ma gęstość większą od wody (cieczy).
Lód (ciało stałe) ma gęstość mniejszą od wody (cieczy).

Co będzie potrzebne

- kostka lodu,
- linijka,
- cylinder miarowy,
- waga,
- woda.

Instrukcja

1. Zmierz linijką bok kostki lodu.
2. Zważ kostkę lodu.

3. Oblicz gęstość lodu.

4. Odczytaj gęstość wody (lodu) z tablic chemicznych i porównaj z wyznaczoną.

Podsumowanie

Zazwyczaj największą gęstość mają ciała stałe, mniejszą – ciecze, a najmniejszą – gazy. Inaczej jest w przypadku lodu, którego gęstość jest mniejsza od gęstości wody. Dlatego kostki lodu wrzucone do napoju abo kra na jeziorze unoszą się na powierzchni wody.

Ćwiczenie 1

Jaka jest gęstość płynu o objętości 60 ml i masie 0,6 kg?

Ćwiczenie 2

Gęstość pewnego materiału wynosi 3000 kg/m^3. Oblicz masę wykonanej z tego materiału kostki o krawędziach równych 3 cm. Wynik podaj w gramach.

Podsumowanie

- Jedną z właściwości fizycznych substancji jest gęstość.
- Gęstość to wielkość charakteryzująca substancję równa ilorazowi masy i objętości danej substancji.
- Wyznaczając doświadczalnie gęstość przedmiotu, możemy określić, z jakiej substancji został on wykonany.
- Gęstość substancji zależy od temperatury – na ogół maleje ze wzrostem temperatury.

Praca domowa

Polecenie 5.1

Do szklanki wlej powoli po ściance: miód, wodę zabarwioną niebieskim atramentem, olej i denaturat. Zrób zdjęcie, a następnie określ, która z cieczy ma najmniejszą, a która – największą gęstość. Korzystając z dowolnego programu graficznego, zaznacz na zdjęciu strzałką wzrost gęstości cieczy.

Polecenie 5.2

Odszukaj w tablicach chemicznych gęstości wybranych substancji i porównaj je z wartościami podanymi w zadaniu 4. Zastanów się, co może być przyczyną rozbieżności.

Polecenie 5.3

Korzystając z różnych źródeł, przygotuj referat na temat wzorca kilograma. Wyjaśnij, dlaczego postanowiono go zmienić.

Słowniczek

masa

miara ilości substancji, w układzie SI (Międzynarodowy Układ Jednostek Miar) określa się ją w kilogramach

gęstość

właściwość fizyczna określająca masę $1\ \mathrm{m}^3$ lub $1\ \mathrm{cm}^3$ substancji, wyraża się w jednostkach $\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$ lub $\left[\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3}\right]$

menisk

zakrzywienie powierzchni cieczy (np. wody) w miejscu jej zetknięcia z ciałem stałym (np. szkłem cylindra miarowego)

Zadania

Ćwiczenie 3

Zaznacz w odpowiednich polach obok podanych zdań, czy zdania te są prawdziwe czy fałszywe.

	Prawda	Fałsz
Gęstość danego ciała przy stałej masie jest tym większa, im większa jego objętość.	◯	◯
Masa jest tym większa, im większe jest ciało (ma większą objętość) i im większa jest jego gęstość.	◯	◯
Gęstość danego ciała przy stałej objętości jest tym większa, im większa jego masa.	◯	◯
Zazwyczaj największe gęstości mają ciała stałe, mniejszą – ciecze, a najmniejszą – gazy.	◯	◯

Źródło: Małgorzata Bartoszewicz, Agnieszka Kamińska-Ostęp, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 4

Oblicz gęstość cieczy, wiedząc, że 10 litrów tej cieczy waży 14 kilogramów. Wynik podaj w $\left[\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3}\right]$ i $\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$. Uzupełnij puste miejsca, wybierając brakujące elementy z listy.

Dane:

$m =$ ..... $[\mathrm{kg}] =$ ..... $[\mathrm{g}]$

$V =$ ..... $[\mathrm{l}] =$ ..... $\left[\mathrm{dm}^3\right] =$ ..... $\left[\mathrm{cm}^3\right] =$ ..... $\left[\mathrm{m}^3\right]$

Wiemy, że

$d = \left[\frac{m}{V}\right]$

$d =$ ..... $\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$ $d =$ ..... $\left[\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3}\right]$

140	10000	14000	0,10	0,010	0,10	100	10	10000	0,14	0,10
140	100	0,10	10	14	1400	0,14	1400	14	10	140	0,001
14	1,4	1000	100	14	10000	140	1400	1,4		

Źródło: Małgorzata Bartoszewicz, Agnieszka Kamińska-Ostęp, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 5

Uczniowie wyznaczyli wartości liczbowe gęstości wybranych substancji, które zebrano w tabeli.

Tabela do zadania

Substancja	**Gęstość** $\left[\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3}\right]$
tlen	0,0014
woda	1,0
lód	0,93
aluminium (glin)	2,7
złoto	19,3

Ułóż je od największej do najmniejszej gęstości.

tlen

lód

woda

złoto

aluminium (glin)

Źródło: Małgorzata Bartoszewicz, Agnieszka Kamińska-Ostęp, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 6

Oblicz gęstość płynu do kąpieli, wiedząc, że 1 litr tego płynu ma masę 1,5 kilograma. Podaj wynik, stosując jednostki układu SI $\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$.

Dane:

masa $m =$ [ ] $[\mathrm{kg}]$,

objętość $V =$ [ ] $[\mathrm{l}] =$ [ ] $\left[\mathrm{m}^3\right]$.

Rozwiązanie:

Skorzystamy z definicji gęstości: $d = \left[\frac{m}{V}\right]$

Rozwiązanie: $d =$ [ ] $\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$

Źródło: Małgorzata Bartoszewicz, Agnieszka Kamińska-Ostęp, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 7

Gęstość pewnego materiału wynosi 2000 $\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$. Oblicz masę kostki (w gramach) wykonanej z tego materiału o krawędziach 3 cm • 2 cm • 4 cm

Dane:

$d =$ ☐ $\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$ = ☐ $\left[\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3}\right]$

$\mathrm{a} = 3\ \mathrm{cm}, \mathrm{b} = 2\ \mathrm{cm}, \mathrm{c} = 4\ \mathrm{cm},$

$V = \mathrm{a}\cdot\mathrm{b}\cdot\mathrm{c} =$ ☐ $[\mathrm{cm}] \cdot$ ☐ $[\mathrm{cm}] \cdot$ ☐ $[\mathrm{cm}] =$ ☐ $[\mathrm{cm}^3]$

Zadanie możemy rozwiązać na dwa sposoby

I SPOSÓB

$d\left[\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3}\right] = \frac{m\,[\mathrm{g}]}{V\,[\mathrm{cm}^3]}$

Przekształcenie wzoru

$m[\mathrm{g}] =$ ☐ $\left[\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3}\right] \cdot$ ☐ $[\mathrm{cm}^3]$

Podstawianie wartości liczbowych do wzoru

$m =$ ☐ $\left[\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3}\right] \cdot$ ☐ $[\mathrm{cm}^3] =$ ☐ $[\mathrm{g}]$

Masa kostki wynosi ☐ gramów.

II SPOSÓB

Ułożenie proporcji

☐ $[\mathrm{cm}^3]$ $\frac{\text{ma masę}}{}$ ☐ $[\mathrm{g}]$

☐ $[\mathrm{cm}^3]$ $\frac{\text{ma masę}}{}$ $\mathrm{x}\ [\mathrm{g}]$

☐ $[\mathrm{cm}^3] \cdot \mathrm{x}\ [\mathrm{g}] =$ ☐ $[\mathrm{g}] \cdot$ ☐ $[\mathrm{g}] \cdot$

$\mathrm{x} =$ ☐ $[\mathrm{g}]$

Masa kostki wynosi ☐ gramów.

Źródło: Małgorzata Bartoszewicz, Agnieszka Kamińska-Ostęp, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 8

Wstaw odpowiednie fragmenty tak, aby powstało zdanie prawdziwe.

[ ] w układzie SI jest [ ].

gram na centymetr sześcienny $\left[\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3}\right]$ | Jednostką objętości | kilogram na litr $\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{l}}\right]$ | kilogram na metr sześcienny $\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$ | Jednostką gęstości | Jednostką masy

Źródło: Małgorzata Bartoszewicz, Agnieszka Kamińska-Ostęp, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 9

Uczeń nalał do szklanki wodę i wrzucił przedmiot, który pływał po jej powierzchni (gęstość wody wynosi 1 $\left[\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3}\right]$. Wskaż zdania, które opisują gęstość przedmiotu, zgodną z poczynionymi obserwacjami.

	Prawda	Fałsz
Gęstość przedmiotu jest większa od gęstości wody.	○	○
Gęstość przedmiotu jest mniejsza od gęstości wody.	○	○
Gęstość przedmiotu jest większa od 1000 $\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$.	○	○

Źródło: Małgorzata Bartoszewicz, Agnieszka Kamińska-Ostęp, licencja: CC BY 3.0.

Pierwiastek a związek chemiczny

Obecnie znanych jest 118 pierwiastków chemicznych. Należą do nich np. żelazo, wodór czy tlen. Woda to związek tlenu i wodoru, zaś rdza to mieszanina tlenków żelaza oraz innych związków tego metalu. Jeszcze sto lat temu znano około 2 milionów związków chemicznych, a 10 lat temu – już ponad 15 milionów.
Jaka jest różnica między pierwiastkiem a związkiem chemicznym?

Już wiesz

- co to jest substancja;
- w jaki sposób należy stosować w praktyce zasady bezpieczeństwa w szkolnej pracowni chemicznej;
- czym są właściwości fizyczne i chemiczne, oraz umiesz podać ich przykłady;
- w jaki sposób można zbadać właściwości fizyczne i chemiczne substancji.

Nauczysz się

- dlaczego warto posługiwać się symbolami chemicznymi;
- omawiać zasady tworzenia symboli pierwiastków chemicznych;
- definiować pojęcia: ***pierwiastek*** i ***związek chemiczny***;
- wyjaśniać różnicę między pierwiastkiem a związkiem chemicznym;
- podawać przykłady pierwiastków i związków chemicznych.

1. Jakie substancje nazywamy pierwiastkami chemicznymi?

Polecenie 1

Wymień przykłady substancji chemicznych, które można rozłożyć na prostsze.

Polecenie 2

Zaprojektuj doświadczenie pozwalające zbadać, czy cukier można rozłożyć na substancje prostsze.

Doświadczenie 1

Problem badawczy

Czy cukier jest substancją prostą?

Hipoteza

Wybierz jedną z przedstawionych hipotez, a następnie zweryfikuj ją.

Cukier ulega reakcji rozkładu, gdyż jest substancją złożoną.
Cukier jest substancją prostą.

Co będzie potrzebne

- palnik,
- probówka,
- cukier.

Instrukcja

1. Do probówki wsyp cukier i ogrzewaj go w płomieniu palnika.
2. Obserwuj zachodzące zmiany.

cukier

karmel

Źródło: Biswarup Ganguly (http://commons.wikimedia.org), Rainer Zenz(http://commons.wikimedia.org), Krzysztof Jaworski, licencja: CC BY-SA 3.0.

Podsumowanie

Pod wpływem ogrzewania cukier ulega karmelizacji, a następnie zwęgleniu; na ściankach probówki pojawia się skroplona para wodna. Na tej podstawie wnioskujemy, że cukier jest substancją złożoną. W skład cukru wchodzą: węgiel, tlen i wodór (gazy wodór i tlen występują w postaci cząsteczek wody).

W naszym otoczeniu występują różne substancje. Wśród nich są takie, których nie można rozłożyć na prostsze. Są to pierwiastki chemiczne. Spośród znanych obecnie 118 pierwiastków chemicznych w przyrodzie występuje 90, jednak tylko nieliczne spotykamy w stanie wolnym (rodzimym). Należą do nich np.: złoto, siarka, węgiel, platyna, miedź, arsen, antymon. Blisko 30 pierwiastków otrzymano sztucznie w laboratorium.

Źródło: Rob Lavinsky(http://commons.wikimedia.org), Alchemist-hp(http://commons.wikimedia.org), Krzysztof Jaworski, licencja: CC BY-SA 3.0.

Czy kopernik ma coś wspólnego z Mikołajem Kopernikiem, czyli skąd wzięły się nazwy pierwiastków chemicznych?

Do dziś oficjalne nazwy nadano 114 pierwiastkom, a pozostałe cztery muszą zostać poddane badaniom przez niezależne ośrodki naukowe. Dla 109 pierwiastków polskie nazwy ustaliło Polskie Towarzystwo Chemiczne. Jest to stowarzyszenie naukowe skupiające osoby zawodowo lub tylko amatorsko związane z chemią. Jego celem jest popieranie rozwoju nauk chemicznych i ich popularyzacja wśród społeczeństwa. Nazwy pierwiastków tworzono od imion postaci mitologicznych, nazw ciał niebieskich, nazw geograficznych, nazwisk wybitnych uczonych, zaś pozostałe są nieoficjalnymi tłumaczeniami z języka łacińskiego.

Nazwy pierwiastków zostały utworzone między innymi od:

- określeń ich właściwości, np.
    - *chloros* – zielony (chlor, Cl)
    - *sira* – jasnożółty (siarka, S)
    - *ioeides* – fioletowy (jod, I)
    - *bromos* – fetor (brom, Br)
    - *osme* – smród (osm, Os)
- nazw ciał niebieskich, planet, np.
    - helios – Słońce (hel, He)
    - neptun – Neptun (*neptunium*, Np)
    - pluton – Pluton (*plutonium*, Pu)
    - uran – Uran (*uranium*, U)
- imion postaci mitologicznych, np.

- Niobe, córka Tantala z mitologii greckiej – niob (*niobium*, Nb)
- Prometeusz – postać z mitologii greckiej – promet (*promethium*, Pm)
- Tantal – postać z mitologii greckiej – tantal (*tantalum*, Ta)

Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Źródło: Tomorrow Sp. z o.o., licencja: CC BY 3.0.

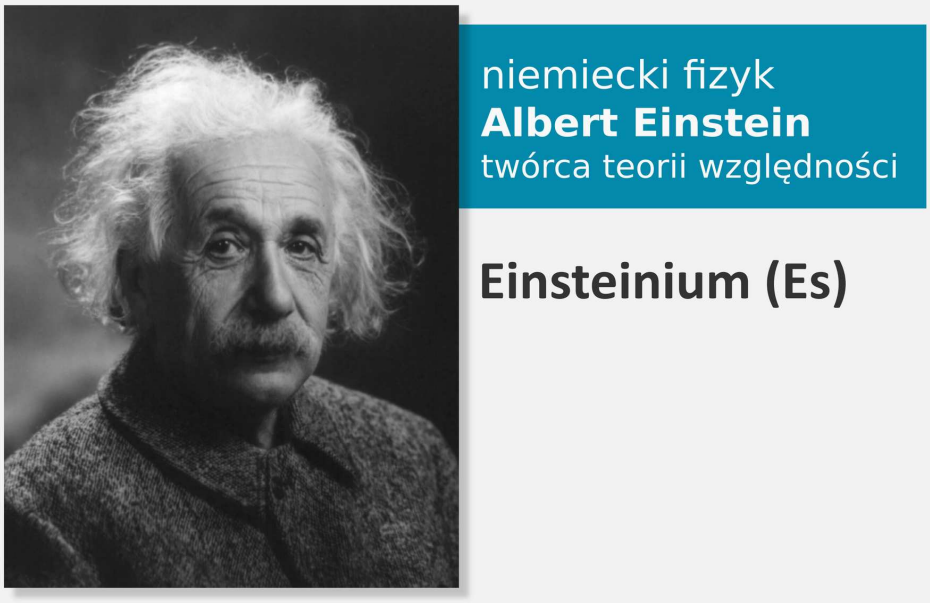
Animacja przedstawia proces tworzenia nazw pierwiastków na podstawie różnych kryteriów. Nazywanie w oparciu o właściwości ilustrowane jest rysunkiem czterech zamkniętych probówek zawierających chlor (zielony gaz), siarkę (żółte kryształki), jod (fioletowa substancja) i brom (czerwony płyn). Kolejno następują zbliżenia poszczególnych probówek wraz z symbolem chemicznym, pierwotną nazwą i krótkim opisem pochodzenia. Chlor ma symbol Cl, a jego nazwa pochodzi od greckiego Chloros, czyli zielony. Nazwa siarki, której symbol to S wywodzi się z sanskrytu od słowa sira oznaczającego kolor jasnożółty. Jod o symbolu I pochodzi od starogreckiego ioeides, czyli fioletowy. Natomiast brom o symbolu Br pochodzi od słowa bromos, które w języku greckim oznacza "fetor". Kolejny prezentowany sposób nazywania pierwiastków wywodzi się od ciał niebieskich, planet i planetoid. Ta prezentacja opiera się na ilustracji układu słonecznego z oznaczanymi kolejno elementami. I tak słońce, po grecku helios dało nazwę helowi o symbolu He. Planeta Neptun użyczyła nazwy pierwiastkowi o symbolu Np. Pluton, po łacinie plutonium to również nazwa planety karłowatej o tej samej nazwie. Podobnie Uran, który jest nazwą pierwiastka o symbolu U. Ostatnia część prezentacji obejmuje postacie mitologiczne. Tutaj prezentowane są malowidła przedstawiające Niobe, Prometeusza i Tantala. Pierwsza, będąca w mitologii greckiej córką Tantala użyczyła nazwy pierwiastkowi niob o symbolu Nb. Od imienia Prometeusza z tej samej mitologii nazwano pierwiastek promet o symbolu Pm. Z kolei

Tantal to zarówno imię bohatera z mitów greckich, jak i nazwa pierwiastka o symbolu Ta.

- nazwisk uczonych, np.
    - Alfred Nobel – nobel (*nobelium*, No)
    - Mikołaj Kopernik – kopernik (*copernicium*, Cn)

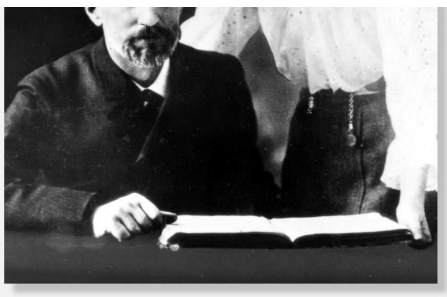
Źródło: Krzysztof Jaworski, AB Lagrelius & Westphal (https://commons.wikimedia.org), public domain.

Źródło: Krzysztof Jaworski, nn. (https://commons.wikimedia.org), public domain.



Źródło: Krzysztof Jaworski, Jack Turner, PM_Poon, Dantadd (http://commons.wikimedia.org), public domain.

Źródło: Krzysztof Jaworski, Department of Energy. Office of Public Affairs (https://commons.wikimedia.org), public domain.



Kiur (Cm)

Źródło: Krzysztof Jaworski, Smithsonian Institution from United States (http://commons.wikimedia.org), public domain.

amerykański fizyk
Ernest Lawrence

Lorens (Lr)

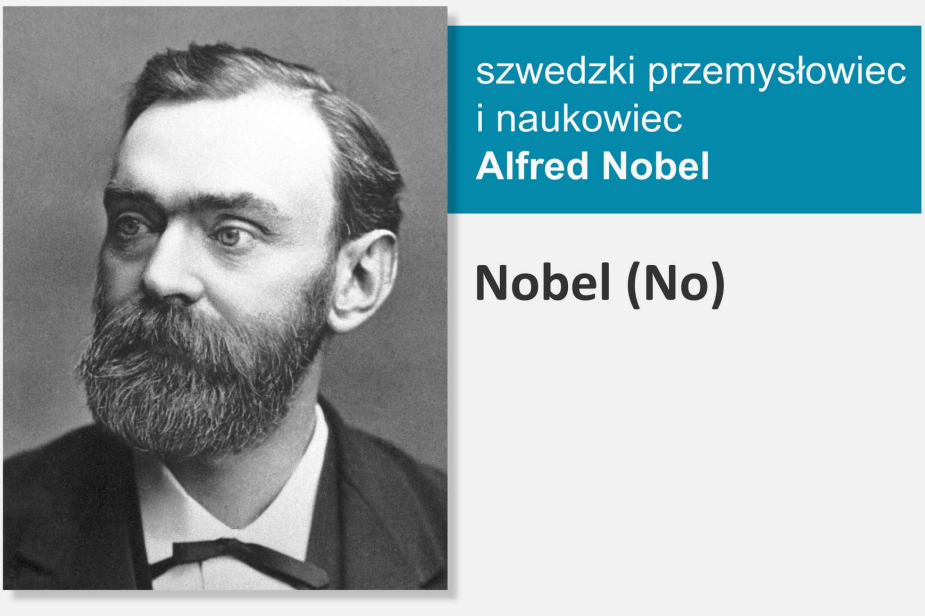
Źródło: Krzysztof Jaworski, Nobel Foundation (https://commons.wikimedia.org), public domain.

austriacka fizyczka
Lise Meitner

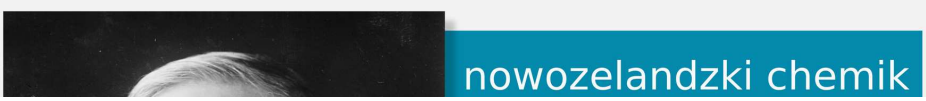
Meitner (Mt)

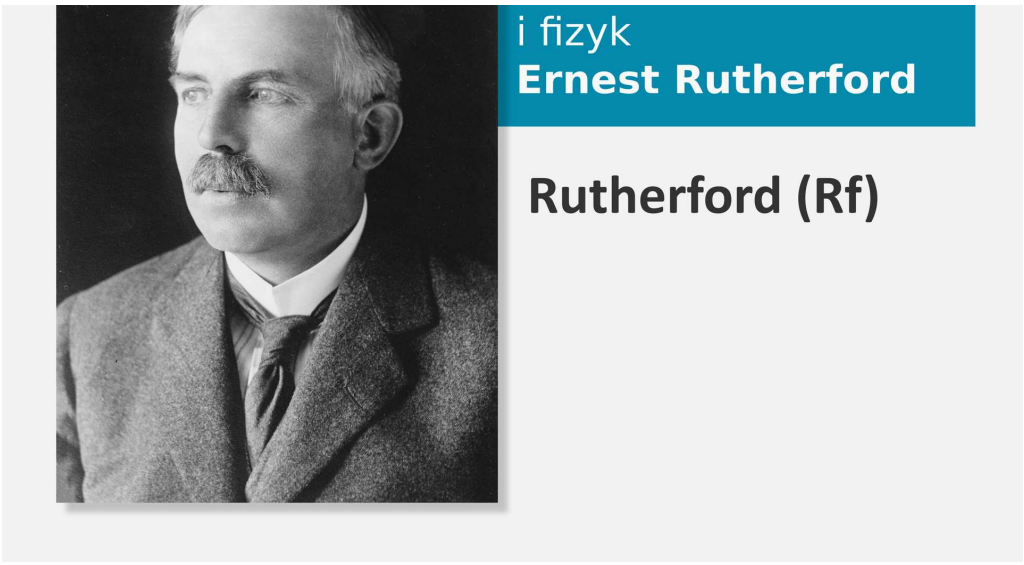
Źródło: Krzysztof Jaworski, Smithsonian Institution from United States (http://commons.wikimedia.org), public domain.

Źródło: Krzysztof Jaworski, Serge Lachinov (http://commons.wikimedia.org), public domain.

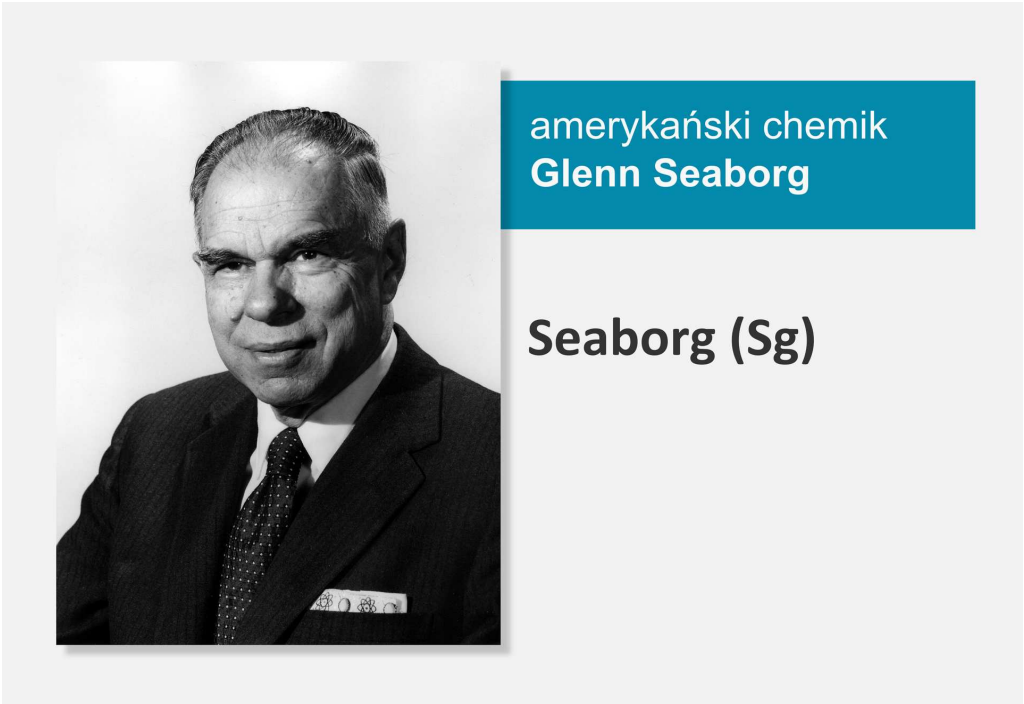


Źródło: Krzysztof Jaworski, Oren Jack Turner, PM_Poon, Dantadd (https://commons.wikimedia.org), public domain.





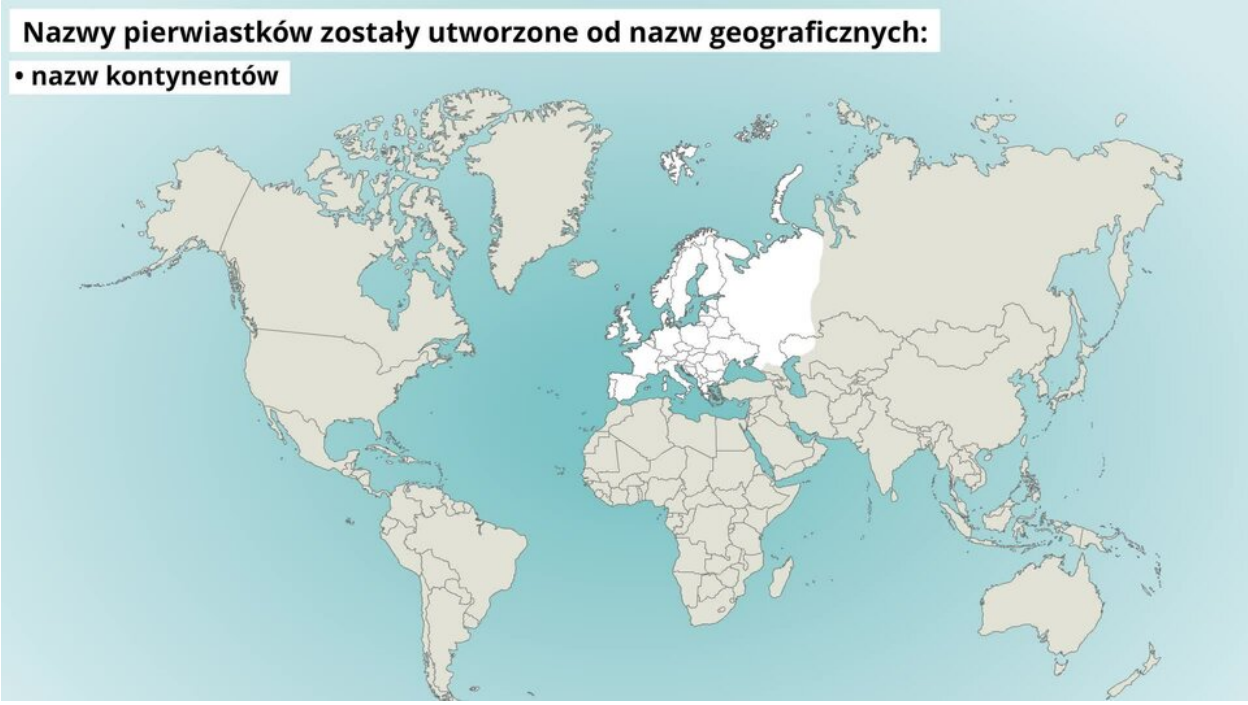
Źródło: Krzysztof Jaworski, George Grantham Bain Collection (Library of Congress) (http://commons.wikimedia.org), public domain.



Źródło: Krzysztof Jaworski, Atomic Energy Commission (https://commons.wikimedia.org), public domain.

- nazw geograficznych, np.
    - nazw kontynentów: Eu Europ (kontynent Europa) i Am Ameryk (kontynent Ameryka);
    - nazw państw europejskich: Ru Ruten (łacińska nazwa Rusi – *Ruthenia*), Ge German (Niemcy), Po Polon (Polska, łacińska nazwa *Polinum*), Fr Frans (Francja), Cypr – miedź (*Cuprum*, Cu);
    - nazwy stanu w USA bądź landu w Niemczech: Cf Californium (stan w USA), Hs Has (nazwa pochodzi od niemieckiego landu Hesja);

- nazw miast (skandynawskich, europejskich i amerykańskich): Sr Stront (pochodzi od szkockiego miasta Strontian), cztery pierwiastki Er Erb, Y Itr, Yb Iterb, Tb Terb swoją nazwę zawdzięczają jednej miejscowości szwedzkiej Ytterb, Lu Lutet (łacińska nazwa Paryża- Lutetium), Ho Holm (Sztokholmu Holmia), Hf Hafn (Kopenhaga Hafnia), Bk Berkel (Berkeley w Kalifornii), Ds Darmsztadt (niemieckie miasto Darmstadt);
- nazwy rzeki – jednej z najdłuższych rzek Europy (1233 km długości) Re Ren.



Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Źródło: Tomorrow sp.z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Animacja ma za zadanie pokazać genezę nazw pierwiastków utworzonych od nazw geograficznych. Przedstawia ona mapę świata, na której podświetlają się kontury i napisy omawianych kontynentów, pojawia się symbol pierwiastka i nazwa. Kolejno Europ (Eu) i Ameryk (Am). Następnie następuje zbliżenie na Europę i tak jak poprzednio podświetlają się kontury krajów, pojawia się symbol pierwiastka i nazwa. Kolejno Ruten (Ru) nazwany od Rusi (z łaciny Ruthenia), German (Ge), Polon (Po), Frans (Fr) i Miedź (Cu) nazwany od Cypru, po łacinie Cuprum. W następnej kolejności zbliżenie na Stany Zjednoczone. Najpierw podświetlają się kontury stanu Kalifornia, od którego nazwę wziął pierwiastek Californium (Cf), a po chwili zaznaczane jest miasto Berkeley, pierwowzór nazwy pierwiastka Berkel (Bk). Kamera przenosi się na zarys niemieckiego landu Hesja (pierwiastek Has, czyli Hs), następnie Francji i Paryża (łacińska nazwa Lutetia Parisiorum, pierwiastek Lutetium, symbol Lu), Szkocja i miasto Strontian (pierwiastek Stront, symbol Sr), miejscowości szwedzkie Ytterby od której pochodzą nazwy pierwiastków Erb (Er), Itr (Y), Iterb (Yb) oraz Terb (Tb) oraz Sztokholm (pierwiastek Holm, symbol Ho), duńska Kopenhaga (Kopenhaga Hafnia, pierwiastek Hafn, symbol Hf), niemiecki Darmsztadt i pierwiastek o tej samej nazwie

(symbol Ds). Na końcu podświetlana jest rzeka Ren na całej długości (podawana jest wartość 1233 kilometry) wraz z informacją o pierwiastku o tej samej nazwie i symbolu Re.

Kto nadaje nazwy pierwiastkom?

Prawo do nadawania nazw pierwiastkom mają osoby, które pierwsze je odkryły lub otrzymały. Jednak obecnie naukowcy nie nazywają pierwiastków swoimi nazwiskami. Wynika to z faktu, że nad takim odkryciem pracuje zespół kilkadziesięciu osób reprezentujących różne instytucje.

2. W jakim celu powstały symbole pierwiastków chemicznych?

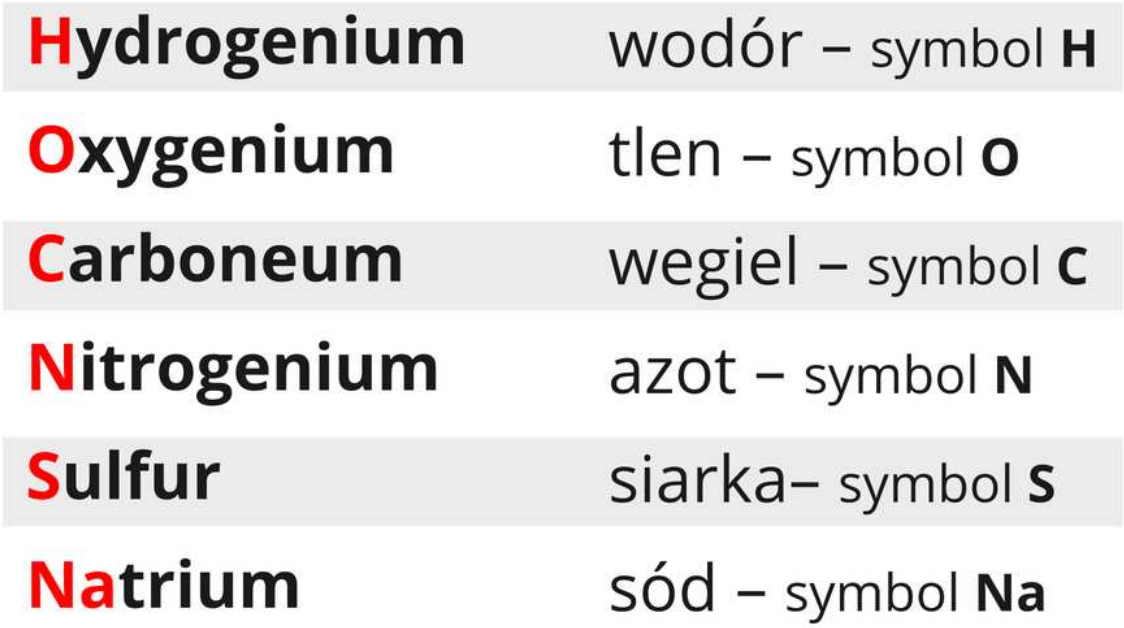
> **Polecenie 3**
>
> Korzystając z dostępnych źródeł, rozszyfruj wiadomość zapisaną alfabetem Morse'a.
>
> — — — — • — — • • • —
>
> **Polecenie 4**
>
> Podczas komunikowania się za pomocą ***SMS-ów*** możesz spotkać zapisy typu:
> **;)**
> **>:(**
> **:-D**
> Wyjaśnij, co oznaczają te symbole.

W życiu codziennym często stosujemy symbole. Dzięki nim możemy bez konieczności czytania słownego opisu zrozumieć potrzebne informacje. Przykładami takich symboli są znaki drogowe czy piktogramy. Swój sposób porozumiewania się mają także chemicy. Zamiast posługiwać się pełnymi nazwami pierwiastków i związków chemicznych zastąpili je symbolami.

Symbole pierwiastków chemicznych to umowne, międzynarodowe skróty nazw. Pochodzą najczęściej z języka angielskiego lub z łaciny i greki – w przypadku pierwiastków znanych od dawna. Nazwy zwykle składają się z jednej lub dwóch liter, z czego pierwsza litera jest duża, a druga (o ile występuje) – mała. *Tymczasowe symbole pierwiastków złożone są z trzech liter (Uu_).

Symbol chemiczny pierwiastka	Nazwa polska	Nazwa łacińska	Nazwa angielska
H	wodór	Hydrogenium	hydrogen
O	tlen	Oxygenium	oxygen
C	węgiel	Carboneum	carbon
N	azot	Nitrogenium	nitrogen
S	siarka	Sulfur	sulfur
Na	sód	Natrium	sodium
K	potas	Kalium	potassium
Fe	żelazo	Ferrum	iron
Cu	miedź	Cuprum	copper
Ag	srebro	Argentum	silver
Sn	cyna	Stannum	tin
Au	złoto	Aurum	gold
Pb	ołów	Plumbum	lead
Cl	chlor	Chlorum	chlorine

Źródło: Krzysztof Jaworski, Małgorzata Bartoszewicz, licencja: CC BY 3.0.



Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Źródło: Krzysztof Jaworski, Kevin MacLeod (http://incompetech.com), Tomorrow Sp. z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Film demonstruje pochodzenie symboli pierwiastków chemicznych. Ma postać kolejno prezentowanych plansz z efektami prostych animacji. Najpierw wyświetlana jest łacińska nazwa pierwiastka i kolorem czerwonym wyróżniana litera lub dwie litery tworzące symbol. Z reguły są to pierwsze litery nazwy. Następnie poniżej pokazywana jest polska nazwa pierwiastka i jego symbol. Kolejno: Hydrogenium, wodór, symbol H. Oxygenium, tlen, symbol O. Carboneum, węgiel, symbol C. Nitrogenium, azot, symbol N. Sulfur, siarka, symbol S. Natrium, sód, symbol Na. Prezentację wieńczy plansza zawierająca nazwy i symbole wszystkich wymienionych wcześniej pierwiastków.

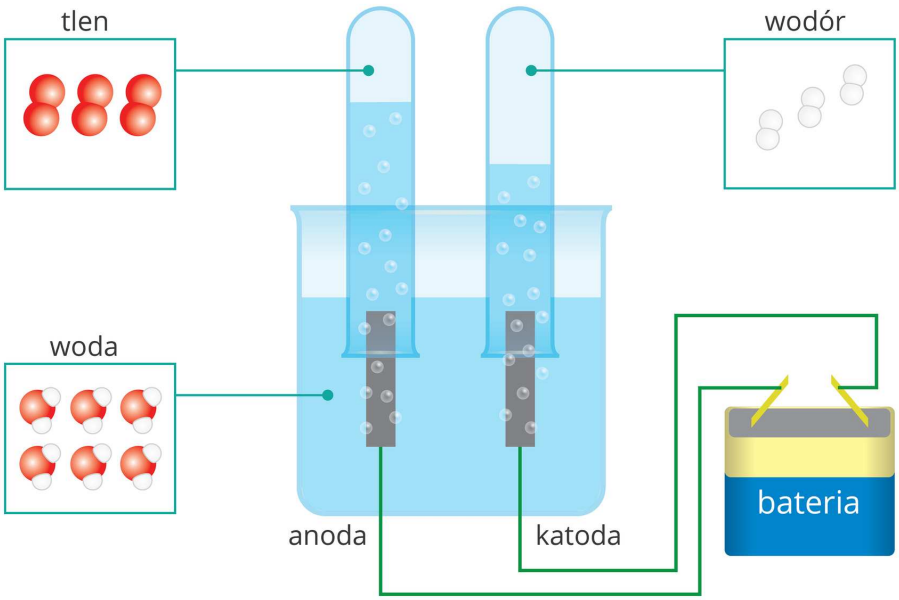
3. Jakie substancje nazywamy związkami chemicznymi?

> **Polecenie 5**
>
> Czy sól kamienną i wodę można zaliczyć do substancji prostych czy złożonych?

Źródło: Dnn87(http://commons.wikimedia.org), W. Oelen(http://commons.wikimedia.org), SoraZG(http://www.flickr.com), Krzysztof Jaworski, licencja: CC BY-SA 3.0.

Z wieloma związkami chemicznymi spotykamy się na co dzień. Na przykład w kuchni często używa się wody, soli kamiennej (chlorek sodu), cukru (sacharoza), kwasku cytrynowego (kwas cytrynowy), octu (kwas octowy i woda) czy alkoholu (etanol i woda).

Przyjrzyjmy się soli kamiennej. Jest to związek sodu z chlorem. Sód (Na) jest substancją stałą, która gwałtownie reaguje z wodą, a chlor (Cl_2) (gazowy chlor występuje w postaci cząsteczek) jest trującym gazem. Związek chemiczny NaCl to najpopularniejsza przyprawa i środek konserwujący, nadający potrawom słony smak.
Związki chemiczne mają inne właściwości niż wchodzące w ich skład pierwiastki. Na przykład woda (ciecz) jest związkiem wodoru (gazu) z tlenem (gazem).



Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

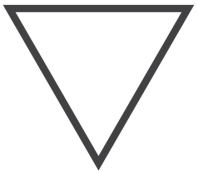
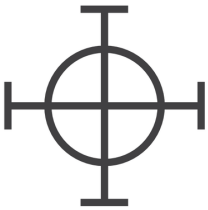
Znając symbole pierwiastków chemicznych, można zapisać wzory związków chemicznych, np.:
MgO to tlenek magnezu,
CaO – tlenek wapnia,
CO – tlenek węgla(II)*.
*Aby dowiedzieć się, co oznacza cyfra (II) przy nazwie tlenku węgla, przejdź do działu II.

Zapamiętaj!

Przestrzegaj wielkich i małych liter w zapisie symboli pierwiastków i związków chemicznych:
C to symbol węgla,
O to symbol tlenu,
Co – symbol kobaltu,
ale CO to wzór związku chemicznego tlenku węgla(II).

Ciekawostka

Jak dawniej zapisywano wzory chemiczne?
Formy zapisu wzorów chemicznych wraz z upływem czasu ulegały zmianom.
Prześledźmy ten proces na przykładzie wzoru wody:
W dziele Antoine Lavoisiera (czyt. antła lawłazier) (1743–1794) *Oeuvres* możemy znaleźć następujące oznaczenia:

	woda
	tlen

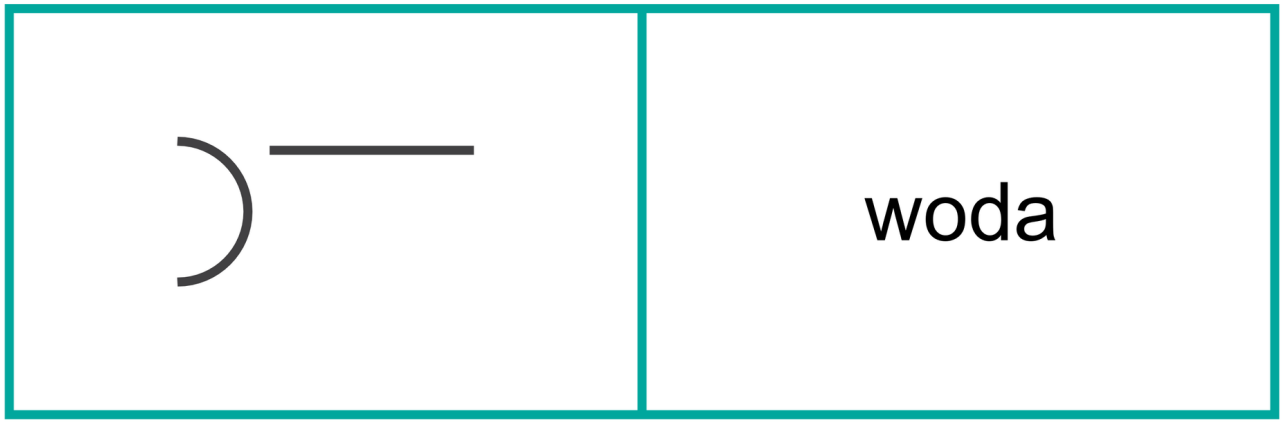
Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

Trudności z brakiem odpowiedniego zapisu nurtowały innych uczonych. Pierre-Auguste Adet (czyt. pier ogust ede) (1763–1834) i Jean Henri Hassenfratz (czyt. żą enri assenfrac) (1755–1827) wysunęli propozycje prostszego zapisu:

	wodór
	tlen

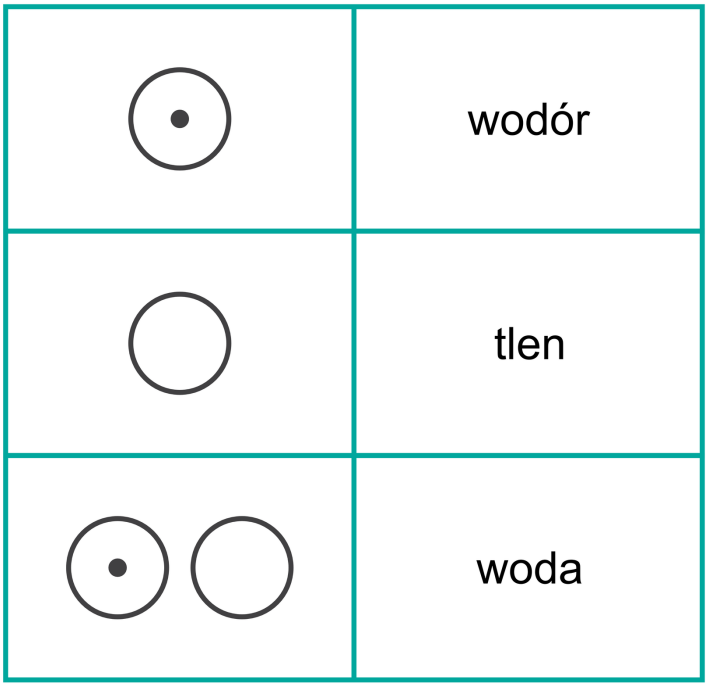
Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

Symbole te oznaczały nie tylko pierwiastki, ale umożliwiały także oznaczanie związków chemicznych poprzez zestawienia, np:



Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

John Dalton (czyt. dżon dalton) (1766–1844) wprowadził oznaczenia pierwiastków, stosując symbole, dzięki którym można było zapisywać również wzory substancji chemicznych:



Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

Wszystkie substancje mają określone właściwości fizyczne i chemiczne. Możemy je badać zmysłami (np. zobaczyć, usłyszeć, powąchać) lub za pomocą specjalnych przyrządów, co pozwala odróżnić daną substancję od innej.
Kilka lat później system Daltona został zastąpiony symbolami chemicznymi wprowadzonymi przez Jönsa Berzeliusa (czyt. jonsa beszeliusa), które są z niewielkimi zmianami stosowane do dziś, np.:

- wodór: H
- tlen: O
- woda: HOH

Patrz str. 246

Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Źródło: e-Magine Art (https://www.flickr.com), Pete (https://www.flickr.com) Coralie Ferreira (https://www.flickr.com), Nate Steiner (https://www.flickr.com) Konstantin Stepanov (https://www.flickr.com), Tomorrow Sp. z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Prezentowany jest pokaz slajdów, w trakcie wypowiedzi lektora. Wyświetlane są kolejno: Leki (tabletki, buteleczki z lekami, listki), Plastikowe kubki, sztućce, Cukier, Sól kamienna, Woda w naczyniu, piasek

---

Podsumowanie

- Substancją jest każdy pierwiastek i każdy związek chemiczny.
- Pierwiastek chemiczny to substancja prosta, której nie można rozłożyć na substancję prostszą.
- Związek chemiczny to substancja złożona z co najmniej dwóch różnych pierwiastków chemicznych połączonych ze sobą.
- Związki chemiczne mają inne właściwości niż tworzące je pierwiastki.

Praca domowa

Polecenie 6.1

Wykonaj grę ***memory***. W tym celu przygotuj pary kart, zapisując na nich informacje dotyczące pierwiastków, np:

- nazwa pierwiastka – symbol,
- nazwa pierwiastka – zastosowanie,
- nazwa pierwiastka – nazwisko uczonego.

Połóż wszystkie karty obrazkami do dołu i wymieszaj. Następnie odkrywaj po dwie karty. Jeśli znajdziesz parę pasujących do siebie kart, zachowaj ją. Jeśli obrazki do siebie nie pasują, odłóż je z powrotem. Zwycięzcą zostanie osoba, która zdobędzie najwięcej kart.

Polecenie 6.2

Zaproponuj infografikę ułatwiającą zapamiętanie symboli i nazwy pierwiastków.

Polecenie 6.3

Odczytaj z tablic chemicznych gęstość, temperaturę topnienia i wrzenia złota oraz srebra, a następnie porównaj ze sobą te dane, zestawiając je w tabeli.

Polecenie 6.4

Przedstaw w tabeli zestawienie danych dotyczących właściwości czterech substancji stosowanych w życiu codziennym.

Polecenie 6.5

Przedstaw w formie infografiki właściwości substancji z podziałem na właściwości fizyczne i chemiczne.

Polecenie 6.6

*Sporządź oś czasu i umieść na niej daty odkryć wybranych pierwiastków chemicznych, a także ich znaczenie.

Polecenie 6.7

*Przeanalizuj zapis rozgrywek szachowych, a następnie uzasadnij, dlaczego stosuje się zapis symboliczny.
Zapis przebiegu partii szachowej:
1.d4 f5 2.c4 Sf6 3.Sc3 e6 4.Sf3 d5 5.e3 c6 6.Gd3 Gd6 7.0-0 0-0 8.Se2 Sbd7 9.Sg59. G:h2+ 10.Kh1 Sg4 (10.K:h2 Sg4+ 11.Kg1 H:g5 +-) 11.f4 He8 12.g3 Hh5 13.Kg2 Gg1! (14.W:g1 Hh2+ 15.Kf3 Hf2x) 14.S:g1 Hh2+ 15.Kf3 e5! 16.d:e5 Sd:e5+! 17.f:e5 S:e5+ 18.Kf4 Sg6+ 19.Kf3 f4! 20.e:f4 (grozi 20. Gg4+ 21. Se5x, 20.g:f4 Sh4x, 20.G:g6 Gg4+ 21.K:g4 H:g3+ 22.Kh5 h:g6+ 23.K:g6 Wf6+ 24.Kh5 Wh6x) 20. Gg4+! 21.K:g4 Se5+(21.Ke3 przedłużało partię) 22.f:e5 h5x

Figury szachowe	Oznaczenia literowe	Komentarze do partii szachowej	Oznaczenia symboliczne
goniec	oznaczamy literką G	X, #	mat
skoczek	oznaczamy literką S	!	dobre posunięcie
wieża	oznaczamy literką W	?	błąd
hetman	oznaczamy literką H	!?	interesujący ruch
król	oznaczamy literką K	?!	posunięcie o wątpliwej wartości

Źródło: epodreczniki.pl, licencja: CC BY 3.0.

Słowniczek

Biogram Jöns Berzelius (czyt. jons beszelius) nie istnieje

Utwórz biogram

pierwiastek chemiczny

substancja, której nie można rozłożyć na substancje prostsze
symbol pierwiastka

umowny, międzynarodowy skrót łacińskiej, greckiej lub angielskiej nazwy pierwiastka złożony najczęściej z jednej lub dwóch liter, przy czym pierwsza jest wielka
wzór chemiczny

oznaczenie związku chemicznego złożone z symboli pierwiastków chemicznych
związek chemiczny

substancja o stałym składzie złożona z co najmniej dwóch pierwiastków chemicznych połączonych ze sobą

Zadania

Ćwiczenie 1

Zaznacz odpowiednie pola obok podanych zdań, wskazując, czy są one prawdziwe, czy fałszywe.

	Prawda	Fałsz
W zapisie symboli pierwiastków i związków chemicznych wielkość liter nie ma znaczenia.	◯	◯
Pierwiastek chemiczny to trwałe połączenie co najmniej dwóch pierwiastków.	◯	◯
Właściwości chemiczne związku chemicznego są takie same jak tworzących go pierwiastków.	◯	◯
Pierwiastki chemiczne mogą się łączyć z innymi, tworząc związki chemiczne.	◯	◯

Źródło: Małgorzata Bartoszewicz, licencja: CC BY 3.0.

Wstaw brakujące elementy we właściwe miejsca schematu.

Ćwiczenie 2

Zasób interaktywny dostępny pod adresem https://zpe.gov.pl/a/DwqupkDuV

Źródło: Michał Szymczak, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 3

Ćwiczenie 4

Źródło: Małgorzata Bartoszewicz, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 5

Pierwiastkiem nie jest

- sól kamienna.
- wapń.
- cukier.
- magnez.
- sód.
- tlen.
- żelazo.
- miedź.
- siarka.
- węgiel.
- cynk.
- chlorek sodu.
- ołów.
- srebro.
- woda.
- fosfor.

Źródło: Małgorzata Bartoszewicz, licencja: CC BY 3.0.

Mieszaniny

Woda jest substancją złożoną z wodoru i tlenu. Jest związkiem chemicznym. Składnikami powietrza są: tlen, azot, dwutlenek węgla, para wodna i inne gazy. Czy powietrze jest także związkiem chemicznym, czy mieszaniną? Jaka jest różnica między mieszaniną a związkiem chemicznym?

Już wiesz

- czym różni się substancja prosta od złożonej;
- jak definiuje się pojęcia ***pierwiastek*** i ***związek chemiczny***;
- jak wyjaśnić różnicę między pierwiastkiem a związkiem chemicznym;
- co oznaczają symbole pierwiastków chemicznych i jak się nimi posługiwać;
- jak zaplanować doświadczenie mające na celu otrzymanie związku chemicznego.

Nauczysz się

- co to jest mieszanina i czym się różni od związku chemicznego;
- odróżniać mieszaninę od związku chemicznego;
- definicji takich pojęć jak: ***mieszanina***, ***mieszanina jednorodna***, ***mieszanina niejednorodna***;
- rozróżniać mieszaniny jednorodne od niejednorodnych;
- sporządzać proste mieszaniny;
- planować i przeprowadzać doświadczenie zgodnie z instrukcją;
- analizować i wyciągać wnioski z przeprowadzanych doświadczeń.

1. Co to są mieszaniny i czy możemy je znaleźć w najbliższym otoczeniu?

Polecenie 1

Zastanów się i odpowiedz, czym jest lemoniada i w jaki sposób można ją przygotować.

- Czy lemoniada może być pierwiastkiem chemicznym? Przypomnij sobie definicję pierwiastka.
- Czy lemoniada może być związkiem chemicznym? Przypomnij sobie definicję związku chemicznego.
- Czy dodając mniej wody, a więcej cukru, również otrzymasz otrzymasz lemoniadę?
- Czy dodając składniki w innej kolejności niż w podana opisie, także przyrządzimy lemoniadę?

Doświadczenie 1

Problem badawczy

Czy właściwości składników mają wpływ na właściwości powstającej z nich mieszaniny?

Hipoteza

Wybierz jedną z przedstawionych hipotez, a następnie zweryfikuj ją.

Właściwości mieszaniny zależą od właściwości składników.
Właściwości mieszaniny nie zależą od właściwości składników.

Co będzie potrzebne

- 1,5 szklanki cukru,
- 6 cytryn (około 1 szklanki soku),
- 2 l wody.

Instrukcja

1. Wyciśnij do szklanki sok z 6 cytryn.
2. Do dzbanka wlej 8 szklanek wody, wsyp 1,5 szklanki cukru i dokładnie wymieszaj.
3. Następnie dodaj 1 szklankę soku z cytryn.
4. Wymieszaj. W razie potrzeby dolej wody lub dosyp cukru, aby poprawić smak.

5. Schłodź napój i podawaj z lodem, udekorowany plasterkami cytryną.

Źródło: Tomorrow Sp. z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Podsumowanie

Po zmieszaniu wszystkich składników otrzymaliśmy lemoniadę. Jeżeli do jej przygotowania użyjemy soku z trzech cytryn zamiast sześciu, będzie ona mniej kwaśna, natomiast jeśli dodamy więcej cukru, będzie słodsza, ale nadal pozostanie lemoniadą. Jeśli zamiast białego cukru do przygotowania lemoniady wykorzystamy cukier trzcinowy lub zamiast cytryny wciśniemy sok z limonki, zmieni ona swój smak. Właściwości mieszaniny zależą od właściwości i proporcji użytych składników.

Doświadczenie 2

Problem badawczy

Czy wszystkie substancje rozpuszczają się w wodzie?

Hipoteza

Wybierz jedną z przedstawionych hipotez, a następnie zweryfikuj ją.

Wszystkie substancje rozpuszczają się w wodzie.
Niektóre substancje nie rozpuszczają się w wodzie.

Co będzie potrzebne

- pięć zlewek,
- woda,
- kreda,
- olej,
- piasek,
- sól kamienna.

Instrukcja

1. Do czterech zlewek nalej wodę do połowy ich objętości.

2. Do zlewek dodaj kolejno: do pierwszej – sól, do drugiej – kredę, – do trzeciej – olej, do czwartej – piasek.

3. W piątej zlewce przygotuj mieszaninę soli kamiennej i piasku.

4. Określ wygląd poszczególnych mieszanin.

Mieszaniny: woda + sól kamienna, woda + kreda, woda + olej, sól kamienna + piasek

Podsumowanie

Substancje można ze sobą mieszać. W pierwszej zlewce nie widać soli rozpuszczonej w wodzie. W pozostałych zlewkach (wody z kredą, wody z olejem, wody z piaskiem, soli kamiennej z piaskiem) składniki poszczególnych mieszanin możemy odróżnić.

W życiu codziennym rzadko spotykamy czyste substancje, często natomiast – ich mieszaniny. Są to np.: herbata, mleko, leki, napoje gazowane, benzyna, nafta, pasta do zębów, galaretka, ketchup, powietrze czy stopy metali, np. brąz.
Mieszanina to co najmniej dwie substancje, które można ze sobą mieszać (proces fizyczny) w dowolnych proporcjach.

Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Mieszaniny w życiu codziennym

Film prezentujący różnego rodzaju mieszaniny, klejno: syrop, pasta do zębów, napoje gazowane, farby, bakalie, czekolada, woda do płukania pędzli, sól ziołowa, ciasto, błoto, brąz. Wszytkie mieszaniny są opisywane przez lektora.

Zasób interaktywny dostępny pod adresem https://zpe.gov.pl/a/Dtj06cacL

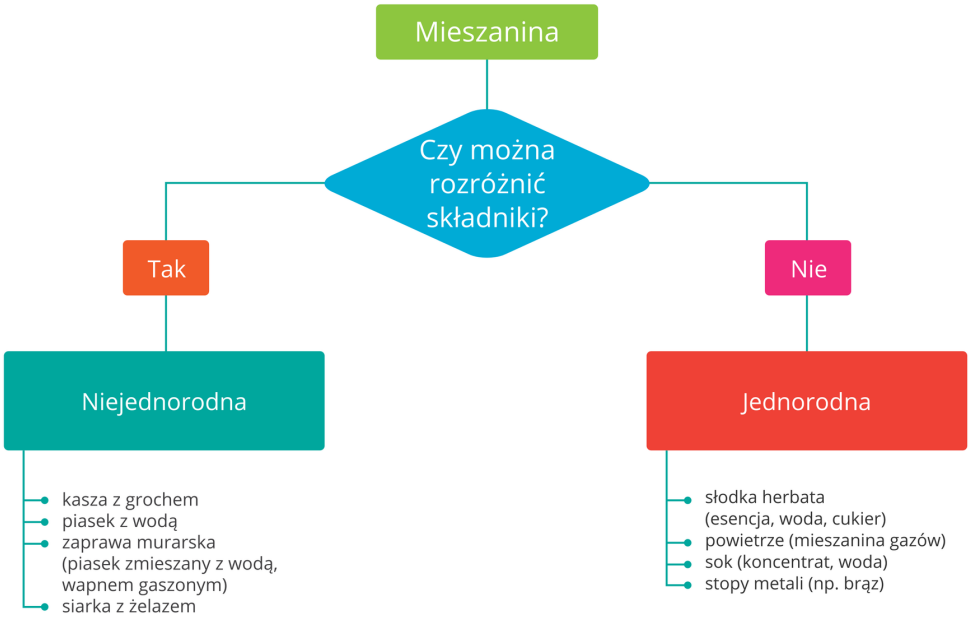
Mieszaniny w naszym najbliższym otoczeniu

2. Jakie mieszaniny wyróżniamy?

W niektórych mieszaninach składników nie widać (roztwór soli w wodzie), w innych łatwo je zauważyć (piasek z wodą). Biorąc pod uwagę to kryterium, mieszaniny możemy podzielić na:

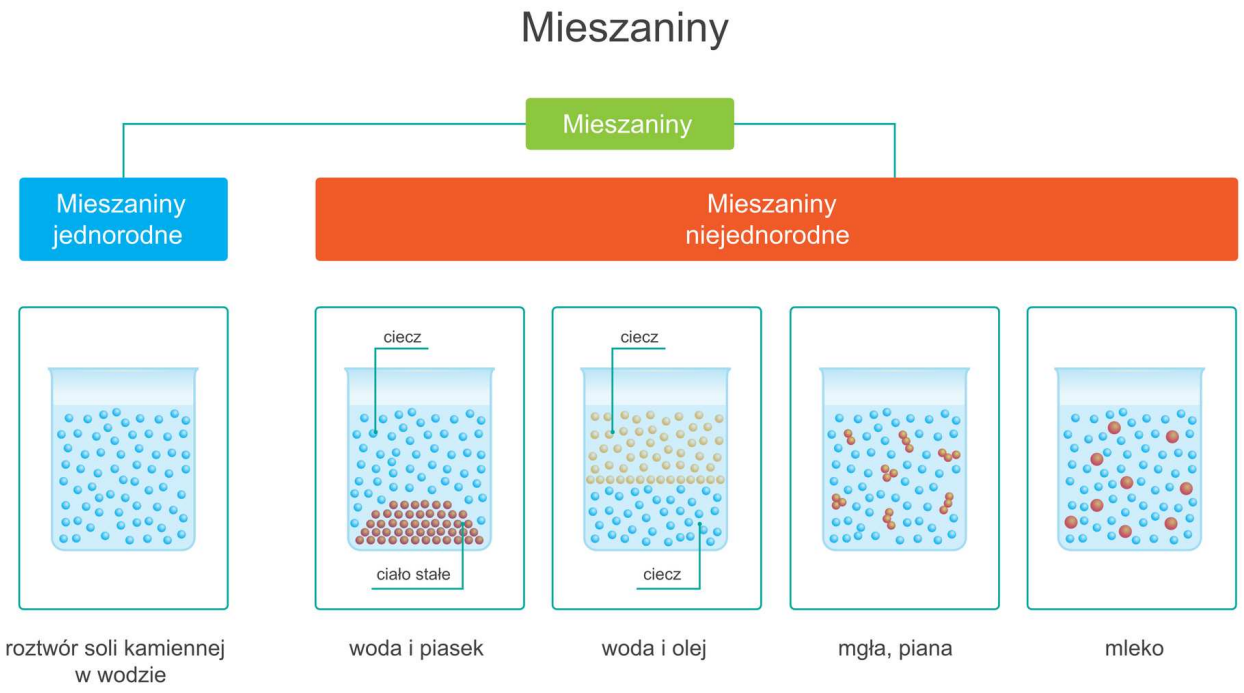
- **mieszaniny jednorodne**, których składników nie możemy rozróżnić gołym okiem ani za pomocą prostych przyrządów optycznych, takich jak lupa;
- **mieszaniny niejednorodne**, których składniki możemy rozróżnić gołym okiem lub za pomocą prostych przyrządów optycznych, np. lupy.

Rodzaje mieszanin



Mieszanina jednorodna czy niejednorodna?

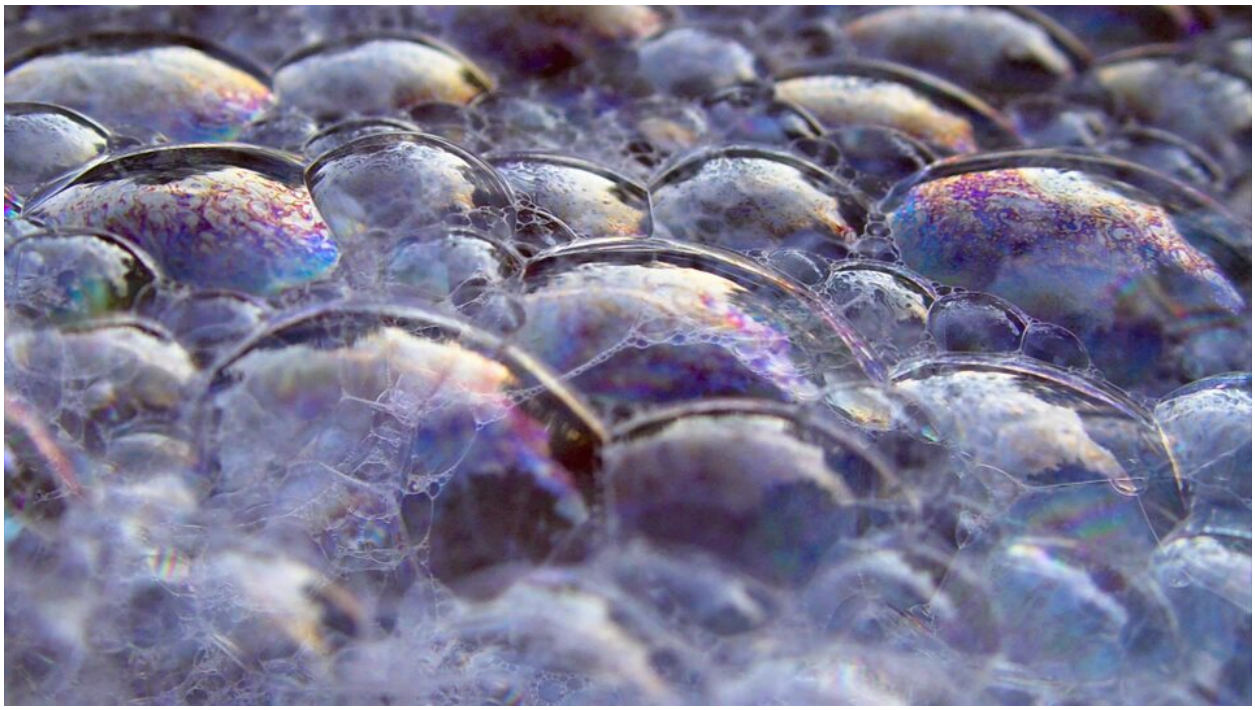
Podział mieszanin



Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

> **Ciekawostka**
>
> Jak zmieszać dwie niemieszające się ciecze?
> Olej i inne tłuste substancje nie rozpuszczają się w wodzie. Dzięki pewnym zabiegom można uzyskać mieszaninę, w której rozbije się olej i wodę na tak małe krople, że nie będą one w stanie utworzyć z powrotem dwóch odrębnych warstw. Taką mieszaninę nazywamy emulsją. Aby otrzymać emulsję i zapewnić jej trwałość, należy dodać specjalną substancję zwaną emulgatorem. Przykładem emulgatora jest płyn do mycia naczyń.

***Inne rodzaje mieszanin**



Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

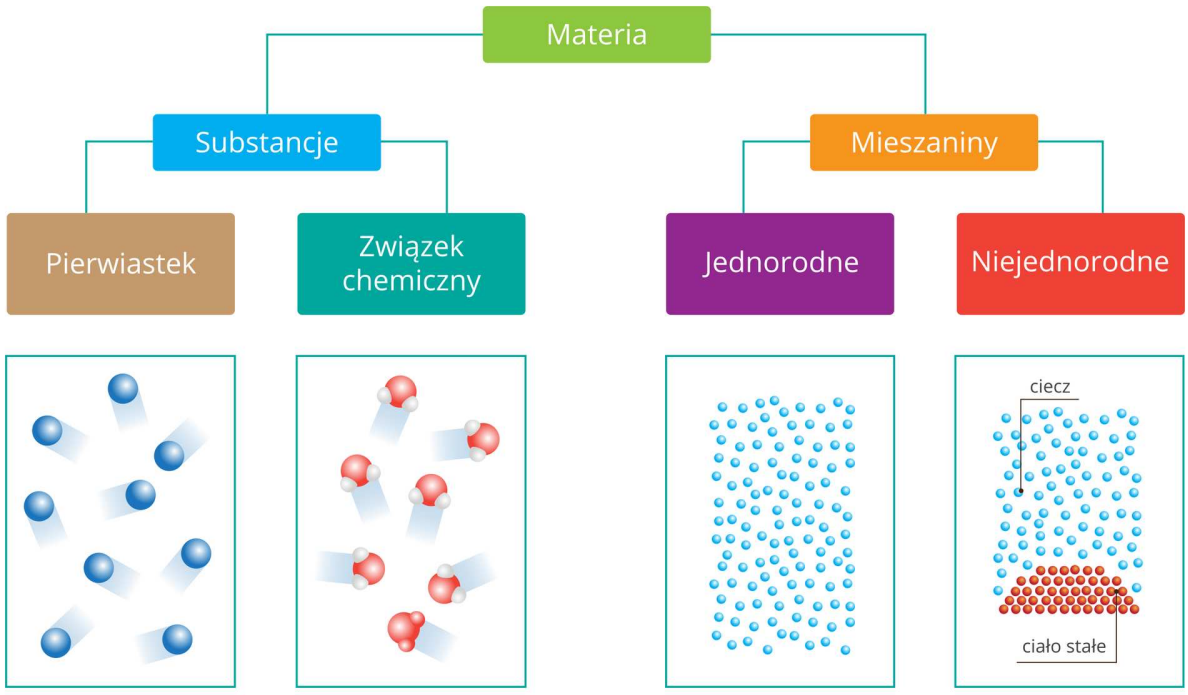
Źródło: Tomorrow Sp.z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Film przedstawia inne mieszaniny, kolejno emulsja, piana, bańki mydlane, mgła. W trakcie wyświetlania mieszaniny są opisywane przez lektora

3. Czym różnią się mieszaniny od pierwiastków i związków chemicznych?

Otaczająca nas materia to substancje lub mieszaniny substancji. Przekształcenie substancji w mieszaniny lub odwrotnie odbywa się w wyniku procesów fizycznych: mieszania i rozdzielania. Substancje to pierwiastki chemiczne i związki chemiczne. Ich wzajemne przekształcanie odbywa się na drodze reakcji chemicznych.

Rodzaje materii



Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

Najważniejsze różnice między mieszaniną a związkiem chemicznym

	Mieszanina	**Związek chemiczny**
Skład	zmienny, możliwości zmiany ilości każdej substancji	ściśle określony skład chemiczny (*prawem stałości składu)
Połączenie	substancje niepołączone, wymieszane	pierwiastki połączone (*za pomocą wiązania chemicznego)

	Mieszanina	Związek chemiczny
Właściwości	zachowanie przez każdą substancję jej właściwości	właściwości odmienne od właściwości poszczególnych pierwiastków
Rozdzielanie	możliwość rodzielenia składników metodami fizycznymi	możliwość rozłożenia na pierwiastki w wyniku reakcji chemicznych
Przykłady	powietrze, woda morska	woda, tlenek magnezu

Czy to mieszanina, pierwiastek, czy związek chemiczny?

Zasób interaktywny dostępny pod adresem https://zpe.gov.pl/a/Dtj06cacL

Sortownik

Podsumowanie

- W najbliższym otoczeniu spotykamy różne rodzaje mieszanin.
- Wszystkie mieszaniny składają się z przynajmniej dwóch składników zmieszanych ze sobą w dowolnych proporcjach.
- Mieszaniny takie jak woda z kredą albo dym, których składniki możemy rozróżnić gołym okiem, nazywamy niejednorodnymi.
- Mieszaniny takie jak woda morska, powietrze lub stopy metali, których składników nie możemy rozróżnić nawet w powiększeniu, nazywamy jednorodnymi.

Praca domowa

Polecenie 2.1

Na ściance szklanki pozostawionej na kilka dni z wodą mineralną utworzył się biały osad. Czy na tej podstawie można stwierdzić, że woda mineralna jest mieszaniną? Uzasadnij swoją odpowiedź.

Polecenie 2.2

Przygotuj prezentację na temat mieszanin.

Słowniczek

mieszanina

co najmniej dwie substancje zmieszane ze sobą w dowolnych proporcjach

Zadania

Ćwiczenie 1

Zaznacz odpowiednie pola obok podanych zdań, wskazując, czy są one prawdziwe, czy fałszywe.

	Prawda	Fałsz
Każda substancja w mieszaninie zachowuje swoje właściwości.	◯	◯
Mieszaniny, których składniki możemy rozróżnić gołym okiem, nazywamy niejednorodnymi.	◯	◯
Związek chemiczny to substancja złożona z dwóch lub więcej pierwiastków chemicznych połączonych trwale ze sobą.	◯	◯
Mieszaniny, których składników nie możemy rozróżnić gołym okiem, nazywamy jednorodnymi.	◯	◯

Źródło: Małgorzata Bartoszewicz, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 2

Źródło: Małgorzata Bartoszewicz, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 3

Źródło: Małgorzata Bartoszewicz, licencja: CC BY 3.0.

Uczniowie w grupach mieli podać przykłady mieszanin. Informacje z kart pracy zestawiono w tabeli. Która grupa dobrze wykonała zadanie?

Tabela do zadania

Grupa I	mąka, srebro, woda z piaskiem
Grupa II	woda destylowana, woda z sokiem, woda gazowana
Grupa III	płyn do mycia naczyń, sól z cukrem, złoto
Grupa IV	woda z mąką, powietrze, woda z olejem

Ćwiczenie 4.1

- ◯ Grupa I
- ◯ Grupa II
- ◯ Grupa III
- ◯ Grupa IV

Źródło: Małgorzata Bartoszewicz, licencja: CC BY 3.0.

Sposoby rozdzielania mieszanin

Każdy z nas potrafi rozdzielić w prosty sposób przynajmniej kilka mieszanin dostępnych w kuchni. Dzieje się tak, gdy podczas śniadania wybierasz nielubiany składnik (np. rodzynki) z muesli lub gdy mama usuwa warstwę tłuszczu z rosołu. Specjalnie opracowane metody rozdzielania mieszanin stosuje się w przemyśle, oczyszczalniach ścieków, podczas segregacji odpadów, a także przy badaniu składu produktów żywnościowych. Również w trakcie badania krwi konieczne jest rozdzielanie mieszaniny, co pozwala na określenie liczby białych i czerwonych krwinek oraz poziomu cukru.

Już wiesz

- co to jest substancja, mieszanina;
- jakie zasady bezpieczeństwa należy zachować w szkolnej pracowni chemicznej;
- co oznaczają pojęcia ***właściwości fizyczne*** i ***właściwości chemiczne*** oraz w jaki sposób można badać właściwości substancji;
- według jakich kryteriów klasyfikuje się mieszaniny.

Nauczysz się

- jakie są metody rozdzielania mieszanin jednorodnych i niejednorodnych;
- jakie techniki laboratoryjne służą do rozdzielania mieszanin;
- wskazywać różnice między właściwościami fizycznymi składników mieszaniny, które umożliwiają jej rozdzielenie;
- planować sposoby rozdzielania mieszanin na składniki (np. wody i piasku, wody i soli kuchennej, kredy i soli kamiennej, siarki i opiłków żelaza, wody i oleju jadalnego, wody i atramentu) i samodzielnie wykonywać odpowiednie czynności;
- opisywać możliwości wykorzystania metod rozdzielania mieszanin w warunkach domowych oraz przemyśle;
- posługiwać się podstawowymi terminami dotyczącymi mieszanin i sposobu ich rozdzielania.

1. Jak można rozdzielać mieszaniny spotykane w życiu codziennym?

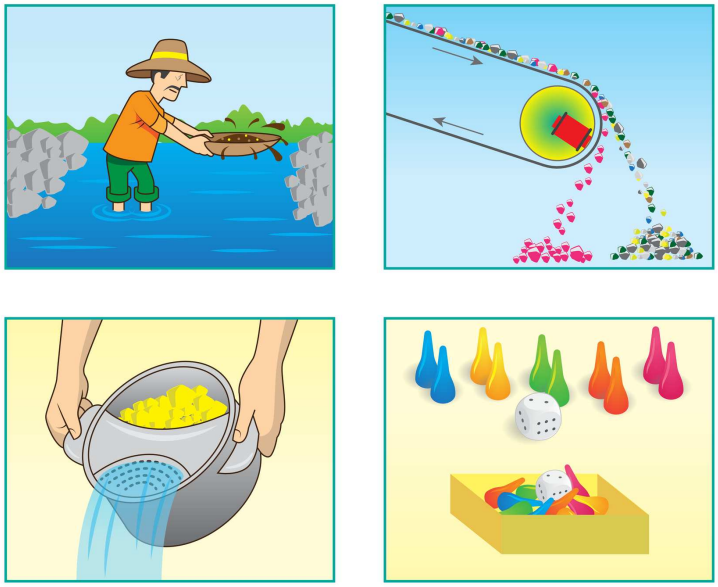
Polecenie 1

Jakie znasz metody rozdzielania mieszanin?

Wskazówka

Przeanalizuj rysunki i przedyskutuj z osobami z klasy:

- skład przedstawionych mieszanin,
- sposoby rozdzielania mieszanin,
- właściwości, które pozwoliły na ich rozdzielenie.



Rozdzielanie mieszanin w praktyce

Czy wiesz, że poszukiwaczy złota, podobnych do tych z przekazów historycznych, można nadal spotkać w okolicach Złotoryi? Skrupulatnie przemywając występujące na tym terenie złotonośne piaski, wydobywają oni około po 0,5 kg kruszcu rocznie. Ilość ta jest 100 razy mniejsza niż w XII wieku, gdy nad rzeką Kaczawą wybuchła prawdziwa gorączka złota, a sprowadzeni w to miejsce niemieccy górnicy pozyskiwali do 50 kg żółtego kruszcu rocznie, przepłukując złotonośne piaski odsłaniające się na zboczu doliny Kaczawy lub szukając żył w obrębie twardych skał. Współcześni poszukiwacze podkreślają, że stosowana przez nich metoda jest bardzo prosta, przez co złota szukać mogą nawet dzieci. Polega ona na tym, że trzyma się miskę równo z taflą wody, zamieniając piach w zawiesinę. Potem

okrężnymi ruchami należy pozbyć się go z naczynia, pilnując jednocześnie, żeby nie stracić ciężkich drobinek złota, które powinny osiąść na dnie naczynia. Ta pozornie łatwa czynność wymaga jednak doświadczenia, wystarczy jeden nieuważny ruch i można pożegnać się z marzeniami o złotych okruchach. Najwięcej drobin złota znajduje się w miejscach, gdzie rzeka meandruje, a jednocześnie na dnie nie ma zbyt wielu niesionych przez nurt fragmentów skał.
Przed rozpoczęciem kariery poszukiwacza złota trzeba zaopatrzyć się w wodery i miskę do płukania. Profesjonaliści używają płuczni, którą wstawia się w nurt rzeki – w jej przegrodach osadzają się cięższe drobiny, które potem przepłukuje się w misce.

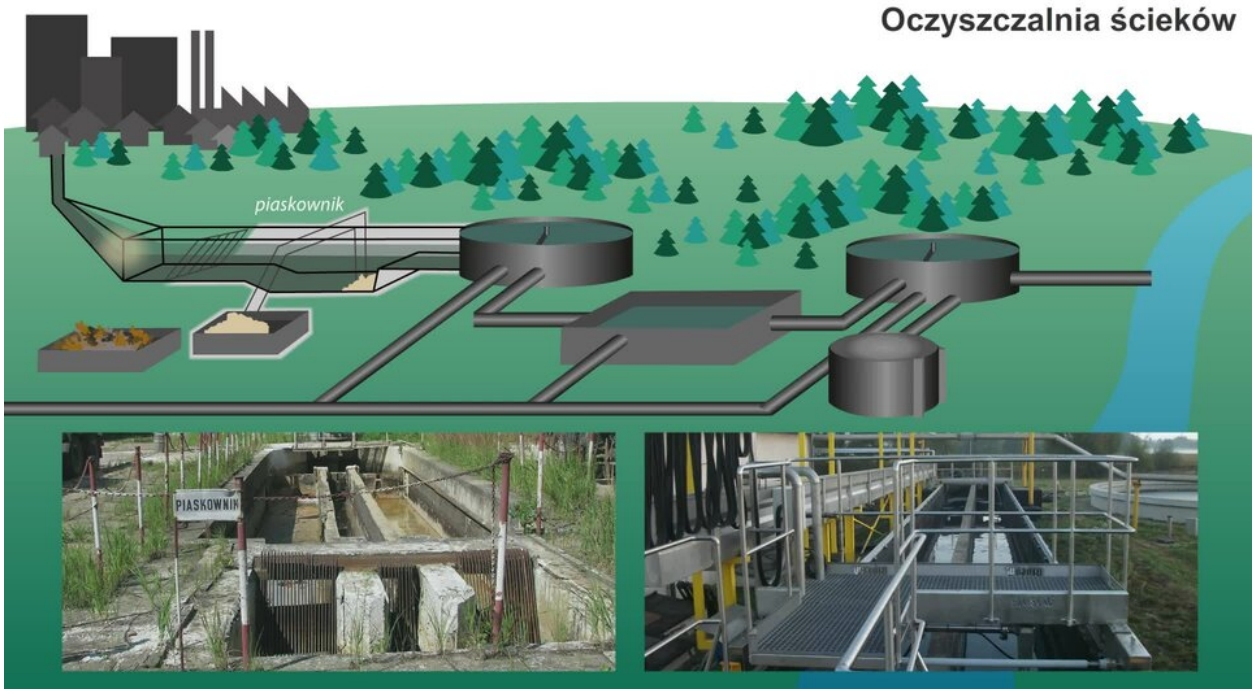
Miska do poszukiwania złota i płucznia

Poszukiwanie złota jest źródłem utrzymania wielu ludzi, m.in. w krajach Afryki.

Swoich sił w poszukiwaniu tego cennego kruszcu można spróbować także w naszym kraju. Mistrzostwa Polski w płukaniu złota odbywają się co roku w Złotoryi.

Miska do poszukiwania złota i płucznia, Mozambik – poszukiwacze złota, Złotoryja 2011 – Mistrzostwa Świata w płukaniu złota

Oczyszczalnia ścieków – w jaki sposób można rozdzielić niektóre mieszaniny?



Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Ogólny widok oczyszczalni ścieków Przy omawianiu podświetlają się wymieniane elementy. Tu najpierw podświetla się na schemacie ogólnym pierwszy element (kraty i sita), a następnie pojawiają się ich zdjęcia na pierwszym planie. Po chwili powrót do schematu ogólnego. Na schemacie ogólnym podświetla się kolejny element - piaskownik. Następnie na pierwszym planie pojawiają się zdjęcia piaskownika. Po chwili powrót do schematu ogólnego. Na schemacie ogólnym podświetla się kolejny element osadnik wstępny. Następnie na pierwszym planie pojawiają się zdjęcia osadnika wstępnego. Po chwili powrót do schematu ogólnego. Powrót do schematu ogólnego podświetla się kolejny element – komora osadu czynnego. Pojawia się zdjęcie komory osadu czynnego. Po chwili powrót do schematu ogólnego. Powrót do schematu ogólnego podświetla się kolejny element – osadnik wtórny. Pojawia się zdjęcie osadnika wtórnego. Po chwili powrót do schematu ogólnego. Powrót do schematu ogólnego podświetla się kolejny element – komora fermentacji. Pojawia się zdjęcie zbiornika metanu lub komory ferementacyjnej .Po chwili powrót do schematu ogólnego. Powrót do schematu ogólnego podświetla się woda, która płynie przez wszystkie etapy i wpływa do rzeki.

---

2. W jaki sposób można rozdzielić mieszaniny niejednorodne?

W celu zaplanowania metody rozdzielania mieszaniny należy przeanalizować właściwości jej składników i wykorzystać te, którymi się różnią. Metody mechaniczne (rozdzielanie mechaniczne) pozwalają rozdzielić składniki tworzące mieszaninę niejednorodną. Metody te wykorzystują różnice:

- wyglądu (np. sortowanie ręczne, przy użyciu sita – sól i pieprz);
- właściwości magnetycznych (przy użyciu magnesu – siarka i żelazo);
- różnic w rozpuszczalności (np. w wodzie – kreda i sól, woda, olej).

Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Sortowanie ręczne, sortowanie metali, szkła, papieru

Sortowanie

Doświadczenie 1

Problem badawczy

W jaki sposób rozdzielić mieszaninę niejednorodną siarki i żelaza? Jak wybrać właściwy sposób rozdzielania mieszanin?

Hipoteza

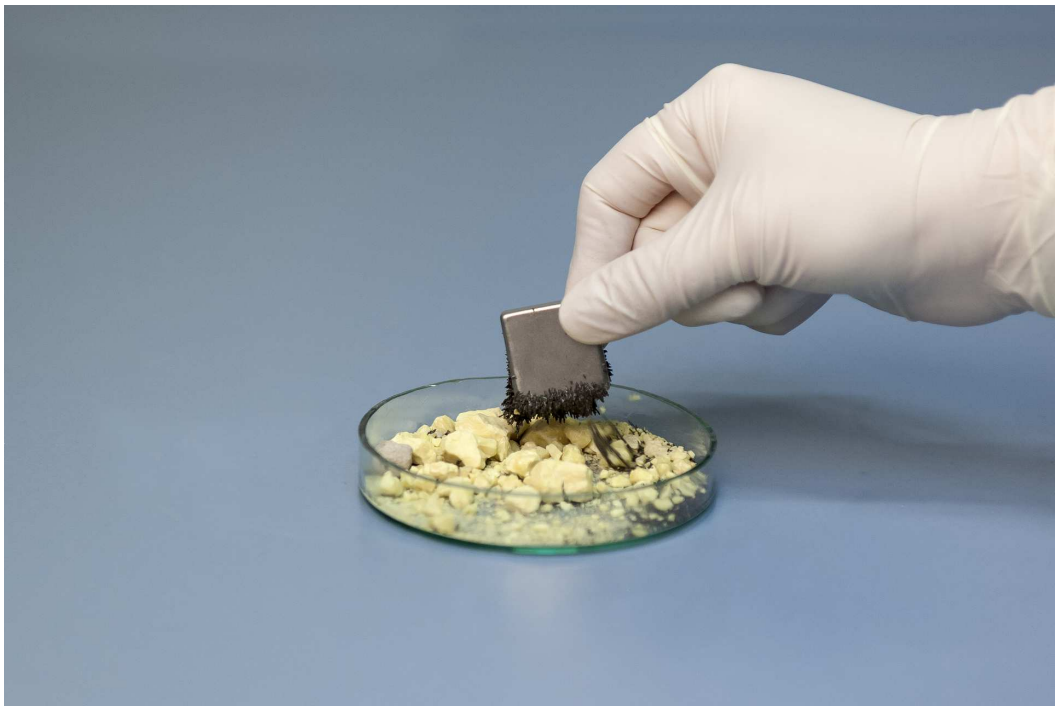
Mieszaninę niejednorodną można rozdzielić dzięki temu, że jej składniki mają różne właściwości magnetyczne.

Co będzie potrzebne

- siarka,
- żelazo,
- magnes,
- szalka Petriego.

Instrukcja

1. Na szalce Petriego umieść sproszkowaną siarkę i opiłki żelaza. Substancje zmieszaj ze sobą.
2. Następnie zbliż magnes do mieszaniny.



Źródło: Tomorrow Sp. z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Podsumowanie

Sproszkowana siarka i opiłki żelaza tworzą mieszaninę niejednorodną, którą można rozdzielić dzięki temu, że jej składniki mają różne właściwości magnetyczne.

Doświadczenie 2

Problem badawczy

W jaki sposób rozdzielić mieszaninę niejednorodną piasku i zmielonego drobno pieprzu? Jak wybrać właściwy sposób rozdzielania mieszanin?

Hipoteza

Mieszaninę niejednorodną można rozdzielić, wykorzystując różnice we właściwościach jej składników.

Co będzie potrzebne

- piasek,
- drobno zmielony pieprz,
- naelektryzowana laska ebonitowa lub nadmuchany naelektryzowany balon,
- szalka Petriego.

Instrukcja

1. Na szalce Petriego umieść piasek i drobno zmielony pieprz. Substancje zmieszaj ze sobą.
2. Następnie do mieszaniny zbliż naelektryzowaną laskę ebonitową lub balon.

Podsumowanie

Po dodaniu do piasku drobno zmielonego pieprzu i wymieszaniu składniki można nadal odróżnić. Po zbliżeniu naelektryzowanej laski ebonitowej lub balonu zaczyna on przyciągać drobinki zmielonego pieprzu, a piasek pozostaje na szalce Petriego.
Piasek i drobno zmielony pieprz tworzą mieszaninę niejednorodną, którą można rozdzielić dzięki różnym właściwościom fizycznym (różnic w elektryzowaniu) jej składników.

Doświadczenie 3

Problem badawczy

W jaki sposób rozdzielić mieszaninę niejednorodną wody i piasku? Jak wybrać właściwy sposób rozdzielania mieszanin?

Hipoteza

Mieszaninę niejednorodną można rozdzielić, wykorzystując różnice we właściwościach jej składników.

Co będzie potrzebne

- woda,
- piasek,
- bagietka,
- dwie zlewki,
- zestaw do sączenia.

Instrukcja

1. sposób
    1. Do zlewki z wodą dodaj piasek. Zamieszaj.

2. Poczekaj, aż piasek opadnie na dno. Wtedy delikatnie zlej wodę do drugiej zlewki.

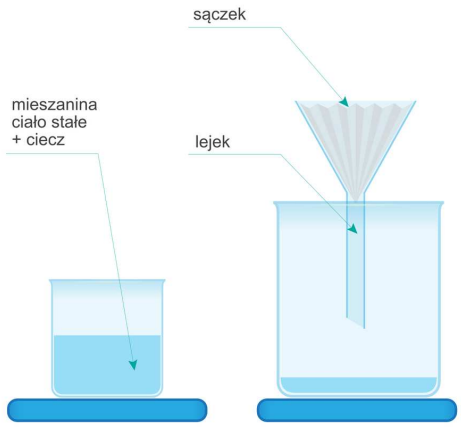
2. sposób

1. Zmontuj zestaw do sączenia.
2. Do zlewki z wodą dodaj piasek, a następnie wymieszaj składniki.
3. Wlej przygotowaną mieszaninę po bagietce na lejek z sączkiem.

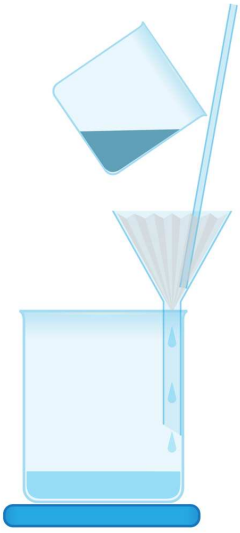
Podsumowanie

I. Po dodaniu piasku do wody całość mętnieje. Po pewnym czasie piasek opada na dno. Wodę znad piasku można zlać do drugiego naczynia.
II. Piasek nie rozpuszcza się w wodzie. Mieszanina jest mętna i nadal można zauważyć ziarenka piasku. Podczas sączenia na bibule pozostaje piasek, a woda spływa przez sączek do drugiego naczynia.
Woda z piaskiem jest mieszaniną niejednorodną. Opadanie piasku na dno naczynia pod wpływem siły ciężkości nazywamy sedymentacją. Mieszaninę tę można rozdzielić przez dekantację lub sączenie.

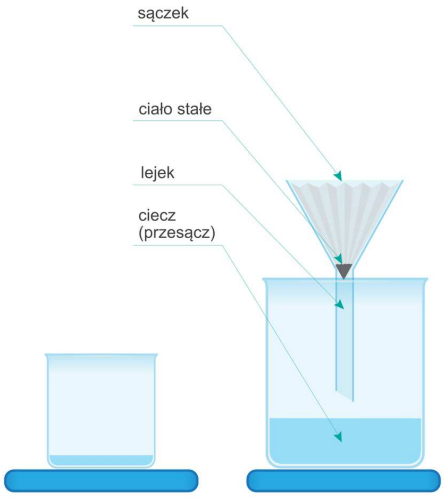
W jaki sposób rozdzielić mieszaninę niejednorodną wody i piasku?



Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

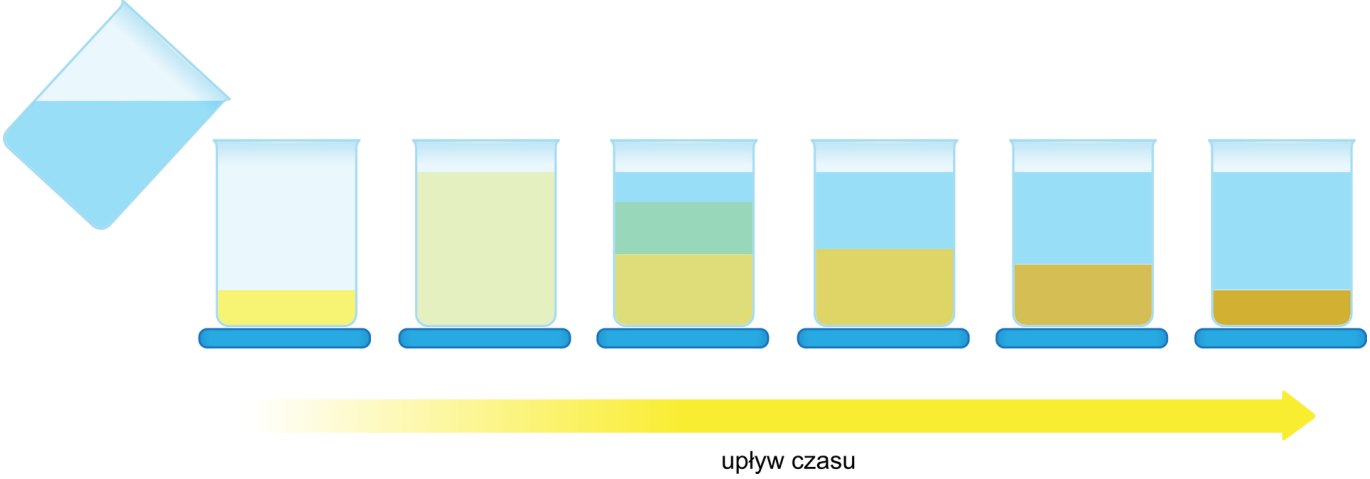


Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.



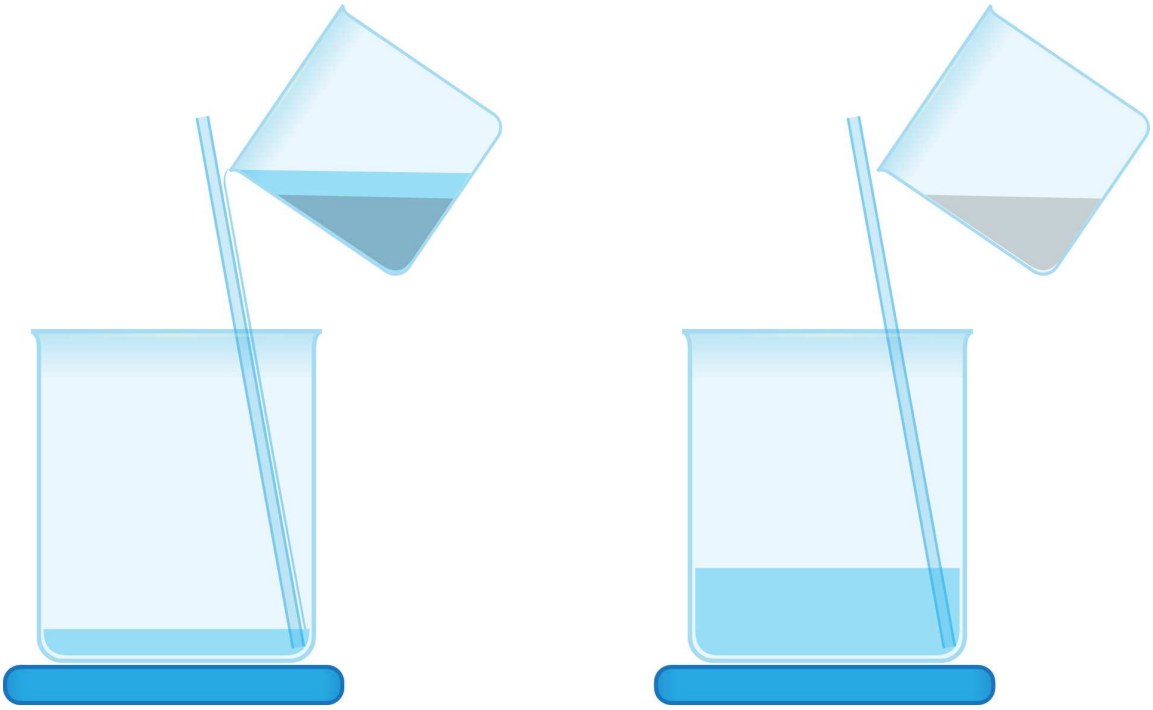
Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

W jaki sposób wykorzystać siłę ciężkości do rozdzielenia mieszaniny wody i piasku?



Metody rozdzielania mieszanin niejednorodnych – sedymentacja

W jaki sposób zlać ciecz znad osadu?



Metody rozdzielania mieszanin niejednorodnych – dekantacja

Mieszaninę niejednorodną można rozdzielić przez:

- filtrowanie (sączenie) – substancje stałe zostają zatrzymane na sicie, sączku lub filtrze; proces ten można zaobserwować, odcedzając na sitku makaron;
- sedymentację – opadanie substancji stałych pod wpływem siły ciężkości; wykorzystywana jest w oczyszczalniach ścieków;
- dekantację – zlewanie cieczy znad osadu; proces ten można zaobserwować podczas odcedzania ziemniaków po ugotowaniu, zlewania herbaty znad zaparzonych liści lub kawy znad fusów.

Mieszaninę niejednorodną, której składniki różnią się gęstością i tworzą wyraźną granicę pomiędzy fazami, można rozdzielić, stosując urządzenie zwane rozdzielaczem. Przykładem mieszaniny niejednorodnej może być woda z olejem.

Dzbanek oddzielający tłuszcz od sosu, zupy lub wywaru z mięsa

Doświadczenie 4

Problem badawczy

W jaki sposób rozdzielić mieszaninę niejednorodną wody i oleju? Jak wybrać właściwy sposób rozdzielania mieszanin?

Hipoteza

Mieszaninę niejednorodną można rozdzielić, wykorzystując różnice we właściwościach jej składników.

Co będzie potrzebne

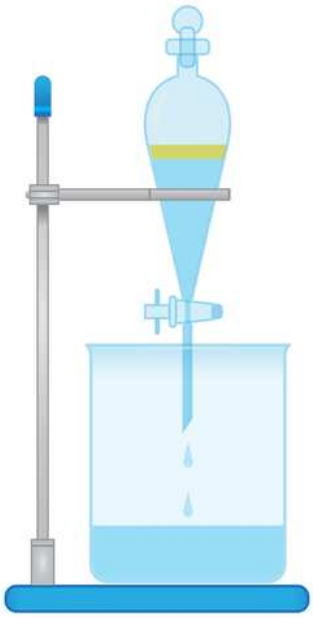
- woda,
- olej,
- rozdzielacz,
- zlewka.

Instrukcja

1. Do zlewki z wodą dodaj olej roślinny.
2. Mieszaninę przelej do rozdzielacza.
3. Poczekaj na utworzenie się dwóch warstw.
4. Otwórz kranik i zlej do zlewki ciecz tworzącą dolną warstwę.

Podsumowanie

Po dodaniu do wody oleju roślinnego utworzyły się dwie warstwy z widoczną granicą między nimi. Ta właściwość pozwoliła na zlanie dolnej warstwy (wody) do podstawionej zlewki. Olej pozostaje w rozdzielaczu lub ewentualnie może zostać przelany do drugiej zlewki. Mieszanina wody i oleju jadalnego to mieszanina niejednorodna. Można ją rozdzielić za pomocą rozdzielacza, ponieważ olej nie rozpuszcza się w wodzie.



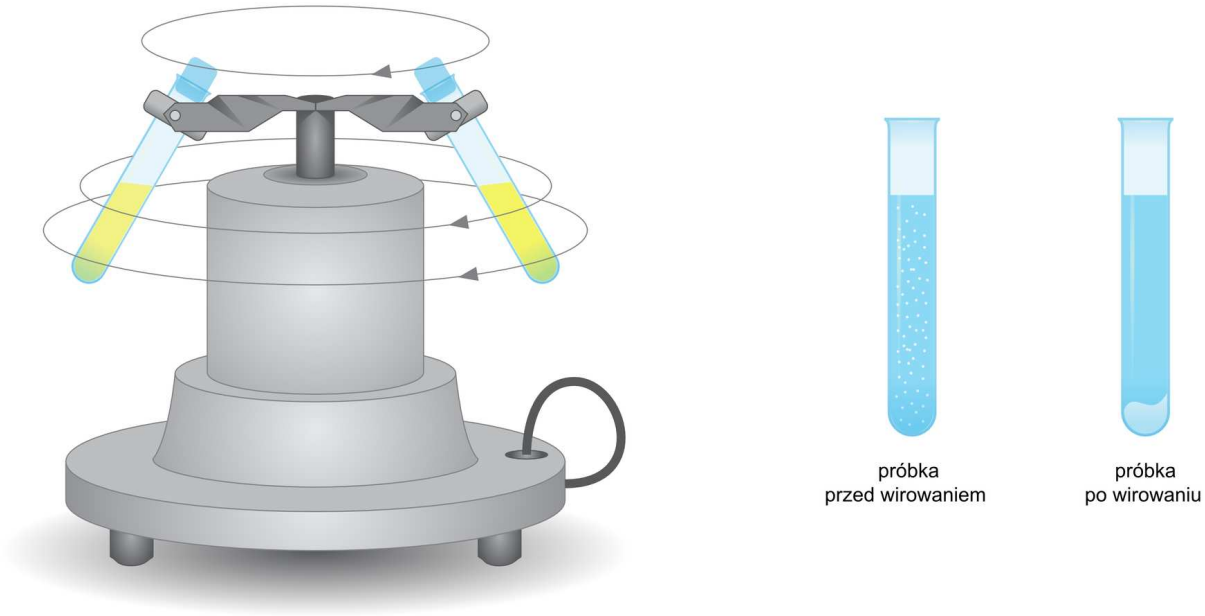
Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Metody rozdzielania mieszanin niejednorodnych – rozdzielanie w rozdzielaczu

Ujęcie rozdzielacza, szklanego przyrządu laboratoryjnego mającego kształt odwróconej kropli z otworami u góry i u dołu. Dolny otwór wylotowy zaopatrzony jest w szklany zawór, natomiast górny w szklany korek. W rozdzielaczu znajduje się dwuwarstwowy płyn, mieszanina wody z olejem, w której doszło już do rozdzielenia warstw na wodę znajdującą się u dołu i olej wypełniający górną część naczynia. Zmiana na szerokie ujęcie rozdzielacza zamocowanego do statywu z podstawioną pod jego wylot zlewką. Otwarcie zaworu powoduje wypełnienie zlewki wodą. Olej pozostaje w rozdzielaczu wraz z resztką wody.

Ciekawostka

Rozdzielanie mieszanin niejednorodnych. Metoda wirowania
Odwirowywanie odbywa się w wirówkach. W wyniku oddziaływania siły odśrodkowej zawiesina (np. kredy w wodzie) zostaje przemieszczona w kierunku dna naczynia, gdzie gromadzi się w postaci osadu, który można oddzielić przez zlanie cieczy. Technika ta wykorzystywana jest m.in. do określania zawartości środków dopingujących w próbkach krwi sportowców.



Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

*Rozdzielania zawiesin i emulsji wykonuje się przez wprawienie ich w szybki ruch obrotowy, którego stałe przyspieszenie znacznie przekracza przyspieszenie ziemskie, wielokrotnie zwiększając szybkość sedymentacji.
Umieszczone w wirówce laboratoryjnej probówki z zawiesiną są obracane z dużą prędkością. Cząstki stałe zostają odrzucone przez siłę odśrodkową na dno probówki, gdzie zbierają się w postaci ubitej warstwy osadu. Po zakończeniu wirowania ciecz znad osadu zlewa się lub odpipetowuje, a resztki cieczy usuwa się paskiem bibuły.
Ciekawostka

Jak powstaje masło? Rozdzielanie przez ubijanie
Większość osób lubi masło, tylko nieliczne spośród nich miały możliwość jego „ubijania”. Masło otrzymuje się drogą mechanicznego ubijania, które powoduje oddzielenie tłuszczów stałych od płynnych składników śmietany. Grudki tłuszczu stają się coraz większe, aż wreszcie odklejają się od płynu, tworząc masło. Pozostałością jest maślanka (płyn mleczny o niskiej zawartości tłuszczu).

Źródło: Tomorrow Sp.z o.o., Mikael Lindmark (https://commons.wikimedia.org), Aktron (https://commons.wikimedia.org), Land Between The Lakes KY/TN (https://www.flickr.com), licencja: CC BY-SA 2.5.

3. W jaki sposób można rozdzielić mieszaniny jednorodne?

Polecenie 2

Przypomnij sobie, jakie znasz metody rozdzielania mieszanin jednorodnych, a następnie przedstaw je w postaci mapy myśli.

Mieszaniny jednorodne rozdzielić można przez:

- odparowanie – ogrzewanie mieszaniny cieczy i rozpuszczonego w niej ciała stałego w celu odparowania cieczy; proces ten jest wykorzystywany podczas przygotowywania powideł, natomiast w krajach o ciepłym klimacie jest skutkiem odparowywania wody morskiej i tworzenia pokładów soli kamiennej;
- krystalizację – technika ta pozwala na wydzielenie kryształów substancji stałej z roztworu;
- destylację.

Doświadczenie 5

Problem badawczy

W jaki sposób rozdzielić mieszaninę jednorodną? Jak wybrać właściwy sposób rozdzielania mieszanin?

Hipoteza

Mieszaninę jednorodną można rozdzielić, wykorzystując różnice we właściwościach jej składników.

Co będzie potrzebne

- woda,
- sól kamienna,
- parowniczka,
- trójnóg z siatką ceramiczną,
- bagietka,
- palnik,
- okulary ochronne.

Instrukcja

1. Do zlewki z wodą dodaj sól kamienną i wymieszaj bagietką.

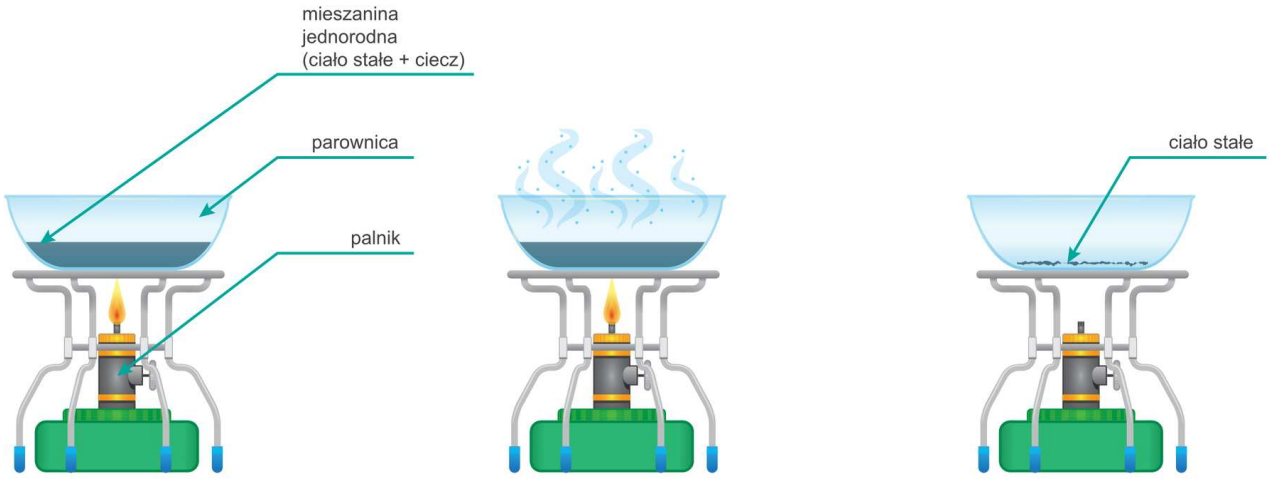
2. Powstałą mieszaninę przelej do parowniczki (ewentualnie na kawałek blaszki metalowej lub grubszą folię aluminiową, trzymając ją w szczypcach).

3. Zapal palnik lub podgrzewacz i pod nadzorem osoby dorosłej ogrzewaj całość aż do odparowania wody.

Podsumowanie

W otrzymanym klarownym roztworze wody z solą nie widać składników. Po odparowaniu wody w parowniczce pozostały białe kryształki soli. Odparowywanie polega na ogrzaniu mieszaniny cieczy i rozpuszczonego w niej ciała stałego (wody i soli) w celu odparowania cieczy (wody).

W jaki sposób rozdzielić mieszaninę jednorodną wody z solą?



Odparowywanie jako metoda rozdzielania mieszanin jednorodnych

W jaki sposób z mieszaniny pewnej soli z wodą otrzymać niebieskie kryształy?

Krystalizacja jako metoda rozdzielania mieszanin jednorodnych

Ciekawostka

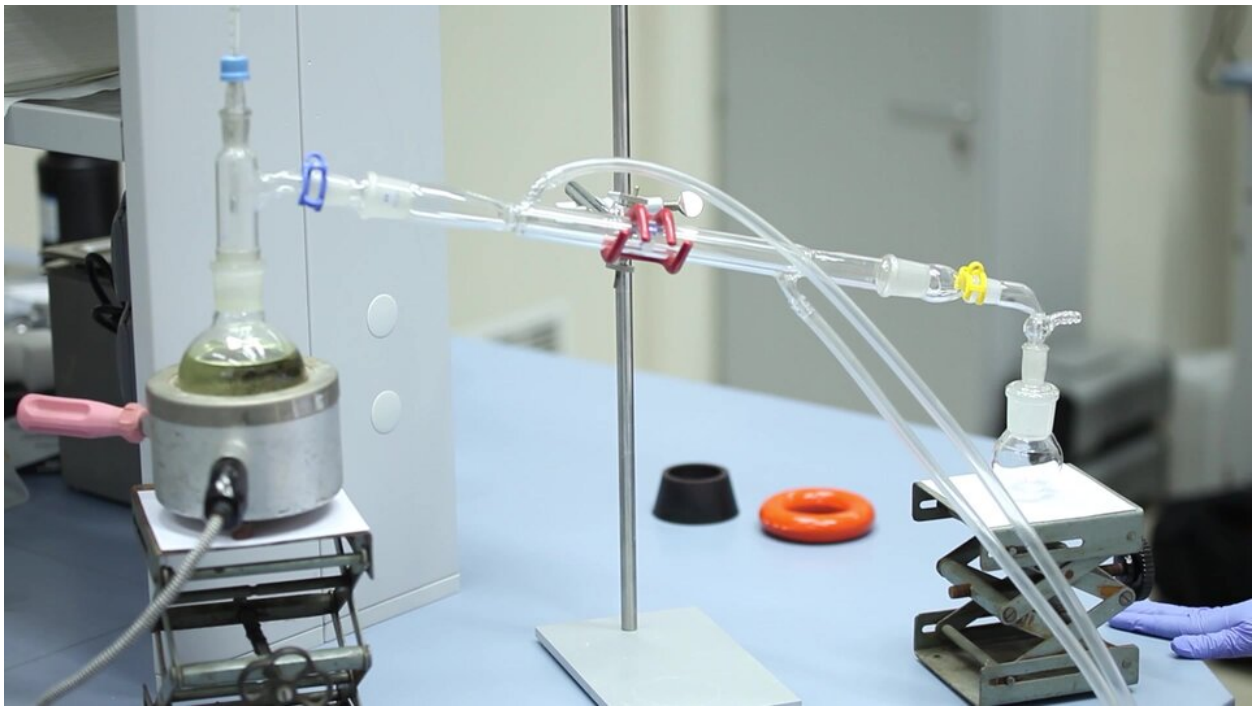
Procesy krystalizacji i odparowania w otoczeniu człowieka
Saliny są to płytkie zbiorniki mocno zasolonej wody zlokalizowane w strefie przybrzeżnej mórz lub słonych jezior i oddzielone od nich groblami. W miarę stopniowego odparowywania wody z takiej solanki w regularnych, prostokątnych basenach rosną solne kryształki. Gdy już „dojrzeją", są zbierane w białe kopce stojące w równych szeregach, skąd wywozi się je, aby później poddać oczyszczaniu i przeróbce.

Źródło: Man (http://commons.wikimedia.org), dro!d from Atlanta, Georgia (http://commons.wikimedia.org), Dey.sandip (http://commons.wikimedia.org), Krzysztof Jaworski, licencja: CC BY-SA 2.0.

Warzelnia soli – zakład przemysłowy produkujący sól, czyli tzw. warzonkę, przez odparowanie wody z solanki (wodnego roztworu soli kamiennej). Proces ten jest przeprowadzany jest w naczyniach otwartych, nazywanych panwiami. Można też przeprowadzać go w naczyniach zamkniętych pod zmniejszonym ciśnieniem, tj. wyparkach. W Ciechocinku zabytkowa warzelnia soli funkcjonuje w sposób niezmieniony od ponad 170 lat. Wytwarza się tam sól oraz jej pochodne: szlam i ług, które mają właściwości lecznicze.

Mieszaninę jednorodną, której składniki różnią się temperaturą wrzenia, można rozdzielić, stosując technikę zwaną destylacją.

W jaki sposób montuje się zestaw do destylacji?

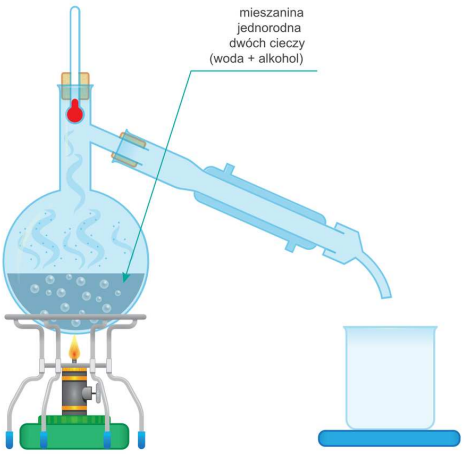


Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Źródło: Tomorrow Sp. z o.o., licencja: CC BY 3.0.

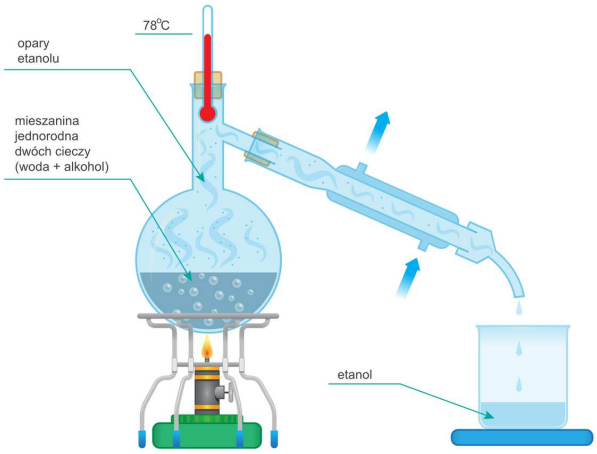
Ujęcie prezentuje wnętrze laboratorium z widocznym fragmentem stołu laboratoryjnego. Kolba destylacyjna z mieszaniną jednorodną dwóch lub więcej cieczy różniących się temperaturą wrzenia umieszczona zostaje przez laboranta w czaszy grzejnej, przypominającej wklęsły metalowy piecyk zasilany prądem. Następuje zamontowanie na statywie chłodnicy destylacyjnej z lewej strony podłączonej do kolby w taki sposób, że prawa strona jest wyraźnie niżej od strony lewej. Przyłącze wody chłodnicy zostaje podłączone do źródła wody w sposób zgodny z opisem w komentarzu. Do dolnej, wylotowej końcówki chłodnicy podłączona zostaje i unieruchomiona mała kolba kulista nazwana odbieralnikiem. Następuje ujęcie górnej części zastawu z najwyższym wylotem chłodnicy, do którego laborant wsadza termometr uszczelniany gumowym korkiem. Film kończy szerokie ujęcie całego zmontowanego zestawu.

W jaki sposób można rozdzielić mieszaninę jednorodną wody z alkoholem?



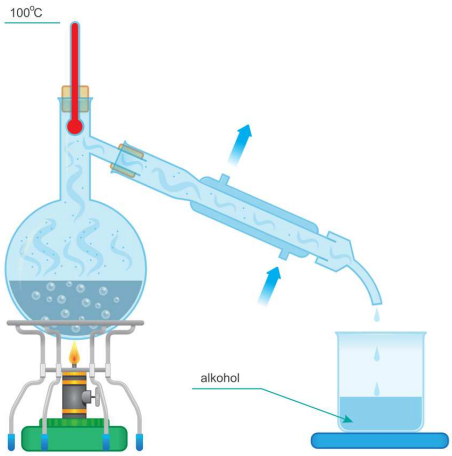
ogrzewanie roztworu wody i etanolu

Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.



temperatura wrzenia etanolu

Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.



Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

4. Ekstrakcja jako metoda rozdzielania mieszanin

Ekstrakcja polega na wymywaniu rozpuszczalnikiem pożądanych składników z mieszaniny stałej lub ciekłej oraz następującym potem odparowaniu rozpuszczalnika. Przykładem procesu ekstrakcji w układzie ciało stałe – ciecz jest proces parzenia herbaty lub kawy. Parzenie kawy w ekspresie jest rodzajem ekstrakcji, w którym rozpuszczalnik (gorącą wodę – ciecz) dodaje się do substancji stałej (ziaren mielonej kawy) w celu rozpuszczenia jednego lub więcej składników.
Zawarte w kawie substancje smakowe dyfundują z ziarna do wody (ekstrahenta).
*Czas ekstrakcji przy przygotowywaniu kawy *espresso* powinien wynosić około 25 sekund. W tym czasie filiżanka powinna napełnić się ok. 25–30 ml naparu powstałego po przejściu wody przez 7 g (1 porcja) zmielonej kawy.
Gorąca woda zwiększa szybkość rozpuszczania składników, które mają być wyodrębnione. W ekspresie po etapie ekstrakcji zachodzi etap filtracji.

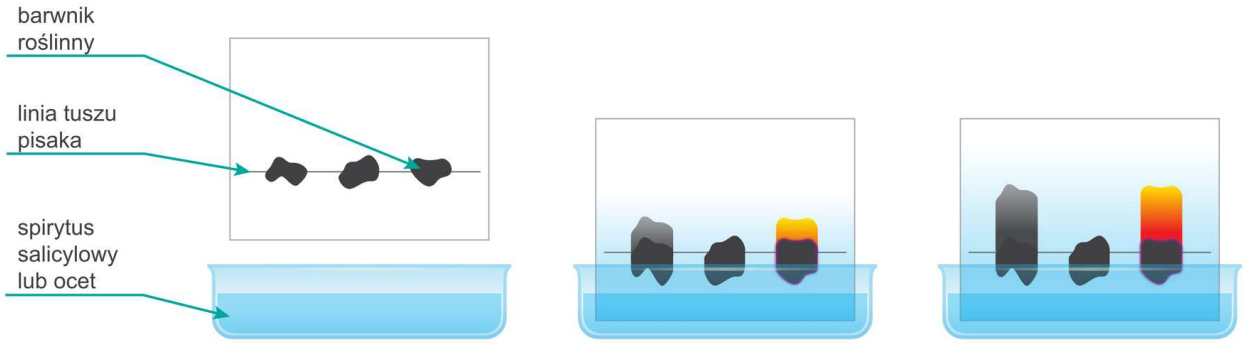
Źródło: Coffeegeek (http://commons.wikimedia.org), avlxyz (https://www.flickr.com), Krzysztof Jaworski, licencja: CC BY-SA 2.0.

Ciekawostka

Ekstrakcja – produkcja oleju
Ekstrakcja to proces, który wykorzystuje się do wypłukiwania tłuszczów z uprzednio zmiażdżonych roślin rozpuszczalnikami organicznymi. Ekstrakt (otrzymany roztwór) poddaje się destylacji w celu usunięcia rozpuszczalnika, którego można użyć ponownie. Ekstrakcja jest najczęściej stosowaną metodą pozyskiwania olejów i tłuszczów roślinnych. Niemal wszystkie oleje roślinne, prócz oliwy z oliwek, są otrzymywane w ten sposób, aby później jako oleje rafinowane (w procesie tym usuwane są z oleju substancje, takie jak woda, kwasy oraz substancje białkowe) trafić na sklepowe półki.

Źródło: cottonseedoil (https://www.flickr.com), licencja: CC BY 2.0.

Chromatografia służy do oczyszczania i identyfikacji substancji. Ta metoda analizy mieszanin jest wykorzystywana w badaniach biologicznych, podczas produkcji leków i w wielu innych dziedzinach. Nazwa *chromatografia* pochodzi od greckiego *chromos* oznaczającego „kolor". Pierwsze zastosowanie tej metody pozwoliło na wydzielenie naturalnych barwników roślinnych, np. zielonego – chlorofilu, żółtego – ksantofilu, pomarańczowego – karotenu.



Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

Ciekawostka

Zastosowanie chromatografii w otoczeniu człowieka
Chromatograf gazowy jest urządzeniem wykorzystywanym w kryminalistyce. Umożliwia on analizę składu chemicznego próbek. Służy do rozdzielania składników mieszanin poprzez wykorzystanie gazów lub lotnych cieczy. Pozwala on np. na wykrycie obecności leków w badanych próbkach włosów, drobinek gleby na garderobie podejrzanego bądź wykrycie śladów użycia broni palnej.

Źródło: Mcbort (http://commons.wikimedia.org), edycja: Krzysztof Jaworski, licencja: CC BY 3.0.

Podsumowanie

- Mieszaniny można rozdzielić przy użyciu różnych technik.
- Metody rozdzielania zależą od rodzaju mieszaniny i wykorzystują właściwości jej składników.
- Do metod rozdzielania mieszanin jednorodnych zaliczają się: odparowywanie rozpuszczalnika (np. wody), destylacja, krystalizacja, chromatografia.
- Do metod rozdzielania mieszanin niejednorodnych należą: sedymentacja, dekantacja, sączenie, rozdzielanie mechaniczne, rozdzielanie za pomocą rozdzielacza.
- Przy rozdzielaniu niektórych mieszanin należy zastosować kilka technik. Podczas rozdzielania mieszaniny soli kamiennej i kredy powinniśmy kolejno: rozpuścić mieszaninę w wodzie (sól kamienna się rozpuści), przesączyć (kreda pozostanie na sączku), odparować przesącz (pozostanie sól kamienna).

Praca domowa

Polecenie 3.1

Podaj po dwa przykłady mieszanin, które można rozdzielić za pomocą sączenia i destylacji.

Polecenie 3.2

Jakie czynności należy wykonać, aby rozdzielić:
– mieszaninę ryżu i soli kamiennej,
– mieszaninę wody i piasku?

Polecenie 3.3

Jakimi metodami można rozdzielić mieszaninę wody, trocin drzewnych i cukru?

Polecenie 3.4

Opisz, uwzględniając sprzęt i szkło laboratoryjne, sposoby, którymi można rozdzielić mieszaniny:
– cukru i pokruszonego korka po szampanie,
– oleju, wody i denaturatu,
– żelaza i węgla.

Polecenie 3.5

Na podstawie opisu z polecenia 4. wykonaj doświadczenie, zanotuj obserwacje i wnioski, dołącz do nich pasek bibuły.
Do naczynia (np. zlewki) wlej spirytus salicylowy lub ocet. Na przygotowany pasek bibuły nanieś kroplę barwnika albo tusz z pisaka. Pasek umieść w zlewce, tak by jego koniec był zanurzony w cieczy. Po kilku minutach obserwuj zmiany zachodzące na bibule.

Polecenie 3.6

Przeprowadź doświadczenie, którego efektem będzie krystalizacja soli. Zapisz obserwacje i wnioski.

Doświadczenie 6

Obserwacja procesu krystalizacji – wydzielenie kryształów soli kamiennej z roztworu.

Co będzie potrzebne

- woda,
- sól kamienna,
- słoik,
- nitka,
- ołówek.

Instrukcja

1. Do słoika wlej gorącą wodę i rozpuść w niej sól kamienną, wiedząc, że rozpuszczalność soli w temperaturze 100°C w 100 g wody wynosi 42 gramy.
2. Po ostudzeniu przygotowanego roztworu zanurz w nim nitkę przywiązaną do ołówka opartego o brzegi słoika.

Podsumowanie

Po kilku godzinach na nitce pojawiają się kryształki. W ciągu kilkunastu następnych dni kryształki „rosną". W naczyniu ubywa roztworu. Po tygodniu kryształy są duże i mają regularne kształty.
Krystalizację z roztworu przeprowadza się poprzez schłodzenie roztworu lub odparowanie rozpuszczalnika. Proces krystalizacji z roztworu przeprowadza się zwykle w celu wyodrębnienia i oczyszczenia wybranego związku chemicznego.

Słowniczek

chromatografia

metoda służąca do rozdzielania lub badania składu mieszanin związków chemicznych; wykorzystuje różnice szybkości przemieszczania się składników mieszaniny – np.: różnych barwników po pasku bibuły zanurzonym w cieczy (ocet, spirytus, aceton)
dekantacja

metoda rozdzielania mieszaniny niejednorodnej ciała stałego i cieczy, polega na zlewaniu cieczy znad osadu
destylacja

metoda rozdzielania wieloskładnikowych mieszanin ciekłych różniących się temperaturą wrzenia; polega na przeprowadzeniu w stan pary, a następnie jej skropleniu składników
ekstrakcja

wyodrębnianie składnika lub składników mieszanin metodą dyfuzji do cieczy lepiej rozpuszczających te związki chemiczne
krystalizacja

polega na wydzieleniu się substancji stałej w postaci kryształów wskutek np. obniżenia temperatury mieszaniny utworzonej przez rozpuszczenie maksymalnej ilości ciała stałego w cieczy
odparowanie

polega na ogrzewaniu ciekłej mieszaniny w celu odparowania cieczy
rozdzielacz

naczynie laboratoryjne służące do rozdzielania mieszaniny niejednorodnej cieczy, o wyraźnej granicy pomiędzy składnikami
rozdzielanie mechaniczne

metoda rozdzielania mieszanin niejednorodnych za pomocą np. sita lub magnesu
sączenie (filtracja)

metoda rozdzielania mieszaniny niejednorodnej ciała stałego od cieczy przy użyciu sączka, na którym pozostaje ciało stałe
sedymentacja

opadanie na dno naczynia cząstek ciała stałego w cieczy pod wpływem siły ciężkości

Zadania

Ćwiczenie 1

Określ prawdziwość sformułowań.

	Prawda	Fałsz
Sedymentacja to zlewanie cieczy znad osadu.	◯	◯
Ciecz od nierozpuszczalnej w niej substancji stałej można oddzielić przez dekantację lub sączenie.	◯	◯
Po rozdzieleniu mieszaniny wody i oleju w rozdzielaczu za pomocą kranu olej zostaje zlany do zlewki, a woda pozostaje w rozdzielaczu.	◯	◯
Przykładem procesu ekstrakcji w układzie ciało stałe–ciecz jest proces parzenia herbaty lub kawy.	◯	◯

Źródło: Małgorzata Bartoszewicz, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 2

Źródło: Małgorzata Bartoszewicz, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 3

Źródło: Małgorzata Bartoszewicz, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 4

Źródło: Małgorzata Bartoszewicz, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 5

Połącz w pary mieszaninę i sposób jej rozdzielania.

odparowywanie wody z roztworu	roztwór soli kuchennej w wodzie
rozdzielanie za pomocą magnesu	siarka i żelazo
chromatografia bibułowa	tusz do pisaków
destylacja	roztwór alkoholu w wodzie

Źródło: Małgorzata Bartoszewicz, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 6

Źródło: Małgorzata Bartoszewicz, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 7

Źródło: Małgorzata Bartoszewicz, licencja: CC BY 3.0.

Mieszanie się substancji

Gdy przechodzimy obok piekarni, już z pewnej odległości czujemy zapach wypieków. Po zapaleniu kadzidełka w krótkim czasie całe pomieszczenie wypełnia się jego wonią. Cukier rozpuszcza się w herbacie nawet bez jej mieszania. Co może być przyczyną tych zjawisk? Dlaczego tak się dzieje i jaki ma to związek z otaczającą nas materią?

Już wiesz

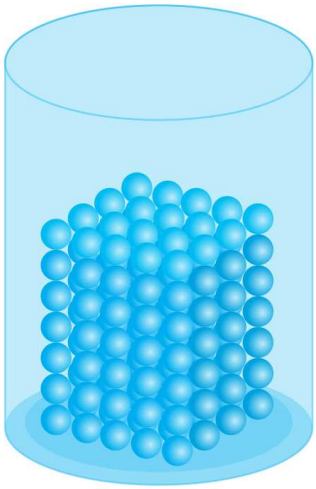
- jakie właściwości ma materia w różnych stanach skupienia;
- co to jest mieszania;
- na podstawie jakich kryteriów klasyfikuje się mieszaniny;
- jakie zasady bezpieczeństwa należy zachować w szkolnej pracowni chemicznej.

Nauczysz się

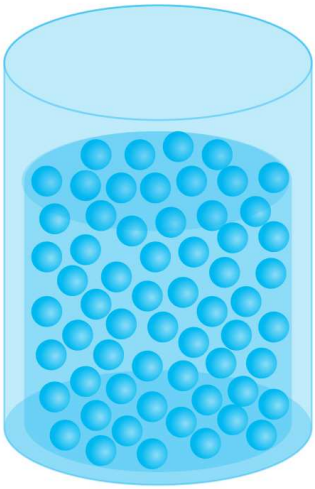
- posługiwać podstawowymi terminami dotyczącymi mieszanin i sposobów ich rozdzielania;
- wymieniać przykłady dyfuzji spotykane w życiu codziennym;
- opisywać ziarnistą budowę materii;
- wyjaśniać, na czym polegają zjawiska dyfuzji, rozpuszczania, mieszania, zmiany stanów skupienia;
- opisywać mieszanie się substancji;
- planować doświadczenia potwierdzające ziarnistość budowy materii;
- przestrzegać zasad bezpieczeństwa podczas wykonywania eksperymentów chemicznych.

1. Jaka jest budowa materii?

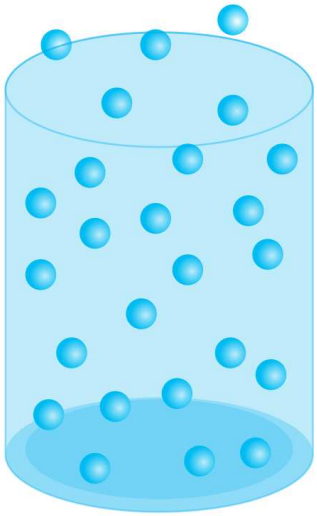
Wszystko, co nas otacza, to materia. Jest ona zbudowana z drobin (ma budowę ziarnistą). W substancji stałej drobiny są ułożone blisko siebie, w sposób regularny. W cieczach odległości miedzy drobinami są większe, a cząstki ułożone są nieregularnie. Natomiast w gazach odległości między nieregularnie ułożonymi drobinami są największe (co oznacza jednocześnie, że oddziaływania między drobinami są w tym przypadku najmniejsze).



ciało stałe



ciecz



gaz

Stany skupienia materii

Polecenie 1

Zaplanuj eksperyment, który potwierdzałby, że materia jest zbudowana z drobin.

Doświadczenie 1

Problem badawczy

Czy całkowita objętość dwóch zmieszanych ze sobą cieczy będzie równa sumie ich objętości?

Hipoteza

Wybierz jedną z przedstawionych hipotez, a następnie zweryfikuj ją.

Całkowita objętość dwóch zmieszanych ze sobą cieczy będzie równa sumie ich objętości.
Całkowita objętość dwóch zmieszanych ze sobą cieczy nie będzie równa sumie ich objętości.

Co będzie potrzebne

- 3 cylindry miarowe,
- bagietka,
- woda,
- etanol*

  * etanol absolutny – 100

  -procentowy roztwór, alkohol etylowy lub spirytus rektyfikowany – 96-procentowy roztwór alkoholu etylowego w wodzie.

Instrukcja

1. Odmierz w cylindrach miarowych po 100 cm^3 wody oraz etanolu.

2. Do cylindra o pojemności 250 cm^3 wlej odmierzone objętości wody i etanolu.

3. Wymieszaj składniki i odczytaj objętość powstałej mieszaniny.

Podsumowanie

Objętość mieszaniny wynosi ok. 192 cm^3. Jej całkowita objętość jest mniejsza od sumy objętości poszczególnych składników.

Doświadczenie 2

Problem badawczy

Co się stanie, jeśli zmieszamy jednakowe objętości grochu i maku?

Hipoteza

Wybierz jedną z przedstawionych hipotez, a następnie zweryfikuj ją.

Całkowita objętość nie będzie równa sumie objętości poszczególnych składników.
Całkowita objętość będzie równa sumie objętości poszczególnych składników.

Co będzie potrzebne

- 3 cylindry miarowe,
- ziarna grochu,
- ziarna maku lub kasza gryczana.

Instrukcja

1. Odmierz w cylindrze miarowym po 100 cm^3 grochu oraz kaszy gryczanej lub maku.
2. Do cylindra o pojemności 250 cm^3 wsyp groch i kaszę gryczaną albo mak.
3. Wymieszaj dokładnie wszytkie składniki mieszaniny.

Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Źródło: Tomorrow Sp.z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Na początku widać stół, na którym znajduje się słoik z zakrętką, kasza i groch łuskany w przeźroczystych pojemnikach (zlewkach). Do słoika zostaje wsypany groch tak, aby wypełnił jego połowę. Dosypujemy kaszy tak, aby zostało w słoiku jeszcze trochę miejsca. Zakręcamy słoik. Na słoiku zaznaczamy mazakiem poziom, do którego sięga kasza. Następnie mieszamy kaszę i groch poprzez kilkukrotne potrząśnięcie słoikiem. Później, zbliżenie na słoik. Następnie widać stół, na którym znajduje się denaturat i woda. Kamera pokazuje podpisy na zlewkach (z wodą i denaturatem). Na stole znajduje się również pusta menzurka(próbówka). Do probówki wlewamy do połowy wodę. Następnie delikatnie po ściankach naczynia wlewamy denaturat, tak, aby nie wymieszał się z wodą. Widać wyraźną granicę między wodą a denaturatem. Zaznaczamy na probówce poziom, do którego sięga denaturat. Następnie mieszamy obie ciecze przez potrząśnięcie probówki. Widać wyraźnie, że poziom mieszaniny jest niższy od zaznaczonego.

Podsumowanie

Objętość mieszaniny wynosi ok. 170 cm^3. Obserwacja z bliska ujawnia mechanizm kontrakcji: drobne ziarenka maku lub kaszy wypełniają wolne przestrzenie pomiędzy większymi ziarnami grochu.

Zjawisko zmniejszenia się objętości podczas mieszania cieczy nazywa się kontrakcją. Przyczyną kontrakcji jest możliwość ściślejszego upakowania drobin w mieszaninie dwóch cieczy. Mechanizm kontrakcji można przedstawić w sposób modelowy, używając do tego celu np. grochu i maku.

2. Czym jest dyfuzja?

2.1. Dyfuzja w gazach

Doświadczenie 3

Problem badawczy

Co się stanie, jeśli otworzymy flakon perfum w klasie?

Hipoteza

Zapach rozprzestrzeni się i będzie wyczuwalny z dala od flakonu.

Co będzie potrzebne

- perfumy.

Instrukcja

1. Ustaw w rogu klasy otwarty flakon perfum i pozostaw go na 5 minut.

Podsumowanie

Po chwili zapach perfum jest wyczuwalny w całej klasie.

Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

Perfumy składają się z drobin, które samorzutnie mieszają się z powietrzem i rozprzestrzeniają w nim.

Doświadczenie 4

Problem badawczy

Czy substancja może rozprzestrzenić się samorzutnie w innej substancji?

Hipoteza

Wybierz jedną z przedstawionych hipotez, a następnie zweryfikuj ją.

Substancja nie może samorzutnie rozprzestrzenić się w innej substancji.
Substancja może samorzutnie rozprzestrzenić się w innej substancji.

Co będzie potrzebne

- balon,
- wkraplacz,
- pudełko,
- olejek zapachowy.

Instrukcja

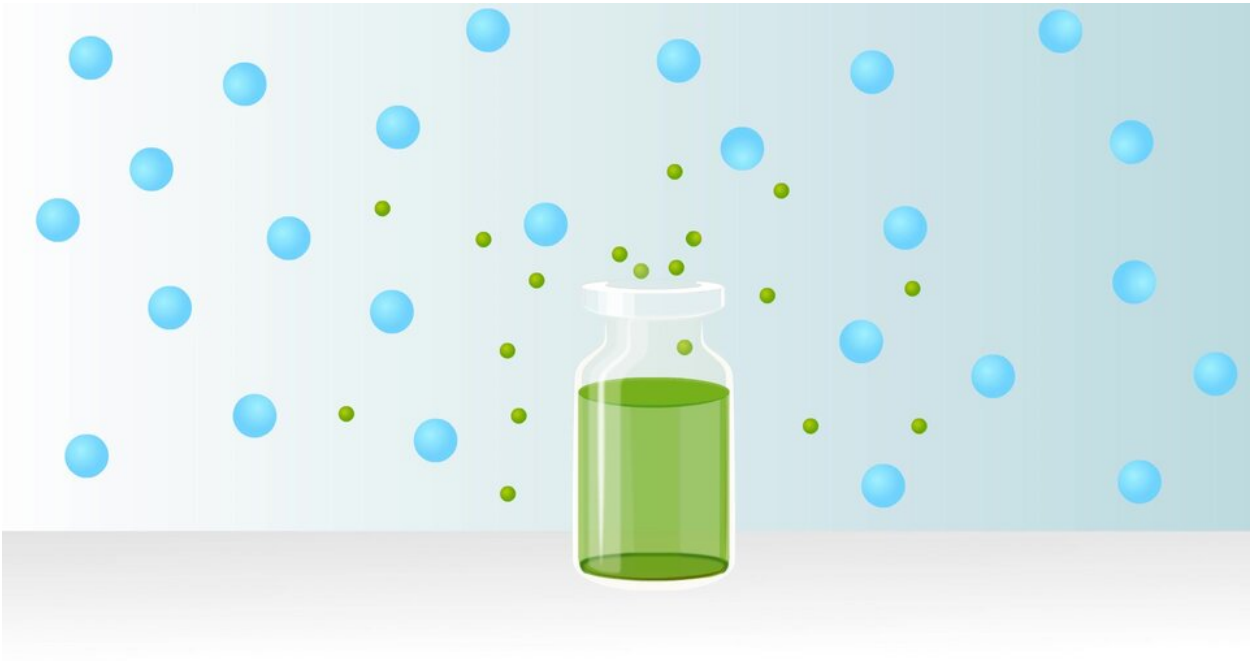
1. Nadmuchaj balon.
2. Do środka balonu dodaj kilka kropli olejku zapachowego.
3. Zawiąż balon i zamknij w pudełku.

4. Po godzinie otwórz pudełko.

Podsumowanie

Po czasie zapach olejku jest wyczuwalny w pudełku. Pary olejku samoistnie mieszają się z powietrzem znajdującym się w pudełku i rozprzestrzeniają się w nim. Zachodzi zjawisko dyfuzji.

Zapachy kosmetyków, kwiatów czy gotowanego i smażonego jedzenia rozprzestrzeniają się po całym mieszkaniu. Odświeżacz powietrza powoli uwalnia przyjemną woń, którą czujemy w pomieszczeniu. Zapach lakieru do włosów po krótkiej chwili staje się wyczuwalny z dala od miejsca jego rozpylenia. Przytoczone przykłady ilustrują proces samorzutnego rozchodzenia się substancji z miejsca, gdzie jest jej dużo, do miejsc, w których jest jej mniej lub nie ma wcale, co prowadzi do wyrównania stężeń. Jest to zjawisko dyfuzji.



Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Zjawisko dyfuzji w życiu codziennym

Otwieranie pojemnika z „zapachem”, rozchodzenie się „małych kulek” pomiędzy dużymi. Pojawiają się kolejno zdjęcia: perfum, kobiety wąchającej kwiat, smażone kotlety, filiżanka kawy oraz pływających w wodzie ryb.

Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Źródło: Tomorrow Sp.z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Kolba z drobinami. Pojawia się lupa. Butla z gazem odkręcona w pomieszczeniu – widać wypełnienie całego pomieszczenia tymi drobinami. Drobiny rozchodzą się po pokoju

Ciekawostka

Zjawisko adwekcji
Rozchodzenie się zapachu w powietrzu nie zawsze zachodzi samorzutne, może być ono spowodowane zjawiskiem **adwekcji** (poziomego ruchu cząsteczek transportowanej substancji). Powoduje ona napływanie powietrza o odmiennych właściwościach (np. o innej temperaturze lub wilgotności). Zjawisko adwekcji w połączeniu z dyfuzją nazywamy konwekcją (pionowym ruchem związanym z ruchami ciepła, z ruchami wywołanymi różnicą temperatur).
Wyróżniamy adwekcję:

- wymuszoną, np. przeciąg w pokoju;
- naturalną, wywołaną różnicami gęstości ośrodka spowodowanymi różnicą temperatur lub stężenia.

Dyfuzja w gazach jest zjawiskiem dość wolnym, np. przesunięcie się par etanolu w powietrzu na odległość 1 m wymaga czasu ok. 100 000 s, czyli trwa ponad 1 dzień! Dzięki zjawisku **adwekcji** przy prawie niewyczuwalnym przepływie powietrza (10 cm/s) zapach jest przenoszony na odległość 1 m w czasie tylko 10 sekund!

2.2. Dyfuzja w cieczach

Doświadczenie 5

Problem badawczy

Czy dyfuzja zachodzi w cieczach?

Hipoteza

Wybierz jedną z przedstawionych hipotez, a następnie zweryfikuj ją.

Dyfuzja nie zachodzi w cieczach.
Dyfuzja zachodzi w cieczach.

Co będzie potrzebne

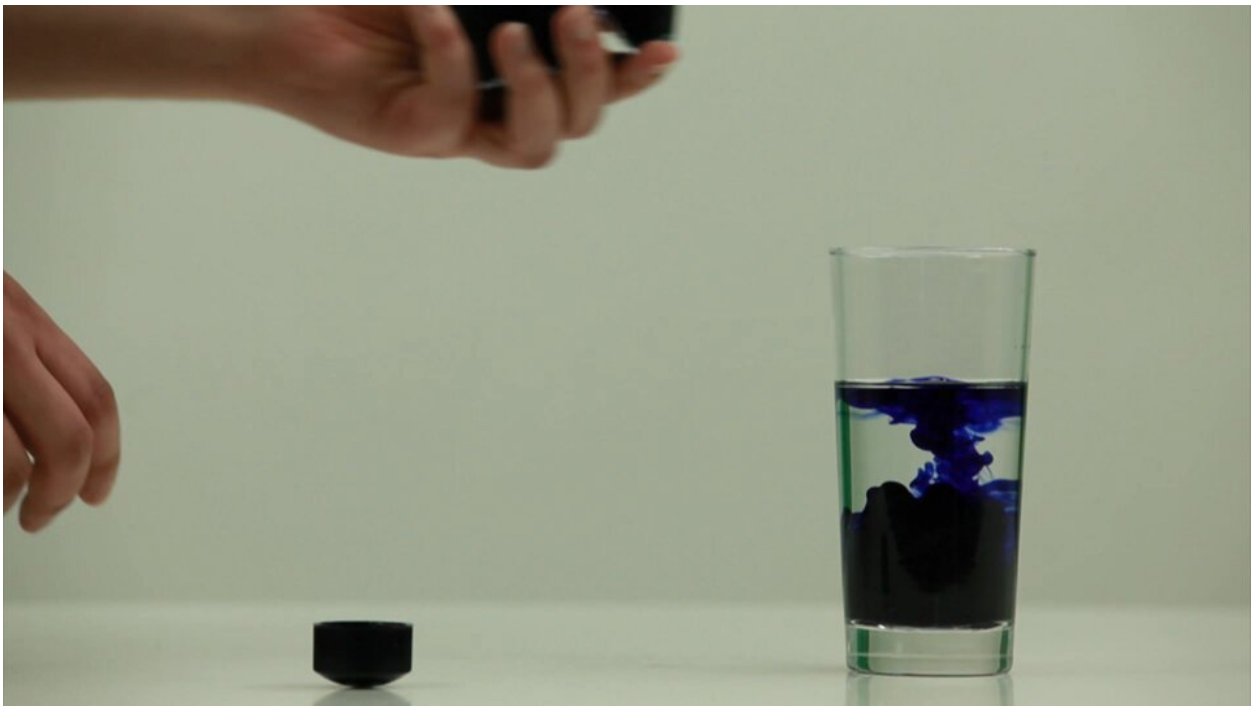
- zlewka,
- woda,
- atrament.

Instrukcja

1. Do zlewki z wodą dodaj niewielką ilość atramentu i obserwuj zachodzące zmiany.

Podsumowanie

Po dodaniu atramentu do wody powstają smugi, a po chwili zawartość zlewki zabarwia się na niebiesko.
Drobiny barwnika (cieczy) i wody samorzutnie się wymieszały. Zaszło zjawisko dyfuzji.



Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Dyfuzja w gazach i cieczach

Widać trzy próbówki, jedna zakorkowana, druga wypełniona cieczą, trzecia ma na dnie np. kamyk lub kawałek metalu. Zbliżenie na próbówkę pierwszą, widać „lupkę", w której szybko poruszają się rzadko rozmieszczone cząsteczki. Widać dym rozprzestrzeniający się po pokoju. Zbliżenie na próbówkę drugą, widać, że drobiny są ułożone gęściej i poruszają się wolniej. Widać atrament wlewany do szklanki z wodą, który stopniowo się rozprzestrzenia. Zbliżenie na próbówkę trzecią, widać, że drobiny są ułożone jedna przy drugiej i drgają, ale nie przemieszczają się. Widać butelkę z nakrętką. Pojawia się ręka odkręcająca butelkę.

Proces parzenia herbaty jest przykładem samorzutnego mieszania się esencji z wodą. Dodanie do naparu kilku kropel soku z cytryny nada mu kwaśny smak, nawet jeśli go nie pomieszamy. Drobiny esencji herbacianej i soku z cytryny przemieszczają się między drobinami wody. Zjawisko to jest jednym z licznych przykładów obrazujących ziarnistą budowę materii. Jednak nie każde mieszanie się drobin substancji można nazwać dyfuzją. Należy pamiętać, że jest to zjawisko samorzutne.

2.3. Dyfuzja w ciałach stałych

Dyfuzja w ciałach stałych jest procesem praktycznie niemożliwym do zaobserwowania w życiu codziennym. W celu zbadania tego zjawiska wykonano doświadczenie. Położono na sobie dwie dokładnie oszlifowane płyty: jedną z ołowiu, drugą ze złota. Przyciśnięto je odważnikiem, a **po pięciu latach** ich przechowywania w temperaturze pokojowej na granicy styku warstw o grubości 1 mm stwierdzono:

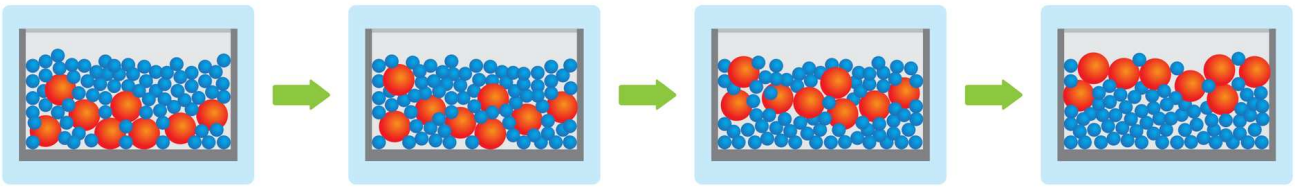
- w płycie ołowianej drobiny złota,
- w płycie złota drobiny ołowiu.

Doświadczenie to potwierdza, że przenikanie stykającej się ze sobą materii jest możliwe. To dowodzi, że materia ma ziarnistą budowę.

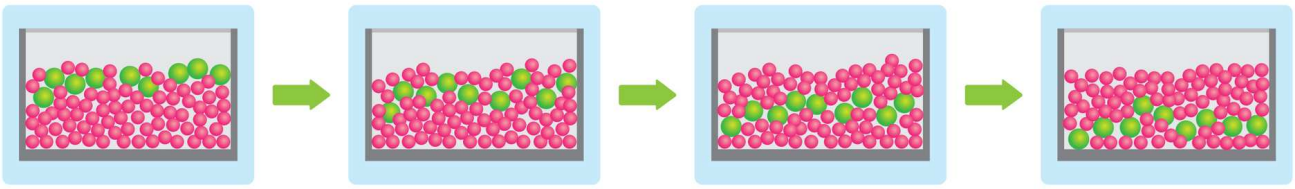
Ciekawostka

Paradoks orzechów brazylijskich
Podczas transportu drogą morską z Ameryki Południowej do Europy skrzynie wypełnione różnymi gatunkami orzechów narażone były na ciągłe wstrząsy. Po ich otwarciu na wierzchu znajdowano największe i najcięższe orzechy brazylijskie.
Wyjaśnienie:
Niewielka różnica wielkości dwóch rodzajów orzechów powoduje tonięcie jednych i wydobywanie się na powierzchnię innych – jest to „efekt brazylijskiego orzecha”

a) Efekt „orzecha brazylijskiego”



b) Oczekiwany efekt wymieszania składników



Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

Dyfuzja prowadzi do powstawania mieszanin przez zmianę położenia drobin – wnikania jednych między inne. Ruchliwość drobin, czyli zdolność do przemieszczania się, zależy od stanu skupienia i temperatury. Dyfuzja zachodzi we wszystkich stanach skupienia – najszybciej w gazach, zaś najwolniej – w substancjach stałych. Dyfuzja w cieczach może trwać od kilku godzin do kilku dni.

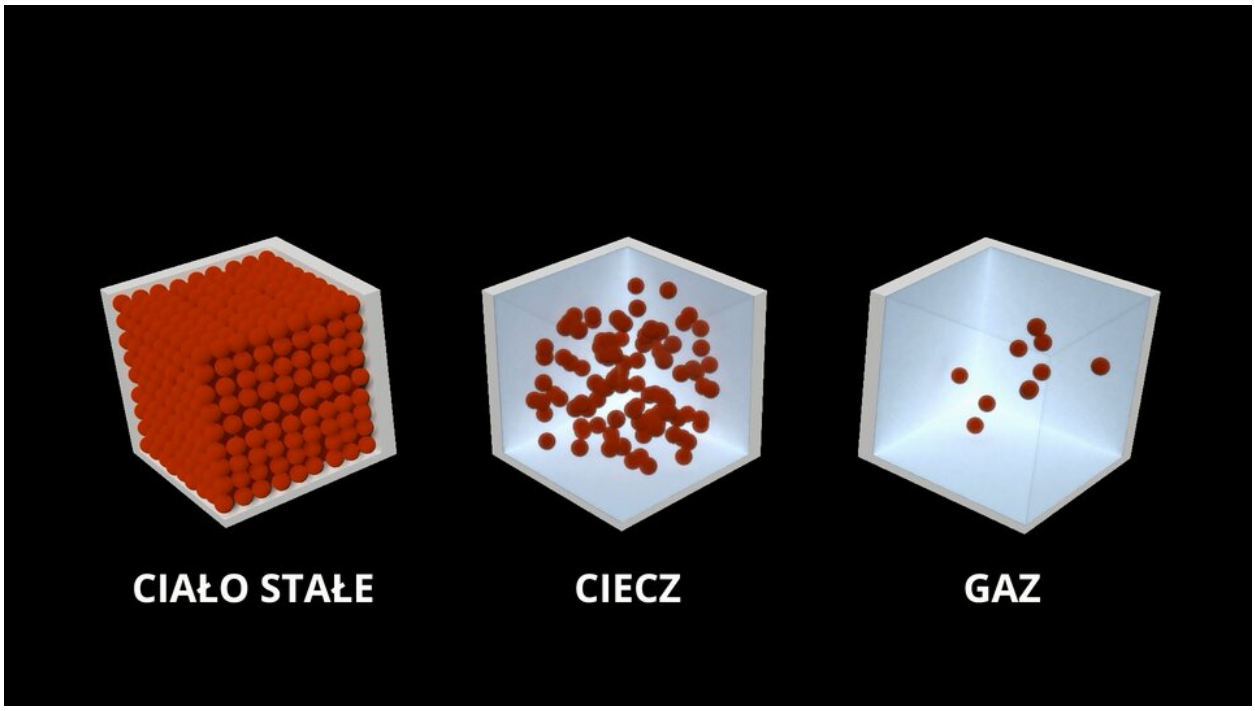
Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

Ciekawostka

Szczególnym rodzajem dyfuzji jest osmoza, która zachodzi w roztworach wodnych, przenikając przez błonę półprzepuszczalną rozdzielającą dwa roztwory o różnym stężeniu. Osmoza przebiega spontanicznie, w kierunku od roztworu o niższym stężeniu substancji rozpuszczonej do roztworu o wyższym stężeniu, czyli prowadzi do wyrównania stężeń obu roztworów.

	DYFUZJA		OSMOZA
	Wyrównanie stężeń zachodzi w wyniku wzajemnego przenikania drobin.		Wyrównanie stężeń zachodzi w wyniku ruchu cząstek wody przez błonę półprzepuszczalną, od roztworu o mniejszym stężeniu do roztworu bardziej stężonego.
typ substancji	ciała stałe, ciecze, gazy	←	roztwory wodne
stężenie	substancja rozpuszczona przemieszcza się do roztworu o mniejszym stężeniu	←	woda przenika z roztworu o mniejszym stężeniu do roztworu o wyższym stężeniu
błona półprzepuszczalna (membrana)	nie musi występować	←	konieczna

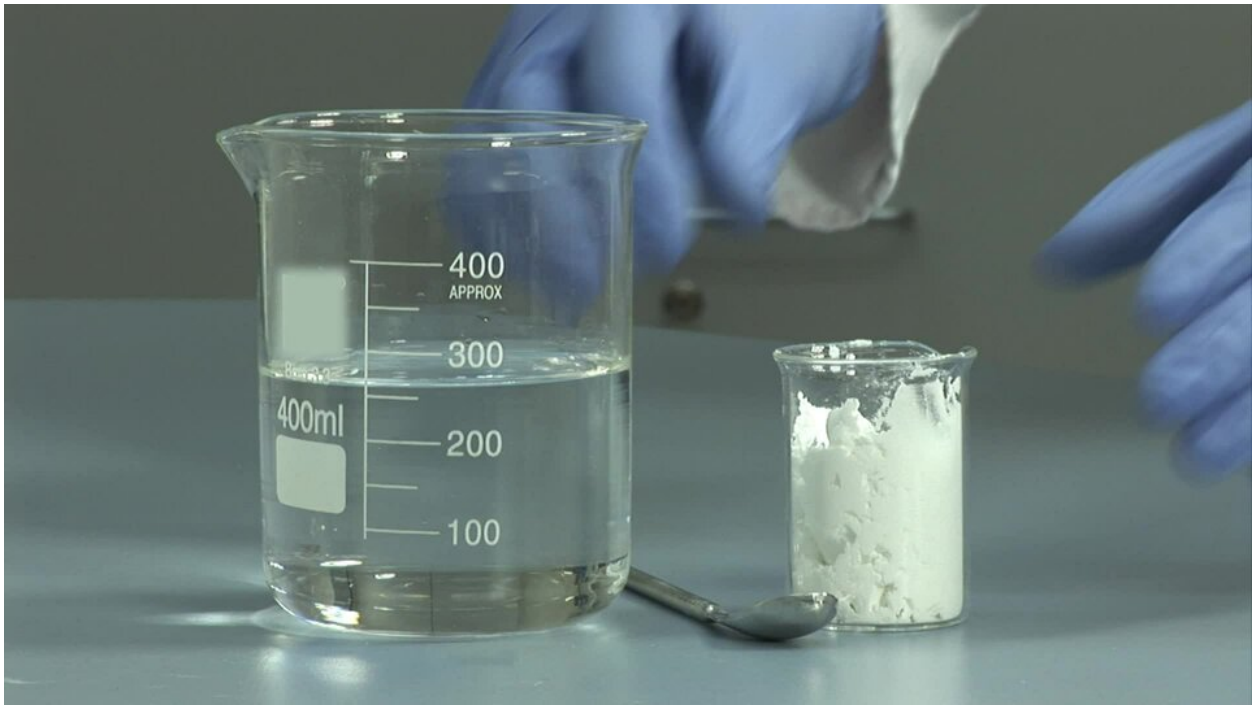
Porównanie zjawiska dyfuzji i osmozy



Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Dyfuzja w różnych stanach materii

Krótka animacja komputerowa przedstawiająca zachowanie cząstek ciała stałego, cieczy i gazu w wycinkach przestrzeni o kształcie sześcianu. Począwszy od lewej, w pierwszym sześcianie reprezentującym ciało stałe mocno skupione cząstki wypełniające szczelnie przestrzeń drgają, okazjonalnie zamieniając się miejscami. W cieczy cząsteczki znajdują się w większej swobodzie, poruszając się pomiędzy innymi powolnymi ruchami. Trzeci, ostatni sześcian reprezentujący gaz zawiera niewiele cząsteczek przemieszczających się swobodnie i szybko w chaotyczny sposób.



Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Źródło: Tomorrow Sp.z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Film przedstawia przebieg eksperymentu, na początku pokazuje rzeczy konieczne do wykonania doświadczenia, następnie jego przebieg zgodnie z instrukcją lektora

---

Podsumowanie

- Materia jest zbudowana jest z drobin, które pozostają w ciągłym ruchu. Materia ma budowę ziarnistą.
- Najważniejszymi zjawiskami potwierdzającymi nieciągłość materii są:
    - dyfuzja,
    - rozpuszczanie się ciał stałych w cieczach,
    - mieszanie się cieczy,
    - zmiany stanu skupienia.
- Dyfuzja w gazach i cieczach zachodzi szybciej niż w ciałach stałych.

Praca domowa

> **Polecenie 2.1**
>
> Wyjaśnij, od czego zależy szybkość dyfuzji.

> **Polecenie 2.2**
>
> Korzystając z dowolnej techniki prezentacji, wykonaj symulację ilustrującą przebieg zjawiska dyfuzji w różnych środowiskach:
>
> - gazu w gazie,
> - cieczy w cieczy,
> - ciała stałego w ciele stałym.

Polecenie 2.3

*Potwierdzeniem teorii ziarnistej budowy materii są ruchy zaobserwowane przez Roberta Browna (czyt. brałna). Poszukaj w dostępnych źródłach poszukaj informacji na ten temat i sporządź notatkę. Uwzględnij w niej wyjaśnienia tego zjawiska podane przez Alberta Einsteina (czyt. ensztaina) i Mariana Smoluchowskiego.

Słowniczek

dyfuzja

zjawisko polegające na samorzutnym mieszaniu się substancji, w taki sposób, że drobiny jednych substancji wnikają pomiędzy drobiny innej substancji; zachodzi z różną szybkością i prowadzi do równomiernego rozmieszczenia drobin

kontrakcja objętości

zjawisko zmniejszania się objętości roztworów podczas mieszania, np. wody i etanolu; spowodowane oddziaływaniem drobin i mieszających się substancji

materia

składa się z drobin, ma budowę nieciągłą – ziarnistą

osmoza

zjawisko polegające na samorzutnym mieszaniu się substancji, zachodzi w roztworach wodnych przez błonę półprzepuszczalną rozdzielającą dwa roztwory o różnym stężeniu do momentu wyrównania stężeń

Zadania

Ćwiczenie 1

Źródło: Małgorzata Bartoszewicz, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 2

Źródło: Małgorzata Bartoszewicz, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 3

Zaznacz odpowiednie pola obok podanych zdań, wskazując, czy zdania te są prawdziwe, czy fałszywe.

	Prawda	Fałsz
Dyfuzja najszybciej zachodzi w substancjach stałych i cieczach.	◯	◯
Szybkość przemieszczania się drobin zwiększa się ze wzrostem temperatury.	◯	◯
Szybkość przemieszczania się drobin nie zmienia się ze zmianą temperatury.	◯	◯
Szybkość dyfuzji zależy od stanu skupienia mieszających się ze sobą substancji.	◯	◯

Źródło: Małgorzata Bartoszewicz, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 4

Zaznacz odpowiednie pola obok podanych zdań, wskazując, czy zdania te są prawdziwe, czy fałszywe.

	Prawda	Fałsz
Zjawisko polegające na wymuszonym mieszaniu się substancji, w taki sposób, że drobiny jednych substancji wnikają pomiędzy drobiny drugiej substancji, nazywamy dyfuzją.	◯	◯
Rozprzestrzenianie się w powietrzu zapachu kwiatów to przykład dyfuzji.	◯	◯
Po zmieszaniu $50\ \mathrm{cm}^3$ etanolu i $50\ \mathrm{cm}^3$ wody uzyskuje się mieszaninę o objętości $100\ \mathrm{cm}^3$.	◯	◯
Osmoza zachodzi spontanicznie, od roztworu o niższym stężeniu substancji rozpuszczonej do roztworu o wyższej zawartości substancji rozpuszczonej.	◯	◯

Źródło: Małgorzata Bartoszewicz, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 5

Połącz nazwy zjawisk z ich definicjami.

dyfuzja	zjawisko polegające na samorzutnym mieszaniu się substancji, w taki sposób, że drobiny jednych substancji wnikają pomiędzy drobiny drugiej substancji
kontrakcja	zjawisko zmniejszania się objętości roztworów podczas mieszania, np. wody i etanolu
osmoza	zjawisko polegające na samorzutnym mieszaniu się substancji, zachodzi w roztworach wodnych przez błonę półprzepuszczalną rozdzielającą dwa roztwory o różnym stężeniu

Źródło: Małgorzata Bartoszewicz, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 6

Do przeprowadzenia eksperymentu wykorzystano zlewkę, wodę i atrament. Do zlewki z wodą dodano kilka kropli atramentu. Wybierz obserwację zapisaną na podstawie tego doświadczenia.

- ◯ Atrament od razu całkowicie rozpuścił się w wodzie.
- ◯ Atrament strącił się w postaci osadu.
- ◯ Atrament powoli zabarwił wodę w zlewce.
- ◯ Atrament pozostał na granicy warstw.
- ◯ Atrament utworzył górną warstwę.

Źródło: Małgorzata Bartoszewicz, licencja: CC BY 3.0.

Metale

Wyniki najnowszych badań wskazują na to, że metale trafiły na naszą planetę przypadkowo, jako część składowa asteroidów, które w nią uderzały. W trakcie powstawania Ziemi płynne żelazo oraz inne substancje o dużej gęstości, w tym metale, takie jak nikiel, złoto i platyna, przemieszczały się w stronę środka planety, formując jej jądro. Prawdopodobnie zawiera ono tyle metali, że wystarczyłoby ich na pokrycie całej powierzchni Ziemi warstwą o grubości czterech metrów.
Metale są wykorzystywane przez człowieka od wieków, mimo że co roku odnotowuje się straty spowodowane korozją materiałów wykonanych z żelaza i jego stopów. W jaki sposób można zapobiegać procesom rdzewienia? Czy samonaprawiające się materiały pozostają w sferze marzeń, czy może już są rzeczywistością?

Już wiesz

- jakie właściwości ma materia w różnych stanach skupienia;
- co to są symbole pierwiastków chemicznych i jak się nimi posługiwać;
- w jaki sposób można określić i rozróżnić właściwości fizyczne od chemicznych;
- według jakich kryteriów klasyfikuje się mieszaniny;
- jakie zasady bezpieczeństwa należy zachować w szkolnej pracowni chemicznej.

Nauczysz się

- wskazywać metale w układzie okresowym pierwiastków;
- podawać przykłady zastosowania metali w życiu codziennym;
- projektować doświadczenia pozwalające badać właściwości metali;
- wyjaśniać, na czym polega proces korozji i proponować sposoby zabezpieczania przed rdzewieniem wyrobów zawierających w swoim składzie żelazo;
- planować doświadczenia pozwalające porównywać właściwości metali.

1. Od kiedy były znane metale i czy są one użyteczne?

Polecenie 1

Zastanów się:

- Jakie znasz zastosowania: złota, srebra i miedzi w życiu codziennym?
- Czym różnią się między sobą te metale?

Człowiek zaczął stosować metale już pod koniec epoki kamienia. Do najwcześniej poznanych metali należą m.in.: złoto, miedź i srebro. Wykonywano z nich ozdoby i biżuterię, ale przede wszystkim metalowe narzędzia. Dziś nie wyobrażamy sobie życia bez metali.

Złoto (łac. *aurum*) to jeden z najbardziej pożądanych pierwiastków na Ziemi, cenny ze względu na rzadkość występowania. Ma dużą gęstość (19,28 g/cm^3) – sześcian o boku 10 cm wykonany ze złota waży aż 19,28 kg. Jest miękkim i najbardziej ciągliwym metalem – z 30 g złota można uzyskać drut o długości nawet 100 km!

Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Źródło: Dariusz Adryan, Tomorrow Sp. z o.o., Małgorzata Bartoszewicz, Krzysztof Jaworski, licencja: CC BY 3.0.

Film animowany rozpoczyna tablica z tytułem Historia złota i ujęcie mapy Europy z zaznaczonymi czterema miejscami wydobycia złota: na terenie obecnej Polski, Bałkanów, Grecji i Cypru. W rogu ekranu znajduje się stylizowana kartka z kalendarza z napisem około 2000 rok przed naszą erą. Następuje oddalenie widoku, przejazd kamery na kolejny obraz z listy i ponowne zbliżenie na rysunek przedstawiający targowisko z piramidami w tle. Dwie

ludzkie sylwetki, sprzedawcy naczyń i kupującego, kupujący trzyma w ręce złote grudki. Kartka z kalendarza ma napis około 1500 rok przed naszą erą. Oddalenie widoku, przejazd kamery na następny obraz przedstawiający analogiczną do poprzedniej scenę handlu z orientalnymi budynkami w tle. Sylwetki handlujących mają tym razem szpiczaste kapelusze. Napis z kartki kalendarza głosi: 1000 rok przed naszą erą. Oddalenie widoku, przejazd kamery na następny obraz z mapą południowej części Europy z zaznaczoną Wenecją. Kartka z kalendarza ma datę 1284 rok, a po prawej stronie ekranu znajdują się obrazy czterech złotych monet. Oddalenie widoku, przejazd kamery na następny obraz z mapą Stanów Zjednoczonych i Kanady. Trzy miejsca: zachodnie i wschodnie wybrzeże USA oraz Alaska zaznaczone są rysunkami grudek złota. Oprócz tego na mapie znajduje się pięć piktogramów przedstawiających kopaczy. Niebieskie strzałki przy nich wskazują kierunki przemieszczania się ludzi podążających do obszarów w których odkryto złoto. Kartka z kalendarza ma datę 1799 rok. Oddalenie widoku, przejazd kamery na następny obraz z mapą Europy. Kartka z kalendarza ma datę 2002 rok, a poniżej znajduje się symbol waluty Euro, którego dolna część zabarwiona jest na żółto i widnieje na niej napis 15%. Państwa Irlandia, Francja, Hiszpania, Portugalia, Niemcy, Austria, Włochy, Grecja, Holandia, Finlandia i Belgia, wyróżnione są kolorem niebieskim i symbolem Euro. Oddalenie widoku, przejazd kamery na następny obraz z mapą Azji południowej i zaznaczonymi Chinami. Kartka z kalendarza ma datę 2007 rok, a z obszaru Chin wyrasta srebrna kolumna z numerem 1. Na kolumnie leżą bryłki złota.

Srebro (łac. *argentum*) to metal szlachetny popularny od czasów starożytnych, stosowany do wyrobu biżuterii, naczyń i sztućców. Jest najlepszym przewodnikiem prądu elektrycznego i ciepła, dlatego używa się go do produkcji styków elektrycznych oraz paneli słonecznych. Ze względu na właściwości antybakteryjne srebra wykonuje się z niego implanty. W postaci silnie rozdrobnionej, jako tzw. nanosrebro (1–5 nm), srebro jest stosowane m.in. do produkcji materiałów opatrunkowych i kosmetyków o szczególnych wymaganiach antybakteryjnych.

Miedź (łac. *cuprum*) to metal, którego nazwa pochodzi od miejsca, gdzie był wydobywany w starożytności, czyli Cypru. Jest metalem miękkim, kowalnym i ciągliwym. Gęstość miedzi wynosi 8,93 g/cm^3. Dzięki swoim właściwościom, takim jak bardzo dobre przewodnictwo prądu elektrycznego i ciepła, miedź jest stosowana m.in. w przemyśle elektrotechnicznym, elektroenergetycznym i budownictwie. Stopów miedzi używa się do wyrobu armatury wodnej, okuć budowlanych, aparatury chemicznej, łożysk, instrumentów muzycznych, przedmiotów ozdobnych (patery, sztućce, sztuczna biżuteria), w przemyśle stoczniowym (np. śruby okrętowe), obronnym (np. łuski), precyzyjnym (np. wagi, zegary mechaniczne). Stopy miedzi są składnikami monet, m.in. euro oraz polskich złotych. Ze względu na znaczenie biologiczne miedź jest wykorzystywana w biomedycynie.

Zasób interaktywny dostępny pod adresem https://zpe.gov.pl/a/DoNujvYc

Metale i niemetale w układzie okresowym

Polecenie 2

Wyszukaj w układzie okresowym pierwiastki chemiczne: złoto, srebro, miedź. Zapoznaj się z ich charakterystyką.
Wypisz kilka cech każdego z tych metali.

Zasób interaktywny dostępny pod adresem https://zpe.gov.pl/a/DoNujvYc

Miedź, srebro i złoto w układzie okresowym pierwiastków chemicznych

Co zajmie więcej miejsca: kilogram srebra czy kilogram złota? Kilka słów o gęstości.

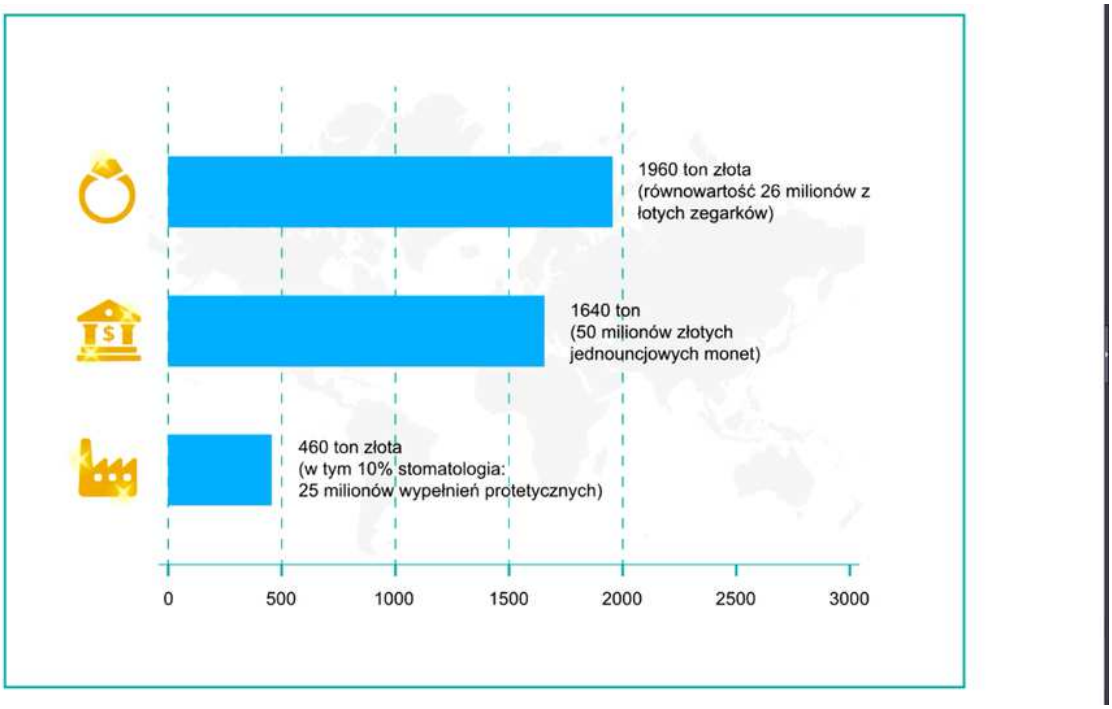
Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Źródło: Tomorrow Sp.z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Na początku animacji widać porównanie kilogramowej sztabki złota ze scyzorykiem i z piórem. Następnie porówanie dwóch brył: złota i srebra i przedstawienie ich gęstości. Później widoczny pokój, w którym mieści się 100 ton złota. Na koniec porównanie Statuy Wolności z prostopadłościanem przedstawiającym całe wydobyte dotychczas złoto

---

Jaką ma masę oraz jaką powierzchnię zajmuje wydobyte dotychczas złoto? Kilka słów na temat złota.



Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Źródło: Dariusz Adryan, Kevin MacLeod (http://incompetech.com), Krzysztof Jaworski, Tomorrow Sp. z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Czego jeszcze nie wiesz o złocie?

Czy znasz historię srebra? Kilka słów na temat srebra.

Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Źródło: Cristiano64 (http://commons.wikimedia.org), Saperaud~commonswiki (http://commons.wikimedia.org), James Cridland (https://www.flickr.com), Medium69 (http://commons.wikimedia.org), CNG (http://commons.wikimedia.org), Berlin-George (http://commons.wikimedia.org), Magnus Manske (http://commons.wikimedia.org), EnLorax (http://commons.wikimedia.org), OgreBot (http://commons.wikimedia.org), Armin Kübelbeck (http://commons.wikimedia.org), Unit 5~commonswiki (http://commons.wikimedia.org), NordNordWest (http://commons.wikimedia.org), Huebi~commonswiki (http://commons.wikimedia.org), Hoodinski (http://commons.wikimedia.org), DebashisM (http://commons.wikimedia.org), William Warby (https://www.flickr.com), Bibi Saint-Pol (http://commons.wikimedia.org), Materialscientist (http://commons.wikimedia.org), Ikiwaner (http://commons.wikimedia.org), Alchemist-hp (http://commons.wikimedia.org), Zorion (http://commons.wikimedia.org), AnonMoos (http://commons.wikimedia.org), Jungpionier (http://commons.wikimedia.org), Aquaman8488 (http://commons.wikimedia.org), Elie plus (http://commons.wikimedia.org), Aleksey Gnilenkov (https://www.flickr.com), Schwiki (http://commons.wikimedia.org), (Kaldari) (http://commons.wikimedia.org), Tomorrow Sp. z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Czego jeszcze nie wiesz o srebrze?

Ciekawostka

Złoto, jakiego nie znamy

Babeczki w złotych papierkach
W Dubaju zjeść można deser zawinięty w jadalne płatki z 23-karatowego złota.
Cenę tego deseru ustalono na ok. 1,06 tys. dolarów.

Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Źródło: Tomorrow Sp.z o.o., Dean Hochman (https://www.flickr.com), Saya Muncil (https://www.flickr.com), NASA/Paolo Nespoli (http://commons.wikimedia.org), James St. John (https://www.flickr.com), NJo (http://commons.wikimedia.org), See-ming Lee (https://www.flickr.com), Manos (https://www.flickr.com), licencja: CC BY-SA 3.0.

Prezentacja zdjęć: Papier toaletowy ze złota; Babeczki w złotych papierkach; Złote cygara; Złote gogle astronautów; Złoto cudownym lekiem; Złota choinka.

---

złoto **(Au)**

Źródło: Rob Lavinsky (http://commons.wikimedia.org), edycja: Krzysztof Jaworski, licencja: CC BY-SA 3.0.

srebro **(Ag)**

Źródło: Alchemist-hp (http://commons.wikimedia.org), edycja: Krzysztof Jaworski, licencja: CC BY-SA 3.0.

miedź **(Cu)**

Źródło: Jonathan Zander (Digon3), http://commons.wikimedia.org), edycja: Krzysztof Jaworski, licencja: CC BY-SA 3.0.

żelazo **(Fe)**

Źródło: Siim Sepp (https://commons.wikimedia.org), edycja: Krzysztof Jaworski, licencja: CC BY-SA 3.0.

chrom **(Cr)**

Źródło: Jurii (http://commons.wikimedia.org), edycja: Krzysztof Jaworski, licencja: CC BY 3.0.

sód **(Na)**

Źródło: Dnn87 (http://commons.wikimedia.org), edycja: Krzysztof Jaworski, licencja: CC BY-SA 3.0.

molibden **(Mo)**

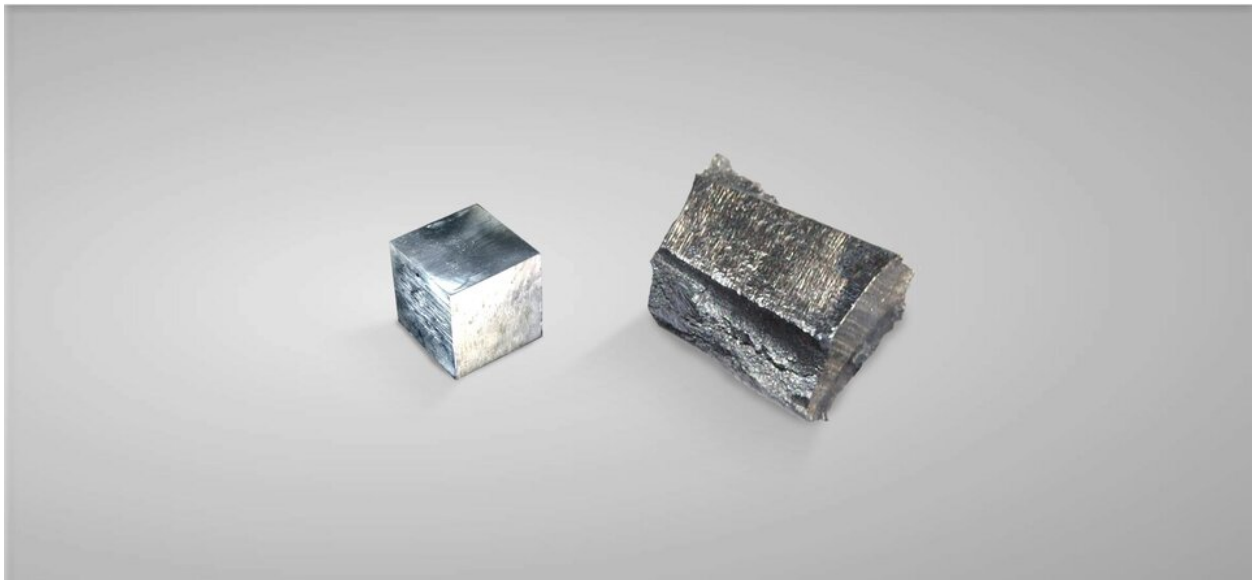
Źródło: Hi-Res Images of Chemical Elements (http://commons.wikimedia.org), edycja: Krzysztof Jaworski,

licencja: CC BY 3.0.

rtęć **(Hg)**

Źródło: A (http://commons.wikimedia.org), edycja: Krzysztof Jaworski, public domain.

cynk (Zn)

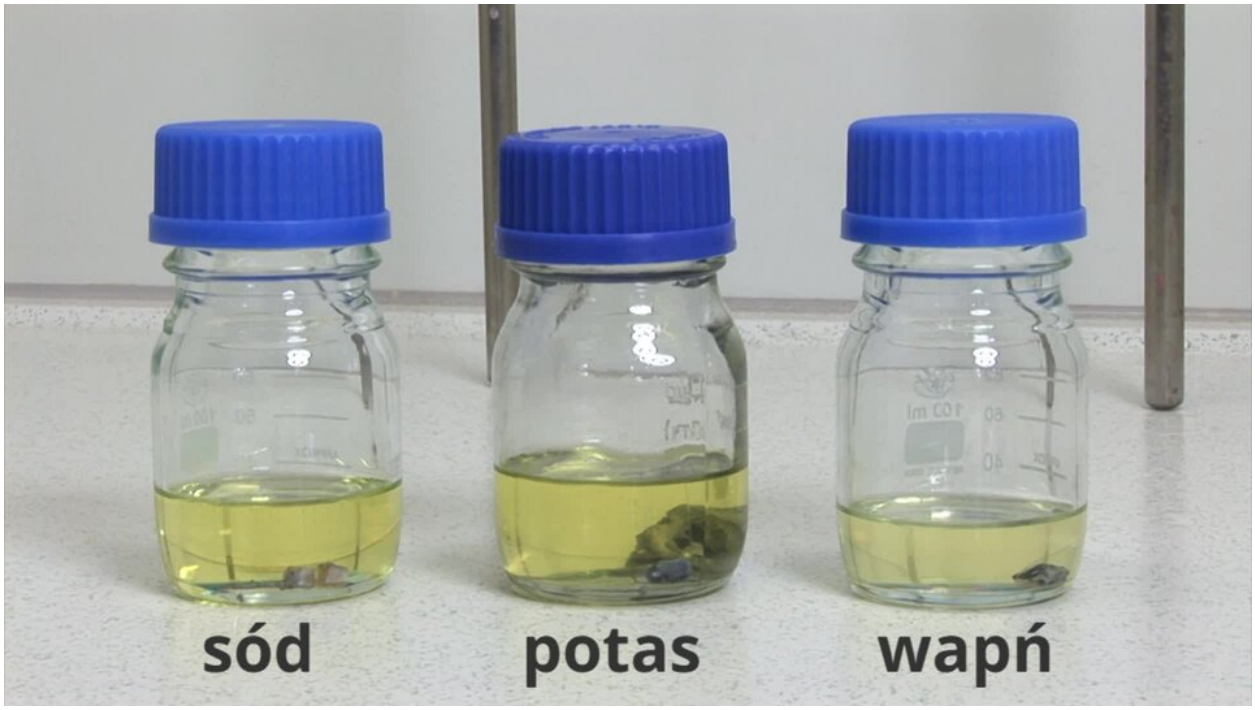


Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Źródło: Tomorrow Sp. z o.o., Tomihahndorf (http://commons.wikimedia.org), Transpassive (http://commons.wikimedia.org), Robert Lavinsky (http://commons.wikimedia.org), Unknown (http://commons.wikimedia.org), Svdmolen (http://commons.wikimedia.org), DidierDescouens (http://commons.wikimedia.org), Hi-Res Images of Chemical Elements (http://commons.wikimedia.org), James St. John (https://www.flickr.com), Bionerd (http://commons.wikimedia.org), Andrew Silver (http://commons.wikimedia.org), licencja: CC BY-SA 3.0.

Film rozpoczyna ujęcie bryłki żelaza o kształcie przypominającym kawałek pizzy. Jego powierzchnia jest nierówna i sprawia wrażenie szorstkiej. Zmiana ujęcia na przedstawiające dwa kawałki rudy żelaza. Hematyt z lewej strony jest brązowy i przypomina zwykły kamień. Magnetyt z prawej strony jest błyszczący i przypomina metaliczną skałę.

Zmiana ujęcia na kawałek aluminium o nieregularnym wyglądzie, jak niedbale uderzona jakimś okrągłym przedmiotem kostka z plasteliny. Powierzchnia srebrna, błyszcząca, choć nie wypolerowana. Krawędzie ostre, z jednej strony wyglądające jak spiłowane. Zmiana ujęcia na przedstawiające boksyt - srebrnobrązowy kamień z wgłębieniami i dziurami. Zmiana ujęcia na widok dwóch kostek z cynku - gładkiego, srebrnego sześcianu oraz szorstkiego, srebrnoczarnego prostopadłościanu. Zmiana ujęcia na rudę zwaną blendą cynkową. Jej kawałek przypomina odłamek betonu w którym zatopiono mniejsze kawałki metalu. Zmiana ujęcia na rtęć w postaci srebrnoczarnej plamy. Zmiana ujęcia na rudę rtęci, cynober, przypominający czerwony kamień z wyżartymi brązowymi kawałkami.



Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

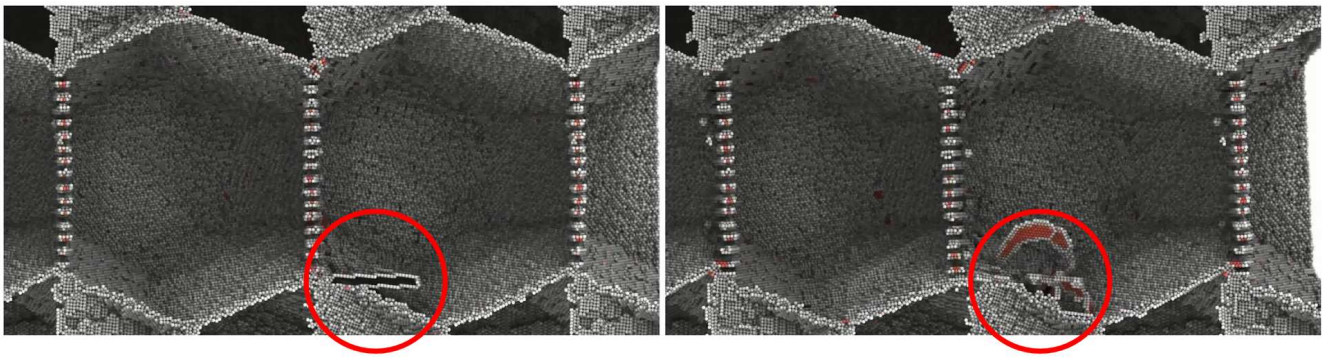
Źródło: Tomorrow Sp.z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Wyświetlane są kolejno: widok ogólny - stół z widocznymi pojemnikami wypełnionymi naftą, w której zanurzone są kawałki sodu, potasu i wapnia (każdy metal w osobnym pojemniku) oraz 3 szalkami Petriego zawierającymi wodę. Mały kawałek sodu wkładamy do wody w szalce Petriego i obserwujemy przebieg doświadczenia. Mały kawałek potasu wkładamy do wody w szalce Petriego i obserwujemy przebieg doświadczenia. Mały kawałek wapnia wkładamy do wody w szalce Petriego i obserwujemy przebieg doświadczenia. Ekran końcowy podzielony na 3 części – na każdej z nich jeszcze raz pokazana reakcja każdego metalu, a pod każdym oknem podpis z nazwą metalu.

Ciekawostka

Samonaprawiający się metal
Naukowcom z *Massachusetts Institute of Technology* udało się odkryć materiał, który przez swe właściwości przypomina słynny samonaprawiający się metal T-1000, znany

z filmu ***Terminator*** w reżyserii (1984 r.) Jamesa Camerona (czyt. dżejmsa kamerona). Odkrycia tego dokonali prof. Michael Demkowicz (czyt. majkel dimkowicz) i jego student Guoqiang Xu (czyt. głokjang zu). Prowadząc badania, zauważyli, że pęknięty kawałek stopu niklu pod wpływem rozciągania scala się zamiast ulegać dalszemu uszkodzeniu. Początkowo uważali obserwowane zjawisko za błąd laboratoryjny, jednak kolejne testy wykazały, iż badany przez nich stop potrafi sam się naprawić.



Komputerowa symulacja zjawiska „samoleczenia”

2. Jakie właściwości mają metale?

Informacje o metalach można pozyskać:

- na podstawie przeprowadzonych doświadczeń (np. badających właściwości fizyczne i chemiczne za pomocą zmysłów),
- odczytując dane z układu okresowego pierwiastków lub tablic chemicznych.

Metale mają wiele cech wspólnych – metaliczny połysk, dzięki któremu odbijają światło, dając efekt błyszczenia, oraz barwę srebrzystobiałą lub srebrzystoszarą. Wyjątek stanowi złoto – o barwie żółtej, oraz miedź – o barwie od srebrzystoróżowej (dobrze oczyszczona) do czerwonobrunatnej. Wszystkie metale oprócz ciekłej rtęci w temperaturze pokojowej są substancjami stałymi.
Związki niektórych metali powodują zabarwienie płomienia, np.: sodu – na żółto, strontu – na karminowo, wapnia – na ceglastoczerwono, a baru i miedzi – na zielono. Właściwość ta umożliwia wykrycie obecności metalu w badanej próbce (próba płomieniowa). Zdolność barwienia płomienia jest wykorzystywana w produkcji ogni sztucznych.

Zasób interaktywny dostępny pod adresem https://zpe.gov.pl/a/DoNujvYc

Źródło: Dariusz Adryan, Michał Szymczak, licencja: CC BY 3.0.

Doświadczenie 1

Problem badawczy

Czy metale mają takie same właściwości fizyczne?

Hipoteza

Wybierz jedną z przedstawionych hipotez, a następnie zweryfikuj ją.

Metale różnią się właściwościami fizycznymi.
Metale mają podobne właściwości fizyczne.

Co będzie potrzebne

- nóż,
- pęseta,
- magnes,
- cynk,
- sód,
- magnez,
- glin,
- żelazo.

Instrukcja

1. Określ stan skupienia, barwę, połysk wszystkich metali.

2. Do próbek: cynku, sodu (osuszonego z nafty), magnezu, glinu i żelaza zbliż magnes.

Podsumowanie

Cynk jest ciałem stałym o srebrzystoszarej barwie i metalicznym połysku. Sód także jest ciałem stałym o srebrzystobiałej barwie i metalicznym połysku zaraz po przekrojeniu jego próbki. Jest miękki, można go kroić nożem. Magnez i glin są stałymi, srebrzystobiałymi substancjami o metalicznym połysku. Cynk, sód, magnez i glin nie mają właściwości magnetycznych. Żelazo jest stałą, srebrzystoszarą substancją o metalicznym połysku. Żelazo jest silnie przyciągane przez magnes, ma właściwości magnetyczne.
Cynk, sód, magnez, żelazo i glin to metale. Niektóre ich właściwości są podobne, innymi się różnią, np. spośród badanych metali tylko żelazo ma właściwości magnetyczne.

Doświadczenie 2

Problem badawczy

Czy metale przewodzą ciepło?

Hipoteza

Wybierz jedną z przedstawionych hipotez, a następnie zweryfikuj ją.

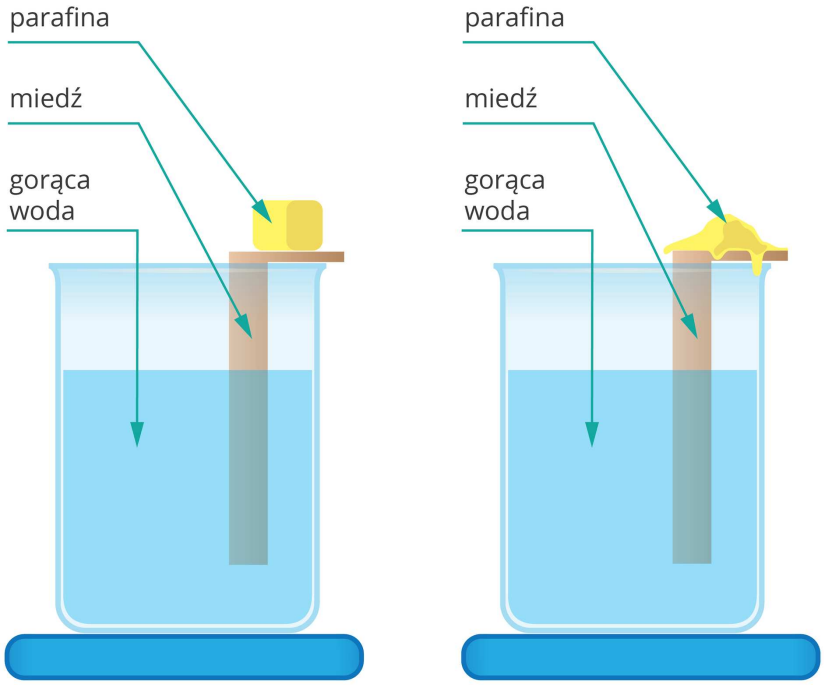
Metale przewodzą ciepło.
Metale nie przewodzą ciepła.

Co będzie potrzebne

- zlewka,
- gorąca woda,
- zagięta metalowa płytka miedziana,
- parafina.

Instrukcja

1. Do zlewki wlej gorącą wodę.
2. Włóż zagiętą metalową płytkę tak, aby jeden jej koniec był zanurzony w wodzie. Na drugim jej końcu umieść kawałek parafiny.
3. Obserwuj zachodzące zmiany.



Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

Podsumowanie

Parafina umieszczona na miedzianej płytce po pewnym czasie zaczyna się topić. Stopniowe nagrzewanie się płytki przez jej zanurzenie w gorącej wodzie spowodowało topienie się parafiny. Oznacza to, że miedź, z której wykonana była płytka, przewodzi ciepło. Metale są dobrymi przewodnikami ciepła.

Doświadczenie 3

Problem badawczy

Czy metale przewodzą prąd elektryczny?

Hipoteza

Wybierz jedną z przedstawionych hipotez, a następnie zweryfikuj ją.

Metale przewodzą prąd elektryczny.
Metale nie przewodzą prądu elektrycznego.

Co będzie potrzebne

- bateria,
- żarówka,
- drucik miedziany,
- przewody elektryczne.

Instrukcja

1. Zmontuj z baterii, żarówki i przewodów elektrycznych zestaw do badania przewodzenia prądu elektrycznego.
2. Umieść miedziany drucik w układzie elektrycznym, zamykając w ten sposób jego obwód. Obserwuj, kiedy żarówka się zaświeci.

Podsumowanie

Po zamknięciu obwodu przez umieszczenie w nim miedzianego drucika żarówka zaświeciła się. Miedź przewodzi prąd elektryczny. Metale są dobrymi przewodnikami prądu elektrycznego.

Zasób interaktywny dostępny pod adresem https://zpe.gov.pl/a/DoNujvYc

Źródło: Michał Szymczak, Anita Mowczan, licencja: CC BY 3.0.

Zasób interaktywny dostępny pod adresem https://zpe.gov.pl/a/DoNujvYc

Źródło: Michał Szymczak, Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

Właściwości metali

Metal (symbol)	Barwa	Połysk	Gęstość [kg/m³]	Temperatura topnienia [°C]	Tempe wrzen
cynk (Zn)	srebrzystobiała	metaliczny	7140	419	907
glin (Al)	srebrzystobiała	metaliczny	2700	660	2520
miedź (Cu)	srebrzystoróżowa (łososiowa)	metaliczny	8930	1085	2570
ołów (Pb)	srebrzystoszara	metaliczny	11340	327	1756
potas (K)	srebrzystobiała	metaliczny	860	63	757
rtęć (Hg)	srebrzystobiała	metaliczny	13534	–39	357
sód (Na)	srebrzystobiała	metaliczny	970	98	883
srebro (Ag)	srebrzystobiała	metaliczny	10500	962	2155
wapń (Ca)	srebrzystobiała	metaliczny	1550	842	1490
złoto (Au)	żółta	metaliczny	19280	1064	2856
żelazo (Fe)	srebrzystoszara	metaliczny	7870	1538	2861

Metale i ich zastosowanie

Nazwa metalu	Zastosowanie
lit	dodatek do lekkich stopów metali, stosowany w ogniwach litowych i akumulatorach
magnez	składnik związków wykorzystywanych do produkcji obudowy przedmiotów, elementów karoserii, składnik stopów o małej gęstości
glin	puszki, folia aluminiowa, składnik stopów o małej gęstości
miedź	przewody elektryczne, składnik stopów (m.in. mosiądz, brąz)
srebro	jubilerstwo, do produkcji luster i bombek choinkowych
rtęć	wypełnienia w stomatologii, baterie do telefonów, lampy jarzeniowe, termometry
wolfram	żarniki w żarówkach, składnik stopów

Ciekawostka

Region bogaty w żelazo
Pilbara to region w Australii cechujący się niewielkim zaludnieniem i dużym znaczeniem gospodarczym. Stąd pochodzi około 45% wydobywanej obecnie na świecie rudy żelaza.

Zasoby te nadają tamtejszej glebie charakterystyczną (rdzawą) barwę, dobrze widoczną z dużej wysokości.

Pilbara – złoża żelaza i manganu

3. Na czym polega proces korozji?

Polecenie 3

Zastanów się:

- Czy znasz doświadczenie obrazujące zjawisko korozji? W jaki sposób można doświadczalnie zobrazować przebieg korozji? Czy wiesz, czym jest rdza?
- Jakie znasz metody zapobiegania korozji? W jaki sposób chroni się metalowe części przed korozją?
- Gdzie w najbliższym otoczeniu można zaobserwować zjawisko korozji?

Korozja to proces niszczenia materiałów spowodowany działaniem powietrza, wody i innych czynników środowiska. Niszczenie rozpoczyna się na powierzchni metalu i postępuje w głąb, zmieniając jego właściwości. Najbardziej narażone na korozję są łączenia z innym metalem, np. miejsca spawania lub lutowania. Korozja żelaza i stali to rdzewienie. Przedmioty wykonane z miedzi, jak np. pokrycia dachów zabytkowych budowli, z biegiem

czasu pokrywają się zielonym nalotem, zwanym patyną, który chroni miedź przed dalszym niszczeniem. Proces ten nazywamy pasywacją.

Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Źródło: Marcin Sadomski, licencja: CC BY 3.0.

Film zmontowany jest ze zdjęć wykonywanych w przeciągu ośmiu dni. Scena przedstawia trzy szklane naczynia z przykrywkami, w których w różnych warunkach przechowywane są po dwie takie same metalowe śruby. W pierwszym naczyniu od lewej śruby znajdują się w wodzie na powierzchni której jest warstwa oleju w drugim naczyniu śruby zanurzone są w wodzie do połowy, a górna połowa wystawiona jest na działanie atmosfery. W trzecim naczyniu nie ma wody, a na dnie dookoła śrub usypano niewielki kopczyk z substancji pochłaniającej wilgoć. Po prawej stronie od zdjęcia znajduje się stylizowana kartka z kalendarza z datą 21 września. Następuje przedstawienie za pomocą podpisów wszystkich trzech naczyń, a następnie kalendarz zaczyna odliczać upływające dni. Na przełomie trzeciego i czwartego dnia zaczynają być widoczne pierwsze ślady rdzy na śrubach w środkowym naczyniu na części wystającej ponad powierzchnię wody. Ósmego dnia te części tych dwóch śrub są już całkowicie skorodowane. Śruby w naczyniu pierwszym i trzecim nie uległy żadnym zmianom. Wniosek ten pojawia się w napisach pod naczyniami pod koniec filmu.

Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Źródło: Tomorrow Sp. z o.o., Théo (https://commons.wikimedia.org), Roger McLassus (https://commons.wikimedia.org), Oxfordian Kissuth (https://commons.wikimedia.org), Rodney (https://commons.wikimedia.org), Stephan Brunker (https://commons.wikimedia.org), licencja: CC BY-SA 3.0.

Nagranie składa się z następujących po sobie zdjęć, którym towarzyszy komentarz głosowy. Pierwsze zdjęcie przedstawia stary statek, którego kadłub pokryty jest w całości rdzą. Drugi slajd to para zdjęć przedstawiające korozję w powiększeniu na dwóch kawałkach metali. Spęczniała i uszkodzona powierzchnia metalu w zróżnicowanych kolorach. Na tle tych zdjęć pojawia się komentarz tekstowy w postaci listy czynników powodujących korozję, które odczytuje lektor. Fragment o ochronie przed korozją rozpoczyna zdjęcie przedstawiające Wieżę Eiffla. Zmiana na zdjęcie przedstawiające ekspozycję muzealną przedstawiającą dawne zbroje. Na jego tle pojawia się komentarz tekstowy metody ochrony przed korozją odczytywany przez lektora. Następuje zmiana na rysunek przedstawiający rurociąg w przekroju z podłączonym do niego protektorem w postaci bloku cynku zaznaczonego kolorem czerwonym. Towarzyszy temu komentarz opisujący działanie protektora.

Podsumowanie

- Pierwiastki chemiczne dzielimy na metale i niemetale.
- Metale w temperaturze pokojowej charakteryzują się:
    - stałym stanem skupienia (z wyjątkiem rtęci),

- srebrzystobiałą lub srebrzystoszarą barwą (z wyjątkiem złota, miedzi),
- połyskiem metalicznym,
- przewodnictwem cieplnym,
- przewodnictwem prądu elektrycznego,
- ciągliwością,
- tym, że są kowalne.

Praca domowa

Polecenie 4.1

Przygotuj infografikę ilustrującą właściwości i zastosowania trzech wybranych metali.

Polecenie 4.2

Wykonaj ulotkę reklamującą sposoby zapobiegania korozji.

Polecenie 4.3

Korzystając z różnych źródeł informacji wyjaśnij, na czym polega zjawisko zwane zarazą cynową.

Polecenie 4.4

Folia aluminiowa z jednej strony jest błyszcząca, a z drugiej – matowa. Błyszcząca strona chroni przed utratą ciepła (odbija je), podczas gdy matowa je przepuszcza (pochłania). Która strona folii (błyszcząca czy matowa) powinna przylegać do zawijanej gorącej potrawy, aby była ona ciepła jak najdłużej? Odpowiedź uzasadnij.

Polecenie 4.5

*Na podstawie książki *Guziki Napoleona – jak 17 cząsteczek zmieniło historię* lub innych źródeł informacji historycznych odpowiedz na pytania:
Czy klęskę armii Napoleona podczas wojny z Rosją w roku 1812 można wytłumaczyć kruszeniem się guzików przy mundurach? Co mogło spowodować tę niedogodność?

Dowiedz się więcej

Słowniczek

korozja

niszczenie materiałów (głównie żelaza) spowodowane wpływem czynników środowiska (wywołane jednoczesnym działaniem tlenu zawartego w powietrzu oraz wody, a nawet wilgoci); korozję przyspiesza obecność soli kamiennej

metale

substancje o metalicznym połysku, bardzo dobrze przewodzą ciepło i prąd elektryczny

rdza

krucha, żółtobrunatna warstwa pokrywająca wyroby z żelaza i stali, powstaje w procesie ich korozji (rdzewienia)

patyna

cienka, zielonkawa, szczelnie przylegająca warstwa związków chemicznych powstająca w wyniku działania czynników atmosferycznych na miedź

pasywacja

proces powstania na powierzchni metalu cienkiej, szczelnie przylegającej warstewki związku (*np. glin jest pokryty tlenkiem glinu), która chroni metal przed korozją

Zadania

Ćwiczenie 1

Uzupełnij zdania. Wybierz właściwe określenia spośród podanych.

W temperaturze pokojowej metale są substancjami stałymi. Wyjątek pod tym względem stanowi [ ]. Większość metali ma srebrzystobiałą lub srebrzystoszarą barwę. Wyjątkami są tylko [ ] i miedź. Metale mają metaliczny [ ]. [ ] przewodzą ciepło i prąd elektryczny.

rtęć | blask | Dobrze | srebro | Słabo | złoto | Czasem | cynk | złoto | brom | Nie | brąz | rtęć | mat | połysk

Źródło: Małgorzata Bartoszewicz, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 2

Źródło: Małgorzata Bartoszewicz, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 3

Określ cechy wymienionych metali. Wybierz właściwe określenia spośród podanych.

Miedź – symbol [ ] ; barwa [ ], stan skupienia [ ]

Rtęć – symbol [ ] ; barwa [ ], stan skupienia [ ]

Cynk – symbol [ ] ; barwa [ ], stan skupienia [ ]

Złoto – symbol [ ] ; barwa [ ], stan skupienia [ ]

Ołów – symbol [ ] ; barwa [ ], stan skupienia [ ]

Hg srebrzystobiała srebrzystoróżowa (łososiowa) stały srebrzystoszara stały Cu gazowy żółta srebrzystobiała srebrzystoszara ciekły srebrzystobiała Cu Cu srebrzystobiała srebrzystoróżowa (łososiowa) srebrzystoróżowa (łososiowa) Hg ciekły Cu Au Zn stały Zn Hg Au ciekły Zn srebrzystobiała Pb Pb Zn gazowy Cu gazowy stały srebrzystoszara gazowy srebrzystoszara żółta żółta Au Zn Hg ciekły srebrzystoszara ciekły Pb stały żółta Au srebrzystoróżowa (łososiowa) Pb żółta srebrzystoróżowa (łososiowa) Au gazowy Pb Hg

Źródło: Małgorzata Bartoszewicz, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 4

Oceń, czy podane zdania są prawdziwe, czy fałszywe.

	Prawda	Fałsz
Wszystkie metale w warunkach normalnych są ciałami stałymi.	◯	◯
Korozja to niszczące działanie czynników środowiska na powierzchnię metalu, wywołane przez tlen zawarty w powietrzu, wilgocią oraz związkami chemicznymi, np. chlorkiem sodu.	◯	◯
Rdza powstaje w wyniku korozji metali, np. rdzewienia żelaza i jego stopu, czyli stali.	◯	◯
Zielonkawy nalot powstający w wyniku korozji żelaza to platyna.	◯	◯

Źródło: Małgorzata Bartoszewicz, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 5

Źródło: Małgorzata Bartoszewicz, licencja: CC BY 3.0.

Stopy metali

Jeden ze stopów metali – stal – jest powszechnie stosowany, m.in. w konstrukcjach mostów, wieżowców, samochodów, okrętów, rakiet kosmicznych, a także w produkcji szyn kolejowych, garnków, zlewów, sztućców, aparatury i narzędzi specjalistycznych. Zastanówmy się, jaki jest skład stali i w jakim celu stapia się ze sobą metale?

Już wiesz

- jakie właściwości ma materia w różnych stanach skupienia;
- co to są symbole pierwiastków chemicznych i jak się nimi posługiwać;
- co to są metale i jakie mają właściwości;
- jakie zastosowania mają metale w życiu codziennym;
- które właściwości metali pozwalają je rozróżniać;
- jakie kryteria stosuje się, klasyfikując mieszaniny;
- jakie zasady bezpieczeństwa należy zachować w szkolnej pracowni chemicznej.

Nauczysz się

- wyjaśniać, dlaczego zamiast metalu często używa się jego stopu z innymi pierwiastkami chemicznymi;
- podawać przykłady zastosowań stopów metali w życiu codziennym;
- wskazywać w układzie okresowym pierwiastków chemicznych metale, z których otrzymuje się stopy użytkowe;
- klasyfikować stopy metali jako mieszaniny jednorodne i opisywać niektóre z nich: brąz, mosiądz, stal, duraluminium;
- projektować doświadczenia pozwalające porównać właściwości metali i ich stopów;
- przestrzegać zasad bezpieczeństwa podczas wykonywania eksperymentów chemicznych.

1. Co stopy metali mają wspólnego z muzyką?

Polecenie 1

Jaki związek może mieć chemia z muzyką?
Z jakich materiałów są wykonane instrumenty muzyczne?

*Słuchając koncertu organowego, warto zastanowić się, z czego zbudowane są najważniejsze elementy organów, czyli piszczałki. Najczęściej jest to stop cyny i ołowiu. Blacha do budowy piszczałek może mieć różną zawartość cyny, a procentowy udział tego

pierwiastka w stopie określa tzw. próba cyny. Przyjmuje ona wartości od 1 do 16. Zawartość cyny w kolejnych próbach można wyliczyć, mnożąc 6,25% przez „numer" próby (próba 1 zawiera 6,25% cyny; próba 2 – 12,50% cyny, próba 3 – 18,75% cyny itd.). Próba 16 oznacza brak domieszki ołowiu, w skład takiego materiału wchodzi wyłącznie cyna (100%). Jest on używany jest bardzo rzadko i ma głównie walory zdobnicze. Im większa zawartość cyny, tym stop ma mniejszą gęstość i jest jaśniejszy. Natomiast im więcej ołowiu, tym gęstość stopu jest większa, a barwa – ciemniejsza.

Źródło: flamesworddragon (https://www.flickr.com), licencja: CC BY-SA 2.0.

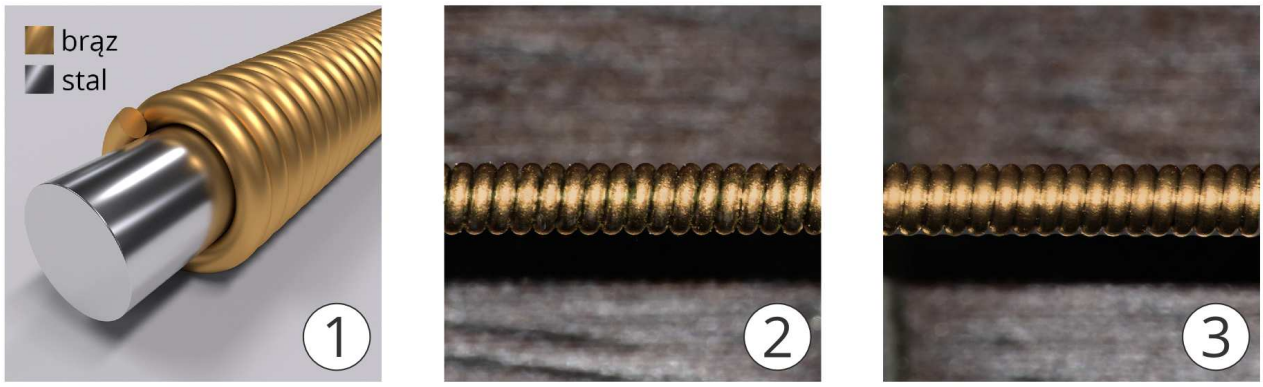
W dolnej części piszczałek organów ścianki są często grubsze na dole niż na górze. Dzięki temu wytrzymują duży nacisk korpusu piszczałki na jej dolną część, co zapobiega jej deformacji (spłaszczeniu).
Czasem duże piszczałki są wykonywane z cynku – lżejszego i tańszego od ołowiu, jednak wydają wtedy dźwięki gorszej jakości oraz mają matową, pozbawioną połysku powierzchnię, gdyż cynk na powietrzu ulega pasywacji.
Instrumenty dęte blaszane, takie jak puzon czy trąbka, najczęściej są wykonane z mosiądzu, czyli stopu miedzi i cynku, rzadziej – z metali szlachetnych.
Flety altowe mogą być produkowane z tzw. złotego mosiądzu (z dużą zawartością miedzi), dzięki czemu są lżejsze od tradycyjnych instrumentów i mają optymalne brzmienie.

Puzon (1), trąbka (2), saksofon (3) wykonane z mosiądzu oraz flet altowy (4) ze złotego mosiądzu

Ze stopów metali korzystają także producenci gitar, którzy ciągle poszukują nowych sposobów, aby **struny** tych instrumentów były trwalsze i miały coraz lepsze walory dźwiękowe. Większość obecnie wytwarzanych strun do gitar elektrycznych zrobiona jest ze stali niklowej, zapewniającej dobrą jakość dźwięku. Nowością ostatnich lat są struny ze stali nierdzewnej – bardzo mocne, wytrzymałe i twarde.

Ciekawostka

Dlaczego struny gitar są powlekane tworzywami sztucznymi?
Dawniej struny do gitar produkowano z przetworzonych jelit zwierząt, obecnie w gitarach klasycznych najczęściej stosuje się struny nylonowe, a w pozostałych typach – stalowe lub wykonane z brązu. Pokrywające struny podczas grania brud, pot i tłuszcz narażają je na korozję. Dlatego zabezpiecza się je przed zanieczyszczeniami, pokrywając powłokami z tworzyw sztucznych.



Struna – budowa (1), drobinki skóry i brudu uwięzione w zwojach (2), powłoka zabezpieczająca struny i tworząca barierę dla brudu (3)

2. Co to są stopy metali?

Polecenie 2

1. Wyszukaj w układzie okresowym pierwiastki: cynę, ołów, miedź, cynk.

2. Napisz, jaki stop tworzy każda z podanych par metali:

    1. cyna i ołów,

    2. miedź i cyna,

    3. miedź i cynk.
    Porównaj odpowiedzi z tabelą ***Stopy metali.***

3. Korzystając z układu okresowego pierwiastków i tablic chemicznych, porównaj temperatury topnienia poszczególnych metali i tworzących je stopów.

4. Przeanalizuj informacje umieszczone na osi czasu i przypomnij sobie wiadomości z historii na temat epok kamienia, brązu i żelaza. Sporządź krótką notatkę na temat wykorzystywanych w tych epokach metali i wykonywanych z nich przedmiotów.

Źródło: Tomorrow Sp. z o.o., Lokilech (http://commons.wikimedia.org), Lawrie Cate (https://www.flickr.com), Prof saxx (http://commons.wikimedia.org), Opodeldok (http://commons.wikimedia.org), Rob Hurson (https://www.flickr.com), Michal Maňas (http://commons.wikimedia.org), Elliott Brown (https://www.flickr.com), LACMA (https://www.flickr.com), Kozuch (http://commons.wikimedia.org), Anagoria

(http://commons.wikimedia.org), Luis García (Zaqarbal) (http://commons.wikimedia.org), Bullenwächter (http://commons.wikimedia.org), dynamosquito (https://www.flickr.com), licencja: CC BY-SA 2.0.

Żelazo dzięki swoim właściwościom jest najbardziej użytecznym metalem. Jest głównym składnikiem powszechnie stosowanej stali, którą otrzymuje się z surówki (wytwarzanej w wielkim piecu z rudy żelaza) oraz uszlachetnia metalami: manganem, niklem lub chromem. Stop ten jest wykorzystywany w konstrukcji mostów, drapaczy chmur, statków, platform morskich, samochodów, pociągów, pokryć dachów czy w produkcji puszek do konserw. Do wytwarzania m.in. elementów konstrukcji samolotów bądź puszek do napojów używany jest inny stop – duraluminium.

Nazwa stopu: BRĄZ	
	Skład stopu (średnie wartości) miedź 85%, cyna 5% oraz cynk i ołów **Zastosowanie** do wytwarzania blach, prętów, drutów, rur oraz odlewania pomników, dzwonów, medali i przedmiotów użytkowych

brąz

Nazwa stopu: MOSIĄDZ	
	Skład stopu (średnie wartości) miedź 70%, cynk 30% **Zastosowanie** do wytwarzania armatury, śrub okrętowych, amunicji, okuć budowlanych (w szczególności klamek), elementów maszyn, samochodów, okrętów. Ważnym zastosowaniem mosiądzu jest produkcja instrumentów muzycznych

mosiądz

mosiądz

Nazwa stopu: STAL	
	Skład stopu (średnie wartości)
	żelazo 70%, węgiel 2–4% oraz chrom, nikiel i inne
	Zastosowanie
	do wytwarzania cystern mleczarskich, narzędzi chirurgicznych, sztućców, naczyń i garnków, okuć żeglarskich, części silników w samolotach i rakietach, wind, klimatyzatorów, pieców żaroodpornych, balustrad

stal

Nazwa stopu: ŻELIWO	
	Skład stopu (średnie wartości)
	żelazo 96%, węgiel 4%
	Zastosowanie
	do wytwarzania schodów, balkonów, ogrodzeń, bram, kominków, grzejników, lamp, mebli ogrodowych

żeliwo

Nazwa stopu: STOP WOODA	
	Skład stopu (średnie wartości)
	bizmut 50%, ołów 25% oraz cyna i kadm
	Zastosowanie

Zastosowanie

w jubilerstwie do lutowania, w bezpiecznikach przeciwpożarowych, jako element topikowy, którego stopienie przerywa obwód elektryczny i uruchamia alarm, jako materiał osłon zabezpieczających przed promieniowaniem rentgenowskim

stop Wooda

Nazwa stopu: DURALUMINIUM

Skład stopu (średnie wartości)

glin 96% oraz miedź, magnez, krzem lub żelazo

Zastosowanie

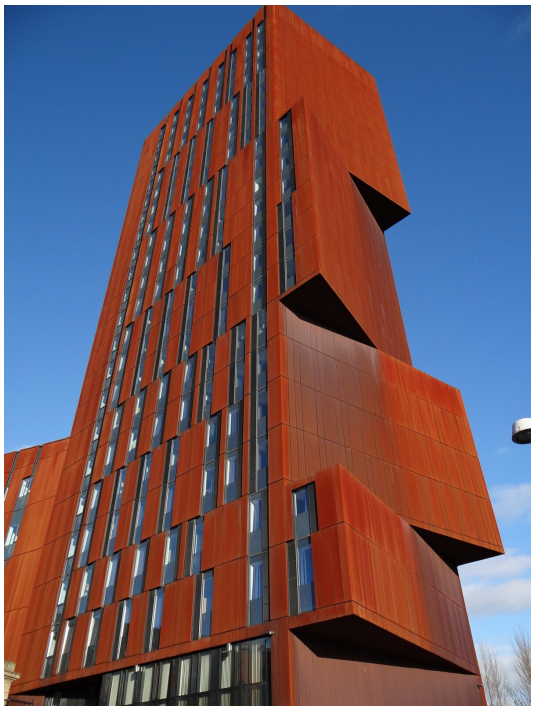
do wytwarzania elementów konstrukcji rowerów, samochodów, samolotów i statków kosmicznych, puszek do napojów

duraluminium

Ciekawostka

Stop w kolorze rdzy

Stop ten otrzymano po raz pierwszy w Stanach Zjednoczonych w czasie wielkiego kryzysu (1929–1933). Jest to materiał ceniony ze względu na szczególne właściwości, dzięki którym nie wymaga częstej konserwacji. ***Corten*** (czyt. korten), czyli gatunek stali, został opatentowany w 1933 roku. Nazwa materiału powstała z określenia jego właściwości *corrosion resistant* (czyt. korożion resistant), co oznacza „odporny na korozję", i *high tensile strength* (czyt. haj tensajl strent), czyli „wytrzymały na rozciąganie". Do jego produkcji użyto m.in.: chromu, miedzi, krzemu i fosforu. Stop ten pod wpływem czynników atmosferycznych pokrywa się cienką powłoką ochronną przypominającą rdzę o brązowej barwie. To sprawia, że stal nie ulega korozji, jest wytrzymała i odporna na naprężenia.



Budynek zawierający w swej konstrukcji ***corten*** – stop w kolorze rdzy

3. Jak się otrzymuje stopy metali i jakie są ich właściwości?

Polecenie 3

W jaki sposób można otrzymać stop metali?

Doświadczenie 1

Zamiast tygla żelaznego można użyć tygla porcelanowego, dobrze wyprażonego. W celu uniknięcia trudności z osiągnięciem wysokiej temperatury, niezbędnej do stopienia metali, zaleca się ogrzewanie tygla dwoma palnikami gazowymi równocześnie. Do tygla należy dodać taką ilość kalafonii, aby przykryła umieszczony kawałek cyny warstwą o grubości około 1 cm. Formę tekturową do odlania prętów stopionych metali wykonujemy następująco: owijamy tekturą bagietkę szklaną o długości około 10 cm. Wolny koniec powstałej rurki zaginamy i przewiązujemy drutem, którym owijamy całą rurkę, a później wyjmujemy ze środka bagietkę.

Problem badawczy

Czy stopy mają ma taką samą barwę i połysk jak metale, z których zostały utworzone?

Hipoteza

Wybierz jedną z przedstawionych hipotez, a następnie zweryfikuj ją.

Stop ma taką samą barwę i połysk jak tworzące go metale.
Stop wyglądem różni się od tworzących go metali.

Co będzie potrzebne

- bizmut,
- cyna,
- ołów,
- kadm,
- kalafonia,

- statyw,
- trójkąt kaolinowy,
- tygiel żelazny lub porcelanowy,
- pręt żelazny,
- waga,
- palnik gazowy,
- rurka wykonana z tektury.

Instrukcja

1. W tyglu umieść 5 g cyny i dodaj kalafonię.
2. Tygiel ogrzewaj do stopienia się cyny, a następnie, stale ogrzewając, dodaj w kolejności: 10 g ołowiu, 5 g kadmu i 20 g bizmutu.
3. Zawartość tygla stale mieszaj żelaznym prętem aż do otrzymania jednorodnej mieszaniny.
4. Otrzymany stop pozostaw do skrzepnięcia, wyjmij go z tygla i usuń pozostałą na nim kalafonię.
5. Możesz stopić go ponownie i odlać z niego pręty, używając tekturowej rurki.

Podsumowanie

Otrzymany stop wygląda inaczej niż metale wchodzące w jego skład, lecz zachowuje charakterystyczny metaliczny połysk.

W wyniku stopienia dwóch lub większej liczby różnych metali otrzymuje się mieszaniny jednorodne zwane stopami. Zarówno metale, jak i otrzymane z nich stopy mają metaliczny połysk.

Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Otrzymywanie stopu Wooda

Na ekranie pojawiają się kolejno wymieniane metale, odczynniki i sprzęt laboratoryjny. Osoba odważa 5 g cyny umieszcza ją w tyglu i dodaje kalafonię .Zbliżenie na zawartość tygla. Osoba zapala palnik i podgrzewa tygiel do stopienia się cyny zbliżenie. Następnie ogrzewając dodaje w kolejności: 10 g ołowiu, 5 g kadmu i 20 g bizmutu. Mieszanie zawartości tygla do otrzymania jednorodnej mieszaniny. Zbliżenie. Przejście sugerujące upływ czasu. Zbliżenie na otrzymany stop. Usunięcie z niego kalafonii. Ponowne podgrzanie i wylanie w różne formy.

Stop, czyli mieszaninę metali lub metalu z pierwiastkami niemetalicznymi, uzyskuje się przez stopienie składników, a następnie schłodzenie otrzymanej masy. Stop najczęściej ma odmienne właściwości od jego elementów składowych, w niektórych przypadkach nawet niewielka ilość dodatków wpływa znacząco na jego właściwości. Zazwyczaj stopy są bardziej odporne na działanie powietrza i wody, a także twardsze oraz bardziej wytrzymałe mechanicznie niż czyste metale.

Zasób interaktywny dostępny pod adresem https://zpe.gov.pl/a/DtoLNE560

Otrzymywanie stopów, ich właściwości i zastosowanie

Polecenie 4

Obejrzyj film i odpowiedz na pytania:

- Co się stało z łyżeczką?
- Czy właściwości substancji wpływają na ich zastosowanie?

Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Źródło: Tomorrow Sp.z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Mieszanie gorącego płynu łyżeczką ze stopu Wooda w przezroczystym pojemniku. Do szklanki wkładamy termometr, na jej dnie gromadzi się stop, który przyjmuje ciekły stan skupienia (zbliżenie na termometr, a następnie na dno szklanki). Termometr wskazuje temperaturę 71,5 - 71,6 stopni Celsjusza.

Polecenie 5

Czy stopy metali mają takie same właściwości jak tworzące je składniki?
Zaproponuj sposób badania różnic właściwości fizycznych kilku substancji oraz ich mieszanin, np. metali i ich stopów.

Doświadczenie 2

Doświadczenie należy wykonywać w okularach ochronnych, pod nadzorem nauczyciela.

Problem badawczy

Czy stopy mają takie same właściwości jak metale, z których zostały utworzone?

Hipoteza

Wybierz jedną z przedstawionych hipotez, a następnie zweryfikuj ją.

Stop ma takie same właściwości jak tworzące go metale.
Stop różni się właściwościami od tworzących go metali.

Co będzie potrzebne

- I.
    - metale: cyna, ołów, miedź,
    - stopy metali: stop cyny z ołowiem (cyna do lutowania),
    - krążek z blachy stalowej,
    - palnik gazowy, okulary ochronne,
- II.
    - płytka cynkowa, miedziana, mosiężna.

Instrukcja

1. Odczytaj w tablicach chemicznych: w jakiej temperaturze topi się stop cyny z ołowiem (cyna do lutowania), temperatury topnienia tworzących go składników tj.: cyny i ołowiu. Ustal, w jakiej kolejności stopią się: cyna do lutowania, ołów i cynk.
    1. W tym celu na stalowy krążek o średnicy około 12 cm połóż w odpowiedniej odległości małe próbki cyny, ołowiu i ich stopu.
    2. Środek krążka ogrzewaj płomieniem palnika i obserwuj zachodzące zmiany.
    3. Wyznacz kolejność topienia się poszczególnych próbek.
2. Zbadaj twardość miedzi, cynku i mosiądzu.
    1. Powierzchnię płytki mosiężnej zarysuj narożem płytki cynkowej i miedzianej.
    2. Płytką mosiężną porysuj powierzchnię płytki cynkowej i miedzianej.

Podsumowanie

I. Jako pierwszy stopił się stop cyny z ołowiem (cyna do lutowania), następnie – cyna i jako ostatni – ołów.
II. Obserwacja powierzchni metali w czasie prób zarysowywania innymi metalami lub ich stopami pozwoliła ustalić, że płytka mosiężna zarysowuje płytkę cynkową i miedzianą.
Stopy różnią się od metali, z których je otrzymano, właściwościami fizycznymi, m.in. temperaturą topnienia, twardością.

Zasób interaktywny dostępny pod adresem https://zpe.gov.pl/a/DtoLNE560

Porównywanie twardości stopu z właściwościami jego składników – symulacja

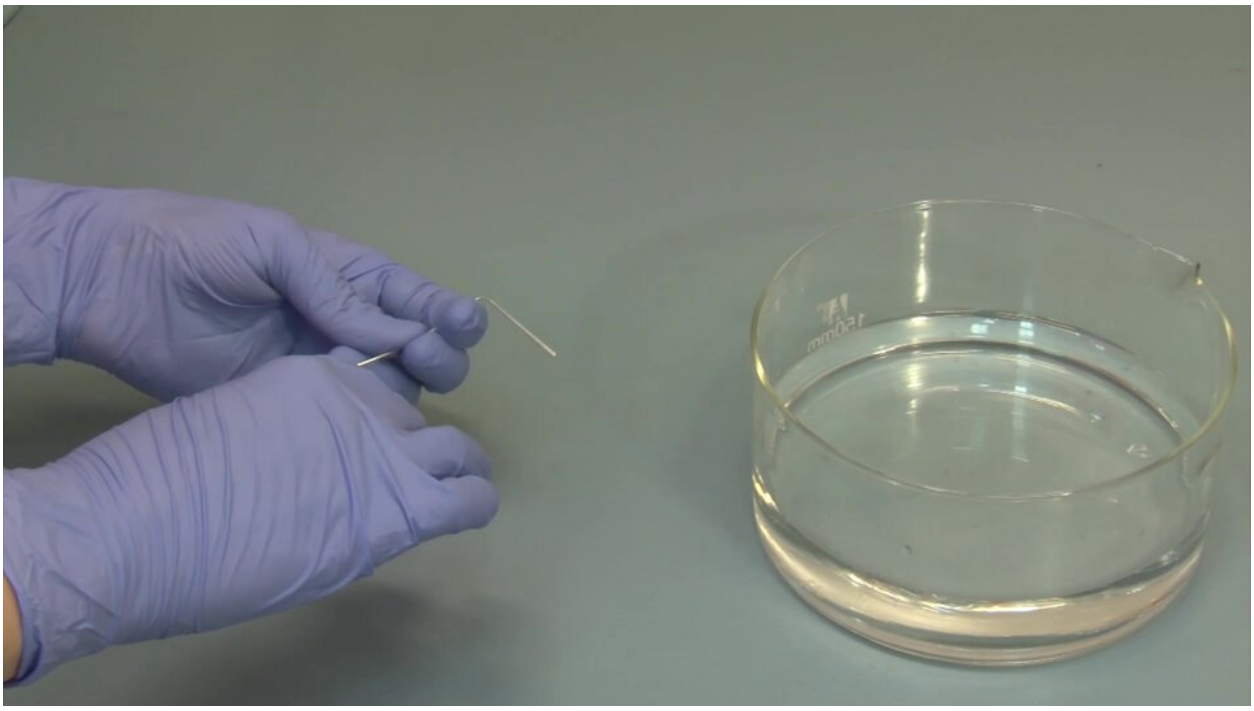
Najtwardszy okazał się mosiądz. Spośród badanych metali twardsza od cynku okazała się miedź. Twardość metali i stopów decyduje o ich zastosowaniu.

Ciekawostka

Stop z pamięcią kształtu: niklowo-tytanowy
Stop o nazwie nitinol jest materiałem „inteligentnym". Charakteryzuje się unikalnymi właściwościami – pamięcią kształtu. Nazwa nitinol pochodzi od jego składu: Ni (nikiel), Ti (tytan) oraz miejsca odkrycia: *Naval Ordnance Laboratory* (czyt. nejwel ordnenc laboratri), tj. laboratorium badawcze Marynarki Wojennej USA, w 1959 roku przez Williama Buehlera (czyt. łiliama błalera) i Fryderyka Wanga (czyt. łanga).

Odkrycie właściwości pamięci kształtu sięga roku 1932, kiedy to szwedzki chemik Arne Olander (czyt. arn olander) zaobserwował ten efekt w stopie złota z kadmem. Materiały z pamięcią kształtu mają zdolność do odwzorowania nadanej im pierwotnie formy oraz jej odtworzenia pod wpływem np. zmiany temperatury lub pola magnetycznego.

Mimo trudności z przetwarzaniem i obróbką nitinol znalazł praktyczne zastosowanie już w latach siedemdziesiątych, np. do produkcji drutów i sprężyn (także w biustonoszach), jako składnik mechanizmu zabawek, w medycynie (szczególnie w dentystyce i ortopedii do zabezpieczenia ścięgien, więzadeł i innych miękkich tkanek w kościach) oraz jako biomateriał. Wśród materiałów z pamięcią kształtu ponad 90% komercyjnych stanowią te, które są wykonane z nitinolu. Jeśli nosisz aparat korekcyjny na zębach, być może jest on z tego właśnie stopu…



Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Źródło: Tomorrow Sp.z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Film przedstawia drucik nitinolowy odginamy (prostowany) przez eksperymentatora i wkładany do zlewki z ciepła wodą. Drucik wraca do swojego pierwotnego kształtu.

Podsumowanie

- Właściwości stopu zależą od jego składu i sposobu jego otrzymywania.
- Stopy metali, tak jak inne mieszaniny, otrzymuje się w wyniku zmieszania dwu lub więcej metali, po stopieniu ich ze sobą i schłodzeniu otrzymanej masy.
- Stopy różnią się od metali wchodzących w ich skład właściwościami, np. twardością, wytrzymałością, ciągliwością i temperaturą topnienia (na ogół niższą w przypadku stopu). Stopy metali są odporniejsze na korozję od metali.
- Stal to stop żelaza z domieszką węgla, który zapewnia większą twardość i wytrzymałość stopu oraz obniża jego kowalność i ciągliwość. Uzyskanie specyficznych właściwości, np. odporności na korozję, wymaga dodania do stali chromu, np. stal nierdzewna zawiera 11–14% chromu. Tak przygotowaną stal stosuje się do wyrobu części maszyn, szyn kolejowych, ostrzy noży, narzędzi, zbrojeń betonu, elementów konstrukcyjnych.
- Mosiądz to stop miedzi i cynku (do 40%) oraz dodatków, np. ołowiu, glinu, cyny, manganu, żelaza, chromu oraz krzemu. Mosiądz jest przydatny do obróbki plastycznej na zimno, np. podczas produkcji łusek amunicji. Wytwarza się z niego monety, medale, świeczniki, puchary, kłódki, moździerze, pomniki, elementy ozdobne (klamry, klamki,

odważniki, dzwony, okucia, ramy obrazów) armaturę, osprzęt odporny na wodę morską, śruby okrętowe, amunicję. Z mosiądzu wytwarza się elementy maszyn – w przemyśle maszynowym, samochodowym, elektrotechnicznym, okrętowym, precyzyjnym, chemicznym. Ważnym zastosowaniem mosiądzu jest produkcja instrumentów muzycznych.

Praca domowa

Polecenie 6.1

Przygotuj infografikę ilustrującą otrzymywanie i zastosowanie wybranego stopu metalu.

Polecenie 6.2

Wykonaj zdjęcia przedstawiające zastosowanie stopów metali. Określ, z jakich pierwiastków chemicznych zostały otrzymane te stopy i odpowiednio je podpisz.

Słowniczek

brąz

stop miedzi i cyny
duraluminium

stop glinu, zawiera zwykle miedź, mangan i magnez
mieszanina jednorodna

mieszanina, w której składników nie możemy rozróżnić wzrokiem ani za pomocą prostych przyrządów optycznych
mosiądz

stop miedzi i cynku
stal

stop żelaza z węglem i dodatkami innych pierwiastków, np. chromu, niklu, manganu, krzemu
stop

mieszanina jednorodna metali (np. brąz, mosiądz, cyna do lutowania) lub metalu z dodatkiem metali i niemetali (stal), uzyskiwana przez stopienie składników, a następnie

schłodzenie otrzymanej masy

Zadania

Ćwiczenie 1

Uzupełnij luki w tekście. Wybierz właściwe wyrazy spośród podanych.

Stop metali to mieszanina jednorodna [ ] (np. brąz, mosiądz) lub metalu z dodatkiem metali i niemetali (np. stal).
Uzyskuje się go przez [ ] składników mieszaniny i ich [ ].
Stop ma [ ] właściwości od tworzących go składników, czasem nawet niewielkie ilości dodatków wpływają znacząco na właściwości stopu.

takie same | pierwiastków | odmienne | mieszanie | identyczne | metali | porównywalne | sączenie | ogrzanie | stopienie | sączenie | ochłodzenie | niemetali | złota | ochłodzenie | mieszanie

Źródło: Małgorzata Bartoszewicz, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 2

Źródło: Małgorzata Bartoszewicz, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 3

Źródło: Małgorzata Bartoszewicz, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 4

Opisz wymienione poniżej metale i stopy, wybierając odpowiednie określenia ich właściwości.

miedź – stan skupienia [ ], barwa [ ], rodzaj materii [ ]

rtęć – stan skupienia [ ], barwa [ ], rodzaj materii [ ]

brąz – stan skupienia [ ], barwa [ ], rodzaj materii [ ]

mosiądz – stan skupienia [ ], barwa [ ], rodzaj materii [ ]

złoto – stan skupienia [ ], barwa [ ], rodzaj materii [ ]

stal – stan skupienia [ ], barwa [ ], rodzaj materii [ ]

żółta | żółta | stały | pierwiastek | pierwiastek | srebrzystobiała | biała | stop

pomarańczowożółta | stały | srebrzystoróżowa (łososiowa) | gazowy

srebrzystoróżowa (łososiowa) | biała | stop | pierwiastek | brązowa | ciekły

pomarańczowożółta | stop | stały | pierwiastek | ciekły | brązowa | stop

brązowa | srebrzystoróżowa (łososiowa) | biała | biała | stop | ciekły | żółta

pomarańczowożółta | żółta | srebrzystobiała | srebrzystobiała | biała

srebrzystobiała | srebrzystoróżowa (łososiowa) | gazowy | pomarańczowożółta

biała | srebrzystobiała | gazowy | brązowa | ciekły | gazowy | stop | stały

pomarańczowożółta | ciekły | pierwiastek | srebrzystoróżowa (łososiowa) | brązowa

gazowy | żółta | ciekły | stały | srebrzystobiała | żółta | brązowa

srebrzystoróżowa (łososiowa) | stały | pomarańczowożółta | gazowy | pierwiastek

Źródło: Małgorzata Bartoszewicz, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 5

Źródło: Małgorzata Bartoszewicz, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 6

Wstaw w odpowiednie miejsca tabeli po dwa główne składniki poszczególnych stopów metali.

brąz

stal nierdzewna

amalgamat

żelazo | miedź | cyna | rtęć | srebro | chrom

Źródło: Małgorzata Bartoszewicz, licencja: CC BY 3.0.

Niemetale

Substancje tworzące skorupę ziemską oraz występujące w powietrzu atmosferycznym są zbudowane z 88 pierwiastków chemicznych. Czy te same pierwiastki są składnikami ciała człowieka? Okazuje się, że około 96% masy naszego organizmu stanowią zaledwie cztery pierwiastki – niemetale: tlen, węgiel, wodór i azot. Są one składnikami wody, białek, tłuszczów, cukrów i soli. Czym są niemetale? Jakie są ich właściwości? Czy niemetale różnią się od metali?

> **Już wiesz**
>
> - jakie właściwości ma materia w różnych stanach skupienia;
> - co to są symbole pierwiastków chemicznych i jak się nimi posługiwać;
> - w jaki sposób określić i rozróżnić właściwości fizyczne od chemicznych;
> - według jakich kryteriów klasyfikuje się mieszaniny;
> - jakie zasady bezpieczeństwa należy zachować w szkolnej pracowni chemicznej.
>
> **Nauczysz się**
>
> - jakie niemetale znajdują się w układzie okresowym pierwiastków;
> - jakie jest zastosowanie niemetali w życiu codziennym;
> - planować doświadczenia pozwalające zbadać właściwości niemetali;
> - odróżniać metale od niemetali na podstawie właściwości;
> - planować doświadczenia pozwalające porównać właściwości metali i niemetali;
> - przestrzegania zasad bezpieczeństwa podczas wykonywania eksperymentów chemicznych.

1. Z jakich pierwiastków (niemetali) jest zbudowany organizm człowieka?

Organizmy żywe (w tym ciało ludzkie) są zbudowane w około 96% z czterech pierwiastków powszechnie występujących we Wszechświecie. Ich średnia masa u osoby ważącej 50 kg wynosi:

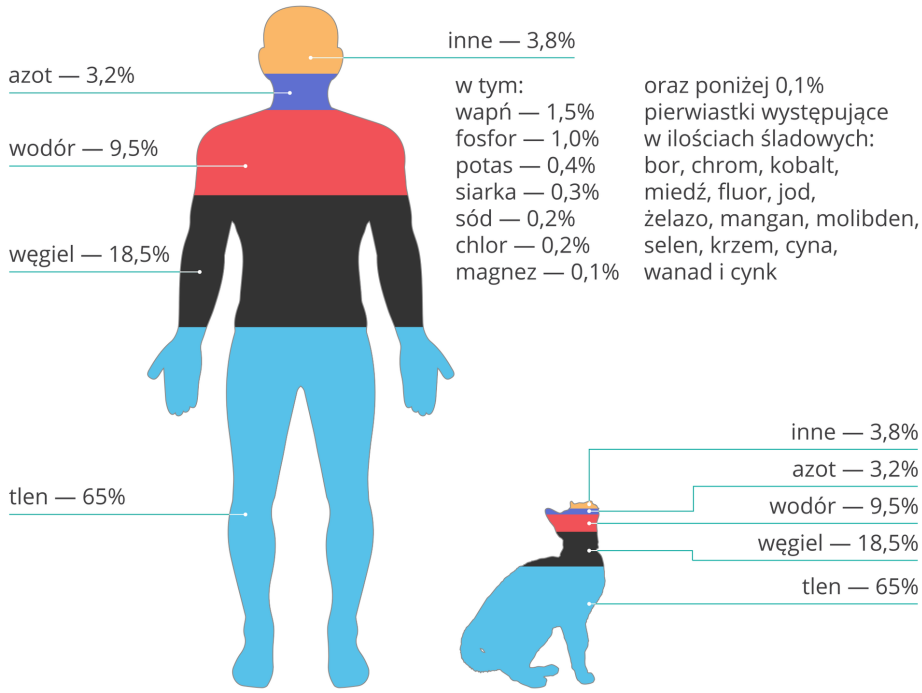
- 32,5 kg tlenu,
- 9,25 kg węgla,
- 4,75 kg wodoru,
- 1,6 kg azotu.

Średnia procentowa zawartość pierwiastków i wybrane funkcje, jakie pełnią w organizmie:

- tlen (65%) – m.in. niezbędny do funkcjonowania mózgu, procesów oddychania i spalania w komórkach;
- węgiel (18%) – budulec wszystkich żywych komórek;
- wodór (10%) – wraz z tlenem tworzy wodę, która stanowi 60–80% masy organizmu, jest składnikiem m.in. białek, cukrów, tłuszczów;
- azot (3%) – niezbędny w procesie budowy komórek, składnik białek;
- fosfor (1%) – podobnie jak wapń (1,5%) jest składnikiem związków, z których zbudowane są zęby i kości;

w ilościach śladowych:

- siarka – składnik paznokci i włosów;
- jod – niezbędny do produkcji hormonów tarczycy.



Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

Zawartość procentowa pierwiastków w organizmie

Pierwiastek	Symbol	Zawartość w organizmie [%]
tlen	O	65,0
węgiel	C	18,0
wodór	H	10,0
azot	N	3,0
wapń	Ca	1,5
fosfor	P	1,0
potas	K	0,4
siarka	S	0,3

Pierwiastek	Symbol	Zawartość w organizmie [%]
sód	Na	0,2
magnez	Mg	0,1

2. Jakie jest położenie niemetali w układzie okresowym?

Obecnie znanych jest 118 pierwiastków chemicznych, spośród których oficjalnie uznano 114. Lewą stronę układu okresowego zajmują metale, natomiast prawą – niemetale. Pierwiastki te tworzą ukośną granicę, z wyjątkiem wodoru usytuowanego w lewym górnym rogu. Podział na metale i niemetale był stosowany już w czasach starożytnych. Większość pierwiastków chemicznych stanowią metale, a tylko 22 z nich to niemetale. Najbardziej znane to: siarka, węgiel, tlen, azot, wodór, fosfor, jod i chlor. Niektóre pierwiastki mogą przyjmować różne postaci, np. węgiel, który występuje w kilku odmianach m.in. jako szaroczarny grafitu i bezbarwny diament.

Zasób interaktywny dostępny pod adresem https://zpe.gov.pl/a/D1Ai6WKHV

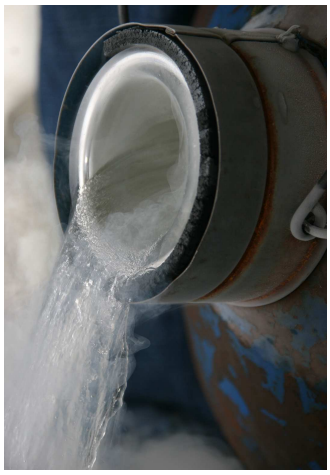
Źródło: Michał Szymczak, licencja: CC BY 3.0.

2.1. W jakim stanie skupienia występują niemetale?

Polecenie 1

1. Wyszukaj w układzie okresowym wymienione niżej pierwiastki chemiczne, zapoznaj się z ich charakterystyką i zapisz w zeszycie informacje na temat ich stanu skupienia.
    1. tlen
    2. węgiel
    3. siarka
    4. azot
    5. brom
    6. chlor
2. Wypisz z układu okresowego nazwy niemetali o:
    1. najniższej i najwyższej temperaturze wrzenia,
    2. największej i najmniejszej gęstości.

Źródło: W. Oelen (http://commons.wikimedia.org), edycja: Krzysztof Jaworski, licencja: CC BY-SA 3.0.



Źródło: Robin Müller (https://commons.wikimedia.org), licencja: CC BY-SA 3.0.

Źródło: PublicDomainPictures (http://pixabay.com), public domain.

Źródło: mechnine (https://www.flickr.com), licencja: CC BY 2.0.

Źródło: Hannes Grobe (http://commons.wikimedia.org), licencja: CC BY-SA 2.5.

Źródło: Hi-Res Images of Chemical Elements (http://commons.wikimedia.org), licencja: CC BY 3.0.

Źródło: BXXXD (http://commons.wikimedia.org), edycja: Krzysztof Jaworski, licencja: CC BY-SA 3.0.

Źródło: Tomorrow Sp. z o.o., GOKLuLe (https://commons.wikimedia.org), Alshaer666 (https://commons.wikimedia.org), licencja: CC BY-SA 3.0.

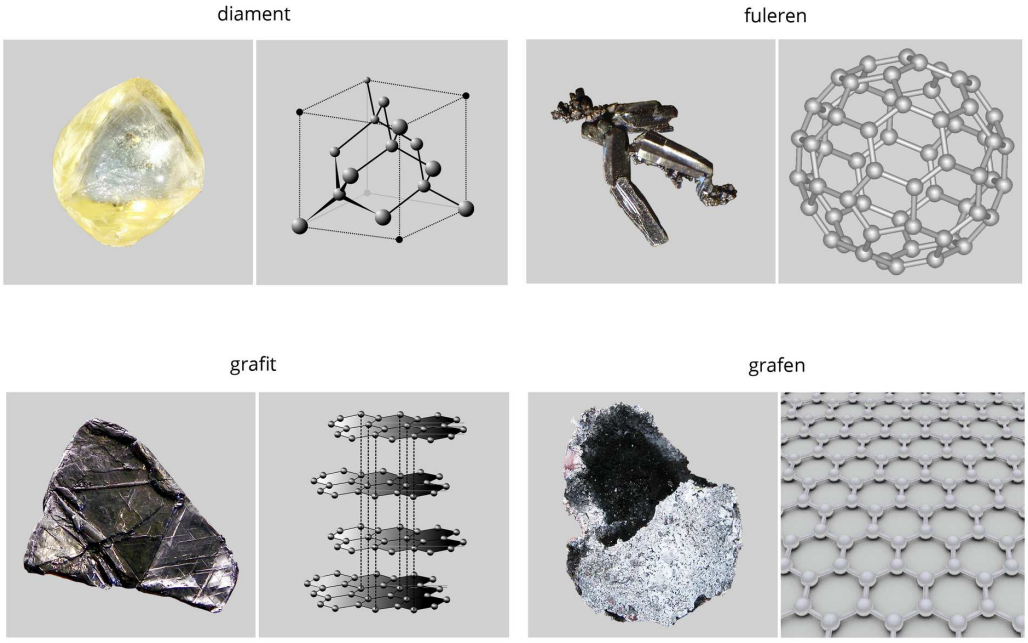
Źródło: Alshaer666 (https://commons.wikimedia.org), licencja: CC BY-SA 3.0.

Źródło: Jurii (http://commons.wikimedia.org), edycja: Krzysztof Jaworski, licencja: CC BY 3.0.

Źródło: Benjah-bmm27 (http://commons.wikimedia.org), edycja: Krzysztof Jaworski, public domain.

Ciekawostka

Odmiany alotropowe węgla
Niektóre niemetale występują w przyrodzie w kilku odmianach różniących się między sobą budową wewnętrzną. Odmiany takie nazywamy alotropowymi. W odmianach alotropowych występują również niektóre metale, np. cyna (cyna biała i cyna szara). Znane są odmiany alotropowe węgla (np. diament, grafit, fulereny, grafen), siarki (rombowa i jednoskośna) i fosforu (biały, czerwony, fioletowy i czarny) oraz tlenu, różniące się liczbą atomów w cząsteczce (tlen O_2, ozon O_3, tlen czerwony O_4).



Źródło: Tomorrow Sp. z o.o., Mstroeck (https://commons.wikimedia.org), licencja: CC BY-SA 3.0.

*Więcej na temat odmian alotropowych

Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Źródło: Tomorrow Sp. z o.o., Sliku postavio Saperaud (https://commons.wikimedia.org), AlexanderAlUS (https://commons.wikimedia.org), Arthena (https://commons.wikimedia.org), Bot (Magnus Manske) (https://commons.wikimedia.org), Kris Duda (https://www.flickr.com), Finavon (https://commons.wikimedia.org), Brian Harrington Spier (https://www.flickr.com), Janothird (https://commons.wikimedia.org), Mariuszjbie (https://commons.wikimedia.org), Oppenheimer Diamond (https://www.flickr.com), Anton. Vectorized by Magasjukur2 (https://commons.wikimedia.org), Natural History Museum 158 (https://www.flickr.com), Anton (https://commons.wikimedia.org), Saperaud (https://commons.wikimedia.org), Homemade Graphene (https://www.flickr.com), licencja: CC BY-SA 3.0.

Film rozpoczyna prezentacja czterech odmian alotropowych węgla przypominająca tę zamieszczoną na zdjęciu powyżej. Następuje zmiana ujęcia na obrazek przedstawiający grafit i schemat jego struktury cząsteczkowej. Zmiana ujęcia na zdjęcie skrawka grafenu i schematu jego płaskiej struktury cząsteczkowej. Zmiana ujęcia na zbliżenie sterty czarnych, połyskujących kryształów fulerenu. Obok prezentowany jest schemat kulistej cząsteczki składającej się z sześćdziesięciu atomów. Zmiana ujęcia na zdjęcie żółtawego diamentu i widok jego schematu budowy cząsteczkowej. Następuje zmiana ujęcia na prezentację barwnych odmian diamentów. Komentarzowi lektora towarzyszą pojawienia się kamieni o kolejno wymienianych barwach trzymanych w szczypcach. Zmiana ujęcia na zdjęcie kopalni odkrywkowej diamentów mającą postać ogromnej, lejkowatej dziury w ziemi, wzdłuż krawędzi której ciągną się drogi prowadzące w dół. Dziura jest naprawdę wielka, na jej krawędzi w oddali znajdują się maleńkie zabudowania miasteczka, osiedla lub zakładu. Następuje zmiana ujęcia na fotografię przedstawiającą maszyny wydobywcze, na pierwszym planie wielką kołową, nieco dalej mniejszą gąsienicową, a w tle stacjonarny dźwig. Zmiana ujęcia na zdjęcie dwóch mijających się ciężarówek jadących pochyłą drogą wzdłuż zbocza kopalni. W Pod górę jedzie pojazd załadowany wydobytymi skałami, a w dół zjeżdża taki sam pojazd pusty. Zmiana ujęcia na serię fotografii przedstawiających kolejne etapy obróbki urobku: mielenie, płukanie i sortowanie na pojedyncze ziarna na taśmociągu z rowkami. Zmiana ujęcia na zdjęcie mężczyzny wypłukującego diamenty w tradycyjny sposób z żółtej gliny. Zmiana na zdjęcie skały z widocznym w niej diamentem. Przy części skalnej znajduje się podpis 250 ton, a przy zatopionym w niej błyszczącym kamieniu – 0,2 grama. Zmiana ujęcia na rysunek mapy świata z zaznaczonymi złożami diamentów na wszystkich kontynentach. W miarę omawiania przez lektora ciemniejszym kolorem wyróżniane są określone państwa.

Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Źródło: Tomorrow Sp.z o.o., Siim (https://commons.wikimedia.org), Gabriel Pollard (https://www.flickr.com), Jean-Marie Hullot (https://commons.wikimedia.org), Włodzimierz Wysocki (https://commons.wikimedia.org), licencja: CC BY-SA 3.0.

Zdjęcia prezentujące: siarkę, kompleks wulkanicznego Ijen w Indonezji, mapa złóż siarki w Polsce

---

3. Jakie właściwości mają niemetale?

Niemetale, w przeciwieństwie do metali, różnią się właściwościami. W warunkach normalnych występują w trzech stanach skupienia.

- Najczęściej są gazami, np.:
    - tlen, azot i wodór (bezbarwnymi i bezwonnymi);
    - chlor i fluor (o zielonożółtej barwie i o ostrym zapachu);
    - hel, neon, argon (bezbarwnymi i bezwonnymi gazami szlachetnymi).
- Rzadziej są ciałami stałymi, np.:
    - węgiel, siarka, fosfor, krzem, jod.
- W postaci cieczy występuje jedynie brom (ciemnobrunatny o drażniącym zapachu).

Niemetale mają różne barwy. Te, które są ciałami stałymi, nie mają charakterystycznego połysku (z wyjątkiem jodu) i są kruche. Niemetale możemy opisywać, badając ich właściwości fizyczne i chemiczne oraz odczytując dane z układu okresowego pierwiastków lub tablic chemicznych.

Doświadczenie 1

Problem badawczy

Czy niemetale mają takie same właściwości?

Hipoteza

Wybierz jedną z przedstawionych hipotez, a następnie zweryfikuj ją.

Niemetale różnią się właściwościami.
Niemetale mają podobne właściwości.

Co będzie potrzebne

- siarka,
- węgiel w postaci grafitu,
- fosfor czerwony,
- chlor,
- *fosfor biały,
- *brom,
- pęseta,
- bibuła,
- młotek,

- okulary ochronne.

Instrukcja

1. Określ stan skupienia i barwę substancji.

2. Połóż na bibule węgiel w postaci grafitu oraz kilka kryształów siarki, a następnie uderz w nie młotkiem.

Podsumowanie

Siarka to substancja krystaliczna o żółtej barwie. Jest krucha. Węgiel w postaci grafitu to kruche ciało stałe o ciemnoszarej barwie i metalicznym połysku. Fosfor czerwony to proszek ociemnoczerwonej barwie. *Fosfor biały stanowi miękką, białą masę. Ze względu na łatwość samozapłonu przechowuje się go w wodzie. Z tych samych powodów kroi się go również pod wodą. Brom to ciecz o barwie ciemnobrunatnej*. Chlor to gaz o barwie zielonożółtej. Niemetale w temperaturze pokojowej występują w trzech stanach skupienia. Mają różne barwy.

Doświadczenie 2

Problem badawczy

Czy niemetale przewodzą prąd elektryczny?

Hipoteza

Wybierz jedną z przedstawionych hipotez, a następnie zweryfikuj ją.

Niemetale przewodzą prąd elektryczny.
Niemetale nie przewodzą prądu elektrycznego.

Co będzie potrzebne

- bateria,
- żarówka,
- przewody elektryczne,
- próbki niemetali, np. siarka, węgiel w postaci gafitu i diamentu.

Instrukcja

1. W odpowiednio zmontowany obwód wstaw próbkę badanego niemetalu.
2. Obserwuj, co się dzieje z żarówką.

Podsumowanie

Zamknięcie obwodu elektrycznego prętem grafitowym powoduje świecenie żarówki.
W przypadku siarki i diamentu żarówka się nie świeci. Niemetale nie przewodzą prądu elektrycznego.
Wyjątkami są grafit, grafen oraz fosfor czarny.

Zasób interaktywny dostępny pod adresem https://zpe.gov.pl/a/D1Ai6WKHV

Umieść próbki w układzie elektrycznym, zamykając w ten sposób jego obwód. Obserwuj, kiedy żarówka się zaświeci

Badane metale (żelazo, miedź i złoto) przewodzą prąd elektryczny (żarówka świeci się).
Niemetale: węgiel w postaci grafitu oraz fosfor czarny przewodzą prąd elektryczny, siarka, fosfor czerwony i diament nie przewodzą prądu (żarówka nie świeci się).

Doświadczenie 3

Problem badawczy

Czy niemetale przewodzą ciepło?

Hipoteza

Wybierz jedną z przedstawionych hipotez, a następnie zweryfikuj ją.

Niemetale przewodzą ciepło.
Niemetale nie przewodzą ciepła.

Co będzie potrzebne

- statyw laboratoryjny z łapą,
- palnik,
- termometr cyfrowy z sondą,
- okulary ochronne,
- próbki niemetali: siarki, węgla (grafitu), *diamentu.

Instrukcja

1. Zmierz temperaturę próbki, np. pręta grafitowego, kryształu siarki lub diamentu za pomocą sondy termometru cyfrowego.

2. Ogrzewaj palnikiem jeden z końców pręta z grafitu, kryształu siarki lub diamentu przez około minutę, a następnie zmierz temperaturę na przeciwległym końcu.

Źródło: Tomorrow Sp.z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Podsumowanie

Ogrzewanie jednego końca grafitowego pręta powoduje wzrost temperatury przeciwległego końca. Większość niemetali nie przewodzi ciepła. Wyjątki to grafit i diament, które są dobrymi przewodnikami ciepła.

Zasób interaktywny dostępny pod adresem https://zpe.gov.pl/a/D1Ai6WKHV

Wstaw próbki do pieca i włącz urządzenie. Obserwuj zachowanie się badanych próbek, zanotuj, temperatury topnienia poszczególnych niemetali

Właściwości niemetali

Niemetal (symbol)	**Barwa**	**Stan skupienia**	**Połysk**	**Gęstość [kg/m³]**	**Temperatura topnienia [°C]**	**T**
węgiel (C) (grafit)	szaroczarna	ciało stałe	brak	2300	4000 (sublimacja)	-
węgiel (C) (diament)	bezbarwna	ciało stałe	brak	3500	4800 (sublimacja)	-
siarka (S)	żółta	ciało stałe	brak	2070	119	4
fosfor (P) (biały)	biała	ciało stałe	brak	1820	44	2
krzem (Si)	ciemnoszara	ciało stałe	metaliczny	2330	1417	3
chlor (Cl)	zielonożółta	gaz	brak	3,2	–101	-
brom (Br)	ciemnobrunatna	ciecz	brak	3119	–7	5
jod (I)	szaroczarna	ciało stałe	metaliczny	4940	114	1

siarka

Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

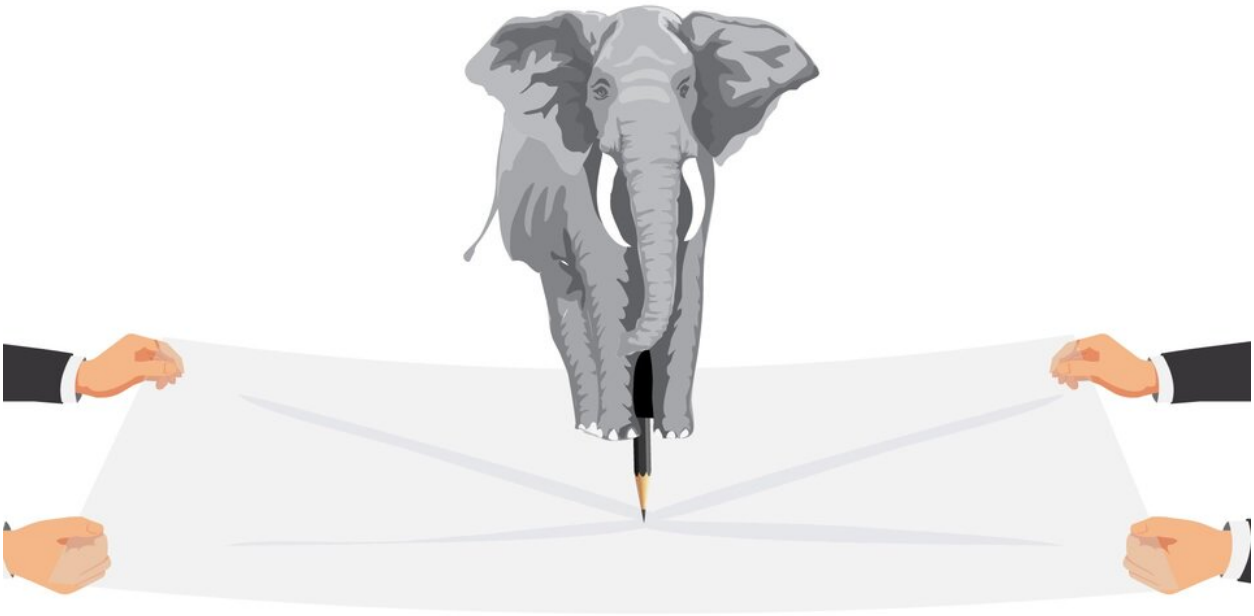
Źródło: Tomorrow Sp. z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Prezentowany jest pokaz slajdów przedstawiający poszczególne niemetale omawiane przez lektora. Kolejno pojawia się: diament, grafit, siarka, fosfor, jod, brom, chlor i fuor.

Ciekawostka

Grafen – materiał przyszłości
Opis teoretyczny grafenu powstał już w 1947 roku, zaś w 2010 roku przyznano za jego odkrycie Nagrodę Nobla w dziedzinie fizyki. Grafen to najbardziej wytrzymały materiał w przyrodzie – sto razy mocniejszy niż stal. Doskonale przewodzi ciepło i prąd elektryczny. Ma małą gęstość, jest cienki (złożony z jednej warstwy atomów węgla) i przezroczysty. Jednym gramem grafenu można pokryć powierzchnię kilku boisk futbolowych.
W Polsce badania nad otrzymaniem wysokiej jakości grafenu trwały od 2006 roku, ale dopiero w roku 2013 osiągnięto sukces komercyjny i rozpoczęto produkcję.
Gdyby udało się wytwarzać z grafenu przedmioty codziennego użytku, zrewolucjonizowałaby one nasze życie bardziej niż krzem. Mogłyby powstać rozciągliwe i przezroczyste tablety dające się zwinąć w rulonik i włożyć do kieszeni, procesory kilkaset razy szybsze od krzemowych albo sztuczne ścięgna do wszczepiania w stawy.

Źródło: Tomorrow Sp.z o.o., licencja: CC BY 3.0.



Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Źródło: Tomorrow Sp.z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Zdjęcia przedstawiające: odkrywców grafenu, sposób odkrycia grafenu, strukturę grafenu, wizualizację wytrzymałości grafenu

4. Gdzie stosuje się niemetale?

Niemetale, dzięki różnorodnym właściwościom, znalazły wiele zastosowań. Są używane m.in. do produkcji nawozów sztucznych, barwników, leków, środków odkażających, materiałów wybuchowych, sztucznych ogni, a należące do nich gazy szlachetne – m.in. w technice oświetleniowej, do wypełniania neonów.
Niemetale, podobnie jak metale, odgrywają znaczącą rolę we właściwym funkcjonowaniu organizmu człowieka, np. fluor bierze udział w procesach tworzenia kości i zębów oraz zapobiega próchnicy.

Zastosowanie niemetali

Pierwiastek	**Zastosowanie**
wodór	paliwo rakietowe (mieszanina ciekłego wodoru z ciekłym tlenem)
	paliwo w ogniwach paliwowych do samochodów
	stosowany do utwardzania tłuszczów pochodzenia roślinnego
hel	ciekły – chłodziwo w reaktorach atomowych
	składnik mieszaniny, którą oddychają nurkowie głębinowi
	gaz do wypełniania balonów, lamp jarzeniowych (podobnie jak inne gazy szlachetne) i niektórych termometrów
węgiel	diament – po oszlifowaniu ceniony kamień jubilerski (brylant), nasadki świdrów górniczych, składnik materiałów polerskich
	grafit – materiał do wyrobu elektrod, wkładów do ołówków, ognioodpornych tygli, składnik smarów
	węgiel C-14 – stosowany do datowania wieku przedmiotów w badaniach archeologicznych, pozwala ustalić wiek zabytku pochodzenia organicznego od 200 do 30 000 lat z dokładnością do 30 lat
azot	ciekły – chłodziwo do przechowywania materiału biologicznego, np. krwi, w medycynie do zamrażania kurzajek pochodzenia wirusowego
	stosowany jako gaz do pakowania produktów spożywczych

Pierwiastek	Zastosowanie
	związki azotu – nawozy sztuczne, materiały wybuchowe, leki
tlen	proces uzdatniania wody (ozonowanie)
	butle z tlenem wykorzystywane m.in. w przemyśle (uzyskiwanie wysokich temperatur do cięcia i spawania trudno topliwych metali w procesach spalania np. acetylenu)
	w medycynie
	składnik paliwa pojazdów kosmicznych
fluor	związki fluoru – składnik pasty do zębów
	związki fluoru – teflon: patelnie, tostery, narty, protezy stawów
	związki fluoru – odzież i buty
krzem	układy scalone w urządzeniach elektronicznych, m.in. komputerach, odtwarzaczach MP3
	fotoogniwa w bateriach słonecznych
	składnik stali transformatorowej
fosfor	draska na pudełkach zapałek
	dodatek w stopach – podwyższa ich twardość
	związek fosforu – składnik napojów typu cola
siarka	proces wulkanizacji (dodawana do kauczuków w procesie produkcji gumy)
	związki siarki – składnik leków
	związki siarki – składnik nawozów, barwników
chlor	związki chloru – środki dezynfekujące i wybielające, np. dezynfekcja wody w basenie
	związek chloru – składnik wykładzin PCW
	związek chloru – fosgen gaz bojowy
	związeki chloru – stosowane w fotografii
brom	związki bromu – składnik leków, barwników
	związki bromu – składnik niektórych tworzyw sztucznych
	związki bromu – stosowane w fotografii
jod	alkoholowy roztwór jodu (jodyna) – środek dezynfekujący w medycynie

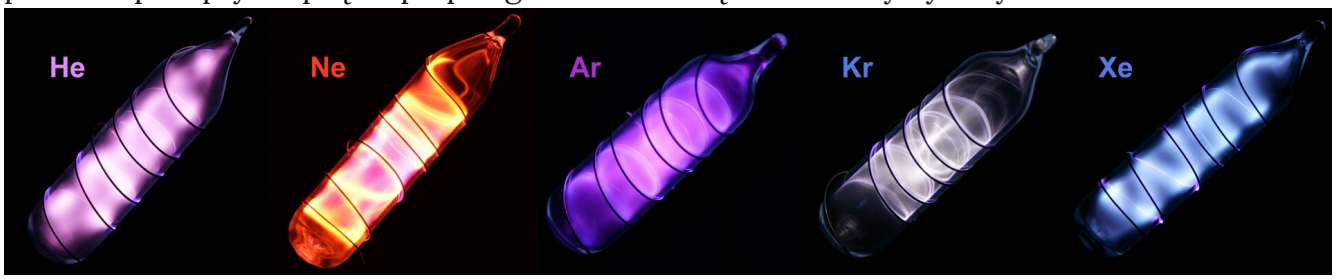
Pierwiastek	Zastosowanie
	leczenie i profilaktyka chorób tarczycy
	jod i związki – stosowane w produkcji barwników oraz fotografii

Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Zastosowanie niemetali

Ciekawostka

Gazy szlachetne
Gazy szlachetne: hel, neon, argon i ksenon występują w niewielkich ilościach w powietrzu. Wykorzystywane są m.in. do napełniania żarówek i neonów, w których podczas przepływu prądu po podgrzaniu świecą charakterystycznymi barwami.



Barwy lamp neonowych wypełnionych helowcami

Ciekawostka

Gazy szlachetne a Deklaracja niepodległości USA
Gazy szlachetne znajdują także zastosowanie do przechowywania i eksponowania wartościowych, zabytkowych dokumentów – zapobiegają niszczeniu materiałów pod wpływem składników powietrza, głównie tlenu. Oryginał konstytucji i Deklaracji niepodległości USA przechowuje się w gablocie wypełnionej helem.

Deklaracja niepodległości USA przechowywana w szczelnie zamkniętym pojemniku z helem

Podsumowanie

- Pierwiastki chemiczne dzielimy na metale i niemetale.
- Niemetale tworzą prawą część układu okresowego, wyjątek stanowi wodór, który znajduje się w I grupie.
- Niemetale:
    - występują we wszystkich stanach skupienia,
    - mają różne barwy,
    - mogą mieć charakterystyczne zapachy,
    - mają różny zakres temperatur wrzenia i topnienia,
    - zazwyczaj są złymi przewodnikami prądu elektrycznego oraz złymi przewodnikami ciepła. Węgiel w postaci grafitu i grafenu oraz fosfor czarny, mimo iż są niemetalami, przewodzą prąd elektryczny oraz ciepło. Diament przewodzi tylko ciepło,
    - w większości stanowią gazy w temperaturze pokojowej.

Praca domowa

> **Polecenie 2.1**
>
> Przedstaw w formie tabeli porównanie właściwości metali i niemetali.

Polecenie 2.2

Sporządź notatkę na temat zastosowania niemetali w najbliższym otoczeniu.

Polecenie 2.3

Zdaj relację z wywiadu, np. z lekarzem lub dietetykiem, na temat niedoboru niemetali w organizmie.

Polecenie 2.4

Opisz zastosowania niemetali i zilustruj je, wykonując trzy zdjęcia.

Słowniczek

niemetale

pierwiastki chemiczne, które w odróżnieniu od metali źle przewodzą prąd elektryczny (z wyjątkiem grafitu, grafenu i fosforu czarnego) i ciepło (z wyjątkiem diamentu, grafitu i fosforu czarnego); w stanie stałym są na ogół kruche, bez metalicznego połysku (z wyjątkiem jodu, krzemu, grafitu)

Zadania

Ćwiczenie 1

Uzupełnij puste miejsca, wybierając brakujące elementy z listy w taki sposób, by całość tworzyła poprawne zdania.

Niemetale tworzą prawą części układu okresowego, wyjątek stanowi _____, który znajduje się w I grupie. Charakterystyka niemetali:

– w temperaturze pokojowej występują we wszystkich stanach skupienia,

– mają _____ barwę,

– nie przewodzą ciepła (z wyjątkiem fosforu czarnego, grafitu i _____),

– nie przewodzą prądu (z wyjątkiem _____ i fosforu czarnego).

taką samą | tlen | srebrzystobiałą | siarki | różną | grafitu | azot | węgiel | wodór | diamentu | jodu | jodu | siarki | krzemu | diamentu | srebrzystoszarą

Źródło: Małgorzata Bartoszewicz, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 2

Źródło: Małgorzata Bartoszewicz, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 3

Określ cechy wymienionych niemetali, wybierając je z rozwijanej listy.

węgiel (grafit) – stan skupienia [ ], barwa [ ], symbol [ ]

brom – stan skupienia [ ], barwa [ ], symbol [ ]

chlor – stan skupienia [ ], barwa [ ], symbol [ ]

siarka – stan skupienia [ ], barwa [ ], symbol [ ]

jod – stan skupienia [ ], barwa [ ], symbol [ ]

brązowa | szaroczarna | Br | Br | stały | szaroczarna | Cl | pomarańczowożółta | żółta | I | C | ciekły | S | srebrzystoróżowa (łososiowa) | srebrzystobiała | granatowa | C | szaroczarna | I | szaroczarna | ciemnobrunatna | I | stały | srebrzystoróżowa (łososiowa) | granatowa | żółta | gazowy | brązowa | pomarańczowożółta | srebrzystobiała | srebrzystobiała | gazowy | srebrzystoróżowa (łososiowa) | C | C | ciekły | Cl | stały | S | C | stały | S | brązowa | pomarańczowożółta | I | biała | brązowa | Br | Cl | pomarańczowożółta | srebrzystobiała | srebrzystobiała | gazowy | żółta | I | pomarańczowożółta | ciekły | granatowa | ciekły | stały | brązowa | granatowa | Br | szaroczarna | ciekły | gazowy | srebrzystoróżowa (łososiowa) | S | granatowa | biała | S | zielonożółta | Cl | Br | żółta | biała | Cl | gazowy | żółta | srebrzystoróżowa (łososiowa)

Źródło: Małgorzata Bartoszewicz, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 4

Zaznacz odpowiednie pola obok podanych zdań, wskazując, czy są one prawdziwe, czy fałszywe.

	Prawda	Fałsz
Brom to jedyny niemetal, który w temperaturze pokojowej występuje w stanie ciekłym.	◯	◯
Do niemetali zaliczamy węgiel i siarkę.	◯	◯
Niemetale występują w warunkach normalnych tylko w dwóch stanach skupienia – jako ciała stałe lub gazy.	◯	◯
Niemetale nie przewodzą prądu elektrycznego.	◯	◯

Źródło: Małgorzata Bartoszewicz, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 5

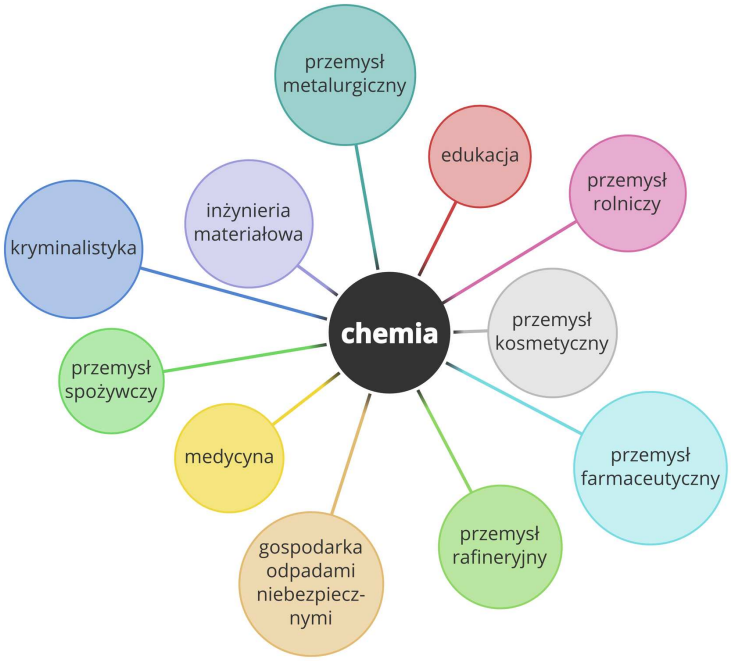
Źródło: Małgorzata Bartoszewicz, licencja: CC BY 3.0.

Substancje i ich właściwości – podsumowanie

Chemia jest nie tylko przedmiotem szkolnym, obecna jest w każdej dziedzinie naszego życia. Powtórzmy razem podstawowe informacje o substancjach i ich właściwościach.

1. Czy chemia jest obecna w każdej dziedzinie naszego życia?

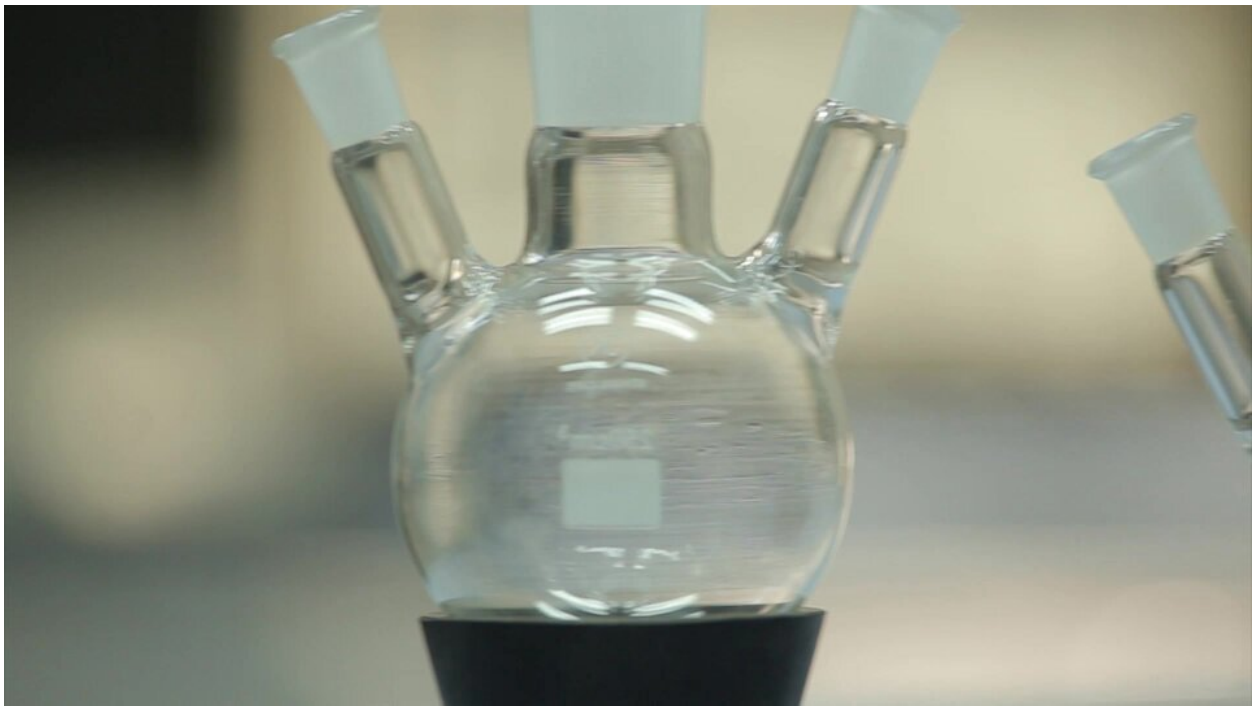
Twoja wiedza chemiczna może ci pomóc znaleźć zatrudnienie w wielu branżach:



Źródło: Krzysztof Jaworski, licencja: CC BY 3.0.

2. O czym należy pamiętać podczas wykonywania podstawowych czynności laboratoryjnych?

Jednym z ważniejszych sposobów poznawania chemii jest przeprowadzanie doświadczeń. Do ich wykonania niezbędne są szkło laboratoryjne, czasem naczynia porcelanowe lub metalowe oraz sprzęt laboratoryjny. Znajomość zasad stosowania tych urządzeń pozwala na bezpieczne eksperymentowanie.



Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Źródło: Tomorrow Sp.z o.o., licencja: CC BY 3.0.

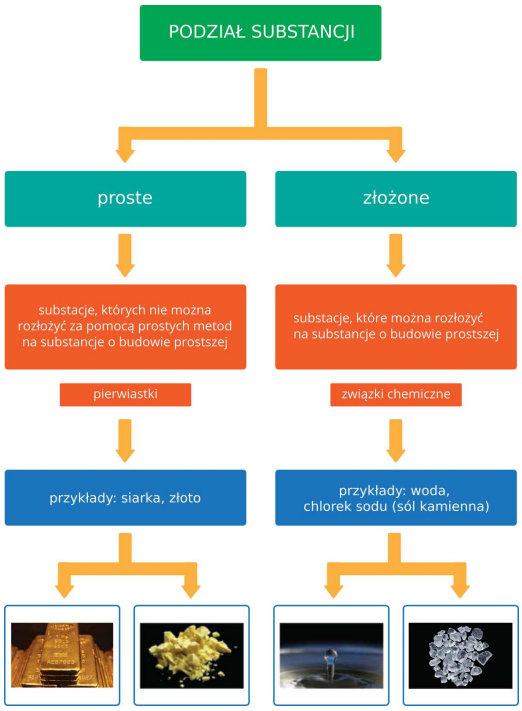
Film laboratoryjny pokazujące zastosowania szkła laboratoryjnego, lektor opowiadający o zastosowaniu każdego szkła: Probówka, Zlewka, Lejek, Krystalizator, Cylinder miarowy, Chłodnica, Wkraplacz, Szalka Petriego, Pipety miarowe

---

3. Czym różni się substancja prosta od substancji złożonej?

Chemia to nauka zajmująca się badaniem składu i budowy substancji, ich przemian oraz warunków wpływających na szybkość tych przemian.
Substancje możemy podzielić na:

- proste (pierwiastki),
- złożone (związki chemiczne).

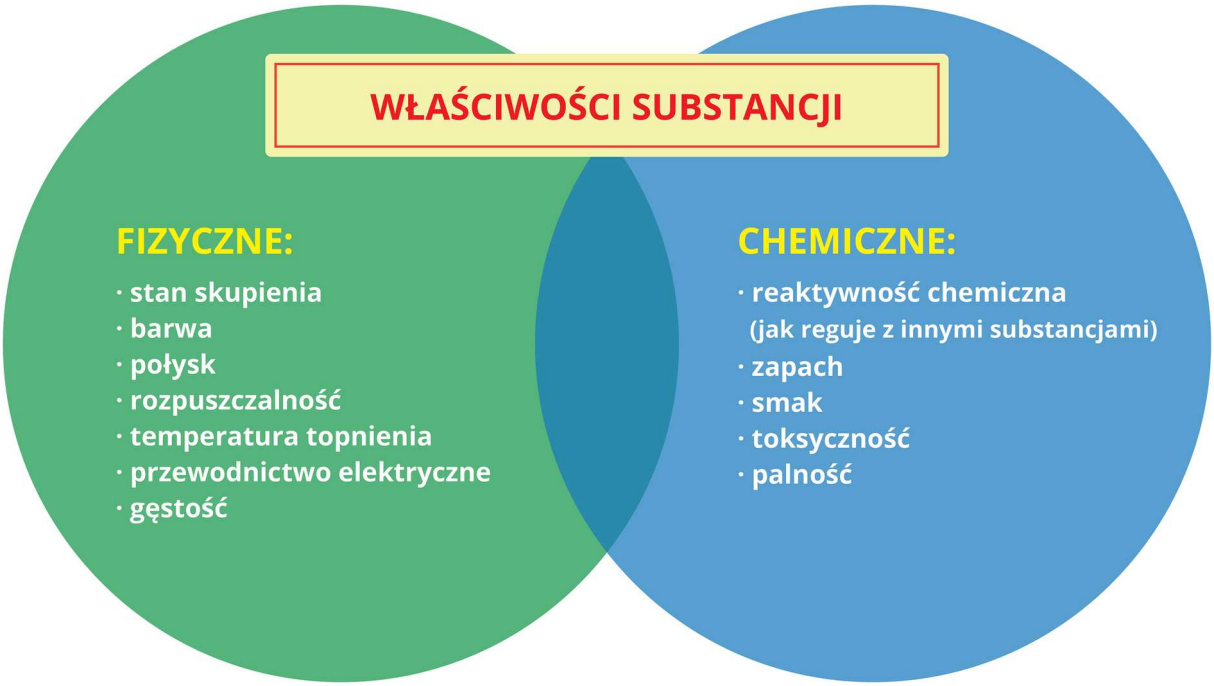


Źródło: Dariusz Adryan, Agnico-Eagle (https://commons.wikimedia.org), Ben Mills (https://commons.wikimedia.org), (https://commons.wikimedia.org), André Karwath aka Aka (https://commons.wikimedia.org), licencja: CC BY NC 3.0.

4. Czy znajomość właściwości fizycznych i chemicznych pozwala zidentyfikować dowolną substancję?

Każda substancja ma swoje charakterystyczne cechy – właściwości, które możemy podzielić na:

- fizyczne,
- chemiczne.

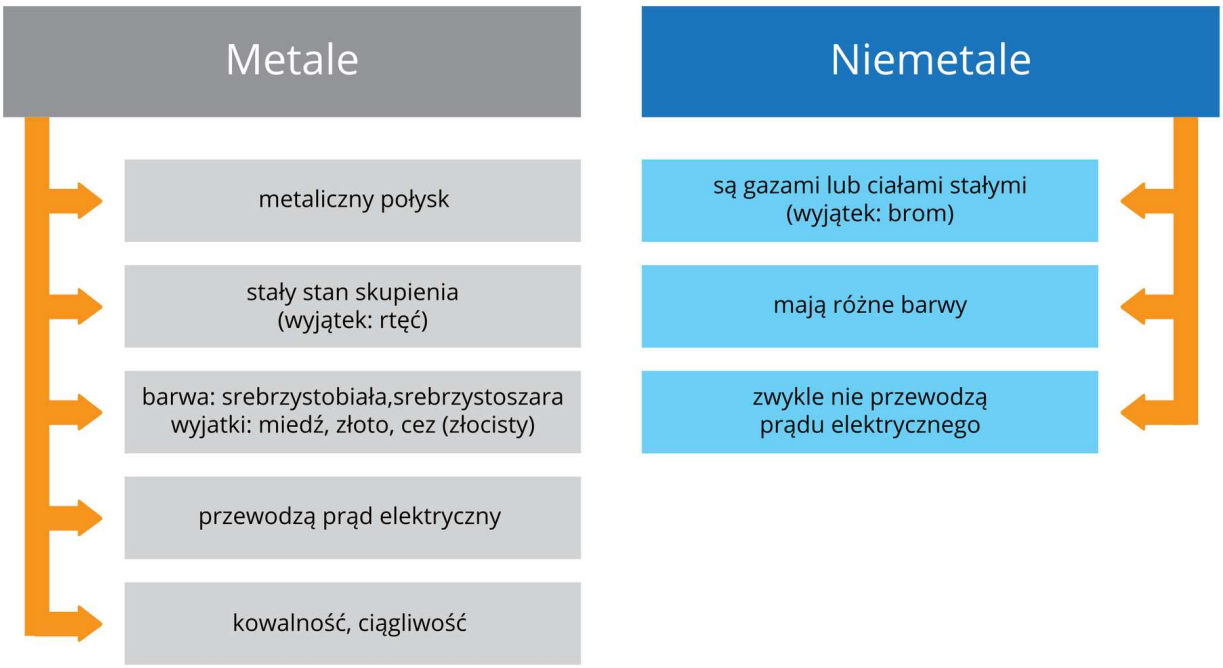


Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

5. Jakie właściwości substancji stanowią kryteria podziału pierwiastków na metale i niemetale?

Substancje proste można podzielić na:

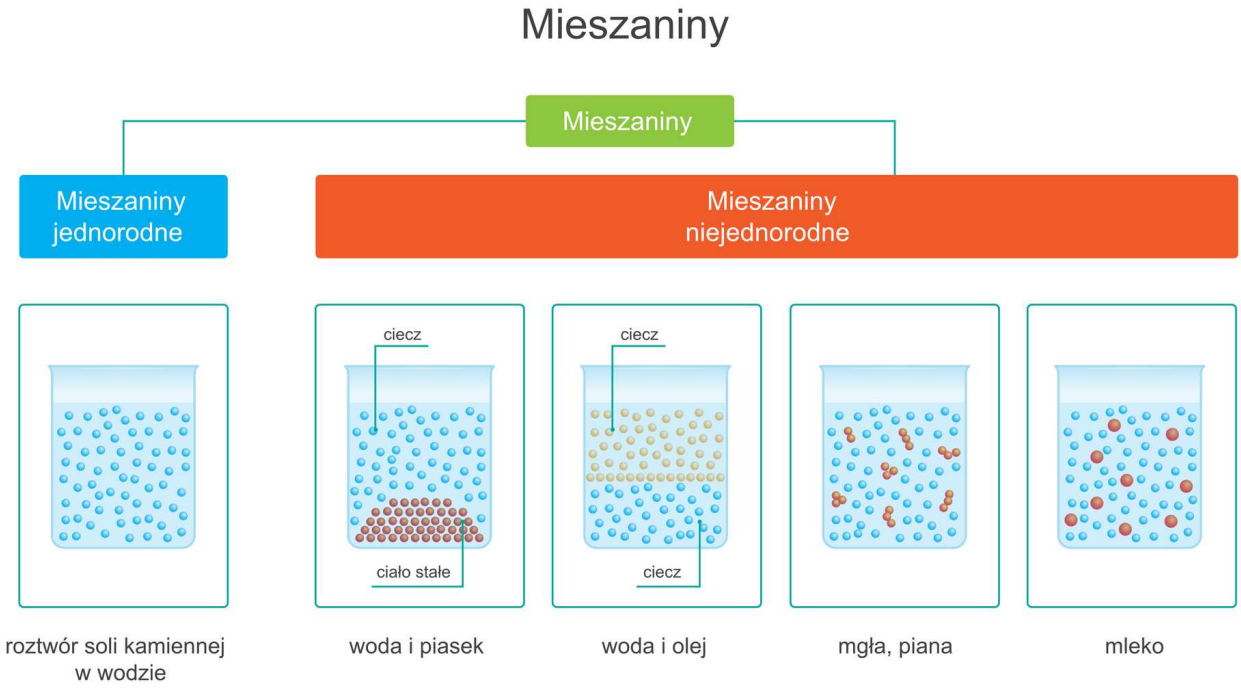
- metale,
- niemetale.



Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

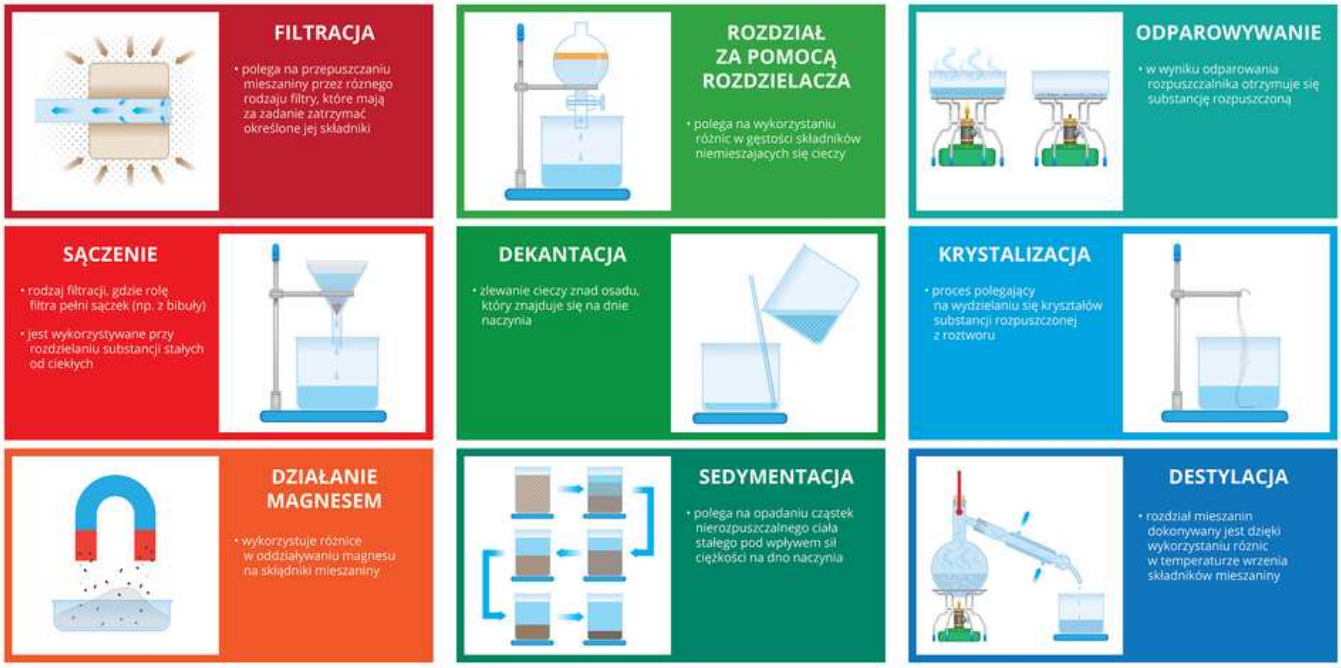
6. Czym różni się substancja chemiczna od mieszaniny?

W przyrodzie substancje (pierwiastki i związki chemiczne) rzadko występują w postaci „czystej", często tworzą **mieszaniny**.



Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

Sposoby rozdzielania mieszanin



Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Mieszaniny

Piktogramy ostrzegawcze umieszcza się na opakowaniach preparatów zawierających substancje niebezpieczne dla zdrowia i życia człowieka.

Zadania

Pamiętam i rozumiem

- Wyjaśnij, na czym polega zjawisko dyfuzji i zaplanuj doświadczenie, które je zilustruje.
- Opisz metody rozdzielania mieszanin.
- Wyjaśnij różnicę między pierwiastkiem, związkiem chemicznym a mieszaniną.

Czytam i interpretuję

- W dowolnym źródle (podręczniki, książki, encyklopedie, Internet) znajdź informacje dotyczące znanych chemików i przedstaw ich wkład w rozwój nauki.
- Z tablic chemicznych odczytaj dostępne informacje na temat złota i srebra, siarki i tlenu (np. temperaturę topnienia, gęstość). Porównaj odczytane wyniki, a następnie podaj inne znane ci właściwości metali i niemetali.
- Korzystając z układu okresowego, odszukaj ukryte w swoim imieniu i nazwisku symbole pierwiastków chemicznych. Sprawdź, które z nich są metalami, a które – niemetalami. Zebrane dane zestaw w tabeli.
- *W laboratorium chemicznym **nie posługujemy się** zmysłem smaku w celu identyfikacji substancji. Sprawdź w dostępnych źródłach, jakie rodzaje smaku rozróżniamy i podaj przykłady odpowiednich produktów spożywczych wywołujących te wrażenia smakowe.

Rozwiązuję problemy

- Oceń, czy producent powinien do wykonania uchwytów do patelni i garnków oraz pokrywek użyć metalu, czy pokryć je tworzywem sztucznym. Swoją odpowiedź uzasadnij.
- Zastanów się i opisz dwie metody rozdzielania mieszaniny soli kamiennej i wody. Zaproponuj potrzebny sprzęt laboratoryjny.
- Wyjaśnij, dlaczego lód unosi się na powierzchni wody.
- Wyjaśnij, w jaki sposób można sprawdzić, czy otrzymane kolczyki są wykonane ze srebra. Oblicz jaką powinny mieć masę, wiedząc, że mają kształt sześciennych kostek o długości boku = 0,5 cm.

Źródło: Marcin Sadomski, Markus Huber (http://www.openfootage.net), licencja: CC BY 4.0.

- Zaplanuj doświadczenie pozwalające sprawdzić, czy większą gęstość ma woda, czy olej.

Projekt badawczy

Projekt badawczy – korozja i sposoby jej zapobiegania

	Tytuł projektu	Korozja i sposoby jej zapobiegania
	Temat projektu	Określenie czynników powodujących korozję oraz porównanie sposobów zabezpieczania materiałów przed korozją
	Badana hipoteza	Korozja następuje pod wpływem czynników środowiska (tlenu zawartego w powietrzu, wilgoci) oraz związków chemicznych, np. soli kamiennej. Metodami chroniącymi przed korozją są: malowanie farbami, malowanie lakierami, oliwienie i smarowanie.
	Materiały źródłowe	1.10. Metale
Uczeń	Co dokładnie mam zamiar zrobić, by sprawdzić, czy hipoteza jest prawdziwa?	Zaplanować doświadczenie pozwalające określić czynniki wpływające na korozję oraz najlepsze sposoby jej zapobiegania.
	Co trzeba przygotować, by zweryfikować hipotezę?	Przedmioty żelazne i stalowe, wodę, sól kamienną, olej, oliwę, farbę, lakier, smar, naczynia, np. słoiki, do przeprowadzenia doświadczenia.
	Co będę obserwować (mierzyć)?	Wpływ substancji zawartych w roztworze na szybkość korozji. Wpływ substancji zabezpieczających przed korozją.
	Czas trwania	3-tygodniowa obserwacja.
	Wyniki	Przygotowanie karty pracy z zapisem codziennych obserwacji zestawionych w tabeli. Aktualizowane co tydzień fotograficzne relacje z przebiegu eksperymentów.
	Wniosek	

	Czego się nauczyłem podczas tego projektu?	

Wyniki i wnioski z projektu badawczego

Źródło: Małgorzata Bartoszewicz, licencja: CC BY 3.0.

Test sprawdzający z działu I. Substancje i ich właściwości

Test sprawdzający

Źródło: Małgorzata Bartoszewicz, licencja: CC BY 3.0.

Klucz testu

Źródło: Małgorzata Bartoszewicz, licencja: CC BY 3.0.

Atom i jego budowa

Czy ktoś z was zastanawiał się nad tym, jak wygląda mikroświat? Jaki jest kształt drobin, które tworzą materię? Czy można je zobaczyć? Czy są kolorowe?

> **Już wiesz**
>
> - że materia nie jest ciągła, a składa się z drobin;
> - że pierwiastki mają swoje nazwy i symbole.
>
> **Nauczysz się**
>
> - nazywać poszczególne elementy atomu;
> - określać przestrzeń, w której znajdują się elektrony, protony i neutrony;
> - stosować pojęcia: ***nukleony***, ***liczba masowa***, ***liczba atomowa***;
> - określać liczbę protonów, neutronów, elektronów na podstawie liczby atomowej i masowej;
> - wykonywać obliczenia z użyciem atomowej jednostki masy.

1. Co to jest atom?

Podstawowymi elementami, z których zbudowana jest materia, są atomy. Substancje tworzące świat materialny składają się z różnych atomów. Atomy mają masę, objętość i kształt. Każdy pierwiastek składa się z atomów tylko jednego rodzaju – żelazo – z atomów żelaza, złoto zaś – z atomów złota. Pojedyncze atomy żelaza i złota są zbudowane z tych samych cząstek, a różnią się tylko ich liczbą. Dlatego różnice te są wystarczające, aby ich zbiory tworzyły pierwiastki o odmiennych właściwościach.

Niewielkie rozmiary atomów nie pozwalają nam na oglądanie ich w sposób, w jaki przywykliśmy obserwować otaczający nas świat. Obecnie nie dysponujemy urządzeniami, które pozwalałyby nam swobodnie wnikać w głąb każdego rodzaju materii. Od niedawna możemy jednak w bardzo niskich temperaturach dostrzec cienką warstwę atomów unieruchomionych na powierzchni innych ciał stałych. Pomaga nam w tym przyrząd nazywany skaningowym mikroskopem tunelowym. Na otrzymanych za jego pomocą czarno-białych obrazach zobaczyliśmy, że atomy mają kształt kulisty, a ich rozmiary są różne i zależą od rodzaju badanego pierwiastka. Już na początku XIX wieku angielski uczony John Dalton (czyt. dżon dalton) twierdził, że atomy tworzące różne pierwiastki są kulami różniącymi się między sobą wielkością.

Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Źródło: Marcin Sadomski, Kevin MacLeod (http://incompetech.com), Raphael (http://commons.wikimedia.org), haade (http://commons.wikimedia.org), Charles Turner (http://commons.wikimedia.org), Krzysztof Jaworski, Tomorrow Sp. z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Historia pojęcia atom

Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Źródło: Tomorrow Sp.z o.o., U.S. Army RDECOM (https://www.flickr.com), S Mair (https://www.flickr.com), licencja: CC BY 2.0.

Widok na XIX wieczne laboratorium, ówczesny badacz (w niezbyt eleganckim XIX-wiecznym stroju i XIX – wiecznej fryzurze) stoi przed menzurką, naczyniem jak cylinder, ale bez skali i o nieidealnie równych kształtach i brzegach. A w naczyniu widać zjawisko dyfuzji. W laboratorium są także i inne sprzęty. Pojawia się napis: skaningowy mokroskop tunelowy (STM), a następnie pojawia się obraz współczesnego mikroskopu tunelowego. Pokaz slajdów z obrazami atomów. Na ekranie pojawiają się ułożone kulki (atomy) w dwóch/trzech warstwach (prostych, niezaokrąglonych). Na górze znajduje się mało kulek. Nad nimi urządzenie, które przesuwa się i jedna kulka z warstwy zostaje przeniesiona/przesunięta kawałek dalej. Podczas tego przesuwania kulka nie może ominąć innej kulki na trasie przejazdu, co najwyżej może ustawić się obok niej. Kulki z urządzenia i w warstwie nie dotykają się, są podczas całego eksperymentu w pewnej stałej odległości. Przesuwana kulka ciut unosi się nad warstwami, ale nie za wysoko. W nawiązaniu do sceny pokazują się różne przykłady. Pojawia się fragment (początek) publikacji naukowców prowadzących eksperyment oraz zakreślone w kółku nazwisko Polki.

---

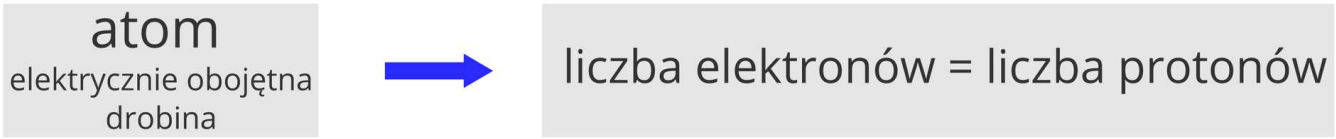
2. Spoglądamy w głąb atomu

Niemal do końca XIX wieku uważano, że atomy przypominają niewyobrażalnie małe i twarde jak kamień kulki. Dziś już wiemy, że atomy nie są jednorodne i niepodzielne. Okazuje się, że mają one złożoną wewnętrzną budowę. W środku każdego atomu, w samym jego centrum, znajduje się jądro atomowe. Poruszające się w różnych kierunkach z dużą szybkością ujemnie naładowane cząstki, zwane elektronami, tworzą chmurę elektronową. Przestrzeń, którą zajmuje jądro atomowe, jest znacznie mniejsza od przestrzeni zajmowanej przez elektrony – średnica atomu jest około 100 000 razy większa od średnicy jądra. Gdyby jądro powiększyć do rozmiarów małej monety o średnicy kilku milimetrów, wówczas cały atom byłby kulą o przekroju wielkości stadionu sportowego.

Samo jądro atomu ma również złożoną budowę. W jego skład wchodzą dodatnio naładowane cząstki nazywane protonami oraz cząstki pozbawione ładunku – neutrony. Protony i neutrony (czyli cząstki znajdujące się w jądrze) określa się jako nukleony.

Źródło: Krzysztof Jaworski, OpenClips (http://pixabay.com), licencja: CC BY 3.0.

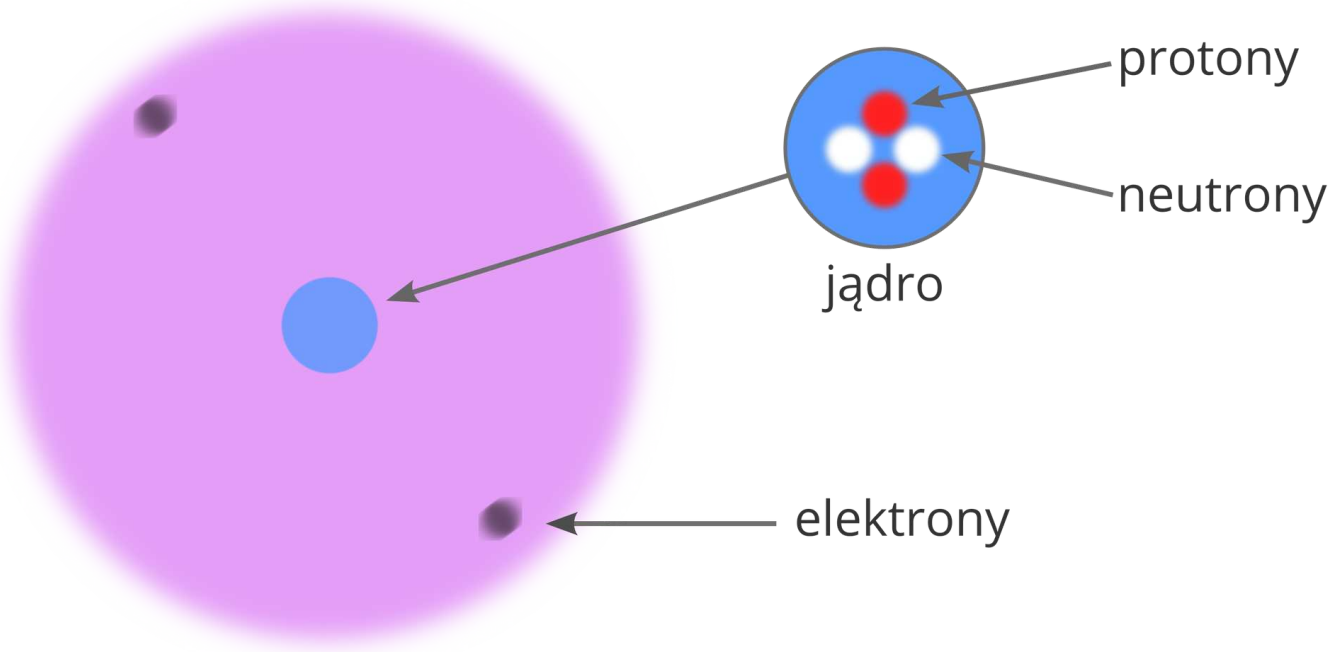
Każdy atom jest elektrycznie obojętną drobiną (nie jest obdarzony żadnym ładunkiem). W jego wnętrzu ładunki ujemne i dodatnie równoważą się. Oznacza to, że liczba protonów i elektronów w każdym atomie jest jednakowa.



Źródło: Krzysztof Jaworski, licencja: CC BY 3.0.

> **pierwiastek**
>
> zbiór atomów o jednakowej liczbie protonów w jądrze

Liczba neutronów nie ma wpływu na przynależność atomu do danego pierwiastka.

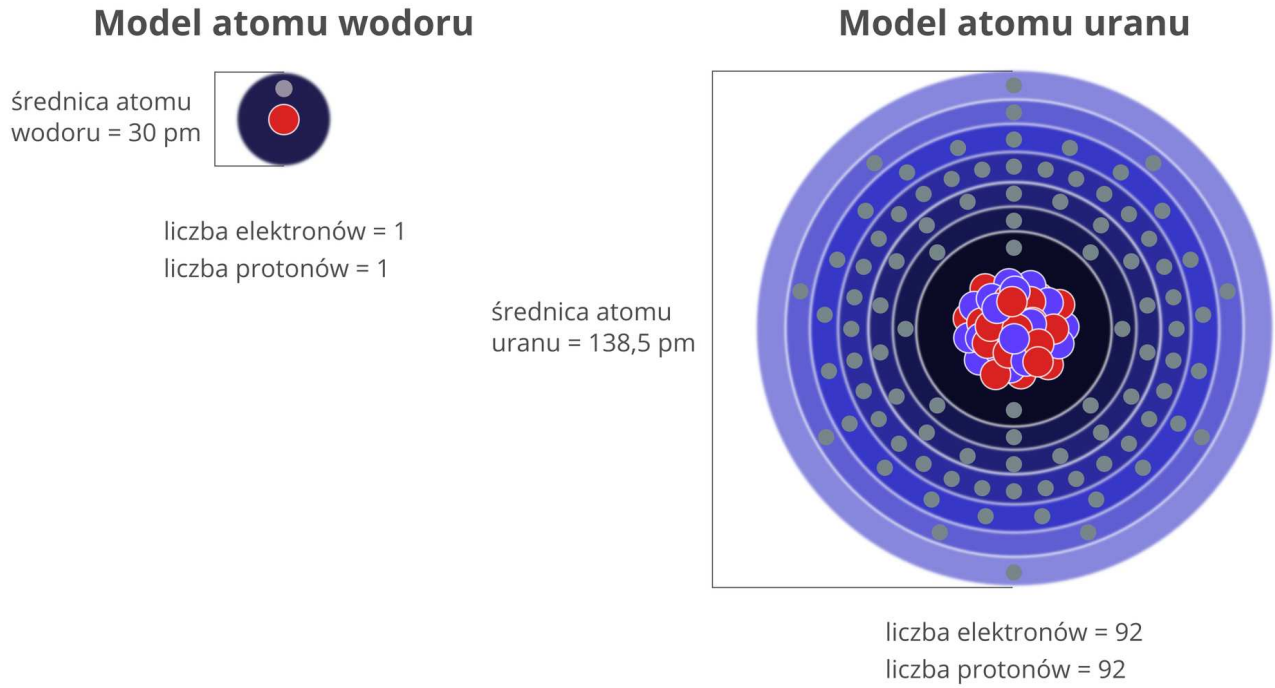


Źródło: Krzysztof Jaworski, licencja: CC BY 3.0.

Cząstki wchodzące w skład atomów

Nazwa	Symbol	Ładunek*	Miejsce w atomie
elektron	e (e^-)	-1	obszar poza jądrem
proton	p (p^+)	1	jądro
neutron	n (n)		jądro

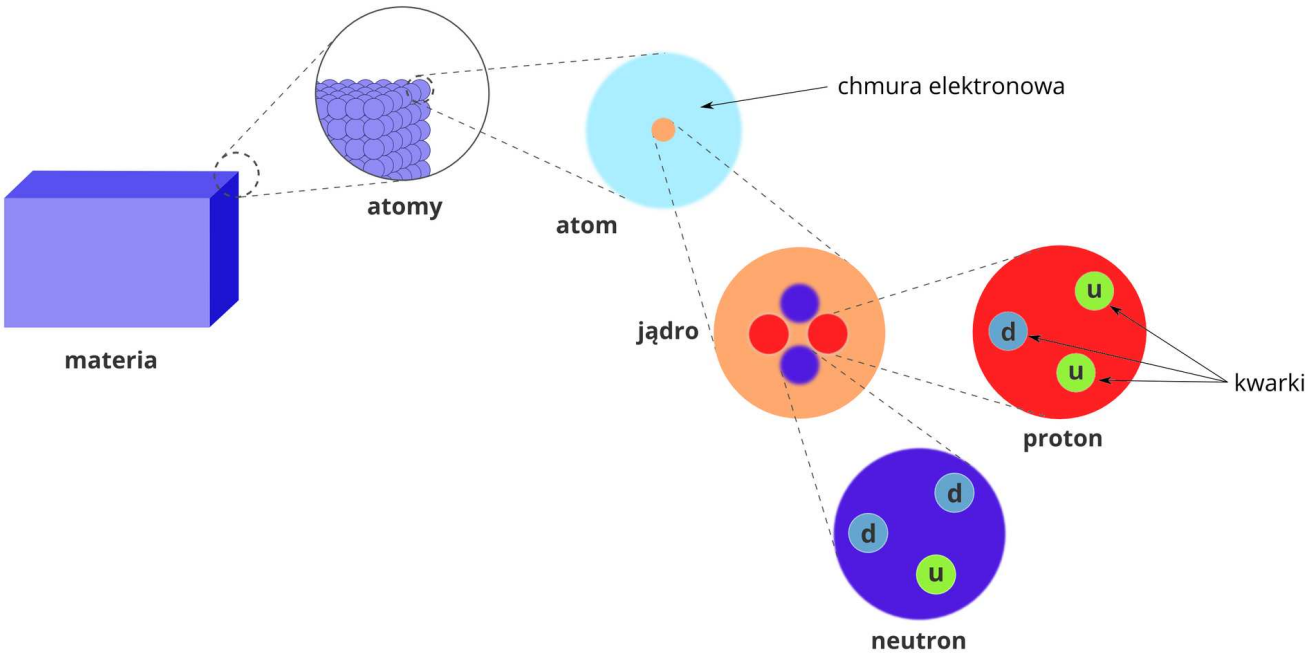
*Ujemny ładunek elektronu i dodatni ładunek protonu mają tę samą wartość bezwzględną (różnią się tylko znakami). Ustalono, że ładunek ujemny elektronu jest elementarnym ładunkiem ujemnym. Zatem proton ma elementarny ładunek dodatni.



Źródło: Krzysztof Jaworski, licencja: CC BY 3.0.

Ciekawostka

Czy składniki atomu są niepodzielne?
Obecny stan wiedzy pozwala nam powiedzieć, że elementarnymi składnikami materii są dwa rodzaje cząstek: leptony i kwarki. Nie wiemy, czy cząstki te mają strukturę wewnętrzną. Elektron należy do leptonów, jest niepodzielny, czyli nie ma wewnętrznej struktury. Natomiast neutrony i protony są zbudowane z kwarków. Znaleziono dowody na istnienie sześciu rodzajów kwarków. Każdemu z kwarków fizycy nadali angielskie nazwy, nawiązujące bardziej do życia codziennego niż do świata nauki. W języku polskim nazwy te brzmią: ***górny*** (u), ***dolny*** (d), ***dziwny*** (s), ***powabny*** (c), ***niski*** (***spodni***) (b), ***wysoki*** (t). Kwarki nie istnieją samodzielnie w przyrodzie, a tylko w grupie, tworząc inne cząstki. Dwa z nich (górny i dolny) biorą udział w tworzeniu nukleonów.



Źródło: Krzysztof Jaworski, licencja: CC BY 3.0.

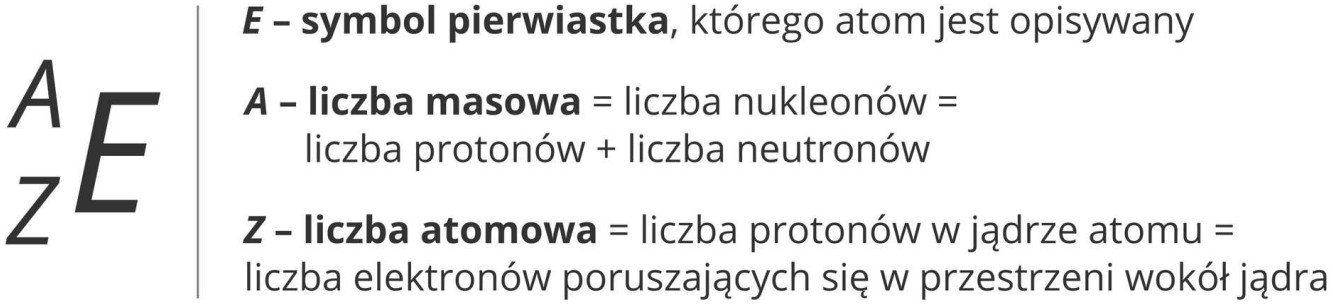
3. Opisujemy atomy

Aby opisać atom, należy podać liczby protonów (lub elektronów) i neutronów wchodzących w jego skład.

Polecenie 1

Spróbuj przedstawić na różne sposoby atom helu, który zawiera dwa elektrony oraz dwa protony i dwa neutrony w jądrze atomowym. Możesz stworzyć model przestrzenny atomu, opisać go słowami lub narysować. Technika prezentacji jest dowolna. Który z tych sposobów okazał się według ciebie najbardziej czytelny?

Atomy można opisywać na różne sposoby, można je narysować, scharakteryzować słownie, przedstawić w tabeli. Choć istnieje wiele sposobów prezentacji budowy atomu, chemicy wykorzystują tylko jeden, to znaczy opisują atomy za pomocą dwóch liczb: atomowej i masowej. Liczba atomowa (Z) to liczba protonów w jądrze, natomiast liczba masowa (A) to liczba nukleonów (suma protonów i neutronów). Liczby te umieszcza się w odpowiedniej kolejności i miejscu przy symbolu pierwiastka. Z lewej strony symbolu w indeksie górnym umieszcza się liczbę masową A, a w indeksie dolnym – liczbę atomową Z: ${}^{A}_{Z}\mathrm{E}$.



Źródło: Krzysztof Jaworski, OpenClips (http://pixabay.com), licencja: CC BY 3.0.

Opis przykładowych atomów pierwiastków za pomocą liczb A i Z

Nazwa pierwiastka	Symbol pierwiastka	Liczba protonów w jądrze	Liczba neutronów w jądrze	Liczba elektronów	Liczba masowa	Licz ato
wodór	H	1		1	1	1
tlen	O	8	8	8	16	8
wapń	Ca	20	20	20	40	20
srebro	Ag	47	60	47	107	47

4. Jak duże są atomy pierwiastków i jaka jest ich masa? Jak możemy wyrażać masę atomów pierwiastków?

Znane są rozmiary i masy atomów. Średnice atomów to wielkości rzędu miliardowej części metra (10^{-9} m), a ich masy stanowią niewyobrażalnie małą część grama (10^{-24} g). Atomy należące do różnych pierwiastków różnią się pod względem masy i wielkości. Najlżejszy z nich, atom wodoru, ma masę około $1{,}66 \cdot 10^{-24}$ g (0,000000000000000000000000166 g), a jego promień wynosi 30 pm (0,00000000003 m). Najcięższy z istniejących na Ziemi atomów – atom uranu – ma masę $3{,}95 \cdot 10^{-22}$ g (0,000000000000000000000395 g), a jego promień równa się 138 pm (0,000000000138 m).

W codziennej pracy chemik rzadko wykorzystuje wiedzę dotyczącą wielkości atomów, natomiast częściej bierze pod uwagę ich masę. W tym wypadku posługiwanie się wielkościami, które mają małe wartości, jest bardzo niewygodne. Dokonywanie operacji matematycznych na tak małych liczbach może prowadzić do pomyłki i otrzymania niewłaściwego wyniku. Dlatego chemicy w opisie masy atomów posługują się wielkością zwaną atomową jednostką masy lub unitem którą oznaczają symbolem ***u***. Jej wartość wynosi 0,000000000000000000000000166 g ($1{,}66 \cdot 10^{-24}$ g).

Masę atomu pierwiastka, którą wyrazimy za pomocą tej jednostki, nazywa się masą atomową.

> **jednostka masy atomowej**
>
> atomowa jednostka masy, unit [u] – jednostka masy wykorzystywana do określania względnych mas atomów (tzw. mas atomowych), liczbowo równa $1{,}66 \cdot 10^{-24}$ g

Masa atomowa wodoru wynosi około 1 u, co oznacza, że rzeczywista masa atomu wodoru jest równa liczbowo jednemu unitowi, czyli 0,00000000000000000000000166 g ($1{,}66 \cdot 10^{-24}$ g).

Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Źródło: Marcin Sadomski, licencja: CC BY 3.0.

Nagranie prezentuje proces obliczania masy atomowej helu. Rozpoczyna je plansza z napisem: Wyraź masę atomu helu w atomowych jednostkach masy, jeśli masa atomu helu wyrażona w gramach wynosi 6,644 razy 10 do minus dwudziestej czwartej potęgi gramów. Następuje zmiana ujęcia, z lewej strony na czarnym tle pojawia się zielony kwadrat wycięty z układu okresowego pierwiastków, prezentujący Hel. Jest tam nazwa pierwiastka, symbol He, liczba atomowa 2 oraz liczba masowa 4,0. Ta czarna kolumna z informacjami o pierwiastku pozostaje widoczna aż do końca filmu. Pierwsze wyświetlane na ekranie informacje dotyczą jednostki 1 unit wynoszącej 1,66 razy 10 do minus dwudziestej czwartej potęgi gramów oraz masy helu wynoszącej 6,644 razy 10 do minus dwudziestej czwartej potęgi gramów. Pojawia się informacja: Sprawdzamy, ile unitów mieści się w masie atomu helu. W tym celu dzielimy masę atomu helu wyrażoną w gramach przez atomową jednostkę masy. Pojawia się równanie o którym mowa w opisie, a jego wynik to 4,002 unity. Pojawia się podsumowanie: Otrzymujemy wynik - masę atomową helu, czyli masę atomu helu wyrażoną w atomowych jednostkach masy.

Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Źródło: Marcin Sadomski, licencja: CC BY 3.0.

Nagranie prezentujące proces obliczania masy atomów węgla w gramach. Forma prezentacji podobna do poprzedniej, z czarnym paskiem po lewej stronie, na którym znajduje się wycinek układu okresowego pierwiastków opisujący węgiel, symbol C, liczba atomowa 6, liczba masowa 12,0. Film rozpoczyna plansza z napisem: Oblicz, jaka jest masa jednego atomu węgla wyrażona w gramach, jeśli jego masa atomowa wynosi 12 unitów. Następuje zmiana ujęcia, wyświetlane są dane wstępne: masa jednego unitu, czyli 1,66 razy 10 do minus dwudziestej czwartej potęgi gramów oraz masa atomowa węgla, czyli 12 unitów. Pojawia się komunikat Aby obliczyć masę atomu węgla wyrażoną w gramach należy jego masę atomową 12 unitów pomnożyć przez masę jednego unitu. Pojawia się równanie mnożenia, a następnie wynik 19,92 razy 10 do minus dwudziestej czwartej potęgi gramów. Napis podsumowujący głosi: Otrzymujemy wynik - masę atomu węgla wyrażoną w gramach.

Masę cząstek subatomowych można także wyrazić w atomowych jednostkach masy. Okazuje się, że masy protonu i neutronu są równe około 1 u. Masa elektronu jest znacznie mniejsza od masy protonu i neutronu.

Cząstki subatomowe wchodzące w skład atomów

Nazwa	**Symbol**	**Ładunek**	**Masa [u]**
elektron	e (e^-)	-1	$\frac{1}{1837}$
proton	p (p^+)	1	1
neutron	n (n)		1

Podsumowanie

- Podstawowym elementem materii jest atom.
- Atom jest zbudowany z jądra i poruszających się wokół niego elektronów (ujemnie naładowanych cząstek).
- Jądro atomowe zajmuje centrum atomu i składa się z nukleonów, którymi są protony (cząstki o ładunku dodatnim) i neutrony (cząstki, które nie posiadają ładunku elektrycznego).
- W jądrze atomowym jest skupiona prawie cała masa atomu.
- Liczba elektronów i protonów w atomie jest jednakowa.
- Atomy opisuje się za pomocą liczby masowej (A) i liczby atomowej (Z) – ${}^{A}_{Z}E$.
- Liczba atomowa to liczba protonów w jądrze atomu.
- Liczba masowa to suma liczby protonów i liczby neutronów w jądrze atomu.
- Jednostką masy atomowej jest unit [u], a jego wartość wynosi $1{,}66 \cdot 10^{-24}$ g.

Praca domowa

Polecenie 2.1

Dany jest zbiór atomów:

- $^{27}_{13}\mathrm{Al}$
- $^{21}_{10}\mathrm{Ne}$
- $^{24}_{12}\mathrm{Mg}$

Wskaż atom, który:

1. ma najmniejszą masę,
2. ma najmniej protonów,
3. ma największą liczbę neutronów.

Polecenie 2.2

Dowiedz się i wyjaśnij, dlaczego nie można zobaczyć atomów za pomocą mikroskopu optycznego.

Polecenie 2.3

Oblicz długość promienia atomu, którego jądro miałoby średnicę taką jak najmniejsza planeta naszego Układu Słonecznego. Czy promień tego hipotetycznego atomu byłby większy, czy mniejszy niż odległość między Słońcem a najdalszą planetą naszego Układu Słonecznego?

Słowniczek

atom

> najmniejsza część pierwiastka chemicznego, zachowująca jego właściwości

Biogram John Dalton (czyt. dżon dalton) nie istnieje

Utwórz biogram

> **elektron**
>
> trwała cząstka elementarna o ładunku ujemnym (elementarnym ładunku ujemnym); składnik atomu, zajmuje obszar w przestrzeń wokół jądra
> **jądro atomowe**
>
> centralna część atomu, zbudowana z jednego lub więcej protonów i neutronów (nie wszystkie jądra atomowe zawierają neutrony); stanowi niewielką część objętości całego atomu; w jądrze skupiona jest prawie cała masa atomu
> **liczba atomowa**
>
> liczba protonów w jądrze atomowym (równa liczbie elektronów)
> **liczba masowa**
>
> liczba nukleonów, równa sumie liczby protonów i liczby neutronów
> **neutron**
>
> cząstka bez ładunku elektrycznego, składnik jądra atomowego
> **nukleony**
>
> składniki jądra atomowego; zaliczają się do nich protony i neutrony
> **proton**
>
> cząstka o elementarnym ładunku dodatnim, składnik jądra atomowego

Zadania

Ćwiczenie 1

Uzupełnij zdania przeciagając elementy z listy.

[ ] rodzaj materii zbudowany jest z drobin. Podstawowym elementem budowy materii jest [ ]. Atomy należące do tego samego pierwiastka mają zawsze [ ] liczbę [ ].

atom | jednakową | pierwiastek | neutronów | woda | różną | Każdy | protonów | Nie każdy

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 2

Dopasuj do nazwisk znanych postaci opisy dokonanych przez nich odkryć. Przeciagnij pasujące sformułowania we właściwe miejsce.

John Dalton

[ ]

Demokryt z Abdery

[ ]

Twierdził, że wszystkie atomy są kuliste.

Użył po raz pierwszy pojęcia atom do opisu budowy materii.

Był przekonany, że materia składa się z atomów, które są nie tylko różnej wielkości, ale i różnych kształtów.

Uważany jest za twórcę naukowej atomistyki.

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 3

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 4

Wskaż właściwy opis atomu żelaza, jeśli w jego jądrze znajdują się trzydzieści trzy neutrony, a w przestrzeni wokół jądra porusza się dwadzieścia sześć elektronów.

- ○ $^{33}_{26}\mathrm{Fe}$
- ○ $^{26}_{33}\mathrm{Fe}$
- ○ $^{59}_{33}\mathrm{Fe}$
- ○ $^{59}_{26}\mathrm{Fe}$
- ○ $^{26}_{59}\mathrm{Fe}$
- ○ $^{33}_{59}\mathrm{Fe}$

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 5

Poniżej znajdują się różne opisy atomów pierwiastków:
1. Atom zawiera 16 protonów w jądrze i identyczną liczbę elektronów w przestrzeni wokół jądrowej.
2. W jądrze atomu znajduje się osiem protonów, a jego liczba A wynosi 16.
3. Liczba Z atomu ma wartość 16, a liczba nukleonów jest równa 32.
4. Ge_{32}^{74}
Wskaż, które z nich przedstawiają te same atomy.

- ◯ 1, 2
- ◯ 2, 3
- ◯ 1, 3
- ◯ 2, 4
- ◯ 3, 4
- ◯ 1, 4

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 6

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 7

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 8

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 9

Oblicz masę atomu siarki wyrażoną w gramach, jeśli jego masa atomowa wynosi 32 u.

- ◯ $9{,}638 \cdot 10^{-23}\ \mathrm{g}$
- ◯ $1{,}600 \cdot 10^{-23}\ \mathrm{g}$
- ◯ $5{,}312 \cdot 10^{-23}\ \mathrm{g}$

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 10

Wyraź masę atomu azotu w unitach, jeśli jego masa wyrażona w gramach wynosi $2{,}324 \cdot 10^{-23}\mathrm{g}$.

- ◯ 7 u
- ◯ 14 u
- ◯ 4 u

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Elektrony w atomie

Czy elektrony w atomie mogą poruszać się w dowolnej przestrzeni wokół jądra? Czy natura dopuszcza możliwość zderzenia się elektronów w atomie?

Już wiesz

- że elementami tworzącymi atom są: elektrony, protony, neutrony;
- że centralną część atomu (jądro atomowe) tworzą nukleony (protony i neutrony);
- że elektrony znajdują się w przestrzeni wokół jądra atomowego;
- że w atomie liczba protonów jest równa liczbie elektronów.

Nauczysz się

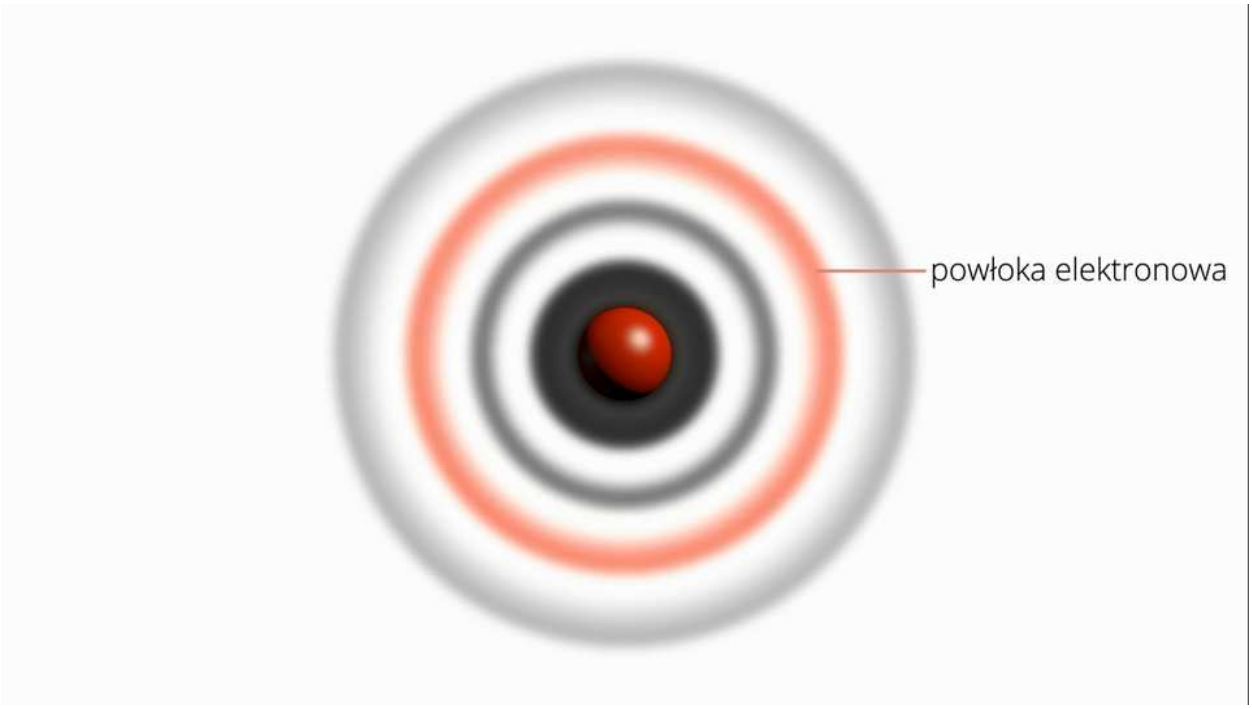
- oznaczać powłoki elektronowe w atomie;
- określać maksymalną liczbę elektronów tworzących poszczególne powłoki elektronowe atomu;
- opisywać rozmieszczenie elektronów w atomie;
- wskazywać elektrony walencyjne.

1. Czy elektrony w atomie poruszają się w dowolnym miejscu przestrzeni wokółjądrowej?

Elektrony zajmują w atomie przestrzeń wokół jądra. Poruszają się w niej z dużą szybkością i w różnych kierunkach. Mówi się o nich, że tworzą chmurę elektronową.

Przestrzeń w atomie zajmowana przez elektrony jest ogromna w stosunku do objętości, jaką zajmuje jądro atomowe. Jednak nie oznacza to, że każdy z elektronów porusza się swobodnie w każdym punkcie tej przestrzeni. Okazuje się bowiem, że elektrony poruszają się tylko w ograniczonych obszarach. Obszary te nazwane zostały **powłokami elektronowymi**. W ich obrębie elektrony poruszają się z dużą szybkością i we wszystkich kierunkach. Liczba powłok elektronowych w atomach jest różna i uzależniona od liczby elektronów. Największe znane nam atomy mają siedem powłok, a najmniejsze – jedną.

Elektrony poruszające się na różnych powłokach różnią się energią. Im bliżej jądra atomowego znajduje się elektron, tym ma niższą energię. I przeciwnie – im dalej od jądra atomowego znajduje się elektron, tym jego energia jest wyższa.



Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Źródło: Tomorrow Sp. z o.o., Marcin Sadomski, Kevin MacLeod (http://incompetech.com), licencja: CC BY 3.0.

Film zaczyna się od ujęcia przestrzeni wypełnionej szczelnie szarymi kulkami symbolizującymi atomy. Następuje zbliżenie na jedną z takich kulek. Kulka zamienia się na schemat atomu z czarnym jądrem i szarą przestrzenią wokół niego, która na krawędzi przechodzi w biel. Pojawia się animacja strzałki okrążającej szarą przestrzeń zgodnie z ruchem wskazówek zegara. Strzałka ta odsłania spod szarej zasłony obraz czerwonej kuli w środku oznaczonej jako jądro i naprzemienne otaczające ją białe i szare pierścienie oznaczone jako powłoki elektronowe. Następuje oddalenie od atomu i zaznaczenie siedmiu szarych, ale coraz jaśniejszych wraz ze wzrostem liczby powłok elektronowych. Pierścień, czyli powłoka numer 1 jest najbliżej jądra, a powłoka numer 7 najdalej. Ponowne zbliżenie na jądro atomu, tym razem widoczne są cztery powłoki elektronowe. Do każdej z nich prowadzi strzałka podpisana tekstem Elektrony o podobnej energii. Cały schemat nosi podpis Energia elektronu. Podpis znika, a pomiędzy powłokami pojawiają się małe czerwone znaki nierówności skierowane czubkiem do wnętrza atomu. Następuje oddalenie widoku połączone z zaznaczeniem wszystkich siedmiu powłok elektronowych. Pojawia się gruba czerwona strzałka skierowana od jądra atomu w kierunku zewnętrznym i podpisana Energia elektronu rośnie.

Powłoki elektronowe nie mają fizycznego odzwierciedlenia w budowie atomu. To przede wszystkim energia danego elektronu oraz obecność pozostałych elektronów decydują, w jakim obszarze wokół jądra będzie się on poruszał. W przestrzeni wokół jądra nie ma żadnych fizycznych barier, które utrzymywałyby elektron na określonej powłoce.

2. Ile elektronów może znajdować się na powłokach?

Powłokom elektronowym w atomie nadano symbole literowe od K do Q. Powłoka najbliżej jądra (pierwsza) oznaczona jest literą K. Następne to: L, M, N, O, P, Q.

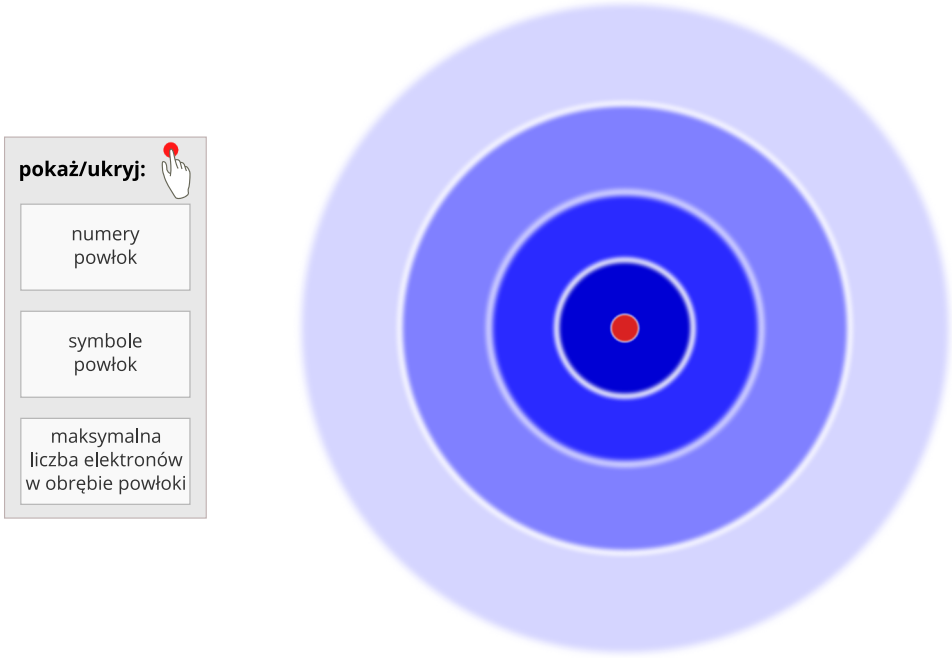
Powłoki elektronowe

Kolejność powłok (odległość od jądra)	**pierwsza**	**druga**	**trzecia**	**czwarta**	**piąta**	**szósta**	**siódma**
Symbol powłoki	K	L	M	N	O	P	Q

Na każdej z powłok może znajdować się określona liczba elektronów. Na przykład na pierwszej powłoce mogą przebywać tylko dwa elektrony, a na trzeciej – osiemnaście. Im dalej od jądra atomu znajduje się powłoka, tym więcej elektronów może pomieścić. Maksymalną liczbę elektronów, jaka może znajdować się na powłoce, opisuje wzór: $\mathbf{2n^2}$, w którym **n** oznacza numer powłoki.

Liczby elektronów przypisane powłokom

Numer powłoki (n)	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Symbol powłoki elektronowej	K	L	M	N	O	P	Q
Maksymalna liczba elektronów na powłoce ($2n^2$)	2	8	18	32	50	72	98



Źródło: Krzysztof Jaworski, OpenClips (http://pixabay.com), licencja: CC BY 3.0.

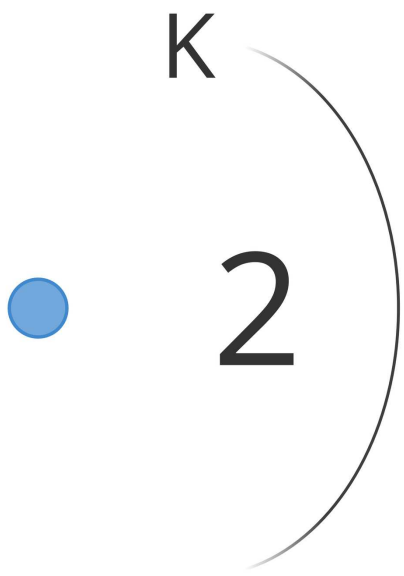
3. Jak rozmieszczone są elektrony w atomie?

Rozmieszczenie elektronów na poszczególnych powłokach nazywa się konfiguracją elektronową. Jej zapis poznamy na przykładach. Przedstawienie konfiguracji elektronowej atomu rozpoczniemy od atomu helu, który ma dwa elektrony. Te dwa elektrony mogą przebywać na pierwszej powłoce K. Tę informację możemy zaprezentować na kilka sposobów. Przedstawiono je w tabeli 3.

Sposoby prezentacji konfiguracji elektronowej

Sposób prezentacji	**Konfiguracja elektronowa atomu helu**	**Ogólne zasady zapisu**
zapis z użyciem nawiasów kwadratowych	[2]	W nawiasie kwadratowym wymieniamy kolejno liczby elektronów znajdujących się na powłokach: pierwszej, drugiej i kolejnych. Liczby te oddzielamy przecinkami.
zapis z użyciem symboli powłok	K^2	Podajemy symbole zajętych przez elektrony powłok. Z prawej strony każdego symbolu, w indeksie górnym, zapisujemy liczbę elektronów znajdujących się na powłoce.

Zapis w postaci schematu



Źródło: Krzysztof Jaworski, licencja: CC BY 3.0.

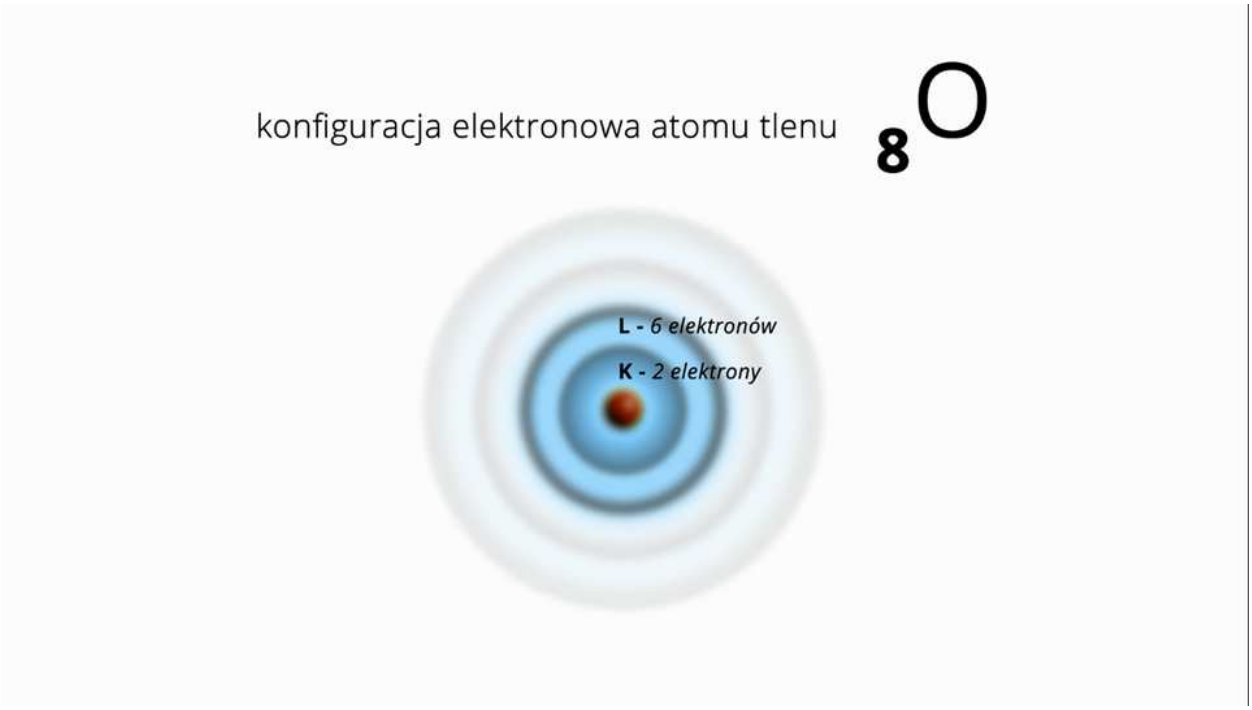
Rysujemy schemat, na którym zaznaczamy jądro atomu i kolejne zapełnione przez elektrony powłoki. Wpisujemy symbole powłok i liczby przypisanych im elektronów.

Polecenie 1

Zastanów się i odpowiedz, która z liczb: atomowa czy masowa jest niezbędna do określenia konfiguracji elektronowej atomu?

Wskazówka

Zauważ, że do przedstawienia konfiguracji elektronowej atomu konieczna jest znajomość liczby elektronów. A jak pamiętamy, liczba elektronów jest równa liczbie protonów.



Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Źródło: Marcin Sadomski, Kevin MacLeod (http://incompetech.com), Krzysztof Jaworski, Tomorrow Sp. z o.o., licencja: CC BY 3.0.

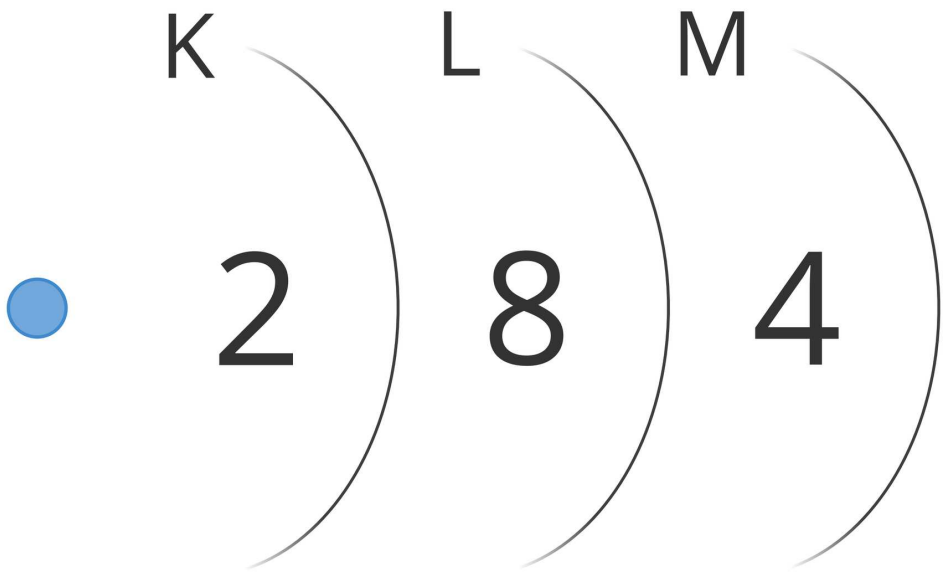
Konfiguracja elektronowa atomu tlenu

Konfiguracja elektronowa atomu krzemu $_{14}Si$

Zapis z użyciem nawiasów kwadratowych
[2,8,4]

Zapis z użyciem symboli powłok
K ^{2}L ^{8}M ^{4}

Zapis w postaci schematu

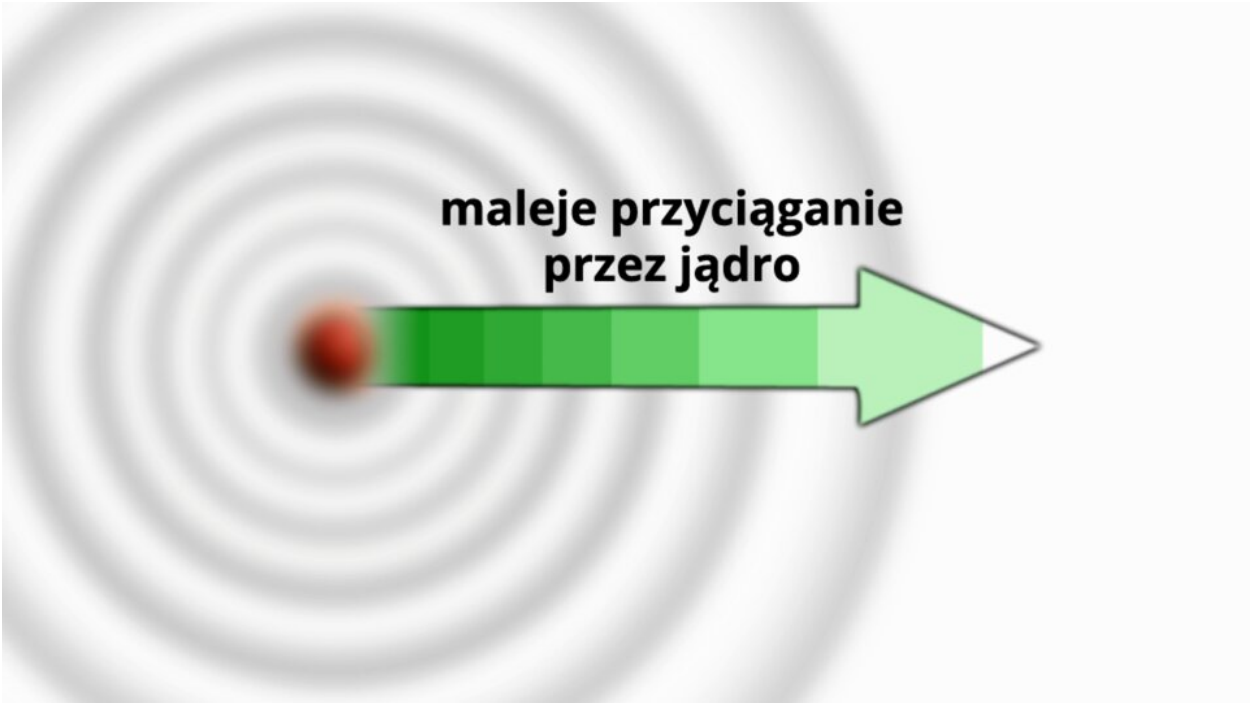


Źródło: Krzysztof Jaworski, licencja: CC BY 3.0.

> **Ważne!**
>
> Zapełnianie powłok 2. (L) i 3. (M) w atomach następuje, gdy niższa powłoka zostanie zapełniona maksymalną liczbą elektronów. W przypadku atomów o liczbie atomowej większej niż 18 reguła ta zazwyczaj nie obowiązuje. Choć na powłoce trzeciej może znaleźć się maksymalnie 18 elektronów, to obsadzanie czwartej powłoki następuje często zanim powłoka trzecia całkowicie się wypełni.
> Zjawisko to obrazują prawidłowo zapisane konfiguracje elektronowe, m.in. następujących atomów pierwiastków chemicznych:
> $_{19}K$ [2, 8, 8, 1]
> $_{20}Ca$ [2, 8, 8, 2]
> $_{21}Sc$ [2, 8, 9, 2]

4. Czy elektrony ostatniej powłoki są ważne?

Elektrony znajdujące się najdalej od jądra atomowego są najsłabiej przez to jądro przyciągane i często oddziałują na elektrony innych atomów. Można o nich w przenośni powiedzieć, że reprezentują atom na zewnątrz. Decydują o właściwościach atomu. Jako jedyne ze wszystkich mają własną nazwę – elektrony walencyjne, a powłoka, na której się znajdują, nazywa się powłoką walencyjną. Atomy mogą mieć różną liczbę elektronów walencyjnych (od jednego do ośmiu).



Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Źródło: Marcin Sadomski, Kevin MacLeod (http://incompetech.com), Krzysztof Jaworski, Tomorrow Sp. z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Elektrony walencyjne

Konfiguracja elektronowa i liczba elektronów walencyjnych przykładowych atomów

Atomy	**Konfiguracja elektronowa**	**Liczba elektronów walencyjnych**
$_{1}H$	K^1	1
$_{7}N$	$K^2\ L^5$	5
$_{14}Si$	$K^2\ L^8\ M^4$	4
$_{18}Ar$	$K^2\ L^8\ M^8$	8

Podsumowanie

- Elektrony w atomie krążą w ściśle określonej przestrzeni wokół jądra (w obszarach zwanych powłokami elektronowymi).
- Każda powłoka może pomieścić ograniczoną liczbę elektronów ($2n^2$, n – numer powłoki).
- Rozmieszczenie elektronów w atomie nazywa się konfiguracją elektronową.

- Ostatnia powłoka w atomie nosi nazwę powłoki walencyjnej, a elektrony poruszające się w jej przestrzeni to elektrony walencyjne.

Praca domowa

Polecenie 2.1

Który z opisanych atomów ma największą liczbę elektronów walencyjnych? Podaj tę liczbę.

Tabela do zadania

Numer atomu	**1**	**2**	**3**	**4**
Opis atomu	$^{20}_{10}\mathrm{Ne}$	atom sodu zawierający w jądrze atomowym 11 protonów	$_{6}\mathrm{C}$	liczba masowa atomu = 19 liczba atomowa = 9

Polecenie 2.2

Wśród atomów o liczbie atomowej od 1 do 18 znajdź grupy atomów, które mają jednakową liczbę elektronów walencyjnych. Policz, ile jest takich grup.

Słowniczek

elektrony walencyjne

elektrony poruszające się w zewnętrznej (często położonej najdalej od jądra atomowego; ostatniej) powłoce elektronowej w atomie

konfiguracja elektronowa

rozmieszczenie elektronów w atomie

powłoka walencyjna

powłoka, na której znajdują się elektrony walencyjne, często ostatnia (najbardziej zewnętrzna) powłoka elektronowa w atomie

Zadania

Ćwiczenie 1

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 2

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 3

Wskaż nieprawidłowe zapisy konfiguracji elektronowej dla atomu pierwiastka o liczbie atomowej Z = 18.

- [ ] [2, 2, 8]
- [ ] [8, 8, 2]
- [ ] [2, 8, 8]
- [ ] [1, 8, 2]

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 4

Wskaż zapis, który przedstawia konfigurację elektronową atomu pierwiastka chemicznego o liczbie atomowej 17.

- ◯ $\mathrm{K^8L^2M^7}$
- ◯ $\mathrm{K^7L^8M^2}$
- ◯ $\mathrm{K^7L^{10}}$
- ◯ $\mathrm{K^2L^8M^7}$

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 5

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 6

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 7

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 8

Określ prawdziwość zdań.

	Prawda	Fałsz
Im bliżej jądra znajduje się dana powłoka elektronowa w atomie, tym więcej elektronów może ją tworzyć.	◯	◯
Zapis [2, 8, 2] przedstawia konfigurację elektronową atomu, który zawiera dwanaście elektronów.	◯	◯
Tylko w przypadku pierwszych dwóch powłok elektronowych obowiązuje reguła, według której elektrony mogą tworzyć kolejną powłokę dopiero po wypełnieniu powłoki niższej maksymalną liczbą elektronów.	◯	◯
Elektrony walencyjne znajdują się zawsze na pierwszej od jądra atomowego powłoce elektronowej.	◯	◯

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 9

Uzupełnij luki w tekście. Wybierz właściwe określenie z listy.

Każdy elektron w atomie porusza się w [ ] przestrzeni wokół jądra.

Im elektron znajduje się na powłoce bliżej jądra atomowego, tym ma [ ] energię.

Umowny zapis przedstawiający rozmieszczenie elektronów w atomie nazywa się [ ] elektronową.

Pierwsza powłoka może pomieścić maksymalnie [ ], trzecia zaś [ ].

osiemnaście elektronów | lokalizacją | osiem elektronów | dwa elektrony | wyższą | dwa elektrony | osiemnaście elektronów | osiem elektronów | ściśle określonej | konfiguracją | niższą | całej

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Układ okresowy pierwiastków

Ze wszystkich sposobów prezentacji pierwiastków chemicznych tylko jeden zyskał ogromną popularność i jest stosowany w tej samej formie na całym świecie. Jego fenomen polega na tym, że nawet jeśli nie znamy pierwiastka, a wiemy, w którym miejscu tej tabeli się znajduje, jesteśmy w stanie wiele powiedzieć na temat jego właściwości.

> **Już wiesz**
>
> - że podstawowym składnikiem materii jest atom;
> - co to jest liczba atomowa;
> - co to jest masa atomowa;
> - jakie są symbole i nazwy pierwiastków;
> - że pierwiastki dzielą się na metale i niemetale.
>
> **Nauczysz się**
>
> - interpretować prawo okresowości;
> - opisywać budowę układu okresowego (wskazywać grupy i okresy);
> - określać położenie pierwiastka w układzie okresowym;
> - wskazywać metale i niemetale w układzie okresowym;
> - odczytywać z układu okresowego podstawowe informacje o pierwiastku (liczbę atomową, masę atomową, rodzaj pierwiastka).

1. Jak klasyfikowano pierwiastki?

XIX wiek to czas, kiedy uczeni znali już kilkadziesiąt pierwiastków chemicznych. Były one przez nich zbadane i opisane. Ówcześni naukowcy zauważyli, że wśród pierwiastków są takie, które wykazują podobne właściwości. Poszukiwali więc klucza, według którego mogliby je uporządkować i sklasyfikować. Zauważyli wtedy, że jeśli ułoży się pierwiastki w szeregu zgodnie ze wzrastającą masą atomową, to na początku co ósmy, a potem co osiemnasty pierwiastek wykazuje podobne cechy. To spostrzeżenie pozwoliło jednemu z uczonych sformułować ogólne prawo, które nazwano prawem okresowości (na cześć twórcy Dymitra Mendelejewa – prawem okresowości Mendelejewa).

> **Prawo: Prawo okresowości**
>
> właściwości pierwiastków chemicznych uszeregowanych według rosnącej liczby atomowej powtarzają się okresowo

Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Źródło: Marcin Sadomski, Kevin MacLeod (http://incompetech.com), Carl August Schwerdgeburth (https://commons.wikimedia.org), DALIBRI (https://commons.wikimedia.org), Serge Lachinov (https://commons.wikimedia.org), nn. (https://commons.wikimedia.org), Amitchell125 (https://commons.wikimedia.org), Dimitri Mendeleev (https://commons.wikimedia.org), Krzysztof Jaworski, Tomorrow Sp. z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Długa droga do systematyki pierwiastków

Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Źródło: Marcin Sadomski, Kevin MacLeod (http://incompetech.com), Krzysztof Jaworski, Tomorrow Sp. z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Film rozpoczyna tablica z symbolami różnych pierwiastków ułożonych przypadkowo. Na ekranie pojawia się napis: Uporządkowanie pierwiastków według wzrastającej masy

atomowej i w tym samym momencie symbole zaczynają się układać w kolejności swoich liczb atomowych: od wodoru po lewej stronie, po mangan po prawej, łącznie 22 pierwiastki. Symbole w tej kolejności zjeżdżają na dół ekranu, a nad nimi pojawia się układ współrzędnych z osią poziomą oznaczoną jako masa atomowa w unitach, a osią pionową oznaczoną: promień atomu w pikometrach. Pojawia się napis Wykres przedstawiający zależność promieni atomowych od masy atomowej pierwiastków i na układ współrzędnych naniesione zostają pozycje dla wszystkich dwudziestu dwóch pierwiastków. Poza wodorem, który odstaje wyraźnie w lewym dolnym rogu wykresu, wszystkie punkty tworzą trzy wyraźne grupy po siedem pierwiastków. Punkty tych grup układają się w krzywe o kształtach zbliżonych do hiperbol. Pojawia się czerwona linia łącząca po kolei ze sobą wszystkie atomy. Okazuje się, że ma regularny, zębaty kształt. Pod wykresem pojawia się napis: Właściwości pierwiastków uporządkowanych według wzrastających mas atomowych zmieniają się okresowo.

---

2. Jak zbudowany jest układ okresowy pierwiastków?

Układ okresowy pierwiastków to zestawienie w tabeli wszystkich pierwiastków chemicznych, uporządkowanych według rosnącej liczby atomowej. Pierwiastki są pogrupowane według cyklicznie powtarzających się podobieństw ich właściwości. Kolumny określa się mianem grup, a wiersze – mianem okresów. Grupy i okresy są ponumerowane.

Zasób interaktywny dostępny pod adresem https://zpe.gov.pl/a/DRTasMCl1

Źródło: Michał Szymczak, licencja: CC BY 3.0.

> **Polecenie 1**
>
> Zastanów się, jaką minimalnie liczbę parametrów należy podać, aby określić położenie pierwiastka w układzie okresowym? Na ile sposobów można opisać miejsce pierwiastka w tej tabeli?
>
> > **Wskazówka**
> >
> > Weź pod uwagę to, jak uporządkowane są pierwiastki w układzie okresowym. Czy kiedykolwiek grałeś w statki? Jeśli tak, to przypomnij sobie, w jaki sposób podawało się podczas gry położenie celu.

Jaką formę może przyjąć układ okresowy?

Niektórzy uczeni opracowali układy okresowe o różnych kształtach. Jednak sposób prezentowania pierwiastków w formie tabeli jest najpowszechniej stosowany. Został on zaakceptowany przez Międzynarodową Unię Chemii Czystej i Stosowanej – *The International Union of Pure and Applied Chemistry*, skrót **IUPAC** – (czyt. internaszional junion of piure and aplajd kemistry) organizację zajmującą się między innymi ujednolicaniem symboliki, nazewnictwa i wzorów stosowanych przez chemików na całym świecie.

Najprostsza wersja układu okresowego zawiera ponumerowane symbole pierwiastków chemicznych, numery grup i okresów. Istnieją jednak i takie jego wersje, które prezentują inne dodatkowe informacje (np. nazwy pierwiastków i ich właściwości, budowę ich atomów, wielkość atomów itp.). Niezależnie od tego, ile informacji o pierwiastkach zawierają układy okresowe, to zawsze kolejność pierwiastków, liczba grup oraz rodzaj pierwiastków w grupie i okresie w każdym układzie okresowym są identyczne.

3. Co łączy pierwiastki należące do jednej grupy?

Czy grupy mają swoje nazwy?

Wszystkim grupom nadano nazwy, które pochodzą od nazw pierwiastków znajdujących się na początku grupy. Pierwiastki należące do tej samej grupy mają podobne właściwości.

Wyjątkiem jest wodór. Chociaż jest położony w grupie metali, to w rzeczywistości nie należy do żadnej z grup.

Zasób interaktywny dostępny pod adresem https://zpe.gov.pl/a/DRTasMCl1

Źródło: Michał Szymczak, licencja: CC BY 3.0.

4. Jak układ okresowy odzwierciedla podział pierwiastków na metale i niemetale?

Układ okresowy można umownie podzielić na dwie części. Pierwiastki na lewo od tej linii (oprócz wodoru) są metalami, na prawo zaś znajdują się niemetale.

Zasób interaktywny dostępny pod adresem https://zpe.gov.pl/a/DRTasMCl1

Położenie metali i niemetali w układzie okresowym

Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

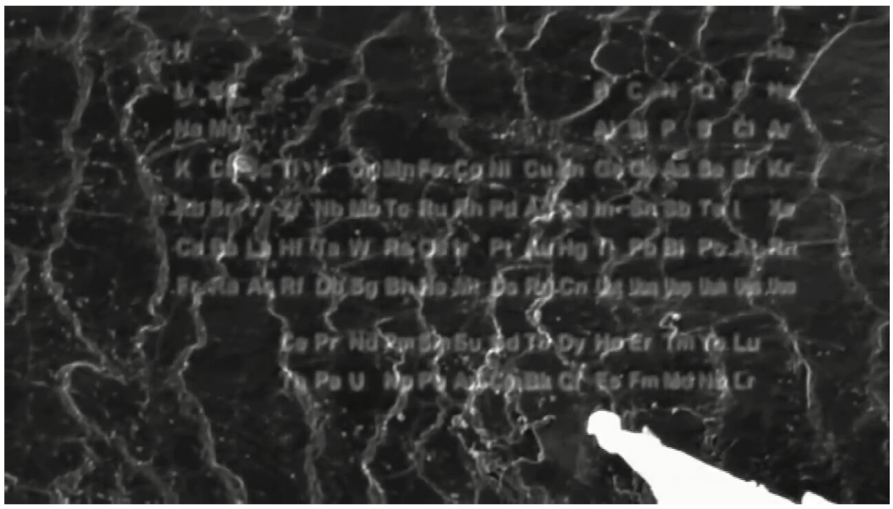
Źródło: Marcin Sadomski, Kevin MacLeod (http://incompetech.com), Krzysztof Jaworski, Tomorrow Sp. z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Prezentację rozpoczyna plansza z napisem: Jakie informacje o tlenie można uzyskać z układu okresowego? Pojawia się obraz układu okresowego w którym wyróżnione zostaje pole zawierające informacje o tlenie. Wyróżnione zostają również szesnasta grupa i drugi okres, gdzie pierwiastek ten się znajduje. Po lewej stronie pojawia się czarne pole, na którym znajduje się kwadrat z informacjami o tlenie wycięty z układu okresowego, zawierający nazwę i symbol pierwiastka, liczbę atomową 8 i liczbę masową 16, a także strzałki pozioma i pionowa z liczbami odpowiednio 16 i 2 symbolizujące grupę i okres pierwiastka. Układ okresowy z prawej stronie znika, a pojawia się stopniowo lista

właściwości możliwych do odczytania z układu okresowego: okres 2, grupa 16, z 8, masa atomowa 16 oraz to, że tlen jest niemetalem.

Ciekawostka

Najmniejszy układ okresowy świata – wyczyn wpisany do Księgi rekordów Guinnessa (czyt. ginesa)
Naukowcy w Wielkiej Brytanii zapisali na ludzkim włosie cały układ okresowy pierwiastków. Użyli do tego bardzo precyzyjnych narzędzi (m.in. specjalnego rodzaju mikroskopu) i otrzymali układ o wymiarach 89,67 na 46,39 mikrometrów. Jak wiemy, 1 mikrometr odpowiada jednej tysięcznej milimetra. Tego układu okresowego nie bylibyśmy w stanie zobaczyć nieuzbrojonym w odpowiedni sprzęt okiem.



Źródło: Periodic Videos (https://www.youtube.com), licencja: CC BY 3.0.

Podsumowanie

- Układ okresowy pierwiastków jest uniwersalnym sposobem prezentacji pierwiastków chemicznych.
- W układzie okresowym pierwiastki (ich symbole) są umieszczone kolejno w tabeli zgodnie z rosnącą liczbą atomową.
- Pionowe kolumny tabeli nazywa się grupami, zaś poziome rzędy – okresami. Wszystkie grupy i okresy są ponumerowane.
- Pierwiastki należące do jednej grupy mają zbliżone właściwości (wyjątkiem jest wodór).

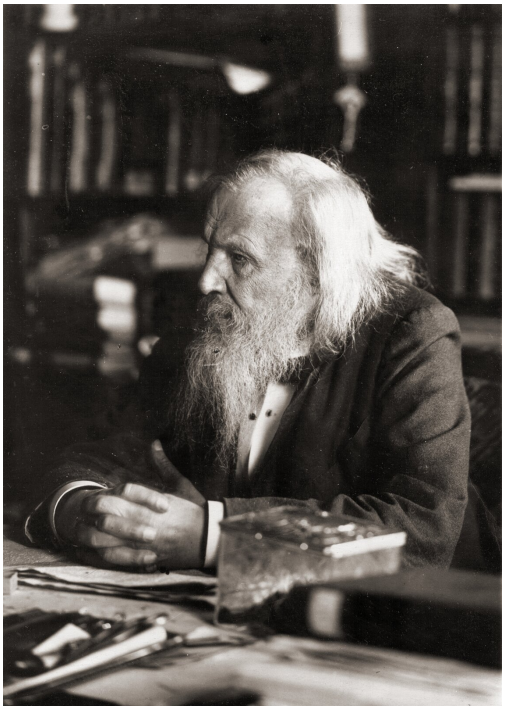
Praca domowa

Polecenie 2.1

Wyszukaj w układzie okresowym następujące pierwiastki:

- pierwiastek z grupy helowców używany do wypełniania niektórych żarówek;
- pierwiastek z grupy borowców stosowany do wyrobu puszek do napojów;
- pierwiastek z drugiej grupy układu okresowego, główny składnik kości.

Słowniczek



Źródło: Serge Lachinov (http://commons.wikimedia.org), Krzysztof Jaworski, public domain.

Dymitr Mendelejew

1834–1907

Rosyjski chemik. Sformułował prawo okresowości pierwiastków, nazywane także na jego cześć prawem okresowości pierwiastków Mendelejewa. Korzystając z tego prawa, sklasyfikował ówcześnie znane pierwiastki chemiczne i stworzył tablicę zwaną układem okresowym pierwiastków. Podczas prac nad systematyką pierwiastków przewidział istnienie i trafnie określił właściwości nieznanych jeszcze wtedy pierwiastków.

układ okresowy pierwiastków

tablica przedstawiająca wszystkie pierwiastki chemiczne, uporządkowane kolejno według rosnącej liczby atomowej, w grupach (obejmujących pierwiastki o podobnych właściwościach) i okresach (w których właściwości pierwiastków zmieniają się stopniowo)

Zadania

Ćwiczenie 1

Zaznacz, które zdania są prawdziwe, a które – fałszywe.

	Prawda	Fałsz
Wszystkie pierwiastki w danym okresie mają podobne właściwości.	◯	◯
Większość metali znajduje się w lewej części układu okresowego.	◯	◯
Pierwiastki należące do tej samej grupy układu okresowego mają jednakową liczbę atomową.	◯	◯
W układzie okresowym jest więcej metali niż niemetali.	◯	◯
W układzie okresowym są grupy, które zawierają zarówno metale, jak i niemetale.	◯	◯

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 2

Uzupełnij puste miejsca w zdaniach, wybierając brakujące elementy z listy.

Układ okresowy pierwiastków przedstawiany jest w formie _____. Kryterium uporządkowania pierwiastków w układzie okresowym jest _____. Pionowe kolumny w układzie okresowym to _____. Poziome rzędy w układzie okresowym to _____. Pierwiastki należące do _____ wykazują podobne właściwości.

liczba atomowa pierwiastka | tej samej grupy | grupy | zbiory | zbiory | wielkość drobin pierwiastka | okresy | listy pierwiastków | zespoły | tabeli | zespoły | grupy | wykresu | alfabet | tego samego okresu | okresy

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 3

Połącz pierwiastki (ich nazwy) z odpowiednim opisem położenia w układzie okresowym.

magnez	numer grupy: 14, numer okresu: 2
chlor	numer grupy: 11, numer okresu: 4
węgiel	numer grupy: 2, numer okresu: 3
miedź	numer grupy: 17, numer okresu: 3

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 4

Określ liczby atomowe pierwiastków na podstawie informacji o ich położeniu w układzie okresowym. Połącz liczby atomowe z odpowiednim opisem położenia.

47	numer grupy: 16, numer okresu: 3
20	numer grupy: 15, numer okresu: 2
16	numer grupy: 11, numer okresu: 5
7	numer grupy: 2, numer okresu: 4

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 5

Podziel podane pierwiastki na metale i niemetale. Przyporządkuj pierwiastki do odpowiednich kategorii.

metale

niemetale

azot | ołów | sód | złoto | chlor | hel | cyna | srebro | potas | miedź | jod | krzem | neon | tlen | węgiel | wodór

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Wstaw w odpowiednie miejsca tabeli symbole pierwiastków należących do 15. grupy układu okresowego, uwzględniając ich podział na metale i niemetale.

Ćwiczenie 6.1

Zasób interaktywny dostępny pod adresem https://zpe.gov.pl/a/DRTasMCl1

Źródło: Michal Szymczak, Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

Budowa atomu a położenie pierwiastka w układzie okresowym

Czy układ okresowy może nam podpowiedzieć, jak zbudowane są atomy pierwiastków?

Już wiesz

- że pierwiastki są uporządkowane w układzie okresowym według wzrastającej liczby atomowej;
- że elektrony w atomie są rozmieszczone na powłokach;
- że zapis przedstawiający rozmieszczenie elektronów w atomie nazywa się konfiguracją elektronową;
- że elektrony na ostatniej powłoce są nazywane elektronami walencyjnymi.

Nauczysz się

- określać liczbę elektronów walencyjnych w atomach pierwiastków leżących w grupach: 1., 2. i 13.–18.;
- wyznaczać liczbę powłok w atomach pierwiastków na podstawie numeru okresu;
- że pierwiastki należące do jednej grupy mają podobne właściwości, a pierwiastki z tego samego okresu nie wykazują charakterystycznych podobieństw.

1. Co można powiedzieć na temat budowy atomu pierwiastka na podstawie numeru grupy, do której należy?

Układ okresowy obok niezbędnych liczb atomowych i symboli pierwiastków może zawierać także inne informacje. Ten przedstawiony poniżej opisuje konfiguracje elektronowe pierwiastków.

Polecenie 1

Wyszukaj w układzie okresowym zbiory pierwiastków, których atomy mają jednakową liczbę elektronów walencyjnych. Czy można znaleźć prawidłowość między liczbą elektronów walencyjnych a położeniem pierwiastka w układzie okresowym?

Zasób interaktywny dostępny pod adresem https://zpe.gov.pl/a/DXaqV7itq

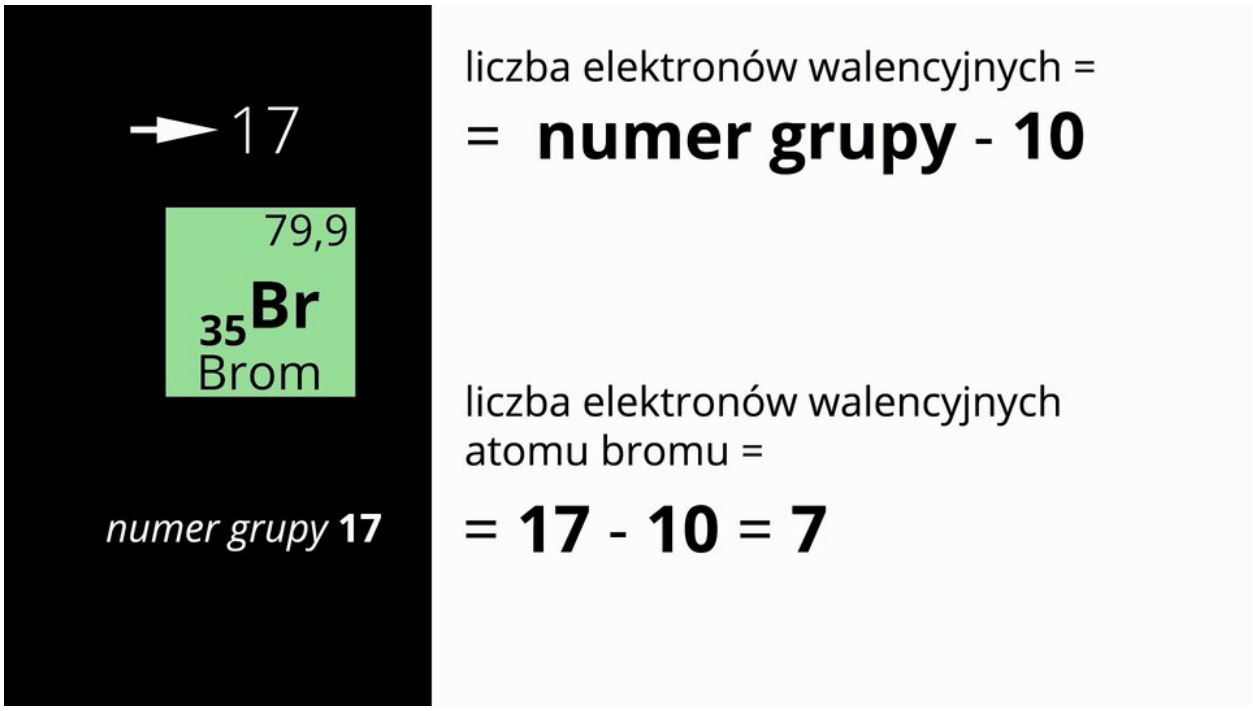
Źródło: Michał Szymczak, licencja: CC BY 3.0.

Po dokładnym zapoznaniu się z danymi zawartymi w układzie okresowym pierwiastków można dostrzec, że w obrębie niektórych grup pierwiastki mają jednakową liczbę elektronów na ostatniej powłoce. To spostrzeżenie dotyczy grup: 1., 2., 4., 13., 14., 15., 16., 17. i częściowo 18. W grupach: 3. i od 5. do 12. liczba tych elektronów w atomach pierwiastków jest różna.

Liczba elektronów na ostatniej powłoce w atomach pierwiastków leżących

Grupa	**1.**	**2.**	**3.**	**4.**	**5.**	**6.**	**7.**	**8.**	**9.**	**10.**
Liczba elektronów na ostatniej powłoce	1	2	różna	2	różna	różna	różna	różna	różna	różna

Elektrony walencyjne pełnią szczególną funkcję we wzajemnych oddziaływaniach atomów. Dlatego często przydaje się wiedza na temat ich liczby. W przypadku atomów pierwiastków z grup: 1., 2. oraz 13.–18. elektronami walencyjnymi są elektrony znajdujące się na ostatniej powłoce. Informacje na temat ich liczby można uzyskać z układu okresowego. W przypadku grupy 1. i 2. liczba elektronów walencyjnych jest równa numerowi grupy, natomiast w grupach od 13. do 18. liczbę tę można otrzymać po odjęciu liczby 10 od numeru grupy. W grupie 18. powyższa zasada nie dotyczy helu – jego atomy mają tylko 2 elektrony, które zarazem są elektronami walencyjnymi.



Film dostępny pod adresem https://zpe.gov.pl/a/DXaqV7itq

Źródło: Marcin Sadomski, Bożena Karawajczyk, Kevin MacLeod (http://incompetech.com), Tomorrow Sp. z o.o., Krzysztof Jaworski, licencja: CC BY 3.0.

Film rozpoczyna ujęcie planszy z napisem Jaka jest liczba elektronów walencyjnych w atomie bromu? Pojawia się obraz układu okresowego w którym wyróżnione zostaje pole zawierające informacje o bromie. Wyróżnione zostają również siedemnasta grupa i czwarty okres, gdzie pierwiastek ten się znajduje. Następnie po lewej stronie pojawia się czarne pole, na którym znajduje się kwadrat z informacjami o bromie wycięty z układu okresowego, zawierający nazwę i symbol pierwiastka, liczbę atomową 35 i liczbę masową 79,9, a także strzałkę poziomą z liczbą 17 symbolizującą grupę. Układ okresowy z prawej stronie znika, a pojawia się stopniowo napis Liczba elektronów walencyjnych = numer grupy minus 10 oraz pełne równanie z podłożonymi wszystkimi wartościami liczbowymi.

---

2. O czym świadczy numer okresu, w którym znajduje się pierwiastek?

Na podstawie zapisu konfiguracji elektronowej bardzo łatwo można określić liczbę powłok, z których jest zbudowany atom, np. zapis [2, 8, 18, 18, 9, 2] informuje, że atom lantanu składa się z sześciu powłok.

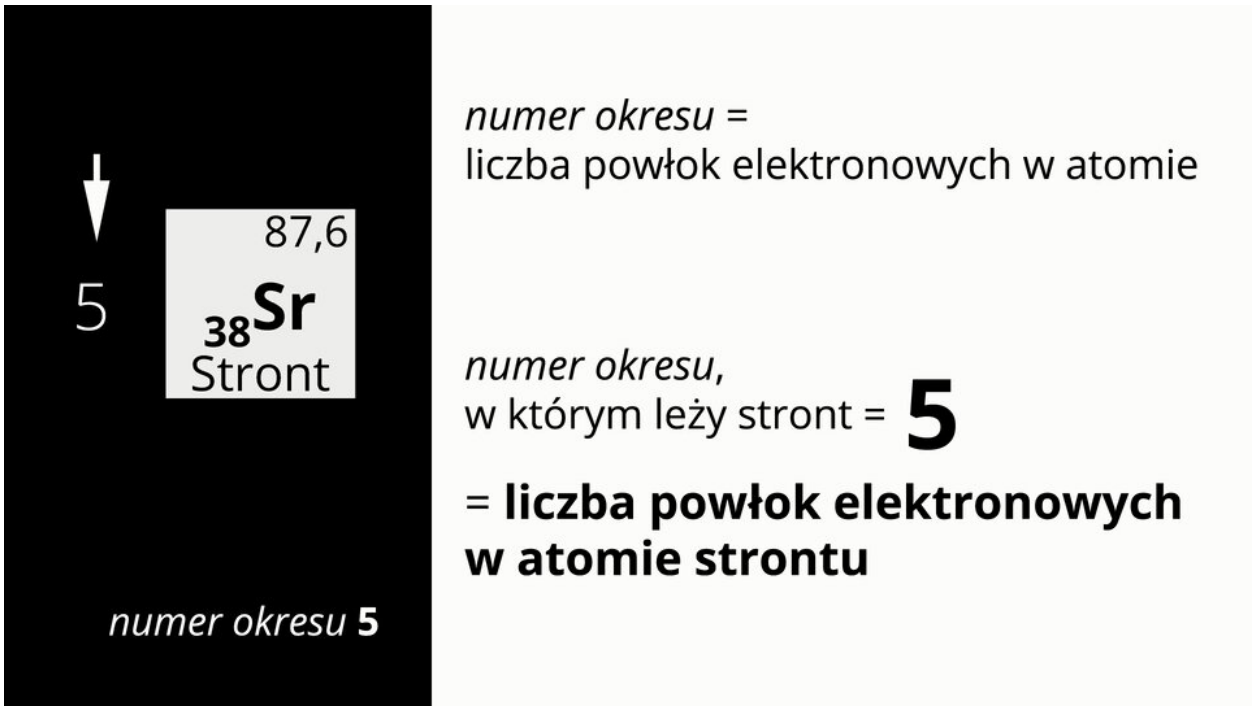
Polecenie 2

Wyszukaj w układzie okresowym zbiory pierwiastków, których atomy mają jednakową liczbę powłok elektronowych. Czy można znaleźć pewną zależność między liczbą powłok w atomie a położeniem pierwiastka w układzie okresowym?

Zasób interaktywny dostępny pod adresem https://zpe.gov.pl/a/DXaqV7itq

Źródło: Michał Szymczak, licencja: CC BY 3.0.

Na tablicy pierwiastków uwzględniającej konfiguracje elektronowe wyraźnie widać, że pierwiastki, których atomy są zbudowane z identycznej liczby powłok, znajdują się w tym samym okresie, a ponadto liczba tych powłok jest równa liczbie określającej numer okresu. To spostrzeżenie pozwala wyciągnąć ogólny wniosek dotyczący budowy atomów pierwiastków, a mianowicie, że liczba powłok w atomach pierwiastka równa jest numerowi okresu, w którym ten pierwiastek się znajduje.



Film dostępny pod adresem https://zpe.gov.pl/a/DXaqV7itq

Źródło: Marcin Sadomski, Bożena Karawajczyk, Kevin MacLeod (http://incompetech.com), Tomorrow Sp. z o.o., Krzysztof Jaworski, licencja: CC BY 3.0.

Film rozpoczyna ujęcie planszy z napisem Jaka jest liczba powłok elektronowych w atomie strontu? Pojawia się obraz układu okresowego w którym wyróżnione zostaje pole zawierające informacje o stroncie. Wyróżnione zostają również druga grupa i piąty okres, gdzie pierwiastek ten się znajduje. Następnie po lewej stronie pojawia się czarne pole, na którym znajduje się kwadrat z informacjami o stroncie wycięty z układu okresowego, zawierający nazwę i symbol pierwiastka, liczbę atomową 38 i liczbę masową 87,6, a także strzałkę pionową z liczbą 5 symbolizującą okres. Układ okresowy z prawej stronie znika, a pojawia się stopniowo napis numer okresu = liczba powłok elektronowych w atomie oraz podsumowanie z podłożonymi konkretnymi wartościami liczbowymi.

Wyjątkiem od przedstawionej zależności jest pallad, który położony jest w piątym okresie układu okresowego. W atomie tego pierwiastka elektrony powinny być więc rozmieszczone na pięciu powłokach, jednakże bardziej korzystne energetycznie dla atomu tego pierwiastka jest rozmieszczenie ich na czterech powłokach energetycznych.

3. Co można powiedzieć na temat budowy atomów na podstawie położenia pierwiastka w układzie okresowym?

Istnieje związek pomiędzy budową atomu a położeniem pierwiastka w układzie okresowym. Numer okresu informuje o tym, z ilu powłok elektronowych składa się atom pierwiastka, a numery grup 1., 2. i 13.–18. pomagają określić liczbę elektronów walencyjnych.

Reguły pomagające określić liczbę elektronów walencyjnych i liczbę powłok w atomach

Określany parametr	**Reguła**
Liczba elektronów walencyjnych	**grupy 1. i 2.**: liczba elektronów walencyjnych = numer grupy
	grupy 13.–18.: liczba elektronów walencyjnych = numer grupy – 10 (wyjątek: hel – 2 elektrony)
	grupy 3.–12.: brak reguły Rozważania na temat konfiguracji elektronowej atomów pierwiastków grup od 3. do 12. będą przedmiotem nauki w szkole ponadgimnazjalnej w zakresie rozszerzonym.
Liczba powłok elektronowych	liczba powłok elektronowych = numer okresu

Film dostępny pod adresem https://zpe.gov.pl/a/DXaqV7itq

Źródło: Marcin Sadomski, Bożena Karawajczyk, Kevin MacLeod (http://incompetech.com), Tomorrow Sp. z o.o., Krzysztof Jaworski, licencja: CC BY 3.0.

Film rozpoczyna ujęcie planszy z napisem Jaka jest liczba powłok elektronowych i liczba elektronów walencyjnych w atomie ołowiu? Pojawia się obraz układu okresowego w którym wyróżnione zostaje pole zawierające informacje o ołowiu. Wyróżnione zostają również czternasta grupa i szósty okres, gdzie pierwiastek ten się znajduje. Następnie po lewej

stronie pojawia się czarne pole, na którym znajduje się kwadrat z informacjami o ołowiu wycięty z układu okresowego, zawierający nazwę i symbol pierwiastka, liczbę atomową 82 i liczbę masową 207,2, a także strzałkę poziomą z liczbą 14 i pionową z liczbą 6 symbolizujące grupę i okres. Układ okresowy z prawej stronie znika, a pojawia się stopniowo napis liczba powłok elektronowych w atomie = numer okresu, a następnie liczba elektronów walencyjnych w grupach od 13 do 18 = numer grupy – 10. Następnie napisy te zostają rozjaśnione, a pod nimi pojawiają się kolejne: Liczba powłok elektronowych w atomie ołowiu równa się 6 oraz Liczba elektronów walencyjnych równa się 14 minus 10, a to równa się 4.

---

4. Zmiany właściwości pierwiastków w grupie i okresie

Pierwiastki należące do tej samej grupy mają w większości przypadków jednakową liczbę elektronów walencyjnych i dzięki temu wykazują podobne właściwości. Można to zaobserwować szczególnie w przypadku litowców, berylowców, fluorowców i helowców. Pierwiastki grupy 1. i 2. są aktywnymi metalami (oprócz wodoru), zaś znajdujące się po drugiej stronie układu okresowego fluorowce tworzą grupę aktywnych niemetali. Ostatnia grupa, helowce, to zbiór najmniej aktywnych pierwiastków w całym układzie okresowym. Podobieństwo we właściwościach objawia się tym, że pierwiastki z tej samej grupy tworzą z innymi pierwiastkami podobny typ związków chemicznych.

Doświadczenie 1

Problem badawczy

Czy pierwiastki należące do tej samej grupy układu okresowego wykazują podobne właściwości? Czy litowce reagują z wodą?

Hipoteza

Metale z 1. grupy układu okresowego reagują z wodą.

Co będzie potrzebne

- lit,
- sód,
- potas,
- metalowe szczypce,
- bibuła filtracyjna,
- nóż,
- trzy wysokie zlewki (500 cm^3).

Instrukcja

1. Do trzech zlewek wlej po 150–250 cm^3 wody destylowanej.

2. Ustaw zlewki w rzędzie obok siebie.

3. Wyjmij kawałek metalu z pojemnika i połóż go na suchej bibule. Odetnij suchym nożem kawałek metalu wielkości dwóch ziarenek ryżu. Postępuj tak samo z litem, sodem i potasem.

4. Wrzuć każdy kawałek metalu do innej zlewki z wodą. Jeśli to możliwe, zrób to jednocześnie.

5. Obserwuj, jak przebiegają reakcje poszczególnych metali z wodą.

Podsumowanie

Wszystkie badane metale reagują z wodą. Najgwałtowniej reaguje potas, który zapala się natychmiast po wrzuceniu do wody. Spośród badanych metali najwolniej reaguje lit. Litowce reagują z wodą. Potas wykazuje największą aktywność, najmniejszą zaś – lit.

Tak jak pierwiastki należące do jednej grupy mają podobne właściwości, tak pierwiastki należące do jednego okresu już takich podobieństw nie wykazują. W okresach następuje zmiana charakteru pierwiastków – od aktywnych metali (1. i 2. grupy) poprzez aktywne niemetale do biernych chemicznie helowców (gazów szlachetnych).

Podsumowanie

- Numer okresu, do którego należy dany pierwiastek, odpowiada liczbie powłok elektronowych w jego atomach.
- Liczba elektronów walencyjnych w atomach pierwiastków należących do grupy 1. i 2. jest równa numerowi grupy.
- Liczbę elektronów walencyjnych w atomach pierwiastków grup 13.–18. otrzymuje się po odjęciu liczby 10 od numeru grupy.
- Pierwiastki należące do tej samej grupy wykazują podobne właściwości.
- Pierwiastki przypisane do jednego okresu nie mają jednakowych właściwości.

Praca domowa

Polecenie 3.1

Wyjaśnij, jak zmieniają się w poszczególnych grupach pierwiastków układu okresowego następujące parametry:

1. gęstość,
2. wielkość promieni atomowych.

Czy są to wartości stałe, czy też zmienne? Czy można zauważyć regularność w zmianach tych parametrów w grupie?

Polecenie 3.2

Wyjaśnij, dlaczego litowce czasami określa się mianem metali lekkich?

Zadania

Ćwiczenie 1

Uzupełnij luki w tekście. Wybierz właściwe określenia spośród podanych.

Na podstawie numeru grupy, do której należy pierwiastek, można określić liczbę [ ] w jego atomach. Wszystkie pierwiastki znajdujące się w tym samym okresie mają w swoich atomach jednakową liczbę [ ]. Pierwiastki należące do tej samej grupy mają [ ], zaś pierwiastki w jednym okresie mają [ ].

powłok elektronowych | różne właściwości | powłok elektronowych | jednakową liczbę powłok w atomach | elektronów walencyjnych | podobne właściwości | atomową | protonów | neutronów | elektronów walencyjnych | jednakową liczbę elektronów walencyjnych w atomach | masową | różne właściwości | podobne właściwości

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 2

Spośród podanych właściwości atomów pierwiastka wybierz te, które można określić na podstawie położenia pierwiastka w układzie okresowym.

- [ ] Liczba elektronów walencyjnych w atomach pierwiastków grup o numerach 1, 2 i 13–18.
- [ ] Promień atomu.
- [ ] Liczba powłok elektronowych w atomie pierwiastka.
- [ ] Temperatura topnienia.
- [ ] Stan skupienia pierwiastka.
- [ ] Liczba neutronów w jądrze atomowym.

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 3

Określi liczbę powłok elektronowych w atomach następujących pierwiastków:
a. miedzi,
b. węgla,
c. magnezu.
Rozwiązując zadanie skorzystaj z układu okresowego pierwiastków.

miedź – ____
węgiel – ____
magnez – ____

1 3 6 3 4 5 2 7 4 2

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 4

Podaj liczbę elektronów walencyjnych w atomach następujących pierwiastków:
a. wapnia,
b. fosforu,
c. kryptonu.
Rozwiązując zadanie skorzystaj z układu okresowego pierwiastków.

wapń –

fosfor –

krypton –

2 8 2 3 1 4 7 5 5 6 8

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 5

Pogrupuj podane pierwiastki według liczby powłok elektronowych w ich atomach.

liczba powłok = 3

liczba powłok = 4

liczba powłok = 6

rtęć brom glin sód potas cynk złoto chlor bar

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 6

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 7

Wskaż grupy pierwiastków, które mają podobne właściwości (tworzą podobny typ związków chemicznych z innymi pierwiastkami).

- [ ] lit, beryl, azot
- [ ] bor, węgiel, azot, tlen
- [ ] azot i fosfor
- [ ] wodór i hel
- [ ] lit, sód, potas

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Izotopy pierwiastków

Atomy tego samego pierwiastka mogą różnić się między sobą pewnymi elementami budowy. Nie oznacza to jednak, że tlen którym oddychamy w Polsce, różni się od tego, którym oddychają Inuci.

Już wiesz

- że atomy są zbudowane z jądra atomowego i poruszających się wokół niego elektronów;
- że jądro atomowe składa się z protonów i neutronów;
- że suma liczb protonów i neutronów jest nazywana liczbą masową;
- że liczba protonów w jądrze to liczba atomowa;
- że pierwiastki w układzie okresowym są uporządkowane według wzrastania liczby atomowej.

Nauczysz się

- wyjaśniać, co to są izotopy;
- opisywać izotopy za pomocą symboli;
- omawiać różnice w budowie atomów izotopów wodoru;
- obliczać masę izotopu;
- obliczać średnią masę pierwiastka chemicznego.

1. W jaki sposób atomy tego samego pierwiastka chemicznego mogą się różnić między sobą?

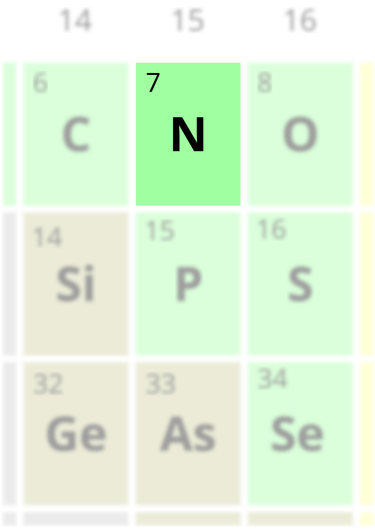
Atomy należące do tego samego pierwiastka mają jednakowy ładunek jądra (identyczną liczbę protonów) oraz taką samą liczbę poruszających się wokół jądra elektronów. Jednak, jak się okazuje, atomy te mogą różnić się masą. Przyczyną tego zjawiska jest możliwość występowania w jądrach atomów tego samego pierwiastka różnej liczby neutronów. Te atomy, które mają więcej obojętnych cząstek, mają większą masę.

O atomach pierwiastka, które zawierają jednakową liczbę protonów, a różnią się liczbą neutronów w jądrze, mówi się, że są izotopami.

Polecenie 1

Zastanów się, czy izotopy tego samego pierwiastka mają jednakowe liczby: atomową i masową. Jeśli nie, to która z tych liczb może być różna? Dlaczego?

Pierwiastkiem, który ma kilka izotopów, jest azot. W jądrze jednego z nich znajduje się siedem, a w jądrze drugiego – osiem neutronów. Każdy z tych izotopów ma taką samą liczbę protonów, którą można odczytać z układu okresowego.



Źródło: Krzysztof Jaworski, Michał Szymczak, licencja: CC BY 3.0.

Liczba atomowa azotu wynosi 7 i tyle też protonów znajduje się w jądrach wszystkich atomów tego pierwiastka. W przypadku opisanych powyżej izotopów suma protonów i neutronów będzie różna.

Izotopy azotu

Numer atomu	**Liczba protonów**	**Liczba atomowa**	**Liczba neutronów**	**Liczba masowa (suma protonów i neutronów)**	**Opis atomu**
1	7	7	7	7 + 7 = 14	${}^{14}_{7}\mathrm{N}$
2	7	7	8	7 + 8 = 15	${}^{15}_{7}\mathrm{N}$

Istotna w opisie izotopów jest informacja dotycząca liczby neutronów, które one zawierają. Dlatego do ich opisu wykorzystuje się głównie liczbę masową, dostarczającą informacji na temat liczby tych cząstek. Liczba atomowa najczęściej jest pomijana z uwagi na to, że można ją znaleźć w układzie okresowym.

Izotopy prezentuje się na dwa sposoby: liczbę masową umieszcza się w górnym indeksie z lewej strony symbolu pierwiastka bądź też po myślniku za nazwą pierwiastka, np.: ${}^{14}\mathrm{N}$ lub azot-14.

2. Czy izotopy można znaleźć w przyrodzie?

Pierwiastki chemiczne występujące w przyrodzie są mieszaniną izotopów o stałym składzie procentowym. Mogą one składać się z jednego, kilku lub więcej izotopów.

Niektóre izotopy pierwiastków są trwałe, inne zaś nie. Nietrwałe ulegają przemianom, w których mogą powstać izotopy tego samego bądź innego pierwiastka. Tej przemianie towarzyszy emisja promieniowania.
Na Ziemi można spotkać pierwiastki o liczbie atomowej do 92 włącznie (oprócz technetu i prometu). Pierwiastki o liczbie atomowej do 83 są trwałe. Z uwagi na brak w środowisku naturalnym technetu i prometu na Ziemi istnieje 81 pierwiastków, które mają trwałe izotopy.

Zasób interaktywny dostępny pod adresem https://zpe.gov.pl/a/D14log14V

Legenda:
zielone pola - pierwiastki posiadające trwałe izotopy
czerwone ramki - pierwiastki występujące na Ziemi

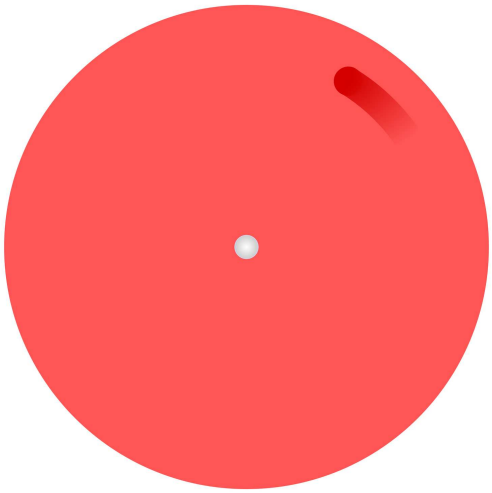
Skład izotopowy pierwiastków chemicznych. Klikając na dany pierwiastek chemiczny występujący naturalnie, wyświetlisz informację o procentowej zawartości poszczególnych jego izotopów w przyrodzie.
Źródło: Michał Szymczak, licencja: CC BY 3.0.

> **Polecenie 2**
>
> Na podstawie układu okresowego przedstawiającego procentową zawartość trwałych izotopów poszczególnych pierwiastków ustal, ile pierwiastków ma tylko jedną naturalną odmianę izotopową i które pierwiastki mają ich najwięcej.

3. Ile izotopów wodoru występuje w przyrodzie?

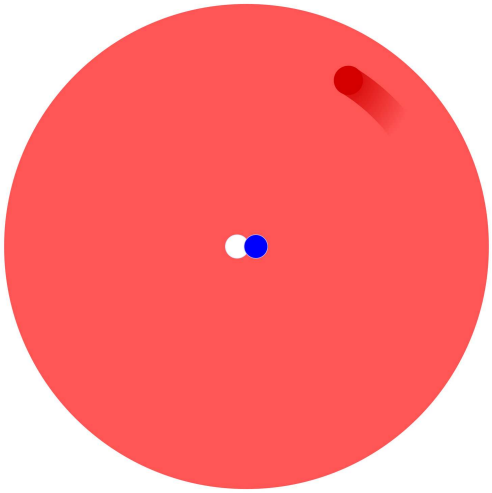
Izotopy o jednakowej liczbie atomowej należą do tego samego pierwiastka. Zasadniczo wykazują one jednakowe właściwości, a jedynym wyjątkiem są izotopy wodoru. Wodór występujący w przyrodzie jest mieszaniną głównie dwóch trwałych izotopów: ^{1}H (99,985%) i ^{2}H (0,015%). Oznacza to, że na 100 000 atomów wodoru 99 985 atomów to izotopy ^{1}H, a 15 atomów – izotopy ^{2}H. Istnieje jeszcze trzeci, nietrwały izotop ^{3}H. Występuje on w śladowych ilościach. Izotopy wodoru jako jedyne w świecie pierwiastków otrzymały swoje nazwy: prot, deuter i tryt.

Symbol izotopu wodoru
^{1}H lub **wodór-1**
Nazwa izotopu wodoru – **prot**
Model izotopu wodoru



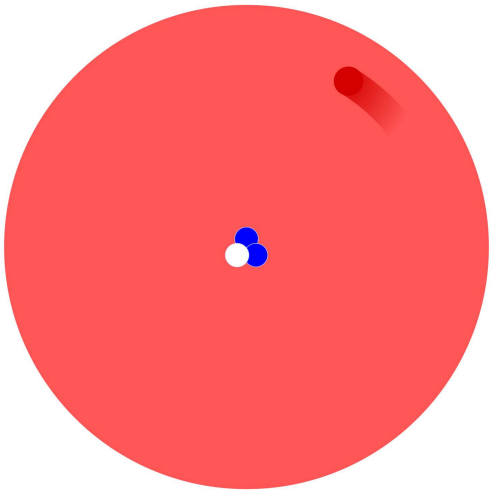
Źródło: Krzysztof Jaworski, licencja: CC BY 3.0.

Symbol izotopu wodoru
^{2}H lub **wodór-2**
Nazwa izotopu wodoru – **deuter**
Model izotopu wodoru



Źródło: Krzysztof Jaworski, licencja: CC BY 3.0.

Symbol izotopu wodoru
^{3}H lub **wodór-3**
Nazwa izotopu wodoru – **tryt**
Model izotopu wodoru



Źródło: Krzysztof Jaworski, Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Łatwo zauważyć, że izotopy wodoru różnią się liczbą nukleonów. Z tego powodu istnieje między nimi duża różnica mas, np. atom deuteru ma masę dwukrotnie większą od masy atomu protu, a tryt – aż trzykrotnie. Zjawisko to wpływa na właściwości tych izotopów: prot, deuter i tryt mają odmienne właściwości.

Właściwości izotopów wodoru

Izotop	Symbol izotopu	Gęstość [g/dm^3]	Temperatura topnienia [K]	Temperatura wrzenia [K]
prot	H	0,08233	13,83	20,27
deuter	D	0,1645	18,73	23,67
tryt	T	0,2464	20,62	25,04

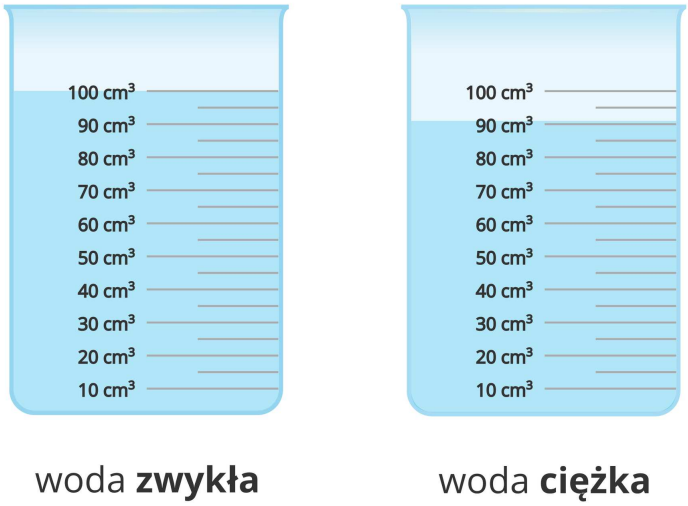
Ciekawostka

Ciężka woda
Woda składa się z wodoru i tlenu. Zawarty w niej wodór ma charakterystyczny dla siebie skład izotopowy. Obok protu, w bardzo małych ilościach, występuje w wodzie także deuter. Możliwe jest uzyskanie wody składającej się z tlenu i tylko jednego izotopu wodoru – deuteru. Taką wodę określa się mianem wody ciężkiej. Różni się ona pod względem właściwości fizycznych od wody spotykanej w przyrodzie. Ma większą gęstość oraz wyższą temperaturę wrzenia i topnienia.

Porównanie właściwości fizycznych wody „zwykłej” i ciężkiej

Rodzaj wody	Temperatura topnienia [°C]	Temperatura wrzenia [°C]	Gęstość w temperaturze 298K [g/cm^3]
zwykła (zbudowana z tlenu i wodoru – mieszaniny izotopów o ustalonym składzie)	0,00	99,974	0,998
woda ciężka (zbudowana z tlenu i deuteru)	3,81	101,42	1,1044

Z uwagi na różną gęstość ta sama masa wody ciężkiej i „zwykłej” ma inną objętość. 100 g wody zwykłej zajmuje objętość około 100 cm^3, podczas gdy ta sama masa wody ciężkiej mieści się w około 90,5 cm^3.



Źródło: Krzysztof Jaworski, Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

4. Gdzie człowiek wykorzystuje izotopy?

Izotopy znalazły zastosowanie w różnych dziedzinach życia człowieka: w medycynie, badaniach naukowych, energetyce, przemyśle, a nawet w gospodarstwie domowym.

Zasób interaktywny dostępny pod adresem https://zpe.gov.pl/a/D14log14V

Źródło: nn. (http://commons.wikimedia.org), Akira Ohgaki (https://www.flickr.com), WikiImages (http://pixabay.com/), Nephron (http://commons.wikimedia.org), Tennessee Valley Authority (http://commons.wikimedia.org), Tumi-1983 (http://commons.wikimedia.org), Nadina Wiórkiewicz (http://commons.wikimedia.org), Bożena Karawajczyk, Tomorrow Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

5. Jakie masy mają izotopy?

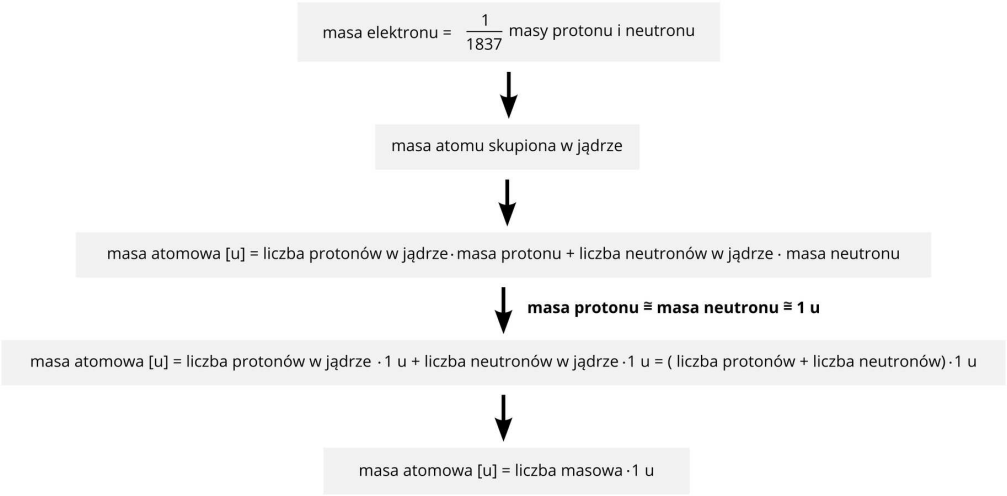
Z uwagi na ogromne różnice między masą elektronu a masą nukleonów (protonu i neutronu) o masie atomu decyduje przede wszystkim liczba obecnych w nim protonów i neutronów. Prawie cała masa atomu jest skupiona w jego jądrze.

Masa cząstek wchodzących w skład atomów

Nazwa	Symbol	Masa [u]

Nazwa	Symbol	Masa [u]
elektron	e (e^-)	$\frac{1}{1837}$
proton	p (p^+)	1
neutron	n (n)	1

Masa protonu jest w przybliżeniu równa masie neutronu i wynosi 1 u (1 u = $1{,}66 \cdot 10^{-24}$ g), dlatego tyle, ile nukleonów zawiera jądro atomowe, wyniesie w przybliżeniu jego masa atomowa wyrażona w unitach. Można powiedzieć, że suma mas protonów i neutronów, czyli liczba masowa, jest liczbowo równa masie atomowej wyrażonej w atomowych jednostkach masy [u].



Źródło: Krzysztof Jaworski, Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Korzystając z powyższych informacji i wzoru (masa atomowa [u] = liczba masowa · 1 u), łatwo można obliczyć, że masa atomowa protu (^1H) wynosi 1 u, deuteru (^2H) 2 u, natomiast trytu (^3H) 3 u.

6. Średnia masa atomowa pierwiastków

Masa atomowa zapisana w układzie okresowym to masa atomowa uśredniona. Dlatego często przyjmuje wartości ułamkowe. Przy jej obliczaniu wzięto pod uwagę to, że pierwiastki chemiczne składają się z izotopów, a każdy izotop ma swój udział w masie atomowej danego pierwiastka.

Analogicznie jest w przypadku próby określenia średniej masy ciała uczniów w klasie na podstawie informacji, że 5% z nich waży 40 kg, następne 15% ma masę 60 kg, a pozostali, czyli 80% uczniów, ważą po 50 kg. Wówczas średnia masa wszystkich uczniów wynosiłaby 51 kg:

$$\frac{5\% \cdot 40\ \text{kg} + 15\% \cdot 60\ \text{kg} + 80\% \cdot 50\ \text{kg}}{100\%} = 51\ \text{kg}$$

Wynik byłby taki, mimo że nikt z uczniów nie ma takiej masy ciała.
Podobnie jest z pierwiastkami chemicznymi – przy obliczaniu ich średnich mas atomowych bierze się pod uwagę skład izotopowy (skład procentowy) każdego z nich. Do obliczania średnich mas atomowych pierwiastków można posłużyć się następującym wzorem:

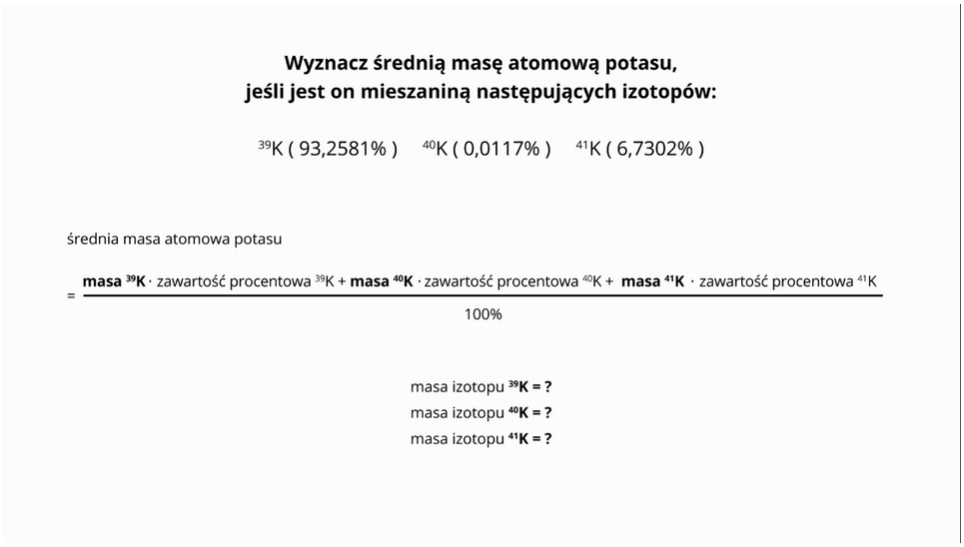
$$\text{średnia masa atomowa pierwiastka} = \frac{\text{masa izotopu}_1 \cdot \text{X}_1\% + \text{masa izotopu}_2 \cdot \text{X}_2\% + \ldots + \text{masa izotopu}_\text{n} \cdot \text{X}_\text{n}\%}{100\%}$$

gdzie:
$\mathrm{X}\%$ – procentowa zawartość izotopu.

Przy użyciu powyższego wzoru można obliczyć średnią masę atomową wodoru:

$$\text{atomowa wodoru} = \frac{\text{masa izotopu } {}^{1}\mathrm{H} \cdot \text{zawartość procentowa izotopu } {}^{1}\mathrm{H} + \text{masa izotopu } {}^{2}\mathrm{H} \cdot \text{zawartość procentow}}{100\%}$$

$$\frac{1\ \mathrm{u} \cdot 99{,}985\% + 2\ \mathrm{u} \cdot 0{,}015\%}{100\%} = 1{,}00015\ \mathrm{u}$$



Film dostępny pod adresem /preview/resource/RZilHh72CrYcy
Obliczanie średniej masy atomowej potasu
Źródło: Marcin Sadomski, Tomorrow Sp.o.o., Kevin MacLeod (http://incompetech.com), Krzysztof Jaworski, licencja: CC BY 3.0.

Film rozpoczyna plansza z poleceniem: Wyznacz średnią masę atomową potasu, jeśli jest on mieszaniną następujących izotopów - K-39 w ilości 93,2581%, K-40 w ilości 0,0117% oraz K-41 w ilości 6,7302%. Pod tym napisem pojawia się wzór na średnią masę atomową pierwiastka z jego izotopów, a następnie wzór na średnią masę atomową pierwiastka K o trzech izotopach. Następnie pojawiają się pytania pomocnicze dotyczące masy wszystkich trzech izotopów potasu. Wraz z komentarzem znaki zapytania w równaniach masy trzech izotopów zostają zastąpione wartościami liczbowymi. Z ekranu znikają równania, a pozostają dane liczbowe wymagane do przeprowadzenia obliczeń. Następuje podstawienie danych do wzoru i podanie wyniku: średnia masa atomowa potasu jest równa 39,1347 unitów.

Podsumowanie

- Izotopy są to atomy tego samego pierwiastka chemicznego, które mają jednakową liczbę protonów oraz różną liczbę neutronów.
- Większość pierwiastków chemicznych występujących w przyrodzie stanowi mieszaninę izotopów o stałym składzie.
- Izotopy wodoru to: prot (${}^{1}\mathrm{H}$), deuter (${}^{2}\mathrm{H}$) i tryt (${}^{3}\mathrm{H}$). Różnią się one właściwościami.
- Izotopy mają zastosowanie między innymi w medycynie (w obrazowaniu i leczeniu zmian nowotworowych), w przemyśle (do otrzymywania energii), w badaniach naukowych (do określania wieku materiałów pochodzenia organicznego oraz określania przebiegu przemian jednych substancji w drugie).
- Masa atomowa pierwiastka chemicznego jest średnią masą atomową otrzymaną po uwzględnieniu jego składu izotopowego.

- Masa izotopu jest liczbowo w przybliżeniu równa jego liczbie masowej.

Praca domowa

Polecenie 3.1

Wyjaśnij, dlaczego nie można wykorzystać metody określania wieku materiałów pochodzenia organicznego na podstawie zawartości nietrwałego izotopu węgla-14 do oceny wieku pokładów węgla kamiennego i ropy naftowej. Zadanie to wykonaj w formie notatki w zeszycie.

Słowniczek

izotopy

odmiany tego samego pierwiastka, które mają jednakową liczbę atomową (liczbę protonów w jądrze) i różną liczbę masową (liczbę neutronów w jądrze)

Zadania

Ćwiczenie 1

Oceń, czy podane zdania są prawdziwe, czy fałszywe.

	Prawda	Fałsz
Każdy z pierwiastków składa się z co najmniej dwóch izotopów.	◯	◯
Wszystkie izotopy danego pierwiastka mają jednakową masę.	◯	◯
Tryt zawiera trzy nukleony.	◯	◯
Masa prezentowana przy symbolu pierwiastka w układzie okresowym jest masą najpowszechniej występującego izotopu tego pierwiastka.	◯	◯
Masa izotopu jest równa liczbowo w przybliżeniu sumie jego protonów i neutronów.	◯	◯

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 2

Uzupełnij zdanie, wybierając właściwe wyrażenia z listy. Izotopy tego samego pierwiastka mają jednakową liczbę:

- [ ] masową.
- [ ] powłok elektronowych.
- [ ] protonów.
- [ ] nukleonów.
- [ ] atomową.
- [ ] elektronów.
- [ ] elektronów walencyjnych.
- [ ] neutronów.

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 3

Wskaż zapis przedstawiający izotop chloru, którego jądro zawiera 20 neutronów.

- ○ $^{17}_{35}\mathrm{Cl}$
- ○ $^{17}_{37}\mathrm{Cl}$
- ○ $^{35}_{17}\mathrm{Cl}$
- ○ $^{37}_{17}\mathrm{Cl}$
- ○ $^{40}_{20}\mathrm{Cl}$

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 4

Oblicz, jaką przybliżoną masę atomową ma izotop kobaltu: $^{59}_{27}\mathrm{Co}$. Wybierz właściwą odpowiedź.

- ○ 27 u
- ○ 86 u
- ○ 59 u
- ○ 32 u

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 5

Oblicz, jaką masę atomową ma izotop jodu, jeśli w jego jądrze znajdują się 74 neutrony. Wskaż właściwą odpowiedź.

- ◯ 53 u
- ◯ 127 u
- ◯ 21 u
- ◯ 74 u

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 6

Oblicz średnią masę atomową żelaza, jeśli jego skład izotopowy jest następujący: $\mathrm{Fe}: 5{,}8\%_{54}$, $\mathrm{Fe}: 91{,}72\%_{56}$, $\mathrm{Fe}: 2{,}1\%_{57}$, $\mathrm{Fe}: 0{,}28\%_{58}$. Wskaż poprawną odpowiedź.

- ◯ 56,000 u
- ◯ 55,8546 u
- ◯ 56,2500 u

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 7

Oblicz, jaką masę wyrażoną w atomowych jednostkach masy ma 10 000 atomów miedzi, jeśli skład izotopowy tego pierwiastka jest następujący: $\mathrm{Cu} = 69{,}17\%_{29}^{63}$, $\mathrm{Cu} = 30{,}83\%_{29}^{65}$ Wskaż właściwą odpowiedź.

- ◯ 65 000 u
- ◯ 636 166 u
- ◯ 630 000 u
- ◯ 63,616 u
- ◯ 10 000 u
- ◯ 29 u

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Promieniotwórczość

Czy promieniotwórcze pierwiastki to wymysł współczesnego człowieka? Czy jest możliwe uniknięcie kontaktu z promieniowaniem jądrowym?

Już wiesz

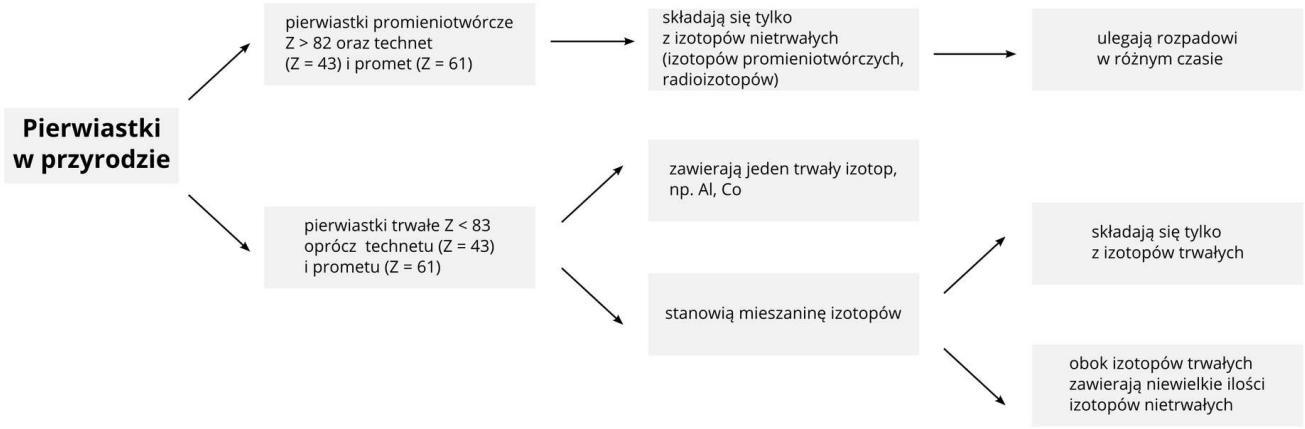
- że jądro atomowe składa się z protonów i neutronów;
- że większość pierwiastków występujących w przyrodzie stanowi mieszaninę izotopów o stałym składzie;
- że izotopy są to atomy tego samego pierwiastka, które mają jednakową liczbę protonów i elektronów oraz różną liczbę neutronów;
- że izotopy mogą być trwałe lub nietrwałe (ulegają rozpadowi, któremu towarzyszy promieniowanie).

Nauczysz się

- wyjaśniać pojęcia: ***izotop (pierwiastek) promieniotwórczy***, ***radioizotop***;
- wymieniać rodzaje promieniowania jądrowego i określać ich przenikliwość;
- wskazywać w układzie okresowym pierwiastki promieniotwórcze;
- omawiać najważniejsze dokonania Marii Skłodowskiej-Curie;
- wyjaśniać pochodzenie radioizotopów w środowisku.

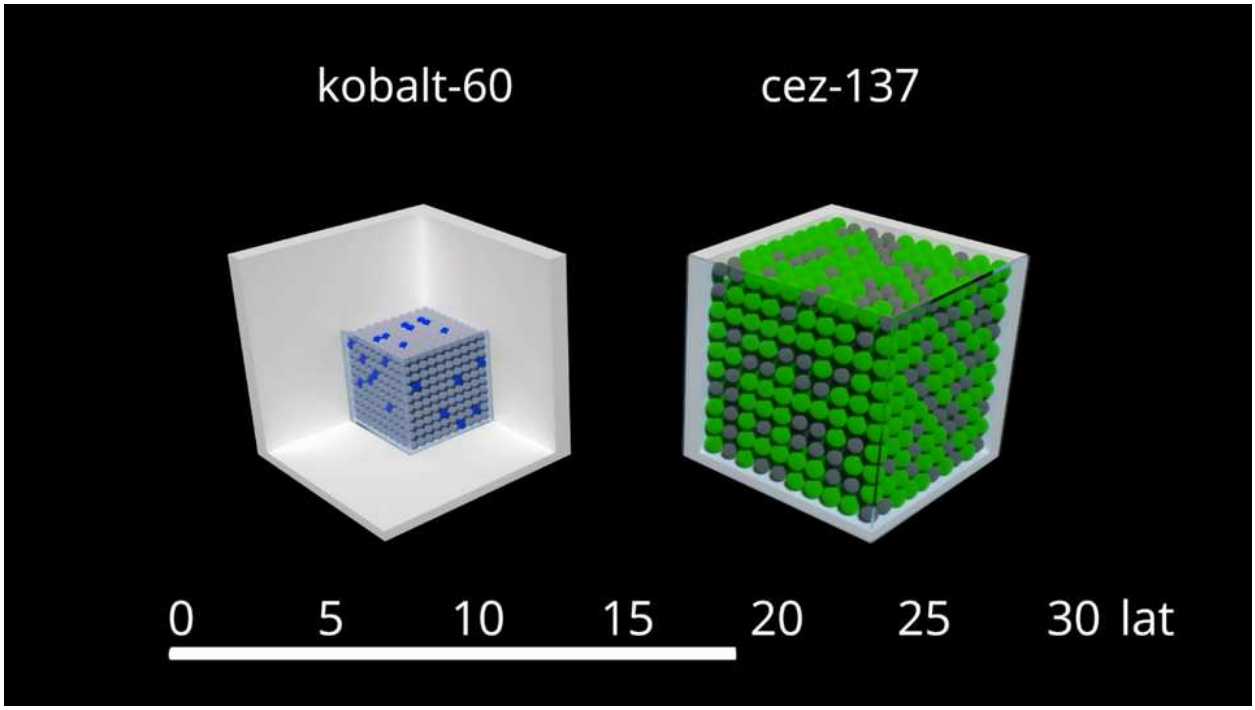
1. Co to są izotopy promieniotwórcze?

Znaczna część pierwiastków występuje w przyrodzie w postaci mieszaniny izotopów. Izotopy te mogą być trwałe lub nietrwałe. Za nietrwałe uważa się takie, które rozpadają się samorzutnie i przekształcają w izotopy innych pierwiastków. Mówi się o nich, że są niestabilne i nazywa izotopami promieniotwórczymi lub radioizotopami. Pierwiastki mogą być mieszaniną izotopów trwałych lub nietrwałych (promieniotwórczych) bądź też zawierać oba ich rodzaje. Pierwiastki, które składają się tylko z izotopów promieniotwórczych (radioizotopów), nazywa się pierwiastkami promieniotwórczymi. W przyrodzie występuje niewiele pierwiastków promieniotwórczych. Należą do nich: technet ($Z = 43$) i promet ($Z = 61$) oraz pierwiastki o liczbie atomowej większej niż 82.



Źródło: Krzysztof Jaworski, Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Wszystkie izotopy promieniotwórcze rozpadają się z różną, charakterystyczną dla danego izotopu promieniotwórczego szybkością. Proces ten może trwać ułamki sekund, ale zdarza się, że trwa dłużej niż 1 000 000 000 lat.



Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Źródło: epodreczniki.pl, licencja: CC BY 3.0.

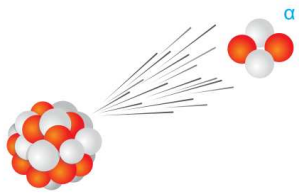
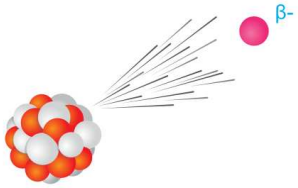
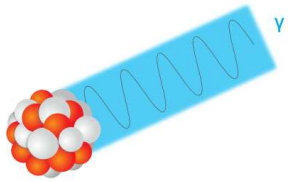
Porównanie stopnia rozpadu wybranych izotopów promieniotwórczych

---

W wyniku rozpadu jąder izotopów promieniotwórczych powstają zawsze atomy innego pierwiastka. Jeśli są one nadal niestabilne, to ulegają kolejnym przemianom. Pierwiastki promieniotwórcze często muszą przejść kilka, a nawet kilkanaście przemian jądrowych, zanim ulegną przeobrażeniu w trwałe izotopy innych pierwiastków. Czas trwania poszczególnych przemian zależy od rozpadającego się na danym etapie radioizotopu.

2. Co to jest promieniowanie jądrowe?

Procesowi rozpadu jąder atomowych zawsze towarzyszy promieniowanie, które określa się mianem promieniowania jądrowego lub jonizującego. Gdy prowadzono badania nad promieniowaniem wysyłanym przez rozpadające się jądra atomowe, brakowało odpowiedniej aparatury i wiedzy, które umożliwiłyby naukowcom dokładną identyfikację jego składników. Stwierdzono wtedy, że izotopy promieniotwórcze mogą emitować trzy rodzaje promieniowania, które nazwano promieniowaniem **α** (czyt. alfa), **β** (czyt. beta) i **γ** (czyt. gamma). Dalsze badania wykazały, że cząstkami **α** są jądra helu, zawierające 2 protony i 2 neutrony, natomiast promieniowanie **β** to strumień elektronów.

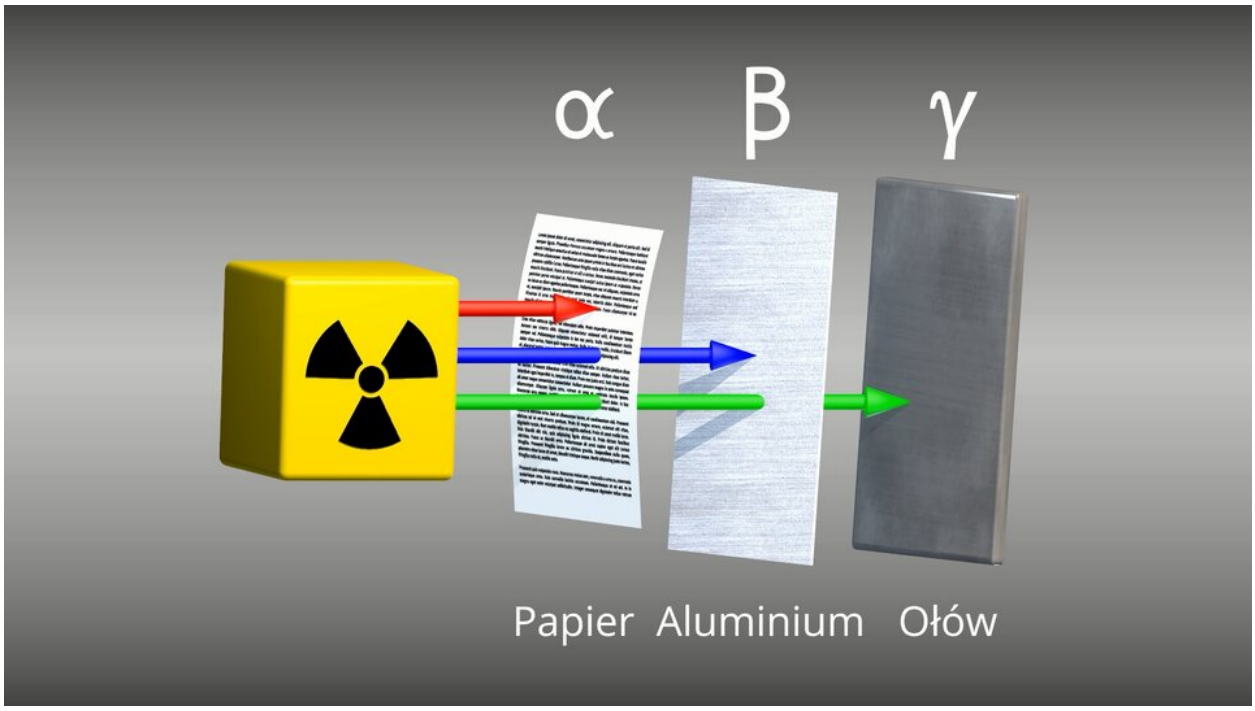
Rodzaj promieniowania	**α**	**β**	**γ**
Model			
Rodzaj cząstki	$^{4}_{2}He$	elektrony	promieniowanie elektromagnetyczne

Źródło: Dariusz Adryan, Krzysztof Jaworski, licencja: CC BY 3.0.

Jedne izotopy promieniotwórcze podczas rozpadu wydzielają cząstki **α**, inne – cząstki **β**. Często emisji tych cząstek towarzyszy także promieniowanie **γ**. Nieodłącznym elementem rozpadu jest wydzielenie się dużej ilości energii.

> **Polecenie 1**
>
> Zastanów się, jaki ładunek (ujemny czy dodatni) mają cząstki **α**, a jaki – cząstki **β**?

Każdy rodzaj promieniowania wytwarzany przez substancje radioaktywne ma inny zasięg i przenikliwość przez materiały. Promieniowanie **α** ma najmniejszy zasięg i może zostać zatrzymane już przez kartkę papieru. Do zatrzymania cząstek **β** jest potrzebna nieco grubsza warstwa innego materiału, np. cienka blacha z ołowiu lub aluminium. Promieniowanie **γ** jest najbardziej przenikliwe – do ochrony przed nim są potrzebne kilkucentymetrowej grubości osłony z ołowiu.



Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Zdolność przenikania promieniowania jądrowego przez różne osłony

Prezentacja wideo ilustruje przenikalność promieniowania cząstek alfa, beta i gamma. Po lewej stronie kadru znajduje się żółte pudełko oznaczone symbolem promieniotwórczości symbolizujące źródło promieniowania. Po prawej, znajdują się kolejno kartka papieru, arkusz blachy aluminiowej i gruba płyta ołowiana. Następuje emisja promieniowania alfa symbolizowana czerwoną strzałką, która zatrzymuje się na kartce papieru. Emisja promieniowania beta symbolizowana niebieską strzałką przenika przez papier i zatrzymuje się na arkuszu aluminium. Emisja promieniowania gamma symbolizowana zieloną strzałką przenika papier oraz blachę i jest pochłaniana dopiero przez ołowianą płytę.

---

3. Jak odkrywano promieniotwórczość?

Odkrycie promieni X (promieni Roentgena) przez Wilhelma Roentgena (czyt. wilhelma rentgena) w 1895 roku zapoczątkowało serię badań, które doprowadziły do uzyskania promieniotwórczych pierwiastków. Rok po ogłoszeniu przez Roentgena swojego odkrycia Henri Becquerel (czyt. ąri bekrel) podał do wiadomości informacje o istnieniu promieniowania wysyłanego przez uran. Niedługo po tym wydarzeniu Polka Maria Skłodowska-Curie (czyt. kjuri), w ramach swojej pracy doktorskiej, rozpoczęła badania nad promieniotwórczością uranu. Wraz z mężem Piotrem Curie, który dołączył do tych prac, odkryła dwa nowe pierwiastki i nazywała je: **polon** oraz **rad**. Prace badaczy zostały uhonorowane najwyższym wyróżnieniem w świecie nauki – w 1903 roku małżonkowie wraz

z Henri Becquerelem otrzymali Nagrodę Nobla w dziedzinie fizyki za badania nad promieniotwórczością oraz odkrycie polonu i radu. Po śmierci męża w 1906 roku Maria kontynuowała działalność naukową i została pierwszą kobietą profesorem na paryskiej Sorbonie. W 1911 roku Szwedzka Akademia Nauk przyznała jej po raz drugi, tym razem samodzielnie, Nagrodę Nobla w dziedzinie chemii za prace nad radem.

Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Źródło: Tomorrow Sp. z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Film poświęcony życiu i pracy naukowej Marii Skłodowskiej-Curie. Rozpoczyna go plansza z czarno-białym zdjęciem młodej Marii, imionami i nazwiskiem panieńskim oraz datą urodzenia. Następuje zmiana zdjęcia na przedstawiające dorosłą kobietę. Zmiana ujęcia na mapę dziewiętnastowiecznej Europy. Zaznaczone są na niej dwa miasta: Warszawa i Paryż oraz strzałka wiodąca od pierwszego do drugiego. Zmiana widoku na zdjęcie przedstawiające budynek Wydziału Nauk Ścisłych Sorbony. Pojawia się lista przedmiotów studiowanych tam przez Marię. Kolejne pojawiające się napisy dotyczą uzyskania licencjatu z fizyki w 1893 roku i licencjatu z matematyki w 1894 roku. Następuje zmiana planszy na rysunek przedstawiający uczoną przy stole laboratoryjnym z małą kolbą w lewej ręce. Zmiana na podpisane zdjęcie Marii z mężem Piotrem. Zmiana planszy na zdjęcie Marii w laboratorium, podpis dotyczy rozpoczęcia pracy doktorskiej w 1897 roku. Zmiana ujęcia na zdjęcie przedstawiające wnętrze laboratorium i trzy znajdujące się w nim osoby. Licząc od lewej: stojący i patrzący w obiektyw Henri Becquerel, Piotr Curie oraz Maria Skłodowska-Curie siedząca przy stole i patrząca w lewo poza kadr. Zdjęcie ulega wygaszeniu, na jego tle pojawiają się prostokąty z napisami Rad oraz Polon. Pod nazwą Polon pojawia się mapa Polski. Zmiana planszy na przedstawiającą trzy zdjęcia: Marii Skłodowskiej-Curie, Piotra Curie i Henriego Becquerela. Zmiana ujęcia na planszę przedstawiającą reprodukcję potwierdzenia uzyskania nagrody Nobla dla Marii i Piotra

Curie. Zmiana planszy na zdjęcie Marii z córkami. Zmiana ujęcia na dwa zdjęcia przedstawiające Marię przy pracy. Zmiana planszy na podpisane nazwiskiem zdjęcie przedstawiające Marię w średnim wieku na pustym tle. Obok pojawia się podpis: 1911 rok, druga Nagroda Nobla za badania nad radem. Zmiana planszy, pojawia się zdjęcie upamiętniające rozpoczęcie budowy Instytutu Radowego w Paryżu z Marią otwierającą uroczyście budowę. Zmiana planszy na rysunek budynku z napisem Universite de Paris. Zmiana planszy na zawierającą zdjęcie Marii Skłodowskiej-Curie za kierownicą samochodu dostawczego będącego w rzeczywistości mobilną stacją do wykonywania prześwietleń oraz rysunek dwóch osób w fartuchach lekarskich w jasnym wnętrzu. Zmiana planszy na zdjęcie Marii i stojącej obok niej czarnowłosej kobiety, córki Ireny przy pracy. Zmiana planszy na zawierającą zdjęcie starszej Marii siedzącej przy biurku. Zmiana planszy na zdjęcie krypty Marii Curie-Skłodowskiej wraz z informacją tekstową o jej dacie śmierci.

Ciekawostka

Po odkryciu rad zaczęto wykorzystywać w lecznictwie. Najważniejszym jego zastosowaniem było niszczenie nowotworów. Idea tej terapii, nazywanej w owym czasie „curieterapią", jest wykorzystywana nadal w radioterapii. Stała się ona w bardzo krótkim czasie łatwo dostępna nie tylko we Francji, ale także w wielu innych krajach. To upowszechnienie nastąpiło tylko dlatego, że małżeństwo Curie zrezygnowało z praw do patentu oraz związanych z tym zysków i udostępniło światu sposób wytwarzania radu. Taki czyn jest rzadkością w świecie medycznym. Obecnie firmy farmaceutyczne, twórcy nowych leków lub terapii chronią swoje wytwory patentem. Przez okres 20 lat mają wyłączne prawo do ich produkcji i rozpowszechniania. Z uwagi na to, że nie ma w tym względzie żadnej konkurencji, cena oferowanego przez firmy produktu jest zazwyczaj bardzo wysoka. Na przykład miesięczny koszt terapii nowymi lekami pacjenta z chorobą zwaną stwardnieniem rozsianym (schorzeniem, które nieleczone, w krótkim czasie prowadzi do inwalidztwa) wynosi kilkanaście tysięcy złotych. Zapobieganie skutkom innej dolegliwości, chorobie Pompego, której towarzyszy między innymi zanik mięśni, kosztuje kilkaset tysięcy złotych. Chorych zazwyczaj nie stać na pokrycie kosztów leczenia lekami nowej generacji. Często są wspierani przez rodzinę, ludzi dobrej woli i państwo, a ich codzienne życie sprowadza się głównie do walki o zdobycie kolejnych funduszy na leczenie.

Źródło: Tomorrow Sp. z o.o., Ministry of Information Photo Division Photographer (http://commons.wikimedia.org), Unknown or not provided/U.S. National Archives and Records Administration (http://commons.wikimedia.org), Ikiwaner (http://commons.wikimedia.org), UNVIE U.S. Mission to International Organizations in Vienna (https://www.flickr.com), licencja: CC BY-SA 3.0.

4. Czy pierwiastki promieniotwórcze są w naszym otoczeniu?

W przyrodzie występuje wiele różnego rodzaju radioizotopów, które są stałymi składnikami wody, powietrza i gleby. Są one źródłem promieniowania zwanego promieniotwórczością naturalną. W skorupie ziemskiej istnieje wiele izotopów promieniotwórczych. Część z nich występuje w niej od początku istnienia Ziemi. Należą do nich na przykład rubid-87 czy potas-40. Inne zaś powstały na skutek rozpadu niektórych izotopów promieniotwórczych, które muszą przejść kilka przemian jądrowych, zanim powstaną z nich trwałe izotopy. Przedstawicielami tego rodzaju substancji są tor i uran. Z ich rozpadu powstają zaś kolejne radioizotopy, między innymi rad, polon, radon.

Radioizotopy znajdujące się w skałach przemieszczają się do gleby, po czym są przyswajane przez rośliny, skąd następnie trafiają do organizmów żywych. Każdy składnik przyrody ożywionej i nieożywionej zawiera izotopy promieniotwórcze.
W przyrodzie występują także izotopy promieniotwórcze, które powstają w atmosferze ziemskiej w wyniku oddziaływania promieniowania kosmicznego (neutronów) na składniki atmosfery ziemskiej. Należą do nich między innymi tryt, węgiel-14.

Zawartość niektórych radioizotopów w organizmie człowieka o masie ciała 70 kg

Radioizotop	Liczba atomów
^{3}H	$2{,}0 \cdot 10^{10}$
^{14}C	$7{,}5 \cdot 10^{14}$
^{40}K	$2{,}4 \cdot 10^{20}$
^{226}Ra	$2{,}0 \cdot 10^{11}$
^{238}U	$5{,}0 \cdot 10^{16}$

Z uwagi na obecność radioizotopów w skorupie ziemskiej wszelkie przedmioty wykonane z naturalnych materiałów czy wydobyte z wnętrza Ziemi także zawierają radioizotopy. Z tego samego względu promieniotwórcze są przykopalniane hałdy, dymy z elektrowni węglowych, a nawet dym z ogniska czy wody mineralne.

Do środowiska naturalnego dostały się także sztuczne radioizotopy, które są emiterami promieniowania alfa, beta i gamma. Ich źródło stanowią wybuchy jądrowe przeprowadzane w atmosferze (szczególnie w latach sześćdziesiątych ubiegłego wieku), awaria elektrowni jądrowej w Czarnobylu w 1986 roku oraz awaria elektrowni jądrowej Fukushima w Japonii w 2011 roku. Większość radioizotopów rozpadła się w krótkim czasie po zaistnieniu zdarzenia. Jednak niektóre, takie jak cez-137, stront-90, pluton-239 czy pluton-240, w dalszym ciągu są obecne w środowisku.

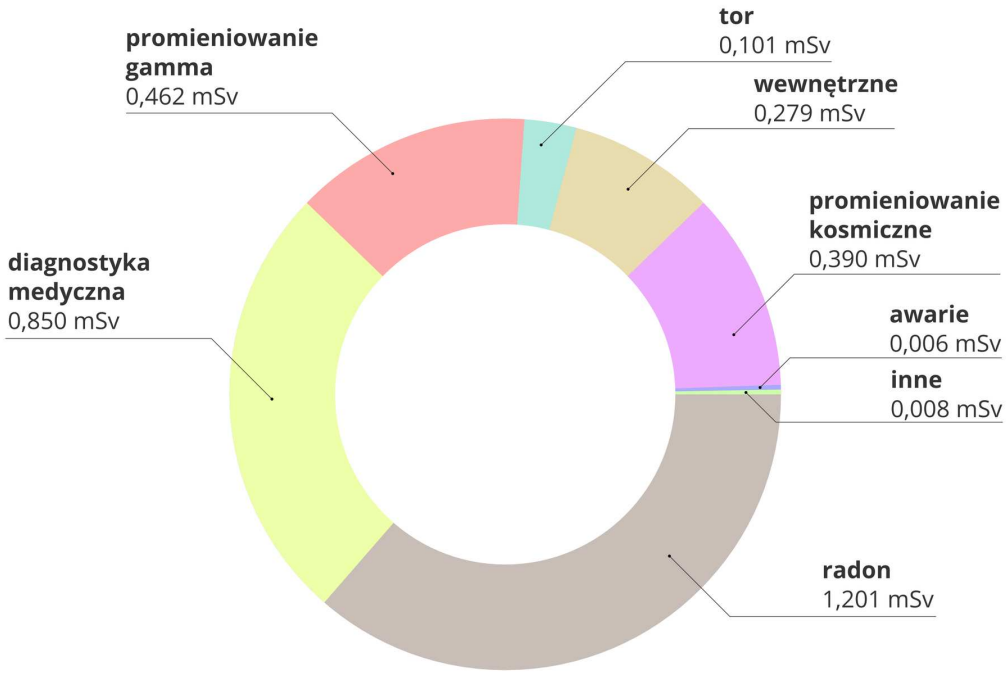
Innym źródłem radioaktywności pochodzenia sztucznego w przyrodzie jest promieniowanie generowane przez różnego rodzaju urządzenia stosowane w diagnostyce medycznej, przemyśle oraz badaniach naukowych.

Zasób interaktywny dostępny pod adresem https://zpe.gov.pl/a/Dq1XLas6H

Źródło: Tomorrow Sp. z o.o., licencja: CC BY 3.0.

5. Czy można zmierzyć promieniowanie jądrowe?

Wielkość pochłoniętej przez materię dawki promieniowania z uwzględnieniem jej wpływu na organizmy żywe opisuje się za pomocą jednostki nazywanej siwertem (Sv). W Polsce dawka pochodząca od wszystkich naturalnych źródeł promieniowania, zarówno naturalnych, jak i sztucznych wynosi około 3,3 mSv (milisiwertów) w ciągu roku.



Źródło: Krzysztof Jaworski, licencja: CC BY 3.0.

Promieniowanie wywodzące się z radioizotopów pochodzenia naturalnego często określa się mianem tła. Naturalne tło promieniowania ma zwykle zmienne wartości w różnych miejscach na świecie. Zależy ono przede wszystkim od lokalnej budowy geologicznej gruntu i średniego stężenia gazu szlachetnego – promieniotwórczego radonu $^{222}\mathrm{Rn}$ – w atmosferze. W Polsce średnia dawka roczna promieniowania emitowanego przez wszystkie naturale źródła wynosi niecałe 2,5 mSv. W Szwecji jest dwukrotnie większa niż w Polsce, a w Finlandii – ponad 2,5 razy większa. Ekstremalne wartości tła naturalnego w miejscach zamieszkałych przez ludzi są ponad dwieście razy większe od wartości tła naturalnego w Polsce. Nigdzie jednak nie zaobserwowano zmian chorobowych wśród bytujących tam ludzi w porównaniu z mieszkańcami innych regionów.

Porównanie rocznych dawek promieniowania z różnych źródeł naturalnych i sztucznych [mSv]

	[mSv]
Roczna dawka w przypadku kosmonauty przebywającego na orbicie okołoziemskiej	420

	[mSv]
Roczna dawka promieniowania naturalnego w Ramsar (Iran)	260
Roczna dawka w niewietrzonym domu na podłożu granitowym	20
Roczna dawka promieniowania naturalnego na wysokości 1500 m n.p.m.	3,6
Średnia roczna dawka promieniowania na Ziemi emitowanego przez źródla naturalne	2,4
Dawka otrzymywana przy prześwietleniu rentgenowskim płuc	0,7
Dawka od promieniowania kosmicznego podczas lotu Warszawa - Nowy Jork - Warszawa	0,06
Dawka otrzymywana podczas tygodniowego pobytu na nartach w górach	< 0,01
Roczna dawka promieniowania w najbliższym sąsiedztwie elektrowni jądrowej	< 0,01

Szkodliwość promieniowania zależy od jego rodzaju, natężenia (mocy) i czasu działania. Zbyt duże dawki promieniowania mogą pokonać mechanizmy obronne organizmu i wywołać ciężkie choroby, a nawet śmierć. Tę właściwość promieniowania wykorzystuje się do niszczenia komórek nowotworowych u ludzi.

Organizmy żywe różnią się pod względem odporności na promieniowanie. Jednorazowa dawka śmiertelna dla człowieka tysiąckrotnie przekracza średnią roczną dawkę tła i wynosi 3–4 Sv (3000–4000 mSv).

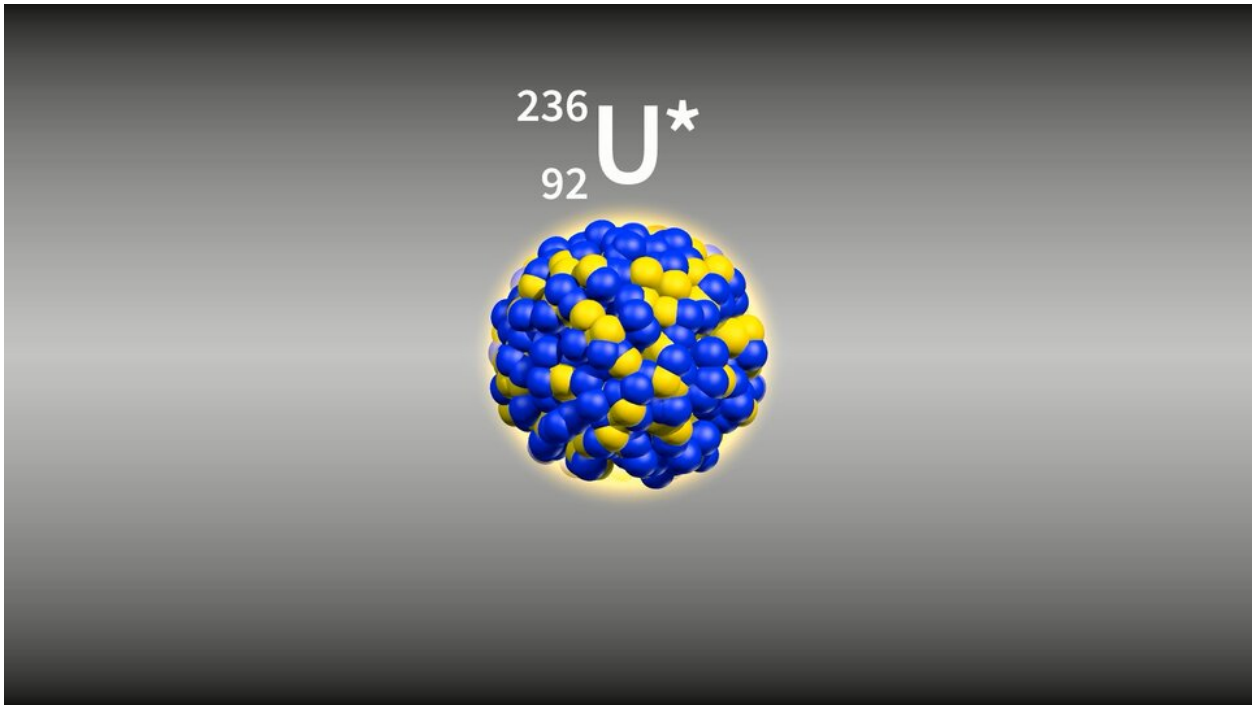
Dawka śmiertelna promieniowania dla różnych organizmów żywych

Organizmy	**Jednorazowa dawka śmiertelna [Sv] (połowa populacji umiera po 30 dniach od przyjęcia dawki)**
pantofelek (pierwotniak)	3000
ślimak	80–200
mucha	800
nietoperz	150
żółw	15
szczur	6–10
świnia	3,5–4,5
małpa	5–6
człowiek	3–4

Niektóre badania naukowe wskazują, że małe dawki promieniowania stymulują układ odpornościowy i zmniejszają zapadalność na choroby nowotworowe. Wieloletnie badania prowadzone na grupach ludzi, którzy z racji swej pracy lub zamieszkania byli narażeni na dodatkowe, określone w pewnym zakresie (1–500 mSv, czyli 0,001–0,5 Sv) dawki promieniowania jądrowego, wskazują, że nastąpiło zmniejszenie śmiertelności wśród napromienianej małymi dawkami populacji w porównaniu z grupą ludzi, która takich dawek nie otrzymywała.

6. Jak wykorzystujemy energię promieniowania jądrowego?

Człowiek wykorzystuje izotopy promieniotwórcze w różny sposób. Przede wszystkim znalazł dla nich zastosowanie w medycynie – do obrazowania tkanek i narządów oraz niszczenia komórek nowotworowych – a także w badaniach naukowych i przemyśle. Innym ważnym zastosowaniem izotopów jest wykorzystanie ich do pozyskiwania energii jądrowej do produkcji energii elektrycznej w tak zwanych elektrowniach jądrowych (atomowych). Zastosowanie znalazł w nich uran-235. W warunkach naturalnych pierwiastek ten rozpada się powoli, ale pod wpływem uderzenia neutronami rozpad jąder jego atomów zachodzi bardzo szybko. Wydziela się przy tym ogromna ilość energii. Towarzyszy temu pojawienie się wolnych neutronów, które z kolei atakują następne atomy uranu, zmuszając je do rozpadu. W ten sposób reakcja przebiega dalej.



Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

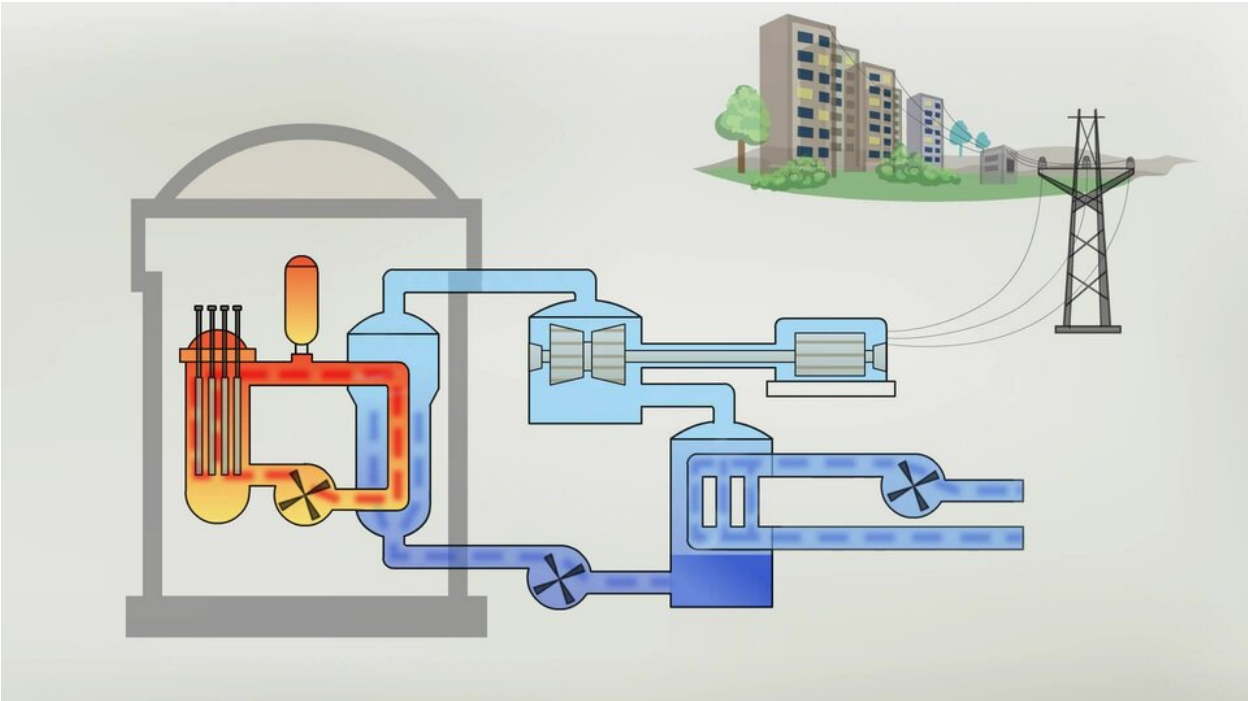
Źródło: Marcin Sadomski, licencja: CC BY 3.0.

Film zaczyna się od animacji przedstawiającej jądro uranu-235 składającego się z niebieskich oraz żółtych kulek symbolizujących neutrony i protony. Zza krawędzi kadru do jądra zbliża się wolny neutron w postaci czerwonej kulki i uderza przylegając do niego. Jądro na animacji zaczyna emitować promieniowanie gamma ilustrowane żółtą poświatą, a po chwili rozpada się z wydzieleniem energii na jądro kryptonu-92 i baru-141 oraz trzy wolne neutrony.

Opisaną przemianę rozpadu atomów uranu prowadzi się w tak zwanych reaktorach. Ich konstrukcja pozwala na kontrolowanie przebiegu reakcji. Uzyskane ciepło ogrzewa wodę, która przechodzi w stan pary, a ta z kolei uruchamia turbinę i generator elektryczności.

Elektrownie jądrowe są wydajniejsze od elektrowni węglowych. Spalenie 1 g metanu (składnika gazu ziemnego) powoduje wydzielenie na sposób ciepła około 50 kJ energii, natomiast reakcja jądrowa 1 g uranu-235 jest źródłem 81 000 000 kJ ($8 \cdot 10^7$kJ) energii.

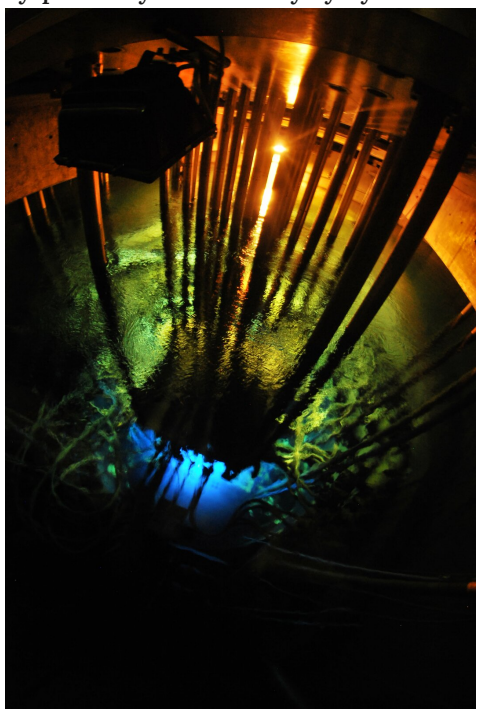
Największym problemem związanym z pracą elektrowni jądrowej są odpady, które zawierają promieniotwórcze izotopy. Postępuje się z nimi na dwa sposoby. Pierwszy z nich polega na zamykaniu odpadów w pojemnikach z miedzi i stali, a następnie umieszczeniu ich głęboko pod ziemią, gdzie pozostaną przez tysiące lat. Drugą metodą jest recykling zużytego paliwa, który polega na odzyskaniu niezużytych jeszcze materiałów promieniotwórczych nadających się do powtórnego użycia jako paliwo. Pozostałość po tym procesie kieruje się do przechowywania.



Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Źródło: Tomorrow Sp.z o.o., licencja: CC BY 3.0.

W Polsce pracuje jeden reaktor badawczy Maria w Instytucie Energii Atomowej w Świerku. Jego moc maksymalna wynosi 33 MW. Wykorzystuje się go do badań naukowych oraz produkcji izotopów na potrzeby przemysłu i medycyny.



Reaktor w Instytucie Energii Atomowej w Świerku

Podsumowanie

- Pierwiastki promieniotwórcze stanowią mieszaniny nietrwałych izotopów; są to pierwiastki o liczbie atomowej większej niż 82 oraz technet ($Z = 43$) i promet ($Z = 61$).
- Izotopy nietrwałe (niestabilne, promieniotwórcze) samorzutnie rozpadają się i przeobrażają w izotopy innych pierwiastków z różną, charakterystyczną dla danego izotopu, szybkością.
- Izotopy promieniotwórcze mogą emitować trzy rodzaje promieniowania: **α** ($^4_2\mathrm{He}$, jądra atomu helu), **β** (szybko poruszające się elektrony) i **γ** (promieniowanie elektromagnetyczne).
- W przyrodzie występuje wiele radioizotopów, które są stałym składnikiem wody, powietrza i gleby. Są one źródłem promieniowania zwanego promieniotwórczością naturalną.
- Szkodliwość promieniowania zależy od jego rodzaju, natężenia (mocy) i czasu działania.

Praca domowa

Polecenie 2.1

Sprawdź, w jakiej odległości w linii prostej od twojego miejsca zamieszkania znajduje się najbliższa elektrownia jądrowa.

Polecenie 2.2

Wyszukaj w Internecie strony lub artykuły prasowe poświęcone dyskusji na temat budowy w Polsce elektrowni jądrowej. Znajdź wypowiedzi ludzi, którzy opowiadają się za istnieniem w naszym kraju elektrowni jądrowej i tych, którzy są jej przeciwni. Oceń przytaczane przez nich argumenty. Czy podają oni fakty i liczby, czy też używają sformułowań odwołujących się do emocji?

Polecenie 2.3

Przeprowadź w swoim najbliższym otoczeniu wywiad z dorosłymi osobami na temat promieniotwórczości. Dowiedz się, z czym kojarzy się im pojęcie ***izotopy promieniotwórcze***, i czy wiedzą, jakie są ich źródła i zastosowania.

Słowniczek

izotopy promieniotwórcze

radionuklidy; izotopy, których jądra samorzutnie zmieniają swą strukturę i emitują promieniowanie

promieniotwórczość

radioaktywność, zdolność do spontanicznej emisji promieniowania przez jądro atomowe

siwert [Sv]

jednostka tzw. dawki efektywnej promieniowania jonizującego; obrazuje całkowite narażenie organizmu zarówno przy równomiernym, jak i nierównomiernym napromienieniu narządów i tkanek

Źródło: Nobel foundation(http://commons.wikimedia.org), public domain.

Maria Salomea Skłodowska-Curie

7.11.1867–4.07.1934

Fizyk, Polka pracująca we Francji, dwukrotna laureatka Nagrody Nobla.
Polka, która karierę naukową rozwinęła we Francji, pracując z promieniotwórczymi pierwiastkami. Wraz z mężem Piotrem Curie odkryła dwa nowe pierwiastki promieniotwórcze: polon i rad. Za swoje dokonania małżeństwo wraz z Henri Becquerelem wspólnie otrzymało w 1903 roku Nagrodę Nobla. Maria Skłodowska-Curie opracowała i udoskonaliła metody rozdzielania izotopów. Za pracę nad radem została w 1911 roku po raz drugi uhonorowana Nagrodą Nobla przez Szwedzką Akademię Nauk. Przyczyniła się do rozwoju radioterapii, mającej na celu leczenie nowotworów za pomocą radu.

Zadania

Ćwiczenie 1

Oceń, czy podane zdania są prawdziwe, czy fałszywe.

	Prawda	Fałsz
Izotopy promieniotwórcze należące do tego samego pierwiastka mają różną trwałość.	○	○
Pierwiastki w przyrodzie występują albo w postaci mieszaniny trwałych izotopów, albo stanowią mieszaninę izotopów promieniotwórczych.	○	○
Każda dawka promieniowania jądrowego jest śmiertelna dla organizmu ludzkiego.	○	○
Izotopy promieniotwórcze są dziełem człowieka.	○	○
Pierwiastki leżące w okresach 1.–5. układu okresowego nie są promieniotwórcze.	○	○

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 2

Przyporządkuj sformułowania do odpowiedniego rodzaju izotopów. Umieść w odpowiednim miejscu pasujące do danego zbioru opisy. Pamiętaj, że są określenia, które nie opisują żadnego z rodzaju izotopów.

naturalne izotopy promieniotwórcze

sztuczne izotopy promieniotwórcze

ich jądra ulegają rozpadowi

ich jądra podczas rozpadu wydzielają promieniowanie

są nietrwałe

ich jądra podczas rozpadu wydzielają promieniowanie

występują naturalnie w środowisku

są wytwarzane przez człowieka

ich jądra ulegają rozpadowi

są nietrwałe

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 3

Uszereguj rodzaje promieniowania jądrowego według wzrastającej przenikliwości.

γ

β

α

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 4

Wybierz poprawne sformułowania opisujące cząstki α.

- [ ] Są to atomy helu.
- [ ] Nie mają ładunku.
- [ ] Są to jądra atomów helu.
- [ ] Są strumieniem elektronów.
- [ ] Mają ładunek ujemny.
- [ ] Mają ładunek dodatni.

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 5

Wybierz poprawne sformułowania opisujące cząstki β.

- [ ] Nie mają ładunku.
- [ ] Są to jądra atomów helu.
- [ ] Mają ładunek dodatni.
- [ ] Są to atomy helu.
- [ ] Mają ładunek ujemny.
- [ ] Jest to strumień elektronów.

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 6

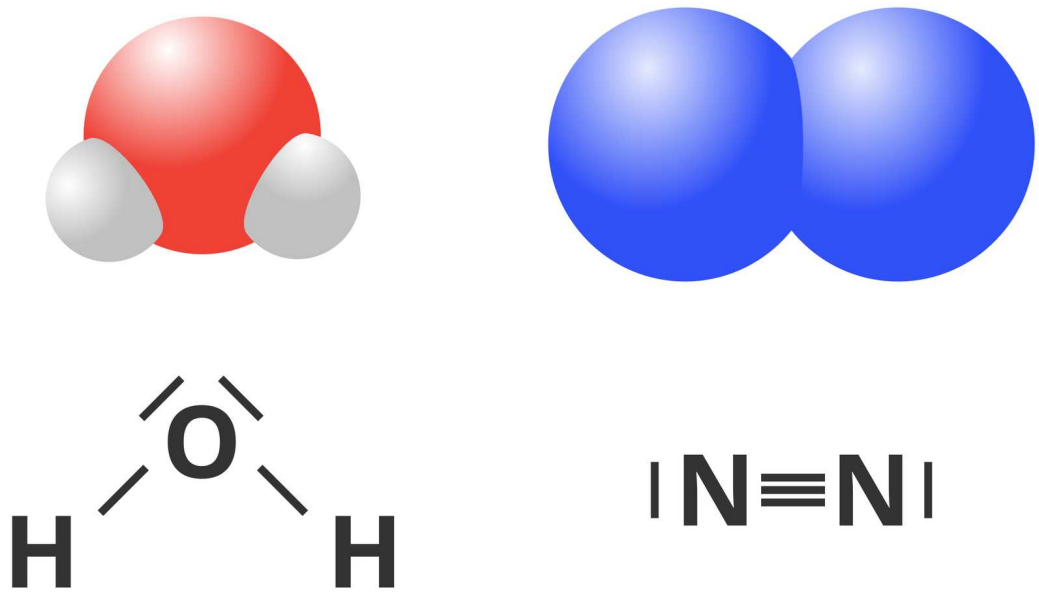
Dopasuj do nazwisk znanych postaci opisy dokonanych przez nich odkryć.

odkrycie promieniowania X	Henri Becquerel
odkrycie polonu	Wilhelm Roentgen
odkrycie promieniotwórczości uranu	Maria Skłodowska-Curie

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Wiązania chemiczne – kowalencyjne i kowalencyjne spolaryzowane

Atomy w stanie wolnym, niezwiązanym, bardzo rzadko występują w przyrodzie. Wyjątek pod tym względem stanowią atomy pierwiastków, zwanych zwyczajowo gazami szlachetnymi. Atomy większości pierwiastków są najczęściej związane z innymi atomami. W tym module dowiemy się, dlaczego atomy niektórych pierwiastków łączą się ze sobą oraz poznamy jeden ze sposobów tworzenia takiego połączenia.



Modele cząsteczek wody i azotu oraz ich wzory elektronowe

Już wiesz

- że pierwiastki chemiczne mogą się ze sobą łączyć;
- co to są związki chemiczne;
- jak określić liczbę elektronów walencyjnych w atomach niektórych pierwiastków chemicznych.

Nauczysz się

- opisywać wiązanie kowalencyjne (atomowe);
- wyjaśniać, co to jest cząsteczka;
- omawiać budowę przykładowych cząsteczek.

1. Co warto wiedzieć o gazach szlachetnych?

Porównując właściwości pierwiastków, można zauważyć, że niemetale znajdujące się w 18. grupie układu okresowego (helowce, zwane gazami szlachetnymi) wykazują najmniejszą aktywność. Helowce w zwykłych warunkach nie tworzą cząsteczek, a tylko niektóre z nich mogą tworzyć związki chemiczne, które są stosunkowo nietrwale. Okazuje się, że konfiguracja elektronowa atomów helowców jest trwała. Większość atomów pierwiastków, łącząc się ze sobą, dąży do uzyskania konfiguracji elektronowej najbliższego im w układzie okresowym helowca, na przykład atomy wodoru dążą do konfiguracji elektronowej helu, a atomy chloru – do konfiguracji elektronowej atomu argonu.

Jak pamiętasz, wśród helowców tylko atom helu ma 2 elektrony walencyjne (nazywane dubletem elektronowym), zaś atomy pozostałych gazów szlachetnych mają po 8 elektronów na ostatniej powłoce (tak zwany oktet elektronowy).

Liczba elektronów na ostatniej powłoce w atomach helowców

Nazwa helowca	**Liczba elektronów na ostatniej powłoce**	**Nazwa konfiguracji elektronowej ostatniej powłoki**
hel	2	dublet elektronowy
neon	8	oktet elektronowy
argon		
krypton		
ksenon		
radon		

2. Czy atomy mogą dzielić się swoimi elektronami?

Atomy mogą łączyć się zarówno z atomami tego samego pierwiastka chemicznego, jak i atomami innych pierwiastków. Oddziaływanie pomiędzy atomami, które sprawiające, że atomy te łączą się ze sobą w sposób trwały, nazywa się **wiązaniem chemicznym**.
W tworzeniu wiązania biorą udział elektrony walencyjne. Jak pamiętasz, liczba elektronów walencyjnych pierwiastka jest ściśle związana z jego położeniem w układzie okresowym i jego właściwościami fizykochemicznymi. To od niej zależy sposób oddziaływania i wiązania się ze sobą atomów.

> **Ważne!**

Przy opisie wiązań chemicznych chemicy bardzo często posługują się symbolicznym zapisem. Wykorzystuje się w nim symbol pierwiastka chemicznego, i zaznacza się wokół niego kropkami liczbę elektronów walencyjnych. Są to tak zwane **wzory elektronowe kropkowe**. Jeśli w tym wzorze występują pary elektronów, to czasami zaznacza się je jako kreski. Taki sposób zapisu określa się mianem **wzoru elektronowego kreskowego**.
W tabeli przedstawiono omawiane wzory elektronowe przykładowych atomów pierwiastków.

Atom pierwiastka	Atom wodoru	Atom magnezu	Atom chloru
Wzór elektronowy kropkowy	H·	Mg:	:Cl·
Wzór elektronowy kreskowy		Mg	Cl·

Źródło: Krzysztof Jaworski, Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Wodór to pierwiastek chemiczny, którego atomy nie są wolne, lecz zawsze połączone w pary za pomocą wiązania chemicznego. Wiązanie to polega na tym, że atomy wodoru oddają do wspólnego użytku po 1 elektronie. Mówi się, że uwspólniają elektrony, które nazywa się **wspólną parą elektronową** lub **wiążącą parą elektronową**. Symbolicznie wiązanie tworzone przez 2 atomy wodoru można przedstawić jako H : H. Dzięki uwspólnieniu elektronów każdy z atomów wodoru uzyskuje konfigurację elektronową (liczbę elektronów), jaką ma najbliższy w układzie okresowym gaz szlachetny – hel (2 elektrony).

Opisane wiązanie łączące 2 atomy wodoru za pomocą wspólnej pary elektronowej jest przykładem wiązania nazywanego wiązaniem kowalencyjnym lub wiązaniem atomowym. Wiązanie to polega na uwspólnianiu elektronów i tworzeniu tak zwanych wiążących par elektronów, które należą w jednakowym stopniu do obu atomów. Tego typu wiązania kowalencyjne tworzą się między atomami tego samego niemetalu.

Zobacz wzory elektronowe wiązań kowalencyjnych między atomami wodoru.

Atom wodoru	**Wzory elektronowe połączonych atomów wodoru**	**Elementy wiązania**
H·	H:H H—H	wspólna para elektronowa (wiążąca para elektronowa) H H H H

Wzory elektronowe przedstawiające wiązanie kowalencyjne tworzone między atomami wodoru

Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Wiązanie kowalencyjne między atomami wodoru

Animacja przedstawiająca wiązania kowalencyjne między atomami wodoru. Rozpoczyna ją ujęcie, w którym pary jasnoszarych kulek sklejonych ze sobą na podobieństwo baniek mydlanych przemieszczają się swobodnie po ekranie, odbijając się od siebie nawzajem. Następuje zbliżenie jednej takiej pary i gdy wypełnia już ona większość ekranu i ustawia się poziomo, na każdej z kulek pojawia się litera H, a na ich połączeniu dwie sąsiadujące w pionie kropki. Kulki znikają, pozostają tylko litery i kropki. Kropki zostają wyróżnione czerwonymi obrysami, a pod zapisem pojawia się tekst Wspólna para elektronowa. Następnie następuje rozdzielenie symboli wodoru, które rozsuwają się na boki – każdy z nich zabiera po jednej kropce – i ponowne połączenie. Na koniec filmu pod zapisem pojawia się miniatura układu okresowego, z którego odpowiedniej komórki wyłania się symbol helu, He z dwiema kropkami z prawej strony.

Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Wiązanie kowalencyjne między atomami chloru

Film rozpoczyna ujęcie naczynia laboratoryjnego zawierającego opary żółtego gazu. Następuje najazd na wnętrze naczynia i ekran wypełnia animacja par zielonych kulek sklejonych ze sobą na podobieństwo baniek mydlanych przemieszczają się swobodnie po ekranie, odbijając się od siebie nawzajem. Następuje zbliżenie jednej takiej pary i gdy wypełnia już ona większość ekranu i ustawia się poziomo, na każdej z kulek pojawia się litera Cl, a na ich połączeniu dwie sąsiadujące w pionie kropki. Pary kropek występują też ze wszystkich pozostałych stron liter, tak że każdy znak Cl ma po lewej, prawej, górnej i dolnej stronie dwie pary kropek. Kulki znikają, pozostają tylko litery i kropki. Kropki na połączeniu atomów zostają wyróżnione czerwonymi obrysami, a pod zapisem pojawia się tekst Wspólna para elektronowa. Następnie następuje rozdzielenie symboli chloru, które rozsuwają się na boki – każdy z nich zabiera po jednej kropce i ma łącznie wokół siebie siedem kropek ponumerowanych zgodnie z ruchem wskazówek zegara – i ponowne połączenie. Po ponownym połączeniu zostaje wyróżnionych osiem kropek wokół najpierw lewego, a następnie prawego symbolu Chloru i pojawia się podpis: 8 elektronów (oktet). Na koniec filmu po lewej stronie kadru pojawia się fragmentu układu okresowego, w którym zieloną strzałką zaznaczone jest pole z argonem, którego nazwa, symbol i liczba atomowa zostają podświetlone na czerwono.

Zobacz efekt wiązania między atomami wodoru oraz między atomami chloru.

Substancja	Wzór elektronowy kropkowy	Rodzaj osiągniętej konfiguracji elektronowej	Gaz szlachetny, którego konfigurację osiągnął atom w cząsteczce
cząsteczka wodoru	H:H	dublet	hel
cząsteczka chloru	:Cl:Cl:	oktet	argon

Wiązanie kowalencyjne między atomami wodoru oraz między atomami chloru

3. Co jest efektem łączenia się atomów?

Struktury, które powstają w wyniku połączenia się atomów za pomocą wiązań kowalencyjnych (wiązań atomowych), nazywa się cząsteczkami. Dwa atomy wodoru związane jedną parą elektronową noszą nazwę cząsteczki wodoru, a połączone ze sobą 2 atomy chloru stanowią cząsteczkę chloru.

W przyrodzie występuje bardzo dużo różnorodnych cząsteczek, które mogą zawierać od dwóch do ponad miliona atomów. Omawiane w tej lekcji cząsteczki wodoru i chloru są przykładami niewielkich układów atomów – cząsteczek dwuatomowych.

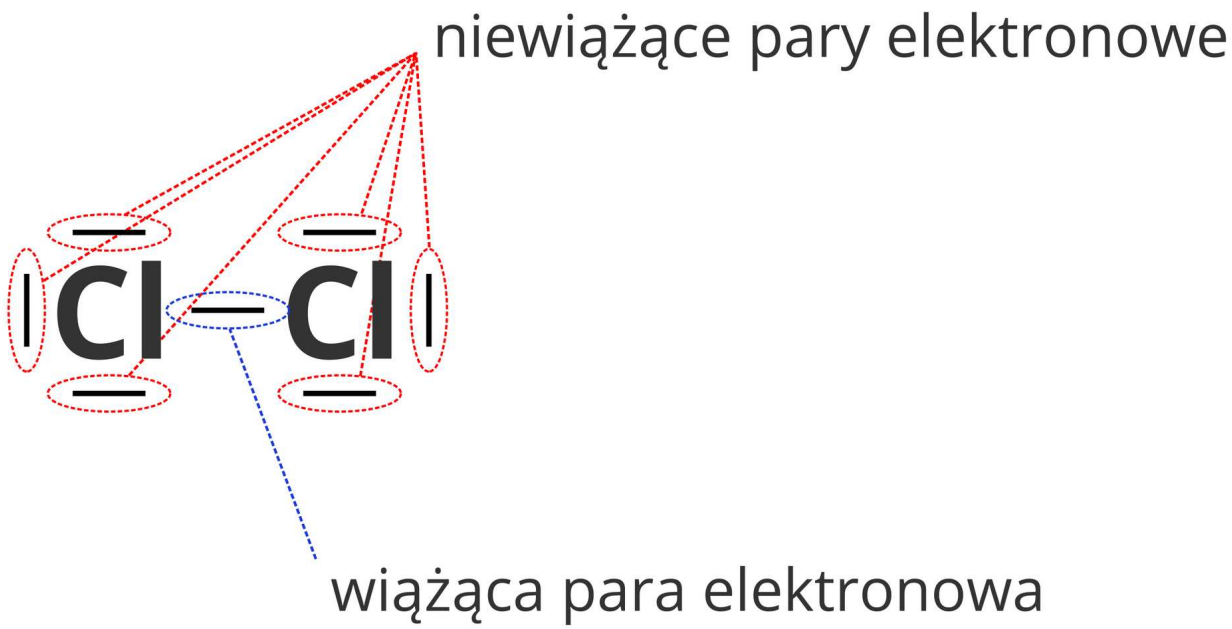
Każdą cząsteczkę można opisać wzorem. Jednym ze sposobów jest wymienienie symboli pierwiastków, których atomy wchodzą w jej skład, i zaznaczenie za symbolem pierwiastka (w prawym dolnym indeksie) liczby atomów wchodzących w skład cząsteczki. Przedstawiony zgodnie z tymi zasadami wzór cząsteczki jest nazywany wzorem sumarycznym cząsteczki.

Substancja	Wzór elektronowy kropkowy	Wzór elektronowy kreskowy	Wzór sumaryczny
cząsteczka wodoru	H:H	H—H	H_2
cząsteczka chloru	:Cl:Cl:	|Cl—Cl|	Cl_2

Opis cząsteczek wodoru i chloru

Oprócz wiążących par elektronowych, w cząsteczkach mogą znajdować się także tzw. niewiążce pary elektronowe. Nie biorą one bezpośredniego udziału w tworzeniu wiązania

chemicznego.



Rodzaje par elektronowych w cząsteczce chloru

Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Tworzenie wzoru sumarycznego cząsteczki chloruTworzenie wzoru sumarycznego cząsteczki chloruTworzenie wzoru sumarycznego cząsteczki chloru

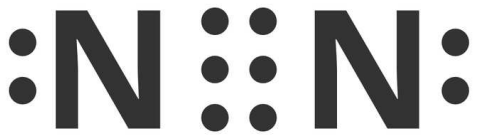
Film rozpoczyna plansza podpisana Cząsteczka chloru i przedstawiająca dwie połączone ze sobą zielone kulki. Na kulkach tych pojawiają się symbole Cl i kropki oznaczające elektrony walencyjne zestawione w pary. Zielone kule znikają, a pojawia się podpis Wzór elektronowy kropkowy. Kropki zostają zamienione kreskami, a podpis zmienia się na Wzór elektronowy kreskowy. Plansza znika i po chwili pojawia się napis Wzór sumaryczny, a pod nim dopisek Określa rodzaj i liczbę atomów wchodzących w skład cząsteczki. Ponownie pojawia się wzór kreskowy z podpisem cząsteczka chloru. Symbole Cl zostają wyróżnione czerwonym kolorem, a następnie ponumerowane. Na podstawie tego pod wzorem kreskowym pojawia się wzór sumaryczny Cl2.

Wodór czy chlor są pierwiastkami, które w stanie wolnym, jako gazy, występują w postaci cząsteczek dwuatomowych. Dlatego w symbolicznym opisie tych gazów zawsze posługujemy się wzorami: Cl_2, H_2.

4. Jak zbudowana jest cząsteczka azotu?

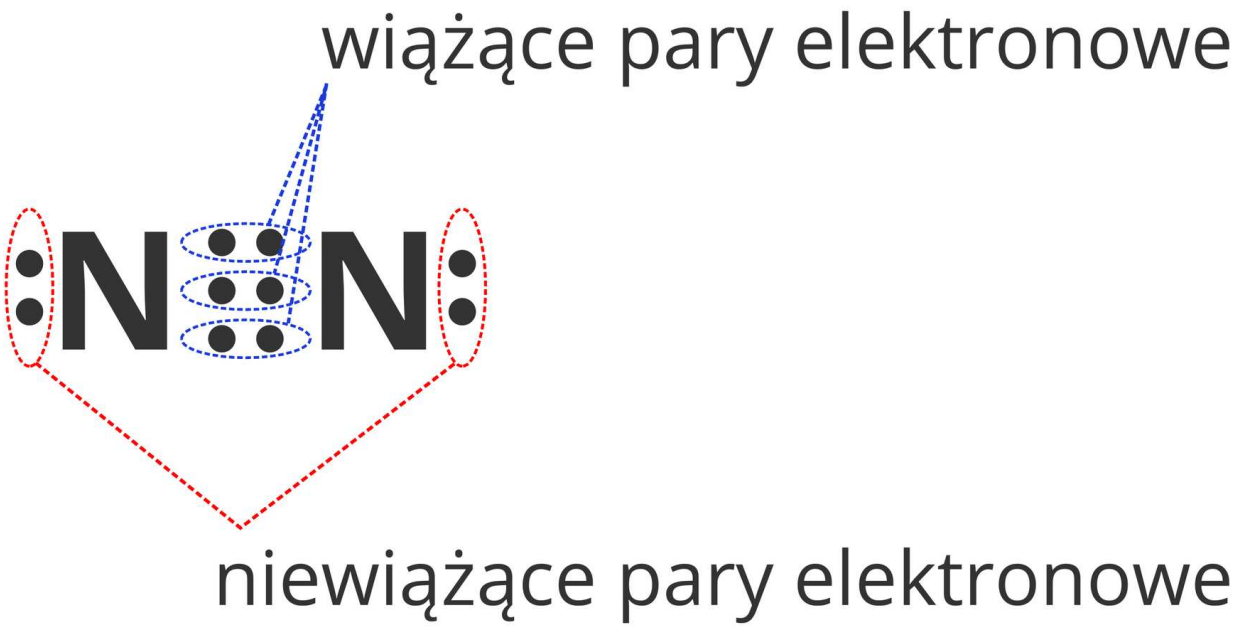
Atomy niemetali mogą uwspólniać więcej niż 1 parę elektronową.

Przykładem jest cząsteczka azotu zbudowana z 2 atomów azotu. Jak pamiętasz, atom azotu ma 5 elektronów walencyjnych, a do uzyskania 8 elektronów potrzebuje 3. Dlatego każdy z atomów w cząsteczce oddaje do wspólnego użytku 3 elektrony.



Wzór elektronowy cząsteczki azotu

Między atomami azotu występują 3 wiążące pary elektronowe. Takie wiązanie określa się mianem wiązania potrójnego. Wzór sumaryczny cząsteczki azotu to N_2.



Pary elektronowe (wiążące i niewiążące) w cząsteczce azotu

Wiązanie potrójne zawiera maksymalną liczbę wiązań, jaką mogą tworzyć atomy między sobą. W przyrodzie nie ma związków chemicznych, w których cząsteczkach występowałyby wiązania więcej niż trzykrotne.

Rodzaj substancji	Wzór elektronowy kropkowy	Wzór elektronowy kreskowy	Rodzaj wiązań chemicznych	Liczba atomów w cząsteczce	Wzór sumaryczny cząsteczki	Gaz szlachetny, którego konfigurację osiągnął atom azotu w cząsteczce
azot	:N⋮⋮N:	|N≡N|	kowalencyjne (atomowe)	2	N_2	neon

Budowa cząsteczki azotu

5. Czym jest wiązanie kowalencyjne spolaryzowane?

Atomy różnych niemetali mogą (podobnie jak atomy należące do tego samego pierwiastka niemetalicznego) łączyć się ze sobą za pomocą wspólnych par elektronowych. Przykładem są atomy niemetali: wodoru i chloru, które łączą się ze sobą, tworząc cząsteczki chlorowodoru.

Wzór elektronowy kropkowy cząsteczki chlorowodoru

Każdy z atomów wchodzących w skład cząsteczki chlorowodoru oddaje po 1 elektronie walencyjnym w celu utworzenia wiążącej pary elektronowej (wiązania kowalencyjnego). Dzięki temu powstaje trwała konfiguracja elektronowa gazu szlachetnego: atom wodoru – helu, atom chloru – argonu.

W cząsteczce chlorowodoru atomy tworzą na ostatnich powłokach następujące konfiguracje: atom wodoru – dublet, atom chloru – oktet elektronowy.

Para elektronowa znajdująca się pomiędzy atomami wodoru i chloru w cząsteczce chlorowodoru nie należy w jednakowym stopniu do obu atomów, ale jest przesunięta w kierunku tego, który silniej przyciąga elektrony, w tym wypadku – w kierunku atomu chloru. Opisane wiązanie jest szczególnym rodzajem wiązania kowalencyjnego, nazywanym wiązaniem kowalencyjnym spolaryzowanym (wiązaniem atomowym spolaryzowanym).

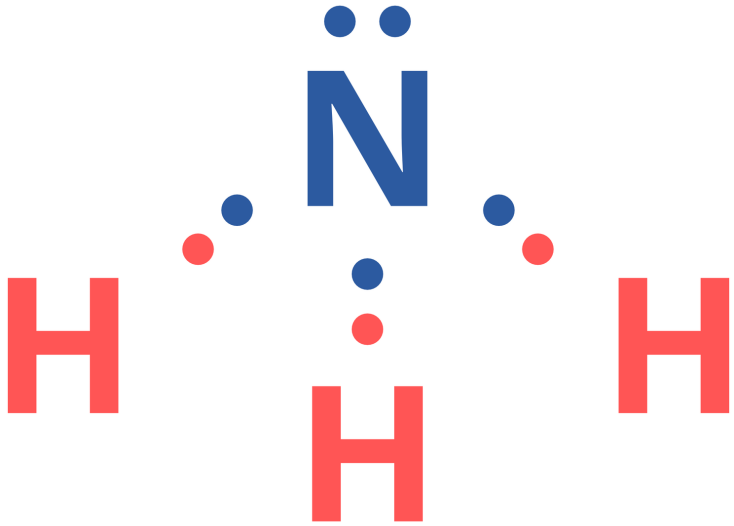
Wiązanie kowalencyjne spolaryzowane jest tworzone pomiędzy atomami należącymi do różnych niemetali. Uwspólniają one elektrony, a utworzona wiążąca para lub pary elektronowe są przesunięte w kierunku tego atomu, który ma większą zdolność przyciągania elektronów. Najczęściej jest to atom o większej liczbie elektronów na ostatniej powłoce.

Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Wiązania w cząsteczce wody

Film rozpoczyna ujęcie układu okresowego pierwiastków. Następuje najazd kamery na komórkę opisującą atom tlenu. Układ okresowy zastępuje widok symbolu tlenu otoczonego przez sześć kropek. Dwie z nich są swobodne, a cztery tworzą dwie pary niewiążące. Na moment pojawiają się dwie brakujące do oktetu kropki. Atom tlenu z ośmioma elektronami zamienia się w cząsteczkę wody również ukazaną w postaci wzoru kropkowego. Dwie pary elektronowe łączące atomy wodoru z tlenem zostają podświetlone na czerwono. Pojawia się podpis Cząsteczka wody, a obok wzoru kropkowego pojawia się rysunek modelu cząsteczki wody. Ponownie następuje zbliżenie na wzór kropkowy i dwie wiążące pary elektronowe otoczone zostają strzałkami skierowanymi w stronę symbolu atomu tlenu. Pojawia się podpis Wiązania kowalencyjne spolaryzowane. Znikają kropki symbolizujące elektrony, a litery symbolizujące atomy układają się we wzór sumaryczny H_2O.

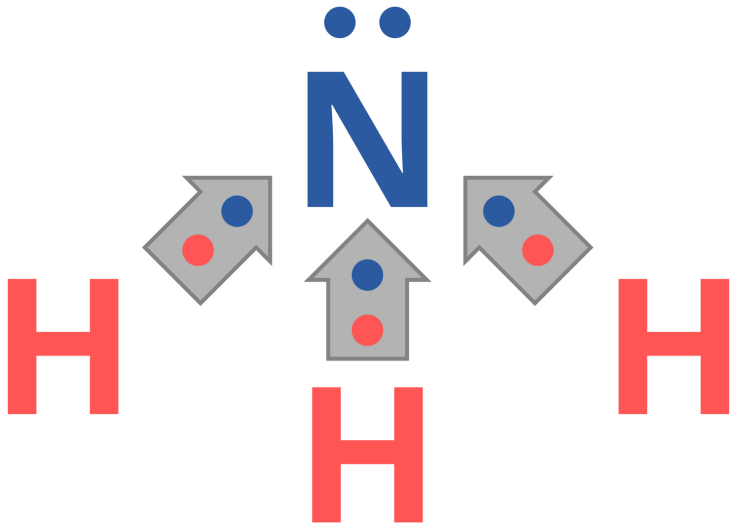
Wiązania kowalencyjne spolaryzowane łączą także atomy azotu z atomami wodoru w cząsteczki związku chemicznego zwanego amoniakiem. Na podstawie numeru grupy, do której należy atom azotu (15.), winioskujemy, że ma on na ostatniej powłoce 5 elektronów. Do uzyskania trwałej konfiguracji brakuje mu 3 elektronów. Uzyskuje je od 3 atomów wodoru, z którymi tworzy wiążące pary elektronowe.



Pary elektronowe w cząsteczce amoniaku

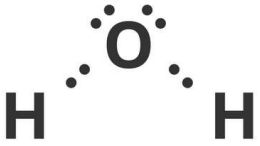
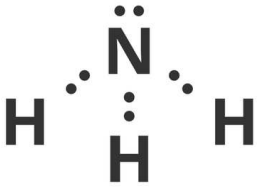
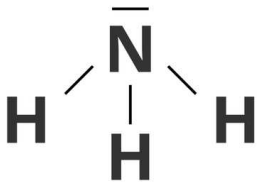
Z uwagi na to, że atom azotu ma większą zdolność do przyciągania elektronów niż atom wodoru, 3 wiążące pary elektronowe są położone bliżej atomu azotu. Dlatego wiązanie to jest wiązaniem atomowym (kowalencyjnym) spolaryzowanym.

Wzór sumaryczny cząsteczki amoniaku to NH_3.



Wspólne pary elektronowe w cząsteczce amoniaku są przesunięte w kierunku atomu azotu ze względu na jego większą zdolność do przyciągania elektronów

Każdy z atomów wchodzących w skład cząsteczki amoniaku uzupełnia ostatnią powłokę elektronową: atomy wodoru tworzą dublet elektronowy, atom azotu – oktet.

Substancja	Wzór elektronowy kropkowy	Wzór elektronowy kreskowy	Wzór sumaryczny
chlorowodór			HCl
woda			H_2O
amoniak			NH_3

Wzory przykładowych związków chemicznych zbudowanych z cząsteczek o wiązaniach kowalencyjnych spolaryzowanych

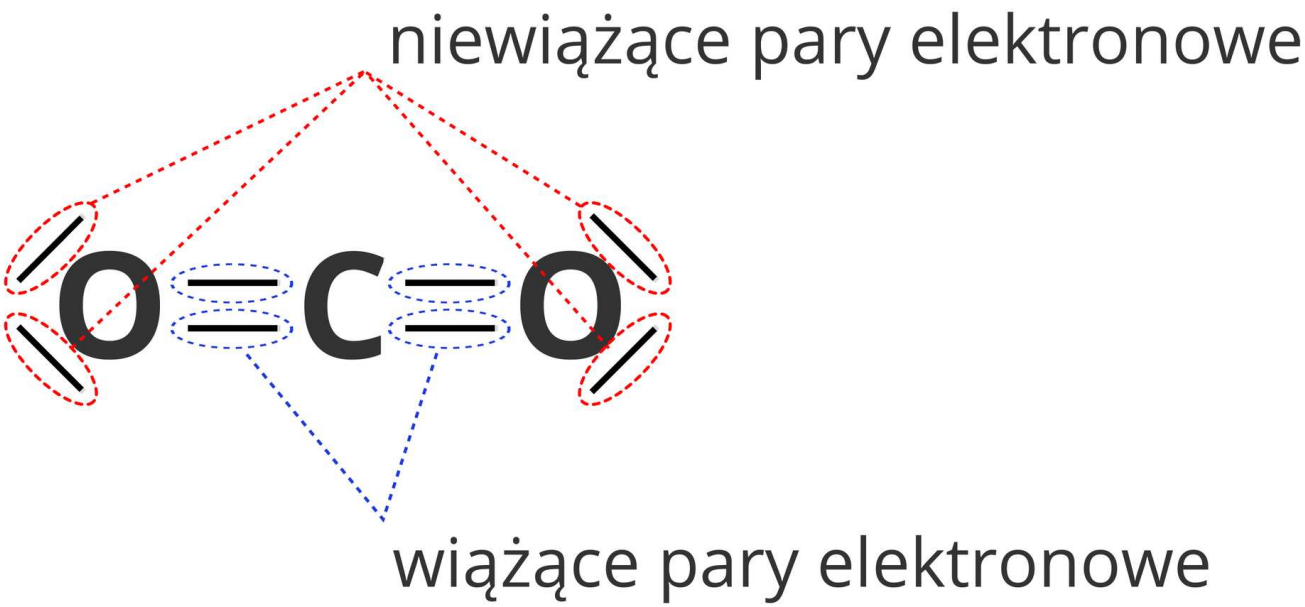
6. Jak zbudowana jest cząsteczka dwutlenku węgla?

Atomy różnych niemetali mogą uwspólniać więcej niż 1 parę elektronową. Przykładem związku chemicznego, w którego cząsteczkach tak się dzieje, jest dwutlenek węgla. Jego cząsteczki są zbudowane z 2 atomów tlenu połączonych z 1 atomem węgla.

Atom węgla znajduje się w 14. grupie układu okresowego i jego ostatnią powłokę elektronową tworzą 4 elektrony. W atomach tlenu natomiast jest 6 elektronów walencyjnych. Każdy z atomów w cząsteczce dwutlenku węgla uzupełnia swoją ostatnią powłokę do 8 elektronów: atomy tlenu oddają do wspólnego użytku z atomem węgla po 2 elektrony, atom węgla zaś z każdym z nich uwspólnia także 2 elektrony. Można policzyć, że na tworzenie wiązań atomy tlenu zużywają po 2 elektrony, natomiast atom węgla – w sumie 4.

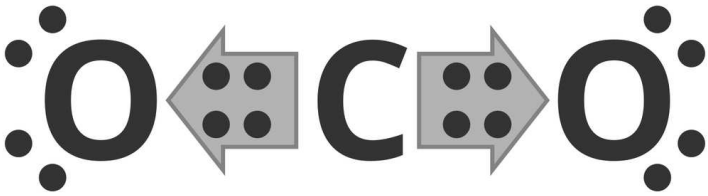
Wzór elektronowy kropkowy cząsteczki dwutlenku węgla

Cząsteczka dwutlenku węgla ma następujący wzór sumaryczny: CO_2.



Wzór elektronowy kreskowy cząsteczki dwutlenku węgla z wyróżnionymi rodzajami par elektronowych

Atomy tlenu i węgla różnią się zdolnością do przyciągania elektronów, atom tlenu wykazuje silniejsze właściwości w tym względzie. Z tego powodu w cząsteczce dwutlenku węgla wiążące pary elektronowe są położone bliżej atomów tlenu.



Atomy tlenu w cząsteczce dwutlenku węgla silniej przyciągają ku sobie elektrony niż atom węgla

Rodzaj substancji	Wzór elektronowy kropkowy	Wzór elektronowy kreskowy	Rodzaj wiązań chemicznych	Liczba atomów w cząsteczce	Wzór sumaryczny cząsteczki
dwutlenek węgla			kowalencyjne spolaryzowane	3	CO_2

Budowa cząsteczki dwutlenku węgla

Podsumowanie

- Wiązanie chemiczne wiąże ze sobą atomy.
- Wiązanie kowalencyjne (atomowe) polega na uwspólnieniu pary elektronowej pomiędzy atomami.
- Każdy pierwiastek chemiczny, o ile to możliwe, dąży do uzyskania konfiguracji elektronowej najbliższego w układzie okresowym gazu szlachetnego.
- Wiązania kowalencyjne tworzą atomy niemetali.
- Atomy należące do różnych niemetali tworzą wiązania kowalencyjne spolaryzowane.
- Struktury zbudowane z atomów połączonych wiązaniem kowalencyjnym (atomowym) są nazywane cząsteczkami.
- Atomy w cząsteczkach: Cl_2, H_2, N_2 tworzą wiązania kowalencyjne (atomowe), a ich wiążące pary elektronowe należą w jednakowym stopniu do obu atomów w cząsteczce.
- W cząsteczkach HCl, H_2O, CO_2, NH_3 występują wiązania kowalencyjne spolaryzowane, utworzone przez wspólne pary elektronowe, znajdujące się bliżej atomów o większej liczbie elektronów walencyjnych.

> **Praca domowa**
>
> > **Polecenie 1.1**
> >
> > Fluor jest pierwiastkiem chemicznym, który w temperaturze pokojowej występuje w postaci cząsteczek dwuatomowych. Narysuj wzór elektronowy kropkowy i kreskowy oraz wzór sumaryczny jego cząsteczki. Wskaż wiążące i niewiążące pary elektronowe we wzorze kreskowym.

Słowniczek

wiązanie kowalencyjne (wiązanie atomowe)

rodzaj wiązania chemicznego, które polega na tworzeniu wspólnych par elektronowych pomiędzy atomami.

wiązanie kowalencyjne spolaryzowane (wiązanie atomowe spolaryzowane)

wiązanie chemiczne polegające na tworzeniu wspólnych par elektronowych pomiędzy atomami o różnej tendencji do przyciągania elektronów. Wiążąca para elektronowa jest przesunięta w kierunku atomu silniej przyciągającego elektrony.

wzór sumaryczny

wzór przedstawiający liczbę i rodzaj atomów wchodzących w skład najmniejszej struktury zbudowanej z atomów połączonych ze sobą za pomocą wiązań chemicznych, np. wzór cząsteczki

wiązanie pojedyncze

wiązanie utworzone przez jedną wspólną parę elektronową

wiązanie podwójne

wiązanie utworzone przez dwie wspólne pary elektronowe

wiązanie potrójne

wiązanie utworzone przez trzy wspólne pary elektronowe

Zadania

Ćwiczenie 1

Oceń, czy podane zdania są prawdziwe, czy fałszywe.

	Prawda	Fałsz
Wiążąca para elektronowa między dwoma atomami tego samego pierwiastkaw należy w jednakowym stopniu do obu atomów.	○	○
Atomy azotu w cząsteczce azotu uwspólniają jedną parę elektronów.	○	○
W cząsteczce chlorowodoru występuje wiązanie atomowe spolaryzowane.	○	○
Wiązanie podwójne tworzą cztery elektrony.	○	○
W tworzeniu wiązania atomowego biorą udział wszystkie elektrony walencyjne każdego z połączonych ze sobą atomów.	○	○

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 2

Uzupełnij luki w tekście. Wybierz właściwe określenia spośród podanych.

Wiązanie chemiczne łączy ze sobą [ ]. Wiązanie kowalencyjne nazywane jest także wiązaniem [ ] i tworzy się, gdy atomy oddają do wspólnego użytku [ ]. Wspólna para [ ] w wiązaniu kowalencyjnym spolaryzowanym znajduje się [ ] atomu, który silniej przyciąga [ ].

dalej od | neutrony | protony | bliżej | elektrony | atomowym | protony | elektronowym | protonów | elektrony | protony | neutronów | atomy | neutrony | elektronów | elektrony

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 3

Przyporządkuj cząsteczki do właściwych kategorii w zależności od rodzaju występujących w nich wiązań chemicznych.

wiązanie atomowe (kowalencyjne)

wiązanie atomowe (kowalencyjne) spolaryzowane

H_2O Cl_2 H_2 NH_3 CO_2 HCl N_2

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 4

Uporządkuj nazwy drobin według rosnącej liczby wszystkich wiązań w cząsteczce.

cząsteczka wodoru

cząsteczka dwutlenku węgla

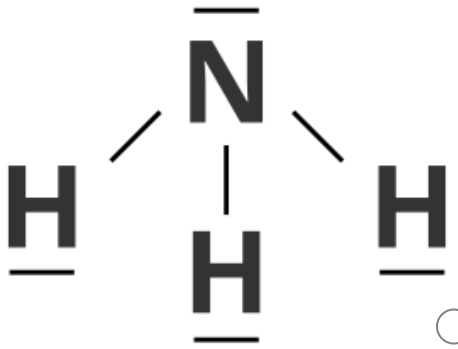
cząsteczka azotu

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 5

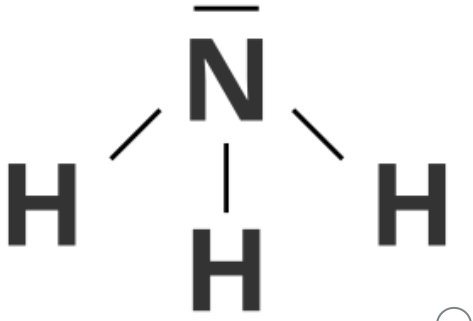
Wskaż poprawnie zapisany wzór kreskowy cząsteczki amoniaku.

○



○

○

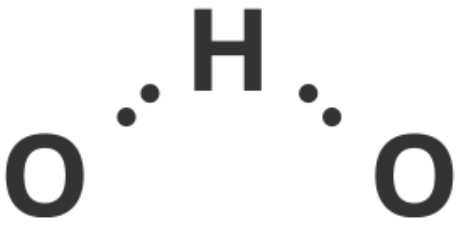


○

○

Ćwiczenie 6

Wskaż poprawnie zapisany elektronowy wzór kropkowy cząsteczki wody.



○

○

○

○

○

Ćwiczenie 7

Przyporządkuj podane wzory i symbole do odpowiednich kategorii.

cząsteczki

atomy

N_2 O_2 H_2 C Cl_2 CO_2 H_2O O Cl H HCl N

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 8

Ustal nazwy gazów szlachetnych, których konfiguracje elektronowe uzyskały atomy pierwiastków chemicznych w cząsteczce chlorowodoru.

- wodór: neon, chlor: krypton
- wodór: hel, chlor: neon
- wodór: hel, chlor: argon
- wodór: hel, chlor: hel

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 9

Podaj nazwę gazu szlachetnego, którego konfigurację elektronową uzyskały atomy pierwiastków tworzących cząsteczkę dwutlenku węgla. Wskaż właściwą odpowiedź.

- węgiel: argon, tlen: argon
- węgiel: neon, tlen: neon
- węgiel: hel, tlen: argon
- węgiel: hel, tlen: hel

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 10

Podaj nazwę gazu szlachetnego, którego konfigurację elektronową uzyskały atomy pierwiastków w cząsteczce amoniaku.

- azot: hel, wodór: hel
- azot: neon, wodór: neon
- azot: neon, wodór: hel
- azot: argon, wodór: neon

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 11

Wskaż grupę pierwiastków, których atomy mogą tworzyć wiązania kowalencyjne.

- sód, chlor, wodór
- węgiel, glin, azot
- wodór, tlen, azot
- chlor, tlen, wapń

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 12

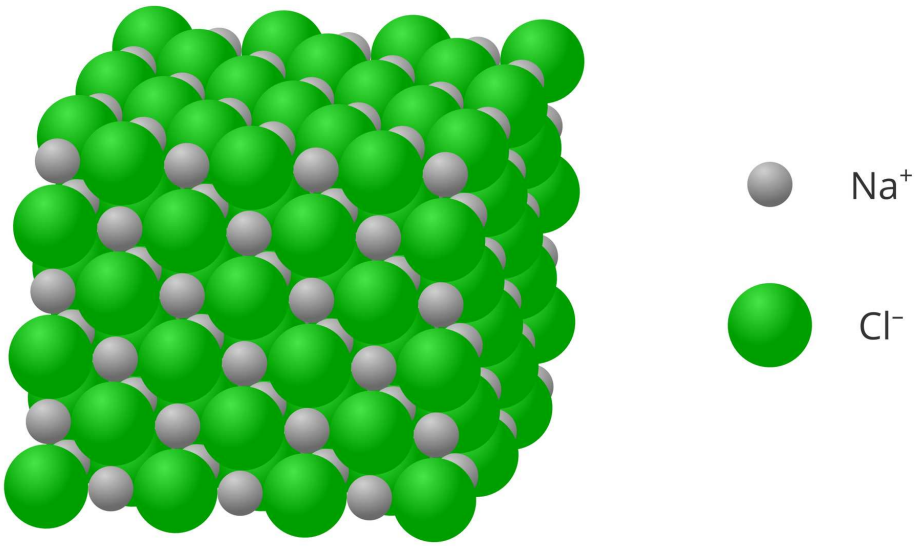
W cząsteczce bromowodoru (HBr) występuje wiązanie kowalencyjne spolaryzowane. Okazuje się, że jedyna istniejąca wiążąca para elektronowa w cząsteczce znajduje się bliżej atomu bromu. Wybierz właściwy wniosek, który można wysnuć na podstawie podanych informacji.

- ◯ Atom wodoru nie uwspólnił elektronu z atomem bromu.
- ◯ Atom bromu ma większą zdolność do przyciągania elektronów niż atom wodoru.
- ◯ Atom bromu oddał dwa elektrony do wspólnego użytkowania z atomem wodoru.
- ◯ Atom wodoru ma większą zdolność do przyciągania elektronów niż brom.

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Wiązanie jonowe

Producenci wód mineralnych, jogurtów czy suplementów diety zachęcają klientów do kupna swoich produktów, posiłkując się takimi hasłami, jak: „Zawiera podwójną dawkę magnezu” albo „Produkt o obniżonej zawartości sodu” lub „Zawiera wapń”. W jakiej postaci wymienione metale występują zwykle w artykułach spożywczych?



Najbardziej znaną solą jest chlorek sodu, o wzorze NaCl; jego kryształ zbudowany jest z kationów sodu i anionów chlorkowych

Już wiesz

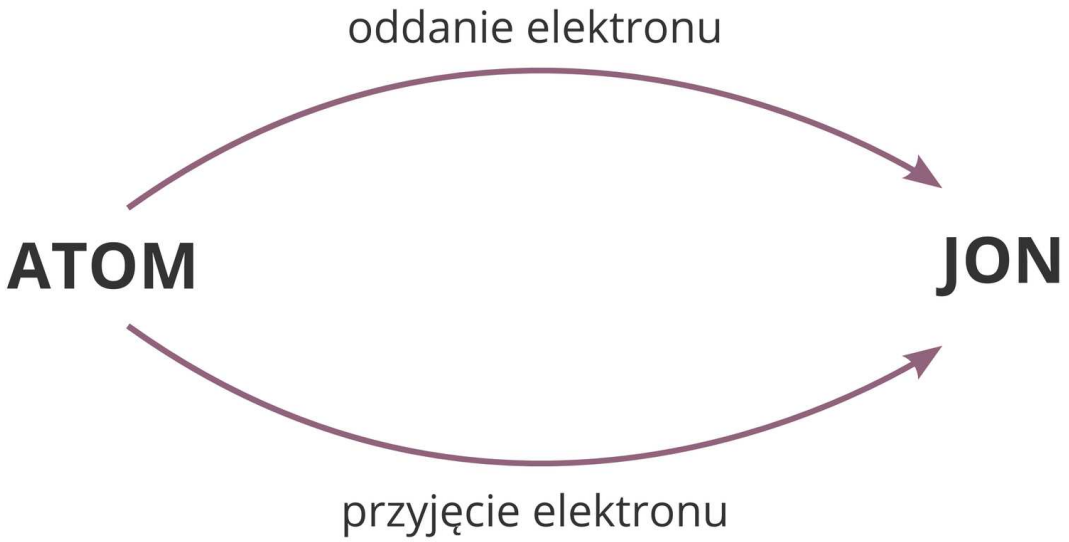
- co to są związki chemiczne;
- jak zapisać konfigurację elektronową niektórych pierwiastków;
- że atomy mogą łączyć się w cząsteczki.

Nauczysz się

- wyjaśniać, co to są jon, kation, anion;
- przedstawiać, w jaki sposób z atomów powstają jony;
- opisywać, jak tworzy się wiązanie jonowe;
- porównywać właściwości związków jonowych i kowalencyjnych.

1. Powstawanie jonów

Większość pierwiastków chemicznych nie występuje w przyrodzie w stanie wolnym, lecz tworzy z innymi pierwiastkami związki chemiczne. Tylko nieliczne substancje proste występują w postaci pojedynczych atomów. Należą do nich gazy szlachetne, czyli pierwiastki chemiczne należące do 18. grupy układu okresowego (helowce). Ich stosunkowo trwała konfiguracja elektronowa jest wzorem dla innych pierwiastków. Podczas tworzenia typowych wiązań chemicznych atomy pierwiastków dążą do uzyskania konfiguracji elektronowej, jaką ma najbliższy im w układzie okresowym helowiec. Odbywa się to w różny sposób. Atomy pierwiastków mogą uwspólniać elektrony. Mogą także je oddawać innym atomom pierwiastków bądź je od nich przyjmować. W wyniku tych procesów z atomów powstają jony.



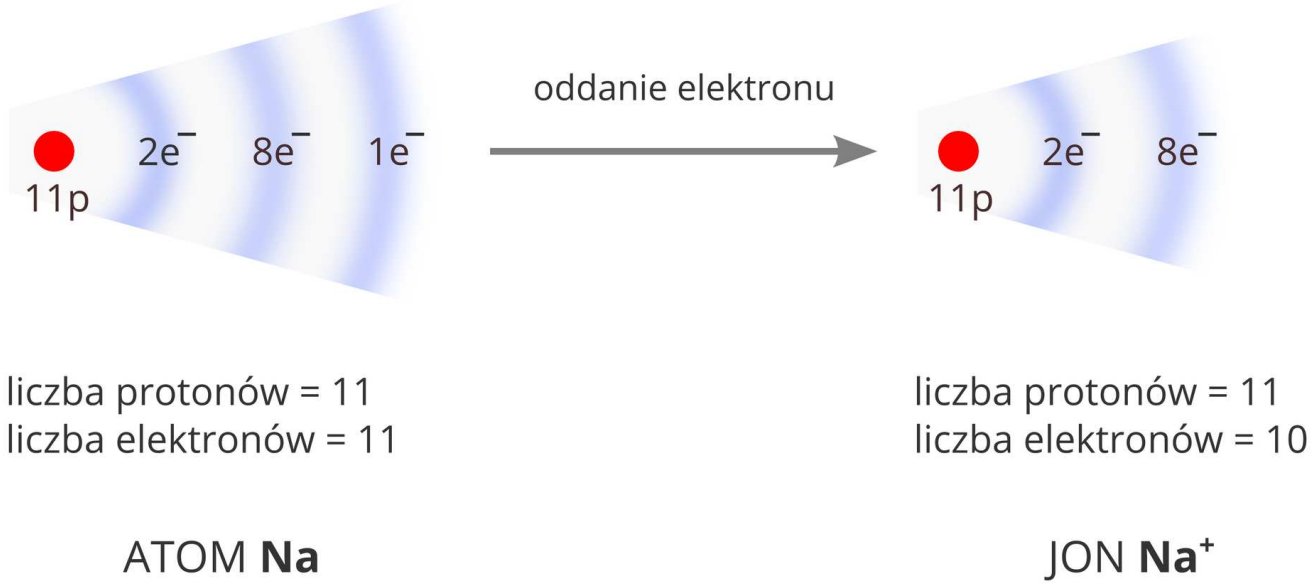
Schemat powstawania jonu z atomu

2. Jak powstaje jon sodu?

W wyniku przekazania elektronu z atomu sodu powstaje jon. Jak pamiętasz, w każdym atomie dodatni ładunek jądra jest równy ujemnemu ładunkowi chmury elektronowej (liczba protonów jest równa liczbie elektronów), a atom jest elektrycznie obojętny. Zauważ, że w jonie sodu liczby protonów i elektronów nie są identyczne: w jądrze atomowym występuje 11 protonów, a w przestrzeni wokół jądra porusza się 10 elektronów. Zatem 1 proton nie jest „zrównoważony” przez elektron. Dlatego cały jon ma ładunek protonu (o wartości równej elementarnemu ładunkowi dodatniemu). O jonie sodu mówi się, że jest

dodatni. Jon ten opisuje się za pomocą znaku „+” przy symbolu pierwiastka chemicznego: Na^+.

Na poniższym schemacie przedstawiono zmiany konfiguracji elektronowej atomu sodu podczas powstawania jonu.



Zmiana konfiguracji elektronowej atomu sodu podczas powstawania jonu

Mechanizm powstawania dodatniego jonu sodu można zapisać przy użyciu wzoru elektronowego lub tylko symbolu pierwiastka chemicznego:

$$Na\cdot \xrightarrow{\text{oddanie elektronu}} Na^+$$

$$Na \rightarrow Na^+ + 1e^-$$

Proces powstawania jonów sodu możemy także przedstawić, posługując się konfiguracjami elektronowymi atomu i jego jonu:

$$Na\ [2, 8, 1] \xrightarrow{\text{oddanie elektronu}} Na^+[2, 8]$$

Atom sodu ma 11 elektronów. Jeden z nich zajmuje ostatnią powłokę. Po jego oddaniu atom sodu ma 10 elektronów i konfigurację elektronową najbliższego mu w układzie okresowym gazu szlachetnego – neonu. Dzięki temu zyskuje oktet elektronowy – trwałą konfigurację.

3. Jak powstaje jon chloru?

W wyniku przyjęcia elektronu przez atom chloru powstaje jon. Z uwagi na obecność dodatkowego elektronu jon ten jest obdarzony ładunkiem ujemnym (o wartości równej elementarnemu ładunkowi ujemnemu). Opisuje się go za pomocą znaku „–” przy symbolu pierwiastka chemicznego: Cl^-

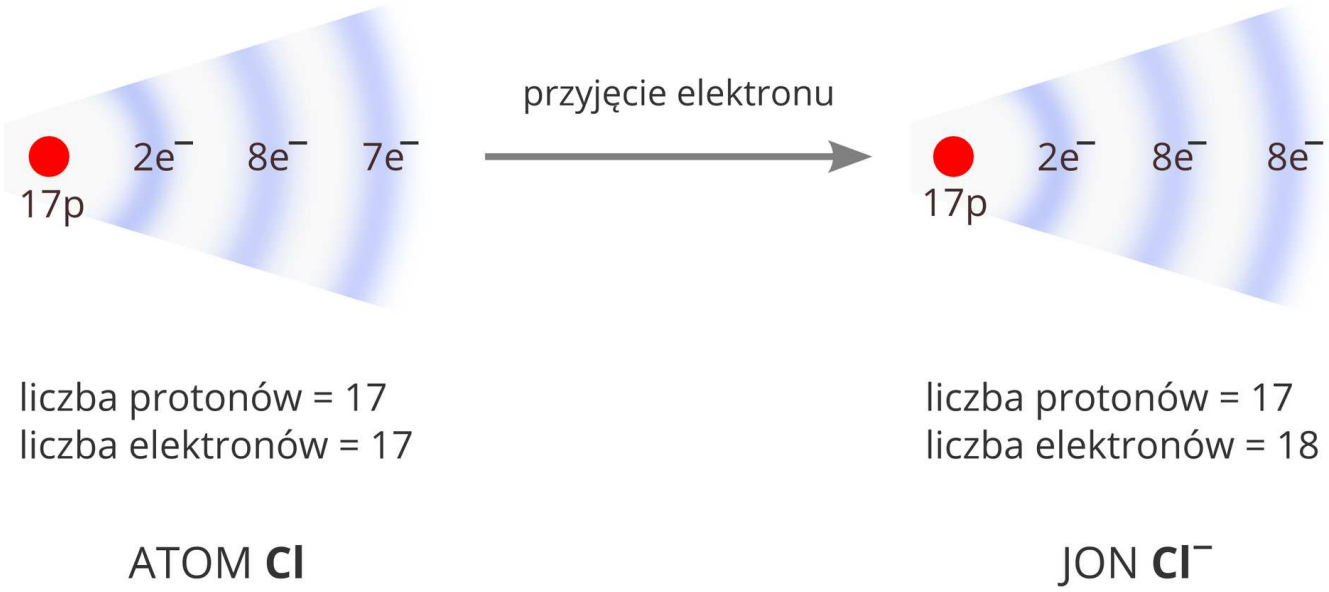
Proces powstawania tego jonu można opisać równaniami:

$$Cl \xrightarrow{\text{przyjęcie elektronu}} Cl^-$$

$$Cl + 1e^- \rightarrow Cl^-$$

$$Cl\,[2, 8, 7] \xrightarrow{\text{przyjęcie elektronu}} Cl^-[2, 8, 8]$$

Na poniższym schemacie przedstawiono zmiany konfiguracji elektronowej atomu chloru podczas powstawania jonu.



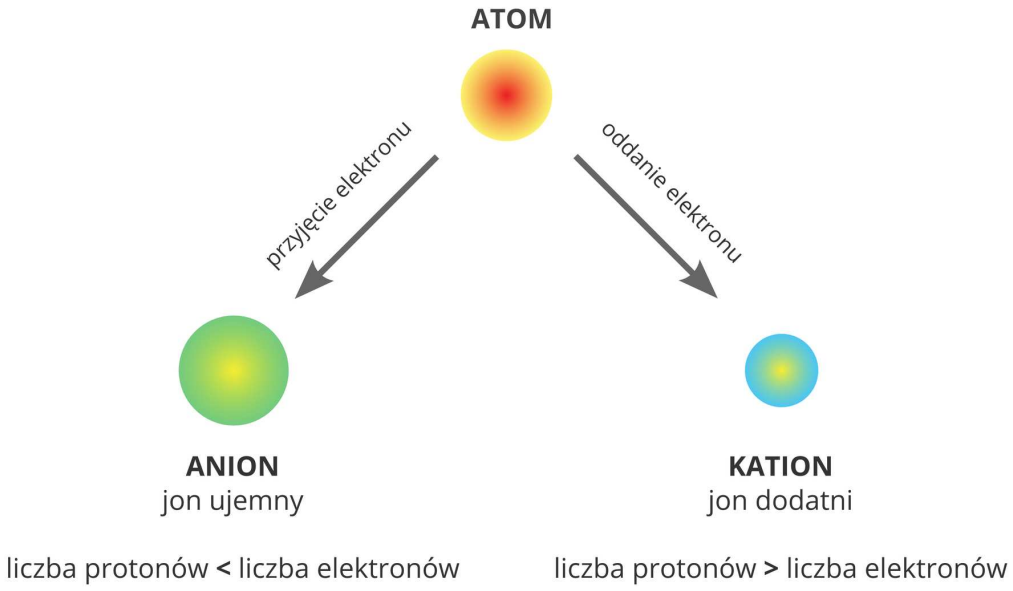
Zmiana konfiguracji elektronowej atomu chloru podczas powstawania jonu

Jak pamiętasz, atom chloru w cząsteczkach Cl_2 czy HCl, aby osiągnąć oktet elektronowy, uwspólnia jeden elektron z innym atomem. Jednak w obecności atomu sodu zachowuje się inaczej – przyjmuje od niego elektron na swoją zewnętrzną powłokę. Liczba jego elektronów zwiększa się wówczas o 1 i atom zyskuje konfigurację elektronową właściwą dla argonu, który w układzie okresowym jest położony zaraz za chlorem.

4. Rodzaje jonów

Jony o ładunku dodatnim nazywa się kationami, natomiast te o ładunku ujemnym – anionami. Jon sodu, który powstał w wyniku oddania przez atom sodu elektronu, jest kationem. Z kolei atom chloru, który przyjął elektron, staje się anionem.

Atomy metali (szczególnie tych należących do 1. i 2. grupy układu okresowego) tworzą kationy. Atomy niektórych niemetali mogą w wyniku przyjęcia elektronów tworzyć aniony.



Rodzaje jonów

5. Jakie wartości ładunków mogą mieć jony?

Atomy mogą oddawać i przyjmować więcej niż 1 elektron.

Jon magnezu

W atomie magnezu ($Z = 12$) znajduje się 12 protonów i tyle samo elektronów. Podczas oddziaływań z innymi atomami atom Mg może „pozbyć się" 2 elektronów tworzących jego zewnętrzną powłokę elektronową. W powstałym jonie liczba elektronów zmniejsza się i występuje w nim nadmiar ładunków dodatnich (12 p) w stosunku do ujemnych (10 e^-). Dlatego jon magnezu jest kationem, a jego ładunek jest równy dwóm elementarnym ładunkom dodatnim. O takich kationach mówi się, że są dwudodatnie i zapisuje w następujący sposób: Mg^{2+}.

Proces powstawania jonów magnezu można przedstawić za pomocą równania:

$$\mathrm{Mg} \rightarrow \mathrm{Mg}^{2+} + 2\mathrm{e}^{-}$$

Zmiany w konfiguracjach elektronowych atomu i kationu magnezu są następujące:

$$\mathrm{Mg}\ [2, 8, 2] \xrightarrow{\text{oddanie 2 elektronów}} \mathrm{Mg}^{2+}[2, 8]$$

Zauważ, że kation magnezu osiągnął uznawaną za trwałą konfigurację elektronową neonu ($\mathrm{Z} = 10$).

Jon siarczkowy

Atom siarki tworzy dwuujemny jon.

Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Źródło: Marcin Sadomski, Bożena Karawajczyk, Kevin MacLeod (http://incompetech.com), Tomorrow Sp. z o.o., Krzysztof Jaworski, licencja: CC BY 3.0.

Nagranie prezentuje proces i zasadę powstawania jonu siarczkowego z atomu siarki. Rozpoczyna się ujęciem białej planszy z czarnym paskiem po lewej stronie na którym prezentowane jest pole zawierające dane na temat siarki pochodzące z układu okresowego pierwiastków. Na białej części ekranu prezentowane są następujące dane na temat tego pierwiastka: liczba elektronów i protonów równa 16 oraz rozpiska powłok elektronowych wraz z liczbą elektronów na każdej z nich. Przy symbolu powłoki walencyjnej M pojawia się prowadząca do niej strzałka z napisem +2 elektrony. Pojawia się schematyczny zapis procesu: atom siarki po przyłączeniu 2 elektronów tworzy na ostatniej powłoce oktet elektronowy i staje się jonem siarczkowym. Następnie na czarnym pasku pojawia się zestawienie liczby protonów i elektronów w atomie siarki, a także w jonie siarczkowym. Zgodnie z uzyskanym wnioskiem jon siarczkowy charakteryzuje się nadmiarem 2 elektronów, co prowadzi do wydedukowania jego symbolu: S2-.

Jon glinu

Atom glinu tworzy jony glinu o wzorze Al^{3+}. Liczba „3+” oznacza, że powstały jon jest kationem, który utworzył się po oddaniu przez atom glinu 3 elektronów. Powstawanie jonu glinu można opisać następującym równaniem:

$$\mathrm{Al} \rightarrow \mathrm{Al}^{3+} + 3\mathrm{e}^{-}$$

Po uwzględnieniu konfiguracji elektronowej ma ono postać:

$$\mathrm{Al}\,[2,8,3] \xrightarrow{\text{oddanie 3 elektronów}} \mathrm{Al}^{3+}[2,8]$$

Konfiguracja elektronowa w kationie glinu jest taka sama jak w atomie neonu ($Z = 10$).

6. Porównanie atomów i jonów

Po przyjęciu lub oddaniu 1 lub więcej elektronów atomy zmieniają swoje rozmiary. Kationy mają mniejszy promień niż atomy, z których powstają, natomiast aniony – większy.

Porównaj cechy budowy wybranych atomów i ich jonów.

Porównanie cech budowy wybranych aton

Symbol pierwiastka/wzór jonu		Na	Na^+	Mg	Mg^{2+}	Al
Liczba	atomowa	11	11	12	12	13
	protonów	11	11	12	12	13
	elektronów	11	10	12	10	13
Ładunek elektryczny			jednododatni (1+)		dwudodatni (2+)	
Nazwa		atom sodu	kation sodu	atom magnezu	kation magnezu	atom glinu
Konfiguracja elektronowa		[2, 8, 1]	[2, 8]	[2, 8, 2]	[2, 8]	[2, 8, 3]
Symbol helowca o tej samej konfiguracji elektronowej		–	Ne	–	Ne	–

Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Źródło: Marcin Sadomski, Krzysztof Jaworski, Bożena Karawajczyk,Tomorrow Sp. z o.o., Kevin MacLeod (http://incompetech.com), licencja: CC BY 3.0.

Nagranie zaczyna się od planszy prezentującej model atomu sodu w postaci dużej białej kuli z napisem Na. Z kuli wychodzi niebieska strzałka podpisana elektron, w wyniku czego promień kuli wyraźnie się zmniejsza, a oznaczenie cząstki zmienia się na Na+. Pojawiają się napisy: promień kationu równy jest 98 pikometrów, promień atomu równy jest 186 pikometrów. Zestawienia promieni atomu sodu i jego kationu zostają umieszczone po lewej

stronie ekranu na czarnym pasku, a w obszarze głównym prezentowana jest analogiczny proces dla atomu magnezu: oddanie 2 elektronów, zmniejszenie średnicy kulki symbolizującej magnez, zmiana symbolu Mg na Mg2+. Pojawiają się dane liczbowe: promień kationu równy 78 pikometrów, promień atomu równy 160 pikometrów. Film kończy zestawienie modeli atomów i kationów obydwu omawianych pierwiastków oraz wyświetlenie wniosku końcowego, odczytanego również przez lektora.

Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Źródło: Marcin Sadomski, Krzysztof Jaworski, Bożena Karawajczyk, Kevin MacLeod (http://incompetech.com), Tomorrow Sp. z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Nagranie zaczyna się od planszy prezentującej model atomu chloru w postaci dużej białej kuli z napisem Cl. W kulę wnika niebieska strzałka podpisana przyjęcie jednego elektronu, w wyniku czego promień kuli wyraźnie się powiększa, a oznaczenie cząstki zmienia się na Cl+. Pojawiają się napisy: promień anionu równy jest 181 pikometrów, promień atomu równy jest 99 pikometrów. Zestawienia promieni atomu chloru i jego anionu zostają umieszczone po lewej stronie ekranu na czarnym pasku, a w obszarze głównym prezentowana jest analogiczny proces dla atomu siarki: przyjęcie 2 elektronów, zwiększenie się średnicy kulki symbolizującej siarkę, zmiana symbolu S na S2–. Pojawiają się dane liczbowe: promień kationu równy 184 pikometry, promień atomu równy 104 pikometry. Film kończy zestawienie modeli atomów i anionów obydwu omawianych pierwiastków oraz wyświetlenie wniosku końcowego, odczytanego również przez lektora.

---

7. Wiązanie jonowe (struktura jonowa)

Dążenie do osiągania konfiguracji elektronowej najbliższego w układzie okresowym gazu szlachetnego to podstawowa przyczyna powstawania wiązań chemicznych. Atomy niektórych pierwiastków, aby osiągnąć odpowiednią liczbę elektronów na ostatniej powłoce, tworzą wspólne pary elektronowe, inne – oddają lub przyjmują elektrony. Przykładem związku chemicznego, który może powstać w wyniku oddawania i przyjmowania elektronów, jest chlorek sodu NaCl, czyli sól kuchenna.

Mechanizm powstawania jonów z atomów sodu i chloru można opisać następująco:

Źródło: Krzysztof Jaworski, Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Każdy z atomów pierwiastków w chlorku sodu osiąga konfigurację elektronową najbliższego w układzie okresowym gazu szlachetnego: kation sodu – neonu, anion chlorkowy – argonu.

Chlorek sodu ma inne właściwości niż sód i chlor, pierwiastki chemiczne, z których został utworzony. Chlorek sodu jest zbudowany z kationów sodu i anionów chlorkowych, które jako jony o przeciwnych znakach wzajemnie się przyciągają siłami elektrostatycznymi. Tego rodzaju połączenia w związkach chemicznych nazywa się wiązaniami jonowymi.

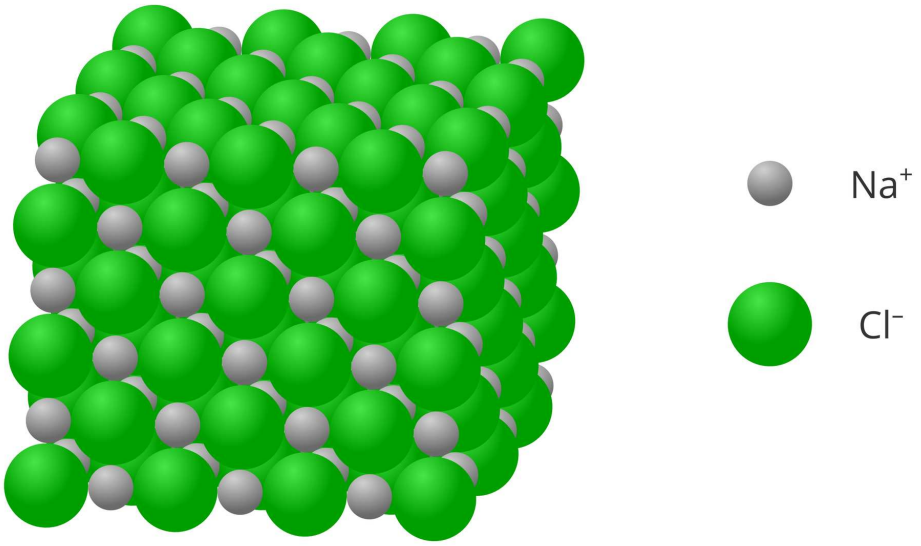
Chlor jest gazem o zielonożółtej barwie

Wiązanie jonowe to rodzaj wiązania chemicznego, które powstaje w wyniku przyciągania się jonów o przeciwnych znakach. O związkach chemicznych, w których występuje wiązanie jonowe, mówi się, że są to związki jonowe. Jony o tym samym ładunku odpychają się, a więc nie mogą znajdować się obok siebie. Z tego powodu w związku jonowym kationy i aniony są ułożone naprzemiennie. Struktura, którą tworzą, jest nazywana kryształem jonowym. W krysztale związku jonowego każdy kation otoczony jest przez aniony, a każdy anion – przez kationy.

8. Jak zbudowane są związki jonowe?

Związki jonowe są zbudowane z jonów o przeciwnych znakach. Jony te przyciągają się w wyniku sił elektrostatycznych. Związek jonowy – chlorek sodu – w temperaturze pokojowej jest substancją stałą składającą się z naprzemiennie ułożonych jonów sodu i chlorkowych. Liczby kationów i anionów w kryształach związków jonowych są takie, że w efekcie kryształ jest elektrycznie obojętny (nie jest obdarzony ładunkiem elektrycznym). W przypadku chlorku sodu na jeden kation sodu Na^+ przypada jeden anion chlorkowy Cl^-. Wzór sumaryczny tego związku to $NaCl$. Zapis: Na^+Cl^- podkreśla, że związek ten jest złożony z jonów.

Związki jonowe nie są zbudowane z cząsteczek. W ich kryształach można wyróżnić najmniejszy zbiór powtarzających się kationów i anionów, który odpowiada wzorowi sumarycznemu związku.

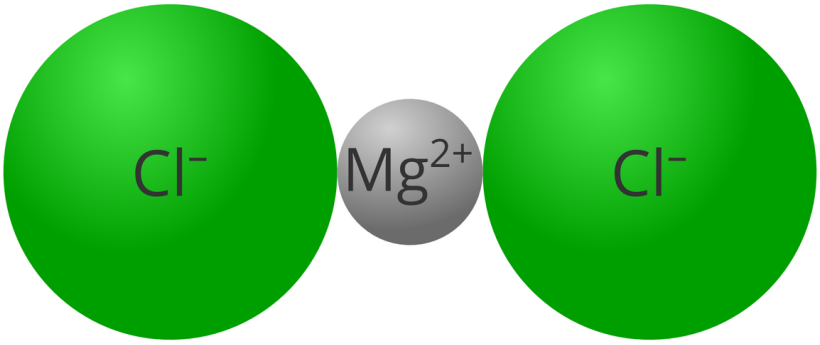


Najbardziej znaną solą jest chlorek sodu, o wzorze NaCl; jego kryształ zbudowany jest z kationów sodu i anionów chlorkowych

Innym przykładem związku jonowego jest chlorek magnezu, zbudowany z kationów magnezu Mg^{2+} oraz anionów chlorkowych Cl^-.

Chlorek magnezu w temperaturze pokojowej jest substancją stałą

Jak każdy związek jonowy chlorek magnezu jest zbudowany z naprzemiennie ułożonych jonów: kationów i anionów.



W krysztale chlorku magnezu na jeden kation magnezu przypadają dwa aniony chlorkowe. Jest to substancja elektrycznie obojętna

Wzór sumaryczny chlorku magnezu to: $MgCl_2$.

Budowę jonową ma także chlorek glinu. Jest to substancja składająca się z kationów glinu Al^{3+} i anionów chlorkowych Cl^-. W krysztale, który tworzy, na 1 trójdodatni jon glinu Al^{3+} przypadają 3 jednoujemne jony chlorkowe Cl^-. Dlatego wzór sumaryczny tego związku chemicznego to: $AlCl_3$.

Wiązania jonowe powstają między metalami a niektórymi niemetalami.

Budowa przykładowych związków jonowych

Związek jonowy	Chlorek magnezu	Chlorek glinu	Siarczek sodu
Kation	Mg^{2+}	Al^{3+}	Na^{+}
Anion	Cl^{-}	Cl^{-}	S^{2-}
Stosunek liczby kationów do liczby anionów	1 : 2	1 : 3	2 : 1
Wzór sumaryczny związku chemicznego	$MgCl_2$	$AlCl_3$	Na_2S

9. Substancje jonowe a substancje kowalencyjne

Związki chemiczne zbudowane z jonów różnią się od związków, które występują w postaci cząsteczek. Związki jonowe (zawierające wiązania jonowe) są tworzone w wyniku oddziaływań metali z niemetalami. Natomiast związki kowalencyjne (zawierające wiązania kowalencyjne) powstają z niemetali.

Chlorek sodu w temperaturze pokojowej jest substancją stałą

Temperatury wrzenia i topnienia przykładowych substancji jonowych i kowalencyjnych

Nazwa związku	Związki

Nazwa związku chemicznego		Związki jonowe		kowalencyjne		
		jonowe chlorek sodu chlorek sodu	chlorek magnezu chlorek magnezu	kowalencyjne dwutlenek węgla dwutlenek węgla	woda woda	metan (składn metan gazu (składn ziemne gazu ziemne
Temperatura	topnienia [°C]	802,0	714,0	−56,6 (pod zwiększonym ciśnieniem)	0,0	−182,4
	wrzenia [°C]	1413,0	1367,0	−78,5 (następuje sublimacja)	100,0	−161,5
Stan skupienia w temperaturze pokojowej		substancja stała	substancja stała	gaz	ciecz	gaz

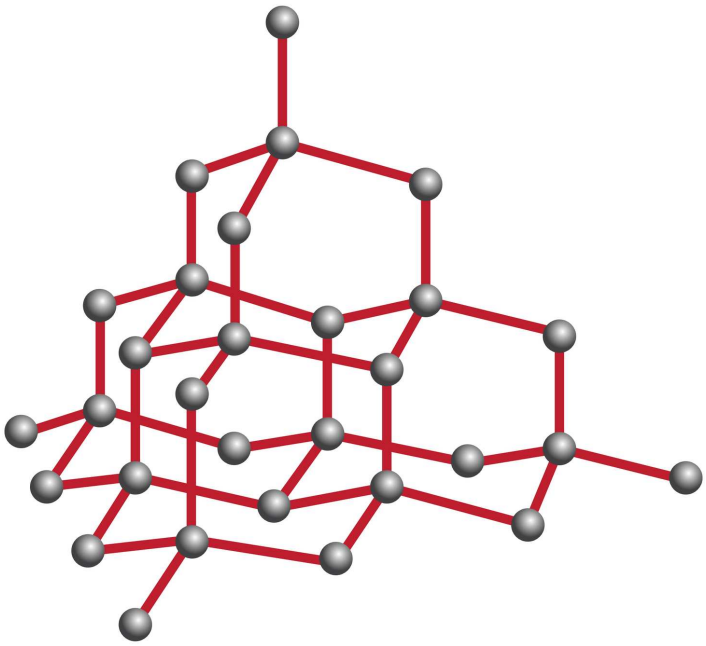
Związki jonowe w temperaturze pokojowej są substancjami stałymi o wysokich temperaturach topnienia i wrzenia. W tych samych warunkach niektóre związki kowalencyjne są gazami, inne – substancjami stałymi, a jeszcze inne – cieczami. Mają zwykle znacznie niższe temperatury wrzenia i topnienia niż związki jonowe. Większość związków jonowych, w przeciwieństwie do kowalencyjnych, bardzo dobrze rozpuszcza się w wodzie.

W temperaturze 20°C w 100 g wody rozpuści się ok. 36 g chlorku sodu

Ciekawostka

Diament jest wyjątkowym przykładem substancji kowalencyjnej. Jest zbudowany z atomów węgla połączonych wiązaniami kowalencyjnymi. Wiązania te tworzą sieć obejmującą cały kryształ. Diament nie rozpuszcza się w wodzie, ale poza tym nie ma właściwości charakterystycznych dla substancji kowalencyjnych. Jego temperatury wrzenia i topnienia są bardzo wysokie, podobnie jak związków jonowych.

Diament – kryształ



Struktura kryształu diamentu – każdy atom węgla jest połączony wiązaniami kowalencyjnymi z czterema takimi samymi atomami węgla

Podsumowanie

- Jony powstają z atomów, które oddały lub przyjęły co najmniej 1 elektron.
- Jony obdarzone ładunkiem dodatnim to kationy; powstają z atomów po oddaniu co najmniej 1 elektronu.
- Jony obdarzone ładunkiem ujemnym to aniony; powstają z atomów, które przyjęły co najmniej 1 elektron.
- Kationy powstają głównie z atomów metali, aniony zaś – m.in. z atomów niektórych niemetali.
- Związki jonowe są zbudowane z naprzemiennie ułożonych kationów i anionów, które tworzą uporządkowaną strukturę nazywaną kryształem jonowym.
- W krysztale związku jonowego jony o przeciwnych znakach wzajemnie się przyciągają w efekcie działania sił elektrostatycznych.
- Związki kowalencyjne zwykle składają się z cząsteczek.
- Związki jonowe najczęściej mają wyższe temperatury wrzenia i topnienia w stosunku do związków kowalencyjnych; są także zazwyczaj lepiej rozpuszczalne w wodzie w porównaniu z substancjami zbudowanymi z cząsteczek.

Praca domowa

Polecenie 1.1

Atom chloru może tworzyć 2 rodzaje wiązań chemicznych w zależności od rodzaju pierwiastka chemicznego, z którym się łączy. Wskaż po jednym przykładzie związku jonowego i kowalencyjnego, w którym występuje chlor (podaj wzory sumaryczne tych związków chemicznych).

Polecenie 1.2

Lekarze nie zalecają spożywania słonych potraw z uwagi na możliwość wystąpienia u ludzi wysokiego ciśnienia tętniczego. Sprawdź w dostępnych źródłach, który z jonów wchodzących w skład soli kuchennej odpowiada za ten niekorzystny wpływ soli na układ krwionośny człowieka. Dowiedz się także, czy człowiek może całkowicie zrezygnować ze spożywania tej substancji bez szkody dla organizmu. Zdobytą wiedzę przedstaw w zeszycie w formie notatki.

Słowniczek

anion

jon o ładunku ujemnym

jon (jon prosty)

cząstka obdarzona ładunkiem elektrycznym, która powstała z atomu w wyniku przyjęcia lub oddania 1 lub więcej elektronów

kation

jon o ładunku dodatnim

wiązanie jonowe (struktura jonowa)

rodzaj wiązania chemicznego, które powstaje w wyniku elektrostatycznego przyciągania się jonów o przeciwnych znakach

Zadania

Ćwiczenie 1

Oceń, czy podane zdania są prawdziwe, czy fałszywe.

	Prawda	Fałsz
Kation powstaje z atomu, który przyjął proton.	◯	◯
W anionie liczba elektronów jest większa od liczby protonów w jądrze atomowym.	◯	◯
Metale mają zdolność tworzenia kationów.	◯	◯
Jony utworzone przez różne pierwiastki chemiczne mogą mieć jednakową liczbę elektronów.	◯	◯
Jon obdarzony ładunkiem dodatnim to kation.	◯	◯
Związki jonowe są zbudowane z cząsteczek.	◯	◯
Jony utworzone przez atomy różnych pierwiastków chemicznych zawsze różnią się ładunkiem.	◯	◯

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 2

Uzupełnij luki w tekście. Wybierz właściwe określenie spośród podanych.

Jony powstają z [ ]. Aniony mają więcej [ ] niż [ ]. Związek jonowy zbudowany jest z [ ], które [ ] siłami elektrostatycznymi. Związki jonowe mają w porównaniu ze związkami kowalencyjnymi [ ] temperatury wrzenia i topnienia.

protonów | niższe | jonów tego samego znaku | przyciągają się | neutronów w jądrze atomowym | elektronów | elektronów | odpychają się | protonów w jądrze atomowym | wyższe | protonów w jądrze atomowym | atomów | jonów przeciwnego znaku | elektronów | neutronów w jądrze atomowym

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 3

Wskaż pierwiastki chemiczne, których atomy mogą tworzyć kationy, i te, których atomy mogą tworzyć aniony. Uporządkuj nazwy pierwiastków chemicznych według tworzonych przez nie rodzajów jonów.

kationy

[ ]

siarka | chlor | glin | sód | magnez

aniony

[ ]

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 4

Wskaż zapis przedstawiający konfigurację elektronową kationu magnezu: Mg^{2+}?

- [8, 2]
- [2, 8]
- [10, 2]
- [2, 8, 2]

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 5

Wskaż, który zapis przedstawia konfigurację elektronową anionu chlorkowego: Cl^{-}?

- [2, 8, 1]
- [2, 8, 7]
- [2, 8]
- [2, 8, 8]

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 6

Uporządkuj nazwy jonów według wzrastającego ładunku, którym są obdarzone (od tego, który ma najniższy ładunek, do tego, który ma najwyższy ładunek).

jon magnezu

jon glinu

jon sodu

jon chlorkowy

jon siarczkowy

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 7

Uporządkuj atomy i jony według liczby obecnych w nich elektronów.

10

11

12

Mg Na^{+} Na Ne Al^{3+} Mg^{2+}

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 8

Określ różnice i podobieństwa pomiędzy jednododatnim kationem sodu i atomem neonu. Przyporządkuj cechy do odpowiednich kategorii.

różnice (odmienne cechy)

podobieństwa (cechy identyczne)

ładunek drobiny

konfiguracja elektronowa

liczba elektronów

ładunek jądra

liczba protonów w jądrze

liczba zapełnionych powłok elektronowych

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 9

Uporządkuj atomy i jony według liczby obecnych w nich elektronów.

16

17

18

Cl $\mathrm{Cl^-}$ Ar S $\mathrm{S^{2-}}$

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Interpretacja zapisów chemicznych

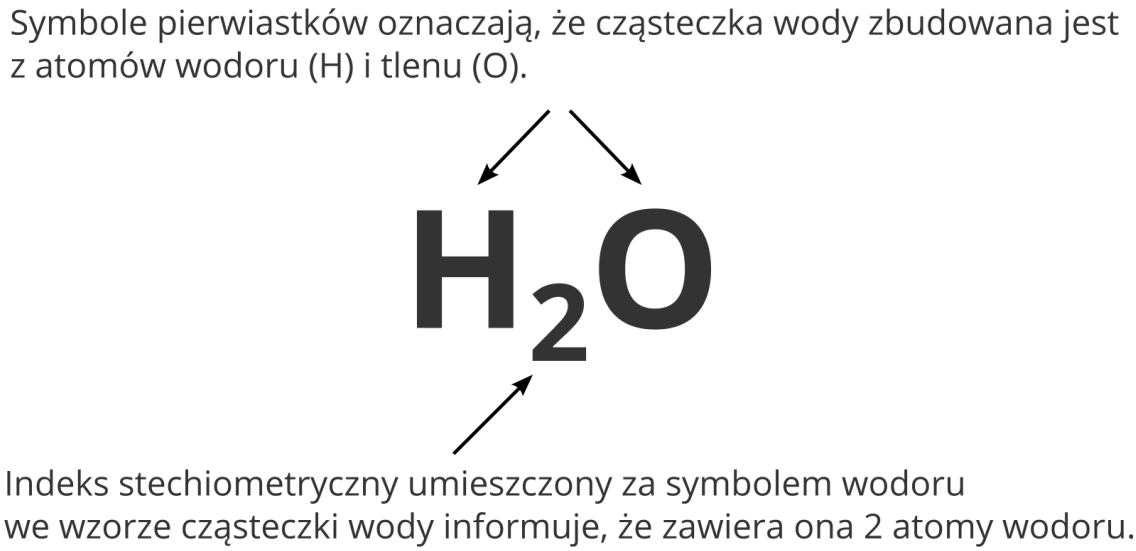
Język chemiczny nie służy do codziennej komunikacji, a jednak ma status języka międzynarodowego. Niezależnie od miejsca na kuli ziemskiej chemicy stosują te same znaki i symbole chemiczne do wyrażania ilości i rodzaju substancji. Rozkodowanie tych zapisów nie jest trudne, o ile zapamięta się kilka ważnych reguł.

> **Już wiesz**
>
> - że związki chemiczne to substancje złożone z co najmniej dwóch pierwiastków chemicznych połączonych trwale ze sobą;
> - że istnieją związki kowalencyjne zbudowane z cząsteczek i związki jonowe zbudowane z jonów;
> - że wzór sumaryczny substancji opisuje skład jej cząsteczki (substancje kowalencyjne) lub najmniejszy zbiór tworzących ją jonów (związki jonowe);
> - jakie są wzory sumaryczne następujących substancji: azotu, chloru, wodoru, wody, dwutlenku węgla, chlorowodoru, amoniaku, chlorku sodu, chlorku magnezu, chlorku glinu;
> - jak powstają jony sodu, magnezu, glinu, chlorkowe i siarczkowe.

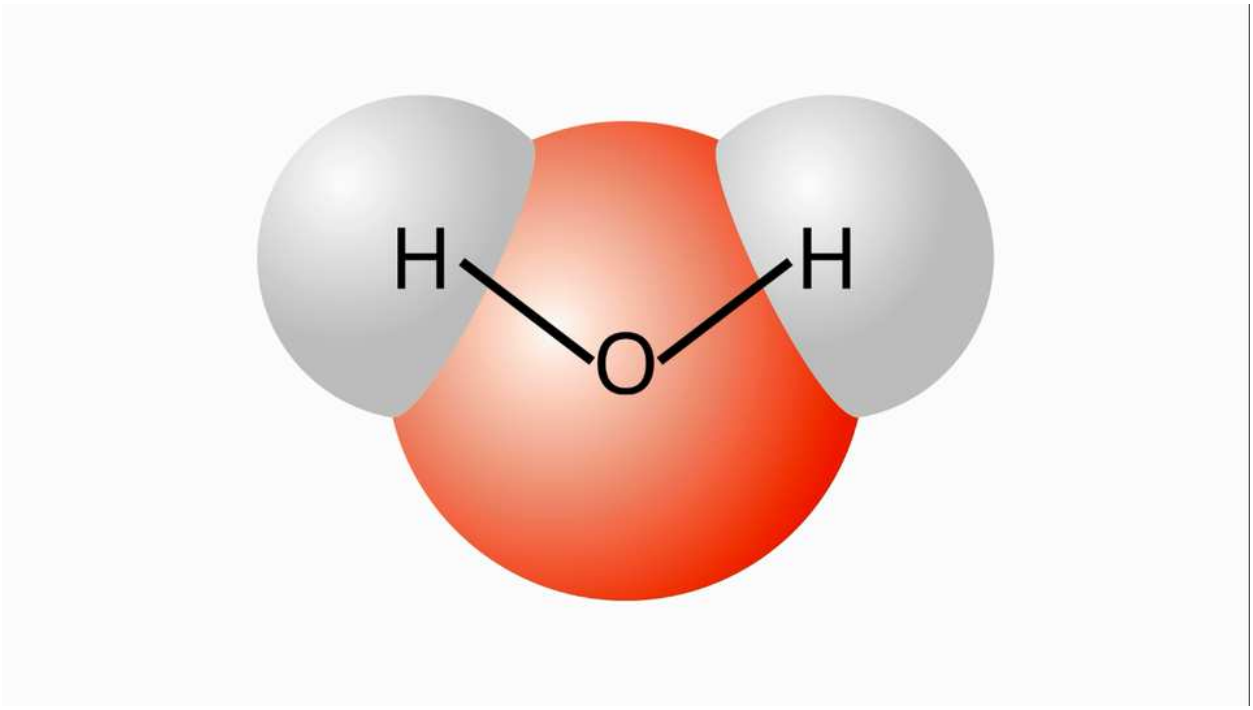
> **Nauczysz się**
>
> - odczytywania zapisów chemicznych przedstawiających atomy, cząsteczki i zespoły jonów.

1. Czy możemy określić budowę cząsteczki związku kowalencyjnego na podstawie jego wzoru?

Wzór chemiczny związku kowalencyjnego opisuje budowę jego cząsteczek. Użyte we wzorach symbole pierwiastków informują o rodzaju atomów tworzących cząsteczkę, a cyfry umieszczone z prawej strony u dołu symbolu informują o ich liczbie. Cyfry, za pomocą których wyrażamy liczbę atomów w cząsteczce, nazywają się indeksami stechiometrycznymi. Są one także nazywane indeksami dolnymi. Umieszcza się je we wzorze zawsze za symbolem pierwiastka, do którego atomów się odnoszą. Jeśli indeks stechiometryczny jest równy jedności, cyfry 1 nie wstawiamy. We wzorze chemicznym wody H_2O indeks stechiometryczny dla wodoru wynosi 2, a dla tlenu – 1. Na tej podstawie możemy powiedzieć, że cząsteczka wody składa się z dwóch atomów wodoru i jednego atomu tlenu.



Symboliczny zapis cząsteczki wody. Brak cyfry (indeksu stechiometrycznego) za symbolem atomu tlenu informuje, że w cząsteczce wody znajduje się jeden atom tlenu



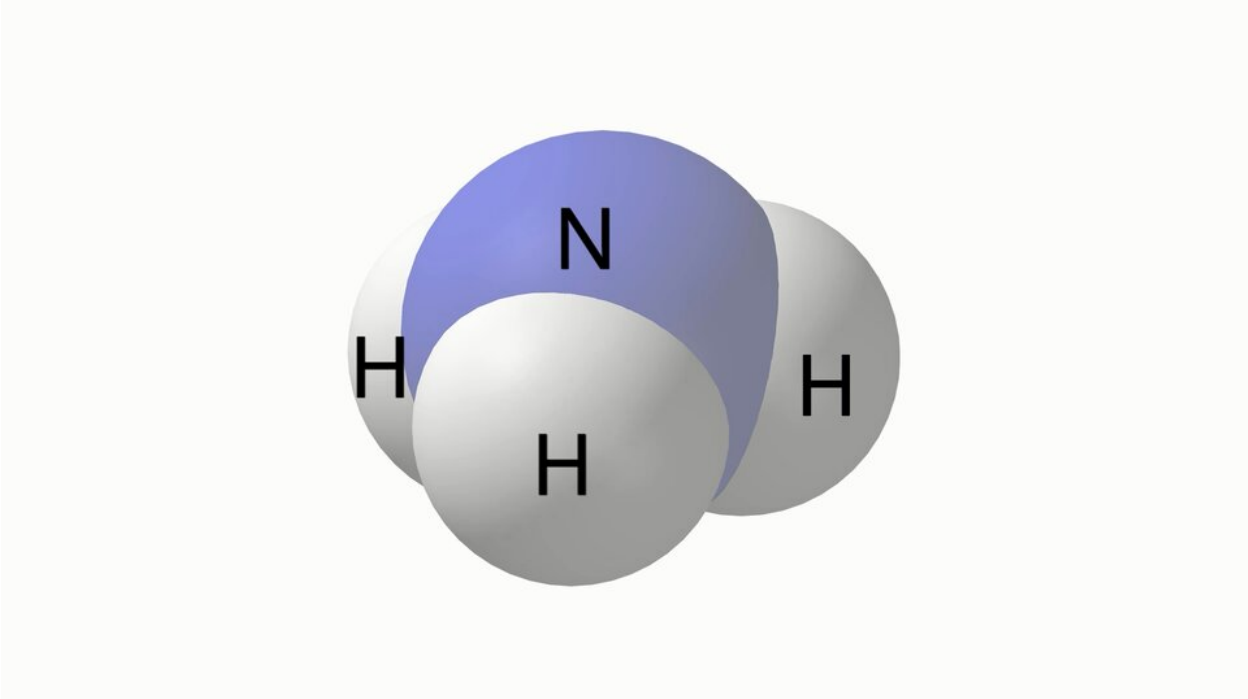
Film dostępny pod adresem https://zpe.gov.pl/a/D1aAjQsf

Źródło: Marcin Sadomski, Bożena Karawajczyk, Kevin MacLeod (http://incompetech.com), NunoPequito (https://openclipart.org), Krzysztof Jaworski, Tomorrow Sp. z o.o.

Animacja wyjaśnia sposób tworzenia sumarycznego wzoru cząsteczki wody. Rozpoczyna się od rysunku modelu cząsteczki, czyli dużej czerwonej kuli przedstawiającej atom tlenu i dwóch mniejszych białych kul przedstawiających atomy wodoru. Na kulach pojawiają się symbole odpowiadających im pierwiastków, a punkty połączeń oznaczane są kreskami. W ten sposób powstaje wzór strukturalny kreskowy. Następnie znika obraz modelu cząsteczki, a następnie kreski łączące symbole pierwiastków. Leżące w jednej linii litery H powoli zbliżają się do siebie i łączą, zamieniając w literę H z dolnym indeksem 2. Znak ten

przesuwa się następnie do góry i lokuje przed literą O, tworząc wzór sumaryczny cząsteczki wody.

Wzór NH_3 to wzór amoniaku – substancji której cząsteczki są zbudowane z jednego atomu azotu i trzech atomów wodoru.



Film dostępny pod adresem https://zpe.gov.pl/a/D1aAjQsf

Źródło: Marcin Sadomski, Bożena Karawajczyk, Kevin MacLeod (http://incompetech.com), Krzysztof Jaworski, Tomorrow Sp. z o.o.

Animacja wyjaśnia sposób tworzenia sumarycznego wzoru cząsteczki amoniaku. Rozpoczyna się od rysunku modelu cząsteczki, czyli niebieskiej kuli przedstawiającej atom azotu i trzech mniejszych białych kul przedstawiających atomy wodoru. Na kulach pojawiają się symbole odpowiadających im pierwiastków, a kule stopniowo znikają. Pomiędzy symbolem azotu i symbolami wodoru pojawiają się łączące je kreski. W ten sposób powstaje wzór strukturalny kreskowy. Znikają kreski, a litery H powoli zbliżają się do siebie i łączą, zamieniając w literę H z dolnym indeksem najpierw 2, a potem 3. Znak ten przesuwa się następnie do góry i lokuje za literą O, tworząc wzór sumaryczny cząsteczki amoniaku.

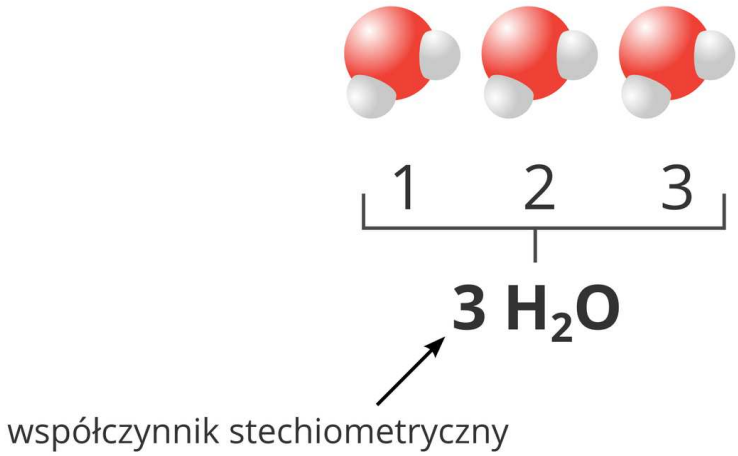
Czy możemy określić skład cząsteczek związku kowalencyjnego bez znajomości jego nazwy?

Bez znajomości dokładnej budowy i nazwy substancji kowalencyjnej, a tylko na podstawie wzoru sumarycznego można określić skład jej cząsteczki (rodzaj tworzących ją atomów i ich liczbę). Na przykład ze wzoru H_2SO_4 możemy wywnioskować, że cząsteczka związku

opisanego tym wzorem składa się z dwóch atomów wodoru, jednego atomu siarki i czterech atomów tlenu. Podobnie wzór H_3PO_4 mówi nam, że cząsteczka substancji o tym wzorze zbudowana jest z trzech atomów wodoru, jednego atomu fosforu i czterech atomów tlenu.

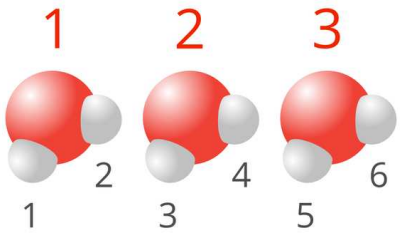
2. W jaki sposób opisujemy zbiory cząsteczek?

W sytuacji, gdy chcemy przedstawić zbiór składający się z więcej niż jednej cząsteczki, np. z trzech cząsteczek wody, to liczbę tych cząsteczek umieszczamy przed wzorem związku. Trzy cząsteczki wody (H_2O, H_2O, H_2O) opiszemy jako $3H_2O$. Liczbę umieszczoną przed wzorem związku nazywa się współczynnikiem stechiometrycznym.



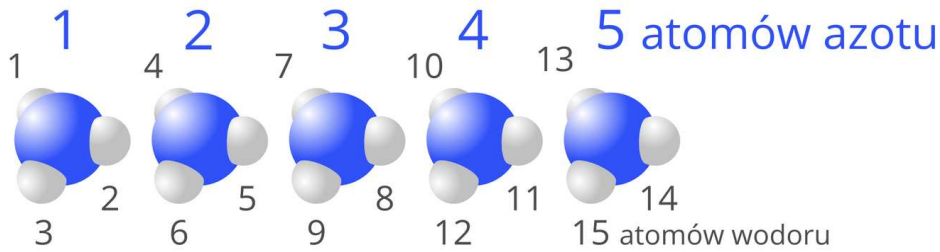
Trzy cząsteczki wody

Spróbujmy określić liczbę poszczególnych atomów pierwiastków w zbiorze trzech cząsteczek wody: $3H_2O$. Jedna cząsteczka zawiera dwa atomy wodoru i jeden atom tlenu, zaś w trzech znajduje się razem $3 \cdot 2$, czyli sześć atomów wodoru i $3 \cdot 1$, tj. trzy atomy tlenu.



Liczba atomów poszczególnych pierwiastków w trzech cząsteczkach wody

Pięć cząsteczek amoniaku, $5NH_3$, to łącznie $(5 \cdot 1 = 5)$ pięć atomów azotu i $(5 \cdot 3 = 15)$ piętnaście atomów wodoru.



Liczba atomów poszczególnych pierwiastków w pięciu cząsteczkach amoniaku

Interpretacja zapisów zbiorów przykładowych cząsteczek

Zapis symboliczny zbioru	**Opis słowny zbioru**	**Liczba poszczególnych atomów pierwiastków**					**Liczba wszystkich atomów w zbiorze**
		C	Cl	H	N	O	
$4NH_3$	cztery cząsteczki amoniaku			12	4		16
$2HCl$	dwie cząsteczki chlorowodoru		2	2			4
$100CO_2$	sto cząsteczek dwutlenku węgla	100				200	300

Zapis symboliczny zbioru	Opis słowny zbioru	Liczba poszczególnych atomów pierwiastków					Liczba wszystkich atomów w zbiorze
		C	Cl	H	N	O	
10^6O_2	milion cząsteczek tlenu					$2 \cdot 10^6$	$2 \cdot 10^6$
$10^{24}N_2$	kwadrylion cząsteczek azotu				$2 \cdot 10^{24}$		$2 \cdot 10^{24}$

Film dostępny pod adresem https://zpe.gov.pl/a/D1aAjQsf

Źródło: Marcin Sadomski, Bożena Karawajczyk,Kevin MacLeod (http://incompetech.com), Krzysztof Jaworski, Ewkaa (http://commons.wikimedia.org), Tomorrow Sp. z o.o.

Prezentacja rozpoczyna się od planszy ze wzorem sumarycznym wody, H2O. Następuje wyróżnienie żółtym kolorem współczynnika 2 za atomem wodoru oraz pustej przestrzeni za atomem tlenu. Pojawia się podpis Indeksy stechiometryczne. Następuje zmiana planszy na zawierającą zdjęcie pełnej cukierniczki oraz wzorem sumarycznym sacharozy C12H22O11. Indeksy stechiometryczne węgla, wodoru i tlenu obecne we wzorze zostają wyróżnione pomarańczowym kolorem. Następnie pod wzorem cząsteczki pojawia się liczba 1, a na ekranie pojawiają się trzy kolejne, również numerowane wzory cząsteczek sacharozy. Wszystkie numery poza ostatnim, czwórką, znikają, a sama czwórka zostaje wyróżniona i przesunięta na środek ekranu, gdzie pod nią pojawia się podpis Współczynnik stechiometryczny, a za nią wzór sumaryczny cząsteczki sacharozy. Liczba 4 zostaje wyróżniona kolorem turkusowym, podobnie jak indeksy przy symbolach atomów. Poniżej

pojawia się podsumowanie wprowadzonych pojęć: Indeks stechiometryczny opisuje, ile atomów poszczególnych pierwiastków tworzy cząstkę. Współczynnik stechiometryczny mówi o liczbie cząstek.

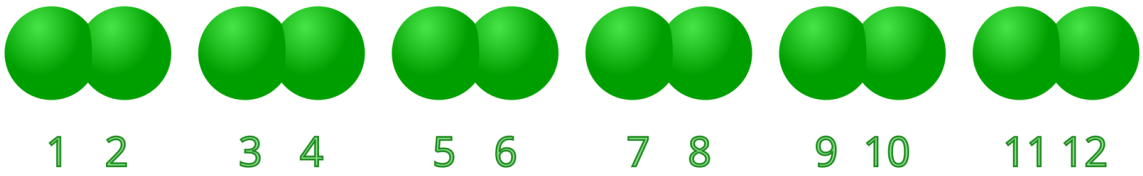
---

3. Niektóre pierwiastki mogą tworzyć cząsteczki. Jak je opisujemy?

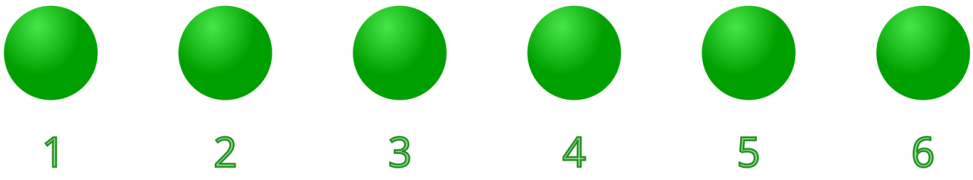
Niektóre niemetale (np. azot, tlen, fluor, chlor, brom, jod, siarka i fosfor) występują w przyrodzie w stanie wolnym w postaci cząsteczek. Na przykład atomy tlenu tworzą przede wszystkim cząsteczki dwuatomowe O_2, zbudowane z dwóch atomów (tlen atmosferyczny, składnik powietrza) oraz cząsteczki trójatomowe O_3, zbudowane z trzech atomów (ozon, obecny w powietrzu w trakcie wyładowań atmosferycznych).

Indeks stechiometryczny przy symbolu pierwiastka równy liczbie 3 wskazuje, że cząsteczki ozonu są zbudowane z trzech atomów tlenu.

Współczynnik stechiometryczny zapisany przed symbolem (np. $6Cl$ – 6 atomów chloru) lub wzorem (np. $6Cl_2$ – 6 cząsteczek chloru) informuje o liczbie atomów lub cząsteczek. Zapis $6Cl$ wskazuje na 6 wolnych niezwiązanych atomów chloru, natomiast $6Cl_2$ – na obecność 6 dwuatomowych cząsteczek chloru, czyli łącznie 12 atomów.



Sześć cząsteczek chloru



Sześć atomów chloru

Liczba poszczególnych atomów w różnych zapisach chemicznych

Zapis symboliczny zespołu atomów lub cząsteczek	**Opis słowny zespołu atomów lub cząsteczek**	**Liczba poszczególnych atomów pierwiastków**						
		Cl	H	I	N	O	P	S
H	jeden atom wodoru		1					
H_2	jedna cząsteczka wodoru		2					
$4Cl$	cztery atomy chloru	4						
$4Cl_2$	cztery cząsteczki chloru	8						
$6N$	sześć atomów azotu				6			
$3N_2$	trzy cząsteczki azotu				6			
$10O$	dziesięć atomów tlenu					10		
$5O_2$	pięć cząsteczek tlenu					10		
$2O_3$	dwie cząsteczki ozonu					6		
I	jeden atom jodu			1				
I_2	jedna cząsteczka jodu			2				
$3P$	trzy atomy fosforu						3	
$3P_4$	trzy cząsteczki fosforu						12	

Zapis symboliczny zespołu atomów lub cząsteczek	Opis słowny zespołu atomów lub cząsteczek	Liczba poszczególnych atomów pierwiastków						
		Cl	H	I	N	O	P	S
$6S$	sześć atomów siarki							6
$6S_8$	sześć cząsteczek siarki							48

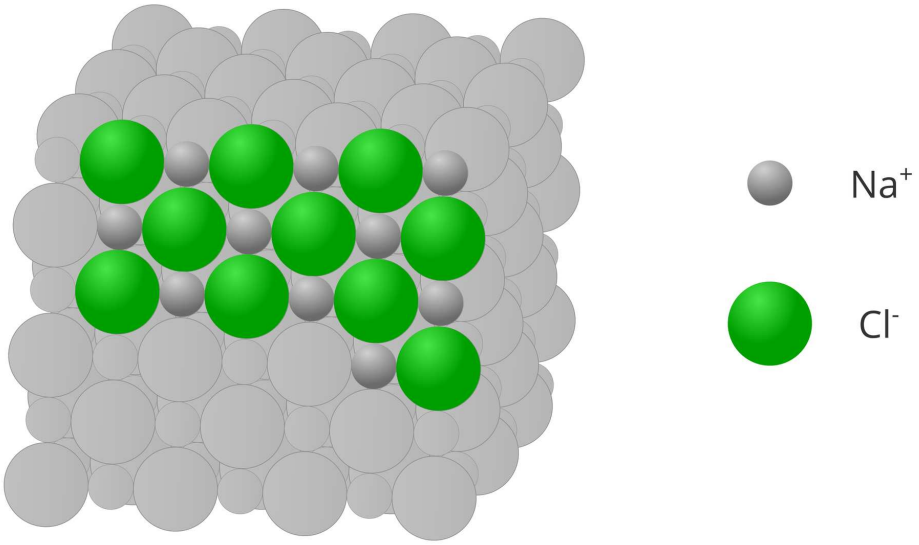
4. Jak interpretujemy zapisy dotyczące związków jonowych?

Związki jonowe powstają z połączenia metali z niemetalami. Związki te są zbudowane z jonów, które ułożone są naprzemiennie, tworzą uporządkowane struktury zwane kryształami. W krysztale nie występują izolowane grupy atomów, które można byłoby nazwać cząsteczkami. Wzór sumaryczny związku jonowego przedstawia zatem najmniejszy zbiór powtarzających się jonów w krysztale. Indeksy stechiometryczne określają liczbę jonów danego pierwiastka w tym zbiorze.

W związkach jonowych składających się z dwóch pierwiastków metal jest zawsze kationem, a niemetal – anionem. Przykładem takiego związku jest chlorek sodu. Jego wzór, $NaCl$, informuje, że kryształ chlorku sodu jest zbudowany z kationów sodu (Na^+) i anionów chlorkowych (Cl^-), a ich stosunek ilościowy wynosi 1 : 1.

Inna substancja jonowa, chlorek glinu, o wzorze $AlCl_3$, jest zbudowana z kationów glinu (Al^{3+}) i anionów chlorkowych (Cl^-). W tym związku najmniejszy zbiór powtarzających się jonów tworzą jeden jon glinu (kation) i trzy jony chlorkowe (aniony).
W krysztale kolejnej substancji jonowej, siarczku potasu, o wzorze K_2S, na jeden anion siarczkowy (S^{2-}) przypadają dwa kationy potasu (K^+).

Liczby umieszczone przed wzorem związku jonowego (współczynniki stechiometryczne) określają liczbę najmniejszych zbiorów tworzących kryształ. Na przykład zapis $10NaCl$ oznacza dziesięć zbiorów składających się z jednego kationu sodu (Na^+) i jednego anionu chlorkowego (Cl^-).



Źródło: Krzysztof Jaworski.

Interpretacja zapisów chemicznych dotyczących związków jonowych

Zapis symboliczny	**Liczba poszczególnych jonów**				
	kation glinu Al^{3+}	**anion chlorkowy** Cl^{-}	**kation potasu** K^{+}	**kation magnezu** Mg^{2+}	**anion siarczkowy** S^{2-}
$5AlCl_3$	5	15			
$7MgCl_2$		14		7	
$10^{24}\ K_2S$			$2 \cdot 10^{24}$		$1 \cdot 10^{24}$

5. Jak interpretujemy zapisy chemiczne z użyciem prostych wzorów chemicznych?

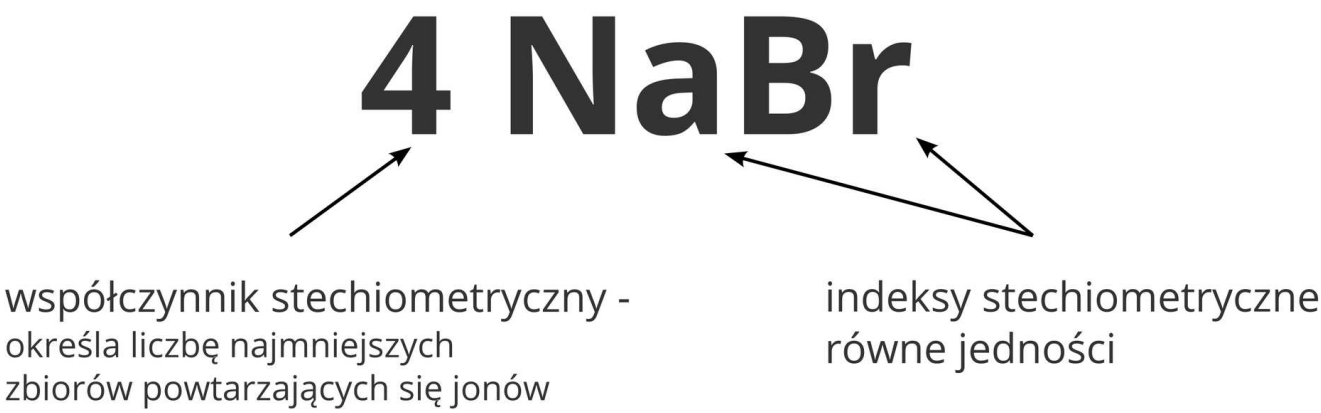
Spróbujmy odczytać zapis dotyczący tlenku azotu(IV): $4NO_2$. Aby dobrze zinterpretować to wyrażenie, musimy rozstrzygnąć, czy przedstawiony związek jest kowalencyjny, czy jonowy. Związek o wzorze NO_2 składa się z dwóch niemetali. Jak pamiętamy, wiązania

kowalencyjne są tworzone przez atomy niemetali, dlatego możemy sądzić, że wzór opisuje związek kowalencyjny, zbudowany z cząsteczek. W opisie zbioru $4NO_2$ można posługiwać się pojęciem **cząsteczka**. Liczba 4 umieszczona przed wzorem informuje, że w zbiorze znajdują się cztery cząsteczki. Każda z nich składa się z jednego atomu azotu i dwóch atomów tlenu (o czym informuje liczba 2 znajdująca się za O). Razem w zbiorze są ($4 \cdot 1 = 4$) cztery atomy azotu i ($4 \cdot 2 = 8$) osiem atomów tlenu.

Źródło: Krzysztof Jaworski, Bożena Karawajczyk.

Wzór $NaBr$ opisuje inną substancję, bromek sodu, zbudowaną z metalu (sodu) i niemetalu (bromu). W związkach zbudowanych z metalu i niemetalu występują wiązania jonowe. Z tego względu możemy przyjąć, że związek o wzorze $NaBr$ ma budowę jonową. Kationem jest jon utworzony z atomu metalu (sodu), a anionem – jon utworzony z atomu niemetalu (bromu). W najmniejszym zbiorze powtarzających się jonów w krysztale $NaBr$ znajduje się jeden kation sodu (Na^+) i jeden anion bromkowy (Br^-).

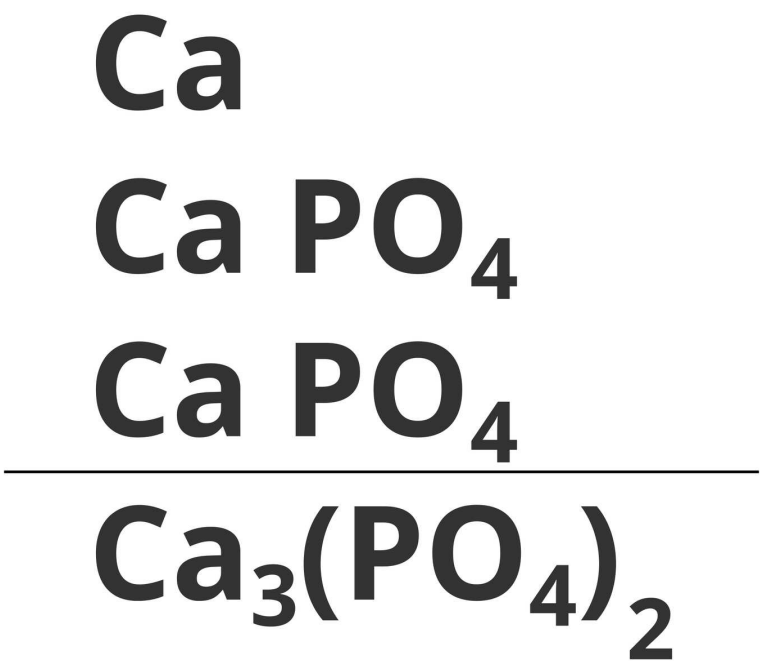
W zbiorze zapisanym jako $4NaBr$ znajdują się cztery kationy sodu (Na^+) i cztery aniony bromkowe (Br^-).



Źródło: Krzysztof Jaworski, Bożena Karawajczyk.

6. Jak interpretujemy zapisy chemiczne z użyciem złożonych wzorów chemicznych?

W niektórych wzorach grupy atomów zapisuje się w nawiasie, po którym występuje liczba, np. $Ca_3(PO_4)_2$. W zaprezentowanym zbiorze liczba 2 odnosi się do wszystkich atomów znajdujących się w nawiasie. Aby dokładnie pokazać, jak należałoby ilościowo rozumieć zastosowany zapis, rozpiszmy ten wzór:



Źródło: Krzysztof Jaworski, Bożena Karawajczyk.

Podany wzór $Ca_3(PO_4)_2$ możemy zinterpretować następująco: w zbiorze znajdują się trzy atomy wapnia, dwa atomy fosforu $(2 \cdot 1 = 2)$ i osiem atomów tlenu $(2 \cdot 4 = 8)$. W zbiorze opisanym wzorem $2Ca_3(PO_4)_2$ mamy $(2 \cdot 3 = 6)$ sześć atomów wapnia $(2 \cdot 2 = 4)$, cztery atomy fosforu i $(2 \cdot 2 \cdot 4 = 16)$ szesnaście atomów tlenu.

Interpretacja przykładowych zapisów chemicznych

Zapis chemiczny	**Liczba atomów poszczególnych pierwiastków w zespole**								**Liczba wszystkich atomów**
	Al	Ca	H	Mg	N	O	P	S	

Zapis chemiczny	Liczba atomów poszczególnych pierwiastków w zespole								Liczba wszystkich atomów
	Al	Ca	H	Mg	N	O	P	S	
Al_2S_3	2							3	5
$3Al_2S_3$	6							9	15
$Ca(OH)_2$		1	2			2			5
$4HNO_3$			4		4	12			20
$2H_3PO_4$			6			8	2		16
$2Mg(OH)_2$			4	2		4			10

Podsumowanie

- Za pomocą wzorów chemicznych można przedstawiać określoną liczbę cząsteczek, atomów i jonów.
- Liczbę atomów w cząsteczce bądź jonów w jednostce formalnej przedstawia się przy użyciu indeksu stechiometrycznego. We wzorze substancji liczbę tę zapisuje się z prawej strony u dołu symbolu pierwiastka.
- Liczbę atomów, cząsteczek bądź jednostek formalnych związku jonowego określa się, wykorzystując współczynnik stechiometryczny – liczbę zapisywaną przed wzorem sumarycznym związku.

> **Praca domowa**

Polecenie 1.1

Pewna substancja jonowa ma wzór sumaryczny $\mathrm{AX_2}$. Symbol A oznacza metal, natomiast X – niemetal. Które z podanych niżej jonów mogłyby tworzyć ten związek jonowy? Napisz wzór tego związku w zeszycie.
Jony do wyboru: $\mathrm{Cl^-}$, $\mathrm{S^{2-}}$, $\mathrm{K^+}$, $\mathrm{Mg^{2+}}$, $\mathrm{Al^{3+}}$.

Wskazówka

Pamiętaj, że wzór sumaryczny przedstawia najmniejszy zbiór powtarzających się jonów w krysztale związku jonowego, który jest elektrycznie obojętny.

Słowniczek

indeks stechiometryczny

liczba umieszczana u dołu z prawej strony symbolu pierwiastka we wzorze chemicznym substancji; jest ona równa liczbie atomów tego pierwiastka w cząsteczce lub w najmniejszym zbiorze powtarzających się jonów w krysztale (tzw. jednostce formalnej)

współczynnik stechiometryczny

liczba zapisywana przed symbolem lub wzorem chemicznym, która określa liczbę atomów, cząsteczek lub najmniejszych zbiorów powtarzających się jonów w krysztale

Zadania

Ćwiczenie 1

Oceń, czy podane zdania są prawdziwe, czy fałszywe.

	Prawda	Fałsz
Liczba zapisana w indeksie dolnym za symbolem pierwiastka we wzorze sumarycznym związku kowalencyjnego mówi o liczbie atomów tego pierwiastka w cząsteczce.	◯	◯
Cyfra zapisana przed wzorem chemicznym związku kowalencyjnego opisuje liczbę cząsteczek tego związku.	◯	◯
Indeks stechiometryczny nigdy nie równa się jeden.	◯	◯
Wzór sumaryczny związku jonowego przedstawia budowę jego cząsteczek.	◯	◯
Wzory sumaryczne związków jonowych nie zawierają indeksów stechiometrycznych.	◯	◯

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 2

Uzupełnij luki w tekście. Wybierz właściwe określenia spośród podanych.

Liczba, która opisuje liczbę atomów danego pierwiastka w cząsteczce, nazywa się [ ] stechiometrycznym. We wzorze znajduje się on u [ ] po [ ] stronie symbolu pierwiastka, którego dotyczy. Liczbę cząsteczek danego związku przedstawia się za pomocą [ ] stechiometrycznego, który wstawia się [ ] wzorem sumarycznym związku. Wzór sumaryczny związku jonowego przedstawia [ ] zbiór [ ].

powtarzających się kationów | góry | współczynnikiem | powtarzających się kationów i anionów | współczynnika | dołu | za | indeksu | powtarzających się anionów | przed | lewej | indeksem | prawej | najmniejszy | największy

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 3

Który zapis przedstawia dwie cząsteczki wody?

- ◯ $2HO$
- ◯ H_4O_2
- ◯ H_2O
- ◯ $2H_2O$
- ◯ $2OH_2$
- ◯ $2H_2O_1$

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 4

Połącz zapisy chemiczne z ich właściwą interpretacją.

$4H_2$	cztery cząsteczki wodoru
$2H$	cząsteczka wodoru
H	atom wodoru
$8H$	dwa atomy wodoru
$2H_2$	dwie cząsteczki wodoru
H_2	osiem atomów wodoru

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 5

Uporządkuj elementy według wzrastającej liczby wszystkich atomów w zbiorze.

- $9H$
- Cl
- $2CO_2$
- H_2O
- H_2
- NH3</math
- $2NH_3$

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 6

Uporządkuj zbiory według wzrastającej liczby atomów tlenu w zbiorze.

- H_2O
- CO_2
- $14H_2O$
- $3H_3PO_4$
- $2Ca(OH)_2$
- $4CO_2$
- $2HNO_3$

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 7

Przenieś zapisy chemiczne do odpowiednich grup w zależności od liczby atomów wodoru w zbiorze, który opisują.

jeden atom wodoru

dwa atomy wodoru

cztery atomy wodoru

sześć atomów wodoru

$6H$ H $3Mg(OH)_2$ HNO_3 $Ca(OH)_2$ $4H$ $2NH_3$ $NaOH$ $2H_2SO_4$ H_2SO_4 $2H_2O$ H_2O $2H_2$ H_2

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Wartościowość pierwiastków chemicznych

Podczas zgłębiania wiedzy chemicznej nie trzeba uczyć się wszystkiego na pamięć. Często wystarczy znajomość pewnych ogólnych reguł, które pozwalają na opisywanie nowych faktów. Przykładem są wzory sumaryczne niektórych związków, które w dość prosty sposób można prawidłowo zapisać na podstawie tylko jednej informacji o pierwiastkach tworzących substancję złożoną.

Już wiesz

- w jaki sposób atomy pierwiastków tworzą wiązania jonowe i kowalencyjne.

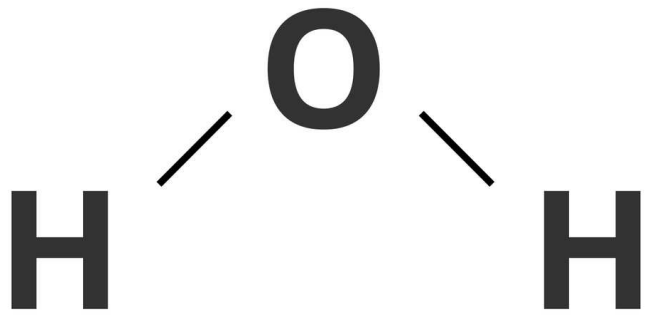
Nauczysz się

- definiować pojęcie wartościowości;
- odczytywać z układu okresowego maksymalne wartościowości pierwiastków chemicznych grup 1., 2. oraz od 13. do 17. układu okresowego w ich związkach z wodorem lub tlenem;
- zapisywać wzory sumaryczne dwupierwiastkowych związków chemicznych na podstawie informacji o wartościowości tworzących ich pierwiastków;
- określać wartościowość jednego pierwiastka chemicznego w związku, gdy znana będzie wartościowość drugiego;
- rozpoznawać tlenek na podstawie jego wzoru sumarycznego;
- zapisywać wzór sumaryczny tlenku, znając jego nazwę;
- rysować wzory strukturalne dwupierwiastkowych związków chemicznych, wiedząc, jaka jest wartościowość pierwiastków, które je tworzą.

1. Co to jest wzór strukturalny cząsteczki?

Na podstawie wzorów sumarycznych związków kowalencyjnych można ustalić skład ich cząsteczek: liczbę i rodzaj atomów pierwiastków. Jednak nie jesteśmy w stanie przewidzieć, w jaki sposób atomy są ze sobą połączone. Tej informacji dostarcza inny wzór, zwany wzorem strukturalnym. Odzwierciedla on sposób połączenia atomów w cząsteczce. We wzorze strukturalnym, podobnie jak we wzorze sumarycznym, posługujemy się symbolami pierwiastków do oznaczenia atomów tworzących cząsteczkę związku chemicznego. Za pomocą kresek przedstawiamy wiązania pomiędzy atomami (jedna kreska symbolizuje jedno wiązanie).

Na przykład cząsteczka wody o wzorze sumarycznym H_2O ma następujący wzór strukturalny:

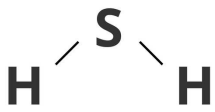
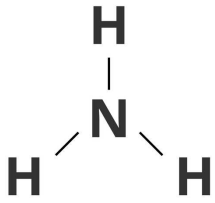


Źródło: Krzysztof Jaworski, Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Na jego podstawie możemy stwierdzić, że w cząsteczce wody każdy atom wodoru jest połączony z atomem tlenu wiązaniem pojedynczym oraz że atomy wodoru nie są ze sobą związane. Wzór strukturalny nie określa, jak poszczególne atomy są ułożone w przestrzeni.

Czy można opisywać związki jonowe za pomocą wzorów strukturalnych?

Z uwagi na brak możliwości wyróżnienia w kryształach jonowych izolowanych struktur (cząsteczek) związków jonowych nie opisujemy za pomocą wzorów strukturalnych.

Wzór sumaryczny	Wzór strukturalny
H_2	H—H
HBr	H—Br
H_2S	
NH_3	
CO_2	O=C=O

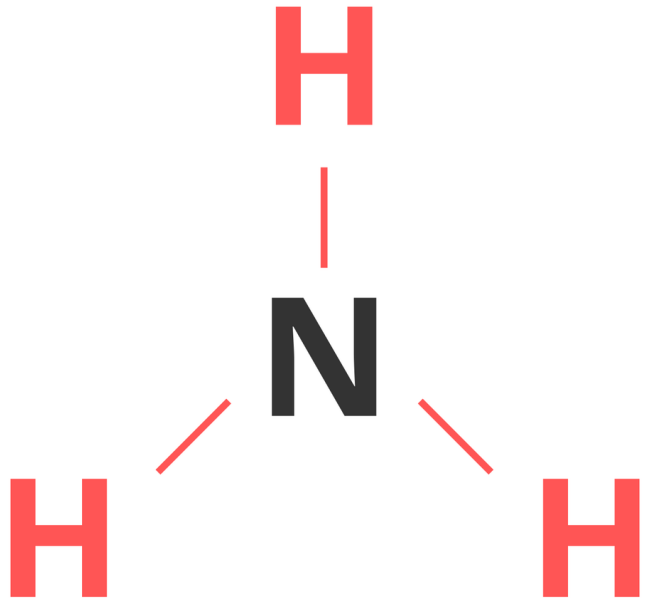
Źródło: Krzysztof Jaworski, Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

2. Co to jest wartościowość?

Liczbę wiązań, które tworzy atom danego pierwiastka chemicznego, łącząc się z innymi atomami, nazywa się wartościowością. Przy jej opisywaniu posługujemy się liczbami rzymskimi.

Wartościowość pierwiastków tworzących związek kowalencyjny możemy łatwo określić na podstawie wzoru strukturalnego związku.

Źródło: Krzysztof Jaworski, Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

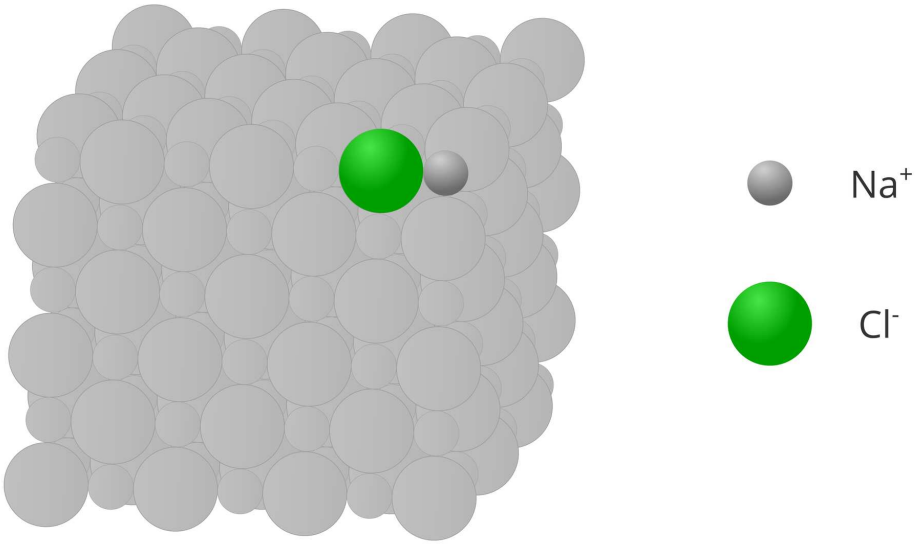


Każdy z atomów wodoru tworzy jedno wiązanie – wartościowość wodoru wynosi jeden (I)

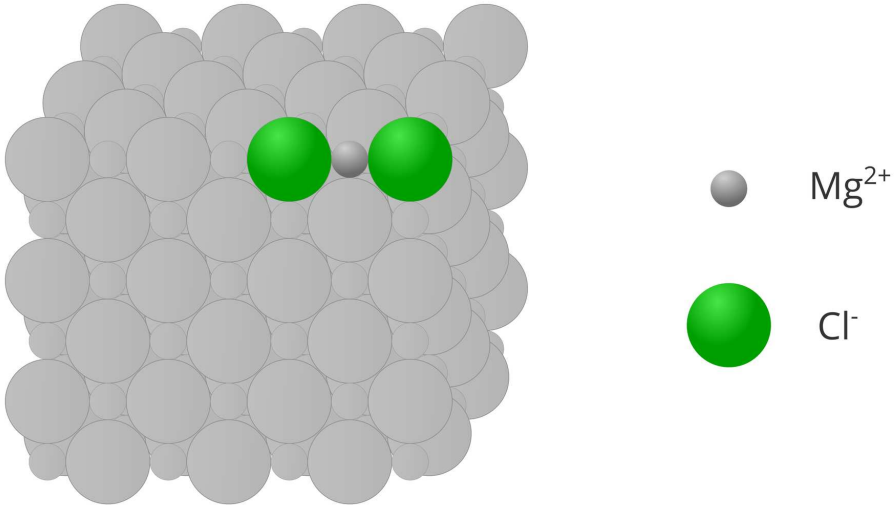
W cząsteczce dwutlenku węgla każdy z atomów tlenu jest związany z atomem węgla za pomocą wiązania podwójnego (utworzonego przez dwie wspólne pary elektronowe), a atom węgla tworzy razem cztery wiązania. Wartościowość tlenu wynosi dwa (II), a węgla – cztery (IV)

Jak określamy wartościowość pierwiastków chemicznych w związkach jonowych?

W przypadku związków jonowych wartościowość pierwiastka jest równa liczbowo ładunkowi jego jonu, który występuje w krysztale związku. Przy określaniu wartościowości jonów pomijamy znaki dodatnie i ujemne.



Chlorek sodu NaCl zbudowany jest z kationów sodu (jednododatnich) i anionów chlorkowych (jednoujemnych). Pamiętając, że wartościowość odpowiada ładunkowi jonu bez uwzględnienia jego ładunku, określamy tę wielkość dla atomów sodu i chloru w krysztale jonowym. Wartościowość sodu i chloru w chlorku sodu jest równa jeden (I)



Chlorek magnezu jest zbudowany z kationów magnezu (dwudodatnich) i anionów chlorkowych (jednoujemnych). Dlatego wartościowość magnezu w tym związku wynosi dwa (II), a chloru równa jest jeden (I)

3. Czy pierwiastki mogą mieć dowolną wartościowość?

Są pierwiastki, których wartościowość w większości tworzonych przez nie związków chemicznych jest stała. Na przykład sód czy wodór zawsze mają wartościowość równą jeden (I). Istnieją również i takie pierwiastki, które w zależności od rodzaju związku mogą wykazywać różną wartościowość. Na przykład węgiel w związku o wzorze CO przyjmuje wartościowość równą dwa (II), a w dwutlenku węgla CO_2 jego wartościowość wynosi cztery (IV).

Układ okresowy może stanowić pewną pomoc w przewidywaniu maksymalnej wartościowości niektórych pierwiastków w związkach z wodorem lub tlenem.

Maksymalna wartościowość pierwiastków względem wodoru

Numer grupy	**1.**	**2.**	**13.**	**14.**	**15.**	**16.**	**17.**
Najwyższa wartościowość w związkach z wodorem	I	II	III	IV	III	II	I

Maksymalna wartościowość pierwiastków względem tlenu

Numer grupy	**1.**	**2.**	**13.**	**14.**	**15.**	**16.**	**17.**
Najwyższa wartościowość w związkach z tlenem	I	II	III	IV	V	VI	VII

Na podstawie danych zawartych w tabelach można stwierdzić, że pierwiastki należące do grup: 1., 2., 13. i 14. mają jednakowe najwyższe wartościowości w związkach zarówno z tlenem, jak i wodorem. Natomiast różne są liczby określające wartościowości pierwiastków z pozostałych grup w związkach z tlenem i wodorem.
We wszystkich związkach pierwiastki należące do grupy 1. mają wartościowość równą jeden (I), natomiast pierwiastki z grupy 2. wykazują wartościowość dwa (II).

> **Polecenie 1**
>
> Określ największą wartościowość wapnia wobec wodoru i tlenu.
>
> > **Wskazówka**
> >
> > Skorzystaj z informacji zamieszczonych w tabelach.

Zasób interaktywny dostępny pod adresem https://zpe.gov.pl/a/DJcOxSKpe

Źródło: Michał Szymczak, licencja: CC BY 3.0.

4. Czy można określić wzór sumaryczny związku chemicznego na podstawie wartościowości tworzących go pierwiastków?

Jeśli znamy wartościowość dwóch pierwiastków, które razem tworzą związek chemiczny, to praktycznie w każdym przypadku jesteśmy w stanie określić wzór sumaryczny tego związku. Nie musimy przy tym wiedzieć, jaki rodzaj wiązań występuje w związku. W wielu wypadkach otrzymany wzór sumaryczny jest zgodny z rzeczywistością i dobrze opisuje skład cząsteczki lub najmniejszy zbiór powtarzających się jonów w związku jonowym. Ustalenie kolejności symboli we wzorze sumarycznym może stanowić pewien problem. Nie ma on znaczenia, jeśli związek jest utworzony przez metal i niemetal. Wtedy we wzorze sumarycznym jako pierwszy piszemy symbol metalu, a następnie z jego prawej strony wstawiamy symbol drugiego pierwiastka.

Jeden z prostszych sposobów określania wzorów sumarycznych poznamy na przykładach.

> **Instrukcja: Określanie wzoru sumarycznego związku chemicznego składającego się z jonów sodu mających wartościowość jeden (I) i jonów siarki o wartościowości równej dwa (II).**
>
> **Krok**

Zapisujemy poprawnie symbole pierwiastków we wzorze sumarycznym. Jako pierwszy wpisujemy symbol metalu, a jako drugi – symbol niemetalu. Potrzebne informacje możemy znaleźć w układzie okresowym.

Zasób interaktywny dostępny pod adresem https://zpe.gov.pl/a/DJcOxSKpe

Źródło: Michał Szymczak, licencja: CC BY 3.0.

$$NaS$$

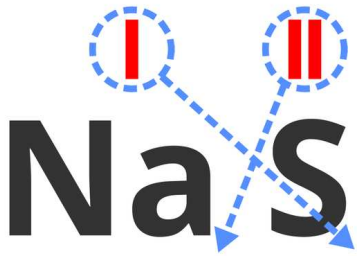
Krok

Nad każdym symbolem zapisujemy wartościowość pierwiastka (która jest podana w tytule instrukcji):

Źródło: Krzysztof Jaworski, Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Krok

Następnie przenosimy do indeksów dolnych – sposobem „na krzyż” – cyfry odpowiadające wartościowościom. Zatem liczbę określającą wartościowość sodu zapisujemy w indeksie dolnym z prawej strony symbolu siarki, natomiast wartościowość siarki – po prawej stronie symbolu sodu:



Źródło: Krzysztof Jaworski, Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Krok

Przy przenoszeniu liczb zamieniamy liczby rzymskie na arabskie:

$$\mathrm{Na_2S_1}$$

Krok

Cyfrę 1 we wzorze pomijamy. Prawidłowo zapisany wzór sumaryczny ma postać:

$$\mathrm{Na_2S}$$

Ważne!

Zapisywanie wartościowości pierwiastków
Wartościowość pierwiastków możemy opisywać słownie, np. „węgiel ma wartościowość cztery". Innym sposobem jest użycie chemicznych skrótów. Przy symbolu pierwiastka w nawiasie zapisuje się jego wartościowość, np. węgiel o wartościowości cztery to C(IV) lub węgiel(IV). Trzeba pamiętać, że między symbolem a nawiasem nie powinno być odstępu (spacji).

Instrukcja: Zapisywanie wzoru sumarycznego związku chemicznego składającego się z chromu(VI) i tlenu(II)

Krok

Zapisujemy poprawnie symbole pierwiastków we wzorze sumarycznym. Jako pierwszy wpisujemy symbol metalu, na drugim miejscu – symbol niemetalu.

Zasób interaktywny dostępny pod adresem https://zpe.gov.pl/a/DJcOxSKpe

Źródło: Michał Szymczak, licencja: CC BY 3.0.

$$CrO$$

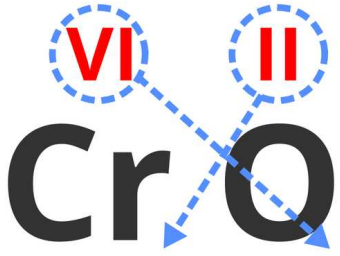
Krok

Nad każdym symbolem zapisujemy wartościowość pierwiastka (która jest podana w tytule instrukcji):

Źródło: Krzysztof Jaworski, Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Krok

Następnie przenosimy do indeksów dolnych – sposobem „na krzyż” – cyfry odpowiadające wartościowościom:



Źródło: Krzysztof Jaworski, Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

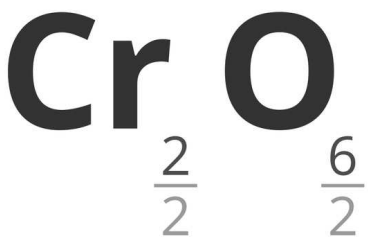
Krok

Przy przenoszeniu liczb zamieniamy liczby rzymskie na arabskie:

$$Cr_2O_6$$

Krok

Staramy się, aby we wzorze sumarycznym w indeksach stechiometrycznych występowały liczby o jak najmniejszej wartości. Dlatego sprawdzamy, czy obie liczby nie mają wspólnego dzielnika (liczby, przez którą można je podzielić bez reszty). Liczby 2 i 6 dzielą się bez reszty przez dwa:



Źródło: Krzysztof Jaworski, Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Krok

Po dokonaniu właściwych obliczeń (pamiętając, że liczbę 1 we wzorze pomijamy) otrzymujemy wzór sumaryczny związku:

$$CrO_3$$

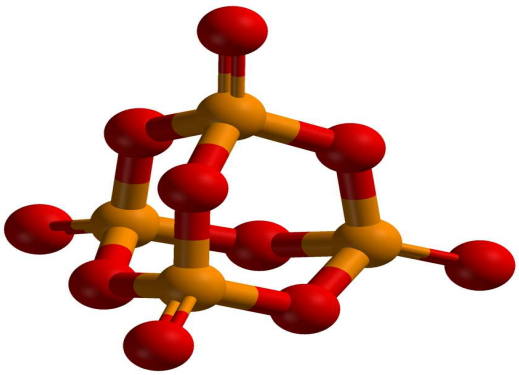
Określanie wzorów sumarycznych przykładowych związków dwupierwiastkowych na podsta informacji o wartościowości pierwiastków

Pierwiastki	**Symbole zestawione z wartościowościami**	**Wzór po przeniesieniu wartościowości**	**Liczba – największy wspólny dzielnik**	**Ostatec wzór sumary związku**
węgiel(IV) i tlen(II)	$C^{IV}O^{II}$	C_2O_4	2	CO
miedź(II) i siarka(II)	$Cu^{II}S^{II}$	Cu_2S_2	2	Cu
azot(V) i tlen(II)	$N^{V}O^{II}$	N_2O_5	brak	N_2C
wapń(II) i chlor(I)	$Ca^{II}Cl^{I}$	Ca_1Cl_2	brak	CaC
żelazo(III) i siarka(II)	$Fe^{III}S^{II}$	Fe_2S_3	brak	Fe_2
mangan(VII) i tlen(II)	$Mn^{VII}O^{II}$	Mn_2O_7	brak	Mn_2

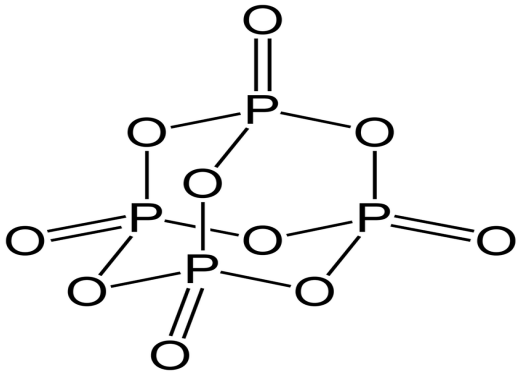
Ciekawostka

Połączenie fosforu(V) z tlenem(II)

Gdybyśmy chcieli zapisać wzór sumaryczny związku fosforu(V) i tlenu(II) zgodnie z poznanymi zasadami, to otrzymalibyśmy następujący zapis: P_2O_5. Mimo to zapisujemy: P_4O_{10}. Dlaczego? Badania wykazały, że cząsteczka tego związku składa się z czterech atomów fosforu i dziesięciu atomów tlenu. Wzór P_2O_5 nie odzwierciedla tego faktu.



Model cząsteczki tlenku fosforu(V)



Wzór strukturalny cząsteczki tlenku fosforu(V)

5. W jaki sposób ustalamy wartościowość jednego z pierwiastków w związku dwupierwiastkowym?

W związkach dwupierwiastkowych (utworzonych przez dwa pierwiastki) można określić wartościowość jednego pierwiastka, jeśli zna się wartościowość drugiego.

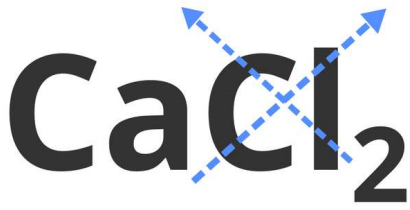
Jeśli we wzorze sumarycznym związku nie występują żadne indeksy stechiometryczne (lub w rzadkich przypadkach są sobie równe), to pierwiastki tworzące dany związek mają jednakową wartościowość. W związkach, które obecnie poznajecie (tlenki, chlorki, siarczki), tlen ma wartościowość dwa (II), chlor jeden (I), a siarka dwa (II).

Na przykład w związku o wzorze CuO, w którym wartościowość tlenu wynosi dwa (II), miedź ma identyczną wartościowość (II). W chlorku sodu NaCl sód i chlor mają taką samą wartościowość – jeden (I).
W innych przypadkach należy dokonać odpowiednich przekształceń i obliczeń. Najprostszy ze sposobów poznamy na przykładzie.

Instrukcja: Określanie wartościowości wapnia w związku o wzorze $\mathrm{CaCl_2}$, w którym wartościowość chloru wynosi jeden (I)

Krok

Postępujemy odwrotnie niż w przypadku ustalania wzorów. Tym razem przenosimy współczynniki stechiometryczne „na krzyż” nad symbole pierwiastków.



Źródło: Krzysztof Jaworski, Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Krok

Po przeniesieniu wartości indeksów zapisujemy za pomocą cyfr rzymskich:

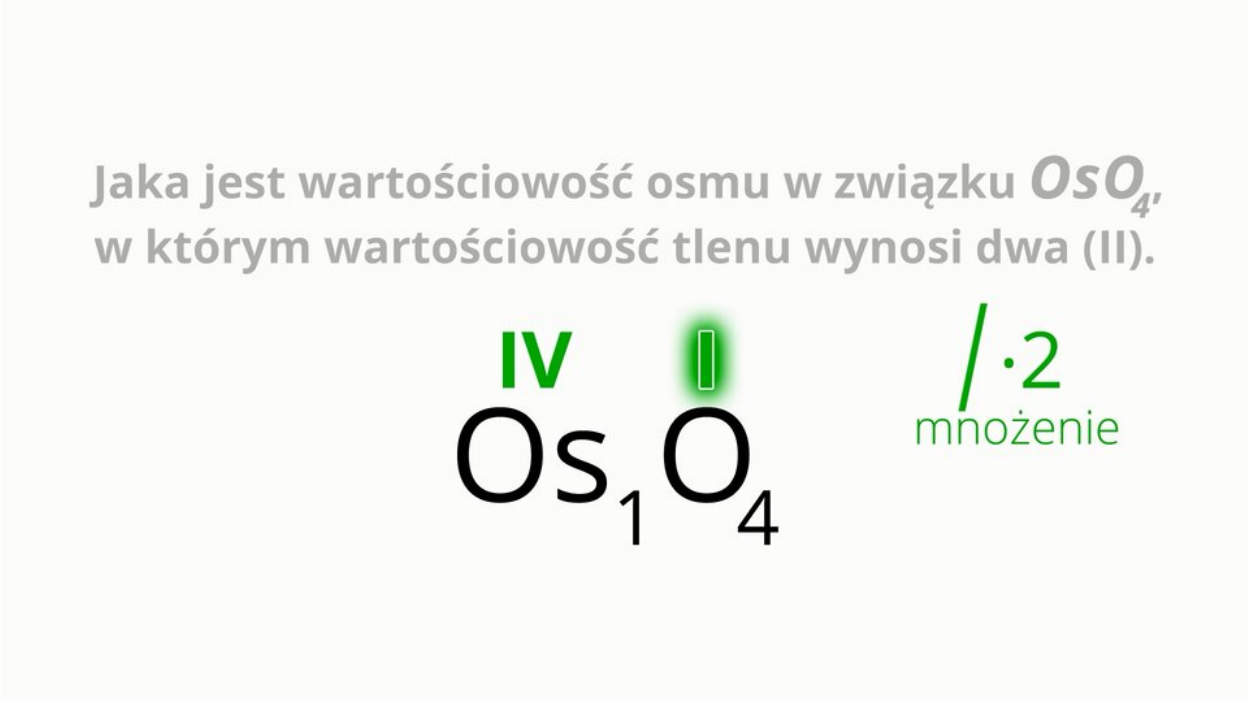
Źródło: Krzysztof Jaworski, Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Krok

Sprawdzamy, czy liczby zapisane nad symbolem pierwiastka o znanej wartościowości są zgodne z treścią zadania. W naszym wypadku tak jest, ponieważ chlor ma wartościowość jeden (I). Wtedy liczba zapisana nad symbolem drugiego pierwiastka określa jego wartościowość. Dla wapnia jest ona równa dwa (II).

Krok

Podajemy odpowiedź:
Wartościowość wapnia w związku o wzorze $CaCl_2$ wynosi dwa (II).



Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Źródło: Marcin Sadomski, Bożena Karawajczyk, Kevin MacLeod (http://incompetech.com), Krzysztof Jaworski, Tomorrow Sp. z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Film rozpoczyna się planszą z tematem zadania: Jaka jest wartościowość osmu w związku OsO4, w którym wartościowość tlenu wynosi dwa. Po wygaszeniu napisu centralną część kadru zajmuje wzór związku, z którego indeksy 1 za symbolem osmu i 4 za symbolem tlenu zostają oznaczone na zielono i przeniesione na krzyż ponad symbole sąsiednich pierwiastków i zamienione z liczb arabskich nad rzymskie. Wyróżniona zostaje liczba jeden nad symbolem tlenu, a lektor wygłasza komentarz o konieczności pomnożeniu obu liczb tak, aby wartościowość tlenu zgadzała się z założoną. Po pomnożeniu przez dwa wartościowość tlenu zamienia się na dwa, a wartościowość osmu na osiem. Na ekranie pojawia się wniosek końcowy: Wartościowość osmu w związku z tlenem o wzorze OsO4 wynosi osiem.

6. W jaki sposób tworzymy nazwy tlenków na podstawie ich wzorów sumarycznych?

Związki tlenu z innymi pierwiastkami są nazywane tlenkami. Jedynym wyjątkiem jest związek tlenu z fluorem, zwany fluorkiem tlenu. We wszystkich tlenkach tlen ma wartościowość równą dwa. Na tej podstawie, znając wzór tlenku, możemy określać wartościowość pierwiastków w tlenkach.

Wartościowość wybranych pierwiastków w tlenkach

Wzór sumaryczny tlenku	**Wartościowość tlenu w tlenku**	**Wartościowość pierwiastka w tlenku**
CO_2	tlen(II)	węgiel(IV)
CO		węgiel(II)
SO_2		siarka(IV)
SO_3		siarka(VI)
CuO		miedź(II)
Ag_2O		srebro(I)
MnO_2		mangan(IV)
Cl_2O_7		chlor(VII)

Nazwy tlenków są dwuczłonowe. Pierwszy człon to wyraz ***tlenek***, a drugi – nazwa pierwiastka w dopełniaczu, np. ***tlenek sodu***. Wiele pierwiastków tworzy po kilka tlenków, w których ich wartościowość jest różna. Przykładem są związki ołowiu z tlenem o wzorach sumarycznych: PbO_2 i PbO.
W pierwszym tlenku ołów ma wartościowość cztery, w drugim zaś – dwa. Dlatego, aby jednoznacznie określić rodzaj związku, np. tlenku, w jego nazwie podaje się często wartościowość połączonego z tlenem pierwiastka. Omawiane powyżej związki o wzorach PbO_2 i PbO to odpowiednio: tlenek ołowiu(IV) i tlenek ołowiu(II). W nazwach tlenków nie określa się wartościowości tlenu, gdyż zawsze wynosi ona dwa (II).

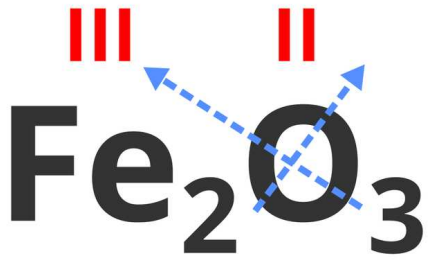
Przykładowe nazwy tlenków

Wzór sumaryczny związku	**Wartościowość tlenu w tlenku**	**Wartościowość pierwiastka w tlenku**	**Nazwa tlenku**

Wzór sumaryczny związku	Wartościowość tlenu w tlenku	Wartościowość pierwiastka w tlenku	Nazwa tlenku
CO_2	tlen(II)	węgiel(IV)	tlenek węgla(IV)
CO		węgiel(II)	tlenek węgla(II)
SO_2		siarka(IV)	tlenek siarki(IV)
SO_3		siarka(VI)	tlenek siarki(VI)
PbO		ołów(II)	tlenek ołowiu(II)
PbO_2		ołów(IV)	tlenek ołowiu(IV)
Ag_2O		srebro(I)	tlenek srebra(I)
CuO		miedź(II)	tlenek miedzi(II)
MnO_2		mangan(IV)	tlenek manganu(IV)
Cl_2O_7		chlor(VII)	tlenek chloru(VII)

Tworząc nazwy tlenków metali należących do grup 1. i 2., nie podaje się ich wartościowości, gdyż pierwiastki te mają w związkach chemicznych zawsze tylko jedną charakterystyczną wartościowość: metale grupy 1. – jeden, grupy 2. – dwa. Podobna zasada dotyczy glinu: z uwagi na to, że pierwiastek ten ma wartościowość trzy, przyjęło się nie podawać w nazwie związków jego wartościowości.

> **Instrukcja: Ustalanie nazwy tlenku o wzorze sumarycznym Fe_2O_3**
>
> **Krok**
>
> Żelazo znajduje się w układzie okresowym w grupie innej niż 1. i 2., dlatego w nazwie tlenku należy podać jego wartościowość. W związku z tym na początku ustalamy ten parametr.



Źródło: Krzysztof Jaworski, Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Krok

Po ustaleniu wartościowości żelaza, która wynosi trzy, możemy napisać nazwę tlenku. Tlenek o wzorze sumarycznym Fe_2O_3 nazywa się tlenkiem żelaza(III).

Nazwy przykładowych tlenków pierwiastków wybranych grup układu okresowego

Grupa, do której należy pierwiastek tworzący tlenek	**Wzór sumaryczny**	**Nazwa tlenków**
1.	Na_2O	tlenek sodu
	K_2O	tlenek potasu
	Li_2O	tlenek litu
2.	CaO	tlenek wapnia
	MgO	tlenek magnezu
	BaO	tlenek baru
13.	Al_2O_3	tlenek glinu
14.	CO	tlenek węgla(II)
	CO_2	tlenek węgla(IV)
	SnO	tlenek cyny(II)
	SnO_2	tlenek cyny(IV)
	PbO	tlenek ołowiu(II)
	PbO_2	tlenek ołowiu(IV)
15.	NO	tlenek azotu(II)
	N_2O_3	tlenek azotu(III)
	N_2O_5	tlenek azotu(V)
	P_4O_{10}	tlenek fosforu(V)
16.	SO_2	tlenek siarki(IV)

Grupa, do której należy pierwiastek tworzący tlenek	Wzór sumaryczny	Nazwa tlenków
	SO_3	tlenek siarki(VI)
17.	Cl_2O	tlenek chloru(I)
	ClO_2	tlenek chloru(IV)
	Cl_2O_7	tlenek chloru(VII)

7. W jaki sposób ustalamy wzory sumaryczne na podstawie nazwy?

Na podstawie pełnej nazwy tlenku w łatwy sposób można napisać jego wzór sumaryczny. Pamiętajmy, że wartościowość tlenu w tych związkach jest równa dwa. Wartościowość drugiego pierwiastka trzeba znać bądź też jest ona podana w nazwie. Jeśli pierwiastek należy do grupy 1. układu okresowego, to jego wartościowość będzie równa jeden, jeśli jest to pierwiastek położony w 2. grupie, to będzie miał wartościowość dwa.

Instrukcja: Zapisywanie wzoru sumarycznego tlenku baru

Krok

Ustalamy wartościowość poszczególnych pierwiastków wchodzących w skład tlenku:

Tlenek baru

Pierwiastek	Reguła	Wartościowość
tlen	tlen w tlenkach ma wartościowość równą dwa	II
bar	bar leży w 2. grupie układu okresowego; pierwiastki tej grupy mają wartościowość dwa	II

Krok

Zapisujemy wzór sumaryczny:

$$BaO$$

Instrukcja: Zapisywanie wzoru sumarycznego tlenku azotu(V)

Krok

Ustalamy wartościowość poszczególnych pierwiastków wchodzących w skład tlenku:

Tlenek azotu(V)

Pierwiastek	Reguła	Wartościowość
tlen	tlen w tlenkach ma wartościowość równą dwa	II
azot	w nazwie podano wartościowość niemetalu	V

Krok

Zapisujemy wzór sumaryczny tlenku azotu(V):

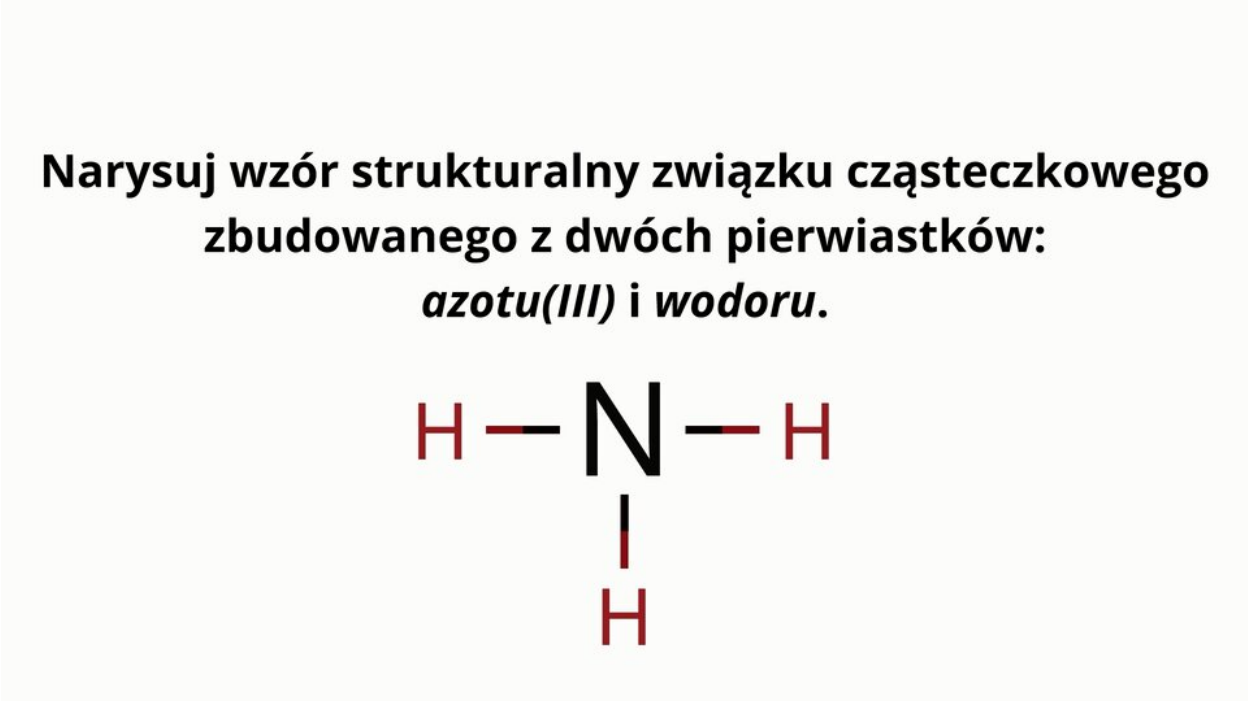
$$N_2O_5$$

8. W jaki sposób tworzymy wzory strukturalne związków kowalencyjnych na podstawie znajomości wartościowości pierwiastków?

Ustalenie wzoru strukturalnego cząsteczki związku na podstawie jego wzoru sumarycznego nie zawsze jest możliwe. Na przykład bez wiedzy na temat istniejących połączeń pomiędzy poszczególnymi atomami nie narysujemy wzoru cząsteczki związku składającego się z trzech pierwiastków o wzorze sumarycznym H_2SO_4. W przypadku związków dwupierwiastkowych jest to możliwe, jeśli zna się wartościowość obu pierwiastków. Najłatwiej narysować wzór cząsteczki zbudowanej z dwóch atomów. Przykładem jest cząsteczka powstała w wyniku połączenia azotu i tlenu, których wartościowość wynosi dwa. Ma ona następujący wzór strukturalny:

$$N = O$$

Oba atomy pierwiastków mają wartościowość równą dwa i tworzą po dwa wiązania.



Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Źródło: Marcin Sadomski, Krzysztof Jaworski, Bożena Karawajczyk, Benosound (http://www.bensound.com), licencja: CC BY 3.0.

Film rozpoczyna się planszą z tematem zadania: Narysuj wzór strukturalny związku cząsteczkowego zbudowanego z dwóch pierwiastków - azotu o wartościowości trzy i wodoru. Wyrazy azot i wodór zostały wyróżnione czerwonym kolorem. Na ekranie pojawiają się symbol azotu z zaznaczonymi trzema wolnymi wiązaniami na środku planszy oraz po lewej stronie symbol wodoru z jednym wolnym wiązaniem. Kreski symbolizujące wolne wiązania przy obu atomach są numerowane. Atom wodoru przemieszcza się i zajmuje miejsce przy jednym z wolnych wiązań azotu, a chwilę później zza dolnej i prawej krawędzi ekranu wyjeżdżają jeszcze dwa atomy uzupełniając wzór cząsteczki. W prawym dolnym rogu ekranu pojawia się wzór sumaryczny NH3.

Podsumowanie

- Wartościowość jest cechą wszystkich pierwiastków tworzących związki chemiczne i jest to liczba wiązań, które tworzy atom danego pierwiastka, łącząc się z innymi atomami. Opisuje się ją przy użyciu liczb rzymskich.
- Wartościowość pierwiastka w związkach kowalencyjnych jest równa liczbie wiązań, które tworzą w cząsteczkach jego atomy z innymi atomami.
- Wartościowość pierwiastka w związkach jonowych jest równa ładunkowi jego jonów, z pominięciem znaków ujemnego i dodatniego.

- Na podstawie układu okresowego można określić maksymalną wartościowość względem wodoru i tlenu dla pierwiastków z grup 1. i 2. oraz 13., 14., 15., 16. i 17.
- Pierwiastki znajdujące się w grupie 1. układu okresowego w tworzonych związkach mają wartościowość równą jeden, z grupy 2. mają wartościowość dwa.
- Tlen w tlenkach ma wartościowość dwa. Na podstawie tej informacji i wzoru sumarycznego związku można określić wartościowość drugiego pierwiastka w połączeniach z tlenem.
- W nazwach tlenków podaje się wartościowość pierwiastka, który w związkach chemicznych może mieć różną wartościowość.

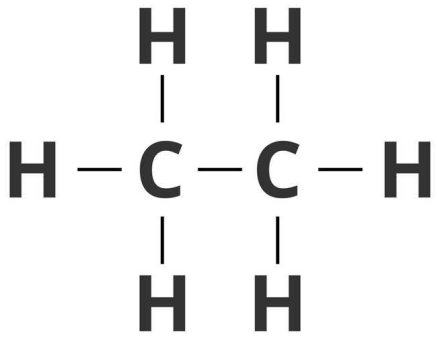
Praca domowa

Polecenie 2.1

Podaj nazwę wody, używając w nazwie tego związku słowa „tlenek”.

Polecenie 2.2

Określ wartościowość węgla w jego związku z wodorem na podstawie wzoru sumarycznego i strukturalnego.
Czy zawsze na podstawie wzoru sumarycznego można wyznaczyć wartościowość?
Wzór sumaryczny związku: C_2H_6
Wzór strukturalny:



Źródło: Krzysztof Jaworski, Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Słowniczek

wzór strukturalny

wzór, który odzwierciedla sposób połączenia atomów w cząsteczce; na jego podstawie można określić liczbę, rodzaj atomów oraz ich wartościowość

wartościowość

liczba wiązań, które tworzy atom danego pierwiastka chemicznego, łącząc się z innymi atomami

Zadania

Ćwiczenie 1

Oceń, czy podane zdania są prawdziwe, czy fałszywe.

	Prawda	Fałsz
W związkach jonowych wartościowość pierwiastka można określić na podstawie ładunku jego jonów.	◯	◯
Wartościowość zapisujemy przy użyciu rzymskich liczb.	◯	◯
Wzory strukturalne pozwalają na ustalenie wartościowości.	◯	◯
Maksymalna wartościowość jaką może osiągnąć azot względem tlenu wynosi siedem.	◯	◯
Wartościowość chloru w związku z wodorem wynosi jeden.	◯	◯
Wartościowość metalu w związku o wzorze MeO równa jest cztery.	◯	◯
Wartościowość chloru w chlorku sodu wynosi minus jeden.	◯	◯
Wzór sumaryczny tlenku pozwala określić wartościowość pierwiastka tworzącego tlenek.	◯	◯

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 2

Uzupełnij luki w tekście. Wybierz właściwe określenia spośród podanych.

Pierwiastki [ ] jednakową wartościowość we wszystkich związkach. Pierwiastki należące do grupy 1. układu okresowego mają we wszystkich związkach wartościowość [ ]. Wartościowość równą dwa jest charakterystyczna dla pierwiastków [ ] grupy układu okresowego. Związki metali z tlenem nazywa się [ ]. W nazwie tlenku nie podaje się wartościowości pierwiastków grupy [ ] i [ ].

VIII | 2. | 17. | 14. | VI | 13. | V | mogą mieć | 13. | 16. | 17. | tlenkami | 16. | 15. | 13. | II | IV | 14. | 1. | III | 14. | I | 15. | 2. | 17. | 15. | 1. | zawsze mają | metalikami | 16. | VII | wodorkami

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 3

Uzupełnij luki w tekście. Wybierz właściwe określenie spośród podanych.

Wzór sumaryczny można zapisać dla [ ] związków. Wzoru strukturalnego nie można przedstawić dla związków o budowie [ ]. Na podstawie wzoru strukturalnego [ ] określić wartościowość atomów tworzących cząsteczkę.

cząsteczkowej | można | tylko cząsteczkowych | tylko jonowych | wszystkich | nie można | jonowej

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 4

Połącz wzory tlenków z ich nazwami.

tlenek siarki(VI)	MnO_2
tlenek ołowiu(II)	PbO_2
tlenek ołowiu(IV)	Mn_2O_7
tlenek manganu(IV)	PbO
tlenek manganu(VII)	SO_3

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 5

Który zapis przedstawia wzór tlenku jodu(V)?

- ◯ IO_5
- ◯ I_5O
- ◯ IO
- ◯ I_2O_5
- ◯ I_5O_2
- ◯ $5IO$

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 6

Wskaż nazwę związku o wzorze Ce_2O_3.

- tlenek ceru(II)
- tlenek ceru
- cerek tlenu(II)
- cerek(III) tlenu(II)
- tlenek ceru(V)
- tlenek ceru(III)

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 7

Wskaż nazwę związku o wzorze HgO.

- tlenek helu
- tlenek wodoru
- tlenek magnezu
- tlenek rtęci(II)
- tlenek rtęci(I)
- tlenek rtęci(IV)

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 8

Jaką wartościowość ma tytan w tlenku o wzorze $\mathrm{TiO_2}$.

- VIII
- VI
- IV
- II
- I

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 9

Jaką wartościowość ma wanad w tlenku o wzorze $\mathrm{V_2O_5}$.

- II
- V
- III
- VI
- I

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 10

Przyjmując, że symbolem metalu jest Me, wskaż wzór tlenku pierwiastka z 2. grupy układu okresowego.

- ◯ $\mathrm{Me_2O}$
- ◯ OMe
- ◯ $\mathrm{MeO_2}$
- ◯ $\mathrm{OMe_2}$
- ◯ $\mathrm{Me_2O_1}$
- ◯ MeO

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 11

Uporządkuj tlenki, kierując się rosnącą wartościowością metalu.

- $\mathrm{Mn_2O_7}$
- $\mathrm{Li_2O}$
- $\mathrm{CrO_3}$
- $\mathrm{MnO_2}$
- $\mathrm{OsO_4}$

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 12

Uporządkuj tlenki zgodnie z wartościowością pierwiastka połączonego z tlenem.

I

II

III

Ag_2O N_2O_3 Cr_2O_3 ZnO Na_2O Ce_2O_3 CdO La_2O_3 CO CuO H_2O

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 13

Uporządkuj tlenki zgodnie z wartościowością pierwiastka połączonego z tlenem.

IV

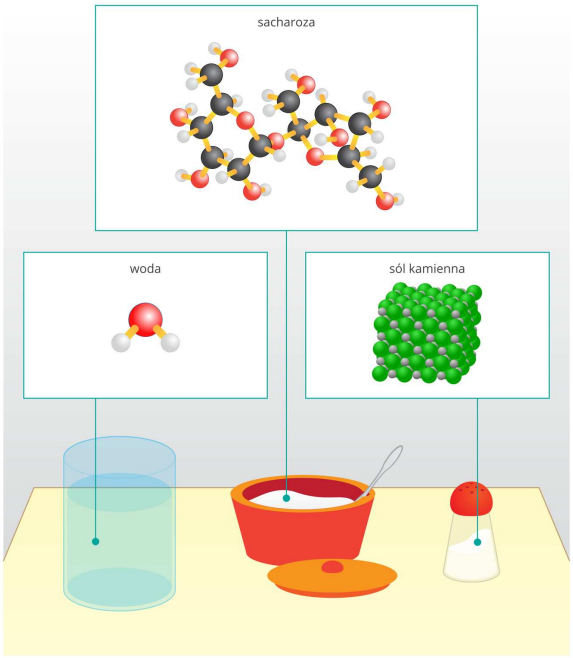
V

I_2O_5 CeO_2 V_2O_5 ZrO_2 ClO_2 PbO_2 Nb_2O_5

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Budowa wewnętrzna substancji – podsumowanie

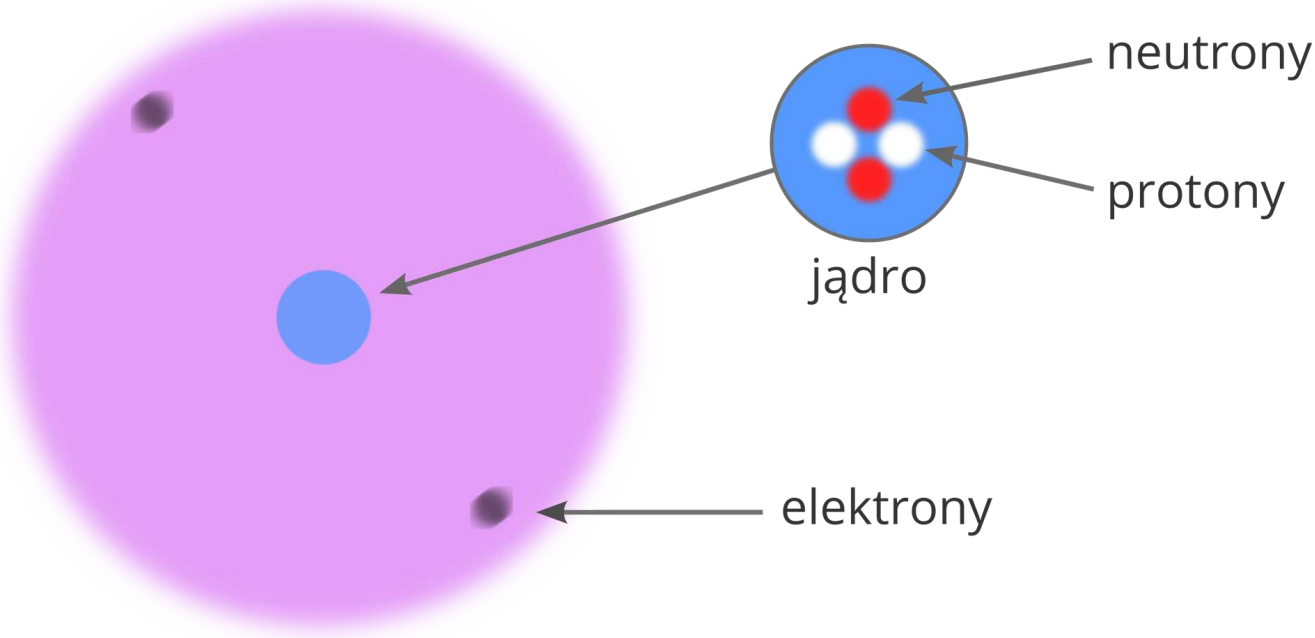
Podstawowymi elementami, z których składa się materia, są atomy. Większość z nich dąży do łączenia się z innymi atomami za pomocą wiązań chemicznych. W zależności od rodzaju tworzonego wiązania substancje, które z nich powstają, mogą mieć różną budowę i właściwości.



Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

1. Jak zbudowany jest atom?

W centrum atomu znajduje się jądro atomowe, wokół którego poruszają się ujemnie naładowane cząstki – elektrony. Jądro jest zbudowane z protonów (cząstek o ładunku dodatnim) i neutronów (cząstek elektrycznie obojętnych). W atomie liczba elektronów jest równa liczbie protonów. Atomy należące do tego samego pierwiastka mają jednakową liczbę elektronów i protonów.



Źródło: Krzysztof Jaworski, licencja: CC BY 3.0.

2. Jak opisujemy atomy?

Atomy opisuje się za pomocą liczby atomowej (Z) i liczby masowej (A).

$${}^{A}_{Z}E$$

***E* – symbol pierwiastka**, którego atom jest opisywany

***A* – liczba masowa** = liczba nukleonów = liczba protonów + liczba neutronów

***Z* – liczba atomowa** = liczba protonów w jądrze atomu = liczba elektronów poruszających się w przestrzeni wokół jądra

Źródło: Krzysztof Jaworski, Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

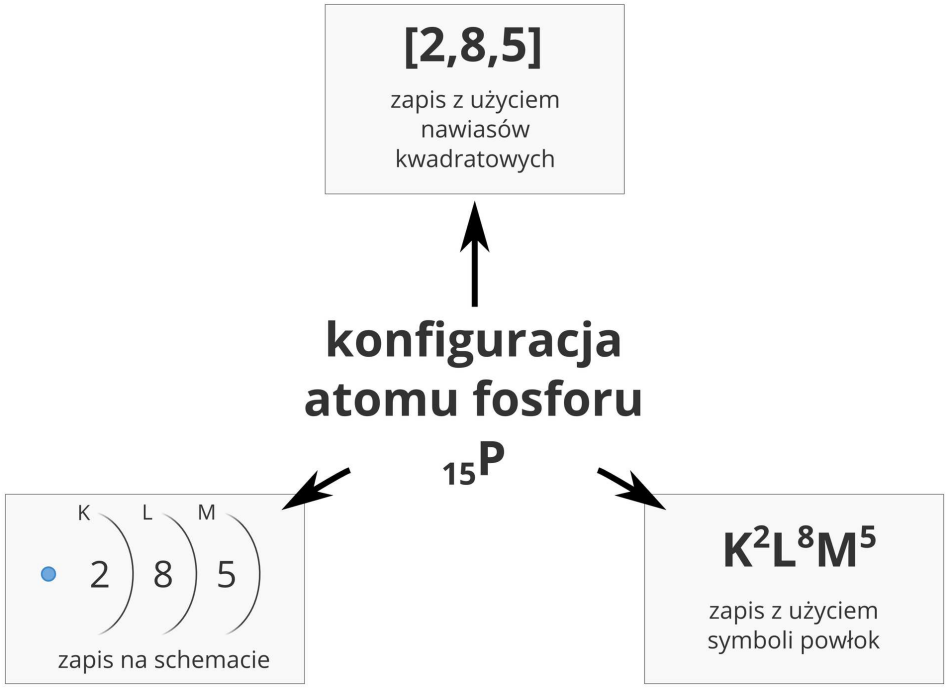
3. Jak są rozmieszczone elektrony w atomie?

Elektrony poruszające się w przestrzeni wokółjądrowej tworzą powłoki. Na każdej z nich może znajdować się ograniczona ich liczba.

Powłoki elektronowe w atomie

Źródło: Krzysztof Jaworski.

Rozmieszczenie elektronów na poszczególnych powłokach nazywa się konfiguracją elektronową. Można ją przedstawić na różne sposoby.



Różne zapisy konfiguracji elektronowej na przykładzie atomu fosforu o liczbie atomowej równej 15

Zapełnianie powłoki wyższej w atomach następuje, gdy niższa powłoka zostanie wypełniona maksymalną liczbą elektronów. W przypadku atomów o liczbie atomowej większej niż 18 reguła ta zazwyczaj nie obowiązuje, gdyż obsadzanie czwartej powłoki następuje często, zanim powłoka trzecia wypełni się maksymalną liczbą elektronów.

4. Co to są elektrony walencyjne?

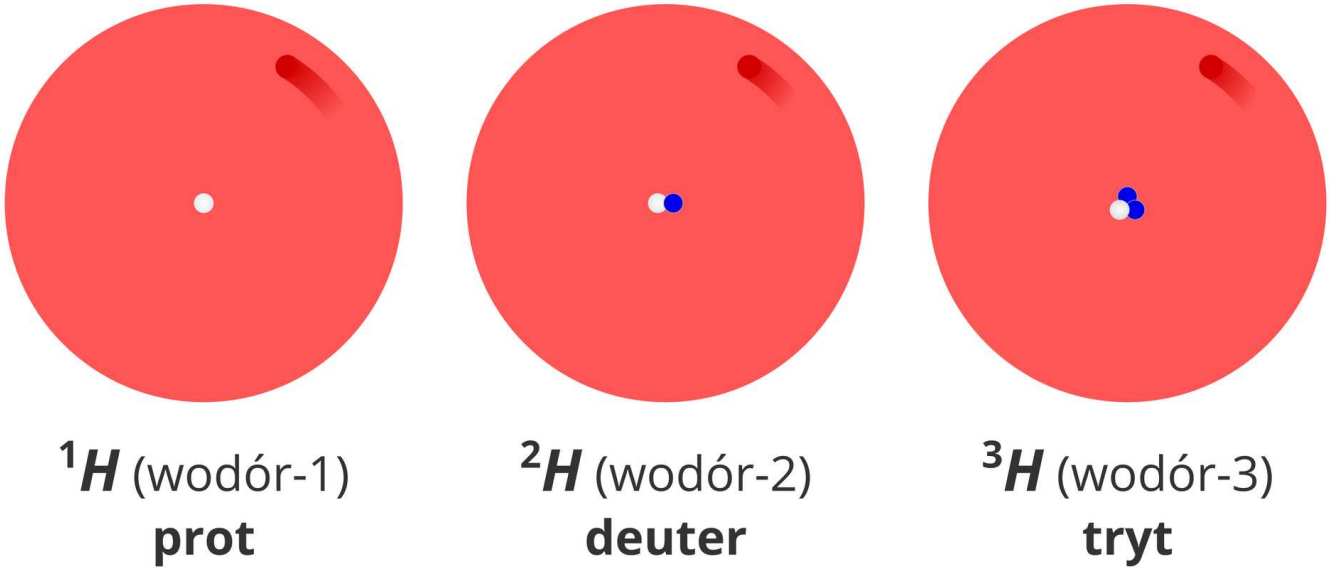
Elektrony najbardziej oddalone od jądra atomowego są nazywane elektronami walencyjnymi, a powłoka przez nie utworzona – powłoką walencyjną.

Konfiguracja elektronowa i liczba elektronów walencyjnych przykładowych atomów

Atomy	Konfiguracja elektronowa	Liczba elektronów walencyjnych
$_{1}H$	K^1	1
$_{7}N$	$K^2\ L^5$	5
$_{14}Si$	$K^2\ L^8\ M^4$	4
$_{18}Ar$	$K^2\ L^8\ M^8$	8

5. Co to są izotopy?

Izotopy to atomy tego samego pierwiastka chemicznego, które mają jednakowy ładunek jądra (identyczną liczbę protonów) oraz taką samą liczbę poruszających się wokół jądra elektronów, a różnią się liczbą neutronów w jądrze atomowym.



Izotopy wodoru

6. W jakich dziedzinach życia człowieka wykorzystujemy izotopy?

Zasób interaktywny dostępny pod adresem https://zpe.gov.pl/a/D8LtZ5TCC

Źródło: nn. (http://commons.wikimedia.org), Akira Ohgaki (https://www.flickr.com), WikiImages (http://pixabay.com/), Nephron (http://commons.wikimedia.org), Tennessee Valley Authority (http://commons.wikimedia.org), Tumi-1983 (http://commons.wikimedia.org), Nadina Wiórkiewicz (http://commons.wikimedia.org), Bożena Karawajczyk, Tomorrow Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

7. Atomowa jednostka masy, masa atomowa pierwiastków

Atomowa jednostka masy, nazywana inaczej jednostką masy atomowej lub unitem [u], jest jednostką masy używaną do określania względnych mas atomów (tzw. mas atomowych).

1 unit = 0,000000000000000000000000166 g = $1{,}66 \cdot 10^{-24}$ g

Przy obliczaniu średnich mas atomowych pierwiastków bierze się pod uwagę skład izotopowy (skład procentowy) każdego z nich:

$$\text{średnia masa atomowa pierwiastka} = \frac{\text{masa izotopu}_1 \cdot \text{X}_1\% + \text{masa izotopu}_2 \cdot \text{X}_2\% + \ldots + \text{masa izotopu}_\text{n} \cdot \text{X}_\text{n}\%}{100\%}$$

gdzie:
$\text{X}_{\text{1-n}}\%$ – procentowa zawartość izotopu.

Średnie masy atomowe pierwiastków są podane w układzie okresowym pierwiastków.

8. Co to jest układ okresowy pierwiastków?

Układ okresowy pierwiastków to zestawienie w tabeli wszystkich pierwiastków chemicznych, uporządkowanych według rosnącej liczby atomowej. Pionowe kolumny określa się mianem grup, a poziome wiersze – okresów. Grupy i okresy są ponumerowane.

Zasób interaktywny dostępny pod adresem https://zpe.gov.pl/a/D8LtZ5TCC

Źródło: Michał Szymczak, licencja: CC BY 3.0.

Pierwiastki położone po lewej stronie układu okresowego (oprócz wodoru) są metalami, na prawo zaś znajdują się niemetale.

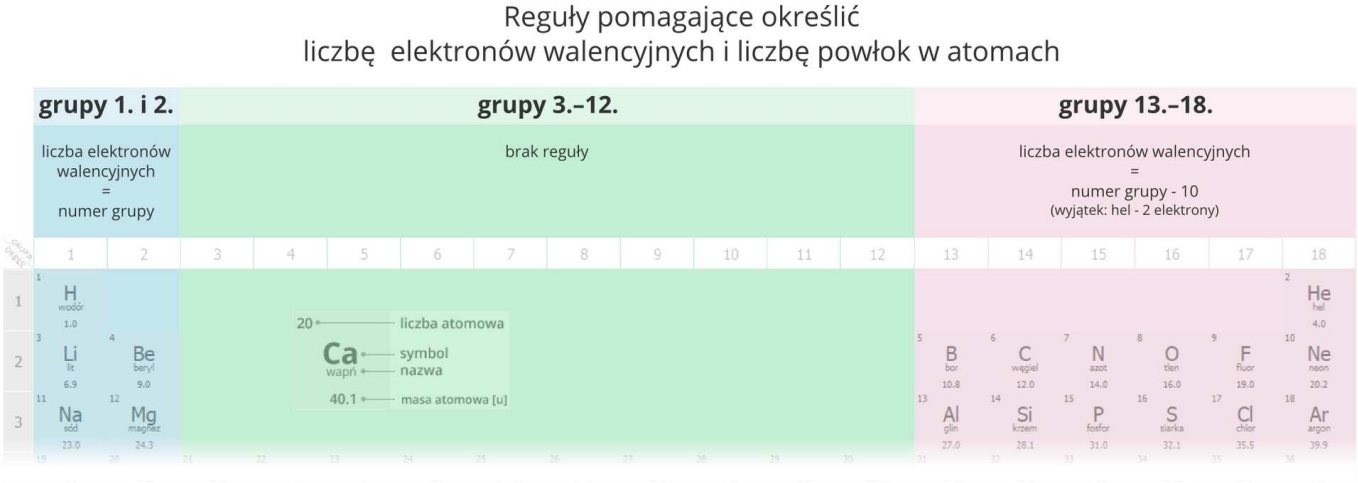
Zasób interaktywny dostępny pod adresem https://zpe.gov.pl/a/D8LtZ5TCC

Położenie metali i niemetali w układzie okresowym

Pierwiastki należące do jednej grupy mają podobne właściwości. W okresach następuje zmiana charakteru pierwiastków od aktywnych metali (1. i 2. grupy) poprzez mniej aktywne metale i aktywne niemetale do biernych chemicznie helowców (gazów szlachetnych).

9. Jaka jest zależność pomiędzy budową atomu a położeniem pierwiastka chemicznego w układzie okresowym?

Liczba powłok elektronowych jest równa numerowi okresu. Numery grup 1., 2. i 13.–18. pozwalają ustalić liczbę elektronów walencyjnych.



Źródło: Krzysztof Jaworski, licencja: CC BY 3.0.

10. Co to jest wiązanie kowalencyjne?

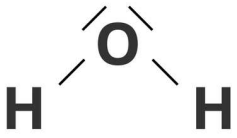
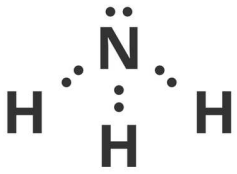
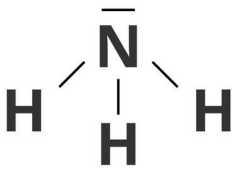
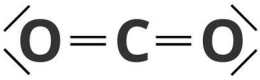
Wiązanie kowalencyjne (wiązanie atomowe) polega na uwspólnianiu elektronów walencyjnych przez łączące się atomy. Utworzone pary elektronowe mogą należeć w jednakowym stopniu do obu atomów. Takie wiązania kowalencyjne tworzą tylko atomy tego samego niemetalu, które mogą uwspólniać po jednym, po dwa lub trzy elektrony.

Substancja	Wzór elektronowy kropkowy	Wzór elektronowy kreskowy	Wzór sumaryczny	Krotność wiązań
cząsteczka wodoru	H:H	H—H	H_2	pojedyncze
cząsteczka chloru	:Cl:Cl:	|Cl—Cl|	Cl_2	pojedyncze
cząsteczka azotu	:N⋮⋮N:	|N≡N|	N_2	potrójne

Wzory cząsteczek niektórych pierwiastków

11. Co to jest wiązanie kowalencyjne spolaryzowane?

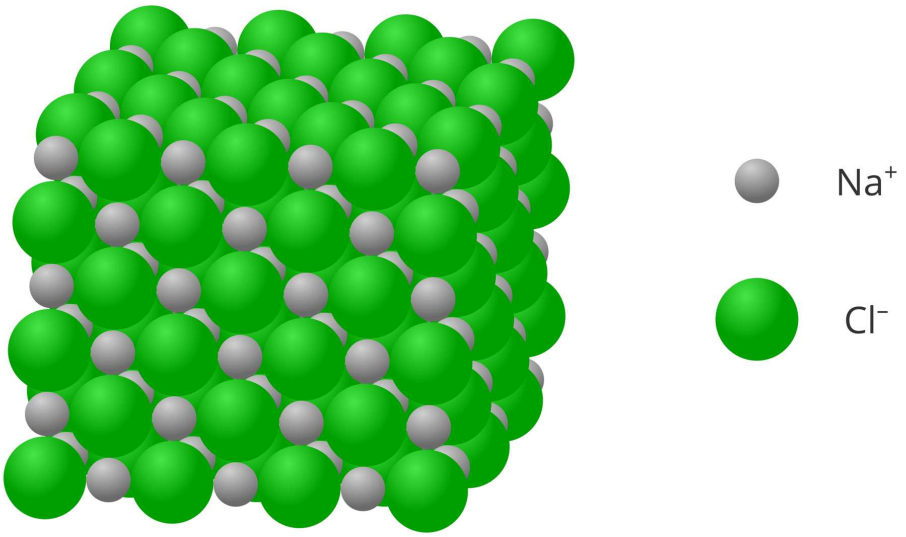
Wiązanie kowalencyjne spolaryzowane (atomowe spolaryzowane) jest tworzone pomiędzy atomami należącymi do różnych niemetali, które uwspólniają elektrony, a utworzona wiążąca para lub pary elektronowe są przesunięte w kierunku atomu mającego większą zdolność przyciągania elektronów.

Substancja	Wzór elektronowy kropkowy	Wzór elektronowy kreskowy	Wzór sumaryczny
chlorowodór			HCl
woda			H_2O
amoniak			NH_3
dwutlenek węgla			CO_2

Wzory przykładowych związków chemicznych zbudowanych z cząsteczek o wiązaniach kowalencyjnych spolaryzowanych

12. Co to jest wiązanie jonowe?

Wiązanie jonowe jest to rodzaj wiązania chemicznego, które powstaje w wyniku przyciągania się jonów o przeciwnych znakach. Związki jonowe tworzą kryształy zbudowane z naprzemiennie ułożonych jonów.



Najbardziej znaną solą jest chlorek sodu, o wzorze NaCl; jego kryształ zbudowany jest z kationów sodu i anionów chlorkowych

13. Czym różnią się substancje jonowe od kowalencyjnych?

Substancje jonowe a substancje kowalencyjne

Właściwość	**Związki o budowie jonowej**	**Związki o budowie kowalencyjnej**
budowa	kryształy, w których występują naprzemiennie ułożone jony (kationy i aniony)	cząsteczki
wzór sumaryczny	przedstawia najmniejszy zbiór powtarzających się kationów i anionów w krysztale	odzwierciedla skład cząsteczki
stan skupienia w temperaturze pokojowej	ciała stałe	ciała stałe, ciecze, gazy
temperatury topnienia i wrzenia	w większości przypadków wysokie	w większości przypadków niskie

14. Do czego służą indeks i współczynnik stechiometryczny?

Liczbę atomów pierwiastka w cząsteczce lub w najmniejszym zbiorze powtarzających się jonów (w związku jonowym) przedstawia się za pomocą indeksu stechiometrycznego, który umieszcza się u dołu z prawej strony symbolu pierwiastka we wzorze chemicznym substancji.
Liczbę pojedynczych atomów, cząsteczek lub najmniejszych zbiorów powtarzających się jonów opisuje się za pomocą współczynnika stechiometrycznego, liczby umieszczanej przed symbolem lub wzorem chemicznym.

Źródło: Krzysztof Jaworski, licencja: CC BY 3.0.

15. Co to jest wartościowość?

Wartościowość pierwiastka w związkach kowalencyjnych jest równa liczbie wiązań, które tworzą w cząsteczkach jego atomy z innymi atomami, natomiast w związkach jonowych jest równa ładunkowi jego jonów, z pominięciem znaków ujemnego i dodatniego.

Maksymalna wartościowość pierwiastków względem tlenu

Numer grupy	**1.**	**2.**	**13.**	**14.**	**15.**	**16.**	**17.**
najwyższa wartościowość w związkach z tlenem	I	II	III	IV	V	VI	VII

Maksymalna wartościowość pierwiastków względem wodoru

Numer grupy	**1.**	**2.**	**13.**	**14.**	**15.**	**16.**	**17.**
najwyższa wartościowość w związkach z wodorem	I	II	III	IV	III	II	I

Zadania

Pamiętam i rozumiem

- Wymień 3 podstawowe cząstki tworzące atomy. Które z nich znajdują się w jądrze?
- Wyjaśnij pojęcia: ***liczba atomowa***, ***liczba masowa***.
- Wyjaśnij, co to jest konfiguracja elektronowa.
- Dokończ zdanie: „Elektrony walencyjne są to ...".
- Podaj nazwy trzech izotopów wodoru, przedstaw różnice i podobieństwa w ich budowie.
- Wymień znane ci zastosowania izotopów.
- Opisz wiązania chemiczne: kowalencyjne (atomowe), kowalencyjne spolaryzowane (atomowe spolaryzowane), jonowe.
- Podaj po dwa przykłady substancji o budowie kowalencyjnej i jonowej.
- Wyjaśnij pojęcie ***wartościowość***.
- Określ, ile wszystkich elektronów i elektronów walencyjnych mają atomy pierwiastka leżącego w 2. grupie i 4. okresie.
- Atom pewnego pierwiastka ma 8 elektronów i 10 neutronów w jądrze. Przedstaw go w konwencji: ${}^{A}_{Z}\mathrm{E}$.
- Zapisz konfigurację elektronową siarki. Określ liczbę elektronów walencyjnych w jej atomach.
- Oblicz średnią masę atomową srebra, jeśli jego skład izotopowy jest następujący: Ag-107 (51,4%), Ag-109 (48,6%).
- Oblicz rzeczywistą masę atomu sodu Na-23, wiedząc, że masa jednego unita wynosi $1{,}66 \cdot 10^{-24}$ g.
- Określ, ile powłok elektronowych występuje w atomie baru.
- Wskaż, które ze związków występują w postaci cząsteczek: NaCl, $\mathrm{CO_2}$, $\mathrm{H_2}$.
- Za pomocą symboli i wzorów chemicznych przedstaw trzy atomy tlenu, dwie cząsteczki tlenu i cztery cząsteczki tlenku azotu(V).
- Określ wartościowość żelaza w tlenku o wzorze: $\mathrm{Fe_2O_3}$.

Czytam i interpretuję

- Oceń, jak w układzie okresowym (grupach i okresach) zmieniają się promienie atomów. Możesz skorzystać z układu okresowego dołączonego do e-podręcznika.
- Na podstawie danych zawartych w układzie okresowym sprawdź, ile razy masa ostatniego pierwiastka w wybranej przez ciebie grupie jest większa od masy pierwszego przedstawiciela tej grupy.

- Podziel wymienione niżej substancje w zależności od rodzaju wiązań chemicznych, jakie w nich występują (na związki o wiązaniach kowalencyjnych i jonowych). Kieruj się zasadą, że wiązanie kowalencyjne tworzą atomy niemetali, wiązanie jonowe zaś występuje w związkach tworzonych przez metale i niemetale.
  Substancje do uporządkowania: KCl, HCl, Br_2, $NaCl$, NO, Cl_2, S_8, KBr, H_2, CaS.
- Zapoznaj się z okolicznościami odkrycia wybranego pierwiastka. Przygotuj krótką notatkę na wzór notki prasowej w czasopiśmie popularnonaukowym, w której zawrzesz informacje dotyczące tego, kto, kiedy i w jaki sposób tego dokonał.

Rozwiązuję problemy

- Wskaż pierwiastek, którego atomy mają identyczną liczbę elektronów co kation Na^+.
- Wśród podanych niżej substancji, wskaż te, w cząsteczkach których występuje największa i najmniejsza liczba wiążących par elektronowych.

  wodór, azot, amoniak, woda, dwutlenek węgla.
- Uporządkuj zbiory cząsteczek według wzrastającej liczby atomów tlenu w zbiorze: trzy cząsteczki tlenku chloru(VII), cztery cząsteczki tlenku siarki(VI), dziewięć cząsteczek tlenku węgla(II), dziesięć cząsteczek wody.
- Ile kationów sodu i ile anionów chlorkowych znajduje się w chlorku sodu o masie 585 u? Przedstaw wynik w postaci $xNaCl$ (x – współczynnik stechiometryczny).

Projekt badawczy

Projekt badawczy – substancje jonowe i kowalencyjne

	Tytuł projektu	Substancje jonowe i kowalencyjne
	Temat projektu	Określenie budowy prostych substancji używanych w gospodarstwie domowym
	Badana hipoteza	Wykorzystywane w moim domu środki chemiczne zawierają substancje, które są w większości związkami jonowymi. Wykorzystywane w moim domu środki chemiczne zawierają substancje, które są w większości związkami kowalencyjnymi. Wykorzystywane w moim domu środki chemiczne zawierają substancje, które są zarówno związkami jonowymi, jak i kowalencyjnymi.
	Materiały źródłowe	Internet, tablice chemiczne, poradnik fizykochemiczny

Uczeń	Co dokładnie mam zamiar zrobić, by sprawdzić, czy hipoteza jest prawdziwa?	Zrobić spis substancji będących składnikami używanych w gospodarstwie domowym przypraw, środków spożywczych, środków czystości (ocet, soda, sól spożywcza, proszek do pieczenia, odkamieniacz, odplamiacz, środek do udrażniania rur, cukier itp.).
		Odczytać z etykiet główny składnik środka.
		Znaleźć informacje, czy dana substancja ma budowę cząsteczkową, czy też składa się z jonów.
		Porównać, których substancji jest więcej.
	Co trzeba przygotować, by zweryfikować hipotezę?	Opakowania po podstawowych środkach spożywczych i czyszczących
	Co będę obserwować (mierzyć)?	Porównywać budowę różnych substancji używanych w gospodarstwie domowym
	Czas trwania	Kilka godzin
	Wyniki	Przygotowanie prezentacji w postaci plakatu lub innej formie
	Wniosek	Zgodny z otrzymanymi wynikami – dostępne w moim domu substancje to zarówno związki jonowe, jak i kowalencyjne.
	Czego się nauczyłem podczas tego projektu?	

Test sprawdzający z działu II. Budowa wewnętrzna substancji

Test sprawdzający

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Klucz testu

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Zjawisko fizyczne a przemiana chemiczna

Za pomocą zmysłów rejestrujemy wiele efektów przemian zachodzących w otoczeniu. Niektóre z nich prowadzą do powstania nowych substancji, w innych substancje zmieniają swój stan skupienia lub właściwości. Czy zachodzące procesy można jakoś rozróżnić, nazwać, opisać?

Już wiesz

- że substancje mają charakterystyczne właściwości fizyczne;
- substancje dzielimy na proste (pierwiastki) i złożone (związki chemiczne);
- substancje można ze sobą mieszać, tworząc mieszaniny jednorodne i niejednorodne;
- mieszaniny można rozdzielać na składniki.

Nauczysz się

- opisywać różnice między zjawiskiem fizycznym a przemianą chemiczną;
- podawać przykłady zjawisk fizycznych i przemian chemicznych zachodzących w otoczeniu człowieka;
- projektować i wykonywać proste doświadczenie ilustrujące zjawiska fizyczne i reakcje chemiczne;
- stosować zasady bezpieczeństwa podczas wykonywania eksperymentów chemicznych.

1. Jaka przemiana wiąże się ze zmianą właściwości fizycznych substancji?

W swoim otoczeniu możemy zauważyć wiele przemian, w których efekcie zmieniają się właściwości fizyczne materii, ale nie ona sama. Przykładem może być zamarzanie wody. Lód, który powstaje w wyniku tego procesu, nie jest nowym materiałem, lecz ciągle wodą. W następstwie obniżenia temperatury zmianie ulega jedynie stan skupienia (właściwość fizyczna) tej substancji. Taki proces, w wyniku którego materia zmienia tylko swoje właściwości fizyczne, nazywamy przemianą fizyczną lub zjawiskiem fizycznym.

Przemiany materii

Doświadczenie 1

Problem badawczy

Jaka przemiana (fizyczna czy chemiczna) zachodzi podczas ogrzania, a następnie ochłodzenia siarki?

Hipoteza

Siarka poddana najpierw wysokiej, a następnie niskiej temperaturze ulega przemianie fizycznej.

Co będzie potrzebne

- żaroodporna probówka,
- palnik,
- drewniana łapa do probówek,
- łyżeczka,
- zlewka,
- siarka.

Instrukcja

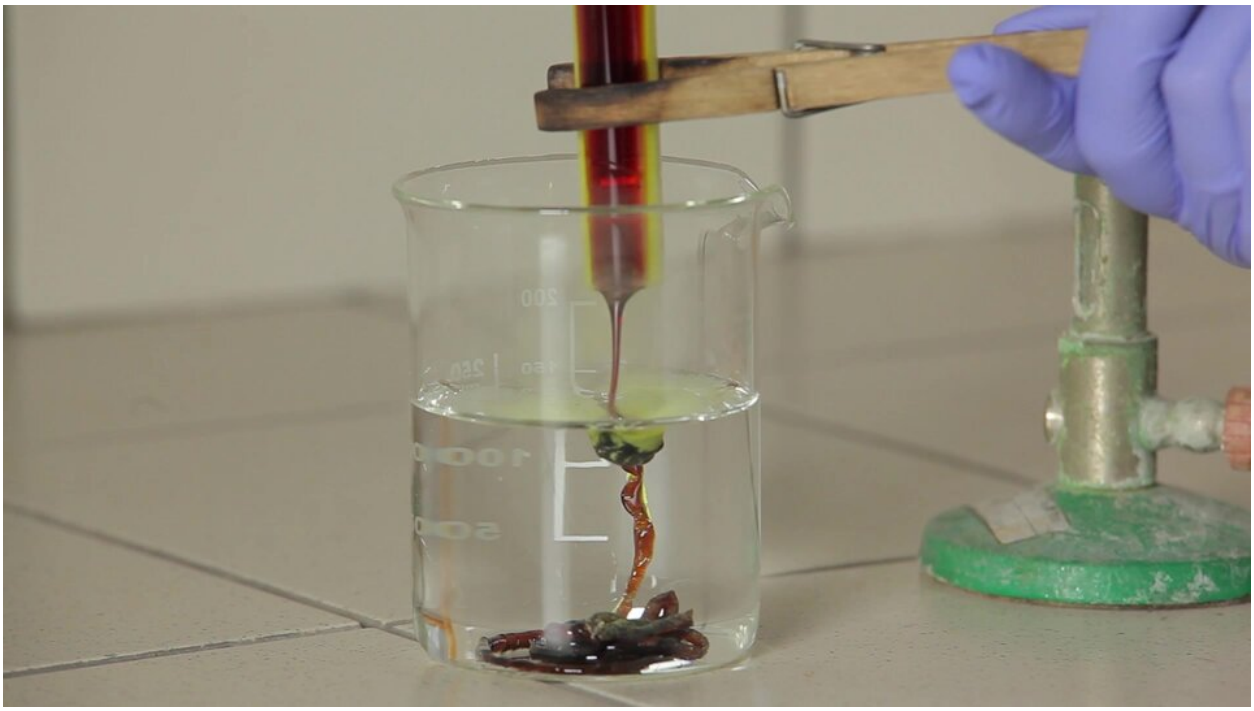
1. Napełnij siarką probówkę do $\frac{1}{4}$ jej wysokości.
2. Zawartość probówki delikatnie ogrzewaj w płomieniu palnika do czasu, gdy siarka po raz drugi uzyska płynną konsystencję.

3. Energicznym ruchem przelej ciekłą siarkę do zlewki wypełnionej do połowy zimną wodą.

4. Gdy siarka ostygnie,wyjmij ją za pomocą bagietki i połóż na szkiełku zegarkowym. Przy użyciu bagietek zbadaj plastyczność siarki – spróbuj ją rozciągnąć, zgiąć itp.

Podsumowanie

Siarka pod wpływem temperatury topi się, zmieniając się w ciecz o jasnożółtej barwie. Dalszemu ogrzewaniu płynnej siarki towarzyszy znaczny wzrost jej lepkości (gęstnienie) oraz zmiana barwy na ciemnobrunatną. Ogrzewając nadal zawartość probówki, obserwujemy ponowne zmniejszenie lepkości siarki (staje się płynna), które zachodzi bez zmiany barwy. Produkt gwałtownego ochłodzenia ciekłej siarki o ciemnobrunatnej barwie ma cechy ciała plastycznego – łatwo go wyginać i rozciągać. Po pewnym czasie powraca do początkowej postaci – kruchej substancji stałej o żółtej barwie.
Przemiany siarki podczas jej ogrzewania, a następnie ochłodzenia są zjawiskami fizycznymi połączonymi ze zmianami stanu skupienia oraz zmianami barwy tej substancji.



Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Źródło: Tomorrow Sp. z o.o., licencja: CC BY 3.0.

> Film rozpoczyna ujęcie rozdrobnionej siarki na szkiełku zegarkowym. Obok widoczny jest oryginalny pojemnik z nią i możliwą do odczytania etykietą. Eksperymentator ubrany w fartuch i rękawice ochronne za pomocą łyżeczki siarkę do probówki. Kolejne ujęcie pokazuje ogrzewanie siarki w probówce napełnionej do połowy i trzymanej w drewnianych kleszczach. W miarę ogrzewania objętość substancji zmniejsza się. Powstaje żółta ciecz, która następnie powoli gęstnieje i stopniowo nabiera brunatnej barwy. Następuje zmiana ujęcia. W płynnej postaci siarka jest przelewana do zlewki wypełnionej do połowy zimną wodą. W efekcie substancja natychmiast zastyga. Ręka w rękawiczce wyjmuje siarkę z wody i ugniata ją w kulkę, delikatnie rozciąga. Na ekranie pojawia się napis Siarka plastyczna. Zmiana ujęcia, następuje zbliżenie na dwa szkiełka zegarkowe, z których jedno zawiera siarkę krystaliczną, a drugie plastyczną. Obydwie próbki opisane są słowem Siarka. Następuje prezentacja właściwości siarki plastycznej po upływie pewnego czasu - powrót do barwy żółtej, utrata plastyczności i podatność na uderzenia młotkiem. Na sam koniec prezentowany jest kolaż z pięciu zdjęć przedstawiających kolejne fazy eksperymentu i uzyskane postacie siarki. Towarzyszy im napis Przemiana fizyczna.
>
> ---

2. Jakie przemiany powodują, że jedne substancje przekształcają się w inne?

W naszym otoczeniu można zaobserwować wiele przemian, podczas których substancje ulegają trwałym zmianom i przekształcają się w inne substancje.

Przemiany w naszym otoczeniu

Przemiany przedstawione na powyższych fotografiach zachodzą pod wpływem różnych czynników: działania wysokiej temperatury, mikroorganizmów, wzajemnego oddziaływania różnych substancji. Mają one wspólną cechę – w ich wyniku powstają nowe substancje o odmiennych właściwościach. O tego typu procesach mówi się, że są to przemiany chemiczne lub reakcje chemiczne.

Polecenie 1

Zastanów się i odpowiedz na następujące pytania:

- Czy obcięcie włosów oraz ich farbowanie to przemiany tego samego rodzaju? Określ teprocesy.

- Czy rzeźbienie w drewnie i wypalanie w nim wzorów to przemiany tego samego rodzaju? Nazwij je.

Doświadczenie 2

Problem badawczy

Jakiej przemianie ulega siarka podczas palenia się?

Hipoteza

Płonąca siarka ulega przemianie chemicznej.

Co będzie potrzebne

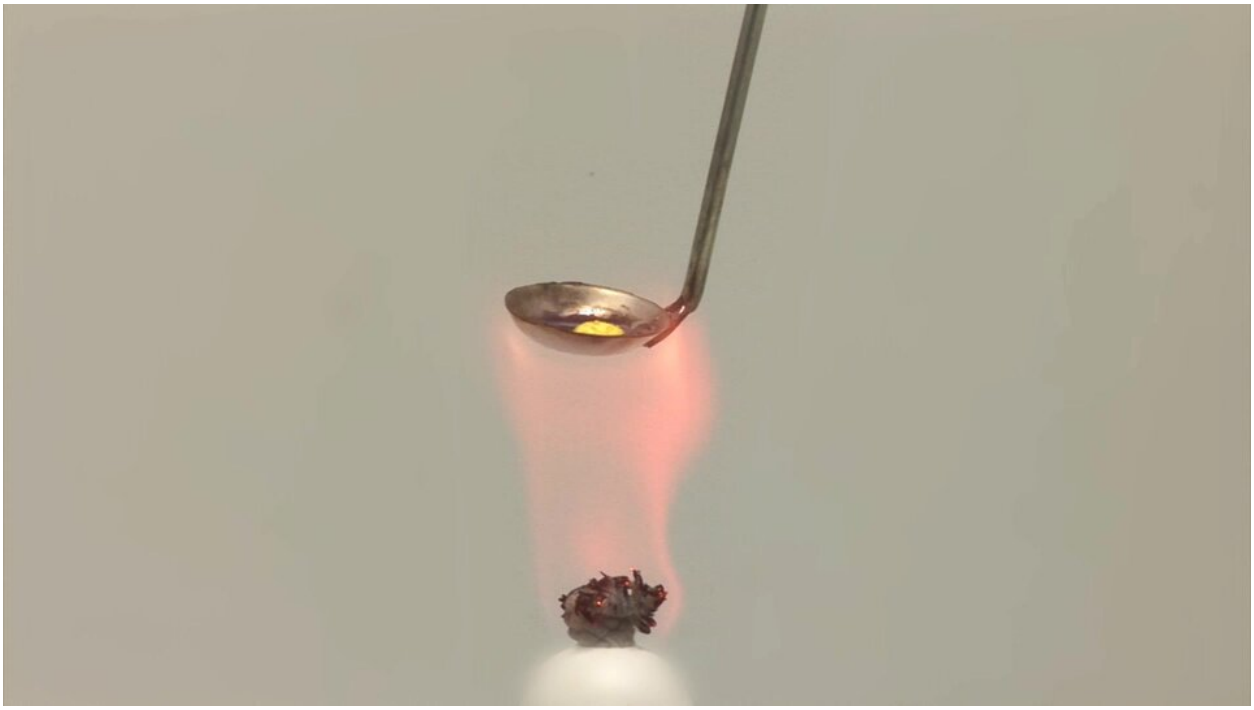
- łyżka do spalań,
- palnik,
- cylinder do spalań,
- siarka.

Instrukcja

1. Nałóż niewielką ilość siarki na łyżkę do spalań.
2. Umieść łyżkę w płomieniu palnika i poczekaj, aż znajdująca się na niej siarka ulegnie zapaleniu.
3. Umieść łyżkę do spalań z płonącą siarką w wysokim cylindrze.
4. Obserwuj proces palenia się siarki, barwę płomienia i inne efekty, które mu towarzyszą.

Podsumowanie

Siarka umieszczona w płomieniu palnika najpierw topi się, a następnie ulega zapaleniu.
Spala się niebieskim płomieniem.
W wyniku spalania siarki powstaje bezbarwna substancja o gazowym stanie skupienia – tlenek siarki(IV). Przemiana ta jest przykładem reakcji (przemiany) chemicznej.



Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Źródło: Tomorrow Sp.z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Widok na sprzęt laboratoryjny: łyżka do spalań, palnik, wysoki cylinder. Ręce nabierają siarkę na łyżkę do spalań i ogrzewają ją w płomieniu palnika. Siarka topi się, a następnie ulega zapaleniu. Pali się niebieskim płomieniem. Następnie łyżka z palącą się siarkę przeniesiona zostaje do cylindra. Widać płomień siarki i powstające białe dymy. Na białych dymach pojawia się nazwa: tlenek siarki(IV) i wzór: SO_2. Napisy znikają. Pojawia się zdanie: jaka to przemiana? Na ekranie widać siarkę na szkiełku zegarkowym (żółtą, sypką) oraz cylinder przykryty szkiełkiem lub plastykową płytką, a w nim biały dym. U dołu ekranu, pod naczyniami ze substancjami pojawia się podpis: reakcja chemiczna

---

Ciekawostka

> Wykorzystując produkty znajdujące się w kuchni, można przeprowadzić reakcję chemiczną. Przed wykonaniem doświadczenia należy przygotować butelkę o małej pojemności, sodę oczyszczoną, ocet oraz kolorowy balonik.
> **Instrukcja wykonania:**
> 1. Sodę oczyszczoną wsypujemy do balonika (maksymalnie 2 duże łyżki).
> 2. Do butelki wlewamy 50–100 cm^3 octu.
> 3. Delikatnie zakładamy balonik na szyjkę butelki, w taki sposób, aby soda oczyszczona nie przedostała się do butelki, zanim zakończymy tę czynność.
> 4. Unosimy balonik do góry i przesypujemy jego zawartość do butelki.
> W trakcie doświadczenia między sodą oczyszczoną a octem zachodzi reakcja, podczas której wydziela się gaz – dwutlenek węgla – wypełniający balon.

3. Czym różni się zjawisko fizyczne od reakcji chemicznej?

Zjawiska fizyczne i przemiany chemiczne towarzyszą nam każdego dnia. Nie zawsze bez trudu możemy ocenić ich rodzaj. W wielu przypadkach sama obserwacja procesu nie wystarczy, aby można było określić, czy w jego wyniku powstała nowa substancja, czy tylko zmieniły się właściwości fizyczne (na przykład stan skupienia) substancji ulegającej tej przemianie. Zastosowane czynniki również nie determinują rodzaju przemiany. W wyniku ogrzewania substancja może albo ulec przemianie fizycznej, albo wziąć udział w reakcji chemicznej.

W efekcie zmieszania dwóch różnych substancji może powstać ich mieszanina (zjawisko fizyczne) bądź też zajść reakcja chemiczna. Jest to uzależnione od właściwości samych substancji oraz od warunków, w jakich się znajdują. W przewidywaniu rodzaju przemian pod wpływem różnych czynników bardzo przydatna jest wiedza na temat właściwości substancji.

Doświadczenie 3

Problem badawczy

Jakie przemiany zachodzą podczas zmieszania ze sobą, a następnie ogrzania siarki i żelaza?

Hipoteza

Mieszanie siarki z żelazem jest przemianą fizyczną, a w wyniku ich ogrzania zachodzi reakcja chemiczna.

Co będzie potrzebne

- siarka,
- żelazo w postaci pyłu (tzw. pył żelazny),
- moździerz,
- łopatki,
- płytka ceramiczna,
- palnik gazowy.

Instrukcja

1. Odważ 2 g siarki i 3,5 g żelaza.
2. Przesyp odważone ilości pierwiastków do moździerza i starannie wymieszaj.

3. Sprawdź, czy w mieszaninie nadal znajduje się żelazo – zbliż do niej magnes.

4. Przenieś mieszaninę siarki i żelaza na płytkę ceramiczną.

5. Płytkę umieść na trójnogu i ogrzewaj od spodu płomieniem palnika.

6. Ogrzewanie prowadź do momentu, aż mieszanina ulegnie rozżarzeniu.

7. Po ustaniu wszelkich zmian sprawdź za pomocą magnesu obecność żelaza w powstałej masie.

Podsumowanie

Siarka po zmieszaniu z żelazem tworzy mieszaninę barwy szarej. Zbliżony do jej powierzchni magnes przyciąga pył żelaza. Po ogrzaniu do wysokiej temperatury mieszanina zapala się. Żar obejmuje całą mieszaninę. Po zakończeniu żarzenia się powstaje masa o czarnej barwie. Magnes nie przyciąga żadnych jej składników.
Pył żelazny można wyodrębnić z jego mieszaniny z siarką za pomocą magnesu. Podczas ogrzewania w mieszaninie zachodzi reakcja chemiczna – siarka reaguje z żelazem. Powstaje nowa substancja, która – w przeciwieństwie do żelaza – nie wykazuje właściwości magnetycznych.

Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Źródło: Tomorrow Sp. z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Film zaczyna się od ujęcia stołu laboratoryjnego zawierającego składniki do eksperymentu. Są to sproszkowana siarka oraz pył żelazny. Substancje te leżą na szklanych szalkach przed swoimi butelkami. Zmiana ujęcia, pokazywane są ręce laboranta ucierające w moździerzu siarkę z żelazem. Następuje ujęcie prezentujące mieszaninę żelaza i siarki w zbliżeniu oraz przeprowadzanej na nim próby z przyciąganiem żelaza przez silny magnes. Wniosek, jaki pojawia się na ekranie, pozwala stwierdzić, że mamy tu do czynienia z mieszaniną dwóch substancji. Następnie tygielek z mieszaniną zostaje umieszczona w płomieniu palnika. Mieszanina zaczyna się żarzyć i po chwili zamienia się w jednolitą masę. Masa ta nie reaguje w żaden sposób na zbliżenie magnesu. Następuje ujęcie czarnej jednolitej mieszanki z bliska, a obok niej pojawia się wzór FeS i nazwa siarczek żelaza dwa. U dołu ekranu, pod naczyniem z otrzymaną substancją pojawia się podpis: reakcja chemiczna.

---

4. Jak możemy opisać reakcje chemiczne?

Chemicy znaleźli uniwersalny sposób opisywania przemian chemicznych, podczas których jedne substancje przemieniają się w inne. Za pomocą strzałki wskazują kierunek przemiany – od substancji, które wzięły udział w reakcji chemicznej do substancji, które powstały:

$$\text{substancje, które wzięły udział w reakcji} \rightarrow \text{substancje, które powstały w wyniku reakcji}$$

Substancje, które ulegają przemianie chemicznej, nazywamy substratami, a substancje, które powstają w jej wyniku, określa się mianem produktów. Zapis, w którym za pomocą strzałek przedstawia się sumarycznie przejście od substratów do produktów, nazywa się równaniem reakcji chemicznej. Ogólny jej schemat jest następujący:

$$\text{substraty} \rightarrow \text{produkty}$$

W równaniu reakcji chemicznej substraty znajdują się zawsze po lewej stronie strzałki, produkty zaś – po prawej. Strzałka skierowana jest od substratów do produktów.

W doświadczeniu 2 z siarki i tlenu otrzymaliśmy tlenek siarki(IV). Siarka przereagowała z tlenem zawartym w powietrzu. Reakcję tę możemy opisać następującym równaniem:

$$\text{siarka} + \text{tlen} \rightarrow \text{tlenek siarki(IV)}$$

Doświadczenie 3., polegające na ogrzewaniu siarki z żelazem, doprowadziło do powstania siarczku żelaza(II). Tę przemianę chemiczną możemy przedstawić za pomocą następującego równania:

$$\text{siarka} + \text{żelazo} \rightarrow \text{siarczek żelaza(II)}$$

Inną reakcję chemiczną, w której wyniku z magnezu otrzymujemy tlenek magnezu, możemy opisać równaniem:

$$\text{magnez} + \text{tlen} \rightarrow \text{tlenek magnezu}$$

Przykłady równań reakcji z określeniem poszczególnych substancji biorących udział w przemianie chemicznej

Równanie reakcji chemicznej	**Substraty**	**Produkty**
$\text{siarka} + \text{żelazo} \rightarrow \text{siarczek żelaza(II)}$	siarka, żelazo	siarczek żelaza(II)
$\text{siarka} + \text{tlen} \rightarrow \text{tlenek siarki(IV)}$	siarka, tlen	tlenek siarki(IV)
$\text{magnez} + \text{tlen} \rightarrow \text{tlenek magnezu}$	magnez, tlen	tlenek magnezu
$\text{wodór} + \text{tlen} \rightarrow \text{woda}$	wodór, tlen	woda
$\text{sód} + \text{chlor} \rightarrow \text{chlorek sodu}$	sód, chlor	chlorek sodu
$\text{węgiel} + \text{tlen} \rightarrow \text{tlenek węgla(IV)}$	węgiel, tlen	tlenek węgla(IV)
$\text{wapń} + \text{tlen} \rightarrow \text{tlenek wapnia}$	wapń, tlen	tlenek wapnia
$\text{wodór} + \text{chlor} \rightarrow \text{chlorowodór}$	wodór, chlor	chlorowodór

Podsumowanie

- Zjawiska fizyczne polegają na zmianie właściwości fizycznych substancji. Podczas tych procesów nie powstają nowe pierwiastki ani nowe związki chemiczne.
- Przemiana chemiczna to proces, podczas którego jedne substancje przekształcają się w inne.
- Substancje, które ulegają przemianom w reakcji chemicznej, to substraty, natomiast te, które z nich powstają, to produkty.
- Równanie reakcji chemicznej to symboliczny zapis przebiegu reakcji chemicznej. Po lewej stronie równania zapisuje się substraty, po prawej – produkty. Za pomocą strzałki zaznacza się kierunek reakcji od substratów do produktów.

> **Praca domowa**
>
> > **Polecenie 2.1**
> >
> > Korzystając z substancji używanych w kuchni, zaproponuj dwa doświadczenia ilustrujące zjawisko fizyczne i przemianę chemiczną. Opisz doświadczenie w zeszycie.

Słowniczek

> **produkty**
>
> substancje, które powstają w wyniku reakcji chemicznej

> **reakcja chemiczna (przemiana chemiczna)**
>
> proces, w którym z jednej substancji lub większej ich liczby powstaje jedna lub więcej nowych substancji o odmiennych właściwościach

> **równanie reakcji chemicznej**
>
> zapis przebiegu reakcji chemicznej za pomocą symboli i wzorów chemicznych; przedstawia substraty i produkty reakcji oraz często warunki zachodzenia danej reakcji

> **substraty**
>
> substancje, które biorą udział w przemianie chemicznej

> **zjawisko fizyczne (przemiana fizyczna)**
>
> proces, w wyniku którego zmieniają się właściwości fizyczne substancji

Zadania

Ćwiczenie 1

Uzupełnij luki w tekście. Wybierz właściwe określenia spośród podanych.

Przemiana, podczas której substancja zmienia swoje właściwości fizyczne, nazywana jest _____. Reakcje chemiczne to takie przemiany, w wyniku których _____ nowe substancje. Substancje, które powstają w wyniku reakcji chemicznej, to _____.
W równaniu reakcji chemicznej po prawej stronie strzałki zapisuje się zawsze _____.
Strzałka w równaniu reakcji chemicznej jest zwrócona od _____ do _____.

reakcją rozkładu | substraty | tlenki | substratów | produktów | produkty | nie powstają | produkty | reakcją syntezy | produktów | powstają | substratów | przemianą fizyczną | substraty | reakcją analizy

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 2

Połącz w pary substraty i produkty reakcji chemicznych.

siarka + magnez	siarczek magnezu
wodór + tlen	woda
sód + chlor	chlorek sodu

Źródło: Agnieszka Kamińska-Ostęp, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 3

Równanie reakcji chemicznej tlenu z chromem, w której powstaje tlenek chromu(III) przedstawia zapis

- ◯ $\text{chrom} + \text{tlen} \rightarrow \text{tlenek chromu(III)}$
- ◯ $\text{chrom} + \text{tlen} \leftarrow \text{tlenek chromu(III)}$
- ◯ $\text{tlenek chromu(III)} \leftarrow \text{chrom} + \text{tlen}$
- ◯ $\text{chrom z tlenem daje tlenek chromu(III)}$
- ◯ $\text{chrom} + \text{tlen} \rightarrow \text{tlenek chromu(III)}$

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 4

Wskaż substrat/y w następującym równaniu reakcji:
$\text{węglan wapnia} \rightarrow \text{tlenek węgla(IV)} + \text{tlenek wapnia}$

- ◯ tlenek wapnia
- ◯ węglan wapnia, tlenek węgla(IV), tlenek wapnia
- ◯ węglan wapnia
- ◯ tlenek węgla(IV)
- ◯ tlenek węgla(IV), tlenek wapnia

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 5

Wskaż zestaw substancji, który zawiera produkty w podanych poniżej schematach reakcji:
$\mathrm{wodór} + \mathrm{siarka} \rightarrow \mathrm{siarkowodór}$
$\mathrm{tlen} + \mathrm{węgiel} \rightarrow \mathrm{tlenek\ węgla(IV)}$
$\mathrm{wodór} + \mathrm{chlor} \rightarrow \mathrm{chlorowodór}$
$\mathrm{tlen} + \mathrm{siarka} \rightarrow \mathrm{tlenek\ siarki(IV)}$

- chlor, chlorowodór, siarka, siarkowodór, tlen, tlenek siarki(IV), tlenek węgla(IV), wodór, węgiel
- chlorowodór, siarkowodór, tlenek siarki(IV), tlenek węgla(IV)
- tlenek węgla(IV), tlenek siarki(IV)
- chlor, siarka, tlen, wodór, węgiel
- siarkowodór, chlorowodór

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 6

Zakwalifikuj czynności i zjawiska do odpowiednich kategorii.

przemiany fizyczne

przemiany chemiczne

grillowanie warzyw

złamanie ołówka

palenie drewna w ognisku

kiszenie ogórków

palenie się świecy

rozcieńczanie soku

fotosynteza

tworzenie szronu

dodanie octu do sody oczyszczonej

parowanie wody ze zbiorników wodnych

rozpuszczenie mydła w wodzie

topnienie lodów

smażenie mięsa

pieczenie ciasta

korozja metali

krzepnięcie wody

krojenie warzyw na sałatkę

topnienie masła

Źródło: Agnieszka Kamińska-Ostęp, Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 7

Oceń, czy podane zdania są prawdziwe, czy fałszywe.

	Prawda	Fałsz
W wyniku zjawisk fizycznych mogą, ale niekoniecznie muszą powstać nowe substancje.	◯	◯
W reakcji chemicznej zawsze powstają nowe substancje.	◯	◯
Substancje, które otrzymujemy w wyniku reakcji chemicznej, to substraty.	◯	◯
Pod wpływem wysokiej temperatury zachodzi wyłącznie przemiana chemiczna.	◯	◯
W zapisie równania reakcji chemicznej substraty umieszcza się po lewej stronie strzałki.	◯	◯

Źródło: Agnieszka Kamińska-Ostęp, Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Reakcje syntezy i analizy

Wokół nas, w przyrodzie, stale zachodzi niewyobrażalna liczba przemian chemicznych. Dodatkowo człowiek sam inicjuje i przeprowadza wiele z nich, aby otrzymać potrzebne mu materiały. Mimo że reakcje chemiczne różnią się między sobą rodzajem substratów i powstających produktów, to jednak wszystkie można podzielić na grupy, które charakteryzują się pewnymi wspólnymi cechami.

> **Już wiesz**
>
> - że równanie reakcji chemicznej jest zapisem przebiegu tej reakcji;
> - substancje, które ulegają przemianom w reakcji chemicznej, to substraty, a te, które w ich wyniku powstają, to produkty;
> - po lewej stronie równania reakcji zapisuje się substraty, po prawej – produkty.
>
> **Nauczysz się**
>
> - opisywać, na czym polegają reakcje syntezy i analizy;
> - wskazywać przykłady reakcji syntezy i analizy;
> - zapisywać równania reakcji syntezy i analizy;
> - dobierać współczynniki w równaniach reakcji chemicznych;
> - stosować się do zasad bezpieczeństwa podczas wykonywania eksperymentów chemicznych;
> - opisywać eksperyment chemiczny, uwzględniając: szkło i sprzęt laboratoryjny, odczynniki chemiczne, schemat aparatury, obserwacje i wnioski.

1. Jakie zasady obowiązują przy zapisywaniu równań reakcji?

Przebieg przemiany chemicznej, z uwaględnieniem substratów i produktów, można opisać słownie, na przykład: węgiel reaguje z tlenem i w wyniku tej reakcji powstaje tlenek węgla(IV). Zamiast długiego opisu można posłużyć się równaniem reakcji zawierającym nazwy pierwiastków i związków chemicznych:

$$\text{węgiel} + \text{tlen} \rightarrow \text{tlenek węgla(IV)}$$

Mimo że powyższe sposoby przedstawiania przebiegu reakcji chemicznych są poprawne, to jednak okazuje się mało przydatne dla chemików. W swojej pracy stosują oni równania reakcji, w których wykorzystują symbole pierwiastków i wzory związków chemicznych.

Omawianą wcześniej przemianę chemiczną zapisują za pomocą następującego równania reakcji:

$$C + O_2 \rightarrow CO_2$$

Ważne!

Niektóre pierwiastki, takie jak: wodór, azot, tlen, chlor, jod, fluor, brom w stanie wolnym, występują w postaci cząsteczek dwuatomowych. Z tego względu w równaniach reakcji z ich udziałem posługujemy się ich wzorami: H_2, N_2, O_2, Cl_2, I_2, F_2, Br_2.

Aby równanie reakcji było poprawnie zapisane, liczby atomów poszczególnych pierwiastków zapisanych po obu stronach tego równania muszą być identyczne. W zaprezentowanym powyżej równaniu reakcji ($C + O_2 \rightarrow CO_2$) otrzymywania tlenku węgla(IV) z węgla i tlenu ten warunek jest spełniony.

lewa strona równania prawa strona równania

Źródło: Krzysztof Jaworski, licencja: CC BY 3.0.

Liczba atomów pierwiastków po obu stronach równania reakcji

Pierwiastek	Liczba atomów po lewej stronie równania	Liczba atomów po prawej stronie równania
węgiel	1	1
tlen	2	2

Polecenie 1

Przy użyciu symboli i wzorów chemicznych zapisz równanie reakcji magnezu z tlenem, w wyniku której powstaje tlenek magnezu:

$$\text{magnez} + \text{tlen} \rightarrow \text{tlenek magnezu}$$

Instrukcja: Zapis równania reakcji magnezu z tlenem

Krok

Zapisujemy wzory lub symbole substancji reagujących (substratów), po lewej stronie równania reakcji, a wzór produktu – po prawej stronie:

$$\mathrm{Mg} + \mathrm{O_2} \rightarrow \mathrm{MgO}$$

Krok

Sprawdzamy liczby poszczególnych atomów po obu stronach równania reakcji:

Liczba atomów pierwiastków po obu stronach równania reakcji

Pierwiastek	**Liczba atomów po lewej stronie równania**	**Liczba atomów po prawej stronie równania**
magnez	1	1
tlen	2	1

Zauważamy niezgodność liczby atomów tlenu po lewej i prawej stronie równania.

Krok

W celu wyrównania liczby atomów każdego z pierwiastków po obu stronach równania musimy dwukrotnie zwiększyć liczbę atomów tlenu po jego prawej stronie:

$$\mathrm{Mg} + \mathrm{O_2} \rightarrow 2\mathrm{MgO}$$

WAŻNE: Przy zwiększaniu liczby substratów w równaniu reakcji chemicznej zawsze używamy współczynników stechiometrycznych, nigdy indeksów (wzór MgO przedstawia zupełnie inny związek niż wzór nieistniejącego $\mathrm{MgO_2}$).

Krok

Ponownie oceniamy liczby atomów magnezu i tlenu:

Porównanie liczby atomów magnezu i tlenu

Pierwiastek	**Liczba atomów po lewej stronie równania**	**Liczba atomów po prawej stronie równania**
magnez	1	2
tlen	2	2

Tym razem niezgodna jest liczba atomów magnezu po stronie substratów i produktów. Należy więc zwiększyć ją dwukrotnie po lewej stronie równania reakcji.

Krok

Mnożymy przez 2 liczbę atomów magnezu po lewej stronie równania (wstawiamy liczbę 2 w miejsce współczynnika stechiometrycznego znajdującego się przed symbolem magnezu):

$$2\mathrm{Mg} + \mathrm{O_2} \rightarrow 2\mathrm{MgO}$$

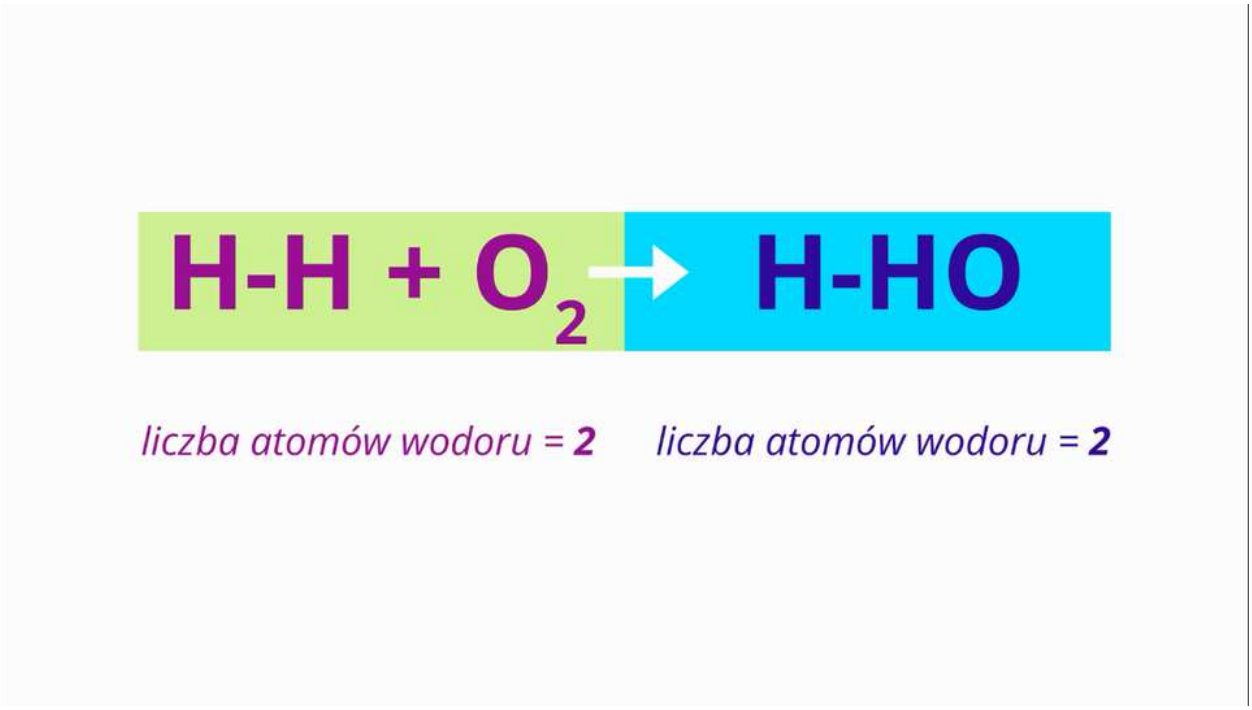
Krok

Dokonujemy właściwych obliczeń:

Dobór właściwych współczynników stechiometrycznych

Pierwiastek	Liczba atomów po lewej stronie równania	Liczba atomów po prawej stronie równania
magnez	2	2
tlen	2	2

Liczba atomów każdego z pierwiastków po obu stronach równania jest taka sama. Równanie reakcji jest zapisane prawidłowo. Mówi się, że jest ono uzgodnione lub zbilansowane. Czynności, które wykonywaliśmy od momentu napisania równania reakcji przy użyciu symboli i wzorów do uzyskania jego prawidłowego zapisu, nazywa się uzgadnianiem (lub bilansowaniem) równania reakcji.



Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Źródło: Marcin Sadomski, Kevin MacLeod (http://incompetech.com), Krzysztof Jaworski, Tomorrow Sp. z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Nagranie rozpoczyna się od planszy z napisem wodór + tlen daje wodę. W planszy tej przed słowem woda obecna jest skierowana w prawo strzałka, jak w zapisach reakcji chemicznych. Nazwy związków stopniowo zastępowane są swoimi symbolami, czyli H2, O2 i H2O. Strony lewa i prawa równania zostają wyróżnione kolorami zielonym i turkusowym. Następuje podliczanie atomów, czemu towarzyszy chwilowa zamiana danych fragmentów wzoru z postaci sumarycznej na strukturalną, z kreskami. Pod wzorem pojawia się postać opisowa. W przypadku wodoru wszystko się zgadza. Komunikat po obu stronach równania głosi Liczba atomów wodoru jest równa 2. W przypadku tlenu po lewej stronie równania są dwa atomy, a po prawej tylko jeden. Nad równaniem pojawia się brakujący atom tlenu, do

którego stopniowo dopisywane jest drugi wzór cząsteczki wody. Wzory łączą się ze sobą, dając napis 2H2O. Na krótką chwilę plansza ulega wygaszeniu, a na ekranie pojawia się wzór H2O2, który zostaje przekreślony. Nie można go wykorzystać w tej reakcji, ponieważ jest to zupełnie inny związek, powstający w inny sposób. Następuje powrót do wcześniejszej planszy. Teraz podsumowanie tekstowe pod zapisem reakcji zwraca uwagę na to, że po prawej stronie są cztery atomy wodoru. Dlatego z lewej strony równania przed symbolem cząsteczki wodoru również pojawia się liczba 2 i w ten sposób całe równanie zostaje uzgodnione. U dołu ekranu pojawia się podsumowanie: Równanie zbilansowane prawidłowo.

Ciekawostka

Już w XVIII wieku chemicy zapisywali równania reakcji chemicznych. Ta notacja znacznie różniła się od współczesnej. Na przykład reakcję metalu (żelaza) z kwasem azotowym (współczesna nazwa: kwas azotowy(V)) opisywano następująco:

Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

2. Jak nazywamy reakcję, w wyniku której substancje łączą się ze sobą, tworząc jeden związek chemiczny?

Przyjrzyj się poniższym równaniom reakcji:

$$\text{wodór} + \text{tlen} \rightarrow \text{woda}$$

$$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$$

$$\text{węgiel} + \text{tlen} \rightarrow \text{tlenek węgla(IV)}$$

$$C + O_2 \rightarrow CO_2$$

$$\text{wodór} + \text{chlor} \rightarrow \text{chlorowodór}$$

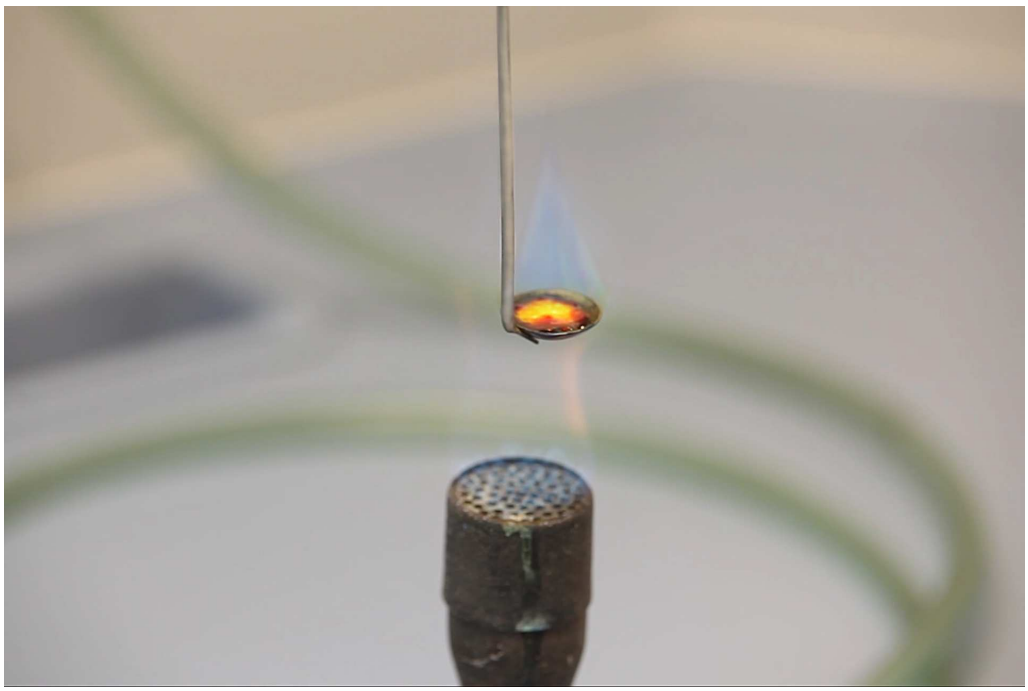
$$H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$$

Zauważ, że w wyniku tych przemian z dwóch substratów otrzymuje się jeden produkt. Można je opisać poniższym równaniem:

$$\text{substrat}_1 + \text{substrat}_2 \rightarrow \text{produkt}$$

O takich przemianach mówi się, że są to reakcje syntezy lub inaczej reakcje łączenia.

Magnez reaguje z tlenem i w wyniku tej reakcji powstaje tlenek magnezu (magnez + tlen → tlenek magnezu). Przemiana ta jest przykładem reakcji syntezy (łączenia)



Reakcja siarki z tlenem (siarka + tlen → tlenek siarki(IV)) jest przykładem reakcji syntezy

Reakcja siarki z żelazem jest przykładem reakcji syntezy: z dwóch substratów powstaje jeden produkt (siarka + żelazo → siarczek żelaza(II))

Doświadczenie 1

Doświadczenie należy wykonać pod wyciągiem.

Problem badawczy

Co dzieje się podczas reakcji jodu z magnezem? Czy jest to reakcja łączenia?

Hipoteza

Jod łączy się z magnezem, jest to reakcja łączenia.

Co będzie potrzebne

- magnez w postaci wiórów,
- jod krystaliczny,
- woda,
- parowniczka porcelanowa,
- łyżeczki,
- zakraplacz lub pipeta Pasteura.

Instrukcja

1. W parowniczce umieść niewielką ilość wiórków magnezowych oraz kilka kryształków rozdrobnionego jodu.

2. Do mieszaniny jodu z magnezem dodaj kilka kropli wody.

Podsumowanie

Po dodaniu wody reakcja przebiega gwałtownie. Wydzielają się pary o fioletowej barwie. W wyniku reakcji magnezu z jodem powstaje jodek magnezu:

$$\text{magnez} + \text{jod} \rightarrow \text{jodek magnezu}$$

$$\mathrm{Mg} + \mathrm{I_2} \rightarrow \mathrm{MgI_2}$$

Reakcja ta przebiega z wydzieleniem ciepła. Jest ono wystarczające do tego, aby jod znajdujący się w mieszaninie reakcyjnej częściowo uległ sublimacji (fioletowy gaz). Reakcja otrzymywania jodku magnezu z magnezu i jodu jest reakcją syntezy.

Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Źródło: Tomorrow Sp.z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Film rozpoczyna się ujęciem fragmentu stołu laboratoryjnego, na którym stoją porcelanowa parowniczka z wiórkami magnezowymi, zlewka z wodą, pipeta, łyżeczka laboratoryjna i szkiełko z kryształami jodu. Widoczna jest też dłoń demonstratora w rękawiczce ochronnej,

która łyżeczką odmierza porcję jodu i wsypuje ją do parowniczki. Mieszanina ta zakraplana jest wodą z pipety, co inicjuje reakcję. Kolejne ujęcie przedstawia wnętrze parowniczki z bliska. Zawartość kipi i wydziela fioletowy dym. Zmiana ujęcia na prezentujące parowniczkę z boku, pojawia się podpis MgI2, Jodek magnezu. Następnie na parowniczce pojawia się napis Ciepło i strzałki z dna parowniczki na zewnątrz symbolizujące emisję ciepła podczas reakcji. Z kolei obszar w którym pojawia się fioletowy dym zostaje oznaczony tekstem Gazowy jod. Obraz z kamery ulega rozmyciu, a na ekranie pojawia się równanie reakcji: magnez plus jod daje w efekcie jodek magnezu. Pojawia się podpis Reakcja syntezy, czyli łączenia.

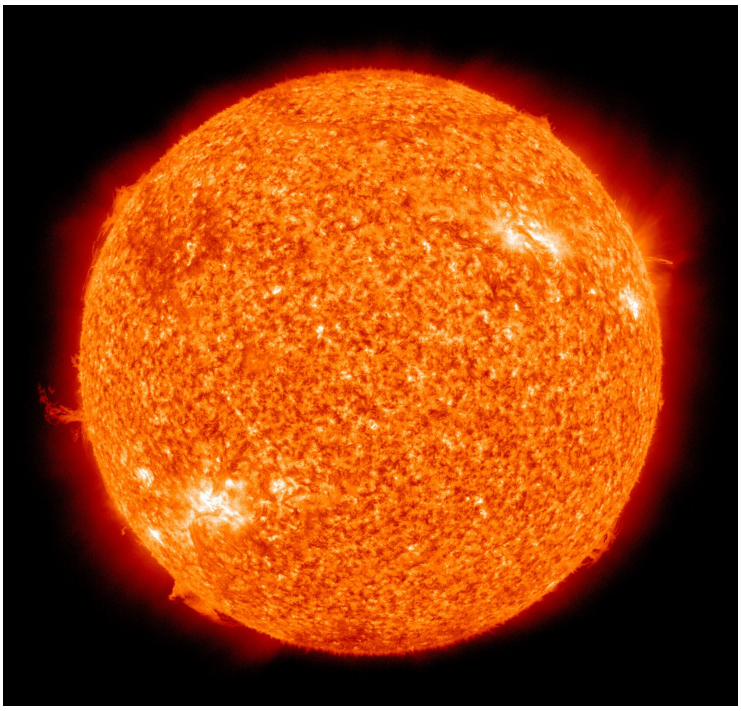
Przykłady reakcji syntezy

Lp.	**Równania reakcji syntezy**	
	zapis słowny	**zapis z użyciem symboli i wzorów**
1.	$\text{siarka} + \text{żelazo} \rightarrow \text{siarczek żelaza(II)}$	$\mathrm{Fe + S \rightarrow FeS}$
2.	$\text{sód} + \text{chlor} \rightarrow \text{chlorek sodu}$	$\mathrm{2Na + Cl_2 \rightarrow 2NaCl}$
3.	$\text{magnez} + \text{tlen} \rightarrow \text{tlenek magnezu}$	$\mathrm{2Mg + O_2 \rightarrow 2MgO}$
4.	$\text{glin} + \text{tlen} \rightarrow \text{tlenek glinu}$	$\mathrm{4Al + 3O_2 \rightarrow 2Al_2O_3}$
5.	$\text{siarka} + \text{tlen} \rightarrow \text{tlenek siarki(IV)}$	$\mathrm{S + O_2 \rightarrow SO_2}$
6.	$\text{tlenek siarki(IV)} + \text{woda} \rightarrow \text{kwas siarkowy(IV)}$	$\mathrm{SO_2 + H_2O \rightarrow H_2SO_3}$

Ciekawostka

Synteza jądrowa
Podczas omawianej reakcji syntezy z dwóch lub większej liczby substratów powstaje jeden produkt. Jądra atomów pierwiastków, które tworzą substraty, a następnie – produkt, nie ulegają zmianie.
Istnieje jednak typ reakcji nazywany są syntezą jądrową. Przemiana ta polega na łączeniu się jąder lekkich pierwiastków w jądra cięższych pierwiastków. Taka przemiana zachodzi na przykład na Słońcu. Podczas niej z dwóch jąder atomów wodoru powstaje jądro atomu helu i wydziela się ogromna ilość energii. Reakcję syntezy helu opisuje równanie uwzględniające budowę jąder poszczególnych reagentów:

$$\mathrm{{}^{2}_{1}H + {}^{2}_{1}H \rightarrow {}^{4}_{2}He} + \text{energia}$$



Na Słońcu zachodzi synteza jądrowa

3. Jak nazywamy reakcję chemiczną, w wyniku której z jednej substancji powstaje kilka produktów?

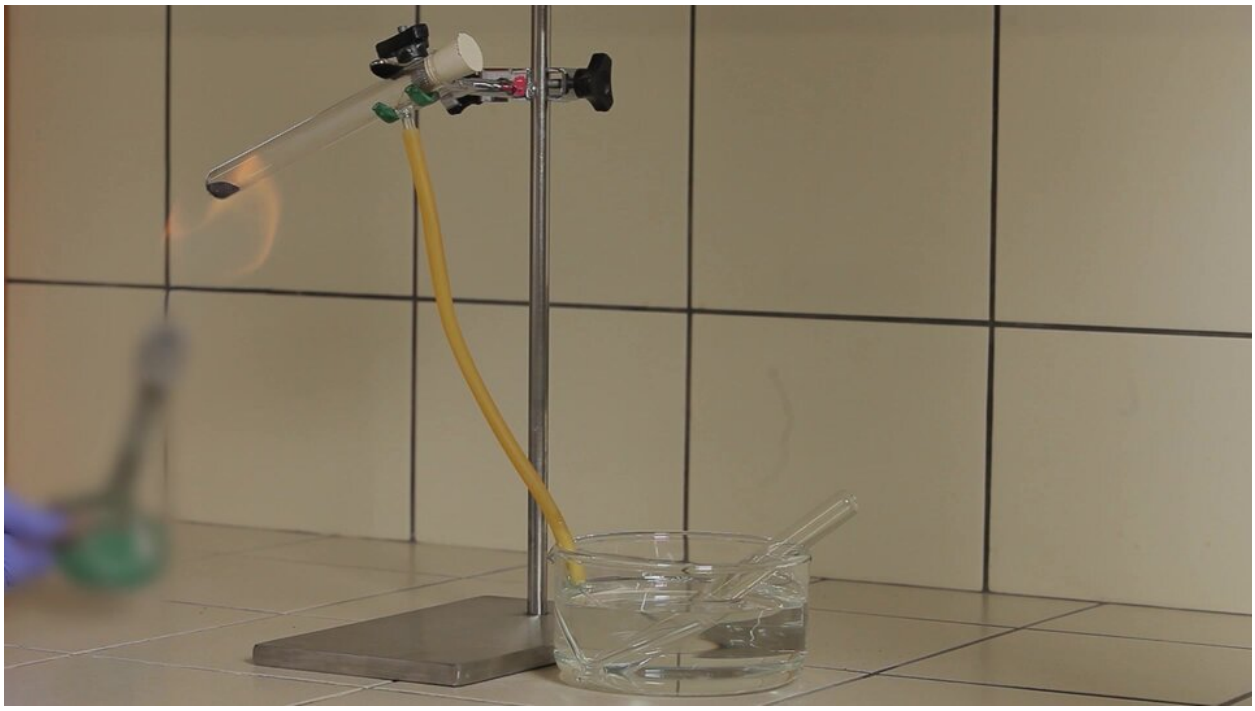
W odpowiednich warunkach woda ulega reakcji, w wyniku której powstają pierwiastki, z jakich się składa. Przebieg tej reakcji opisuje równanie:

$$\text{woda} \rightarrow \text{tlen} + \text{wodór}$$

Zauważmy, że w omawianej reakcji z jednej substancji (wody) powstają dwie inne (tlen i wodór).
Przemiana chemiczna, podczas której z jednego substratu powstają co najmniej dwa produkty, nazywana jest reakcją rozkładu lub reakcją analizy. Można ją opisać za pomocą schematu:

$$\text{substrat} \rightarrow \text{produkt}_1 + \text{produkt}_2 + \ldots$$

Omówiona przemiana wody w wodór i tlen należy do tego typu reakcji.



Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Źródło: Tomorrow Sp. z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Film prezentujący rozkład tlenku rtęci (II). Na ekranie widoczny jest zestaw aparatury. Następuje zbliżenie na probówkę z tlenkiem rtęci(II). Wyraźnie widać jego czerwonopomarańczową barwę. Widok na zestaw w czasie pracy – płomień palnika ogrzewa probówkę z tlenkiem, w probówce wypełnionej wodą zbiera się gaz (tlen). Na ekranie pojawia się słowo: OBSERWACJE. Zbliżenie na probówkę z tlenkiem rtęci(II) – widać na ściankach probówki szaroczarny osad w postaci pierścienia. Sam osad tlenku też zrobił się czarny. Znika słowo: OBSERWACJE. Widok na pracujący zestaw, pod spodem pojawia się nazwa: reakcja chemiczna. Ponownie pojawia się słowo: OBSERWACJE. Widok na probówkę z gazem, zamkniętą korkiem, stojącą w statywie – ręka zbliża do niej żarzące się łuczywko, wyjmuje korek z probówki, wkłada je powoli do środka. Łuczywko rozpala się i pali się jasnym płomieniem nawet wewnątrz probówki. Na ekranie pojawia się słowo: WNIOSKI i przy probówce, w której prowadzono badanie palności pojawia się słowo: tlen. Widok na mieszaninę poreakcyjną z szarym pierścieniem osadu. Przy nim pojawia się słowo: rtęć. Na ekranie widać równanie reakcji.

Reakcje analizy zachodzą w naszym otoczeniu. Są one również wykorzystywane w przemyśle do otrzymywania użytecznych pierwiastków i związków chemicznych.

Woda utleniona, używana do odkażania ran, z biegiem czasu powoli rozpada się na wodę i tlen (woda utleniona → woda + tlen), dlatego jako środek apteczny ma określony termin użycia

W zakładach wapienniczych z minerału o nazwie ***węglan wapnia*** otrzymuje się tlenek wapnia (tzw. wapno palone) – materiał do produkcji zapraw murarskich

Proces otrzymywania tlenku wapnia w wyniku rozkładu węglanu wapnia przebiega w wysokiej temperaturze. Można go opisać następującymi równaniami reakcji:

$$\text{węglan wapnia} \xrightarrow{\text{temperatura}} \text{tlenek wapnia} + \text{tlenek węgla(IV)}$$

$$\mathrm{CaCO_3} \xrightarrow{\text{temperatura}} \mathrm{CaO} + \mathrm{CO_2}$$

> **Ważne!**

W równaniach reakcji chemicznych czasami zaznacza się warunki, w jakich teakcje te przebiegają. Jeśli reakcja wymaga ogrzewania, to nad strzałką zapisujemy słowo „temperatura” albo podajemy jej konkretną wartość.

W hutach aluminium glin otrzymuje się w reakcji rozkładu tlenku glinu pod wpływem prądu elektrycznego

Przebieg reakcji rozkładu tlenku glinu (przeprowadzanej w hutach aluminium w celu otrzymywania glinu) jest następujący:

$$\text{tlenek glinu} \xrightarrow{*} \text{glin} + \text{tlen}$$

$$2Al_2O_3 \rightarrow 4Al + 3O_2$$

Zapamiętaj!

*Z uwagi na to, że wartościowość glinu we wszystkich związkach jest równa trzy, w nazwach tych związków nie podaje się jego wartościowości.

Przykłady reakcji analizy (rozkładu)

Lp.	Równania reakcji analizy	
	zapis słowny	zapis z użyciem symboli i wzorów
1.	$\text{tlenek azotu(IV)} \rightarrow \text{tlenek azotu(II)} + \text{tlen}$	$2NO_2 \rightarrow 2NO + O_2$
2.	$\text{tlenek rtęci(II)} \rightarrow \text{rtęć} + \text{tlen}$	$2HgO \rightarrow 2Hg + O_2$
3.	$\text{tlenek chromu(VI)} \rightarrow \text{tlenek chromu(III)} + \text{tlen}$	$4CrO_3 \rightarrow 2Cr_2O_3 + 3O_2$
4.	$\text{woda} \rightarrow \text{tlen} + \text{wodór}$	$2H_2O \rightarrow 2H_2 + O_2$

Polecenie 2

Zastanów się i odpowiedz, czy równanie:

$$\text{glukoza} + \text{tlen} \rightarrow \text{tlenek węgla(IV)} + \text{woda}$$

przedstawia reakcję rozkładu.

Czy każda reakcja, w wyniku której powstają dwa produkty, jest reakcją rozkładu?

Podsumowanie

- Równania reakcji chemicznych zapisuje się przy użyciu symboli i wzorów chemicznych. Liczby atomów poszczególnych pierwiastków chemicznych po obu stronach równania muszą być identyczne.
- Uzupełnianie równania reakcji o współczynniki stechiometryczne nazywa się uzgadnianiem (bilansowaniem) równania reakcji chemicznej.
- Reakcja syntezy (łączenia) to rodzaj reakcji chemicznej, w wyniku której z dwóch lub większej liczby substratów powstaje tylko jeden produkt.
- Reakcja analizy (rozkładu) to rodzaj reakcji chemicznej, w wyniku której z jednego substratu powstają co najmniej dwa produkty.

Praca domowa

Polecenie 3.1

Korzystając z dostępnych materiałów, przedstaw za pomocą modeli równanie dowolnej reakcji syntezy i analizy.

Słowniczek

reakcja syntezy (reakcja łączenia)

przemiana chemiczna polegająca na łączeniu się dwóch lub większej liczby substratów w jeden produkt
reakcja analizy (reakcja rozkładu)

przemiana chemiczna polegająca na rozkładzie jednego substratu (związku chemicznego) na co najmniej dwa produkty (pierwiastki bądź związki chemiczne)

Zadania

Ćwiczenie 1
Uzupełnij luki w tekście. Wybierz właściwe określenia spośród podanych.

Reakcje, w których z dwóch lub więcej substratów powstaje tylko jeden produkt, to [ ]. [ ] to przemiana chemiczna, w której z jednego substratu [ ]. Liczby umieszczane przed symbolami i wzorami substancji w równaniach reakcji chemicznej w celu ich zbilansowania to [ ].

reakcja rozkładu | powstaje jeden produkt | reakcja analizy | liczby uzgodnione | Reakcja analizy | liczby zbilansowane | powstają więcej niż trzy produkty | powstają co najmniej dwa produkty | współczynniki stechiometryczne | przemiana fizyczna | reakcja syntezy | Reakcja syntezy | indeksy stechiometryczne | powstają co najwyżej dwa produkty

Źródło: Agnieszka Kamińska-Ostęp, Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 2

Oceń, czy podane zdania są prawdziwe, czy fałszywe.

	Prawda	Fałsz
Reakcje metali z tlenem, w wyniku których otrzymuje się tlenki tych metali, są reakcjami analizy.	◯	◯
Reakcja rozkładu związku chemicznego to reakcja analizy.	◯	◯
Przemiana zachodząca podczas prażenia węglanu wapnia to reakcja syntezy.	◯	◯
W reakcji syntezy uczestniczą co najmniej dwa substraty, a otrzymuje się w jej wyniku jeden produkt.	◯	◯
W reakcji analizy uczestniczy jeden substrat, z którego powstają co najmniej dwa produkty.	◯	◯

Źródło: Agnieszka Kamińska-Ostęp, Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 3

Źródło: Agnieszka Kamińska-Ostęp, Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 4

Wskaż prawidłowo zbilansowane równanie następującej reakcji chemicznej:
$\text{glin} + \text{chlor} \rightarrow \text{chlorek glinu}$.

- ◯ $2Al + Cl_2 \ \rightarrow \ AlCl_3$
- ◯ $2Al + 3Cl_2 \ \rightarrow \ 2AlCl_3$
- ◯ $Al + 3Cl_2 \ \rightarrow \ 2AlCl_3$
- ◯ $Al_2 + Cl_2 \ \rightarrow \ 2AlCl_3$
- ◯ $2Al + 2Cl_2 \ \rightarrow \ 2AlCl_3$

Źródło: Agnieszka Kamińska-Ostęp, Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 5

Wskaż prawidłowo zbilansowane równanie reakcji otrzymywania tlenku siarki(VI) z tlenku siarki(IV) i tlenu.

- ◯ $SO_2 + O \ \rightarrow \ SO_3$
- ◯ $2SO_3 + O_2 \ \rightarrow \ 2SO_2$
- ◯ $S + O_2 \ \rightarrow \ SO_2$
- ◯ $SO_2 + 2O_2 \ \rightarrow \ 2SO_3$
- ◯ $2SO_2 + O_2 \ \rightarrow \ 2SO_3$

Źródło: Agnieszka Kamińska-Ostęp, Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 6

Wskaż prawidłowo zapisane i zbilansowane równanie reakcji rozkładu tlenku ołowiu(IV) do tlenku ołowiu(II) i tlenu.

- ◯ $PbO_2 \ \rightarrow \ PbO + O_2$
- ◯ $2PbO + O_2 \ \rightarrow \ 2PbO_2$
- ◯ $PbO_2 \ \rightarrow \ PbO + O$
- ◯ $2PbO_2 \ \rightarrow 2PbO + O_2$
- ◯ $PbO_2 \ \rightarrow Pb + O_2$

Źródło: Agnieszka Kamińska-Ostęp, Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Reakcje wymiany

Człowiek od dawna prowadzi próby przetwarzania różnorodnych surowców w celu uzyskania bardziej użytecznych materiałów. Na przykład przeobraża pewne skały bogate w związki metali (rudy), otrzymując wolne pierwiastki, np. żelazo czy glin. Przeprowadzane reakcje mają pewne wspólne cechy, które zostaną omówione w tym module.

Już wiesz

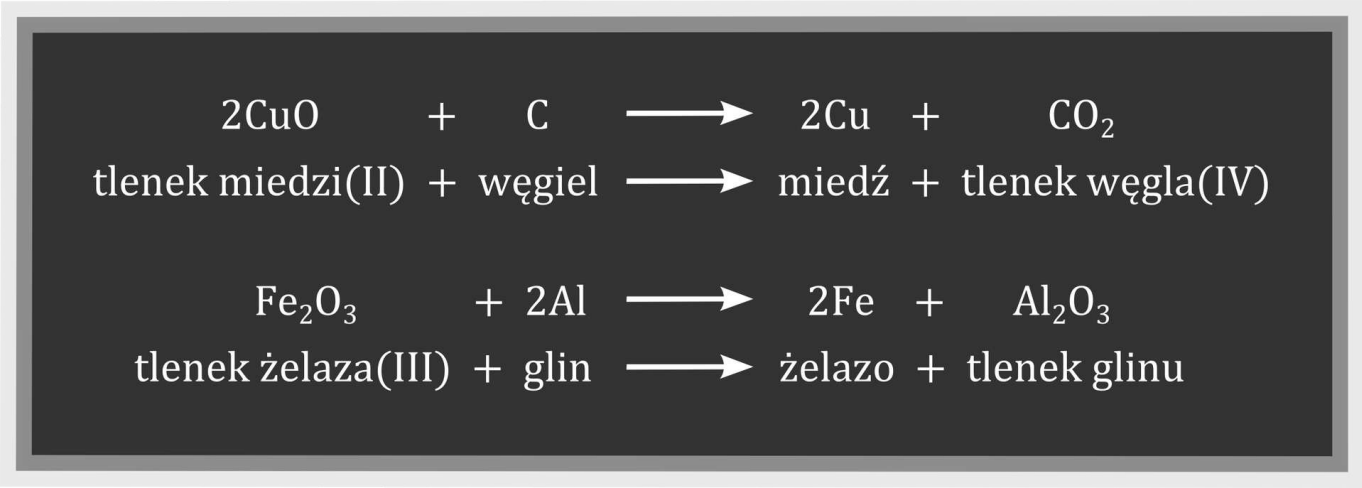
- że synteza i analiza to przykłady reakcji chemicznych;
- synteza (łączenie) jest reakcją, w wyniku której z dwóch lub większej liczby substancji powstaje tylko jedna substancja – bardziej złożona;
- analiza (rozkład) jest reakcją, w wyniku której z jednej substancji złożonej powstają co najmniej dwie inne;
- cyfry zapisywane przed symbolami i wzorami substancji w równaniach reakcji chemicznej to współczynniki stechiometryczne.

Nauczysz się

- wyjaśniać, co to są reakcje wymiany;
- rozpoznawać reakcje wymiany na podstawie ich równań;
- opisywać doświadczenia chemiczne, uwzględniając: szkło i sprzęt laboratoryjny, odczynniki chemiczne, schemat aparatury;
- formułować obserwacje i wnioski z doświadczeń;
- przestrzegać zasad BHP podczas wykonywania doświadczeń chemicznych.

1. Co to są reakcje wymiany?

Przyjrzyj się poniższym równaniom reakcji.



Źródło: Agnieszka Lipowicz, licencja: CC BY 3.0.

W efekcie każdej z tych przemian z dwóch różnych substratów powstają dwa inne produkty.

Substraty i produkty przykładowych reakcji

Równanie reakcji	**Substraty**	**Produkty**
$2CuO + C \rightarrow 2Cu + CO_2$	CuO, C	Cu, CO_2
$Fe_2O_3 + 2Al \rightarrow 2Fe + Al_2O_3$	Fe_2O_3, Al	Fe, Al_2O_3

Przedstawione reakcje przebiegają według schematu:

$$\text{substrat}_1 + \text{substrat}_2 \rightarrow \text{produkt}_1 + \text{produkt}_2$$

O tego typu reakcjach mówi się, że są to reakcje wymiany.

Doświadczenie 1

Problem badawczy

Co dzieje się podczas reakcji tlenku ołowiu(II) z węglem? Jaki to typ reakcji?

Hipoteza

Węgiel odbiera tlen z tlenku ołowiu(II). Zachodzi reakcja wymiany.

Co będzie potrzebne

- węgiel drzewny,
- tlenek ołowiu(II),
- dmuchawka,
- łopatka dentystyczna,
- parownica,
- statyw i łapa (kółko) do osadzenia parownicy,
- palnik gazowy.

Instrukcja

1. W kawałku węgla drzewnego wykonaj wgłębienie (wybrane z wgłębenia okruchy pozostaw – będą potrzebne w dalszej części doświadczenia).

2. Wprowadź do wgłębienia niewielką ilość tlenku ołowiu(II), tak aby wypełnił je tylko częściowo.

3. Wymieszaj tlenek ołowiu(II) z okruchami węgla drzewnego otrzymanego podczas robienia wgłębienia.

4. Zapal palnik gazowy i za pomocą dmuchawki skieruj gorący płomień na mieszaninę tlenku ołowiu(II) z węglem.

5. Obserwuj zachodzące zmiany.

Podsumowanie

Ogrzewany w płomieniu palnika węgiel drzewny rozżarza się. Po pewnym czasie na powierzchni mieszaniny tlenku ołowiu(II) z węglem drzewnym pojawiają się srebrzyste kuleczki. Pod wpływem wysokiej temperatury tlenek ołowiu(II) reaguje z węglem i powstaje ołów, który wydziela się z mieszaniny reakcyjnej w postaci srebrzystych kuleczek. Węgiel przekształca się w tlenek węgla(IV).
Przebieg tej reakcji opisuje równanie:

$$2\mathrm{PbO} + \mathrm{C} \rightarrow 2\mathrm{Pb} + \mathrm{CO_2}$$

$$\text{tlenek ołowiu(II)} + \text{węgiel} \rightarrow \text{ołów} + \text{tlenek węgla(IV)}$$

Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Źródło: Tomorrow Sp. z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Film rozpoczyna ujęcie żółtego tlenku ołowiu dwa na szkiełku zegarkowym oraz kawałka węgla drzewnego. Przy obydwu substancjach znajdują się podpisy. Zmiana ujęcia na przedstawiające wnętrze parownicy w którym leży kawałek węgla drzewnego z wydrążoną dziurą. Do dziury wsypywany jest tlenek ołowiu i mieszany z okruchami węgla. Na tak przygotowane palenisko kierowany jest płomień małego palnika ręcznego, czyli tak zwanej dmuchawki. Następuje przejście w takie samo ujęcie, ale już z rozżarzonym węglem drzewnym. Kolejna zmiana ujęcia na wypalony do białości węgiel. W zagłębieniu widać metaliczne kuleczki, pod którymi pojawia się napis ołów. Obraz zostaje zastąpiony czarną planszą, na której stopniowo pojawia się równanie reakcji: tlenek ołowiu dwa plus węgiel daje ołów plus tlenek węgla cztery. Równanie

zapisane symbolicznie zostaje podzielone na dwie części różnymi kolorami tekstu. Część lewa, czerwona otrzymuje podpis Substraty, natomiast część prawa, niebieska otrzymuje podpis Produkty. Podpis pod planszą głosi Reakcja wymiany.

Doświadczenie 2

Problem badawczy

W jaki sposób żelazo reaguje z chlorkiem miedzi(II)? Jaki to typ reakcji?

Hipoteza

Żelazo zajmie miejsce miedzi w chlorku miedzi(II). Zajdzie reakcja wymiany.

Co będzie potrzebne

- zlewka,
- szczypce,
- cylinder miarowy,
- gwóźdź (blaszka lub inny przedmiot) wykonany z żelaza,
- chlorek miedzi(II),
- woda.

Instrukcja

1. Do zlewki wsyp kilka łyżeczek chlorku miedzi(II).
2. W tej substancji umieść gwóźdź lub inny przedmiot wykonany z żelaza.
3. Obserwuj, czy zmieszane substancje reagują ze sobą.

4. Wyjmij żelazny przedmiot, a do chlorku miedzi(II) wlej kilkadziesiąt cm^3 wody (powstały roztwór powinien być niebieski).

5. W otrzymanym roztworze zanurz wykonany z żelaza gwóźdź do połowy jego wysokości.

6. Obserwuj zachodzące zmiany.

Podsumowanie

Po zmieszaniu stałych substancji ze sobą nie obserwujemy żadnych widocznych zmian. Po włożeniu do wodnego roztworu chlorku miedzi(II) żelaznego przedmiotu na powierzchni tego przedmiotu, w części zanurzonej w niebieskim roztworze, pojawił się czerwonopomarańczowy nalot.

Żelazo wyparło miedź z wodnego roztworu chlorku miedzi(II). Miedź wydzieliła się z roztworu w stanie wolnym. Zaszła reakcja wymiany:

$$\mathrm{Fe} + \mathrm{CuCl_2} \rightarrow \mathrm{Cu} + \mathrm{FeCl_2}$$

$$\text{żelazo} + \text{chlorek miedzi(II)} \rightarrow \text{miedź} + \text{chlorek żelaza(II)}$$

Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Źródło: Tomorrow Sp. z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Film rozpoczyna ujęcie zamkniętego słoja opisanego Miedziany chlorek krystaliczny, szkiełka zegarkowego i gwoździa. W tle widać fragment tułowia i ręce demonstratora w rękawiczkach ochronnych. Zmiana ujęcia, następuje zbliżenie stołu i przejazd ze szkiełka z niebieską substancją na gwóźdź. Zmiana ujęcia na wnętrze parownicy w którym jest niewielka ilość chlorku miedzi dwa oraz gwóźdź. Zmiana ujęcia na przedstawiające zlewkę z około 100 mililitrami wody. Turkusowy chlorek miedzi zostaje do niej wsypany i wymieszany do rozpuszczenia szklaną pałeczką, czyli bagietką. Następnie demonstrator za pomocą długich szczypców wkłada gwóźdź do zlewki tak, że dolna jego połowa zostaje zanurzona. W lewym górnym rogu pojawia się rysunek zegara odliczającego czas kilku godzin. Następuje zmiana ujęcia na takie, w którym zlewka znajduje się po prawej stronie ekranu, a centralną część zajmuje bibuła, na którą demonstrator kładzie wyjęty z roztworu gwóźdź. Dolna połowa tego ostatniego pokryta jest brązową warstwą miedzi. Film zostaje wygaszony, na ekranie pojawia

się wycinek kadru ze zbliżeniem gwoździa. Poniżej, na czarnym tle pojawia się zapis reakcji: żelazo plus chlorek miedzi dwa daje miedź plus chlorek żelaza dwa. Pojawia się podpis: Reakcja wymiany, żelazo wykazuje większą aktywność niż miedź.

---

2. Które przemiany chemiczne można nazwać reakcjami wymiany?

W tym zagadnieniu zostaną zaprezentowane przykłady reakcji wymiany, w wyniku których z dwóch różnych substratów powstają dwa inne produkty.

$$\mathrm{Fe_2O_3} + 2\mathrm{Al} \rightarrow 2\mathrm{Fe} + \mathrm{Al_2O_3}$$

$$\text{tlenek żelaza(III)} + \text{glin} \rightarrow \text{żelazo} + \text{tlenek glinu}$$

Opis reakcji wymiany (tlenku żelaza(III) z glinem)

Równanie reakcji	$\mathrm{Substrat_1}$	$\mathrm{Substrat_2}$	$\mathrm{Produkt_1}$	$\mathrm{Produkt_2}$
$\mathrm{Fe_2O_3} + 2\mathrm{Al} \rightarrow 2\mathrm{Fe} + \mathrm{Al_2O_3}$	$\mathrm{Fe_2O_3}$	Al	Fe	$\mathrm{Al_2O_3}$

Reakcja ta przebiega według schematu:

$$\mathrm{substrat_1} + \mathrm{substrat_2} \rightarrow \mathrm{produkt_1} + \mathrm{produkt_2}$$

Ciekawostka

Do spawania szyn kolejowych i tramwajowych używa się mieszaniny glinu w postaci pyłu z tlenkiem żelaza(III). Mieszaniną tą wypełnia się szczelinę między szynami, a następnie podpala się wypełnienie. Zachodzi wówczas bardzo gwałtowna przemiana chemiczna ($\text{tlenek żelaza(III)} + \text{glin} \rightarrow \text{żelazo} + \text{tlenek glinu}$), podczas której tworzy się żelazo w stanie płynnym. Stygnąc, żelazo spaja ze sobą dwa fragmenty szyn. Stosowana przy spawaniu szyn metoda z wykorzystaniem glinu to aluminotermii.

Podczas spawania szyn zachodzi reakcja wymiany

$$Fe_2O_3 + 3CO \rightarrow 2Fe + 3CO_2$$

$$\text{tlenek żelaza(III)} + \text{tlenek węgla(II)} \rightarrow \text{żelazo} + \text{tlenek węgla(IV)}$$

Opis reakcji wymiany (tlenku żelaza(III) z tlenkiem węgla(II))

Równanie reakcji	Substrat_1	Substrat_2	Produkt_1	Produkt_2
$Fe_2O_3 + 3CO \rightarrow 2Fe + 3CO_2$	Fe_2O_3	CO	Fe	CO_2

Reakcja ta przebiega według schematu:

$$\text{substrat}_1 + \text{substrat}_2 \rightarrow \text{produkt}_1 + \text{produkt}_2$$

Ciekawostka

Podczas otrzymywania żelaza z jego rud na pewnym etapie procesu tlenek żelaza(III) reaguje z tlenkiem węgla(II), który odbiera tlen z tlenku żelaza(III) co uwzględniono w schematu reakcji:

$$\text{tlenek żelaza(III)} + \text{tlenek węgla(II)} \rightarrow \text{żelazo} + \text{tlenek węgla(IV)}$$

W wielkim piecu, stosowanym do przerobu rud żelaza, zachodzą m.in. reakcje wymiany

$$2\mathrm{Mg} + \mathrm{TiCl_4} \rightarrow \mathrm{Ti} + 2\mathrm{MgCl_2}$$

$$\text{magnez} + \text{chlorek tytanu(IV)} \rightarrow \text{tytan} + \text{chlorek magnezu}$$

Opis reakcji wymiany (magnezu z chlorkiem tytanu(IV))

Równanie reakcji	$\mathrm{Substrat_1}$	$\mathrm{Substrat_2}$	$\mathrm{Produkt_1}$	$\mathrm{Produkt_2}$
$2\mathrm{Mg} + \mathrm{TiCl_4} \rightarrow \mathrm{Ti} + 2\mathrm{MgCl_2}$	Mg	$\mathrm{TiCl_4}$	Ti	$\mathrm{MgCl_2}$

Reakcję tę można przedstawić w postaci schematu:

$$\mathrm{substrat_1} + \mathrm{substrat_2} \rightarrow \mathrm{produkt_1} + \mathrm{produkt_2}$$

Ciekawostka

Tytan z uwagi na swoje właściwości (dużą wytrzymałość mechaniczną, odporność na korozję, niską masę) jest metalem wykorzystywanym do produkcji przedmiotów, od których wymaga się, aby były wytrzymałe i jednocześnie lekkie. Z tytanu i jego stopów produkuje się między innymi sprzęt sportowy oraz elementy pojazdów sportowych i samolotów. Jedną z metod otrzymywania tego metalu jest reakcja wymiany chlorku tytanu(IV) z magnezem, w czasie której magnez wypiera tytan z jego związku ($\text{magnez} + \text{chlorek tytanu(IV)} \rightarrow \text{tytan} + \text{chlorek magnezu}$).

Z tytanu i jego stopów wytwarza się np. elementy silników oraz pokrycia samolotów

Ciekawostka

Zastosowanie reakcji wymiany w metalurgii
Reakcje wymiany znalazły szerokie zastosowanie w metalurgii – do otrzymywania wolnych metali. Już ponad 3500 lat temu ludzie nauczyli się wytapiać metale z ich rud. W pierwszym etapie rudę poddawano działaniu wysokiej temperatury, co umożliwiało przeprowadzenie zawartego w niej związku chemicznego metalu w jego tlenek. Następnie tlenek metalu ogrzewano z węglem drzewnym. Podczas tego procesu węgiel łączył się z tlenem zawartym w tlenku metalu (odbierał od niego tlen) i w ten sposób pozyskiwano metal.

Podczas opisanej przemiany z dwóch różnych substratów, tlenku metalu i węgla, powstają dwa inne produkty: metal i tlenek węgla(IV). Przemiana ta jest przykładem reakcji wymiany.

Dawny piec hutniczy, zwany dymarką, wykorzystywany do otrzymywania żelaza z rud przy użyciu węgla drzewnego

3. Reakcja redukcji tlenku jako przykład reakcji wymiany

Reakcja łączenia się substancji z tlenem nazywa się reakcją utleniania*. Przemiana, w której tlenek ulega „odtlenieniu”, określana jest mianem reakcji redukcji*. Wszystkie poznane w tym module reakcje, w wyniku których z tlenku metalu powstawał metal, są przykładami reakcji redukcji. O substancji odbierającej tlen od tlenku metalu mówi się, że redukuje ona tlenek.
*Podczas nauki chemii w zakresie rozszerzonym poznacie współczesną interpretację tego pojęcia.

Przykłady reakcji wymiany, podczas których dochodzi do redukcji tlenk

Zapis słowny przebiegu reakcji	**Równanie reakcji**
tlenek ołowiu(II) + węgiel → ołów + tlenek węgla(IV)	$2PbO + C \rightarrow 2$
tlenek żelaza(III) + tlenek węgla(II) → żelazo + tlenek węgla(IV)	$Fe_2O_3 + 3CO \rightarrow$
tlenek miedzi(II) + węgiel → miedź + tlenek węgla(IV)	$2CuO + C \rightarrow 2$
tlenek żelaza(III) + glin → żelazo + tlenek glinu	$Fe_2O_3 + 2Al \rightarrow$

Zapis słowny przebiegu reakcji	Równanie reakcji c
$\text{tlenek miedzi(II)} + \text{wodór} \rightarrow \text{miedź} + \text{woda}$	$CuO + H_2 \rightarrow C$

W metalurgii bardzo często do redukcji tlenków metali wykorzystuje się węgiel. Jego źródła są stosunkowo tanie i łatwo dostępne. Jednak za jego pomocą można zredukować tylko niektóre tlenki metali. Należą do nich na przykład tlenki: cynku, żelaza, ołowiu, miedzi. Tlenki te, ogrzewane z węglem, redukują się do wolnych pierwiastków, podczas gdy węgiel utlenia się. Jednak wielu tlenków metali nie udaje się zredukować za pomocą węgla. Do otrzymywania czystych pierwiastków stosuje się wtedy inne metody.

4. Reakcje wymiany pojedynczej i podwójnej

Wśród reakcji wymiany wyróżnia się reakcje wymiany pojedynczej i reakcje wymiany podwójnej. Pierwszy rodzaj, reakcja wymiany pojedynczej, jest przemianą, podczas której dwa substraty (pierwiastek i związek chemiczny) przekształcają się w dwa produkty (nową substancję prostą i złożoną). Jej przebieg można opisać za pomocą następującego schematu:

$$\text{związek chemiczny}_1 + \text{pierwiastek}_1 \rightarrow \text{pierwiastek}_2 + \text{związek chemiczny}_2$$

Przykłady reakcji wymiany pojedynczej

Równanie reakcji chemicznej	Zapis słowny przebiegu reakcji
$ZnO + C \rightarrow Zn + CO$	$\text{tlenek cynku} + \text{węgiel} \rightarrow \text{cynk} + \text{tlenek węgla(II)}$
$Fe_2O_3 + 2Al \rightarrow 2Fe + Al_2O_3$	$\text{tlenek żelaza(III)} + \text{glin} \rightarrow \text{żelazo} + \text{tlenek glinu}$
$SiO_2 + 2Mg \rightarrow Si + 2MgO$	$\text{tlenek krzemu(IV)} + \text{magnez} \rightarrow \text{krzem} + \text{tlenek magn}$

Druga grupa to reakcje wymiany podwójnej. Zachodzą one wtedy, gdy dwie substancje złożone przekształcają się w dwa nowe związki chemiczne. Poniższy schemat obrazuje przebieg reakcji wymiany podwójnej:

$$\text{związek chemiczny}_1 + \text{związek chemiczny}_2 \rightarrow \text{związek chemiczny}_3 + \text{związek chemiczny}_4$$

Przykłady reakcji wymiany podwójnej

Równanie reakcji chemicznej	Zapis słowny przebiegu reakcji
$\mathrm{NaCl} + \mathrm{AgNO_3} \rightarrow \mathrm{NaNO_3} + \mathrm{AgCl}$	$\text{chlorek sodu} + \text{azotan(V) srebra(I)} \rightarrow \text{azotan(}$
$\mathrm{BaCl_2} + \mathrm{Na_2SO_4} \rightarrow \mathrm{BaSO_4} + 2\mathrm{NaCl}$	$\text{chlorek baru} + \text{siarczan(VI)sodu} \rightarrow \text{siarczan(}$

Podsumowanie

- Obok reakcji analizy i syntezy istnieje trzeci typ reakcji – reakcja wymiany.
- Reakcja wymiany jest przemianą, podczas której następuje wymiana składników pomiędzy reagującymi substancjami. Przebiega ona według schematu: $\mathrm{substrat_1} + \mathrm{substrat_2} \rightarrow \mathrm{produkt_1} + \mathrm{produkt_2}$.
- Reakcje wymiany można podzielić na dwie grupy: reakcje wymiany pojedynczej i reakcje wymiany podwójnej.
- Reakcja wymiany pojedynczej to przemiana, podczas której dwa substraty (pierwiastek i związek chemiczny) przekształcają się w dwa produkty (nową substancję prostą i złożoną).
- Reakcja wymiany podwójnej jest przemianą, podczas której dwie substancje złożone przekształcają się w dwa związki chemiczne.
- Reakcja redukcji (redukcja) jest przemianą chemiczną, podczas której substancja złożona (tlenek) oddaje tlen.
- Reakcja redukcji jest przykładem reakcji wymiany.

Praca domowa

> **Polecenie 1.1**
>
> Korzystając z dowolnych materiałów (na przykład plasteliny, kasztanów, klocków itp.), wykonaj model przedstawiający przebieg reakcji wymiany pojedynczej i wymiany podwójnej.

> **Polecenie 1.2**
>
> Ołów występuje w przyrodzie głównie w postaci siarczku ołowiu(II) – PbS. Z tej substancji w wyniku reakcji chemicznych uzyskuje się ołów. W pierwszym etapie siarczek ołowiu(II) praży się na wolnym powietrzu. Podczas tego procesu związek ten reaguje z tlenem, a produktami reakcji są tlenek ołowiu(II) i tlenek siarki(IV). W dalszym etapie tlenek ołowiu(II) ogrzewa się w wysokiej temperaturze z węglem i otrzymuje się ołów oraz tlenek węgla(IV). Na podstawie powyższych informacji zapisz dwa równania reakcji prowadzące do uzyskania ołowiu z siarczku ołowiu(II). Wskaż równanie opisujące reakcję wymiany.

Słowniczek

reakcja redukcji (redukcja)

przemiana chemiczna, podczas której substancja złożona (tlenek) oddaje tlen (współczesną interpretację tego pojęcia poznacie w trakcie nauki chemii w zakresie rozszerzonym)

reakcja wymiany

przemiana chemiczna, podczas której z co najmniej dwóch substratów powstają co najmniej dwa produkty

reakcja wymiany podwójnej

przemiana, podczas której dwie substancje złożone (związki chemiczne) przekształcają się w dwie nowe substancje złożone (związki chemiczne)

reakcja wymiany pojedynczej

przemiana, podczas której dwa substraty (pierwiastek i związek chemiczny) przekształcają się w co najmniej dwa produkty (nową substancję prostą i złożoną)

Zadania

Ćwiczenie 1

Oceń, czy poniższe zdania są prawdziwe, czy fałszywe.

	Prawda	Fałsz
Każda reakcja chemiczna, w której powstają dwa produkty, jest reakcją wymiany.	◯	◯
Reakcja wymiany jest przemianą, w której następuje wymiana składników pomiędzy reagującymi substancjami.	◯	◯
Substratami w reakcji wymiany nie mogą być dwa pierwiastki.	◯	◯

Źródło: Agnieszka Kamińska-Ostęp, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 2

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 3

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 4

Uzgodnij równanie reakcji wymiany. Wskaż ciąg liczb określających kolejne współczynniki stechiometryczne w równaniu reakcji:

$$\ldots\mathrm{Zn} + \ldots\mathrm{H_2SO_4} \rightarrow \ldots\mathrm{ZnSO_4} + \ldots\mathrm{H_2}$$

- 1, 2, 1, 2
- 2, 3, 2, 3
- 2, 2, 2, 2
- 2, 1, 2, 1
- 1, 1, 1, 1

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 5

Uzgodnij równanie reakcji wymiany. Wskaż ciąg liczb określających kolejne współczynniki stechiometryczne reakcji:

$$\ldots\mathrm{KOH} + \ldots\mathrm{H_2SO_4} \rightarrow \ldots\mathrm{K_2SO_4} + \ldots\mathrm{H_2O}$$

- 2, 1, 2, 1
- 1, 1, 1, 2
- 1, 2, 2, 1
- 2, 1, 1, 2
- 1, 1, 1, 1

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 6

Uzgodnij równanie reakcji wymiany. Wskaż ciąg liczb określających kolejne współczynniki stechiometryczne reakcji:

$$\ldots Cu_2S + \ldots O_2 \rightarrow \ldots Cu_2O + \ldots SO_2$$

- ◯ 3, 2, 3, 3
- ◯ 2, 3, 2, 2
- ◯ 1, 2, 1, 2
- ◯ 1, 1, 1, 2
- ◯ 1, 2, 1, 1

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 7

Wskaż substrat, którego brak w uzgodnionym równaniu reakcji:

$$Sb_2S_3 + 3\ldots \rightarrow 3FeS + 2Sb$$

- ◯ SO_3
- ◯ S
- ◯ FeS
- ◯ Fe
- ◯ SbO
- ◯ Sb

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Rozwiąż zadanie.

Ćwiczenie 8.1

Zasób interaktywny dostępny pod adresem https://zpe.gov.pl/a/D463f4pmK

Źródło: Tomorrow sp.z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Reakcje egzoenergetyczne i endoenergetyczne

Obserwując przebieg reakcji chemicznych, stwierdzamy, że towarzyszą im różne efekty. Najważniejsze z nich wiążą się z powstawaniem nowych substancji i są to na przykład zmiana barwy mieszaniny reakcyjnej lub tworzenie się gazu. Przemianie jednych substancji w inne towarzyszą natomiast takie efekty, jak emisja światła czy dźwięku oraz wydzielanie bądź pochłanianie ciepła. W tym module zajmiemy się efektami energetycznymi, które towarzyszą reakcjom chemicznym.

Już wiesz

- że substancje biorące udział w reakcji chemicznej to substraty, a substancje otrzymane w jej wyniku to produkty;
- przebieg reakcji chemicznych zapisujemy za pomocą równań, używając symboli pierwiastków i wzorów związków chemicznych;
- cyfry umieszczane przed symbolami pierwiastków i wzorami związków chemicznych w równaniach reakcji chemicznej to współczynniki stechiometryczne;
- reakcje chemiczne można podzielić na reakcje syntezy, analizy i wymiany.

Nauczysz się

- wyjaśniać, co to są reakcje egzoenergetyczne i endoenergetyczne;
- podawać przykłady reakcji egzoenergetycznych i endoenergetycznych zachodzących w otoczeniu;
- opisywać doświadczenia chemiczne, uwzględniając: szkło i sprzęt laboratoryjny; odczynniki chemiczne, schemat aparatury, obserwacje i wnioski;
- stosować zasady bezpieczeństwa podczas wykonywania doświadczeń chemicznych.

1. Jakie efekty mogą towarzyszyć reakcjom chemicznym?

Wszystkim reakcjom chemicznym towarzyszy efekt energetyczny. Pod tym pojęciem rozumiemy wydzielanie energii do otoczenia bądź jej pobieranie przez reagujące ze sobą substancje. Podczas przemiany substratów w produkty układ może oddawać do otoczenia energię w różnej postaci – w formie ciepła, światła, pracy lub nawet elektryczności. Energia tego samego rodzaju podczas innych przemian chemicznych może być pobierana przez reagujące ze sobą substraty. To, czy w czasie reakcji energia będzie wydzielana, czy pobierana energia, zależy od reagujących ze sobą substancji.

Gwałtowny przebieg reakcji magnezu z tlenem pozwala nam nazwać tę reakcję spalaniem

Zaskakujące może być to, że niezależnie od tego, czy reagujące ze sobą substancje wydzielają, czy pobierają energię, każda przemiana chemiczna wymaga pewnego nakładu energii, bez którego nie można jej zainicjować. Zanim skorzysta się z ciepła wydzielającego się podczas reakcji węgla z tlenem (spalania węgla), należy dostarczyć substratom odpowiednią ilość energii. Po zainicjowaniu reakcja (spalanie) przebiega już samorzutnie. Nie inaczej dzieje się w czasie poruszania się pojazdów mechanicznych. Ani benzyna, ani olej napędowy nie ulegają natychmiastowemu zapaleniu się w obecności tlenu z powietrza. Potrzebny jest jeszcze dodatkowy czynnik (energia), który zapoczątkowałby tę reakcję. W silnikach benzynowych jest to iskra elektryczna, natomiast w silnikach Diesla – sprężanie (zmniejszanie objętości) i ogrzewanie paliwa. Dopiero te impulsy inicjują reakcję paliwa z tlenem, która zachodzi z wydzieleniem energii.

Podczas pokazu sztucznych ogni podpala się lont, który dostarczy energii potrzebnej do zapoczątkowania reakcji między składnikami pirotechnicznej mieszaniny

Wszystkie reakcje różnią się między sobą ilością energii wymaganej do ich zapoczątkowania. Są przemiany, do których zainicjowania wystarczy niewielki nakład energii, na przykład lekki wstrząs, tak jak w przypadku substancji wchodzących w skład materiałów wybuchowych. Niektóre natomiast potrzebują większej ilości energii, aby zapoczątkować przemianę substratów w produkty.

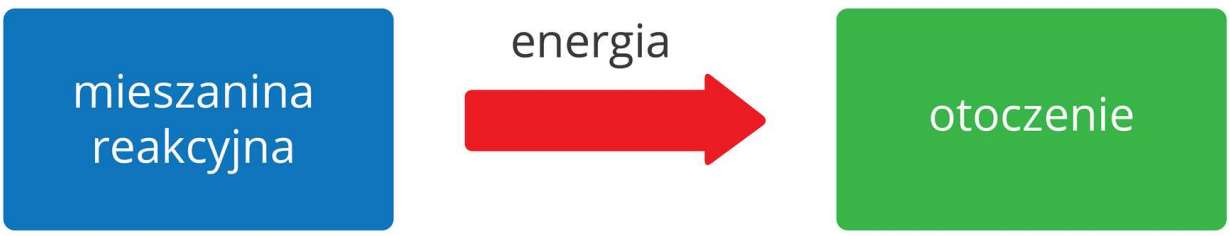
2. Czym różnią się od siebie reakcja utleniania i reakcja spalania?

Proces łączenia się substancji z tlenem może zachodzić powoli. Przykładem takiego procesu jest utlenianie żelaza do tlenku żelaza(III), który jest głównym składnikiem rdzy: stalowe lub żelazne części różnych przedmiotów rdzewieją stopniowo, bez widocznych efektów energetycznych. Może on także przebiegać bardzo gwałtownie, z wydzieleniem się energii w postaci dużej ilości ciepła i światła. W tym drugim przypadku mówimy o spalaniu. Reakcja spalania jest reakcją z tlenem, która przebiega stosunkowo szybko, w gwałtowny sposób; towarzyszą jej efekty cieplne, świetlne a czasem nawet dźwiękowe.

Rdzewienie żelaza i stali na powietrzu – przykład powolnej reakcji z tlenem

3. Jakie rodzaje reakcji chemicznych wyróżnia się ze względu na efekt energetyczny?

Wszystkim reakcjom chemicznym towarzyszą efekty energetyczne. Czasami są to efekty widoczne gołym okiem, a niekiedy – zmiany tak małe, że mogą zostać niezauważone. W zależności od kierunku przepływu energii przemiany chemiczne dzieli się na dwie grupy. Reakcje, podczas których dochodzi do wydzielania energii do otoczenia, nazywa się reakcjami egzoenergetycznymi. Te natomiast, którym towarzyszy przyjmowanie energii z otoczenia, to reakcje endoenergetyczne. Energia wydzielana lub przyjmowana przez reagujące ze sobą substancje może mieć postać ciepła, światła lub pracy.



Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

4. Jakie znamy przykłady reakcji egzoenergetycznych i endoenergetycznych?

Doświadczenie 1

Problem badawczy

Czy reakcja glinu z tlenem jest procesem egzoenergetycznym, czy endoenergetycznym?

Hipoteza

Reakcja glinu z tlenem to proces egzoenergetyczny.

Co będzie potrzebne

- glin w postaci pyłu,
- kolba napełniona tlenem,
- łyżka do spalań umieszczona w korku dopasowanym do szyjki kolby stożkowej,
- palnik gazowy.

Instrukcja

1. Napełnij łyżkę do spalań glinem w postaci pyłu.
2. Umieść łyżkę z glinem w płomieniu palnika.
3. Gdy pył glinowy zaczyna się żarzyć, natychmiast przenieś go na łyżce do kolby z tlenem.
4. Obserwuj zachodzące zmiany. Doświadczenie wykonuj w okularach ochronnych.

Podsumowanie

Pył glinowy pali się jasnym, oślepiającym płomieniem. Z glinu o połysku metalicznym powstaje substancja stała o białej barwie.
W wyniku reakcji glinu z tlenem powstaje tlenek glinu:

$$4\mathrm{Al} + 3\mathrm{O_2} \rightarrow 2\mathrm{Al_2O_3}$$

$$\mathrm{glin} + \mathrm{tlen} \rightarrow \mathrm{tlenek\ glinu}$$

Podczas tej przemiany wydziela się energia, dlatego jest to reakcja egzoenergetyczna. Reakcja glinu z tlenem jest reakcją utlenienia. Z uwagi na to, że ma gwałtowny przebieg, bo towarzyszy jej oddawanie energii w postaci światła i ciepła, stanowi szczególną jej odmianę, a mianowicie reakcję spalania. Stosując odpowiedni zapis w równaniu reakcji, można podkreślić efekt energetyczny przeprowadzonej reakcji utleniania:

$$4\mathrm{Al} + 3\mathrm{O_2} \rightarrow 2\mathrm{Al_2O_3} + \mathrm{energia}$$

Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Źródło: Tomorrow Sp. z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Film rozpoczyna ujęcie stołu laboratoryjnego, na którym stoją palnik gazowy, nakryta kolba stożkowa, szkiełko zegarkowe z pyłem aluminiowym oraz oryginalne opakowanie z pyłem. Demonstrator w rękawicy nabiera na łyżkę do spalań pyłu glinowego i umieszcza łyżkę z glinem w płomieniu palnika. Po krótkiej chwili pył rozżarza się. Łyżka przeniesiona zostaje do wnętrza kolby, gdzie rozpala się jasnym światłem. Obraz wideo wygasza się, zastępuje go kolby z łyżką zawierającą produkt reakcji, czyli biały proszek. Pod zdjęciem pojawia się zapis reakcji: cztery atomy glinu plus trzy cząsteczki tlenu dają dwie cząsteczki tlenku glinu. Reakcja opisana zostaje jako egzoenergetyczna.

Doświadczenie 2

Problem badawczy

Czy rozkład substancji zawartej w proszku do pieczenia jest reakcją egzoenergetyczną, czy endoenergetyczną?

Hipoteza

Rozkład substancji zawartej w proszku do pieczenia jest reakcją endoenergetyczną.

Co będzie potrzebne

- proszek do pieczenia,
- woda,
- probówka,
- statyw,
- łapa do probówki,
- palnik gazowy,
- korek z rurką odprowadzającą,
- łyżeczka,
- zlewka.

Instrukcja

1. Do probówki wsyp 2 łyżeczki (3–4 g) proszku do pieczenia.
2. Probówkę zamknij korkiem z rurką odprowadzającą. Koniec rurki zanurz w zlewce z wodą.
3. Ogrzewaj zawartość probówki w płomieniu palnika.
4. Obserwuj zachodzące zmiany.

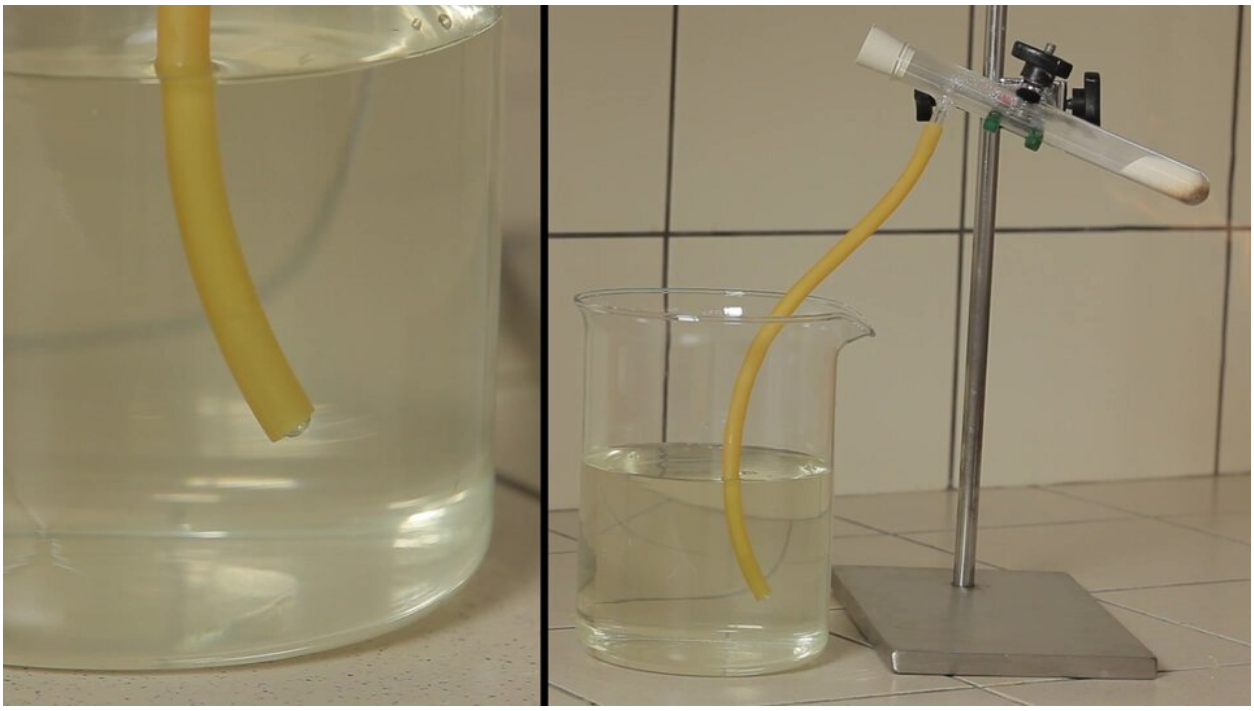
Podsumowanie

Po pewnym czasie z probówki wydziela się gaz.
Podczas ogrzewania zawarty w proszku do pieczenia wodorowęglan sodu ulega rozkładowi, co można przedstawić w postaci równania reakcji:

$$2\mathrm{NaHCO_3} \xrightarrow{\text{temperatura}} \mathrm{Na_2CO_3} + \mathrm{CO_2} + \mathrm{H_2O}$$

$$\text{wodorowęglan sodu} \rightarrow \text{węglan sodu} + \text{dwutlenek węgla} + \text{woda}$$

W wyniku reakcji analizy wodorowęglanu powstają węglan sodu (ciało stałe), dwutlenek węgla i woda w stanie gazowym. Para wodna ulega skropleniu na ściankach probówki.
Rozkład termiczny wodorowęglanu sodu następuje tylko podczas dostarczania ciepła do mieszaniny reakcyjnej. Jest to przykład reakcji endoenergetycznej.



Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Źródło: Tomorrow Sp. z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Film rozpoczyna ujęcie opakowania proszku do pieczenia. Obok niego stoi szkiełko zegarkowe z niewielką ilością proszku. Następuje zmiana ujęcia na przedstawiające zestaw laboratoryjny składający się ze statywu, probówki, gumowego wężyka, zlewki z wodą i ręcznego palnika. Probówka z badaną substancją wypełniającą ją w jednej piątej wysokości jest zamontowana w łapie statywu pod niewielkim kątem do poziomu, a odchodzący od niej wężyk gumowy sięga do dna zlewki z wodą ustawionej obok. Ręka demonstratora przystawia pod probówkę płonący palnik i po chwili z wężyka zanurzonego w wodzie zaczynają wypływać pęcherzyki bezbarwnego gazu. W momencie przerwania ogrzewania gaz również przestaje się wydzielać, a w momencie ponownego ogrzania zawartości reakcja ulega wznowieniu. Następuje zmiana widoku na zdjęcie fragmentu opakowania proszku do pieczenia zawierającego skład. Zaznaczony zostaje napis Wodorowęglan sodu. Następuje ponownie ujęcie przedstawiające przebieg eksperymentu, a następnie przełączenie na zdjęcie przedstawiające wnętrze piekarnika i foremki z surowym ciastem chlebowym. Na kolejnym zdjęciu widać dwa upieczone, wyraźnie wyższe bochenki chleba. Następne zdjęcie przedstawia ciasto w przekroju wraz z widocznymi w nim porami powstałymi z pęcherzyków gazu. Następuje przejście do rozmytego ujęcia pokazanego wcześniej doświadczenia, na tle którego pojawia się zapis reakcji: wodorowęglan sodu w wyniku oddziaływania wysoką temperaturą daje węglan sodu, wodę i dwutlenek węgla. Po chwili pojawia się dodatkowy komentarz tekstowy: Reakcja zachodzi tylko podczas ogrzewania - reakcja endoenergetyczna.

Reakcje egzoenergetyczne to nie tylko te, którym towarzyszy emisja ciepła i światła. To także reakcje, podczas których zostaje wykonana praca przez wydzielający się gaz. Gdy ciecze i substancje stałe reagują ze sobą, tworząc gaz, może nastąpić tysiąckrotny, a nawet i większy wzrost objętości powstających produktów w stosunku do objętości substratów. Powstający gaz wypiera powietrze atmosferyczne. Jeśli przyrost objętości następuje w bardzo krótkim czasie, dochodzi do eksplozji.
W poduszkach samochodowych wykorzystuje się azydek sodu – substancję o wzorze NaN_3. Ten związek chemiczny podczas zderzenia, pod wpływem impulsu elektrycznego, natychmiast ulega rozkładowi. Powstaje wtedy azot, który w ułamku sekundy wypełnia całą poduszkę powietrzną i chroni pasażera przed dodatkowymi urazami. Reakcja analizy azydku sodu zachodzi według równania:

$$2NaN_3 \rightarrow 2Na + 3N_2$$

$$\text{azydek sodu} \rightarrow \text{sód} + \text{azot}$$

Związek chemiczny stosowany w poduszkach powietrznych wybucha pod wpływem nagłego impulsu elektrycznego. W ułamku sekundy następuje jego rozkład, wydziela się ogromna ilość gazu, który w krótkim czasie wypełnia poduszkę powietrzną. Reakcja analizy tej substancji jest reakcją egzoenergetyczną, podczas której układ wydziela energię w postaci pracy

Rośliny potrafią w procesie zwanym fotosyntezą z dwutlenku węgla i wody w obecności światła słonecznego wytworzyć pokarm (glukozę) i tlen. Jest to proces endoenergetyczny, gdyż wymaga dostarczania energii (w postaci światła słonecznego)

Podsumowanie

- Wszystkie reakcje chemiczne, aby mogły się rozpocząć, wymagają pewnego nakładu energii. Każda przemiana chemiczna potrzebuje innej ilości tej energii.
- Ze względu na efekty energetyczne reakcje chemiczne dzielimy na egzoenergetyczne i endoenergetyczne.
- Reakcje egzoenergetyczne to przemiany chemiczne, podczas których następuje wydzielenie się energii z układu reakcyjnego do otoczenia w postaci ciepła, światła czy pracy.
- Reakcje endoenergetyczne to przemiany chemiczne przebiegające z pobieraniem energii z otoczenia.
- Reakcje spalania zawsze zachodzą z wydzieleniem energii, dlatego zaliczają się do reakcji egzoenergetycznych.

> **Praca domowa**

Polecenie 1.1

Przemiany pokarmów w organizmie ludzkim są reakcjami egzoenergetycznymi. Znajdź informacje na temat ilości energii, jaką można uzyskać ze spalenia określonej masy (100 g) składników pokarmowych: węglowodanów, białek i tłuszczów. Oceń, który z pokarmów dostarcza najwięcej energii?

Słowniczek

reakcja egzoenergetyczna

przemiana chemiczna, podczas której następuje wydzielenie energii z układu do otoczenia

reakcja endoenergetyczna

przemiana chemiczna, która przebiega z pobieraniem energii z otoczenia

reakcja spalania

rodzaj reakcji utleniania, która polega na gwałtownym łączeniu się substancji z tlenem, czemu często towarzyszą efekty: świetlny, cieplny, a czasem dźwiękowy

Zadania

Ćwiczenie 1

Oceń, czy podane zdania są prawdziwe, czy fałszywe.

	Prawda	Fałsz
Reakcja egzoenergetyczna to reakcja przebiegająca z pochłanianiem energii z otoczenia.	◯	◯
Reakcje spalania to gwałtowna reakcja z tlenem, której towarzyszą wydzielanie ciepła i świecenie.	◯	◯
Reakcja endoenergetyczna to reakcja przebiegająca z wydzielaniem przez reagujący układ energii w postaci ciepła lub wykonywanej pracy.	◯	◯

Źródło: Agnieszka Kamińska-Ostęp, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 2

Oceń, czy podane zdania są prawdziwe, czy fałszywe.

	Prawda	Fałsz
Wszystkie reakcje z tlenem zachodzą gwałtownie.	◯	◯
Reakcje egzoenergetyczne wystarczy zapoczątkować, a dalej przebiegają one samorzutnie.	◯	◯
Każda reakcja spalania jest reakcją egzoenergetyczną.	◯	◯
Reakcja rozkładu wodorowęglanu sodu (składnika proszku do pieczenia odpowiedzialnego za rośnięcie ciasta) jest reakcją endoenergetyczną.	◯	◯
Każda reakcja endoenergetyczna z chwilą przerwania dopływu energii przebiega dalej samorzutnie.	◯	◯

Źródło: Agnieszka Kamińska-Ostęp, Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 3

Przydziel do odpowiednich kategorii wymienione przemiany.

reakcje egzoenergetyczne

reakcje endoenergetyczne

reakcja glinu z tlenem

rozkład termiczny tlenku rtęci(II)

rozkład wodorowęglanu sodu (składnika proszku do pieczenia) pod wpływem temperatury

spalanie gazu ziemnego

fotosynteza

samozapalenie się pyłu węglowego

reakcja magnezu z tlenem

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 4

Grupa uczniów przeprowadziła doświadczenie chemiczne polegające na zmieszaniu dwóch reagujących ze sobą cieczy (A i B) i obserwowaniu efektów reakcji. Uczniowie zbadali temperaturę obu cieczy oraz temperaturę ich mieszaniny. Wyniki pomiarów były następujące:
temperatura cieczy A = 22°C
temperatura cieczy B = 22°C
temperatura mieszaniny (A + B) = 44°C
Jakie wnioski można wyciągnąć z dokonanych przez uczniów obserwacji.

- [ ] Podczas reakcji wydzieliła się energia w formie światła.
- [ ] Reakcji nie towarzyszy żaden efekt energetyczny.
- [ ] Podczas reakcji wydzieliła się energia w postaci ciepła.
- [ ] Podczas reakcji wydzieliła się energia na sposób pracy.
- [ ] Przeprowadzona reakcja jest reakcją endoenergetyczną.
- [ ] Przeprowadzona reakcja jest reakcją egzoenergetyczną.

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 5

Uzgodnij równanie reakcji egzoenergetycznej, wykorzystywanej w detonatorach do inicjowania eksplozji materiałów wybuchowych. Wskaż ciąg liczb przedstawiający w kolejności współczynniki stechiometryczne występujące w równaniu reakcji:
$\ldots\mathrm{Pb(N_3)_2} \rightarrow \ldots\mathrm{Pb} + \ldots\mathrm{N_2}$

- ◯ 3, 3, 2
- ◯ 3, 2, 2
- ◯ 1, 2, 3
- ◯ 2, 2, 3
- ◯ 1, 1, 3

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 6

Reakcja litu z tlenem, w której powstaje tlenek litu, jest reakcją egzoenergetyczną. Wskaż zapis uwzględniający ten efekt energetyczny reakcji.

- ◯ $\text{tlenek litu} + \text{energia} \rightarrow \text{lit} + \text{tlen}$
- ◯ $\text{lit} + \text{tlen} + \text{energia} \rightarrow \text{tlenek litu}$
- ◯ $\text{lit} + \text{tlen} \rightarrow \text{tlenek litu} + \text{energia}$
- ◯ $\text{lit} + \text{tlen} \rightarrow \text{tlenek litu}$

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Obliczanie mas cząsteczkowych

Cząsteczki mają niezmiernie małą masę, dlatego – podobnie jak masę atomów – wyraża się ją w atomowych jednostkach masy. Masa cząsteczek zależy od masy atomów, które wchodzą w ich skład. Do określania masy cząsteczkowej niezbędna jest znajomość wzoru związku chemicznego. Na jego podstawie można także ustalić udział każdego pierwiastka w całej masie związku chemicznego.

Już wiesz

- że do określania masy atomowej stosuje się atomową jednostkę masy, tj. 1 unit = $1{,}66 \cdot 10^{-24}$ g;
- masy atomowe to masa atomu wyrażone w atomowych jednostkach masy;
- masa atomowa pierwiastka chemicznego to wielkość uśredniona, zależna od zawartości procentowej poszczególnych izotopów.

Nauczysz się

- obliczać masę cząsteczkową prostych związków chemicznych;
- określać stosunki masowe pierwiastków w związkach chemicznych;
- ustalać skład procentowy związku chemicznego.

1. Co to jest masa atomowa pierwiastka?

Masa atomu jest bardzo mała, stanowi tylko niewielką część grama (około 10^{-24} g). Z tego względu wyraża się ją w atomowych jednostkach masy, zwanych unitami. Wartość jednego unitu wynosi 0,000000000000000000000000166 g ($1{,}66 \cdot 10^{-24}$ g).

Atomy należące do tego samego pierwiastka mogą różnić się masą z uwagi na możliwość występowania odmian tego pierwiastka różniących się liczbą neutronów w jądrze. Dlatego masa atomowa pierwiastka jest średnią ważoną jego mas izotopowych. Przy jej obliczaniu uwzględniamy zawartość procentową izotopów danego pierwiastka. Średnie masy atomowe pierwiastków są podane w układzie okresowym.

Masa atomowa jest niepowtarzalną cechą pierwiastka i nie ma dwóch różnych pierwiastków, które miałyby jednakową jej wartość. Dlatego też znając tylko masę atomową, można zidentyfikować pierwiastek.

Zasób interaktywny dostępny pod adresem https://zpe.gov.pl/a/D1BibgbAf

Źródło: Michał Szymczak, licencja: CC BY 3.0.

> **Polecenie 1**
>
> Korzystając z układu okresowego, odszukaj pierwiastki o masach atomowych: 32 u, 23 u, 4 u i 40 u, a następnie podaj ich nazwy oraz symbole chemiczne.

2. Jak obliczamy masę cząsteczkową związku chemicznego?

Związki chemiczne są zbudowane z cząsteczek lub tworzą sieci krystaliczne, w których jony występują w określonym stosunku ilościowym. Wzór sumaryczny związku przedstawia budowę cząsteczki lub – gdy jest to związek jest jonowy – odpowiada najprostszemu stosunkowi stechiometrycznemu tworzących związek jonów. Masa tych najmniejszych struktur związków chemicznych, wyrażona w atomowych jednostkach masy, jest nazywana masą cząsteczkową związku. Mimo że w nazwie tej występuje wyraz „cząsteczkowa", to jednak jej zakres nie ogranicza się tylko do związków cząsteczkowych, ale obejmuje także substancje zbudowane z jonów.

Masa cząsteczkowa związku chemicznego jest równa sumie mas atomowych pierwiastków wchodzących w skład najmniejszej struktury związku chemicznego, która jest opisana wzorem chemicznym związku.

> **Ważne!**
>
> Masę atomową poszczególnych pierwiastków można odczytać z układzie okresowym. Jest ona zazwyczaj wyrażona liczbą niecałkowitą, z kilkoma cyframi po przecinku. W typowych

obliczeniach chemicznych masy atomowe zaokrągla się do liczb całkowitych*. Jedynymi wyjątkami są masy atomowe chloru i miedzi:

$$\text{masa atomowa chloru} = 35{,}5\ \text{u}$$

$$\text{masa atomowa miedzi} = 63{,}5\ \text{u}$$

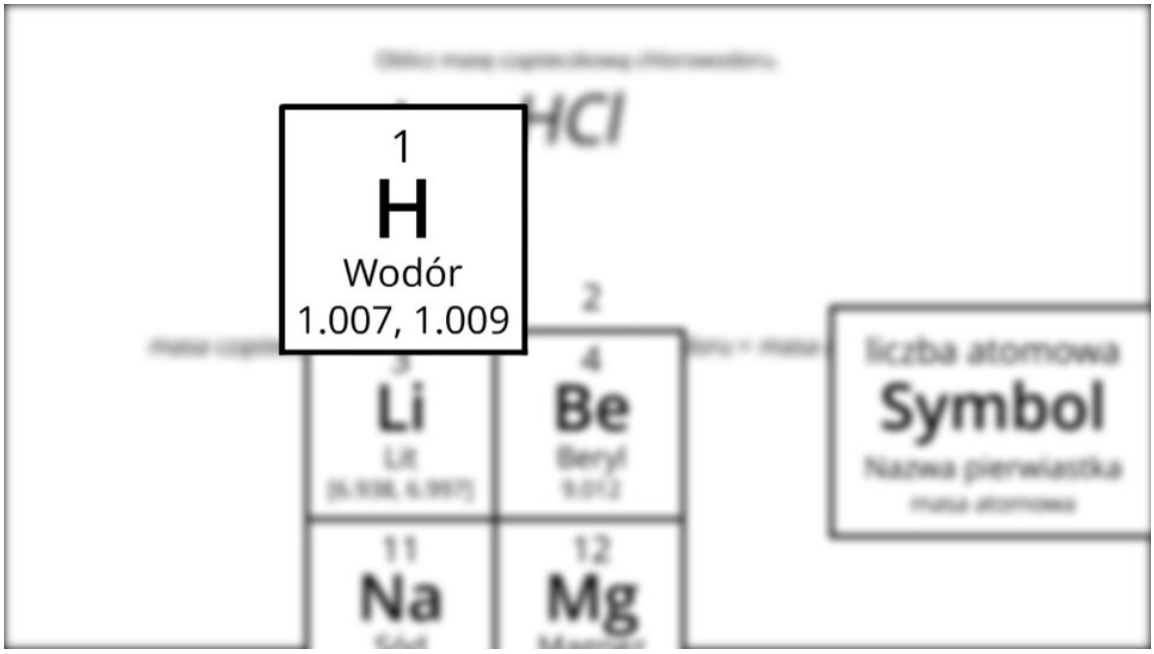
*Dokonując przybliżeń, trzeba kierować się pewnymi zasadami:
1. Jeśli pierwsza cyfra po przecinku jest mniejsza od 5, to odrzucamy wszystkie cyfry znajdujące się za przecinkiem, na przykład:

$$\text{masa atomowa magnezu} = 24{,}31\ \text{u} \approx 24\ \text{u}$$

2. Jeśli cyfra znajdująca się jako pierwsza po przecinku jest większa od 5, to zwiększamy cyfrę odpowiadającą jedności o 1, na przykład:

$$\text{masa atomowa litu} = 6{,}94u \approx 7u$$

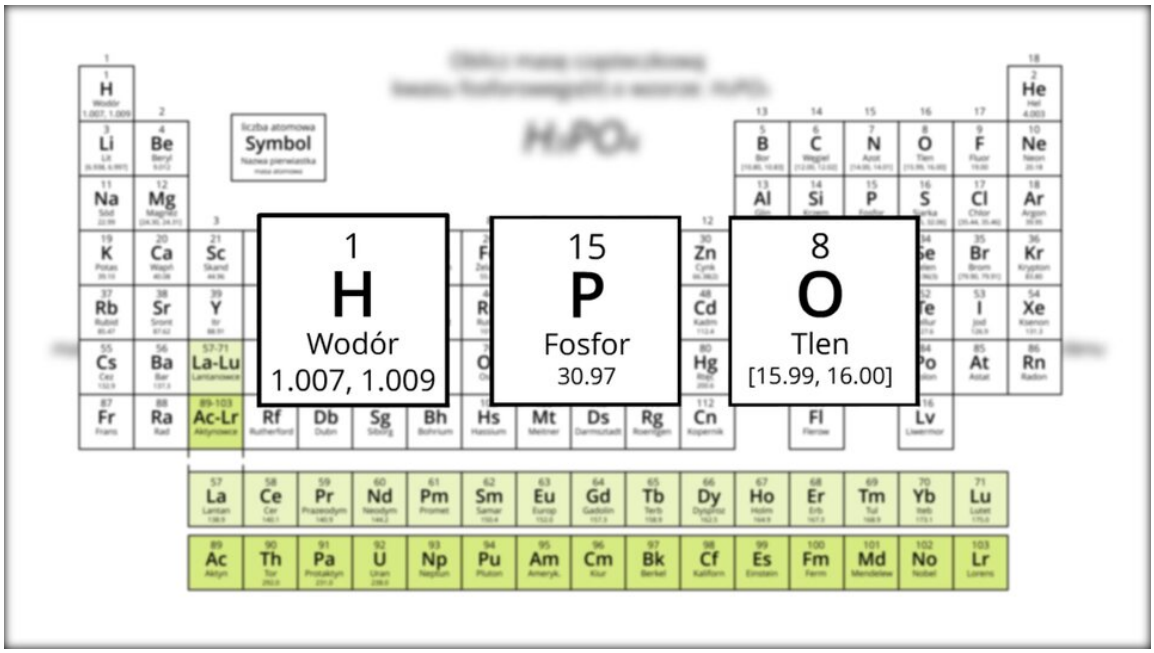
3. Dla chloru i dla miedzi pierwsza cyfra po przecinku wynosi 5 (ich mas atomowych nie zaokrągla się do liczb całkowitych).



Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Źródło: Tomorrow Sp. z o.o., licencja: CC BY 3.0.

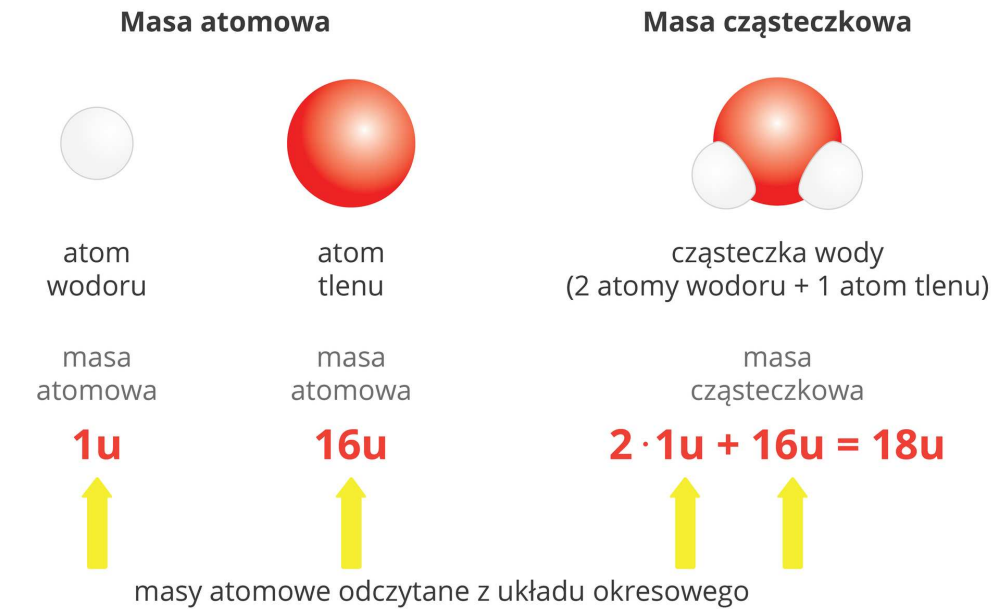
Film rozpoczyna się od planszy z treścią zadania: Oblicz masę cząsteczkową chlorowodoru. Pod spodem pojawia się wzór cząsteczki: HCl. Następnie pojawia się informacja, że masa cząsteczkowa HCl jest równa sumie masy atomowej wodoru i masy atomowej chloru. Wyświetlony zostaje układ okresowy pierwiastków, na którym dokonane zostają zbliżenia pól dla wodoru i chloru. Następuje powrót do poprzedniej planszy, podstawienie danych do wzoru i przeprowadzenie obliczeń. Pojawia się wynik końcowy: Masa cząsteczkowa chlorowodoru wynosi 36 i pół unita.



Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Źródło: Tomorrow Sp. z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Film rozpoczyna się od planszy z treścią zadania: Oblicz masę cząsteczkową kwasu fosforowego pięć. Pod spodem pojawia się wzór cząsteczki: H3PO4. Następnie pojawia się informacja, że masa cząsteczkowa H3PO4 jest równa sumie mas atomowych trzech atomów wodoru, atomu fosforu i czterech atomów tlenu. Wyświetlony zostaje układ okresowy pierwiastków, na którym dokonane zostają zbliżenia pól dla wodoru, fosforu i tlenu. Następuje powrót do poprzedniej planszy, podstawienie danych do wzoru i przeprowadzenie obliczeń. Pojawia się wynik końcowy: Masa cząsteczkowa kwasu fosforowego pięć wynosi 98 unitów.



Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

Masy cząsteczkowe przykładowych związków chemiczny

Wzór sumaryczny	Nazwa związku	Wyrażenie na masę cząsteczkową związku
$NaCl$	chlorek sodu	masa atomowa chloru + masa atomowa s $35,5\ u + 23\ u$
$AlCl_3$	chlorek glinu	masa atomowa glinu + 3 · masa atomowa $27\ u + 3 \cdot 35,5\ u$
CH_4	metan	masa atomowa węgla + 4 · masa atomowa $12\ u + 4 \cdot 1\ u$
H_2SO_4	kwas siarkowy(VI)	2 · masa atomowa wodoru + masa atomowa siarki + 4 · $2 \cdot 1\ u + 32\ u + 4 \cdot 16\ u$
$C_{12}H_{22}O_{11}$	sacharoza	12 · masa atomowa węgla + 22 · masa atomowa wodoru + 1 $12 \cdot 12\ u + 22 \cdot 1\ u + 11 \cdot 16\ u$
$Mg(OH)_2$	wodorotlenek magnezu	masa atomowa magnezu + 2 · masa atomowa tlenu + 2 · $24\ u + 2 \cdot 16\ u + 2 \cdot 1\ u$

3. Kiedy posługujemy się pojęciem masy cząsteczkowej pierwiastka chemicznego?

Niektóre pierwiastki chemiczne, takie jak: wodór, azot, tlen, fluor, chlor, brom czy jod, występują w postaci cząsteczek dwuatomowych. Określając ich masę posługujemy się pojęciem masy cząsteczkowej pierwiastka. Masa cząsteczkowa pierwiastka chemicznego jest iloczynem jego masy atomowej i liczby atomów tworzących cząsteczkę.
Na przykład masa cząsteczkowa azotu zbudowanego z cząsteczek dwuatomowych o wzorze N_2, wynosi:

$$2 \cdot \text{masa atomowa azotu} = 2 \cdot 14\ u = 28\ u$$

Masy cząsteczkowe przykładowych pierwiastków

Nazwa pierwiastka	Budowa cząsteczki pierwiastka	Obliczenia masy cząsteczkowej	Masa cząsteczkowa [u]
azot	N_2	$2 \cdot \text{masa atomowa azotu} = 2 \cdot 14\ u$	28
tlen	O_2	$2 \cdot \text{masa atomowa tlenu} = 2 \cdot 16\ u$	32

Nazwa pierwiastka	Budowa cząsteczki pierwiastka	Obliczenia masy cząsteczkowej	Masa cząsteczkowa [u]
fluor	F_2	$2 \cdot$ masa atomowa fluoru $= 2 \cdot 19$ u	38
chlor	Cl_2	$2 \cdot$ masa atomowa chloru $= 2 \cdot 35{,}5$ u	71
brom	Br_2	$2 \cdot$ masa atomowa bromu $= 2 \cdot 80$ u	160
jod	I_2	$2 \cdot$ masa atomowa jodu $= 2 \cdot 127$ u	254
fosfor	P_4	$4 \cdot$ masa atomowa siarki $= 4 \cdot 31$ u	124
siarka	S_8	$8 \cdot$ masa atomowa siarki $= 8 \cdot 32$ u	256

4. Jak obliczamy stosunek liczby atomów poszczególnych pierwiastków w związku chemicznym?

Na podstawie wzoru sumarycznego związku chemicznego można określić wzajemny stosunek liczby atomów (lub jonów) poszczególnych pierwiastków tworzących ten związek. Na przykład w chlorowodorze o wzorze sumarycznym HCl na jeden atom wodoru przypada jeden atom chloru. Stosunek liczby atomów wodoru do liczby atomów chloru równy jest 1 : 1. W przypadku wody, której wzór sumaryczny jest następujący: H_2O, stosunek liczby atomów wodoru do liczby atomów tlenu wynosi 2 : 1.

liczba atomów wodoru	:	liczba atomów fosforu	:	liczba atomów tlenu
3	:	1	:	4

Źródło: Krzysztof Jaworski, Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Stosunek liczb atomów (lub jonów) poszczególnych pierwiastków w wybranych związkach che

Wzór chemiczny związku	**Nazwa związku**	**Rodzaj stosunku liczbowego***
$NaCl$	chlorek sodu	liczba kationów sodu : liczba anionów chlorkowych
$AlCl_3$	chlorek glinu	liczba kationów glinu : liczba anionów chlorkowych
H_2SO_4	kwas siarkowy(VI)	liczba atomów wodoru : liczba atomów siarki : liczba atomów tlen
$C_{12}H_{22}O_{11}$	sacharoza	liczba atomów węgla : liczba atomów wodoru : liczba atomów tlen
*Nie jest wielkim błędem, jeśli niezależnie od rodzaju związku (kowalencyjny czy jonowy) w opisie liczbowego będziemy posługiwać się pojęciem atom.		

5. Jak obliczamy stosunek masowy poszczególnych pierwiastków w związku chemicznym?

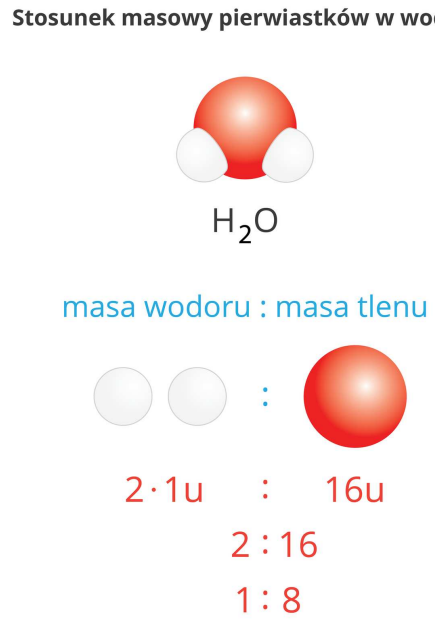
Wzór sumaryczny związku chemicznego zawiera informacje o tym, jakie pierwiastki wchodzą w jego skład tego związku oraz w jakich stosunkach ilościowych łączą się one ze sobą. Mając taką wiedzę, łatwo obliczyć stosunek masowy poszczególnych pierwiastków. Wielkość ta jest określana jako stosunek mas atomów poszczególnych pierwiastków wchodzących w skład związku chemicznego. W cząsteczce chlorowodoru o wzorze HCl występuje jeden atom wodoru o masie atomowej 1 u i jeden atom chloru o masie atomowej 35,5 u. Stosunek masowy wodoru do chloru w cząsteczce chlorowodoru wynosi zatem 1 : 35,5.

W związku o wzorze ogólnym:

$$A_xB_y$$

stosunek masowy jest następujący:

$$x \cdot \text{masa atomowa pierwiastka A} : y \cdot \text{masa atomowa pierwiastka B}$$



Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

Stosunek masowy pierwiastków w wybranych związkach chem

Wzór chemiczny związku	Nazwa związku	Wyrażenie na stosunek masowy
$NaCl$	chlorek sodu	masa atomowa sodu : masa atomowa chloru
$AlCl_3$	chlorek glinu	masa atomowa glinu : 3 · masa atomowa chloru
H_2SO_4	kwas siarkowy(VI)	2 · masa atomowa wodoru : masa atomowa siarki : 4· masa atc
$C_{12}H_{22}O_{11}$	sacharoza	12 · masa atomowa węgla : 22 · masa atomowa wodoru : 11 · masa

6. Jak obliczamy procentową zawartość pierwiastka w związku chemicznym?

Zawartość procentową pierwiastka w związku chemicznym oblicza się według następującego wzoru:

$$\frac{\text{masa atomów danego pierwiastka w najmniejszej strukturze związku chemicznego [u]}}{\text{masa cząsteczkowa związku chemicznego [u]}} \cdot 100\ \%$$

gdzie:

a atomów pierwiastka = liczba atomów pierwiastka we wzorze związku · masa atomowa pierwias

Zawartość procentowa pierwiastka w związku chemicznym to stosunek masy atomów tego pierwiastka (wyrażonej w unitach) w najmniejszej części związku chemicznego do masy cząsteczkowej związku, pomnożony przez 100%. Za najmniejszą część związku chemicznego w przypadku związków kowalencyjnych uważa się cząsteczkę, a w związkach o budowie jonowej – najmniejszy zbiór powtarzających się jonów.

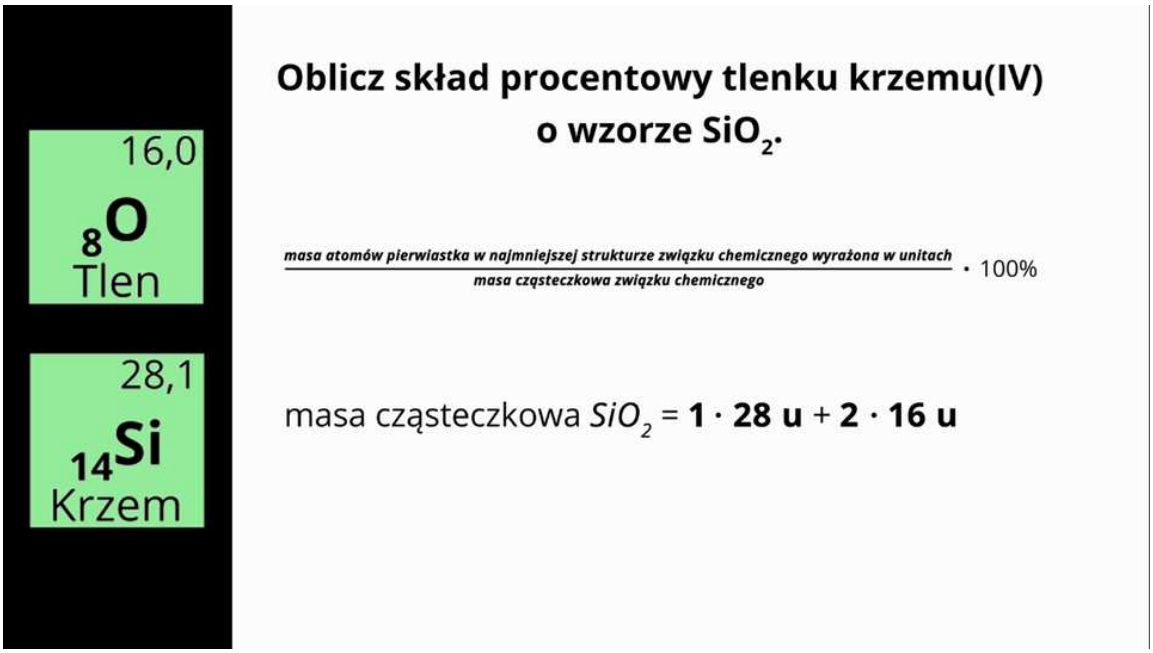
Zawartość procentowa to udział masowy, jaki ma dany pierwiastek w całej masie związku chemicznego. Dlatego czasami wielkość ta jest nazywana procentową zawartością masową. Gdy podane są zawartości procentowe wszystkich pierwiastków tworzących związek, wtedy mówimy o procentowym składzie związku chemicznego.

Skład procentowy chlorowodoru (procentowa zawartość wodoru i chloru w chlorowodorze)

Wzór sumaryczny chlorowodoru	HCl
Stosunek liczby atomów wodoru do liczby atomów chloru	$1:1$
Masa cząsteczkowa chlorowodoru	36,5 u
Procentowa zawartość wodoru	$\frac{\text{masa atomowa wodoru}}{\text{masa cząsteczkowa chlorowodoru}} \cdot 100\% = \frac{1\ \text{u}}{36{,}5\ \text{u}} \cdot 100\ \% = 2{,}74\%$
Procentowa zawartość chloru	$\frac{\text{masa atomowa chloru}}{\text{masa cząsteczkowa chlorowodoru}} \cdot 100\% = \frac{35{,}5\ \text{u}}{36{,}5\ \text{u}} \cdot 100\ \% = 97{,}26\%$
Suma zawartości procentowych wodoru i chloru	$2{,}74\% + 97{,}26\% = 100\%$

Suma zawartości procentowej wszystkich pierwiastków wchodzących w skład związku chemicznego jest zawsze równa 100%. To oznacza, że nie znając zawartości procentowej jednego pierwiastka wchodzącego w skład związku, można ją łatwo obliczyć na podstawie znajomości tej wartości dla pozostałych składników tego związku.

> **Polecenie 2**
>
> Jaka jest zawartość tlenu w tlenku magnezu o wzorze MgO, jeśli zawartość procentowa magnezu w tym związku wynosi 60%?



Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Źródło: Marcin Sadomski, Kevin MacLeod (http://incompetech.com), Krzysztof Jaworski, Tomorrow Sp. z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Nagranie prezentuje sposób obliczania składu procentowego na przykładzie cząsteczki tlenku krzemu o wzorze SiO2. Film zaczyna się od planszy z treścią zadania, pod którą pojawia się informacja: Skład procentowy związku to zawartość procentowa wszystkich pierwiastków tworzących związek chemiczny. Następnie pojawiają się pytania o zawartość procentową krzemu oraz tlenu w związku. Wzór na tę zawartość to masa atomów pierwiastka w najmniejszej strukturze związku chemicznego wyrażona w unitach podzielona przez masę cząsteczkową związku chemicznego, pomnożona przez 100 procent. Następnie następuje obliczenie masy cząsteczkowej SiO2. Po lewej stronie ekranu pojawia się czarny pasek z wyciętymi z układu okresowego pierwiastków kwadratami dla tlenu i krzemu. W równanie masy cząsteczkowej podłożone zostają odpowiednie wartości mas atomowych: 28 u dla krzemu i 16 u dla tlenu. Wynik obliczeń to 28 u plus 2 razy 16 u, czyli 60 unitów. Po podłożeniu wszystkich wartości do wzorów na zawartości procentowe wyniki wynoszą 28 unitów przez 60 unitów razy 100%, czyli 46,7 procent dla krzemu oraz 2 razy 16 unitów przez 60 unitów razy 100%, czyli 53,3 procent dla tlenu. Następuje ostateczne podanie wyników i koniec prezentacji.

Procentowa zawartość tlenu w wybranych związkach chemicznych

Wzór związku chemicznego	**Nazwa związku chemicznego**	**Wyrażenie na procentową zawartość tlenu**	**Procentowa zawartość tlenu [%]**
MgO	tlenek magnezu	$\frac{16\ \mathrm{u}}{24\ \mathrm{u}+16\ \mathrm{u}}\cdot 100\%$	40,0
SO_2	tlenek siarki(IV)	$\frac{2\cdot 16\ \mathrm{u}}{32\ \mathrm{u}+2\cdot 16\ \mathrm{u}}\cdot 100\%$	50,0
SO_3	tlenek siarki(VI)	$\frac{3\cdot 16\ \mathrm{u}}{32\ \mathrm{u}+3\cdot 16\ \mathrm{u}}\cdot 100\%$	60,0
H_2SO_3	kwas siarkowy(IV)	$\frac{3\cdot 16\ \mathrm{u}}{2\cdot 1\mathrm{u}+32\ \mathrm{u}+3\cdot 16\ \mathrm{u}}\cdot 100\%$	58,5
H_2SO_4	kwas siarkowy(VI)	$\frac{4\cdot 16\ \mathrm{u}}{2\cdot 1\mathrm{u}+32\ \mathrm{u}+4\cdot 16\ \mathrm{u}}\cdot 100\%$	65,3

Ćwiczenie 1

Ustal, jaki pierwiastek chemiczny kryje się pod literą X, jeżeli wiadomo, że masa cząsteczkowa jego tlenku o wzorze $\mathrm{X_2O_5}$ wynosi 108 u.

Podsumowanie

- Na podstawie wzoru związku chemicznego można obliczyć jego masę cząsteczkową, stosunek masowy poszczególnych pierwiastków chemicznych wchodzących w jego skład, oraz zawartość procentową tych pierwiastków.
- Masa cząsteczkowa związku chemicznego jest równa sumie mas atomów pierwiastków wchodzących w skład cząsteczki (jeśli związek jest kowalencyjny) lub najmniejszego zbioru powtarzających się jonów (jeśli związek ma budowę jonową). Wyraża się ją w atomowych jednostkach masy.
- Stosunek mas poszczególnych pierwiastków tworzących związek chemiczny nazywany jest stosunkiem masowym pierwiastków w związku.
- Udział masowy pierwiastka w związku chemicznym jest nazywany zawartością procentową. Można ją obliczyć ze stosunku masy atomów pierwiastka w najmniejszej strukturze związku chemicznego do masy cząsteczkowej związku pomnożonego przez 100%. Najmniejszą częścią związku kowalencyjnego są cząsteczki, natomiast związku o budowie jonowej – najmniejszy zbiór powtarzających się jonów.

Praca domowa

Polecenie 3.1

Uszereguj podane związki chemiczne według rosnących mas cząsteczkowych: $\mathrm{H_3PO_4}$, $\mathrm{Al(OH)_3}$, $\mathrm{Ca(NO_3)_2}$.

Polecenie 3.2

Oblicz, w którym z wymienionych związków procentowa zawartość żelaza jest największa: FeO, $\mathrm{Fe_2O_3}$, $\mathrm{Fe(OH)_3}$.

Słowniczek

masa cząsteczkowa pierwiastka chemicznego

masa cząsteczki pierwiastka chemicznego wyrażona w atomowych jednostkach masy
masa cząsteczkowa związku chemicznego

masa cząsteczki (związek kowalencyjny) bądź najmniejszego zbioru powtarzających się jonów o przeciwnych znakach (związek jonowy) wyrażona w atomowych jednostkach masy
stosunek masowy pierwiastków chemicznych

stosunek mas poszczególnych pierwiastków wchodzących w skład związku chemicznego
zawartość procentowa pierwiastka w związku chemicznym

udział masowy danego pierwiastka w związku chemicznym; stosunek masy atomów pierwiastka w najmniejszej strukturze związku chemicznego do masy cząsteczkowej związku pomnożony przez 100%; za najmniejszą część związku chemicznego uważa się cząsteczkę (w przypadku związków kowalencyjnych) bądź najmniejszy zbiór powtarzających się jonów (w związku o budowie jonowej)

Zadania

Ćwiczenie 2

Oceń, czy podane zdania są prawdziwe, czy fałszywe.

	Prawda	Fałsz
Masa cząsteczkowa pierwiastka lub związku chemicznego jest równa różnicy mas atomowych pierwiastków tworzących daną cząsteczkę.	◯	◯
Skład procentowy związku chemicznego to wyrażony w procentach stosunek masy pierwiastka w cząsteczce do masy całej cząsteczki.	◯	◯
Zawartość procentowa tlenu w tlenkach wszystkich pierwiastków jest taka sama.	◯	◯
Masa cząsteczkowa pierwiastka jest zawsze większa od jego masy atomowej.	◯	◯

Źródło: Agnieszka Kamińska-Ostęp, Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 3

Oceń, czy podane zdania są prawdziwe, czy fałszywe.

	Prawda	Fałsz
W przypadku pierwiastków do opisu ich masy można zamiennie stosować wyrażenia: „masa cząsteczkowa pierwiastka” lub „masa atomowa pierwiastka”.	◯	◯
Masę cząsteczkową związku jonowego oblicza się, sumując masy atomowe wszystkich pierwiastków wchodzących w skład najmniejszego zbioru powtarzających się jonów, pomnożone przez ich liczbę w tym zbiorze.	◯	◯
Masę atomową pierwiastków wyraża się w gramach.	◯	◯
Masę cząsteczkową wyraża się w atomowych jednostkach masy.	◯	◯
Skład procentowy związku chemicznego określa zawartość procentową poszczególnych pierwiastków w związku chemicznym.	◯	◯

Źródło: Agnieszka Kamińska-Ostęp, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 4

Połącz nazwy substancji z wartościami ich masy cząsteczkowej.

71 u	tlenek wapnia
56 u	tlenek węgla(IV)
44 u	gazowy chlor
38 u	fluor

Źródło: Agnieszka Kamińska-Ostęp, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 5

Wskaż zapis określający stosunek liczby atomów węgla do liczby atomów tlenu w tlenku węgla(II).

- ◯ 2 : 1
- ◯ 12 : 16
- ◯ 3 : 4
- ◯ 1 : 1
- ◯ 1 : 2

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 6

Wskaż zapis określający stosunek liczby atomów glinu do liczby atomów tlenu w tlenku glinu.

- ◯ 2: 1
- ◯ 27 : 16
- ◯ 1 : 2
- ◯ 1 : 1
- ◯ 2 : 3
- ◯ 3 : 2

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 7

Wskaż zapis określający stosunek masowy siarki do tlenu w tlenku siarki(VI).

- ◯ 1 : 1
- ◯ 4 : 1
- ◯ 1 : 3
- ◯ 2 : 3
- ◯ 32 : 16

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 8

Wskaż zapis określający stosunek masowy tlenu do chloru w tlenku chloru(VII).

- 16 : 35,5
- 112 : 71
- 7 : 2
- 32 : 71
- 2 : 7

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 9

Wskaż zapis składu procentowego amoniaku – związku o wzorze: NH_3.

- N – 93,33%
  H – 66,67%
- N – 14,00%
  H – 1,00%
- N – 82,35%
  H – 17,65%
- N – 25,00%
  H – 75,00%

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 10

Wskaż zapis składu procentowego związku o wzorze: $K_2Cr_2O_7$.

- K – 36,45%
  Cr – 48,60%
  O – 14,95%
- K – 36,40%
  Cr – 48,60%
  O – 15,00%
- K – 26,53%
  Cr – 35,37%
  O – 38,10%
- K – 18,20%
  Cr – 18,20%
  O – 64,60%

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 11

Masa cząsteczkowa tlenku pewnego metalu o wzorze Me_2O_3 wynosi 102 u. Wykonaj odpowiednie obliczenia i wskaż pierwiastek, który kryje się pod symbolem Me.

- Sc
- Ca
- Al
- Fe
- Rb

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 12

Masa cząsteczkowa tlenku pewnego dwuwartościowego metalu wynosi 56 u. Wykonaj odpowiednie obliczenia i wskaż wzór tego tlenku.

- ◯ Fe_2O_3
- ◯ MgO
- ◯ CaO
- ◯ CO

Źródło: Agnieszka Kamińska-Ostęp, Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Prawo zachowania masy i stałości składu

„Nic w przyrodzie nie ginie” – to powiedzenie dotyczy podstawowej zasady rządzącej przemianami w naszym świecie. Jego zasadność poparto wynikami wielu obserwacji i eksperymentów na długo przed tym, zanim ludzie dowiedzieli się o istnieniu atomów i o sposobach ich łączenia. W tym module poznasz treść fundamentalnych praw, których sformułowanie przyczyniło się do rozwoju nauk przyrodniczych.

Już wiesz

- że reakcje chemiczne to przemiany, podczas których powstają nowe substancje;
- że równanie reakcji chemicznej to zapis przebiegu przemiany chemicznej za pomocą symboli pierwiastków i wzorów związków chemicznych;
- że substraty to substancje biorące udział w reakcji chemicznej, a produkty to substancje otrzymane w jej wyniku;
- jak określić stosunek masowy w związku chemicznym na podstawie jego wzoru.

Nauczysz się

- definiować prawo zachowania masy oraz prawo stałości składu;
- interpretować prawo stałości składu;
- stosować w obliczeniach chemicznych prawo zachowania masy i prawo stałości składu.

1. Czy masa substratów zmienia się podczas reakcji chemicznej?

Obserwując przebieg reakcji chemicznych, możemy opisać efekty, które im towarzyszą, na przykład zmianę barwy, efekt dźwiękowy, emisję światła. Czasami możemy także odnieść wrażenie, że substancji biorących udział w reakcji ubywa lub przybywa.

Obserwując reakcję sody oczyszczonej z octem, moglibyśmy sądzić, że masa substancji zwiększa się. Jednak jest to efekt tworzenia piany przez powstający w wyniku reakcji gaz (dwutlenek węgla)

Podczas spalania węgla wydaje się, że masa substancji zmniejsza się. Jest to spowodowane powstawaniem gazowego dwutlenku węgla i pary wodnej, które opuszczają środowisko reakcji chemicznej

Już w XVIII wieku zajmowano się porównywaniem mas substratów i produktów. Badania te, prowadzone niezależnie przez dwóch chemików, Rosjanina Michaiła Łomonosowa (1756) i Francuza Antoine'a Lavoisiera (czyt. antła lawłaziera)(1785), doprowadziły do sformułowania ogólnego prawa przyrody, które nazwano prawem zachowania masy. Według tego prawa w układzie zamkniętym (w którym produkty reakcji nie opuszczają tego układu) łączna masa substratów jest równa sumie mas produktów. Oznacza to, że z tej samej

masy substratów powstaje taka sama masa produktów, czyli że podczas przemiany chemicznej masa substancji w nich uczestniczących nie ulega zmianie.
Konieczność uzgadniania (bilansowania) równań reakcji jest właśnie konsekwencją przestrzegania prawa zachowania masy. Aby suma mas substratów była identyczna z łączną masą produktów, liczby atomów tego samego rodzaju po obu stronach równania reakcji muszą być jednakowe.

Doświadczenie 1

Problem badawczy

Czy masa produktów jest większa, mniejsza, czy taka sama jak masa substratów, z których powstały?

Hipoteza

Masa produktów jest identyczna z masą użytych substratów.

Co będzie potrzebne

- waga analityczna,
- soda oczyszczona,
- ocet,
- mała kolba miarowa,
- balonik,
- łyżeczka.

Instrukcja

1. Do balonika wsyp 2–3 łyżeczki sody oczyszczonej.
2. Do kolby miarowej nalej 20–30 cm^3 octu.

3. Załóż balonik na szyjkę kolby. Uważaj przy tym, aby soda nie dostała się do wnętrza kolby.

4. Postaw zestaw na wadze analitycznej.

5. Gdy masa kolby na wadze ustali się, podnieś balonik i wsyp sodę do octu.

6. Obserwuj wskazania wagi.

Podsumowanie

Po wsypaniu sody do octu reakcja przebiegała gwałtownie. Objętość mieszaniny reakcyjnej wzrosła. Masa układu reakcyjnego nie uległa zmianie.
Przeprowadzone doświadczenie potwierdza prawo zachowania masy. W czasie trwania przemiany masa substancji bioracych udział w reakcji chemicznej nie ulega zmianie.

Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

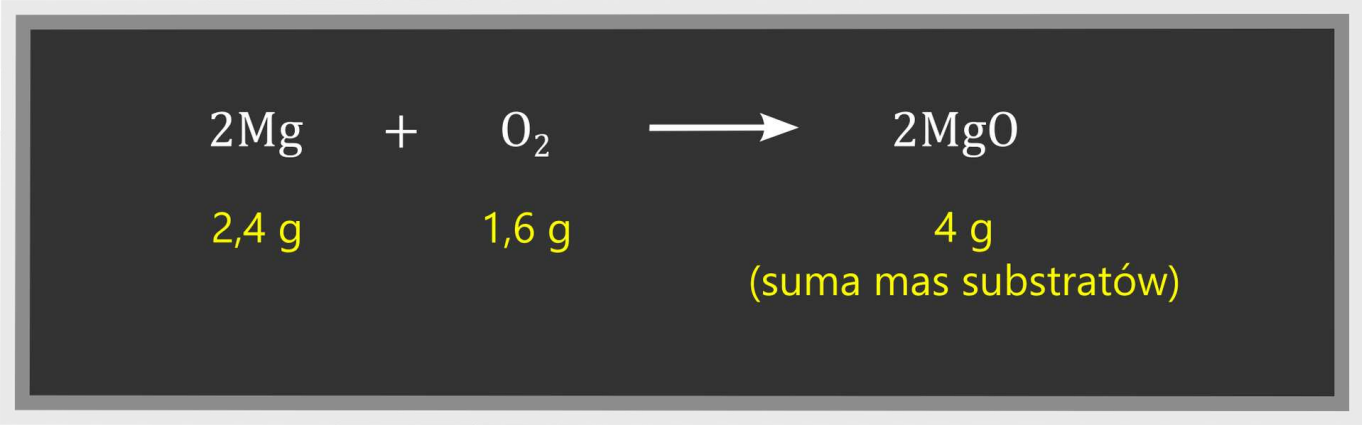
Kontrola masy substancji podczas reakcji sody oczyszczonej z octem

Film rozpoczyna się ujęciem stołu laboratoryjnego zawierającego substancje i sprzęt niezbędne do przeprowadzenia doświadczenia. Znajduje się tutaj waga cyfrowa, kolbka stożkowa

z miarką, łyżeczka, balonik, opakowanie sody spożywczej i butelka octu. Na tym tle wyświetlany jest biały napis Reakcja sody oczyszczonej z octem. W tle sceny widać rozmyte dłonie i fartuch demonstratora. Zmiana ujęcia na prezentujące w zbliżeniu kolejne elementy zestawu. Do kolbki wlewany jest ocet, a do balonika wsypywana soda oczyszczona. Balonik naciągany jest na szyjkę kolby. Cały zestaw ustawiony zostaje na wadze, która wskazuje 119,45 grama. Ręka demonstratora unosi balonik przesypując jego zawartość, czyli sodę do octu. Reakcja jest gwałtowna, wydzielający się gaz i piana napełniają balonik. Nie wpływa to żaden sposób na wskazania wagi. Z lewej strony obrazu wjeżdża na ekran czarna plansza, na której pojawia się napis. Masa reagentów jest stała. Następuje zmiana ujęcia na zbliżenie wskaźnika wagi. Pojawia się kolejny napis: Przebieg reakcji jest zgodny z prawem zachowania masy.

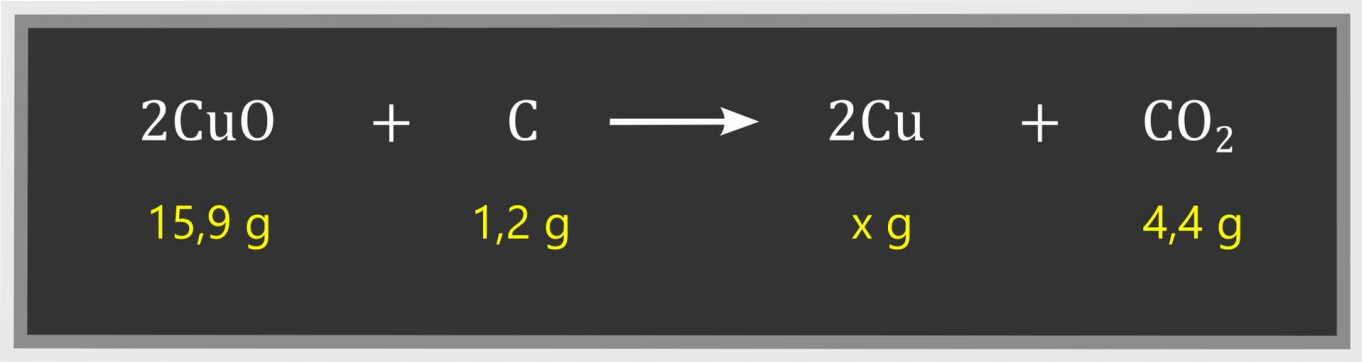
2. Jak można wykorzystać prawo zachowania masy w obliczeniach chemicznych?

Prawo zachowania masy pomaga określić masę jednej substancji, gdy znamy masy pozostałych substratów i produktów. Znajomość tego prawa pozwala także obliczyć między innymi ilość produktów powstających z określonej masy substratów. Na przykład, jeśli wiemy, że przereagowały ze sobą 2,4 g magnezu i 1,6 g tlenu, to w prosty sposób możemy ustalić, że w wyniku tej reakcji chemicznej powstały $2{,}4\ \text{g} + 1{,}6\ \text{g} = 4\ \text{g}$ tlenku magnezu:



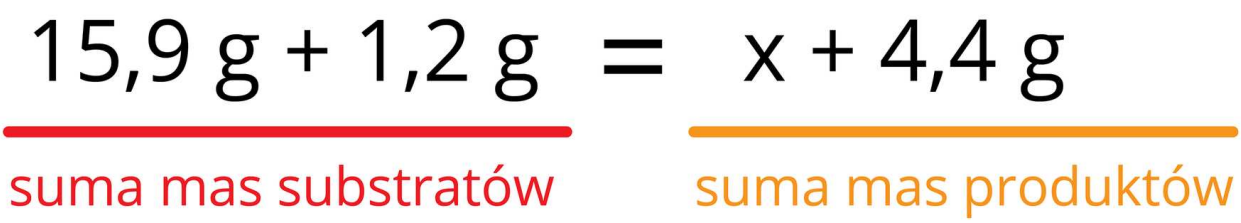
Źródło: Agnieszka Lipowicz, licencja: CC BY 3.0.

W przypadku innej przemianie – reakcji wymiany tlenku miedzi(II) z węglem – możemy ustalić masę miedzi, jeśli znamy masy substratów i masę drugiego produktu:



Źródło: Agnieszka Lipowicz, licencja: CC BY 3.0.

Zgodnie z prawem zachowania masy łączna masa substratów ma być równa sumie mas produktów:



Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

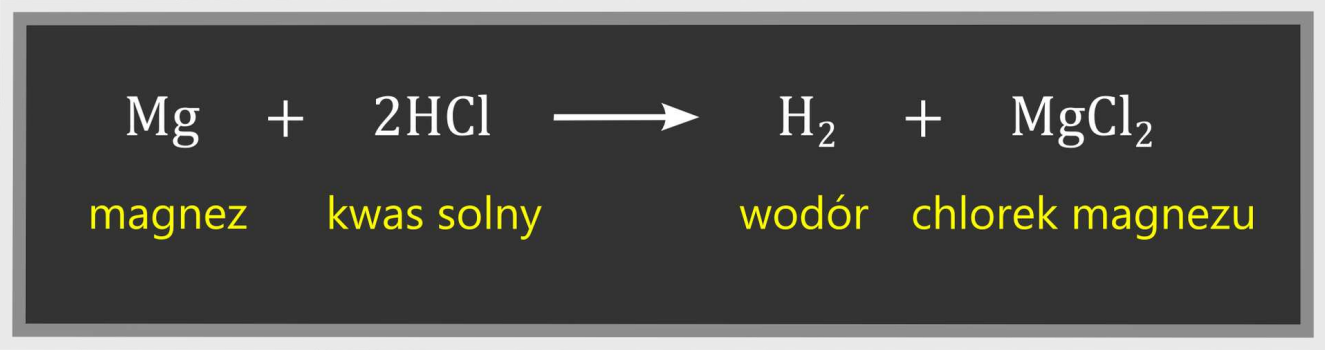
Po przekształceniach równania i wykonaniu obliczeń poznamy masę miedzi:

$$x = 15{,}9\ g + 1{,}2\ g - 4{,}4\ g = 12{,}7\ g$$

Dzięki wykorzystaniu prawa zachowania masy możemy stwierdzić, że w wyniku reakcji 15,9 g tlenku miedzi(II) z 1,2 g węgla powstanie 12,7 g miedzi.

Polecenie 1

Przeprowadzono doświadczenie, w którym do wody wprowadzono chlorowodór, a następnie wrzucono magnez w postaci wiórków. Zaobserwowano wydzielenie się gazu, którym był wodór. Podczas doświadczenia przereagowało ze sobą 2,4 g magnezu i 7,3 g kwasu solnego. Produktami tej przemiany były wodór i chlorek magnezu. Ustalono masę chlorku magnezu, która wynosiła 9,5 g. Przebieg reakcji opisuje poniższe równanie:



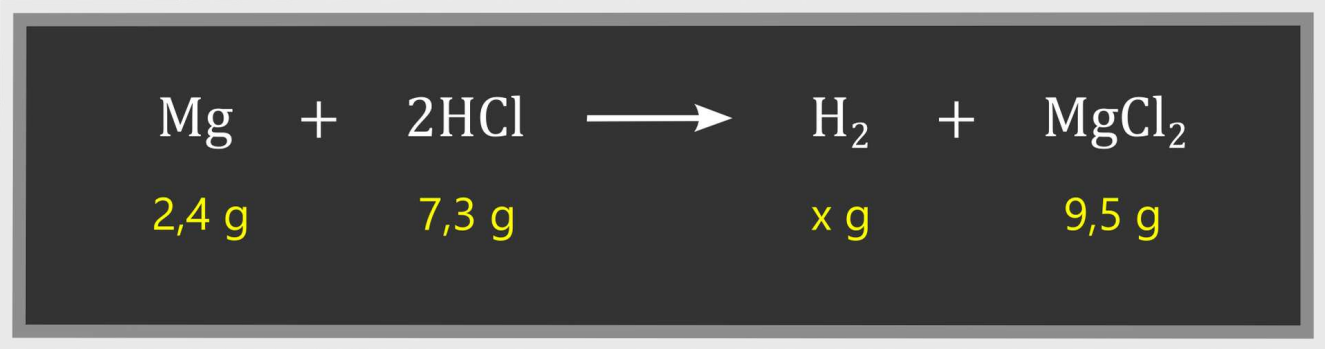
Źródło: Agnieszka Lipowicz, licencja: CC BY 3.0.

Oblicz masę wodoru powstałego w wyniku tej reakcji oraz określ liczbę cząsteczek tego gazu.

Instrukcja: Obliczania masy wodoru powstałej w wyniku reakcji

Krok

Zestawiamy dane z polecenia:



Źródło: Agnieszka Lipowicz, licencja: CC BY 3.0.

Krok

Na podstawie prawa zachowania masy obliczamy masę wodoru otrzymanego w reakcji:

$$2{,}4\ \text{g} + 7{,}3\ \text{g} = \text{x} + 9{,}5\ \text{g}$$

$$\text{x} = 2{,}4\ \text{g} + 7{,}3\ \text{g} - 9{,}5\ \text{g} = 0{,}2\ \text{g}$$

Krok

Określamy liczbę cząsteczek wodoru powstałego w wyniku reakcji.

- Obliczamy masę cząsteczkową wodoru, H_2:

$$\text{masa cząsteczkowa wodoru} = 2 \cdot \text{masa atomowa wodoru} = 2 \cdot 1\ \text{u} = 2\ \text{u}$$

- Obliczamy masę cząsteczki wodoru wyrażoną w gramach, wiedząc, że:

$$1\ \text{u} = 1{,}66 \cdot 10^{-24}\ \text{g}$$

$$\text{masa cząsteczki wodoru wyrażona w gramach} = 2 \cdot 1{,}66 \cdot 10^{-24}\ \text{g} = 3{,}32 \cdot 10^{-24}\ \text{g}$$

- Ustalamy, ile cząsteczek wodoru znajduje się w masie wodoru z treści zadania (0,2 g). Możemy to zrobić na dwa sposoby przy użyciu proporcji lub wzoru:

Obliczenia dokonane na podstawie proporcji	Obliczenia dokonane na podstawie wzoru
1 cząsteczka H_2 $\xrightarrow{\text{waży}}$ $3{,}32 \cdot 10^{-24}$ g wodoru	liczba cząsteczek wodoru = $\frac{\text{masa wodoru [g]}}{\text{masa jednej cząsteczki [g]}}$
x cząsteczek H_2 $\xrightarrow{\text{waży}}$ 0,2 g wodoru	liczba cząsteczek wodoru = $\frac{0{,}2\ \text{g}}{3{,}32 \cdot 10^{-24}\ \text{g}}$
$x = \frac{0{,}2\ \text{g} \cdot 1}{3{,}32 \cdot 10^{-24}\ \text{g}} = 6{,}02 \cdot 10^{22}$	liczba cząsteczek wodoru = $6{,}02 \cdot 10^{22}$

Źródło: Krzysztof Jaworski, licencja: CC BY 3.0.

Krok

Udzielamy odpowiedzi:
W wyniku reakcji 2,4 g magnezu z 7,3 g kwasu solnego wydzieliło się 0,2 g wodoru, czyli powstało $6{,}02 \cdot 10^{22}$ cząsteczek tego gazu.

3. Czy związki chemiczne mają jednakowy skład?

Pod koniec XVIII wieku francuski chemik Joseph Louis Proust (czyt. żuzef lłi prust) sformułował prawo odnoszące się do składu związków chemicznych, które nazwano prawem stałości składu.

Prawo: Prawo stałości składu

Stosunek mas pierwiastków tworzących związek chemiczny jest stały dla danego związku i nie zależy od miejsca oraz sposobu jego otrzymywania.

Dziś prawo to wydaje się nam oczywiste i mało odkrywcze. Ale musimy pamiętać, że zostało sformułowane w czasach, gdy nie wiedziano nic na temat budowy materii, nieznane były takie pojęcia jak pojęcie atomu czy cząsteczki i nikt nie posługiwał się wzorami chemicznymi związków. Obecnie na podstawie wzoru chemicznego, na przykład wody (H_2O), i danych zawartych w układzie okresowym możemy określić stosunek masowy wodoru do tlenu w wodzie ($2 : 16$ czyli $1 : 8$), natomiast niecałe 150 lat temu wyciągnięcie takiego wniosku wymagało wielu żmudnych prac doświadczalnych.

Sformułowanie tego prawa miało fundamentalne znaczenie dla dalszego rozwoju chemii. Stało się ono podwaliną pod kolejne badania prowadzące do stworzenia teorii atomistycznej budowy materii.

> Niezależnie od miejsca wydobycia chlorku sodu (głównego składnika soli kamiennej i morskiej) skład tego związku chemicznego jest zawsze taki sam, co opisuje wzór: NaCl.

> **Ciekawostka**
>
> Bertolidy
> Znana jest grupa związków chemicznych, niemających stałego składu ilościowego. Nazywa się je bertolidami – od nazwiska francuskiego chemika Claude'a Louisa Bertholleta (czyt. kloda łłisa bertoleta), który nie zgadzał się z koncepcją stałego składu związku chemicznego. Przykładem bertolidu jest tlenek żelaza(II), będący związkiem jonowym i tworzący kryształy. Jego wzór to FeO. Z powodu defektów sieci krystalicznej występuje w niej niedobór jonów żelaza i rzeczywisty stosunek atomów odpowiada wzorowi $Fe_{0,95}O$.

4. Jak można wykorzystać prawo stałości składu w obliczeniach chemicznych?

Znajomość prawa zachowania masy i prawa stałości składu jest podstawą obliczeń chemicznych. Dzięki nim można ustalić proporcje, w jakich substraty przereagowały ze sobą, tworząc określone produkty, lub oszacować ilość powstałych produktów na podstawie masy użytych substratów.

Stosunek wagowy wodoru do tlenu w cząsteczce wody, H_2O, wynosi $1 : 8$, co oznacza, że w wodzie na 1 część masową wodoru przypada 8 części masowych tlenu. Niezależnie od

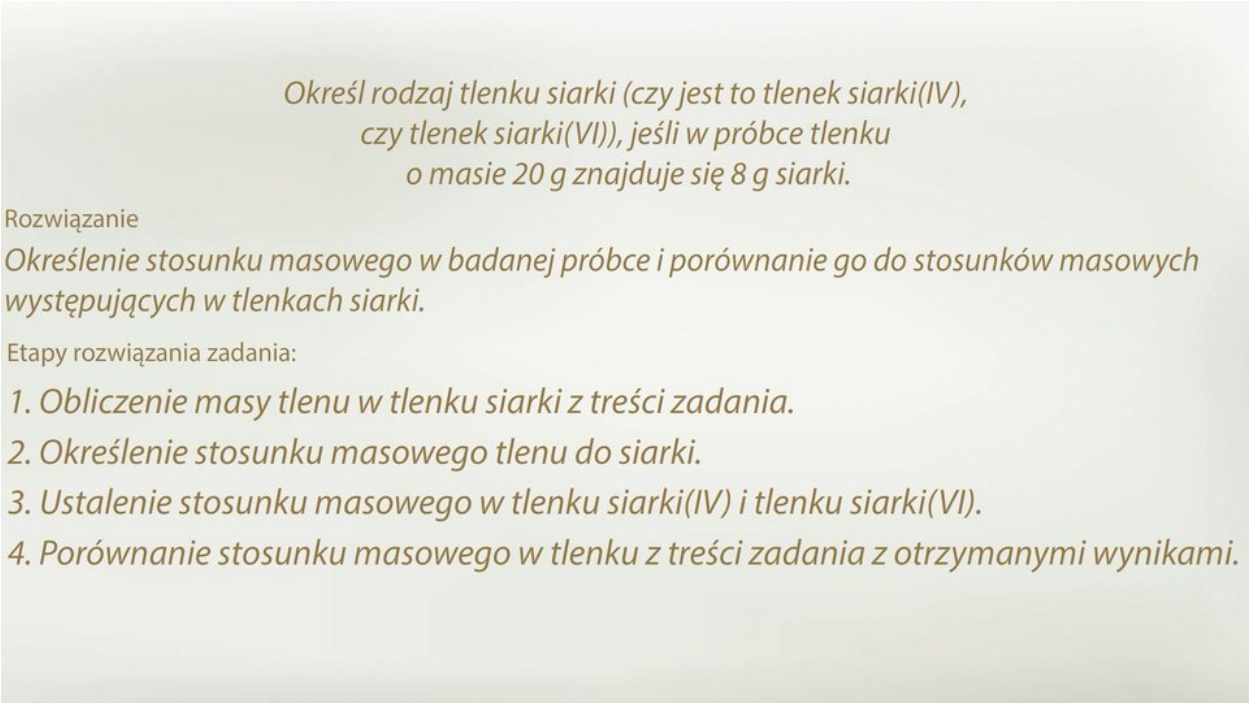
tego, jakmi jednostkami masyn będziemy się posługiwać, wymienione zależności zawsze będą takie same. Na przykład, jeśli w danej próbce wody znajduje się 1 g wodoru, to tlenu będzie 8 g, a próbka wody będzie miała masę: $1\ \text{g} + 8\ \text{g} = 9\ \text{g}$. Ten sam stosunek masowy będzie istniał zarówno w jednej cząsteczce wody o masie cząsteczkowej 18 u, jak i w próbkach wody o masie 18 g, 200 kg czy 1 tony.
Stosunek masowy poszczególnych pierwiastków w związku jest zawsze stały – niezależny od masy próbki związku, a także od sposobu otrzymywania tego związku.

Polecenie 2

Określ, ile kilogramów tlenu znajduje się w 9 kg wody.

Wskazówka

Stosunek masowy wodoru do tlenu w wodzie wynosi $1 : 8$.

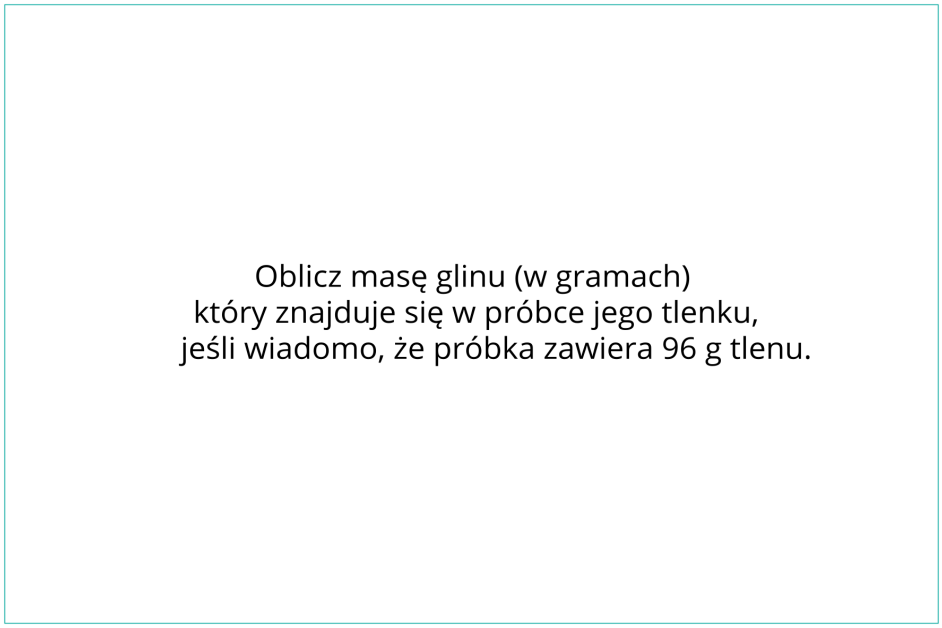


Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Źródło: Tomorrow Sp. z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Nagranie rozpoczyna się planszą z treścią zadania: Określ rodzaj tlenku siarki, czy jest to tlenek siarki cztery, czy tlenek siarki sześć, jeśli w próbce tlenku o masie 20 gramów znajduje się 8 gramów siarki. Pojawia się podpowiedź, że rozwiązanie zadania wymaga określenia stosunku masowego w badanej próbce i porównania go do stosunków masowych występujących w tlenkach siarki. Proponowana jest też kolejność wykonywania obliczeń: obliczanie masy tlenu w tlenku siarki z treści zadania, określenie stosunku masowego tlenu do siarki, ustalenie stosunków masowych w obu znanych rodzajach tlenków siarki

i porównanie ich z tym z treści zadania. Z ekranu znikają wszystkie kroki poza pierwszym, który się powiększa. Obliczenie masy tlenu wymaga prostego działania matematycznego: 20 gramów minus 8 gramów daje 12 gramów tlenu w próbce. Następuje wyliczanie proporcji masy siarki do masy tlenu, która wynosi 8 do 12. Poniżej tego wyniku pojawia się tabela zawierająca szacunki mas tlenu do siarki w obu rodzajach tlenków siarki. Dla tlenku siarki cztery, czyli SO2 jest to 32:32, a dla tlenku siarki sześć, czyli SO3 jest to 32:48. Następuje zmiana planszy na zawierającą tabelę z zestawieniem stosunki masowe wszystkich trzech tlenków SO2, SO3 i nieustalonego tlenku z treści zadania. Aby móc łatwo porównać te wartości, obliczona proporcja 8:12 zostaje obustronnie pomnożona przez 4. Po pomnożeniu wynosi ona 32:48. Podświetlone zostają wiersze tabeli zawierające identyczne proporcje tlenku z treści zadania oraz SO3. Pojawia się odpowiedź: Substancją z treści zadania jest tlenek siarki sześć.



Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

Polecenie 3

Oblicz masę wody poddanej analizie, jeśli w jej wyniku tej reakcji powstało 10 g wodoru. Podaj masę powstałego tlenu.

Instrukcja: Obliczanie masy wody

Krok

Obliczamy stosunek masowy pierwiastków chemicznych w wodzie na podstawie wzoru sumarycznego:
wzór sumaryczny: H_2O
stosunek masowy wodoru do tlenu w wodzie: $2 : 16$, czyli $1 : 8$

Krok

Tworzymy wyrażenie opisujące stosunek masowy składników wody z uwzględnieniem danych z polecenia:

Stosunek masowy wodoru do tlenu w wodzie	Wyrażenie na stosunek masowy wodoru do tlenu w wodzie	Wyrażenie na stosunek masowy wodoru do tlenu z uwzględnieniem danych z zadania
$\frac{1}{8}$	$\frac{\text{masa wodoru}}{\text{masa tlenu}}$	$\frac{10\ \text{g}}{\text{masa tlenu}}$

Źródło: Krzysztof Jaworski, licencja: CC BY 3.0.

Krok

Zestawiamy obliczony stosunek masowy składników wody (krok 1.) z utworzonym wyrażeniem (kroku 2.):

$$\frac{1}{8} = \frac{10\ \text{g}}{\text{masa tlenu}}$$

$$\text{masa tlenu} = \frac{10\ \text{g} \cdot 8}{1} = 80\ \text{g}$$

Krok

Obliczamy masę wody, która uległa rozkładowi:

$$\text{masa wody} = \text{masa wodoru} + \text{masa tlenu} = 80\ \text{g} + 10\ \text{g} = 90\ \text{g}$$

Krok

Udzielamy odpowiedzi:
Reakcji rozkładu poddano 90 g wody. W jej wyniku powstało 80 g tlenu.

Polecenie 4

Oblicz, ile gramów sodu znajduje się w dziennej maksymalnej dawce soli kuchennej, wynoszącej 6 gramów chlorku sodu.

Instrukcja: Obliczanie ilości sodu w dziennej dawce soli kuchennej

Krok

Obliczamy stosunek masowy pierwiastków w chlorku sodu na podstawie jego wzoru sumarycznego:

wzór sumaryczny: $NaCl$
stosunek masowy sodu do chloru: $23 : 35,5$

Krok

Zapisujemy wyrażenie opisujące stosunek masowy składników chlorku sodu z uwzględnieniem danych z polecenia:

Stosunek masowy pierwiastków w chlorku sodu	Wyrażenie na stosunek masowy pierwiastków w chlorku sodu	Zależności pomiędzy masami sodu i chloru w 6 g NaCl	Wyrażenie na stosunek masowy pierwiastków po uwzględnieniu danych z zadania
$\frac{23}{35,5}$	$\frac{\text{masa sodu}}{\text{masa chloru}}$	masa sodu + masa chloru = 6 g masa chloru = 6 g - masa sodu	$\frac{\text{masa sodu}}{\text{6 g - masa sodu}}$

Źródło: Krzysztof Jaworski, licencja: CC BY 3.0.

Krok

Zestawiamy obliczony stosunek masowy składników (krok 1.) z utworzonym wyrażeniem (krok 2.) i obliczamy masę sodu:

$$\frac{23}{35,5} = \frac{\text{masa sodu}}{\text{6 g - masa sodu}}$$

$$\text{masa sodu} = \frac{23 \cdot (\text{6 g - masa sodu})}{35,5} = \frac{\text{138 g - 23} \cdot \text{masa sodu}}{35,5}$$

$$35,5 \cdot \text{masa sodu} = \text{138 g - 23} \cdot \text{masa sodu}$$

$$35,5 \cdot \text{masa sodu} + 23 \cdot \text{masa sodu} = \text{138 g}$$

$$58,5 \cdot \text{masa sodu} = \text{138 g}$$

$$\text{masa sodu} = \frac{\text{138 g}}{58,5} = \text{2,36 g}$$

Krok

Udzielamy odpowiedzi:
W 6 g chlorku sodu znajduje się 2,36 g sodu.

Podsumowanie

- Według prawa zachowania masy stwierdza w każdej reakcji chemicznej łączna masa substratów jest równa sumie mas produktów otrzymanych w jej wyniku.
- Na podstawie prawa zachowania masy można policzyć masę jednego z substratów lub produktów, jeśli masy pozostałych są znane.

- Prawo stałości składu mówi, że stosunek masowy pierwiastków w związku chemicznym jest zawsze stały oraz niezależny od sposobu i miejsca jego otrzymania (każdy związek chemiczny ma niezmienny skład jakościowy i ilościowy).
- Znajomość stosunku masowego pierwiastków chemicznych w związku pozwala obliczyć masę pierwiastków chemicznych w określonej masie związku.
- Na podstawie stosunku masowego pierwiastków w związku chemicznym można ustalić jego wzór sumaryczny.

Praca domowa

Polecenie 5.1

Podczas ogrzewania 200 g wapienia powstało 112 g tlenku wapnia. Oblicz, ile gramów tlenku węgla(IV) otrzymano. Zapisz równanie reakcji, jeśli wiadomo, że głównym składnikiem wapienia jest węglan wapnia o wzorze sumarycznym $\mathrm{CaCO_3}$, który podczas prażenia ulega rozkładowi na dwa produkty (tlenek wapnia i tlenek węgla(IV)).

Polecenie 5.2

Zastanów się i odpowiedz, o czym trzeba pamiętać, przeprowadzając potwierdzające prawo zachowania masy doświadczenia, podczas którego powstają produkty gazowe.

Słowniczek

Jeden z dwóch twórców prawa zachowania masy

Antoine Lavoisier

26.08.1743–8.05.1794

Francuski chemik, który zapoczątkował rozwój nowożytnej chemii, wprowadzając pomiary ilościowe. Udowodnił, że wszystkie pierwiastki występują w trzech stanach skupienia, wyjaśnił procesy spalania i oddychania, sformułował zasadę zachowania masy w reakcjach chemicznych, wykazał obecność tlenu i azotu w powietrzu, przeprowadził analizę i syntezę wody oraz określił skład wielu substancji, np. tlenku siarki(IV), kwasu siarkowego(VI) i kwasu azotowego(V). Pieniądze na prowadzenie badań chemicznych uzyskiwał, pracując jako poborca podatkowy. Został stracony w czasie rewolucji francuskiej. Na prośbę Lavoisiera o przedłużenie życia w celu dokończenia prowadzonych przez niego prac badawczych sędzia odpowiedział: „Rewolucja nie potrzebuje uczonych". Po śmierci został uniewinniony.

Jeden z dwóch odkrywców prawa zachowania masy

Michaił Łomonosow

19.11.1711–15.04.1765

Rosyjski chemik, który jako pierwszy odkrył prawo zachowania masy. W 1760 r. opublikował pracę, w której udowadniał to prawo, pisząc między innymi, że „jeżeli gdzieś ubędzie nieco materii, to przybędzie w innym miejscu". Jego rozprawy naukowe nie były powszechnie znane, ponieważ pisał tylko w języku rosyjskim. Oprócz prac w obszarze chemii prowadził też badania z zakresu fizyki i geologii. Był także poetą.

> **prawo stałości składu**
>
> prawo odnoszące się do stosunków masowych w związkach chemicznych, zgodnie z którym stosunek masowy pierwiastków w związku chemicznym jest zawsze stały i niezależny od sposobu oraz miejsca jego otrzymania

prawo zachowania masy

reguła, według której mówi w przypadku każdej reakcji chemicznej całkowita masa substratów jest równa łącznej masie produktów

Twórca prawa stałości składu

Joseph Louis Proust

26.09.1754–5.07.1826

Chemik francuski, twórca prawa stałości składu (zwanego także prawem stosunków stałych). Na potwierdzenie swoich tez wykonał badania wielu związków chemicznych (dużo pracy poświęcił węglanowi miedzi(II), który otrzymywał z różnych źródeł oraz rozmaitymi sposobami, wykazując jego niezmienny skład ilościowy). Odkrył nieznane wcześniej związki chemiczne, między innymi glukozę, lecytynę. Za wkład w rozwój wiedzy chemicznej przyznano mu tytuł członka Francuskiej Akademii Nauk w Paryżu.

Zadania

Ćwiczenie 1

Oceń, czy podane zdania są prawdziwe, czy fałszywe.

	Prawda	Fałsz
Podczas reakcji chemicznej z określonej masy substratów zawsze powstaje identyczna masa produktów.	◯	◯
Łączna liczba atomów danego pierwiastka w substratach biorących udział w reakcji jest równa łącznej liczbie atomów tego pierwiastka w jej produktach.	◯	◯
Jednym z twórców prawa zachowania masy był Joseph Louis Proust.	◯	◯
Reakcje przebiegające z wydzieleniem produktu gazowego, który uchodzi z mieszaniny reakcyjnej, nie spełniają prawa zachowania masy.	◯	◯

Źródło: Bożena Karawajczyk, Agnieszka Kamińska-Ostęp, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 2

Oceń, czy podane zdania są prawdziwe, czy fałszywe.

	Prawda	Fałsz
Stosunek masowy pierwiastków w danym związku chemicznym jest cechą charakterystyczną tego związku.	◯	◯
Skład procentowy dwutlenku węgla powstałego w wyniku spalania paliw kopalnych i podczas oddychania jest identyczny.	◯	◯
Stosunek masowy pierwiastków w witaminie C (kwasie askorbinowym) zawartej w cytrynie różni się od stosunku masowego pierwiastków w kwasie askorbinowym wytworzonym syntetycznie w laboratorium chemicznym.	◯	◯
Stosunek masowy pierwiastków w związku chemicznym może zmieniać się w zależności od stanu skupienia tego związku.	◯	◯

Źródło: Bożena Karawajczyk, Agnieszka Kamińska-Ostęp, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 3

Przeanalizowano budowę cząsteczek tlenu zawartych w powietrzu oraz otrzymanych w wyniku rozkładu wody. Sformułowano następujące wnioski. Oceń, czy są słuszne.

	Prawda	Fałsz
Masa cząsteczkowa tlenu otrzymanego z analizy wody jest mniejsza od masy cząsteczkowej tlenu zawartego w powietrzu.	◯	◯
Gdyby do dwóch identycznych naczyń (A, B) wprowadzono jednakową liczbę cząsteczek wody (naczynie A) i cząsteczek tlenku węgla(VI) (naczynie B), to w naczyniu B będzie więcej atomów tlenu niż w naczyniu A.	◯	◯
Cząsteczki tlenu otrzymane z rozkładu wody są większe od cząsteczek tlenu obecnych w powietrzu.	◯	◯

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 4

Magnez o masie 24 g połączył się z 32 g siarki w reakcji opisanej równaniem:
$\mathrm{Mg} + \mathrm{S} \rightarrow \mathrm{MgS}$
Oblicz, ile gramów siarczku magnezu powstało w wyniku tej przemiany. Wskaż właściwą odpowiedź.

- ◯ 24 g
- ◯ 8 g
- ◯ 56 g
- ◯ 112 g
- ◯ 32 g

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 5

W wyniku reakcji 4,8 g magnezu z nieznaną masą tlenu powstało 8,0 g tlenku magnezu. Wskaż prawidłowo ułożone równanie matematyczne, którego rozwiązanie pozwoli obliczyć, ile tlenu przereagowało z magnezem.

- ◯ 8 g – 2 · 4,8 g
- ◯ 8 g – 4,8 g
- ◯ 8 g + 4,8 g
- ◯ 2 · 8 g + 2 · 4,8 g
- ◯ 2· 8 g – 4,8 g

Źródło: Bożena Karawajczyk, Agnieszka Kamińska-Ostęp, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 6

Oblicz liczbę cząsteczek dwutlenku węgla, jaka powstała w wyniku reakcji 12 g węgla z 32 g tlenu. Wskaż właściwą odpowiedź.

- ◯ 1
- ◯ $6{,}02 \cdot 10^{23}$
- ◯ 44
- ◯ $1{,}66 \cdot 10^{24}$

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 7

Ile gramów tlenu znajduje się w wodzie, jeśli zawiera ona 6 g wodoru? Wskaż prawidłową odpowiedź.

- ◯ 8 g
- ◯ 48 g
- ◯ 3 g
- ◯ 16 g

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 8

Oblicz, ile gramów wodoru zawiera próbka wody, w której znajduje się 16 g tlenu. Wskaż właściwą odpowiedź.

- ◯ 16 g
- ◯ 1 g
- ◯ 8 g
- ◯ 32 g
- ◯ 2 g

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 9

Oblicz, jaką masę ma próbka wody, która zawiera 4 g wodoru. Wskaż właściwą odpowiedź.

- ◯ 8 g
- ◯ 18 g
- ◯ 36 g
- ◯ 24 g
- ◯ 32 g

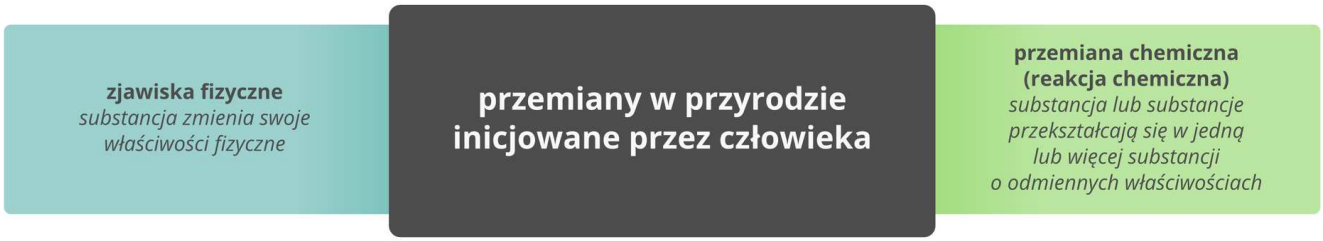
Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Reakcje chemiczne – podsumowanie

Substancje mogą powstawać w różny sposób, na przykład w wyniku połączenia się atomów pierwiastków chemicznych bądź na drodze rozpadu związków chemicznych. Temu powstawaniu może towarzyszyć wiele efektów. Zdarza się też, że reakcje przebiegają bez widocznych objawów. Niezależnie od tego każdą z przemian chemicznych można opisać za pomocą równania reakcji. Aby takie równanie było czytelne i zrozumiałe dla wszystkich, przy jego konstruowaniu trzeba przestrzegać pewnych reguł.

1. Zjawisko fizyczne a przemiana chemiczna

Zjawisko fizyczne to przemiana, podczas której zmieniają się właściwości fizyczne substancji. W tym procesie nie powstają żadne nowe pierwiastki i związki chemiczne.
Przemiana chemiczna to proces, w którym jedne substancje przekształcają się w inne, o odmiennych właściwościach.



Zjawisko fizyczne a reakcja chemiczna

2. W jaki sposób przedstawiamy przebieg reakcji chemicznej?

Substancje, które ulegają przemianom w wyniku reakcji chemicznej, to substraty, natomiast te, które w ich wyniku powstają, to produkty.
Przemianę chemiczną opisuje się za pomocą równania reakcji. Po jego lewej stronie zapisuje się substraty, po prawej zaś – produkty. Przy użyciu strzałki zaznacza się kierunek reakcji – od substratów do produktów:

substancje, które wzięły udział w reakcji $\rightarrow$ substancje, które powstały w wyniku reakcji

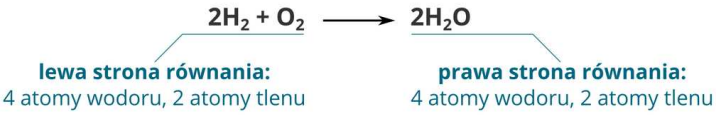
substraty $\longrightarrow$ **produkty**

Źródło: Krzysztof Jaworski, licencja: CC BY 3.0.

3. Jak możemy zapisywać równania reakcji chemicznych?

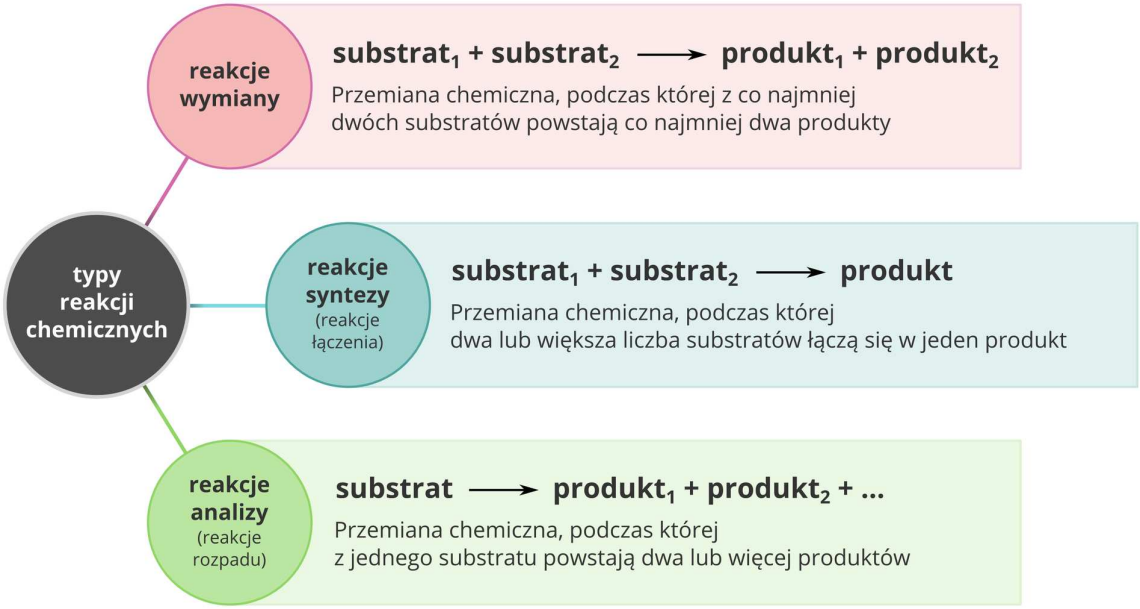
W równaniach reakcji można posługiwać się nazwami pierwiastków i związków chemicznych bądź też stosować symbole pierwiastków i wzory związków chemicznych.
Zapis z użyciem nazw substancji: $\text{węgiel} + \text{tlen} \rightarrow \text{tlenek węgla(IV)}$
Zapis z użyciem symboli i wzorów chemicznych: $\mathrm{C} + \mathrm{O_2} \rightarrow \mathrm{CO_2}$

W poprawnie zapisanym równaniu liczby atomów poszczególnych pierwiastków występujących po obu jego stronach są identyczne:



Źródło: Krzysztof Jaworski, licencja: CC BY 3.0.

4. Jakie znamy rodzaje reakcji chemicznych?



Źródło: Krzysztof Jaworski, licencja: CC BY 3.0.

5. Co to są reakcje egzoenergetyczne i endoenergetyczne?

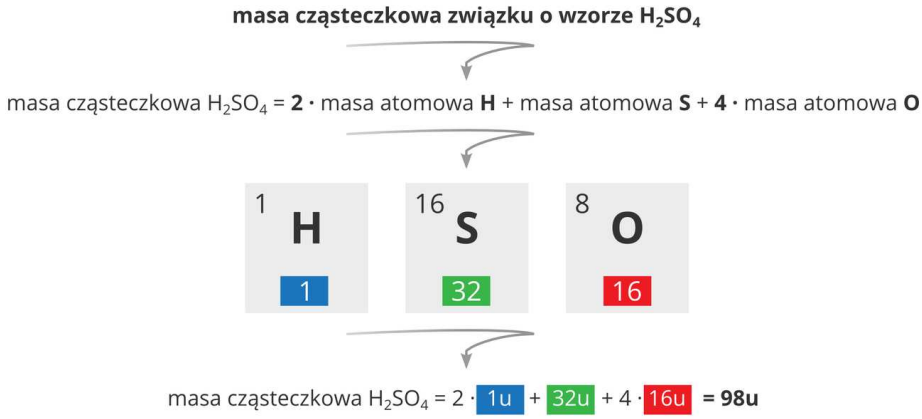
Ze względu na towarzyszące reakcjom chemicznym efekty energetyczne, wyróżnia się reakcje egzoenergetyczne i endoenergetyczne.

Źródło: Krzysztof Jaworski, licencja: CC BY 3.0.

Źródło: Krzysztof Jaworski, licencja: CC BY 3.0.

6. Co to są: masa atomowa, masa cząsteczkowa?

Masa atomowa to masa atomu pierwiastka wyrażona w atomowych jednostkach masy (unitach).
Masa cząsteczkowa to masa cząsteczek (związek kowalencyjny) bądź najmniejszego zbioru powtarzających się jonów (związek jonowy) wyrażona w atomowych jednostkach masy. Jest równa sumie mas atomowych pierwiastków wchodzących w skład najmniejszej struktury związku chemicznego, która jest opisana wzorem chemicznym związku.



Masa cząsteczkowa związku – przykład

7. Jak obliczamy stosunek masowy pierwiastków w związku chemicznym?

Stosunek masowy pierwiastków w związku chemicznym jest to stosunek mas atomów poszczególnych pierwiastków wchodzących w skład związku chemicznego.
Dla związku o wzorze ogólnym:

$$A_xB_y$$

stosunek masowy pierwiastków jest następujący:

$$x \cdot \text{masa atomowa pierwiastka A} : y \cdot \text{masa atomowa pierwiastka B}$$

wzór sumaryczny związku	**SO_3**
stosunek masowy siarki do tlenu	**masa atomowa siarki : 3 · 16** **32 : 3 · 16** **32 : 48** **2:3**

Źródło: Krzysztof Jaworski, licencja: CC BY 3.0.

8. Jak obliczamy procentową zawartość pierwiastka w związku chemicznym?

Zawartość procentowa to udział masowy, jaki ma pierwiastek w całej masie związku chemicznego. Można ją obliczyć ze wzoru:

$$\frac{\text{masa atomów danego pierwiastka w najmniejszej strukturze związku chemicznego [u]}}{\text{masa cząsteczkowa związku chemicznego [u]}} \cdot 100\ \%$$

gdzie:

atomów danego pierwiastka = liczba atomów pierwiastka we wzorze związku · masa atomowa pierwi

wzór sumaryczny tlenku sodu	**Na_2O**
stosunek liczby atomów sodu do liczby atomów tlenu	**2:1**
masa cząsteczkowa tlenku sodu	**62 u**
procentowa zawartość sodu	$\frac{\textbf{masa atomów sodu}}{\textbf{masa cząsteczkowa tlenku sodu}} \cdot 100\% =$ $\frac{2 \cdot 23\ u}{62\ u} \cdot 100\% = 74{,}2\%$
procentowa zawartość tlenu	$\frac{\textbf{masa atomowa tlenu}}{\textbf{masa cząsteczkowa tlenku sodu}} \cdot 100\% =$ $\frac{16\ u}{62\ u} \cdot 100\% = 25{,}8\%$
suma zawartości procentowych sodu i tlenu	**74,2% + 25,8% = 100%**

Źródło: Krzysztof Jaworski, licencja: CC BY 3.0.

9. Czy masa substratów i produktów zmieniają się podczas reakcji chemicznej?

Prawo zachowania masy mówi, że w układzie zamkniętym (w którym produkty reakcji nie opuszczają tego układu) łączna masa substratów jest równa sumie mas produktów. Oznacza to, że z tej samej masy substratów powstaje taka sama masa produktów, czyli że podczas przemiany chemicznej masa substancji w niej uczestniczących nie ulega zmianie.

substraty ⟶ **produkty**

masa substratów = masa produktów

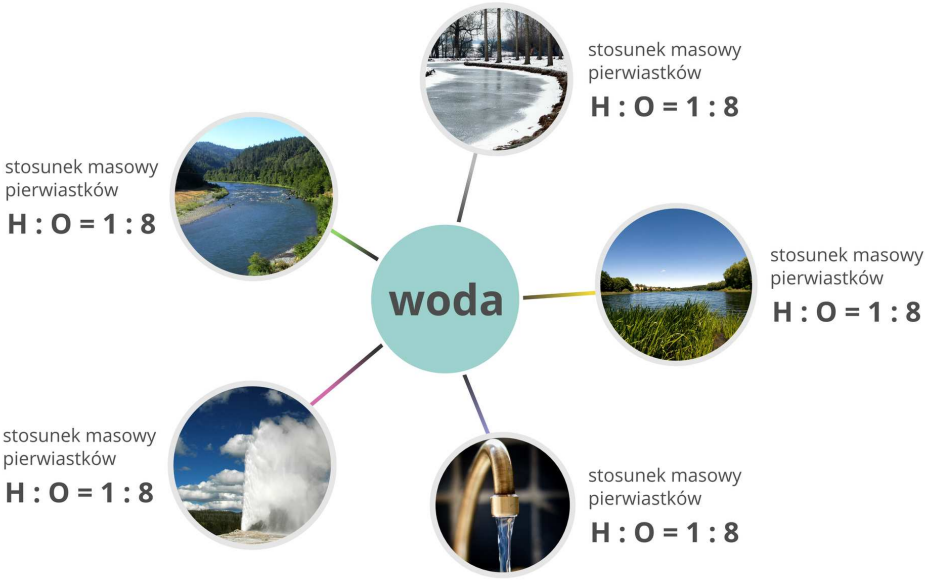
W równaniu chemicznym zawsze uwzględnia się prawo zachowania masy

równanie reakcji	**magnez + tlen ⟶ tlenek magnezu**
masa tlenku magnezu	**masa tlenku magnezu = masa magnezu + masa tlenu** 8 g = 4,8 g + masa tlenu
masa tlenu	**masa tlenu = masa tlenku magnezu - masa magnezu** masa tlenu = 8 g - 4,8 g = 3,2 g

Źródło: Krzysztof Jaworski, licencja: CC BY 3.0.

10. Czy związki chemiczne zawsze mają taki sam skład?

Zgodnie z prawem stałości składu stosunek mas pierwiastków tworzących związek chemiczny jest stały dla danego związku i nie zależy od miejsca oraz sposobu jego otrzymywania.



Stosunek masowy tlenu do wodoru w wodzie niezależnie od jej stanu skupienia (ciało stałe (lód), ciecz, para wodna) wynosi 1 : 8

Zadania

Pamiętam i rozumiem

- Wyjaśnij, czym różni się przemiana chemiczna od zjawiska fizycznego.
- Wymień po dwa przykłady przemian: chemicznej i fizycznej.
- Wyjaśnij znaczenie terminów ***substraty*** i ***produkty***.
- Zapisz ogólne równanie reakcji, posługując się terminami ***substraty*** i ***produkty***.
- Wyjaśnij, na czym polegają reakcje: analizy, łączenia, wymiany, rozkładu, syntezy.
- Napisz ogólne równania reakcji: syntezy, analizy i wymiany.
- Tlen reaguje z magnezem, a w wyniku tej reakcji powstaje tlenek magnezu. Na podstawie podanej informacji zapisz równanie tej reakcji na dwa sposoby: 1 – stosując nazwy substratów i produktów, 2 – używając symboli i wzorów. Określ typ tej reakcji.
- Dokonaj podziału reakcji ze względu na efekt energetyczny, który im towarzyszy.
- Określ stosunek masowy pierwiastków w związku o wzorze HBr.
- Oblicz zawartość procentową siarki w związku o wzorze H_2S.
- Oblicz, ile powstanie tlenku azotu(II), jeśli przereagowały ze sobą całkowicie 1,4 g azotu i 1,6 g tlenu.

Czytam i interpretuję

- Zapoznaj się z opisem wypadku w kopalni spowodowanego wybuchem metanu. Zastanów się i odpowiedz, czy reakcja, która w takim przypadku zachodzi, jest reakcją endo-, czy egzoenergetyczną.
- Dokonaj analizy przepisu na ulubione ciasto. Określ rodzaj przemian (fizyczne czy chemiczne), jakie następują podczas kolejnych etapów przygotowywania tego ciasta.

Rozwiązuję problemy

- Uporządkuj w zależności od zawartości procentowej tlenu substancje: tlenek żelaza(III), tlenek sodu, tlenek azotu(V).
- Podczas przygotowywania ciasta zmieszano drożdże z cukrem. Drożdże powoli przekształcały cukier w inne substancje. Po pewnym czasie zauważono, że naczynie, w którym znajdował się zaczyn, ogrzało się. Określ, czy reakcja, która zaszła, była reakcją endo- czy egzoenergetyczną.
- Oblicz, ile gramów siarki przypada na 6 g tlenu w tlenku siarki(IV).
- Przeprowadzono reakcję w naczyniu zamkniętym ruchomym tłokiem. Po jej zakończeniu stwierdzono, że tłok został przesunięty. Określ rodzaj tej przemiany (endo- lub egzoenergetyczna).

Projekt badawczy

Projekt badawczy – reakcje egzoenergetyczne

	Tytuł projektu	Reakcje egzoenergetyczne
	Temat projektu	Badanie zależności ilości energii wydzielonej w reakcji egzoenergetycznej od ilości (masy) użytych substratów

	Hipoteza	Ilość energii wydzielanej podczas reakcji chemicznej jest stała i niezależna od ilości użytych w reakcji substratów. Ilość energii wydzielanej podczas reakcji chemicznej zmienia się i zależy od ilości użytych w reakcji substratów. Im więcej substratów bierze udział w reakcji egzoenergetycznej, tym więcej energii wydzieli się do otoczenia.
	Materiały źródłowe	Doświadczenie własne
Uczeń	Co mam zrobić, by sprawdzić, czy hipoteza jest prawdziwa?	Przygotować próbki papieru o różnej masie (można dokonać podziału ze względu na liczbę arkuszy).
		Każdą próbkę zgnieść, umieścić w naczyniu (parownicy lub szkiełku zegarkowym) i podpalić.
		Po spaleniu zmierzyć temperaturę naczynia od spodu z drugiej strony.
		Porównać temperatury z ilością użytego papieru.
		Podczas badania pamiętać, aby temperatura naczyń użytych do spalenia kartek była zawsze jednakowa, a sprawdzanie temperatury odbywało się zaraz po wypaleniu kartki.
	Co muszę przygotować, by zweryfikować hipotezę?	Papier jednego rodzaju, jednakowe parownice lub szkiełka zegarkowe, termometr do pomiaru temperatury na podczerwień (do badania temperatury ciała – czoła, w uchu).
	Co będę obserwować (mierzyć)?	Temperatura naczynia, w którym przeprowadzano spalenie próbek papieru.
	Jak długo prowadzić obserwacje?	Kilka godzin
	W jaki sposób przedstawić wyniki?	Przygotowanie prezentacji w postaci plakatu lub innej formie
	Wniosek	
	Czego się nauczyłem podczas projektu?	

Test sprawdzający z działu III. Reakcje chemiczne

Test sprawdzający

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Klucz testu

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Materiały metodyczne dla nauczycieli

Zachęcamy Państwa do wykorzystania materiałów metodycznych, tj. konspektów lekcji, kart pracy ucznia oraz kartkówek, sprawdzianów i testów kompetencji.

- **Konspekty lekcji** – każdemu z nich przypisano wykaz wymagań z podstawy programowej realizowanych na danej lekcji, cele lekcji oraz (opisany w formie tabelarycznej) przebieg lekcji. Każda z faz lekcji została opisana za pomocą umiejętności szczegółowych, niezbędnych do osiągnięcia celów lekcji. Konspekty zawierają także sekwencje czynności ucznia (i nauczyciela) umożliwiające spełnienie wymagań podstawy programowej, wykaz stosowanych metod nauczania, ze szczególnym uwzględnieniem metod aktywnej pracy uczniów, propozycje pomocy dydaktycznych oraz czas przewidywany na realizację poszczególnych zadań.
- **Karty pracy ucznia** – zaopatrzone w zadania do wypełnienia w trakcie lekcji. W intencji autora zbiór wypełnionych kart pracy może zastąpić zeszyt przedmiotowy.
- **Kartkówki** – propozycje ewaluacji danej jednostki lekcyjnej, zawierające dwa zadania sprawdzające otwarte i jedno zamknięte.
- **Sprawdziany** – propozycje ewaluacji danego działu, dostępne wraz z kluczem odpowiedzi i kryteriami nauczania.
- **Testy diagnozujące** – uzyskane na ich podstawie wyniki („na wejściu” i „na wyjściu”) pozwalają zorientować się, jakie postępy poczynili uczniowie w trakcie całorocznej nauki przedmiotu.

Materiały metodyczne

Rozkład materiału do gimnazjum

Zestaw kartkówek do 1 klasy gimnazjum

Źródło: Anna Warchoł, licencja: CC BY 3.0.

Zestaw scenariuszy i kart pracy dla ucznia do 1 klasy gimnazjum

Źródło: Anna Warchoł, licencja: CC BY 3.0.

Sprawdziany do 1 klasy gimnazjum

Źródło: Anna Warchoł, licencja: CC BY 3.0.

Test „na wejście” do gimnazjum

Źródło: Anna Warchoł, licencja: CC BY 3.0.

Test po 1 klasie gimnazjum

Źródło: Anna Warchoł, licencja: CC BY 3.0.