NOWOŚĆ!
EDYCJA 2023–2025

7

Chemia Nowej Ery

PODRĘCZNIK DO CHEMII
DLA KLASY SIÓDMEJ SZKOŁY PODSTAWOWEJ

neon

W wersji cyfrowej znajdziesz oznaczenia usuniętych treści z podstawy w 2024

nowa era

Droga Nowa Ero,

Nigdy bym nie publikowała publicznie książek wydawnictw, które działają na uczciwych zasadach.

Wasza firma jednak promuje masowy dodruk, całkowicie niepotrzebnych książek, które mogłyby zastąpione wersjami elektronicznymi!

Co prawda e-booki są dostępne na waszej stronie, jednak:

- W przeciwieństwie do fizycznej książki, licencja na e-book kończy się po roku. Oznacza to, że jeżeli moja córka chciałaby powtórzyć sobie całą wiedzę do matury, musiałabym jej kupić wszystkie wasze książki od nowa.
- Waszych e-booków nie da się pobrać! Wymagają one dostęp do internetu, co uniemożliwia ich użycie na naszej wsi, gdzie zasięg jest ograniczony.
- Wasze e-booki nie działają na telefonach komórkowych!!!
- Wasze e-booki sprzedawane są po tej samej (albo wyższej) cenie co regularne książki. Cena e-booka powinna być niższa, gdyż e-booki wymagają elektronicznego czytnika (tabletu)!

Czas rozpocząć nową erę (o ironio), w której papier nie jest bezczelnie marnowany dla pieniędzy. Przedstawiam e-book, który spełnia wszystkie oczekiwania uczniów.

Dbajmy o środowisko, zróbmy to dla młodych pokoleń.

7

Jan Kulawik
Teresa Kulawik
Maria Litwin

Chemia Nowej Ery

PODRĘCZNIK DO CHEMII
DLA KLASY SIÓDMEJ SZKOŁY PODSTAWOWEJ

OZNACZENIA W E-PODRĘCZNIKU

Ikona na górze strony sygnalizuje zmiany, które obowiązują od 2024 r.

W ten sposób oznaczono treści, które nie są już wymaagane.

Tak zaznaczono treści, o których realizacji decyduje nauczyciel.

nowa era
Twoje mocne strony

Chemia
Nowej Ery

Podręcznik dopuszczony do użytku szkolnego przez ministra właściwego do spraw oświaty i wychowania i wpisany do wykazu podręczników przeznaczonych do kształcenia ogólnego do nauczania chemii, na podstawie opinii rzeczoznawców: **mgr Małgorzaty Brudzyńskiej, dr Małgorzaty Czai, prof. dr. hab. inż. Jana Kalembkiewicza**.
Etap edukacyjny: II

Typ szkoły: szkoła podstawowa
Rok dopuszczenia: 2023

Numer ewidencyjny w wykazie MEiN: 785/1/2023/z1

Podręcznik został opracowany na podstawie *Programu nauczania chemii w szkole podstawowej Chemia Nowej Ery* autorstwa Teresy Kulawik i Marii Litwin.

Nabyta przez Ciebie publikacja jest dziełem twórcy i wydawcy. Prosimy o przestrzeganie praw, jakie im przysługują. Zawartość publikacji możesz udostępnić nieodpłatnie osobom bliskim lub osobiście znanym, ale nie umieszczaj jej w internecie. Jeśli cytujesz jej fragmenty, to nie zmieniaj ich treści i koniecznie zaznacz, czyje to dzieło. Możesz skopiować część publikacji jedynie na własny użytek.

Szanujmy cudzą własność i prawo. Więcej na **www.legalnakultura.pl**

Wykorzystywanie treści niniejszego Utworu, w jakiejkolwiek formie lub w jakimkolwiek procesie, do celów eksploracji tekstu i danych, uczenia maszynowego, rozwoju i/lub szkolenia i/lub wzbogacania sztucznej inteligencji jakiegokolwiek rodzaju jest surowo zabronione.

© Copyright by Nowa Era Sp. z o.o. 2023
ISBN 978-83-267-4544-7
Wydanie drugie
Warszawa 2024

Współpraca autorska: Joanna Cwynar-Wojtonis, Aleksandra Kwiek, Małgorzata Mańska, Adriana Palińska-Saadi, Honorata Piłasiewicz.
Konsultacja merytoryczna: Romuald Hassa, Małgorzata Mańska, Elżbieta Megiel, Aleksandra Mrzigod, Janusz Mrzigod, Adriana Palińska-Saadi.

Opracowanie redakcyjne i redakcja merytoryczna: zespół.
Redakcja językowa: Aleksandra Hofman, Joanna Wasak, Paulina Szulim, Marta Zuchowicz.
Korekta językowa: Zofia Psota. **Nadzór artystyczny**: Kaia Pichler.
Opieka graficzna: Małgorzata Gregorczyk. **Projekt okładki**: Maciej Galiński, Wojtek Urbanek.
Projekt graficzny: Klaudia Jarocka, Ewa Kaletyn. **Ilustracje**: Ewelina Baran, Rafał Buczkowski, Zuzanna Dudzic, Natalia Helman, Agata Knajdek, Krzysztof Mrawiński, Ewa Sowulewska.
Opracowanie graficzne: Enzo Di Giacomo, Arkadiusz Ignaciuk, Klaudia Jarocka, Adam Król, Marcin Oleksak, Marcin Ptak, Sławomir Włodarczyk, Piotr Zabłudowski. **Realizacja projektu graficznego**: Dorota Sameć.
Fotoedycja: Beata Chromik, Katarzyna Iwan-Malawska.

Nowa Era Sp. z o.o.
Aleje Jerozolimskie 146 D, 02-305 Warszawa
www.nowaera.pl, e-mail: nowaera@nowaera.pl, Centrum Kontaktu: 58 721 48 00

Druk i oprawa: Quad/Graphics Europe Sp. z o.o.

Jak korzystać z podręcznika?

Potrzebujesz tłumaczenia krok po kroku?

Przykład

wyjaśnione krok po kroku rozwiązania zadań problemowych i obliczeniowych

Podobieństwa i różnice

zestawione cechy wspólne i różnice, np. związków chemicznych czy pojęć

Przeczytaj – zrozumiesz!

procesy wyjaśnione krok po kroku, przedstawione w postaci infografik

Ważne oznaczenia

Doświadczenie

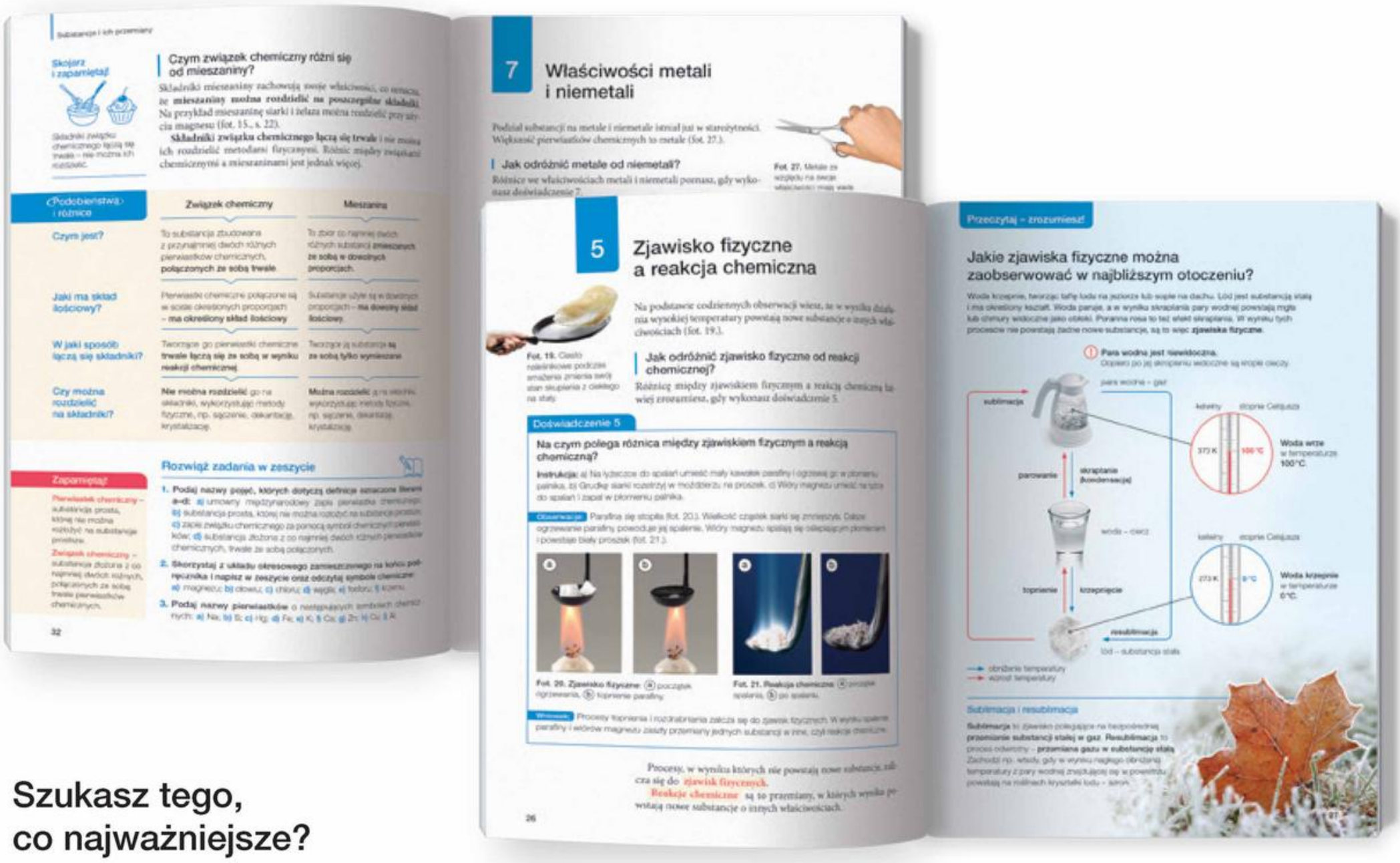
doświadczenia w kolorze niebieskim są **zalecane** do przeprowadzenia lub obejrzenia

zadania do rozwiązania

substancje o niebezpiecznych właściwościach

ważne informacje, dotyczące m.in. zasad BHP

doświadczenia **do samodzielnego wykonania**



Szukasz tego, co najważniejsze?

Zapamiętaj!

definicje nowych pojęć, które pojawiły się w temacie

Podsumowanie

najważniejsze treści w dziale w formie pytań i odpowiedzi

Skojarz i zapamiętaj!

krótkie informacje, które ułatwiają zapamiętanie ważnych treści

Chcesz wiedzieć więcej?

Chemia wokół nas

wyjaśnienia reakcji i zjawisk zachodzących w najbliższym otoczeniu

Dla dociekliwych

informacje i zadania poszerzające wiedzę

Chcesz sprawdzić wiadomości i poćwiczyć umiejętności?

Rozwiąż zadania w zeszycie – na końcu każdego tematu

Sprawdź, czy wiesz i umiesz... – na końcu każdego działu

Spis treści

Regulamin pracowni chemicznej i oznaczenia BHP 6

Dział 1. Substancje i ich przemiany

1. Zasady bezpiecznej pracy na lekcjach chemii 8
2. Właściwości substancji, czyli ich cechy charakterystyczne 13
3. Gęstość substancji 17
4. Rodzaje mieszanin i sposoby ich rozdzielania na składniki 21
5. Zjawisko fizyczne a reakcja chemiczna 26
6. Pierwiastki i związki chemiczne 29
7. Właściwości metali i niemetali 33

Podsumowanie 40

Sprawdź, czy wiesz i umiesz... 42

Dział 2. Składniki powietrza i rodzaje przemian, jakim ulegają

8. Powietrze – mieszanina jednorodna gazów 44
9. Tlen – najważniejszy składnik powietrza 51
10. Tlenek węgla(IV) 56
11. Wodór 62
12. Zanieczyszczenia powietrza 65
13. Rodzaje reakcji chemicznych 69

Podsumowanie 72

Sprawdź, czy wiesz i umiesz… 74

Dział 3. Atomy i cząsteczki

14. Atomy i cząsteczki – składniki materii 76
15. Masa atomowa, masa cząsteczkowa 79
16. Budowa atomu – nukleony i elektrony 82
17. Izotopy 89
18. Układ okresowy pierwiastków chemicznych 93
19. Zależność między budową atomu pierwiastka chemicznego a jego położeniem w układzie okresowym 96

Podsumowanie 102

Sprawdź, czy wiesz i umiesz… 104

Dział 4. Łączenie się atomów. Równania reakcji chemicznych

20. Wiązanie kowalencyjne 106
21. Wiązanie jonowe 117
22. Wpływ rodzaju wiązania na właściwości związku chemicznego 123
23. Znaczenie wartościowości pierwiastków chemicznych przy ustalaniu wzorów i nazw związków chemicznych 126

24. Prawo stałości składu związku chemicznego ... 133
25. Równania reakcji chemicznych ... 138
26. Prawo zachowania masy ... 143
27. Obliczenia stechiometryczne ... 146
Podsumowanie ... 152
Sprawdź, czy wiesz i umiesz… ... 154

Dział 5. Woda i roztwory wodne

28. Woda – właściwości i rola w przyrodzie ... 156
29. Woda jako rozpuszczalnik ... 160
30. Rodzaje roztworów ... 166
31. Rozpuszczalność substancji w wodzie ... 173
32. Stężenie procentowe roztworu ... 180
Podsumowanie ... 188
Sprawdź, czy wiesz i umiesz… ... 190

Dział 6. Tlenki i wodorotlenki

33. Tlenki metali i niemetali ... 192
34. Elektrolity i nieelektrolity ... 198
35. Wzory i nazwy wodorotlenków ... 205
36. Wodorotlenek sodu, wodorotlenek potasu ... 207
37. Wodorotlenek wapnia ... 212
38. Sposoby otrzymywania wodorotlenków trudno rozpuszczalnych w wodzie ... 216
39. Proces dysocjacji elektrolitycznej zasad ... 220
Podsumowanie ... 223
Sprawdź, czy wiesz i umiesz… ... 224

Spojrzenie w przeszłość – projekty edukacyjne

Historia odkrycia składu powietrza ... 226
Historyczny rozwój pojęcia *atom* ... 228
Historia odkrycia promieniotwórczości ... 230
Twórcy praw chemicznych ... 232

Tabele

Elementy wyposażenia laboratorium chemicznego ... 234
Nazwy i symbole pierwiastków chemicznych ... 236
Właściwości wybranych pierwiastków chemicznych ... 237
Właściwości fizyczne wybranych związków chemicznych ... 238
Odpowiedzi do zadań ... 239
Bibliografia ... 242
Indeks ... 243

Regulamin pracowni chemicznej i oznaczenia BHP

Przebywając w pracowni chemicznej, należy ściśle przestrzegać jej regulaminu i postępować zgodnie z zasadami bezpiecznej pracy.

- Wszystkie doświadczenia chemiczne należy wykonywać wyłącznie na polecenie nauczyciela.
- Przed wykonaniem doświadczenia chemicznego na polecenie nauczyciela należy założyć fartuch i okulary ochronne, a jeśli to konieczne – rękawice ochronne.

- Doświadczenia chemiczne należy przeprowadzać według instrukcji zamieszczonej w podręczniku lub podanej przez nauczyciela.
- Wszystkie substancje stosowane do eksperymentów należy traktować jako potencjalne trucizny: nie wolno ich dotykać, sprawdzać smaku ani zapachu.
- Na polecenie nauczyciela można sprawdzić zapach substancji, kierując jej pary ruchem wachlującym dłoni w stronę nosa.
- Podczas ogrzewania substancji w probówce należy skierować jej wylot w stronę, gdzie nikogo nie ma, i delikatnie nią poruszać.
- Należy zachować szczególne środki ostrożności podczas pracy z substancjami, na których są znaki ostrzegawcze w postaci piktogramów.

Zagrożenia fizykochemiczne

substancje wybuchowe

substancje łatwopalne

substancje utleniające

gazy pod ciśnieniem

substancje korodujące metale

Zagrożenia dla zdrowia

substancje toksyczne

substancje drażniące

substancje rakotwórcze, mutagenne

substancje żrące

Zagrożenia dla środowiska

substancje niebezpieczne dla środowiska

substancje niebezpieczne dla warstwy ozonowej

1 Substancje i ich przemiany

1. Zasady bezpiecznej pracy na lekcjach chemii

Cele lekcji: Poznanie przepisów BHP, regulaminu pracowni chemicznej i podstawowego wyposażenia laboratoryjnego.

2. Właściwości substancji, czyli ich cechy charakterystyczne

Cele lekcji: Poznanie pojęć: **substancja**, **ciało fizyczne**. Poznanie właściwości fizycznych i chemicznych substancji.

3. Gęstość substancji

Cele lekcji: Poznanie pojęcia **gęstość**. Przeprowadzanie obliczeń z wykorzystaniem pojęć: **gęstość**, **masa** i **objętość**. Przeliczanie jednostek.

4. Rodzaje mieszanin i sposoby ich rozdzielania na składniki

Cele lekcji: Poznanie cech oraz przykładów mieszanin jednorodnych i niejednorodnych, a także niektórych metod ich rozdzielania na składniki. Sporządzanie mieszanin i dobieranie odpowiednich metod ich rozdzielania.

5. Zjawisko fizyczne a reakcja chemiczna

Cele lekcji: Poznanie różnicy między zjawiskiem fizycznym a reakcją chemiczną. Rozpoznawanie rodzaju przemian. Podawanie przykładów i projektowanie doświadczeń ilustrujących zjawisko fizyczne i reakcję chemiczną.

6. Pierwiastki i związki chemiczne

Cele lekcji: Poznanie pojęć: **pierwiastek chemiczny**, **związek chemiczny**. Poznanie pochodzenia nazw pierwiastków chemicznych. Posługiwanie się podstawowymi symbolami chemicznymi. Odróżnianie symboli chemicznych od wzorów związków chemicznych. Odróżnianie związków chemicznych od mieszanin.

7. Właściwości metali i niemetali

Cele lekcji: Poznanie podziału pierwiastków chemicznych na metale i niemetale. Odróżnianie metali od niemetali na podstawie ich właściwości. Opisywanie korozji i metod zabezpieczania metali przed tym procesem.

1 Zasady bezpiecznej pracy na lekcjach chemii

Fot. 1. Wyświetlacze smartfonów zbudowane są z substancji odkrytej w XIX w.

Chemia [gr. *chēmeía* – magia] jest nauką zajmującą się badaniem świata w sposób eksperymentalny. Praca chemika często przypomina zajęcie detektywa, który próbuje rozwiązać zagadkę i odpowiedzieć na wiele pytań, np. co się stanie po wymieszaniu ze sobą dwóch substancji.

Przeprowadzane czynności są nazywane **doświadczeniami chemicznymi**. Dzięki nim dokonano wielu odkryć, które poprawiły jakość naszego życia (fot. 1.).

Gdzie wykonuje się doświadczenia chemiczne?

W szkole właściwym miejscem do przeprowadzania doświadczeń chemicznych jest **pracownia chemiczna**.

Jakich zasad należy przestrzegać w pracowni chemicznej?

Wszystkie **doświadczenia należy wykonywać wyłącznie na polecenie nauczyciela** i zgodnie z instrukcją.

Podczas wykonywania doświadczenia **trzeba zachowywać ostrożność** i w niektórych przypadkach zakładać fartuch, okulary oraz rękawice ochronne (rys. 1.). W trakcie przeprowadzania niektórych eksperymentów odczynniki chemiczne mogą się gwałtownie zapalić lub wyprysnąć z naczynia.

fartuch laboratoryjny

okulary ochronne

rękawice ochronne

Rys. 1. O konieczności użycia stroju ochronnego informują symbole.

Czym są odczynniki chemiczne?

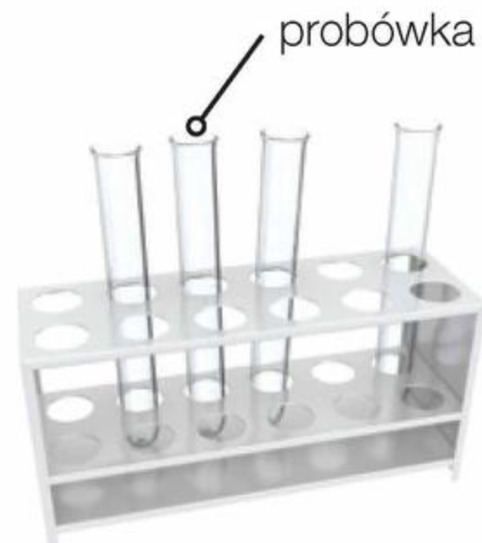
Substancje używane w pracowni chemicznej są nazywane **odczynnikami chemicznymi**, nawet jeśli to powszechnie znane sól kuchenna, cukier czy ocet.

Wszystkie substancje stosowane do eksperymentów należy traktować jako potencjalnie szkodliwe: nie wolno ich dotykać, sprawdzać smaku ani zapachu.

Czym są karty charakterystyki i co się w nich znajduje?

Karty charakterystyki to dokumenty, w których znajdują się **najważniejsze informacje o odczynnikach chemicznych**. Każda substancja ma swoją kartę, w której opisano m.in.:

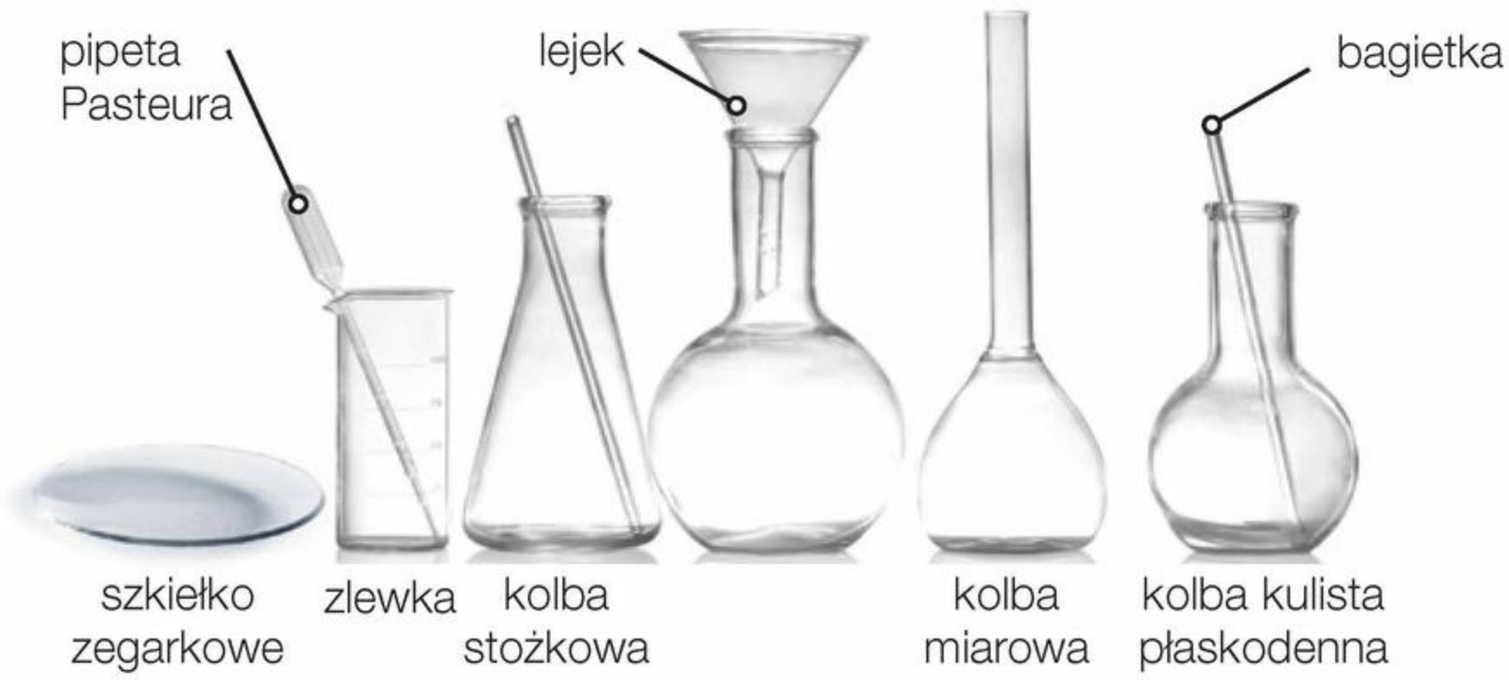
- czy jest łatwopalna, toksyczna,
- jakie środki ostrożności należy zachować, wykorzystując ją do doświadczeń chemicznych,
- jak postępować np. podczas kontaktu ze skórą, z oczami,
- jak ją bezpiecznie przechowywać.



statyw do probówek

Co jest potrzebne, aby wykonać doświadczenie chemiczne?

Do niektórych doświadczeń chemicznych można wykorzystywać przedmioty codziennego użytku, jak szklanki czy łyżeczki. Jednak bezpieczniej i wygodniej jest stosować specjalnie do tego przeznaczone **szkło laboratoryjne** (fot. 2.) i **sprzęt laboratoryjny**, dostosowane np. do wysokiej temperatury podczas ogrzewania.



Fot. 2. Przykłady szkła laboratoryjnego.

statyw z łapą metalową

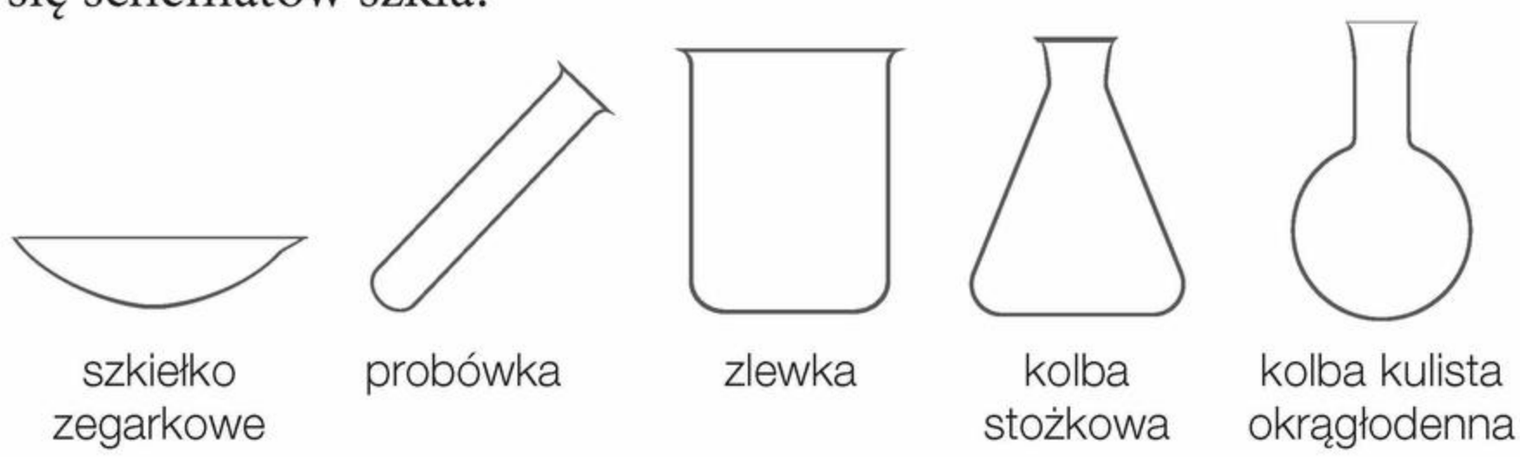
W szkolnej pracowni do doświadczeń chemicznych najczęściej używa się: probówek, zlewek, szkiełek zegarkowych, bagietek oraz sprzętu laboratoryjnego (fot. 3.), np. palników i statywów.

Więcej przykładów szkła i sprzętu laboratoryjnego znajdziesz na s. 234–235.

moździerz

Jak narysować schemat szkła laboratoryjnego?

Do przedstawiania przebiegu doświadczeń chemicznych używa się schematów szkła:



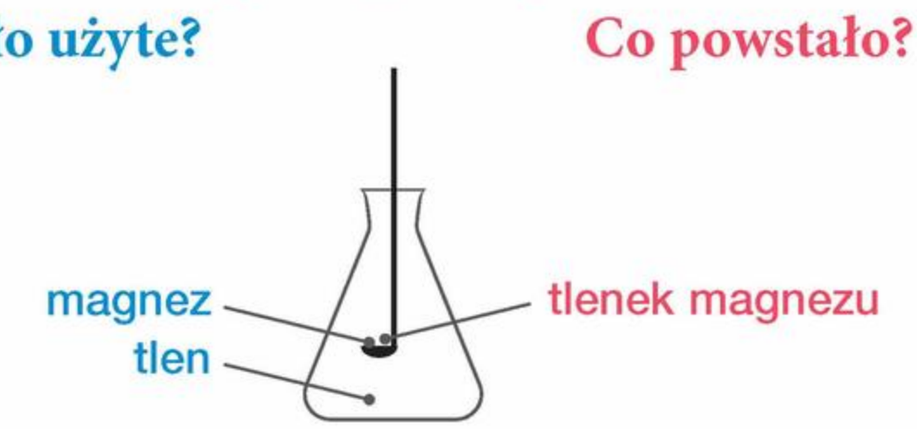
palnik gazowy

Fot. 3. Przykłady sprzętu laboratoryjnego.

Jak opisać schemat doświadczenia chemicznego?

Nazwy substancji, które zostały użyte do przeprowadzenia doświadczenia chemicznego, zapisuje się **z lewej strony** schematu.

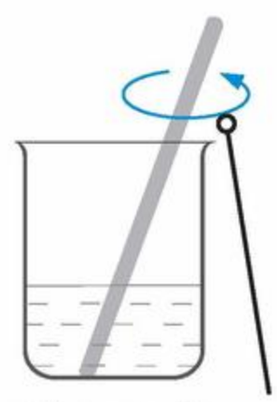
Nazwy substancji, które powstały w doświadczeniu chemicznym, należy zapisać **z prawej strony** schematu.



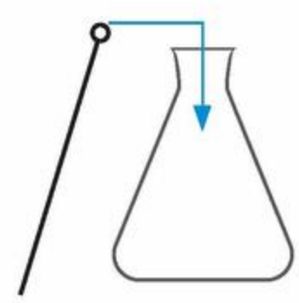
Jak oznaczyć czynności na schematach?

Czynności wykonywane podczas przeprowadzania doświadczeń chemicznych można przedstawić na schemacie za pomocą znaków:

ogrzewanie – ten znak umieszcza się pod schematem szkła laboratoryjnego



mieszanie – ten znak rysuje się dookoła bagietki



dodawanie substancji – ten znak umieszcza się nad schematem szkła laboratoryjnego

Skojarz i zapamiętaj!

Obserwacje, czyli to, co:

widać

słychać

czuć

Jak zapisywać obserwacje?

Obserwacji najczęściej dokonuje się za pomocą zmysłów: wzroku, słuchu i węchu, a czasem też dotyku. Przed zapisaniem obserwacji należy odpowiedzieć sobie na pytania: **Co widać? Co słychać? Co czuć?**

Zapisane obserwacje mogą dotyczyć m.in.:

- barwy, np. bezbarwna substancja zyskuje kolor,
- wydzielania się pęcherzyków gazu,
- ogrzania się lub ochłodzenia zawartości probówki (bez używania palnika czy lodu),
- pojawienia się zapachu, osadu, efektów dźwiękowych lub świetlnych.

Jak sformułować wniosek?

Wniosek to odpowiedź na pytanie:

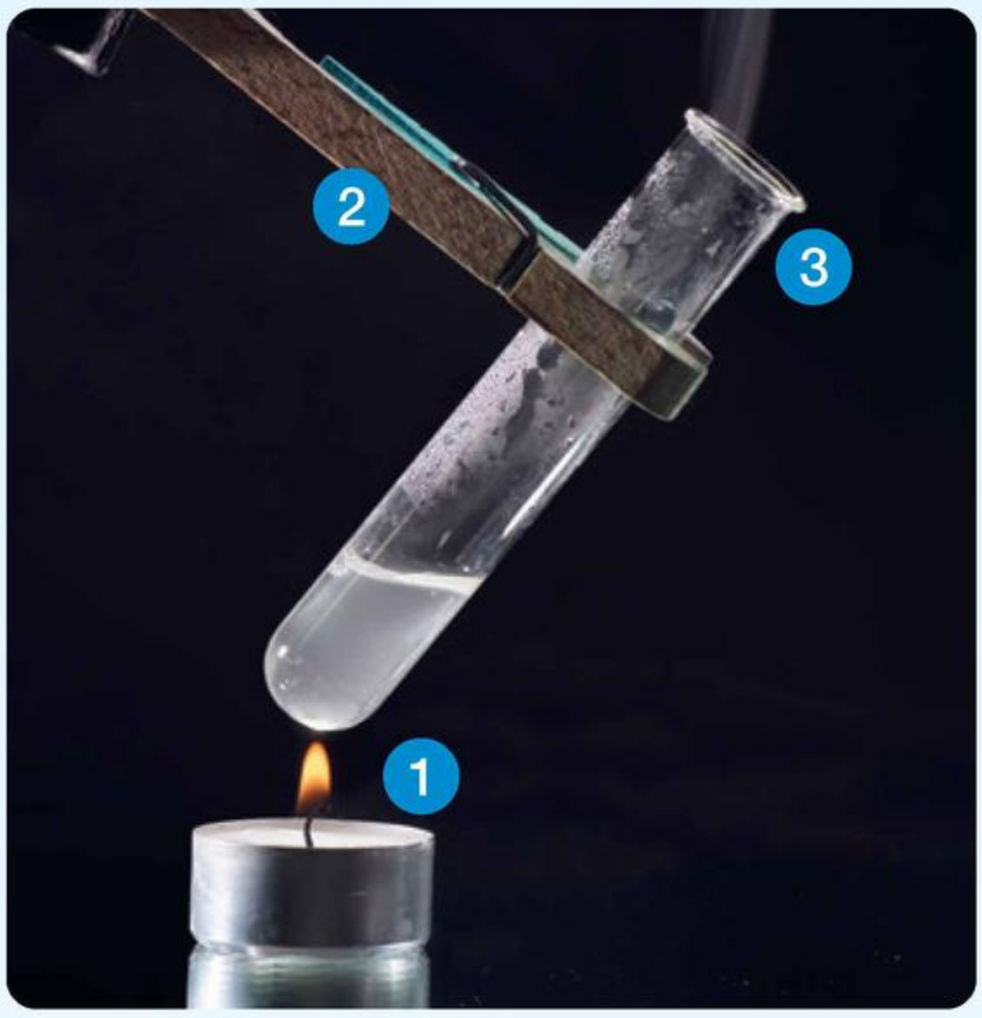
- **Co wynika z zaobserwowanych zmian?**
  Wniosek formułuje się na podstawie obserwacji.

Jak bezpiecznie ogrzewać substancje i badać ich zapach?

W szkolnej pracowni chemicznej **badanie zapachu** substancji zawsze musi się odbywać z zachowaniem zasad bezpieczeństwa i **tylko na polecenie nauczyciela**. **Podczas ogrzewania substancji** w probówce należy skierować jej wylot w stronę, gdzie nikogo nie ma, i delikatnie nią poruszać.

a Pary substancji należy **ruchem wachlującym** dłoni kierować **w stronę nosa**.

b Substancje mogą mieć ostry i nieprzyjemny zapach, dlatego **naczynia z badaną substancją nie należy zbliżać do twarzy**.



1 Płomień powinien być skierowany tak, aby ogrzewał tylko probówkę.

2 W czasie ogrzewania probówki można ją umieścić **w łapie metalowej** mocowanej na statywie lub **w łapie drewnianej**.

(!) Probówki z ogrzewaną substancją **nie wolno** trzymać bezpośrednio w dłoni.

3 Probówkę należy trzymać tak, aby wylot kierować od siebie oraz w stronę, gdzie nikogo nie ma.

(!) **Nie wolno** nachylać się nad wylotem ogrzewanej probówki.

Pierwsza pomoc w przypadku oparzeń termicznych i chemicznych

1. **Zdejmij odzież i biżuterię z oparzonej powierzchni**, jeśli jest to możliwe.
2. Oparzone miejsce **polewaj lub płucz chłodną** (nie lodowatą) **wodą** przez co najmniej 20 minut.
   - **Kwasy i zasady** należy jak najszybciej **obficie spłukać wodą**.
   - W przypadku oparzenia substancją stałą usuń ją z powierzchni ciała przed polaniem wodą.
3. **Załóż jałowy opatrunek** na rany.
4. W razie konieczności **skonsultuj się z lekarzem**.

(!) **Nie odrywaj odzieży**, która przykleiła się do skóry, nie przebijaj pęcherzy, nie dezynfekuj poparzonych miejsc!

Przykład 1

Jak opisać doświadczenie chemiczne?

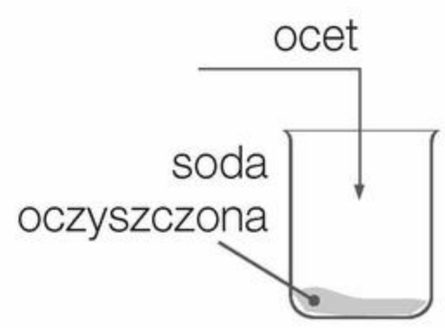
Krok 1
Przeczytaj tytuł doświadczenia i instrukcję.

Doświadczenie
Badanie działania octu spożywczego na sodę oczyszczoną

Instrukcja: Do zlewki o pojemności 250 cm^3 lub 400 cm^3 wsyp ok. 2 łyżek sody oczyszczonej i dodaj ok. 50 cm^3 octu spożywczego.

Krok 2
Narysuj schemat i wykonaj doświadczenie.

- Narysuj zlewkę.
- Nieregularną linią zaznacz substancję stałą w zlewce i z lewej strony napisz jej nazwę.
- Narysuj strzałkę oznaczającą dodawanie substancji i napisz nad nią nazwę substancji.



Krok 3
Napisz obserwacje i sformułuj wniosek.

Obserwacje: Wydzielił się bezbarwny gaz, zawartość zlewki silnie się pieni.
Wniosek: Intensywne pienienie świadczy o powstaniu nowej substancji.

Rozwiąż zadania w zeszycie

1. **Oceń prawdziwość podanych zdań.**
   A. Badając zapach substancji, należy ruchem wachlującym dłoni kierować jej pary w stronę nosa.
   B. Podczas ogrzewania substancji probówkę należy trzymać tak, aby jej wylot kierować od siebie oraz w stronę, gdzie nikogo nie ma.
   C. Probówkę z ogrzewaną substancją można trzymać w dłoni.

2. Na fotografii przedstawiono przebieg doświadczenia chemicznego – *Wpływ ogrzewania na cukier*.

   a) **Wskaż zdanie** (A–C)**, które poprawnie opisuje obserwacje. Odpowiedź uzasadnij.**
      A. Cukier zmienił barwę na czarną, bo powstał węgiel. W probówce pojawiła się bezbarwna ciecz – woda.
      B. Zaszła reakcja chemiczna. W wyniku ogrzewania cukru powstały węgiel i woda.
      C. Cukier zmienił barwę na czarną. Na ściankach probówki pojawiły się krople bezbarwnej cieczy.
   b) **Sformułuj wniosek.**

Zapamiętaj!

Obserwacja – spostrzeżenie dokonane podczas przeprowadzania doświadczenia chemicznego lub w trakcie pokazu.

Wniosek – chemiczna interpretacja oraz uzasadnienie efektów doświadczenia.

Odczynnik chemiczny – substancja używana w pracowni chemicznej.

2 Właściwości substancji, czyli ich cechy charakterystyczne

Według najprostszej definicji **materią** jest wszystko, co znajduje się w otoczeniu. Wystarczy się rozejrzeć, by dostrzec mnogość kształtów, form i kolorów. Naukę chemii rozpoczniesz od określania właściwości różnych **substancji** (fot. 4.) będących składnikami materii.

Nie będziesz badać **ciał fizycznych**, np. drutu miedzianego, lecz miedź – substancję, z której przedmiot (ciało fizyczne) został wykonany (tabela 1.).

Fot. 4. Słony smak potrawy uzyskasz, gdy dodasz do niej powszechnie znaną substancję – sól kuchenną.

Tabela 1. Ciała fizyczne i tworzące je substancje

Ciało fizyczne	Substancja
wata cukrowa	cukier
kula śnieżna	woda
drut miedziany	miedź
puszka aluminiowa	glin

Przykłady **ciał fizycznych**:
- wata cukrowa
- kula śnieżna
- drut miedziany
- puszka aluminiowa

Przykłady **substancji**:
- cukier
- woda
- miedź
- glin

Czym są właściwości substancji?

Właściwości substancji są to **cechy charakterystyczne**, które ją opisują i umożliwiają odróżnienie jej od innych substancji.

Jak badać właściwości substancji?

W pracowni chemicznej **nie wolno badać smaku** substancji.

Niektóre właściwości substancji można badać, **korzystając z narządów zmysłów**. Za pomocą wzroku można określić **stan skupienia** i **barwę**. Zmysły węchu i smaku umożliwiają określenie **zapachu** i **smaku** substancji, a zmysł dotyku – jej twardości i temperatury.

Inne właściwości – np. temperaturę topnienia, temperaturę wrzenia, twardość – należy ustalić, **przeprowadzając doświadczenia**, lub odszukać ich wartości w tablicach chemicznych (s. 237–238).

Pierwsze doświadczenie chemiczne, jakie wykonasz, będzie polegało na określeniu i porównaniu właściwości różnych substancji.

Doświadczenie 1

Badanie właściwości wybranych substancji

Instrukcja: Zbadaj stan skupienia, barwę i zapach oraz określ inne cechy charakterystyczne: miedzi, żelaza, soli kuchennej, cukru, mąki, wody.

Zapach można zbadać tylko na polecenie nauczyciela.

Obserwacje: Zbadane właściwości substancji zamieszczono w tabeli.

Nazwa substancji	Stan skupienia w temperaturze pokojowej	Barwa	Zapach	Inne cechy charakterystyczne
miedź	stały	czerwonobrązowa	bezwonna	metaliczny połysk, ciągliwa
żelazo	stały	srebrzystobiałe	bezwonne	metaliczny połysk, ciągliwe
sól kuchenna	stały	bezbarwna*	bezwonna	tworzy kryształy, słony smak
cukier	stały	bezbarwny*	bezwonny	tworzy kryształy, słodki smak
mąka	stały	biała	bezwonna	proszek
woda	ciekły	bezbarwna	bezwonna	rozpuszcza się w niej wiele substancji

* Zauważalna często biała barwa tej substancji wynika ze stopnia jej rozdrobnienia.

Wniosek: Każda z badanych substancji ma przynajmniej jedną taką właściwość, która umożliwia odróżnienie jej od innych substancji.

W jakich warunkach określa się właściwości substancji?

Właściwości substancji mogą się zmieniać w zależności od temperatury i ciśnienia. Najczęściej określa się je w **warunkach normalnych**, **czyli w temperaturze T = 273,15 K (0 °C) i pod ciśnieniem p = 1013,25 hPa**. Takie umowne wartości temperatury i ciśnienia umożliwiają łatwe porównywanie właściwości różnych substancji.

Właściwości substancji opisane w podręczniku zostały określone w temperaturze pokojowej (20 °C) i pod ciśnieniem 1013 hPa.

Warunki normalne
temperatura
T = 273,15 K (0 °C)
ciśnienie
p = 1013,25 hPa
(hPa – hektopaskal;
1 hPa = 100 Pa)

Jakie są rodzaje właściwości substancji?

Można wyróżnić następujące rodzaje właściwości substancji (fot. 5.):

Właściwości substancji

- **właściwości fizyczne** – opisują wygląd i zachowanie wobec czynników fizycznych, np. czy substancja jest kowalna
- **właściwości chemiczne** – opisują zachowanie jednej substancji wobec innych, np. czy substancje łączą się ze sobą

Właściwości substancji*

Właściwości fizyczne
- stan skupienia
- barwa
- połysk
- gęstość
- twardość
- rozpuszczalność w wodzie i innych rozpuszczalnikach
- temperatury wrzenia i topnienia
- przewodnictwo elektryczne i cieplne

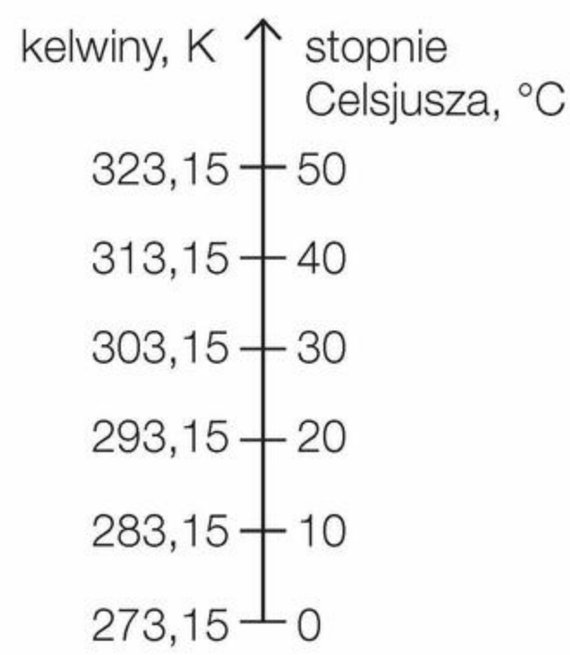
Właściwości chemiczne
- zapach
- smak
- toksyczność
- palność
- aktywność chemiczna (czyli zdolność do oddziaływania z innymi substancjami)

* Podział według: L. Jones, P. Atkins, *Chemia ogólna. Cząsteczki, materia, reakcje*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2020.

Dla dociekliwych

Podstawową jednostką temperatury w układzie SI, czyli Międzynarodowym Układzie Jednostek Miar, jest kelwin o symbolu: K.

Zmiana temperatury **o 1 stopień Celsjusza** (1 °C) **oznacza** również **zmianę o 1 kelwin** (1 K).



T(K) = T(°C) + 273,15

Jeśli T(°C) = 25 °C, to:

T(K) = 25 + 273,15, czyli

T(K) = 298,15 K.

twardość substancji – ta **właściwość fizyczna** decyduje o wytrzymałości ciała fizycznego np. na odkształcenie – wygięcie

powstawanie rdzy ma związek z **właściwością chemiczną** żelaza

Fot. 5. Właściwości fizyczne i chemiczne mają wpływ na przemiany, jakim ulegają substancje.

Jak rozpoznać substancje o niebezpiecznych właściwościach?

Fot. 6. Piktogramy znajdują się m.in. na środkach czystości, stosowanych w domu do usuwania zabrudzeń.

Na etykietach opakowań substancji, które zagrażają zdrowiu ludzi i środowisku przyrodniczemu, umieszcza się znaki informujące o zagrożeniu (fot. 6.), czyli **piktogramy** (rys. 2.).

Rys. 2. Piktogramy – znaki graficzne w tym przypadku informujące o właściwościach substancji.

Wszystkie substancje stosowane do eksperymentów należy traktować jako potencjalne trucizny. **Nie wolno ich dotykać ani sprawdzać (zmysłami) ich smaku i zapachu.**

Rozwiąż zadania w zeszycie

1. **Przyporządkuj substancjom** (I–III) **po jednej właściwości wybranej spośród A–D**.
   I. Miedź II. Mąka III. Sól kuchenna
   A. Jest białym proszkiem.
   B. Tworzy kryształy o słonym smaku.
   C. W temperaturze pokojowej jest cieczą.
   D. Ma czerwonobrązową barwę.

2. **Spośród podanych właściwości wybierz te, które są właściwościami chemicznymi substancji.**
   zapach • stan skupienia • barwa • smak • toksyczność • połysk • gęstość • twardość • palność • aktywność chemiczna • temperatura wrzenia • przewodnictwo cieplne

3. Znaki umieszczone na puszce z benzyną ekstrakcyjną, wykorzystywaną m.in. do czyszczenia pędzli malarskich, informują o właściwościach tej substancji. **Wymień właściwości benzyny, korzystając z piktogramów** zamieszczonych na jej opakowaniu.

benzyna ekstrakcyjna

Zapamiętaj!

Substancja – rodzaj materii o określonych właściwościach.

Właściwości – charakterystyczne cechy substancji, które odróżniają ją od innych substancji. Wyróżnia się właściwości fizyczne i chemiczne.

Warunki normalne – temperatura 273 K = 0°C, ciśnienie 1013,25 hPa.

3 Gęstość substancji

Fot. 7. Syrop wlany do wody opada na dno.

Gęstość **to właściwość substancji**, którą można badać niemal codziennie, np. dodając syrop do wody. Substancja opada na dno (fot. 7.), jeśli jej gęstość jest większa od gęstości cieczy.

Jeżeli substancja ma gęstość mniejszą od gęstości cieczy – będzie pływała po jej powierzchni.

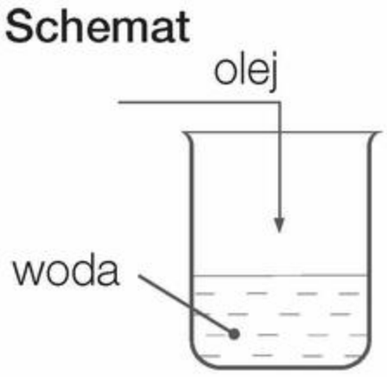
Jak zbadać, która ciecz ma większą gęstość?

Doświadczenie 2

Porównanie gęstości wody i oleju

Instrukcja: Do zlewki z wodą wlej taką samą objętość oleju. Wymieszaj zawartość zlewki bagietką. Powtórz doświadczenie, ale wlej do zlewki najpierw olej, a następnie taką samą objętość wody.

Schemat



Obserwacje: Olej pływa po powierzchni wody, widać wyraźną granicę między cieczami (fot. 8.).

Fot. 8. Woda ma większą gęstość niż olej.

Wniosek: Gęstość oleju jest mniejsza od gęstości wody.

Chemia wokół nas

Ropa naftowa, np. trafiająca do morza w wyniku awarii tankowca, unosi się na powierzchni wody, ponieważ ma gęstość mniejszą od gęstości wody (fot. 9.).

Fot. 9. Ropę naftową, która wyciekła z tankowca, zbiera się z powierzchni wody, aby uniknąć katastrofy ekologicznej.

Dla dociekliwych

Kilogram na metr sześcienny ($\frac{kg}{m^3}$) to jednostka gęstości zalecana do stosowania na całym świecie, we wszystkich dziedzinach nauki, w technologii, przemyśle i handlu. Została przyjęta przez Generalną Konferencję Miar i zaliczona do układu SI.

Jak obliczyć gęstość substancji?

Gęstość (d) jest to stosunek masy (m) substancji do jej objętości (V):

$$d = \frac{m}{V}$$

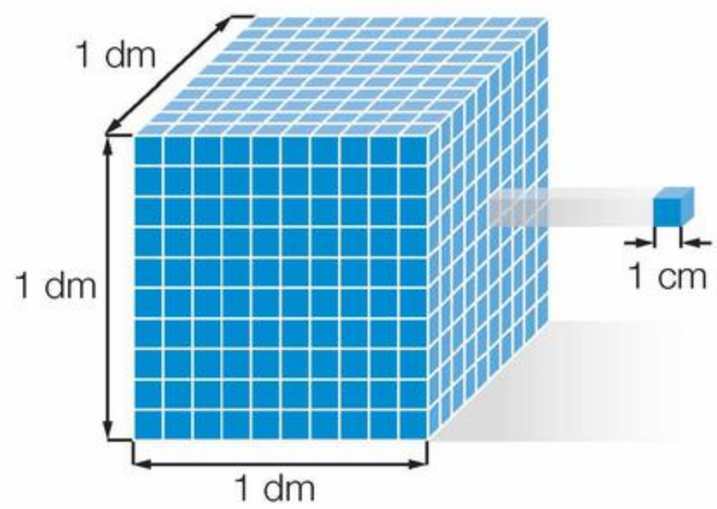
m — masa substancji
V — objętość, jaką ta masa zajmuje

W jakich jednostkach wyraża się gęstość?

Jednostką gęstości (d) jest kilogram na metr sześcienny $\frac{kg}{m^3}$.

d – gęstość, $\frac{kg}{m^3}$ m – masa, kg V – objętość, m^3

Powszechnie stosuje się też inne jednostki do określania gęstości substancji: $\frac{g}{cm^3}$ (dla substancji stałych i cieczy), $\frac{g}{dm^3}$ (dla gazów) – rys. 3.



1 dm = 10 cm
1 dm^3 = 10 cm · 10 cm · 10 cm
1 dm^3 = 1000 cm^3

Rys. 3. Jeden decymetr sześcienny (dm^3) to objętość sześcianu o krawędzi 1 dm.

Gęstość danej substancji jest wartością stałą w danej temperaturze. Gęstości wybranych substancji potrzebne do zadań obliczeniowych zamieszczone są w tabelach na s. 237 i 238.

Fot. 10. Z podziałki na tym cylindrze miarowym można odczytać objętość z dokładnością do 1 cm^3.

Jak można odmierzyć objętość cieczy?

Do dokładnego odmierzenia objętości cieczy najlepiej użyć **pipety**, a do mniej dokładnych pomiarów objętości cieczy można wykorzystać **cylinder miarowy** (fot. 10.).

Chemia wokół nas

Jeziora, podobnie jak inne zbiorniki wodne, zaczynają zamarzać na powierzchni. Woda (ciecz), która zaczyna krzepnąć już w temperaturze 0 °C, zamienia się w lód (substancję stałą) o gęstości mniejszej od gęstości wody (fot. 11.). Wpływ na gęstość wody mają ciśnienie i temperatura.

Fot. 11. Lód pływa po powierzchni wody, ponieważ ma mniejszą gęstość niż ona.

Przykład 2

Jak obliczyć gęstość, znając masę i objętość?

Krok 1

Przeczytaj treść zadania.

Oblicz gęstość glinu, korzystając z informacji o masie i objętości trzech kostek wykonanych z tej substancji.

$m_1 = 2{,}7$ g
$V_1 = 1\ \text{cm}^3$
$d_1 = ?$

$m_2 = 27$ g
$V_2 = 10\ \text{cm}^3$
$d_2 = ?$

$m_3 = 40{,}5$ g
$V_3 = 15\ \text{cm}^3$
$d_3 = ?$

Krok 2

Napisz wzór na gęstość.

$d_1 = \frac{m_1}{V_1}$ $\quad d_2 = \frac{m_2}{V_2}$ $\quad d_3 = \frac{m_3}{V_3}$

Krok 3

Podstaw dane do wzoru i wykonaj obliczenia.

$d_1 = \frac{2{,}7\ \text{g}}{1\ \text{cm}^3}$ $\quad d_2 = \frac{27\ \text{g}}{10\ \text{cm}^3}$ $\quad d_3 = \frac{40{,}5\ \text{g}}{15\ \text{cm}^3}$

$d_1 = 2{,}7\ \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ $\quad d_2 = 2{,}7\ \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ $\quad d_3 = 2{,}7\ \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$

Krok 4

Napisz odpowiedź.

Odpowiedź: Gęstość glinu wynosi $2{,}7\ \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$.

Przykład 3

Jak obliczyć masę, znając objętość i gęstość substancji?

Krok 1

Przeczytaj treść zadania i wypisz dane oraz szukane.

Oblicz masę bryłki cyny o objętości 3 cm³, wiedząc, że gęstość cyny wynosi $7{,}28\ \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$.

Dane:
$V = 3\ \text{cm}^3$
$d = 7{,}28\ \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$

Szukane:
$m = ?$

Krok 2

Oblicz masę substancji, korzystając ze wzoru na gęstość substancji lub za pomocą proporcji.

Sposób I

$d = \frac{m}{V} \quad | \cdot V$

$d \cdot V = \frac{m}{V} \cdot V$

$m = d \cdot V$

$m = 7{,}28\ \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \cdot 3\ \text{cm}^3$

$m = 21{,}84$ g

Sposób II

$1\ \text{cm}^3$ *ma masę* $7{,}28$ g

$3\ \text{cm}^3$ *mają masę* x

$\frac{1\ \text{cm}^3}{3\ \text{cm}^3} = \frac{7{,}28\ \text{g}}{x}$

$1\ \text{cm}^3 \cdot x = 3\ \text{cm}^3 \cdot 7{,}28\ \text{g}$

$x = \frac{3\ \text{cm}^3 \cdot 7{,}28\ \text{g}}{1\ \text{cm}^3}$

$x = 21{,}84$ g

Krok 3

Napisz odpowiedź.

Odpowiedź: Bryłka cyny o objętości 3 cm³ ma masę 21,84 g.

Przykład 4

Jak obliczyć objętość, znając masę i gęstość?

Krok 1

Przeczytaj treść zadania i wypisz dane oraz szukane.

Oblicz objętość srebrnej kulki o masie 14,7 g, wiedząc, że gęstość srebra wynosi 10,49 $\frac{g}{cm^3}$. Wynik podaj z dokładnością do jednego miejsca po przecinku.

Dane:
$d = 10{,}49\ \frac{g}{cm^3}$
$m = 14{,}7\ g$

Szukane:
$V = ?$

Krok 2

Oblicz objętość, korzystając ze wzoru na gęstość substancji lub za pomocą proporcji.

Sposób I

$d = \frac{m}{V} \quad | \cdot V$

$d \cdot V = m \quad | : d$

$V = \frac{m}{d}$

$V = \frac{14{,}7\ g}{10{,}49\ \frac{g}{cm^3}}$

$V = 1{,}4\ cm^3$

Sposób II

$1\ cm^3$ *ma masę* $10{,}49\ g$

x *ma masę* $14{,}7\ g$

$\frac{1\ cm^3}{x} = \frac{10{,}49\ g}{14{,}7\ g}$

$1\ cm^3 \cdot 14{,}7\ g = x \cdot 10{,}49\ g$

$x = \frac{1\ cm^3 \cdot 14{,}7\ g}{10{,}49\ g}$

$x = 1{,}4\ cm^3$

Krok 3

Napisz odpowiedź.

Odpowiedź: Srebrna kulka o masie 14,7 g ma objętość 1,4 cm^3.

Rozwiąż zadania w zeszycie

1. **Oblicz gęstość substancji, z jakiej wykonano sztabkę o objętości 5 cm^3 i masie 36,4 g. Ustal nazwę tej substancji, korzystając z tabeli na s. 237.**
2. **Oblicz objętość sztabki złota o masie 115,68 g.** Gęstość złota wynosi 19,28 $\frac{g}{cm^3}$.
3. **Oblicz masę sześcianu o krawędzi 2 cm, wykonanego z miedzi.** Gęstość miedzi wynosi 8,93 $\frac{g}{cm^3}$.
4. Do cylindra miarowego nalano 100 cm^3 wody i wrzucono kulkę o masie 42,84 g wykonaną z cynku. Stwierdzono, że objętość wody w cylindrze zwiększyła się do 106 cm^3. **Oblicz gęstość cynku.**

Dla dociekliwych

5. Ropę naftową, która wyciekła z tankowca, zbiera się z powierzchni wody, aby uniknąć katastrofy ekologicznej. **Wyjaśnij, jaką właściwość tej substancji wykorzystuje się podczas takiej akcji ratunkowej.**
6. Powietrze zawiera 0,04% (procent objętościowy) tlenku węgla(IV). **Oblicz, ile gramów tego gazu znajduje się w 10 dm^3 powietrza.** Gęstość tlenku węgla(IV) wynosi 1,81 $\frac{kg}{m^3}$.

Zapamiętaj!

Gęstość – stosunek masy substancji do jej objętości:

$d = \frac{m}{V}$

4 Rodzaje mieszanin i sposoby ich rozdzielania na składniki

Wystarczy się rozejrzeć, aby dostrzec mieszaniny (fot. 12.). Często przeprowadzanym eksperymentem jest mieszanie substancji, np. dodawanie makaronu do gotującej się wody, i rozdzielanie ich na składniki – odcedzanie makaronu.

Fot. 12. Lemoniada to mieszanina wody, cytryny, mięty i cukru.

Jak przygotować mieszaninę?

Doświadczenie, które wykonasz, będzie polegało na sporządzeniu mieszanin różnych substancji.

Doświadczenie 3

Sporządzanie mieszanin

Instrukcja: Przygotuj następujące mieszaniny substancji:

- woda z solą kuchenną – wsyp łyżkę soli kuchennej do zlewki z wodą i wymieszaj zawartość zlewki bagietką,
- opiłki żelaza ze sproszkowaną siarką – umieść sproszkowaną siarkę i opiłki żelaza na szkiełku zegarkowym, a następnie wymieszaj te składniki bagietką.

Określ wygląd mieszanin.

(!) Otrzymane mieszaniny wykorzystaj w doświadczeniu 4.

Obserwacje: Sól opada na dno naczynia, a po wymieszaniu zawartości zlewki ciecz nadal jest bezbarwna (fot. 13.). Opiłki żelaza wymieszane ze sproszkowaną siarką tworzą szarożółty proszek (fot. 14.).

Fot. 13. Mieszanina wody z solą kuchenną.

Fot. 14. Mieszanina siarki z żelazem.

Wniosek: Składników mieszaniny soli z wodą nie można rozróżnić gołym okiem. W mieszaninie siarki z żelazem widać opiłki żelaza i sproszkowaną siarkę – składniki można rozróżnić gołym okiem.

Jakie są rodzaje mieszanin?

Rodzaje mieszanin

mieszaniny jednorodne
ich **składników nie można rozróżnić** gołym okiem ani za pomocą prostych przyrządów optycznych

mieszaniny niejednorodne
ich **składniki można rozróżnić** gołym okiem lub za pomocą prostych przyrządów optycznych

Jak rozdzielić mieszaninę na składniki?

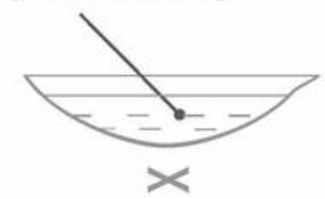
Metodę rozdzielania mieszaniny na składniki dobiera się, **wykorzystując różnice we właściwościach fizycznych** tych **składników**, np.: gęstości, temperaturze topnienia, temperaturze wrzenia, właściwościach magnetycznych (fot. 15.), rozpuszczalności w wodzie.

Doświadczenie 4

Rozdzielanie mieszanin na składniki

Instrukcja: Mieszaniny otrzymane w doświadczeniu 3. rozdziel na składniki.
a) Wodę z solą kuchenną przelej do parownicy (schemat) i umieść ją na trójnogu z siatką ceramiczną. Zapal palnik i wsuń go pod parownicę. Ogrzewaj mieszaninę, aż ciecz całkowicie odparuje.
b) Zbliż magnes do mieszaniny siarki z żelazem umieszczonej na szkiełku zegarkowym.

Schemat



Obserwacje: Na dnie parownicy zostaje biała substancja. Żelazo jest przyciągane przez magnes, a na szkiełku pozostaje żółty proszek (fot. 15.).

Fot. 15. Rozdzielanie mieszaniny siarki z żelazem za pomocą magnesu.

Wniosek: Sól można wydzielić z mieszaniny, odparowując wodę. Mieszaninę siarki z żelazem można rozdzielić za pomocą magnesu dzięki wykorzystaniu właściwości magnetycznych żelaza.

Dla dociekliwych

Jedną z metod rozdzielania mieszanin jednorodnych na składniki jest **krystalizacja** (fot. 16.). Polega ona na wydzieleniu substancji stałej w postaci kryształów z roztworu, np. w wyniku odparowania części rozpuszczalnika lub obniżenia temperatury roztworu.

Fot. 16. Krystalizacja soli kuchennej (substancji stałej) rozpuszczonej w wodzie.

Jak rozdzielić mieszaninę substancji różniących się stanem skupienia?

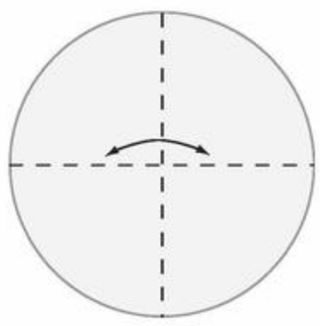
Do rozdzielenia mieszaniny niejednorodnej, której składniki różnią się stanem skupienia, np. piasek z wodą, wykorzystuje się **sączenie**. Jest to metoda powszechnie stosowana m.in. w oczyszczalniach ścieków i zakładach przemysłowych.

1. **Przygotuj mieszaninę niejednorodną** cieczy z substancją stałą.

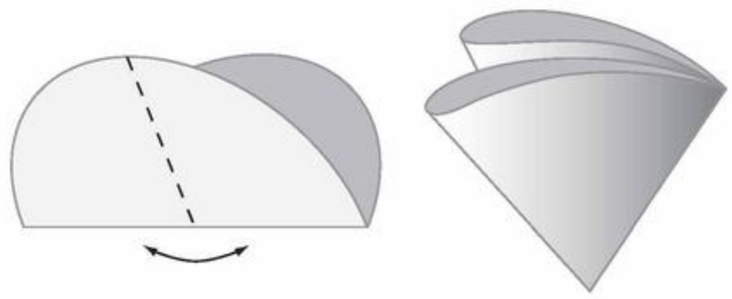
2. **Wykonaj sączenie (filtrację).** Mieszaninę cieczy z substancją stałą przelej powoli (po bagietce) na sączek z bibuły filtracyjnej, umieszczony na lejku, i obserwuj proces sączenia.

Jak przygotować sączek?

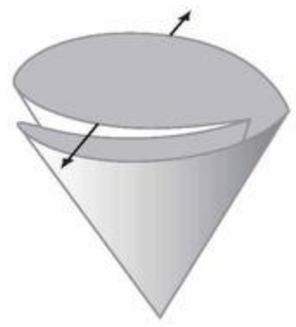
1. Wytnij kółko z bibuły filtracyjnej.



2. Złóż kółko dwukrotnie na połowę.



3. Odchyl jedną warstwę tak, aby po jednej stronie była pojedyncza, a po drugiej stronie potrójna warstwa bibuły.



Fot. 17. Oddzielanie substancji stałej od cieczy.

Sedymentacja nie jest metodą rozdzielania mieszanin na składniki.

Na czym polegają metody mechaniczne?

Metody mechaniczne polegają na mechanicznym rozdzieleniu mieszanin niejednorodnych na składniki, np. przy użyciu sita.

Jak rozdzielić mieszaninę substancji różniących się stanem skupienia i gęstością?

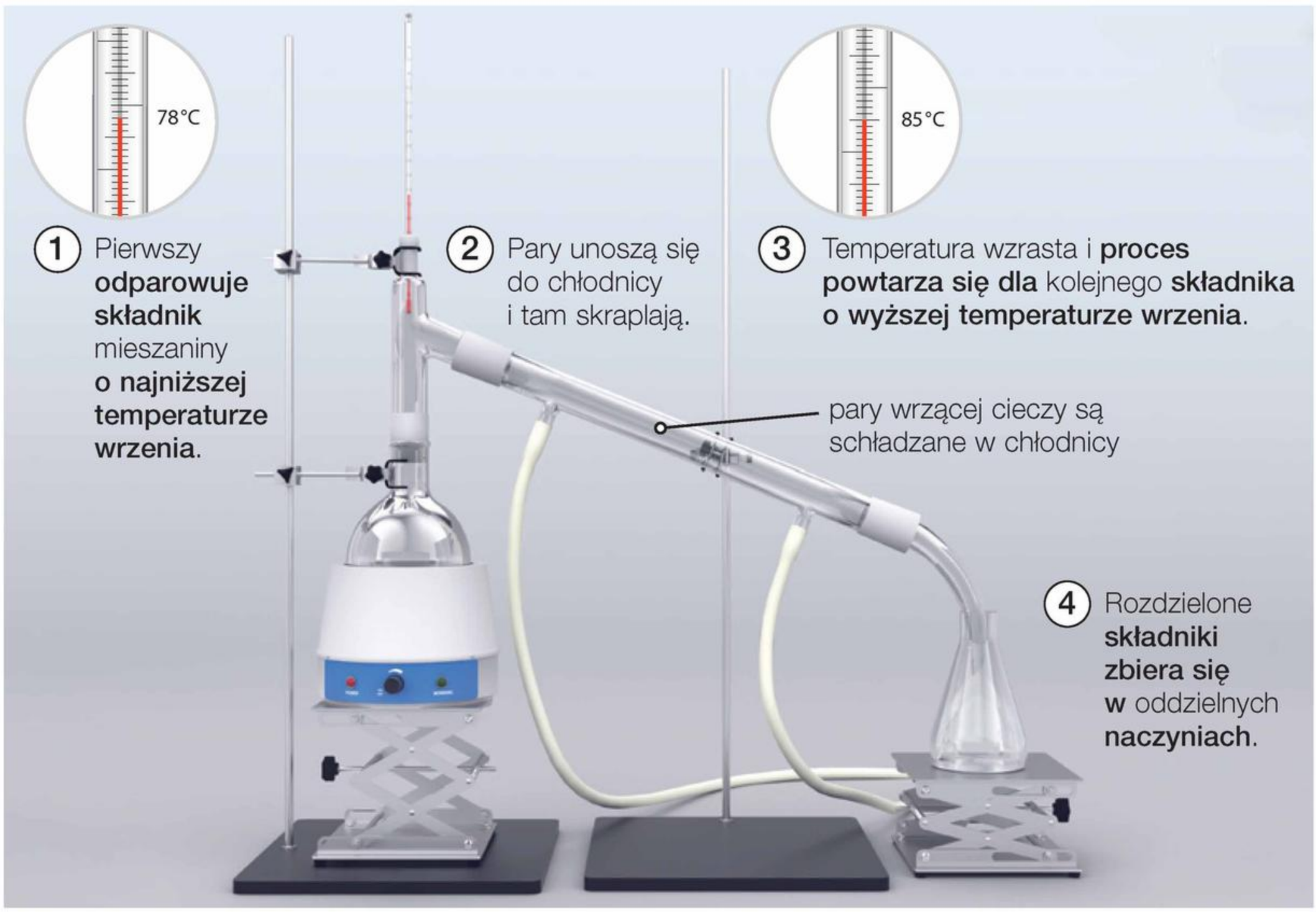
Substancja stała o gęstości większej od gęstości cieczy, do której ją dodano, opada na dno naczynia – tworzy się osad. Ten proces to **sedymentacja**. Ciecz pozostaje nad substancją stałą, można je rozdzielić, zlewając ciecz znad osadu.

Proces oddzielania substancji stałej od cieczy poprzez zlanie cieczy znad osadu to **dekantacja** (fot. 17.).

Jak rozdzielić mieszaninę jednorodną cieczy różniących się temperaturami wrzenia?

Do rozdzielenia jednorodnej mieszaniny dwóch lub więcej cieczy, które mają różne temperatury wrzenia, stosuje się **destylację** (rys. 4.). Ta metoda polega na:

- **ogrzaniu** mieszaniny do takiej temperatury, aby jej składniki odparowały, czyli zmieniły stan skupienia z ciekłego na gazowy,
- **ochłodzeniu** i **skropleniu** składników mieszaniny w osobnych naczyniach.



Rys. 4. Zestaw do destylacji.

Jak rozdzielić ciekłe składniki mieszaniny różniące się gęstością?

Mieszaninę cieczy, które mają różne gęstości i nie mieszają się ze sobą, można rozdzielić **za pomocą rozdzielacza**. Przykładem ciekłej mieszaniny niejednorodnej jest olej z wodą. Po umieszczeniu tej mieszaniny w rozdzielaczu rozwarstwia się ona i po chwili widać wyraźną granicę między jej składnikami (fot. 18.).

Fot. 18. Rozdzielanie za pomocą rozdzielacza.

Jakie są metody rozdzielania mieszanin?

W zależności od rodzaju mieszaniny (jednorodna, niejednorodna) stosuje się różne sposoby rozdzielania jej na składniki (tabela 2.).

Tabela 2. Sposoby rozdzielania mieszanin na składniki

Rodzaj mieszaniny	Przykład mieszaniny	Właściwość składników wykorzystana do ich rozdzielania	Metoda rozdzielania mieszaniny na składniki
mieszanina niejednorodna	siarka z żelazem	właściwości magnetyczne	zastosowanie magnesu
	mąka z makiem	wielkość cząstek	przesiewanie
	woda z piaskiem	rozpuszczalność, gęstość i stan skupienia składników	dekantacja
	woda z kredą	stan skupienia składników	sączenie
	olej z wodą	gęstość	zastosowanie rozdzielacza
mieszanina jednorodna	woda z solą kuchenną	rozpuszczalność, temperatura wrzenia	odparowanie
	woda z alkoholem	temperatura wrzenia	destylacja

Rozwiąż zadania w zeszycie

1. **Opisz sposób rozdzielenia na składniki:**
   a) mieszaniny drobno zmielonego pieprzu z solą; b) mieszaniny cukru z piaskiem; c) mieszaniny wody z olejem.
2. **Przyporządkuj mieszaniny wymienione w punkcie a) sposobom ich rozdzielania podanym w punkcie b).**
   a) opiłki żelaza z piaskiem; woda z wiórkami drewna; woda z olejem; woda z octem; woda ze sproszkowaną kredą
   b) destylacja; rozdzielanie przy użyciu rozdzielacza; rozdzielanie przy użyciu magnesu; rozdzielanie przy użyciu sita; sączenie
3. **Zaprojektuj doświadczenie:** Rozdzielanie na składniki mieszaniny słonej wody z piaskiem i drobnymi kawałkami korka. **Napisz instrukcję, obserwacje i wnioski.**

Zapamiętaj!

Mieszanina jednorodna – mieszanina, której składników nie można rozróżnić gołym okiem ani za pomocą prostych przyrządów optycznych.

Mieszanina niejednorodna – mieszanina, której składniki można rozróżnić gołym okiem lub za pomocą prostych przyrządów optycznych.

Sączenie (filtracja) – przelewanie mieszaniny niejednorodnej substancji stałej i cieczy przez sączek z bibuły filtracyjnej.

Sedymentacja – opadanie na dno naczynia substancji stałej o gęstości większej od gęstości cieczy, do której ją wsypano.

Dekantacja – oddzielenie substancji stałej od cieczy przez zlanie cieczy znad osadu.

Destylacja – metoda rozdzielania mieszaniny jednorodnej cieczy różniących się temperaturami wrzenia.

5 Zjawisko fizyczne a reakcja chemiczna

Fot. 19. Ciasto naleśnikowe podczas smażenia zmienia swój stan skupienia z ciekłego na stały.

Na podstawie codziennych obserwacji wiesz, że w wyniku działania wysokiej temperatury powstają nowe substancje o innych właściwościach (fot. 19.).

Jak odróżnić zjawisko fizyczne od reakcji chemicznej?

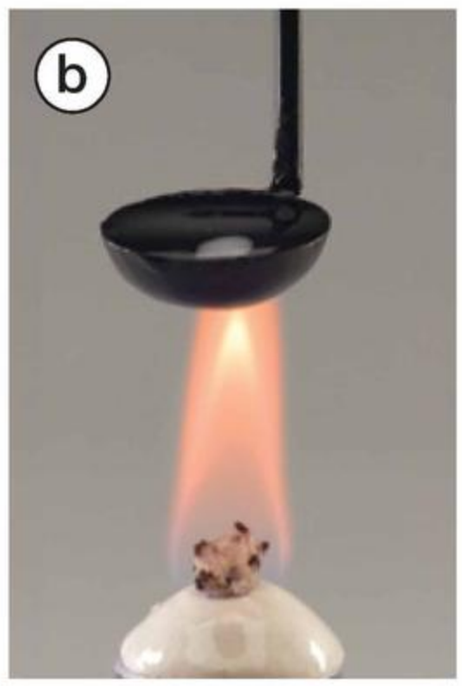
Różnicę między zjawiskiem fizycznym a reakcją chemiczną łatwiej zrozumiesz, gdy wykonasz doświadczenie 5.

Doświadczenie 5

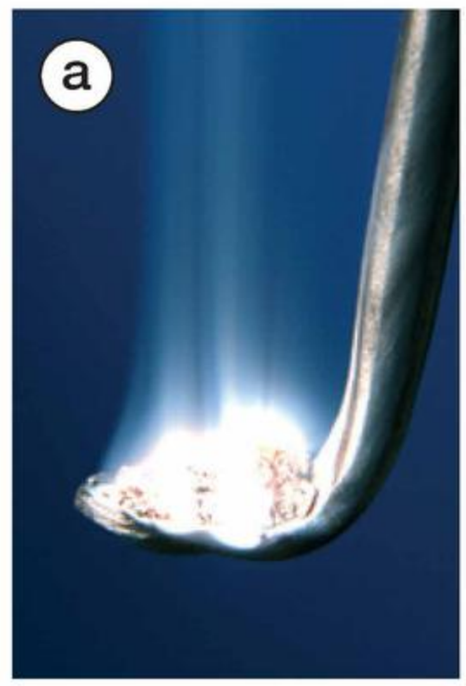
Na czym polega różnica między zjawiskiem fizycznym a reakcją chemiczną?

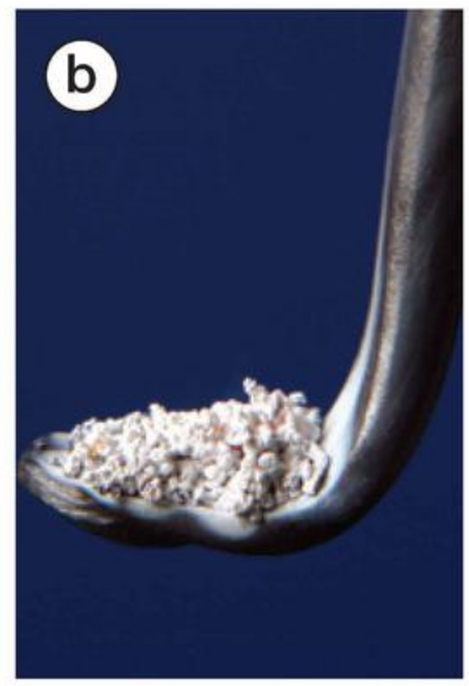
Instrukcja: a) Na łyżeczce do spalań umieść mały kawałek parafiny i ogrzewaj go w płomieniu palnika. b) Grudkę siarki rozetrzyj w moździerzu na proszek. c) Wióry magnezu umieść na łyżce do spalań i zapal w płomieniu palnika.

Obserwacje: Parafina się stopiła (fot. 20.). Wielkość cząstek siarki się zmniejszyła. Dalsze ogrzewanie parafiny powoduje jej spalenie. Wióry magnezu spalają się oślepiającym płomieniem i powstaje biały proszek (fot. 21.).



Fot. 20. Zjawisko fizyczne: (a) początek ogrzewania, (b) topnienie parafiny.





Fot. 21. Reakcja chemiczna: (a) początek spalania, (b) po spalaniu.

Wniosek: Procesy topnienia i rozdrabniania zalicza się do zjawisk fizycznych. W wyniku spalenia parafiny i wiórów magnezu zaszły przemiany jednych substancji w inne, czyli reakcje chemiczne.

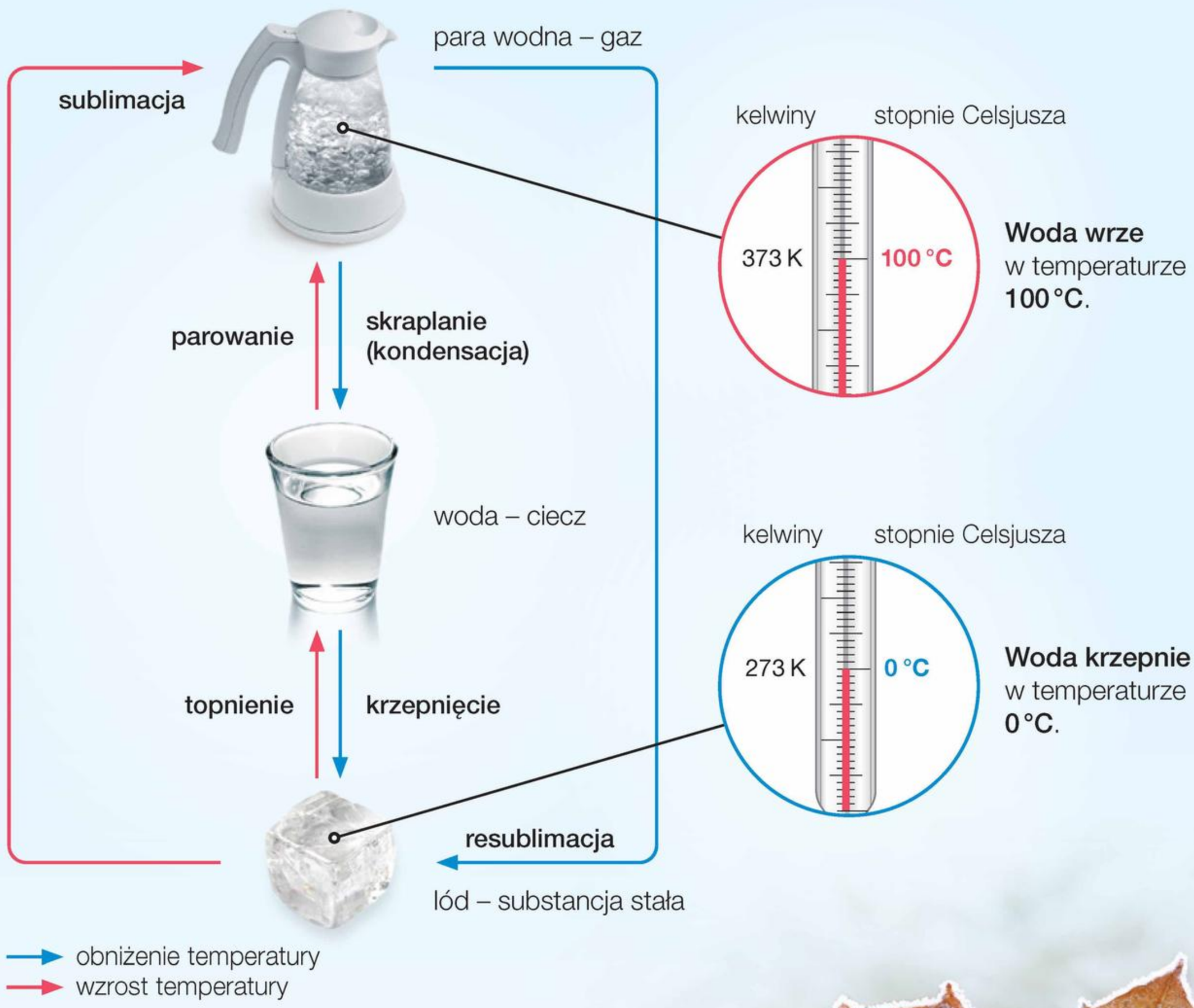
Procesy, w wyniku których nie powstają nowe substancje, zalicza się do **zjawisk fizycznych**.

Reakcje chemiczne są to przemiany, w których wyniku powstają nowe substancje o innych właściwościach.

Jakie zjawiska fizyczne można zaobserwować w najbliższym otoczeniu?

Woda krzepnie, tworząc taflę lodu na jeziorze lub sople na dachu. Lód jest substancją stałą i ma określony kształt. Woda paruje, a w wyniku skraplania pary wodnej powstają mgła lub chmury widoczne jako obłoki. Poranna rosa to też efekt skraplania. W wyniku tych procesów nie powstają żadne nowe substancje, są to więc **zjawiska fizyczne**.

Para wodna jest niewidoczna.
Dopiero po jej skropleniu widoczne są krople cieczy.



Sublimacja i resublimacja

Sublimacja to zjawisko polegające na bezpośredniej **przemianie substancji stałej w gaz**. **Resublimacja** to proces odwrotny – **przemiana gazu w substancję stałą**. Zachodzi np. wtedy, gdy w wyniku nagłego obniżenia temperatury z pary wodnej znajdującej się w powietrzu powstają na roślinach kryształki lodu – szron.

Fot. 22. Podczas pieczenia zachodzi wiele **reakcji chemicznych.**

Jakie reakcje chemiczne występują w najbliższym otoczeniu?

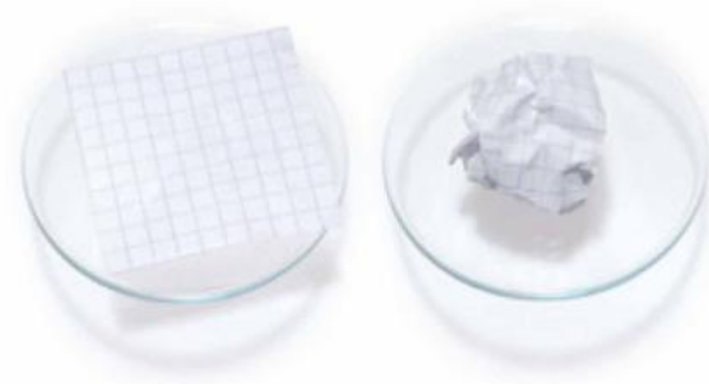
Reakcje chemiczne zachodzą zarówno w organizmie (trawienie pokarmów), jak i w otoczeniu, np. **rdzewienie przedmiotów** (fot. 5., s. 15), **spalanie**.

Wiele reakcji chemicznych przebiega również podczas przygotowywania posiłków oraz np. **pieczenia ciastek** (fot. 22.).

Jaka jest różnica między zjawiskiem fizycznym a reakcją chemiczną?

Przemiana

zjawisko fizyczne
nie powstaje nowa substancja, więc nie zmieniają się jej właściwości, np.



po zmięciu kartka wygląda inaczej, ale nadal jest to papier

reakcja chemiczna
powstaje nowa substancja, która ma inne właściwości, np.

po spaleniu kartki powstaje popiół, który ma inne właściwości niż papier

Rozwiąż zadania w zeszycie

1. **Podane przemiany** (a–e) **zakwalifikuj do zjawisk fizycznych lub reakcji chemicznych.**
   a) kwaśnienie śmietany; **b)** mielenie pieprzu; **c)** skraplanie pary wodnej; **d)** spalanie węgla; **e)** krzepnięcie rtęci w temperaturze –39 °C

2. **Które spośród opisanych przemian są zjawiskami fizycznymi, a które reakcjami chemicznymi?** Odpowiedź uzasadnij.
   a) Masło wrzucone na rozgrzaną patelnię się topi. **b)** Podczas gotowania zupy w zamkniętym garnku na pokrywce pojawiają się krople wody. **c)** Zbyt długo smażona cebula ulega zwęgleniu.

3. **Wykonaj doświadczenie.** Nalej mleka do $\frac{1}{3}$ wysokości szklanki i dodaj łyżeczkę octu. **Podaj obserwacje i sformułuj wniosek – określ rodzaj przemiany.**

4. **Wykonaj doświadczenie.** Wymieszaj w szklance łyżeczkę soli kuchennej i łyżeczkę mąki (etap 1.). Do połowy pojemności szklanki dodaj ciepłej wody i całość wymieszaj (etap 2.). **Podaj obserwacje z obu etapów doświadczenia i sformułuj wniosek. Określ rodzaj przemian (zjawisko fizyczne, reakcja chemiczna), jakie zaszły w obu etapach.**

Zapamiętaj!

Zjawisko fizyczne – proces, w którego wyniku nie powstaje żadna nowa substancja.

Reakcja chemiczna – przemiana, w której wyniku powstaje nowa substancja o innych właściwościach.

6 Pierwiastki i związki chemiczne

Jednym z najpowszechniej znanych pierwiastków chemicznych jest węgiel, który występuje w skorupie ziemskiej m.in. jako składnik kopalnych paliw stałych, np. węgla kamiennego (fot. 23.).

Fot. 23. Węgiel kamienny może zawierać do 92% czystego pierwiastka chemicznego.

Czym są pierwiastki chemiczne?

Pojęcie **pierwiastka chemicznego** wprowadził w 1661 roku angielski uczony **Robert Boyle** [czytaj: bojl], który napisał: „Za pierwiastki uznaję pewne pierwotne i proste, czyli chemicznie czyste substancje...". Podana przez niego definicja to jeden ze sposobów definiowania pierwiastka chemicznego.

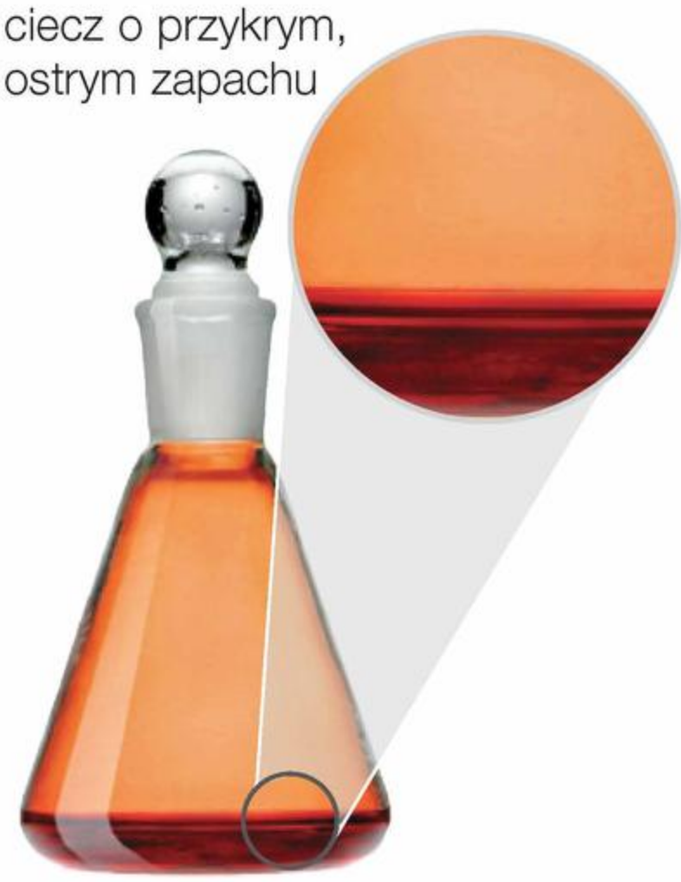
Pierwiastki chemiczne są to substancje, których nie można rozłożyć na substancje prostsze.

Istnienie pierwiastków chemicznych potwierdzono w wyniku przeprowadzenia wielu eksperymentów.

Jak powstały nazwy pierwiastków chemicznych?

Nazwy pierwiastków chemicznych tworzono m.in. od:

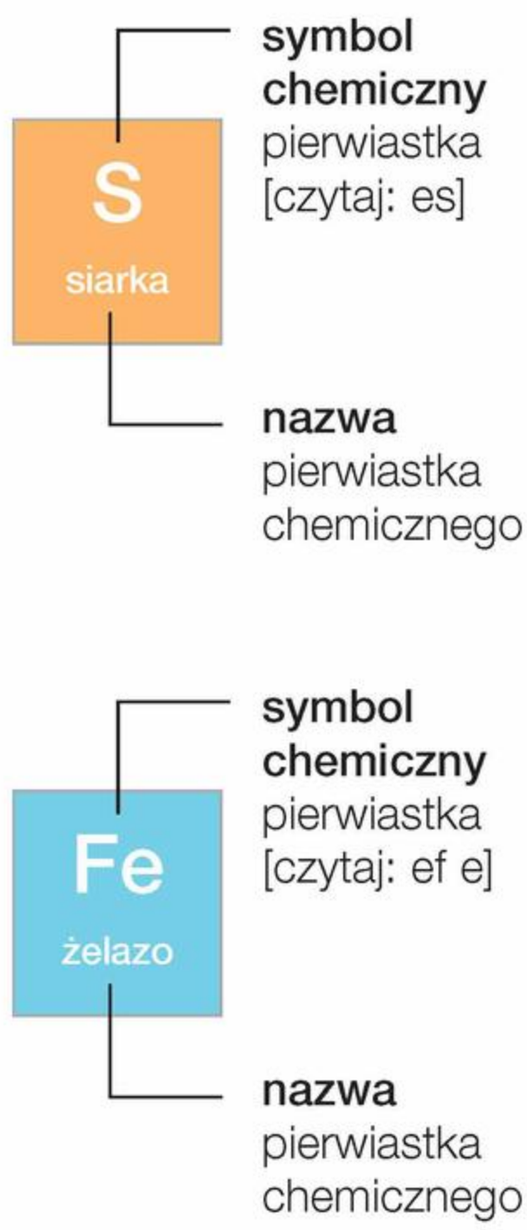
- nazw miast, regionów, państw, kontynentów, np. **pol**on – **Pol**ska, **europ** – **Europ**a,
- imion bogów i postaci mitologicznych, np. **promet** – **Promet**eusz,
- nazw rzek, np. **ren** – **Ren**,
- nazwisk wybitnych uczonych, np. **nobel** – Alfred **Nobel**, **kiur** – Maria Skłodowska-**Curie**, **kopernik** – Mikołaj **Kopernik**,
- ich właściwości (fot. 24.).



Fot. 24. Nazwa pierwiastka chemicznego „**brom**" wywodzi się od greckiego słowa ***brōmos***, znaczącego „smród".

Dlaczego stosuje się symbole chemiczne?

Już w średniowieczu, aby uniknąć zapisywania nazw, do oznaczania pierwiastków chemicznych przyjęto symbole. Stosowane obecnie symbole chemiczne wprowadził w 1815 roku **Jöns Jacob von Berzelius** [czytaj: jiens jakob fon berceljus]. Zaproponował on oznaczenie każdego pierwiastka chemicznego symbolem, który będzie jednoznaczny dla wszystkich. Dzięki temu w XIX wieku skończyły się problemy chemików związane z porozumiewaniem się i wymianą wiedzy. We wszystkich państwach, mimo różnicy alfabetów, stosuje się takie same symbole chemiczne pierwiastków.



Symbol chemiczny jest to umowny międzynarodowy zapis pierwiastka chemicznego, pochodzący od jego nazwy łacińskiej (tabela 3.).

Tabela 3. Nazwy i symbole chemiczne wybranych pierwiastków chemicznych

Nazwa pierwiastka		Międzynarodowy symbol chemiczny
w języku polskim	w języku łacińskim	
azot	*Nitrogenium*	N
glin	*Aluminium*	Al
ołów	*Plumbum*	Pb
sód	*Natrium*	Na
srebro	*Argentum*	Ag
tlen	*Oxygenium*	O
wapń	*Calcium*	Ca
węgiel	*Carboneum*	C
żelazo	*Ferrum*	Fe

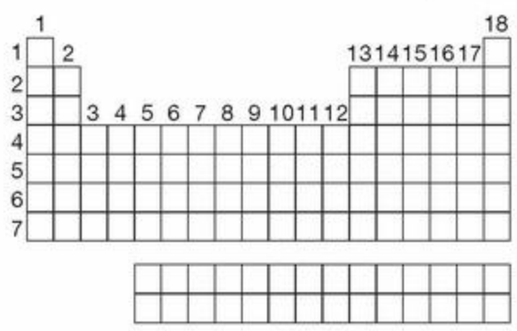
Jak zapisuje się symbole chemiczne?

Zasada 1. Symbole jednoliterowe zapisuje się wielkimi literami, np. siarka – **S** [łac. *Sulphur*], jod – **I** [łac. *Iodum*].

Zasada 2. Jeżeli nazwy kilku pierwiastków chemicznych zaczynają się na tę samą literę, to do pierwszej wielkiej litery dodaje się drugą lub dalszą małą literę, np. wodór – *Hydrogenium* – **H**, rtęć – *Hydrargyrum* – **Hg**.

Wszystkie pierwiastki chemiczne, zarówno te znane od starożytności (np. węgiel, srebro), jak i odkryte w ostatnich latach (np. nihon), są uporządkowane w układzie okresowym pierwiastków chemicznych.

Wszystkie pierwiastki chemiczne są uporządkowane w **układzie okresowym**



Jak zapisuje się wzory chemiczne?

Symbole chemiczne stosuje się nie tylko do oznaczania substancji prostych, czyli **pierwiastków chemicznych**, lecz także do zapisywania wzorów substancji złożonych, czyli **związków chemicznych**. Za pomocą symboli chemicznych pierwiastków można zapisać **wzory** związków chemicznych, np.:

wzór:	**MgO**	**NaCl**
	[czytaj: em gie o]	[czytaj: en a ce el]
nazwa:	tlenek magnezu	chlorek sodu

Dla dociekliwych

W 1803 roku **John Dalton** wprowadził następującą symbolikę:

Co to są związki chemiczne?

Związek chemiczny to substancja złożona z co najmniej dwóch różnych, trwale połączonych ze sobą pierwiastków chemicznych. Skład związku chemicznego jest ściśle określony.

Doświadczenie 6

Otrzymywanie związku chemicznego z pierwiastków chemicznych

Instrukcja: Do parownicy wsyp 4 g sproszkowanej siarki oraz 7 g opiłków żelaza. Wymieszaj zawartość. Parownicę umieść na trójnogu z trójkątem kaolinowym i ogrzewaj płomieniem palnika gazowego przez ok. 2–3 minuty (schemat). Po ochłodzeniu parownicy zbadaj, czy można np. za pomocą magnesu rozdzielić składniki otrzymanej substancji.

Schemat

Obserwacje: Zawartość parownicy zmieniła barwę z żółtoszarej (fot. 25.a) na ciemnoszarą (fot. 25.b). Jej składników nie można rozdzielić za pomocą magnesu.

Fot. 25. Po wymieszaniu sproszkowanej siarki z opiłkami żelaza powstaje **mieszanina** (a), a po ogrzaniu mieszaniny powstaje **związek chemiczny** (b).

Wniosek: Z mieszaniny pierwiastków chemicznych powstała substancja złożona – związek chemiczny.

Dla dociekliwych

Związki chemiczne występują powszechnie w środowisku przyrodniczym m.in. w postaci minerałów. Gips, dobrze znany ci jako biały proszek, może też występować w innych odmianach. Przykładem jest selenit (fot. 26.) – minerał, który można spotkać na całym świecie, a w Polsce np. w okolicy Nowej Rudy i Polkowic.

Fot. 26. W Jaskini Kryształów w Meksyku znajdują się kryształy selenitu osiągające długość 15 m.

Skojarz i zapamiętaj!

Składniki związku chemicznego łączą się trwale – nie można ich rozdzielić.

Czym związek chemiczny różni się od mieszaniny?

Składniki mieszaniny zachowują swoje właściwości, co oznacza, że **mieszaniny można rozdzielić na poszczególne składniki**. Na przykład mieszaninę siarki i żelaza można rozdzielić przy użyciu magnesu (fot. 15., s. 22).

Składniki związku chemicznego łączą się trwale i nie można ich rozdzielić metodami fizycznymi. Różnic między związkami chemicznymi a mieszaninami jest jednak więcej.

Podobieństwa i różnice

	Związek chemiczny	Mieszanina
Czym jest?	To substancja zbudowana z przynajmniej dwóch różnych pierwiastków chemicznych, **połączonych ze sobą trwale**.	To zbiór co najmniej dwóch różnych substancji **zmieszanych ze sobą w dowolnych proporcjach**.
Jaki ma skład ilościowy?	Pierwiastki chemiczne połączone są w ściśle określonych proporcjach – **ma określony skład ilościowy**.	Substancje użyte są w dowolnych proporcjach – **ma dowolny skład ilościowy**.
W jaki sposób łączą się składniki?	Tworzące go pierwiastki chemiczne **trwale łączą się ze sobą w wyniku reakcji chemicznej**.	Tworzące ją substancje **są ze sobą tylko wymieszane**.
Czy można rozdzielić na składniki?	**Nie można rozdzielić** go na składniki, wykorzystując metody fizyczne, np. sączenie, dekantację, krystalizację.	**Można rozdzielić** ją na składniki, wykorzystując metody fizyczne, np. sączenie, dekantację, krystalizację.

Zapamiętaj!

Pierwiastek chemiczny – substancja prosta, której nie można rozłożyć na substancje prostsze.

Związek chemiczny – substancja złożona z co najmniej dwóch różnych, połączonych ze sobą trwale pierwiastków chemicznych.

Rozwiąż zadania w zeszycie

1. **Podaj nazwy pojęć, których dotyczą definicje oznaczone literami a–d:** a) umowny międzynarodowy zapis pierwiastka chemicznego; b) substancja prosta, której nie można rozłożyć na substancje prostsze; c) zapis związku chemicznego za pomocą symboli chemicznych pierwiastków; d) substancja złożona z co najmniej dwóch różnych pierwiastków chemicznych, trwale ze sobą połączonych.
2. **Skorzystaj z układu okresowego zamieszczonego na końcu podręcznika i napisz w zeszycie oraz odczytaj symbole chemiczne:** a) magnezu; b) ołowiu; c) chloru; d) węgla; e) fosforu; f) krzemu.
3. **Podaj nazwy pierwiastków** o następujących symbolach chemicznych: a) Na; b) S; c) Hg; d) Fe; e) K; f) Ca; g) Zn; h) Cu; i) Al.

7 Właściwości metali i niemetali

Podział substancji na metale i niemetale istniał już w starożytności. Większość pierwiastków chemicznych to metale (fot. 27.).

Fot. 27. Metale ze względu na swoje właściwości mają wiele zastosowań.

Jak odróżnić metale od niemetali?

Różnice we właściwościach metali i niemetali poznasz, gdy wykonasz doświadczenie 7.

Doświadczenie 7

Badanie właściwości pierwiastków chemicznych

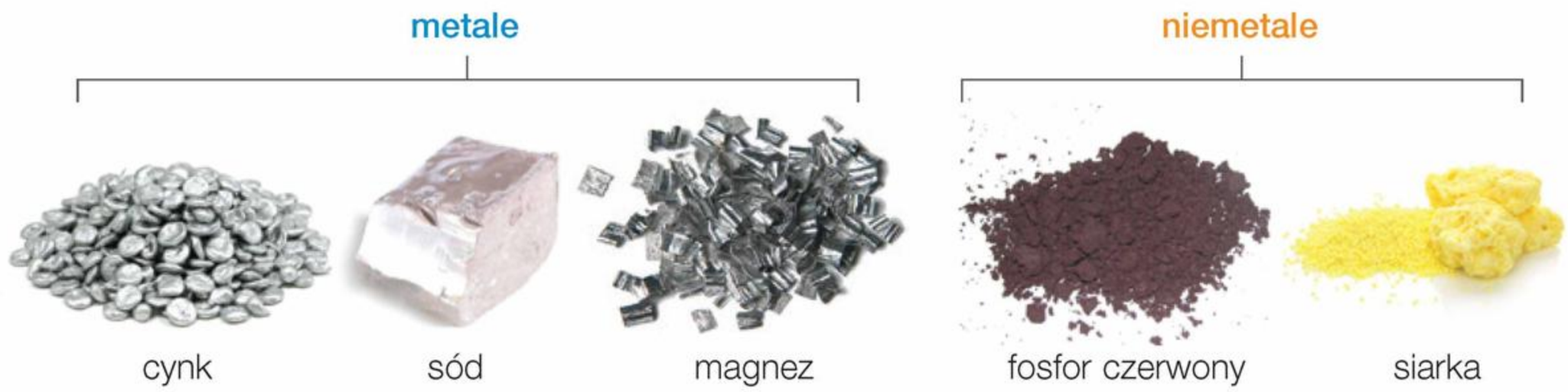
Instrukcja: Zbadaj stan skupienia, barwę i zapach metali: cynku, sodu, magnezu, a także niemetali: fosforu czerwonego, siarki. Określ cechy charakterystyczne tych substancji.

Zapach można zbadać tylko na polecenie nauczyciela.

Obserwacje: Zbadane właściwości pierwiastków chemicznych zamieszczono w tabeli.

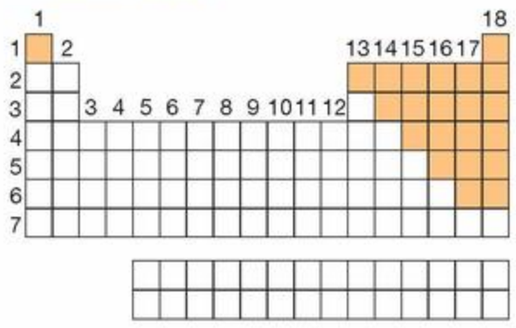
Nazwa pierwiastka chemicznego	Stan skupienia	Barwa	Zapach	Inne cechy charakterystyczne
cynk	stały	srebrzystobiały	bezwonny	metaliczny połysk
sód	stały	srebrzystobiały	bezwonny	metaliczny połysk, miękki
magnez	stały	srebrzystobiały	bezwonny	metaliczny połysk
fosfor czerwony	stały	czerwony	charakterystyczny	brak połysku, proszek
siarka	stały	żółta	charakterystyczny	brak połysku, krucha

Wniosek: Badane **metale** – cynk, sód, magnez – mają stały stan skupienia, srebrzystobiałą barwę (fot. 28.), metaliczny połysk i są bezwonne, a badane **niemetale** – fosfor czerwony, siarka – mają stały stan skupienia, różne barwy, charakterystyczne zapachy i nie mają połysku (fot. 28.).



Fot. 28. Wybrane metale i niemetale.

Niemetale

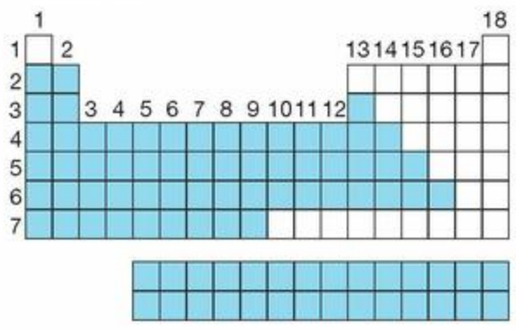


Jakie właściwości mają niemetale?

Niemetale (fot. 29.) znacznie się różnią między sobą właściwościami. W temperaturze pokojowej mogą występować w stanie stałym, ciekłym i gazowym. Brom to jedyny niemetal, który w temperaturze pokojowej jest cieczą (fot. 24., s. 29). Niemetale mają różne barwy, a niektóre również charakterystyczne zapachy. Różnią się też aktywnością chemiczną, rozpuszczalnością w wodzie, gęstością, temperaturami wrzenia i topnienia.

Fot. 29. Wybrane niemetale.

Metale



Jakie właściwości mają metale?

Właściwości fizyczne metali (**przewodnictwo cieplne i elektryczne**) oraz właściwości chemiczne (**aktywność chemiczną**) zbadaj doświadczalnie.

Doświadczenie 8

Badanie przewodnictwa cieplnego metali

Instrukcja: Blaszkę miedzianą chwyć łapą drewnianą lub szczypcami. Na jednym końcu blaszki umieść parafinę, a drugi koniec ogrzewaj w płomieniu palnika.

Obserwacje: Parafina topi się w miarę ogrzewania blaszki miedzianej (fot. 30.).

Fot. 30. Blaszka miedziana szybko się rozgrzewa i parafina się topi.

Wniosek: Metale przewodzą ciepło.

Doświadczenie 9

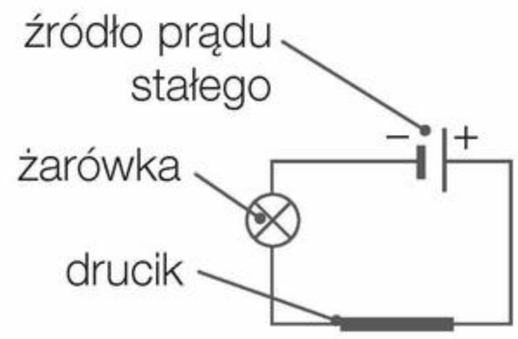
Badanie przewodnictwa elektrycznego metali

Instrukcja: Zmontuj zestaw według schematu. Jako przewodnika użyj drucika żelaznego, miedzianego lub aluminiowego.

Obserwacje: Żarówka się świeci.

Wniosek: Metale przewodzą prąd elektryczny.

Schemat



Doświadczenie 10

Porównanie aktywności chemicznej metali

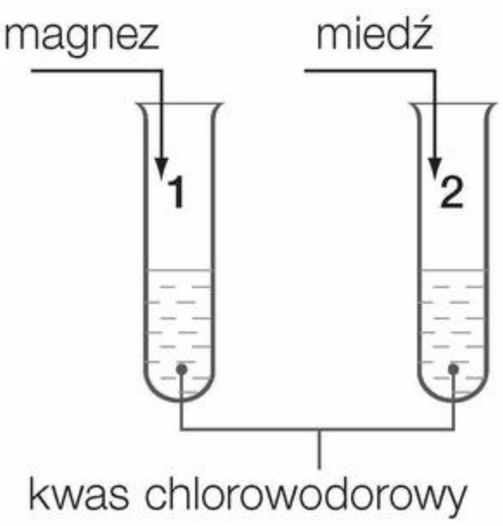
kwas chlorowodorowy

Instrukcja: Do dwóch probówek z kwasem chlorowodorowym (kwasem solnym) dodaj: do pierwszej – magnez, do drugiej – miedź.

Obserwacje: W probówce 1. wydzielają się pęcherzyki bezbarwnego gazu (fot. 31.). W probówce 2. nie zaobserwowano żadnych zmian.

Fot. 31. Reakcja kwasu chlorowodorowego z magnezem (probówka 1.).

Schemat



Wniosek: Magnez reaguje gwałtownie z kwasem chlorowodorowym, natomiast miedź nie reaguje. Metale wykazują różną aktywność chemiczną.

Najmniej aktywne chemicznie są metale szlachetne, np.: złoto, srebro, platyna, dlatego wykonane z nich przedmioty są trwałe i bardzo długo zachowują niezmieniony wygląd. Do metali o największej aktywności chemicznej zalicza się sód (fot. 28., s. 33) i potas, dlatego przechowuje się je w nafcie.

Dla dociekliwych

Rtęć (metal) i **brom** (niemetal) to jedyne pierwiastki chemiczne, które w temperaturze pokojowej występują w stanie ciekłym. Z kolei temperatura topnienia galu wynosi 29,8 °C, dlatego ten metal topi się w dłoni (fot. 32.).

Fot. 32. Metal – gal.

Podobieństwa i różnice

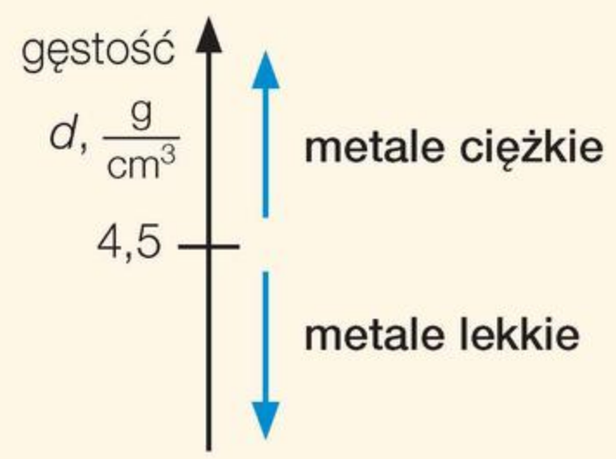
Metale

Jakie właściwości mają wspólne?

- stały stan skupienia w temperaturze pokojowej (wyjątek: rtęć – ciecz)
- barwa srebrzystobiała lub srebrzystoszara (wyjątki: np. złoto i miedź)
- połysk metaliczny
- kowalność i ciągliwość
- dobre przewodnictwo cieplne i elektryczne

Jakimi właściwościami się różnią?

- twardość
- temperatura topnienia
- gęstość (za **metale lekkie*** uważa się te, których gęstość jest mniejsza od 4,5 $\frac{g}{cm^3}$, np. sód i glin; **metale ciężkie*** to te, których gęstość jest większa od 4,5 $\frac{g}{cm^3}$, np. żelazo i ołów)
- aktywność chemiczna



* Źródło: https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/metale;3939995.html; dostęp 24.03.2023 r.

Fot. 33. Mosiądz to stop miedzi i cynku – wykonuje się z niego m.in. instrumenty muzyczne.

Czym są stopy metali?

W życiu codziennym rzadko korzysta się z metali w stanie czystym. Najczęściej używane są stopy metali (fot. 33.) – **mieszaniny jednorodne różnych metali** stopionych w odpowiednich proporcjach. Do stopów dodaje się niekiedy niemetale, np. węgiel, krzem.

Jakie właściwości mają stopy metali?

Stopy **mają inne właściwości niż** ich **składniki**. Właściwości mechaniczne stopu są **zazwyczaj lepsze od właściwości metalu** będącego jego głównym składnikiem, a **temperatura topnienia stopu jest zwykle niższa** od temperatur topnienia metali, z których ten stop powstał. Dodanie niewielkiej ilości jakiegoś pierwiastka chemicznego powoduje znaczne zmiany właściwości stopu. Mogą się zmienić np.: odporność na temperaturę i korozję, twardość, właściwości magnetyczne i elektryczne.

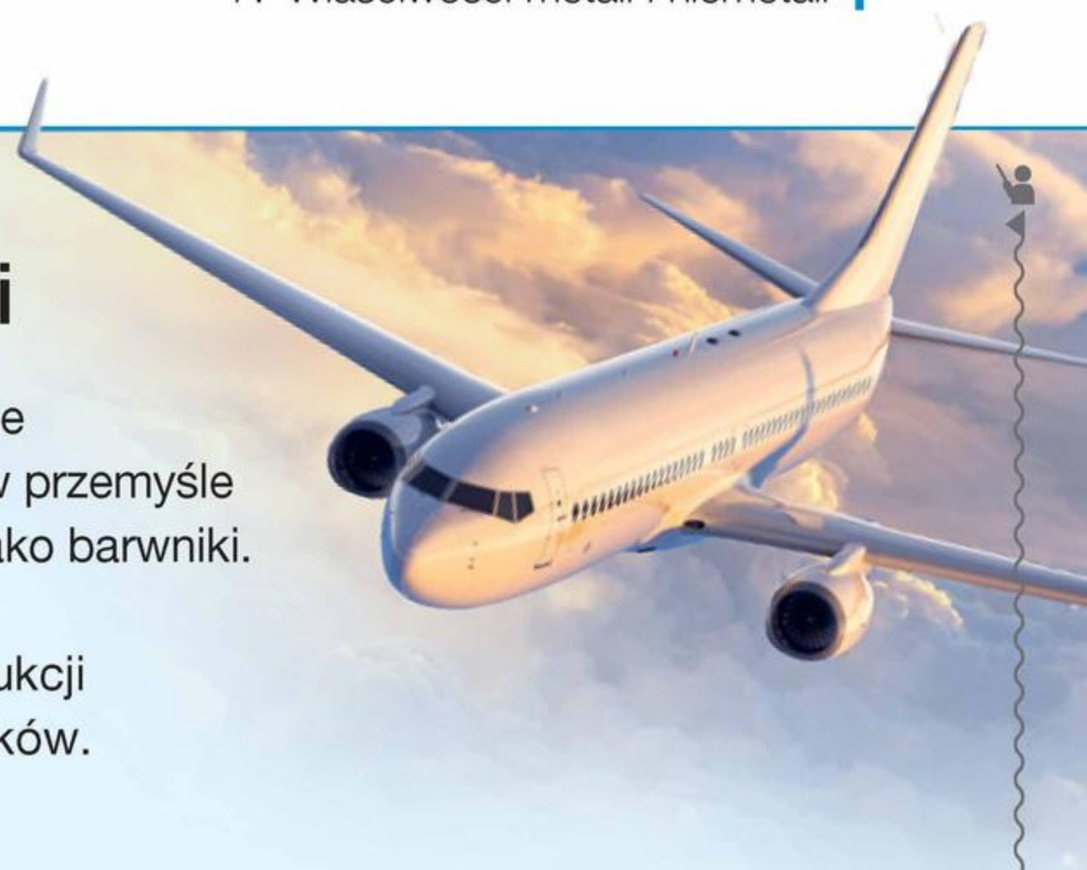
Dla dociekliwych

Glin jest jednym z najbardziej rozpowszechnionych pierwiastków chemicznych w skorupie ziemskiej, a jednak w drugiej połowie XIX wieku był metalem równie cennym jak złoto. Wynikało to z trudności z jego otrzymywaniem. W XX wieku glin był powszechnie używany w postaci stopu o nazwie **aluminium**. Sztućce i naczynia aluminiowe wycofano jednak z użycia, gdyż pod wpływem kwaśnych potraw uwalnia się z nich szkodliwy dla organizmu glin (fot. 34.).

Fot. 34. Unikaj stosowania folii aluminiowej podczas podgrzewania kwaśnych i mocno przyprawionych potraw.

Zastosowania

Niemetale, metale i stopy metali



Niemetale i ich związki chemiczne ze względu na różnorodne właściwości mają wiele zastosowań, np. w produkcji szkła, w przemyśle kosmetycznym m.in. jako składniki past do zębów i maści, jako barwniki. Wszystkie **metale** są przewodnikami prądu elektrycznego i ciepła, dlatego powszechnie wykorzystuje się je do produkcji przewodów elektrycznych, żarówek, grzejników oraz garnków.

Siarka

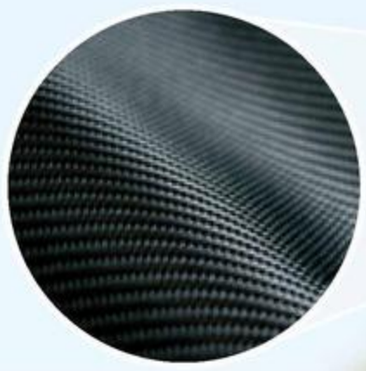
Ze względu na działanie oczyszczające, przeciwgrzybicze i antybakteryjne **jest składnikiem kremów** pomocnych w leczeniu chorób skóry, m.in. trądziku.

Chlor

Jest wykorzystywany do produkcji środków wybielających, dezynfekujących i czyszczących. Wchodzi w skład związku chemicznego stosowanego **do dezynfekcji** wody basenowej oraz **wody pitnej** w stacjach uzdatniania wody.

Węgiel

Materiał konstrukcyjny składający się głównie z włókien węglowych to **karbon**. Produkuje się z niego m.in. ramy rowerowe.



Glin

Duraluminium – **stop glinu** z niewielkim dodatkiem miedzi, manganu, magnezu oraz krzemu – dzięki małej gęstości i dużej wytrzymałości mechanicznej jest powszechnie stosowany **w przemyśle lotniczym**.

Żelazo

Jest podstawowym składnikiem stali. **Stopy żelaza** dzięki odpowiedniej obróbce i dodatkom są odporne na działanie różnych substancji, np. dodatek chromu zabezpiecza naczynia kuchenne przed rdzewieniem.

Miedź

Ze względu na jej dobre przewodnictwo elektryczne i cieplne wykorzystuje się ją **do produkcji przewodów elektrycznych** oraz części maszyn.

To Ci się przyda!

Do wyrobu biżuterii stosuje się stopy złota z innymi metalami, np. cynkiem, miedzią, palladem czy niklem, ponieważ czyste złoto jest zbyt miękkie i plastyczne.

Podczas zakupu biżuterii zawsze zwracaj uwagę na **próbę jubilerską**. To liczba, która informuje o tym, ile czystego złota znajduje się w stopie, z którego wykonano pierścionek czy łańcuszek, np. próba 585 oznacza 58,5% czystego złota. Im próba jest niższa, tym wyrób jest twardszy, ale łatwiej i szybciej matowieje. ▶

Co to jest korozja?

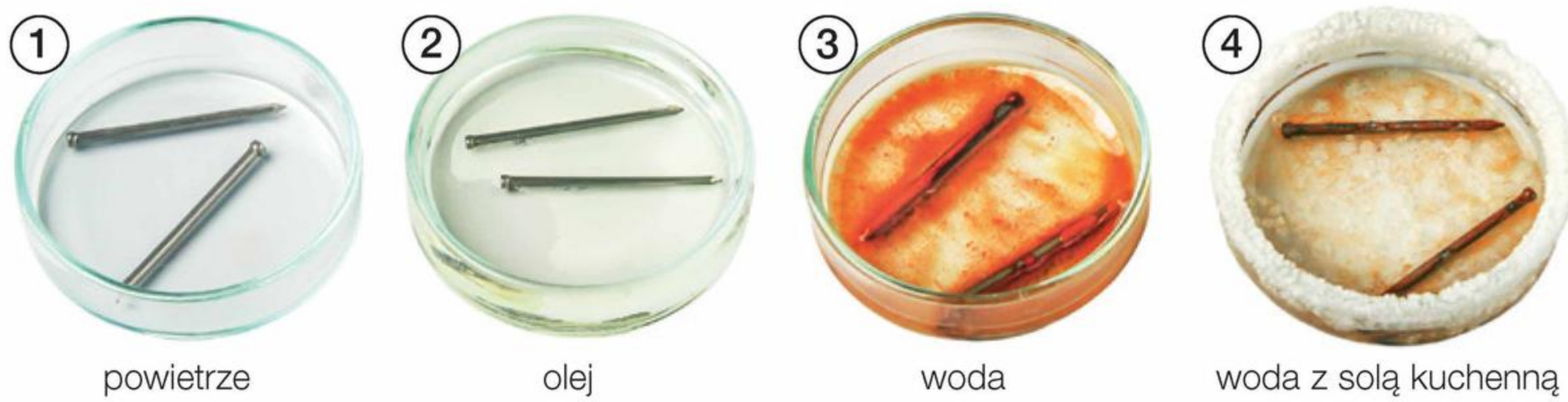
Korozja to powolny **proces niszczenia przedmiotów** metalowych (fot. 5., s. 15). Zachodzi w wyniku działania na metal różnych czynników chemicznych. Korozję żelaza i stali nazywamy **rdzewieniem**.

Doświadczenie 11

Badanie wpływu różnych czynników na żelazo

Instrukcja: Na czterech szalkach Petriego umieść dobrze oczyszczone gwoździe, których głównym składnikiem jest żelazo. Do szalki ② wlej olej, do szalki ③ – wodę, do szalki ④ – mieszaninę wody z solą kuchenną. Odstaw szalki z zawartością na kilka dni.

Obserwacje: Na szalkach ③ i ④ gwoździe pokryły się brunatnoczerwonym osadem (rdzą). Dodatkowo na szalce ④ jest widoczny biały osad. Gwoździe pozostawione w oleju (szalka ②) wyglądają tak samo jak wcześniej (fot. 35.). Na powietrzu (szalka ①) zmiany zachodzą bardzo wolno, dlatego są widoczne dopiero po dłuższym czasie.



Fot. 35. Badanie wpływu na żelazo: powietrza, oleju, wody i mieszaniny wody z solą.

Wniosek: Pod wpływem tlenu, czynników atmosferycznych oraz niektórych związków chemicznych przedmioty wykonane z żelaza ulegają korozji. Woda w połączeniu z tlenem to główne czynniki powodujące korozję żelaza i stali. Najszybciej ulegają zniszczeniu gwoździe umieszczone w wodzie z solą kuchenną (szalka ④), wolniej – w samej wodzie (szalka ③), a najwolniej – na powietrzu (szalka ①). Olej zabezpiecza gwoździe przed korozją (szalka ②).

Korozja jest bardzo szkodliwa, ponieważ przyczynia się do niszczenia wielu konstrukcji i przedmiotów użytkowych. Rozpoczyna się na powierzchni metalu i postępuje w głąb, zmieniając jego właściwości. Jedynie metale szlachetne są odporne na korozję.

Chemia wokół nas

Przedmioty z miedzi lub jej stopów po pewnym czasie pokrywają się czarnym tlenkiem miedzi(II), który pod długotrwałym wpływem tlenku węgla(IV) i wody, pochodzących z powietrza, tworzy zielony nalot, nazywany **patyną** (fot. 36.).

Fot. 36. Posąg pokryty patyną.

W jaki sposób można chronić przed korozją przedmioty metalowe?

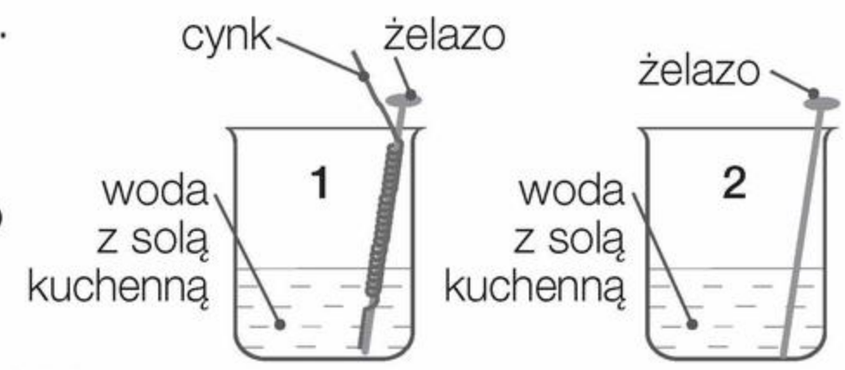
Istnieją specjalne dodatki chroniące metale przed korozją, dzięki którym otrzymuje się np. stal nierdzewną i kwasoodporną.

Doświadczenie 12

Badanie sposobów ochrony produktów stalowych przed korozją

Instrukcja: Dwa stalowe gwoździe oczyść dokładnie papierem ściernym. Jeden z nich owiń drutem cynkowym. Do dwóch zlewek wlej wodę i dodaj po dwie łyżeczki soli kuchennej. Wymieszaj zawartość. W zlewce 1. umieść gwóźdź owinięty drutem cynkowym, a w zlewce 2. – tylko stalowy gwóźdź. Odstaw zlewki z zawartością na kilka dni.

Schemat



Obserwacje: W zlewce 1. powierzchnia gwoździa stalowego nie uległa zmianie, a powierzchnia gwoździa w zlewce 2. pokryła się brunatnoczerwonym osadem (rdzą).

Wniosek: Produkty, których składnikiem jest żelazo, można chronić przed korozją, stosując powłokę cynkową.

Dodanie niklu lub chromu (fot. 37.) do żelaza, **krzemu** do glinu, **glinu** do cynku umożliwia uzyskanie stopów odpornych na korozję. Wybrane metody ochrony metali przed korozją:

Metody ochrony metali przed korozją

- **nakładanie powłok ochronnych,** czyli pokrywanie metali cienką warstwą np.: cynku (cynkowanie), chromu (chromowanie), niklu (niklowanie) lub malowanie farbą, emalią bądź lakierowanie
- **osłabianie agresywności środowiska**
- **stosowanie stopów odpornych na korozję,** np. stal nierdzewną uzyskuje się przez dodanie do stali chromu, manganu i niklu

Fot. 37. Warstwa chromu pełni funkcje ochronną i dekoracyjną.

Rozwiąż zadania w zeszycie

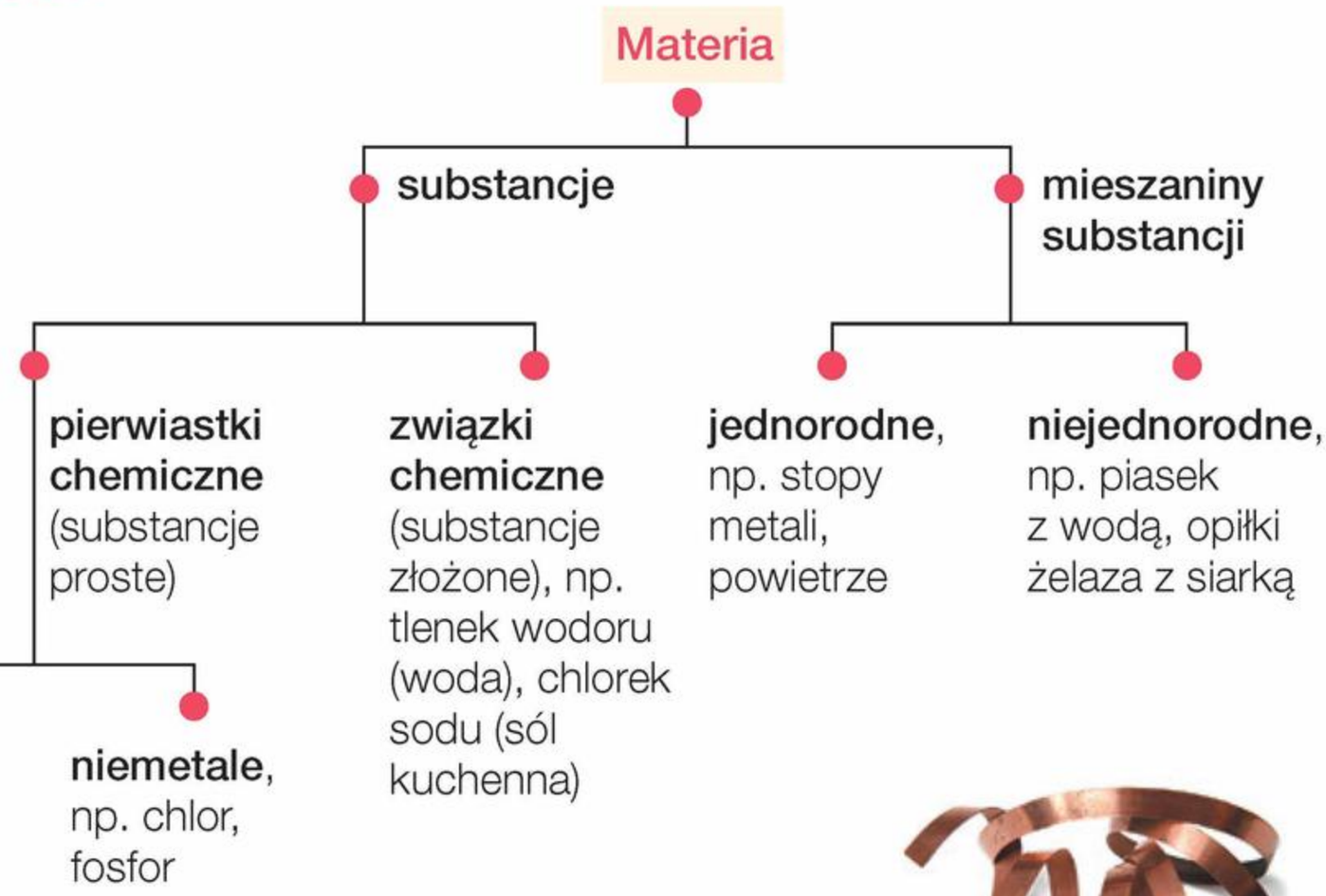
1. **Wymień podobieństwa i różnice we właściwościach metali.**
2. **Wyjaśnij, na czym polega korozja i jak można jej zapobiec.**
3. **Na podstawie tabeli (s. 237) podaj przykłady metali, które można stapiać w temperaturze:**
   a) wrzenia wody; b) płomienia świecy (ok. 800 °C); c) płomienia palnika gazowego (ok. 1500 °C).
4. **Podaj nazwy metalu i niemetalu o:** a) najniższej temperaturze topnienia; b) najwyższej temperaturze topnienia; c) najwyższej temperaturze wrzenia; d) najniższej temperaturze wrzenia. Skorzystaj z różnych źródeł informacji.

Zapamiętaj!

Korozja – niszczenie metali i ich stopów przez czynniki występujące w środowisku przyrodniczym.

Podsumowanie

Jakie substancje tworzą materię?



Co to są pierwiastki chemiczne?

Pierwiastki chemiczne to substancje proste, których nie można rozłożyć na substancje prostsze.

miedź to **pierwiastek chemiczny**

Co to są związki chemiczne?

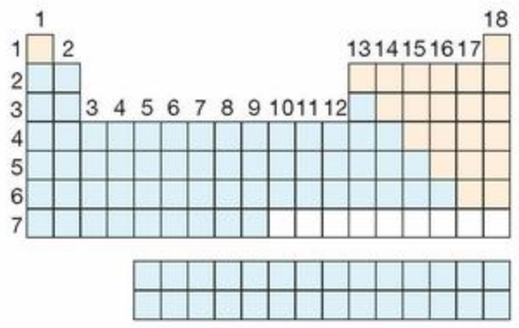
Związki chemiczne to substancje złożone z co najmniej dwóch pierwiastków chemicznych połączonych trwale ze sobą.

Skład pierwiastkowy związków chemicznych jest stały i ściśle określony. Związki chemiczne można rozdzielić na składniki jedynie za pomocą reakcji chemicznej.

woda to **związek chemiczny**

Jaka jest najważniejsza różnica między metalami a niemetalami?

Metale mają wiele cech wspólnych, a **niemetale** znacznie różnią się między sobą właściwościami. Większość pierwiastków chemicznych to metale.



metale niemetale
brak przyporządkowania

Na czym polega korozja?

Korozja to niszczenie przedmiotów wykonanych z metali lub ich stopów. Zachodzi pod wpływem tlenu znajdującego się w powietrzu, wody, czynników atmosferycznych oraz niektórych związków chemicznych.

Co to są właściwości fizyczne i chemiczne substancji?

Właściwości fizyczne opisują wygląd i zachowanie substancji wobec czynników fizycznych, np. to, czy substancja przewodzi ciepło lub prąd elektryczny.

Właściwości chemiczne opisują zachowanie jednej substancji wobec innych, np. to, czy substancje łączą się ze sobą.

metale przewodzą ciepło

Co to jest gęstość?

Gęstość (jedna z właściwości substancji) to stosunek masy substancji do jej objętości:

$$d = \frac{m}{V}$$

d — gęstość, $\frac{kg}{m^3}$
m — masa substancji, kg
V — objętość, m^3

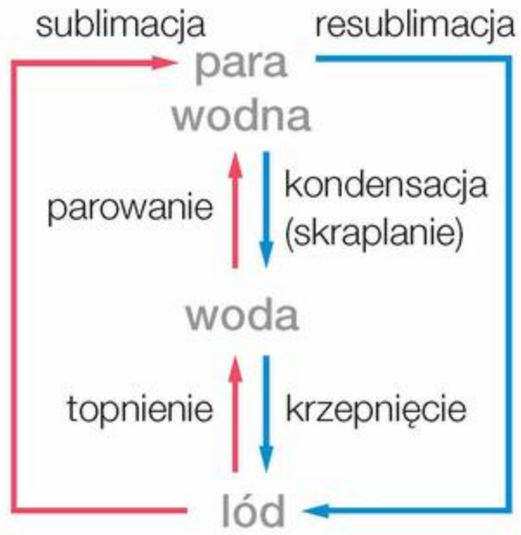
olej ma gęstość mniejszą od gęstości wody

Czym zjawisko fizyczne różni się od reakcji chemicznej?

Przemiana

- **zjawisko fizyczne** to przemiana, która nie prowadzi do powstania nowych substancji
- **reakcja chemiczna** to przemiana, która prowadzi do powstania nowych substancji o innych właściwościach

przykłady **zjawisk fizycznych**



Co to są mieszaniny i jak je można sklasyfikować?

Mieszaniny powstają przez zmieszanie w dowolnych proporcjach co najmniej dwóch substancji.

Rodzaje mieszanin

- **mieszaniny jednorodne** ich składników nie można rozróżnić gołym okiem ani za pomocą prostych przyrządów optycznych
- **mieszaniny niejednorodne** ich składniki są widoczne

rozdzielanie mieszaniny niejednorodnej substancji o różnej wielkości cząstek

Jakie właściwości fizyczne składników mieszanin umożliwiają ich rozdzielenie?

Wykorzystana właściwość	Metoda rozdzielania
Mieszaniny niejednorodne	
właściwości magnetyczne	• mechaniczne rozdzielanie z użyciem magnesu
gęstość	• rozdzielanie cieczy z użyciem rozdzielacza • dekantacja
stan skupienia składników	• dekantacja • sączenie
wielkość cząstek	• mechaniczne rozdzielanie za pomocą sita • sączenie
rozpuszczalność	• dekantacja
Mieszaniny jednorodne	
temperatura wrzenia	• destylacja • odparowanie

rozdzielenie substancji o różnych właściwościach magnetycznych za pomocą magnesu

Sprawdź, czy wiesz i umiesz...

Rozwiąż zadania w zeszycie

1. **Przygotuj tabelę i umieść w jednej kolumnie nazwy substancji, a w drugiej – nazwy mieszanin substancji.**

   żelazo • powietrze • woda • stal • kasza z ryżem • tlenek węgla(II) • azot • woda z kredą • tlen • sól z cukrem • wodór • miedź • woda z sokiem • brom • woda z esencją herbacianą • brąz • cynk • pieprz z cukrem • woda z octem • chlor • proszek do pieczenia z solą

2. **Wskaż właściwość substancji wykorzystywaną do rozdzielania mieszanin metodą destylacji.**
   a) różne rozdrobnienie substancji
   b) różnice w temperaturze topnienia
   c) rozpuszczalność w wodzie
   d) różnice w temperaturze wrzenia

3. **Zakwalifikuj podane przykłady do zjawisk fizycznych lub przemian chemicznych.**

   a)
   topnienie lodu

   b)
   spalanie węgla kamiennego

   c)
   rdzewienie żelaza

   d)
   rozdrabnianie ziaren kawy

4. **Wybierz wzory związków chemicznych.**

   Fe • Ca • CaO • Na • $CuSO_3$ • HCl • Zn • HNO_3 • Na_2O • Fe_2O_3 • K • H_2 • KBr • Cl_2 • Cl_2O_5

5. **Oblicz gęstość ($\frac{g}{cm^3}$) pewnej benzyny, jeśli wiadomo, że 64 cm^3 tej mieszaniny mają masę 45 g. Korzystając z wyznaczonej gęstości, oblicz, jaką objętość (cm^3) zajmuje 100 g tej benzyny.**

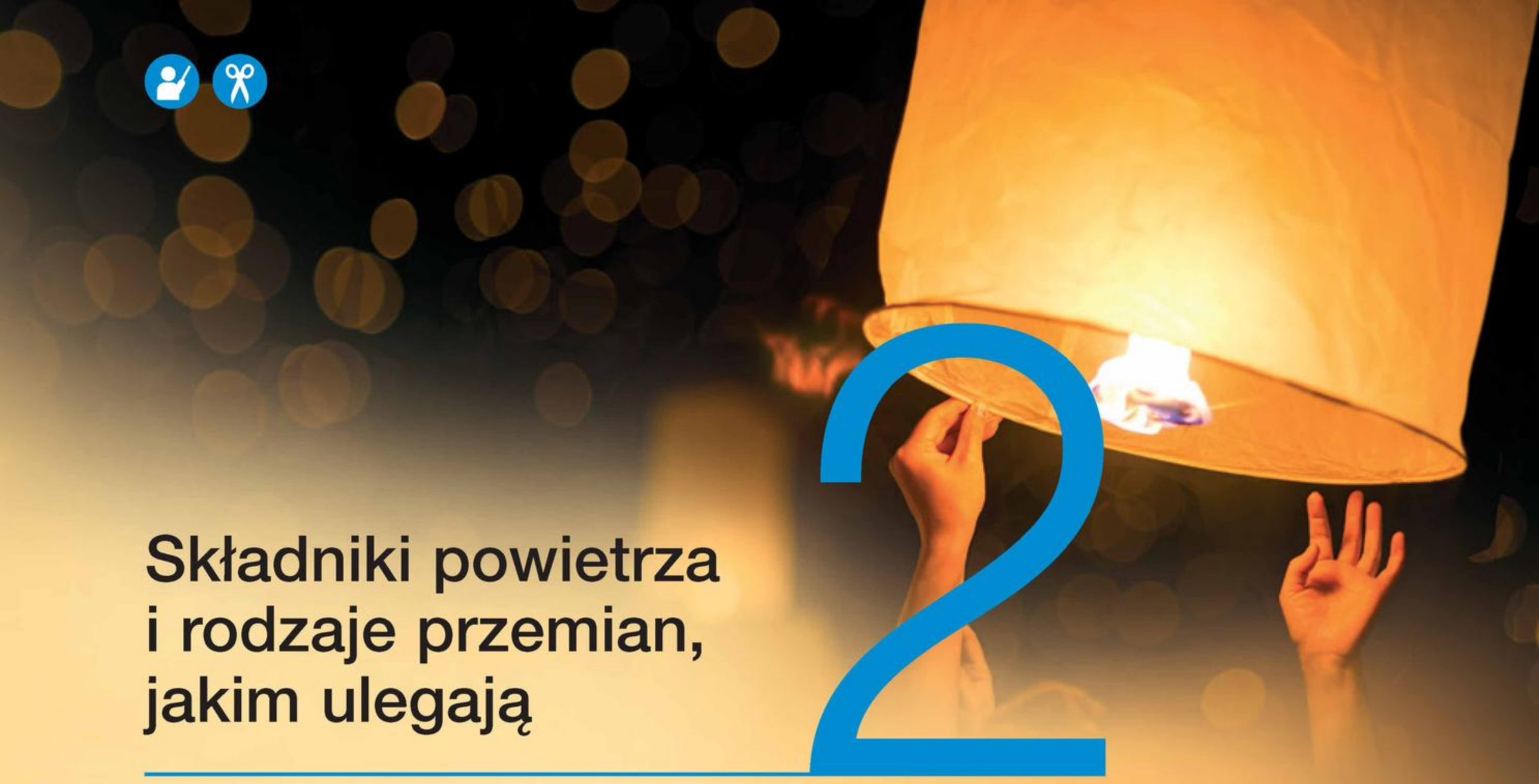
6. Przeprowadzono destylację dwóch mieszanin:
   - wody z etanolem (mieszanina A),
   - wody z kwasem etanowym (mieszanina B).

   Temperatury wrzenia (pod ciśnieniem 1013 hPa) etanolu, wody i kwasu etanowego podano w tabeli.

Substancja	Temperatura wrzenia, °C
etanol	78,3
woda	100
kwas etanowy	117,9

Na podstawie: W. Mizerski, *Tablice chemiczne*, Wydawnictwo Adamantan, Warszawa 2013.

Rozstrzygnij, który składnik oddestylował jako pierwszy z mieszaniny A, a który – z mieszaniny B. Odpowiedź uzasadnij.



Składniki powietrza i rodzaje przemian, jakim ulegają

2

8. Powietrze – mieszanina jednorodna gazów

Cele lekcji: Poznanie składu powietrza, jego właściwości i znaczenia w przyrodzie oraz nazw pierwiastków chemicznych zaliczanych do gazów szlachetnych, ich właściwości i zastosowań. Poznanie właściwości azotu – głównego składnika powietrza.

9. Tlen – najważniejszy składnik powietrza

Cele lekcji: Poznanie metod otrzymywania tlenu, jego właściwości fizycznych i chemicznych oraz zastosowań. Poznanie pojęć: **tlenek**, **substrat**, **produkt**, **reakcje syntezy** i **analizy**.

10. Tlenek węgla(IV)

Cele lekcji: Poznanie obiegu tlenu i tlenku węgla(IV) w przyrodzie, właściwości fizycznych i chemicznych tlenku węgla(IV), jego zastosowań, metod otrzymywania i identyfikacji. Poznanie pojęć: **reakcja wymiany**, **reakcja charakterystyczna**.

11. Wodór

Cele lekcji: Poznanie miejsc występowania i sposobów otrzymywania wodoru, jego właściwości fizycznych i chemicznych oraz zastosowań.

12. Zanieczyszczenia powietrza

Cele lekcji: Poznanie rodzajów, źródeł i skutków zanieczyszczania powietrza oraz sposobów, w jaki można im zapobiegać.

13. Rodzaje reakcji chemicznych

Cele lekcji: Poznanie pojęć: **reakcja egzoenergetyczna**, **reakcja endoenergetyczna**, **reakcja spalania**. Rozpoznawanie rodzajów reakcji chemicznych ze względu na efekt energetyczny.

8 Powietrze – mieszanina jednorodna gazów

Powietrze, bez którego życie na Ziemi byłoby niemożliwe, jest bezbarwne i występuje w gazowym stanie skupienia. Nie można go zobaczyć, ale gdy jest w ruchu, można uzyskać z niego energię (fot. 38.).

Fot. 38. Turbiny wiatrowe zamieniają energię wiatru w energię elektryczną.

Czy powietrze jest mieszaniną?

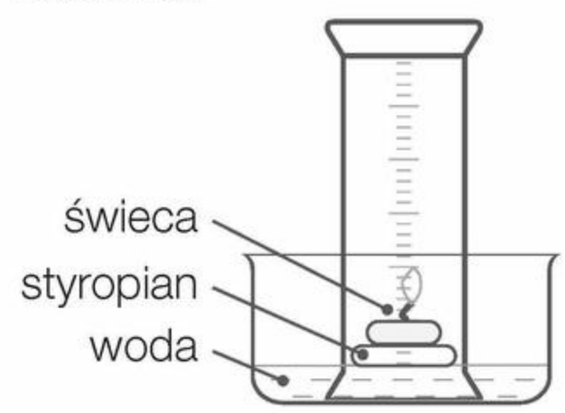
Skład powietrza można zbadać, wykonując doświadczenie 13.

Doświadczenie 13

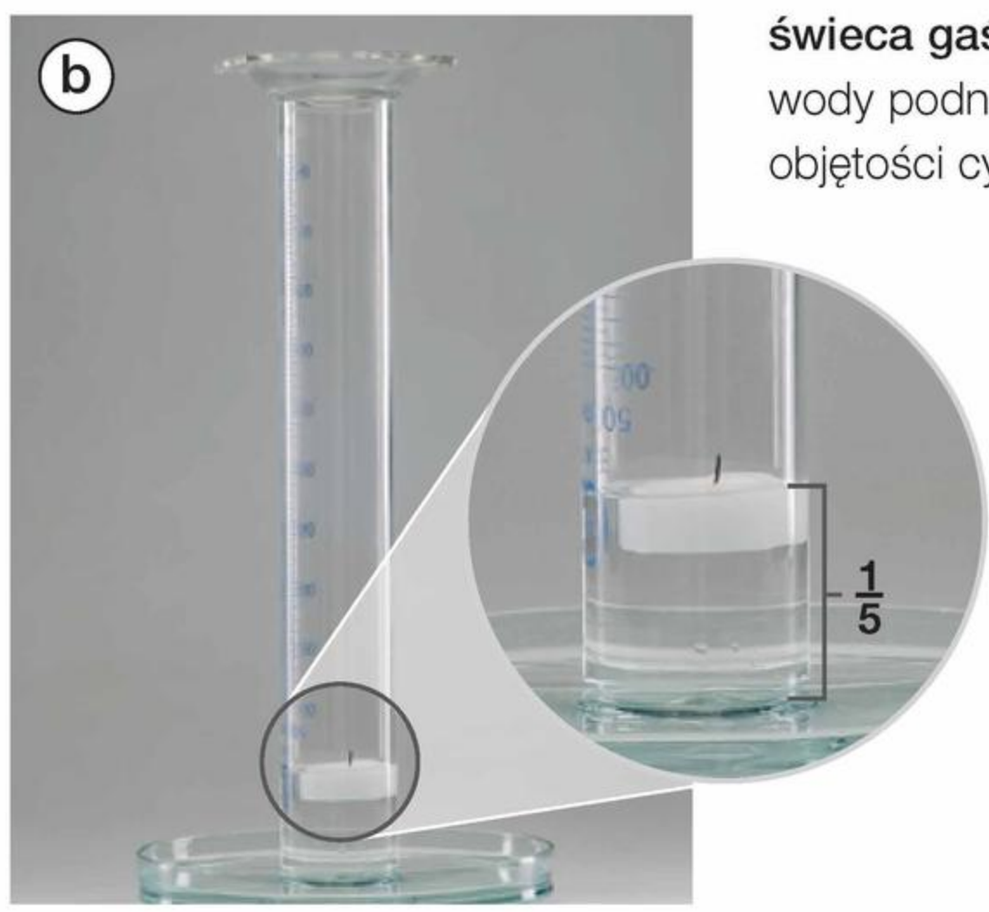
Badanie składu powietrza

Instrukcja: Wlej wodę do krystalizatora, a na jej powierzchni umieść palącą się świecę przymocowaną do kawałka styropianu (schemat). Przykryj świecę cylindrem miarowym i zaznacz flamastrem poziom wody w cylindrze. Obserwuj zachodzące zmiany. Gdy płomień zgaśnie, ponownie zaznacz poziom wody w cylindrze. Wyjmij cylinder miarowy i określ (na podstawie zaznaczonych na cylindrze poziomów wody), jaka część objętości powietrza znajdującego się początkowo w cylindrze została zużyta podczas spalania.

Schemat



Obserwacje: Świeca pali się przez chwilę (fot. 39.a). Płomień gaśnie. Woda napływa do cylindra i zajmuje ok. $\frac{1}{5}$ jego objętości (fot. 39.b).



świeca gaśnie, poziom wody podnosi się do $\frac{1}{5}$ objętości cylindra

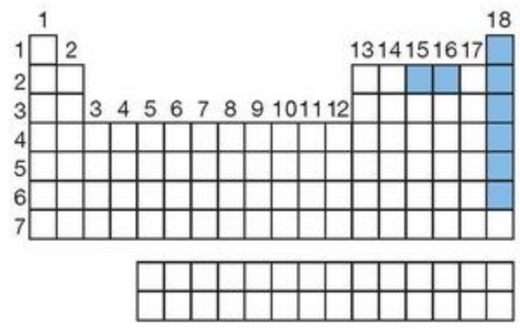
Fot. 39. Badanie składu powietrza.

Wniosek: Powietrze jest mieszaniną jednorodną gazów. Około $\frac{1}{5}$ objętości powietrza stanowi **składnik podtrzymujący spalanie**, a ok. $\frac{4}{5}$ to składnik lub składniki niepodtrzymujące spalania.

Czy powietrze ma stały skład?

Składniki **powietrza** można podzielić na te o stałej zawartości oraz te o zmiennej zawartości. **Składnikami o stałej zawartości w powietrzu** są: azot, tlen i gazy szlachetne. Oznacza to, że ich zawartość nie zmienia się znacząco. Natomiast na zawartość w powietrzu pozostałych składników, nazywanych **składnikami zmiennymi**, ma wpływ wiele czynników, np. temperatura lub występowanie w okolicy zakładów przemysłowych.

Składniki powietrza o **stałej zawartości**



Składniki powietrza

składniki o stałej zawartości
azot
tlen
gazy szlachetne
(głównie argon)

składniki o zmiennej zawartości
tlenek węgla(IV), ozon,
tlenki siarki i tlenki azotu,
para wodna, amoniak,
wodór, metan

Jaki jest skład ilościowy powietrza?

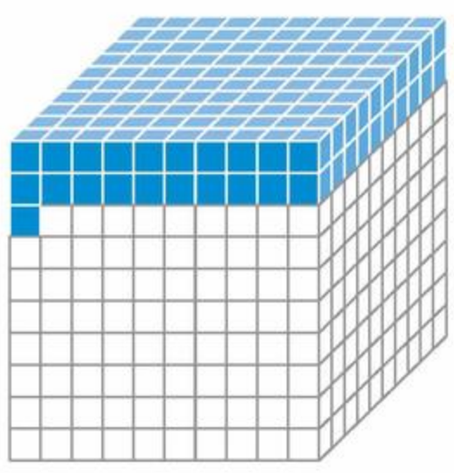
Azot i tlen to główne składniki powietrza (rys. 5.). Pozostałe składniki to m.in. gazy szlachetne (głównie argon) oraz tlenek węgla(IV) i para wodna.

Zawartość poszczególnych składników powietrza podaje się w procentach objętościowych.

Rys. 5. Zawartość procentowa głównych składników powietrza – azot ok. **78%**, tlen ok. **21%**, inne składniki (m.in. argon, tlenek węgla(IV) i para wodna) **1%**.

Czym jest procent objętościowy?

Procent objętościowy, który zapisuje się jako % objętościowy lub % obj., to wyrażony w procentach **stosunek objętości danej substancji**, np. tlenu, **do objętości całej mieszaniny**, np. powietrza (rys. 6.).



objętość tlenu w całej objętości powietrza

Rys. 6. Procent objętościowy tlenu (21%) w powietrzu.

Przykład 5

Jak obliczyć objętość jednego ze składników powietrza?

Krok 1

Przeczytaj treść zadania i wypisz dane oraz szukane.

Oblicz objętość tlenu zawartego w powietrzu wypełniającym słoik o pojemności 0,5 dm^3. Odpowiedź wyraź w decymetrach sześciennych.

Dane:
pojemność słoika: $V_{powietrza} = 0{,}5\ dm^3$
zawartość procentowa tlenu: 21% obj.

Szukane:
$V_{tlenu} = ?$

Krok 2

Oblicz objętość tlenu za pomocą proporcji.

pojemność słoika = objętość powietrza

$0{,}5\ dm^3$ powietrza w słoiku *stanowi* 100%

x tlenu w słoiku *stanowi* 21%

$$\frac{0{,}5\ dm^3}{x} = \frac{100\%}{21\%}$$

$$x \cdot 100\% = 0{,}5\ dm^3 \cdot 21\%$$

$$x = \frac{21\% \cdot 0{,}5\ dm^3}{100\%} \qquad x = 0{,}105\ dm^3$$

Krok 3

Napisz odpowiedź.

Odpowiedź: Objętość tlenu wynosi 0,105 dm^3.

Jakie właściwości ma powietrze?

Podane poniżej właściwości powietrza zostały ustalone w warunkach normalnych.

Warunki normalne
temperatura:
$T = 273{,}15\ K\ (0\,°C)$
ciśnienie:
$p = 1013{,}25\ hPa$

Właściwości powietrza

Właściwości fizyczne
- mieszanina gazów
- bezbarwne
- gęstość $d = 1{,}28\ \frac{kg}{m^3}$
- słabo rozpuszcza się w wodzie

Właściwości chemiczne
- bezwonne
- bez smaku
- podtrzymuje spalanie

Powietrze, jak każdy gaz, można sprężać i rozprężać. Można je też skroplić, czyli zmienić jego stan skupienia z gazowego na ciekły. Ciekłe powietrze jest cieczą o barwie bladoniebieskiej.

Ogrzane powietrze ma gęstość mniejszą niż powietrze zimne (nieogrzane) (fot. 40.).

Fot. 40. Lampion unosi się dzięki różnicy gęstości między ciepłym powietrzem wewnątrz lampionu a chłodniejszym na zewnątrz.

Jakie właściwości ma azot?

Azot to główny składnik powietrza, który stanowi ok. 78% objętościowych tej mieszaniny jednorodnej gazów.

Występuje w wielu związkach chemicznych (fot. 41.).

Fot. 41. Poduszka powietrzna wypełnia się gazowym azotem, uwolnionym ze związków azotu.

Właściwości azotu

Właściwości fizyczne
- gaz
- bezbarwny
- słabo rozpuszcza się w wodzie

Właściwości chemiczne
- bezwonny
- nie podtrzymuje spalania

Dla dociekliwych

Azot zajmuje siódme miejsce pod względem rozpowszechnienia w Układzie Słonecznym. **Azot w stanie ciekłym** jest bezbarwny i bezwonny. Ciekły azot wyglądem i gęstością przypomina wodę.

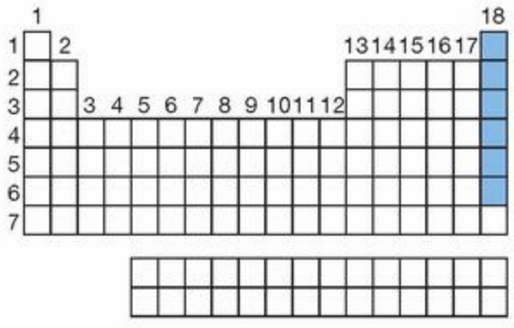
Jakie właściwości mają gazy szlachetne?

Gazy szlachetne (głównie argon oraz hel, neon, krypton i ksenon) występują w powietrzu w znikomych ilościach. Mają bardzo podobne właściwości. Nadano im nazwę **gazy szlachetne**, ponieważ w temperaturze pokojowej i pod ciśnieniem atmosferycznym nie reagują z pierwiastkami ani ze związkami chemicznymi.

Są to **bezbarwne gazy**, które słabo rozpuszczają się w wodzie. Nie mają smaku ani zapachu, są **niepalne** i **nie podtrzymują spalania**. Hel i neon mają gęstość mniejszą od gęstości powietrza, pozostałe mają gęstość większą od powietrza.

Gazy szlachetne świecą (rys. 7.) – emitują światło pod wpływem wyładowań elektrycznych:
- **hel** świeci na żółto,
- **neon** – na pomarańczowoczerwono,
- **argon** – na niebieskofioletowo,
- **krypton** – na biało,
- **ksenon** – na biało z fioletowoniebieskim odcieniem.

Gazy szlachetne



Rys. 7. Gazy szlachetne pobudzone prądem elektrycznym świecą, a ich kolorowe światło jest wykorzystywane w technice oświetleniowej.

Gazy szlachetne

Hel i **neon** w ciekłym stanie skupienia wykorzystuje się do chłodzenia urządzeń używanych do prac w bardzo niskich temperaturach, bliskich 0 K. Mają najmniejszą aktywność chemiczną spośród gazów szlachetnych, dlatego służą też jako gazy ochronne przy wytopie i spawaniu niektórych metali (tytanu, cynku, magnezu) i stopów (stali nierdzewnej).

przemysł lotniczy i motoryzacyjny

medycyna

przemysł elektrotechniczny

Technika oświetleniowa

Pobudzone prądem elektrycznym gazy szlachetne świecą, a barwa światła zależy od tego, który gaz został użyty. Zjawisko to wykorzystuje się **w reklamach świetlnych** (w lampach jarzeniowych).

Medycyna

Hel stosuje się jako składnik mieszanin ułatwiających oddychanie, np. **w leczeniu astmy**.

Przemysł lotniczy i przemysł motoryzacyjny

Krypton wykorzystuje się **do napełniania świetlówek** używanych na pasach startowych lotnisk, a **neonem** wypełniane są **lampy przeciwmgłowe**, stosowane m.in. w samochodach.

To Ci się przyda!

W czasie imprezy plenerowej nie zapomnij o przywiązaniu balonów napełnionych helem.

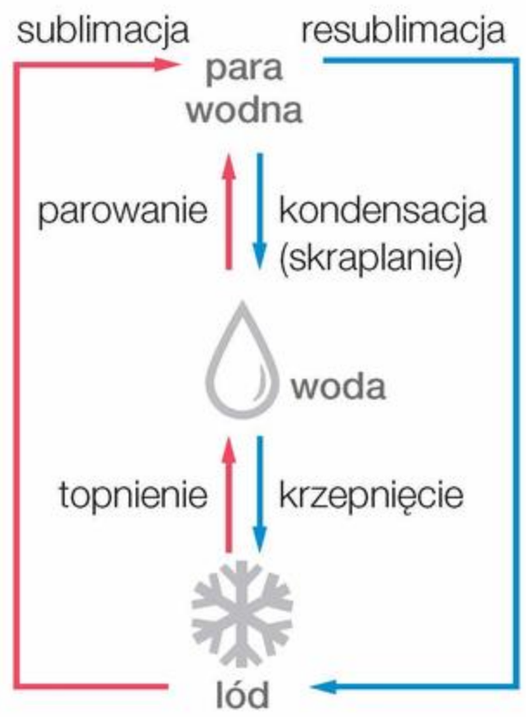
Hel ma **gęstość mniejszą od gęstości powietrza**, więc jeśli nie przywiążesz balonów – odlecą. ▶

Od czego zależy zawartość pary wodnej w powietrzu?

Para wodna, czyli woda w gazowym stanie skupienia (rys. 8.), to składnik powietrza, którego zawartość może się zmieniać w zależności od:

- **temperatury powietrza** (szerokość geograficzna, wysokość nad poziomem morza),
- **środowiska geograficznego** (obecność zbiorników wodnych i pasm górskich).

W naszym klimacie zawartość pary wodnej w powietrzu się zmienia. Jest znacznie mniejsza w bardzo zimny dzień w porównaniu z dniem wilgotnym i gorącym.



Rys. 8. Obieg wody w przyrodzie.

Jak wykryć obecność pary wodnej w powietrzu?

Skroploną parę wodną można zaobserwować na chłodnej szybie okna. Deszcz, śnieg, grad, szron i mgła to kolejne dowody obecności pary wodnej w powietrzu. Nocą, podczas dużych spadków temperatury, **para wodna skrapla się** i osiada w postaci rosy.

Doświadczenie 14

Wykazanie obecności pary wodnej w powietrzu

Instrukcja: Na szkiełku zegarkowym umieść kilka granulek wodorotlenku sodu. Pozostaw go na 20–25 minut.

! Pamiętaj o przestrzeganiu zasad bezpieczeństwa.

wodorotlenek sodu

Schemat

Obserwacje: Suchy wodorotlenek sodu (fot. 42.a), pozostawiony na powietrzu, staje się błyszczący i „śliski", a po dłuższym czasie „rozpływa się" (fot. 42.b).

Fot. 42. Wodorotlenek sodu (a) rozpuszcza się w wodzie pochłoniętej z powietrza (b).

Wniosek: Wodorotlenek sodu pochłonął parę wodną z powietrza. Jest substancją higroskopijną, czyli zdolną do pochłaniania wody i pary wodnej z otoczenia.

Oprócz wodorotlenku sodu istnieją też inne substancje higroskopijne. Można do nich zaliczyć m.in. ryż, włókna lnu i konopi. Ziarna ryżu często dodaje się do solniczek, aby pochłaniały wilgoć, a sól nie ulegała zbryleniu.

Chemia wokół nas

Widoczna za lecącym samolotem chmura to zbudowana z kryształków lodu **smuga kondensacyjna** (fot. 43.). Tworzy się na skutek skroplenia pary wodnej i jej natychmiastowego zamarznięcia.

Fot. 43. Smugi kondensacyjne.

Rozwiąż zadania w zeszycie

1. **Z podanych właściwości wypisz te, które dotyczą powietrza.**
   a) jest substancją stałą w temperaturze pokojowej; b) jest gazem w temperaturze pokojowej; c) może być cieczą; d) jest bezwonne; e) jest związkiem chemicznym; f) jest mieszaniną; g) spala się; h) podtrzymuje spalanie

2. **Napisz w zeszycie nazwy gazów szlachetnych opisanych poniżej.**
   a) jest go najwięcej w powietrzu ze wszystkich gazów szlachetnych
   b) jest gazem szlachetnym o najmniejszej gęstości
   c) gaz szlachetny o największej gęstości
   d) jego nazwą określa się reklamy świetlne
   e) jego symbol chemiczny to Xe

3. Butelka o pojemności 1,5 dm^3 jest wypełniona powietrzem. **Oblicz objętość azotu w tej butelce, przyjmując, że jego zawartość w powietrzu wynosi 78%.**

4. **Zaproponuj sposób sprawdzenia, czy dana substancja jest higroskopijna.**

5. Zawartość procentowa argonu w powietrzu wynosi 0,93% objętościowych. **Oblicz, ile decymetrów sześciennych argonu znajduje się w pokoju o wymiarach 5 m × 3 m × 2,5 m.**

6. **Wykonaj doświadczenie:** *Badanie właściwości higroskopijnych soli kuchennej i cukru pudru.* Do pierwszego małego słoika wsyp 4 łyżki soli kuchennej, do drugiego 4 łyżki cukru pudru. Słoiki pozostaw otwarte i obserwuj ich zawartość przez tydzień. **Narysuj schemat, napisz obserwacje i sformułuj wniosek.**

Zapamiętaj!

Powietrze – mieszanina jednorodna gazów o podstawowym składzie: 78% objętościowych azotu, 21% objętościowych tlenu i 1% objętościowy innych gazów, przede wszystkim argonu.

Higroskopijność – zdolność pochłaniania wody (zwykle pary wodnej) przez substancje.

Dla dociekliwych

7. **Oblicz, ile kilogramów azotu znajduje się w pomieszczeniu o wymiarach 3 m × 4,5 m × 2,5 m wypełnionym powietrzem.** Gęstość azotu w temperaturze 25 °C i pod ciśnieniem 1013 hPa wynosi 1,15 $\frac{g}{dm^3}$.

8. Argon stanowi ok. 0,93% objętościowych powietrza. **Oblicz, ile kilogramów powietrza należy poddać destylacji, aby otrzymać 1 m^3 gazowego argonu.** Gęstość powietrza w temperaturze 25 °C i pod ciśnieniem 1013 hPa wynosi 1,185 $\frac{kg}{m^3}$.

9 Tlen – najważniejszy składnik powietrza

Tlen to najbardziej rozpowszechniony pierwiastek chemiczny w skorupie ziemskiej. Jest składnikiem skał, rud metali, piasku i wody. W stanie wolnym występuje w powietrzu (stanowi ok. 21% objętościowych). Jest niezbędny do życia większości organizmom (fot. 44.).

Fot. 44. Organizmy wodne oddychają tlenem rozpuszczonym w wodzie.

Jak otrzymać tlen?

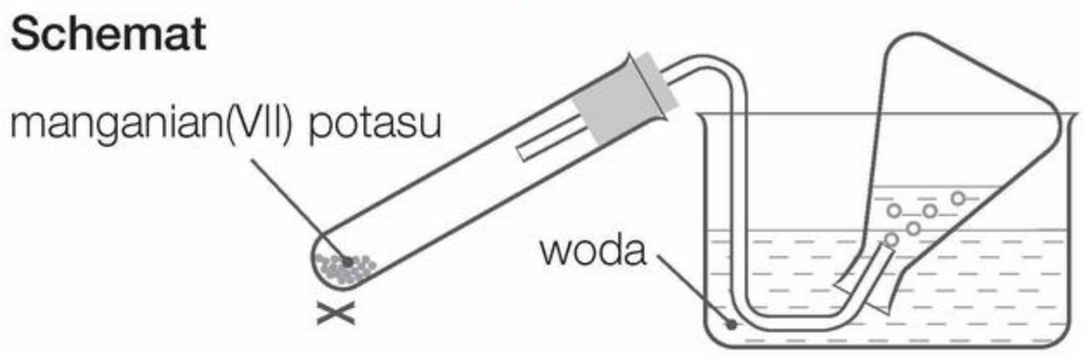
Tlen można otrzymać m.in. w wyniku rozkładu tlenku rtęci(II), rozkładu wody pod wpływem prądu elektrycznego (elektroliza), destylacji skroplonego powietrza lub przeprowadzając doświadczenie 15.

Doświadczenie 15

Otrzymywanie tlenu z manganianu(VII) potasu

manganian(VII) potasu

Schemat



Instrukcja: Do probówki wsyp manganian(VII) potasu. Probówkę umocuj w łapie statywu i zamknij korkiem z rurką odprowadzającą. W krystalizatorze z wodą umieść do góry dnem kolbę stożkową (lub probówkę) napełnioną wodą (schemat). Probówkę z manganianem(VII) potasu ostrożnie ogrzewaj, a wydzielający się gaz zbieraj w kolbie stożkowej. Pierwszych porcji gazu nie zbieraj, gdyż jest to powietrze znajdujące się w probówce i rurce. Po napełnieniu gazem kolby umieść w niej tlące się łuczywo.

Obserwacje: Wydzielają się pęcherzyki bezbarwnego gazu (fot. 45.), a substancja ogrzewana w probówce zmienia swój wygląd. Tlące się łuczywo umieszczone w kolbie z otrzymanym gazem zapala się jasnym płomieniem.

Fot. 45. Pojawiające się w wodzie pęcherzyki to tlen.

Wniosek: Otrzymany gaz to tlen, który podtrzymuje spalanie i słabo rozpuszcza się w wodzie.

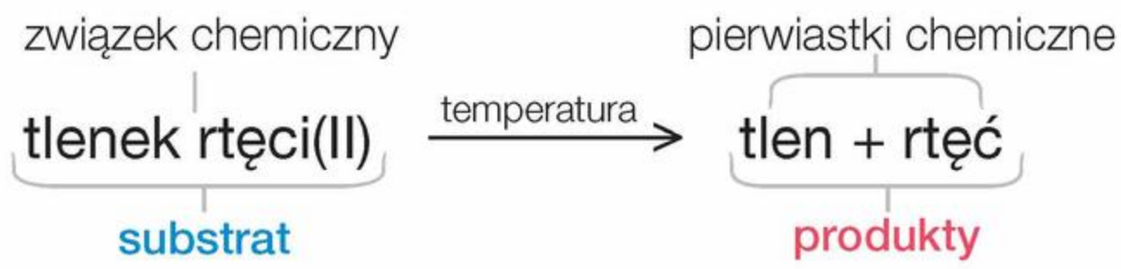
Czym są substraty i produkty?

Manganian(VII) potasu, czyli substancja, która została użyta do reakcji chemicznej (patrz doświadczenie 15., s. 51) i uległa przemianie, to **substrat**. Tlen, czyli jedna z substancji, które powstają w wyniku reakcji chemicznej, to **produkt**.

Czym jest reakcja analizy?

Reakcja chemiczna, w której **z jednego substratu** powstaje **kilka produktów**, to **reakcja analizy** (rozkładu). Przykładami takich reakcji są:

- rozkład manganianu(VII) potasu, w wyniku którego powstaje m.in. tlen (doświadczenie 15., s. 51),
- rozkład tlenku rtęci(II):



Skojarz i zapamiętaj!

Reakcje analizy

jeden substrat → kilka produktów

Jak tlen reaguje z pierwiastkami chemicznymi?

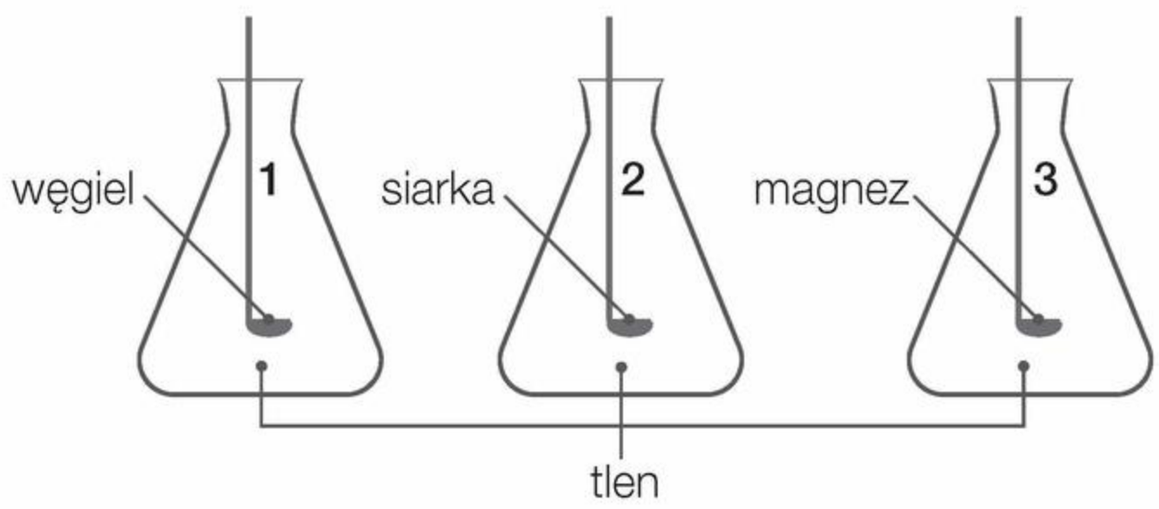
Aktywność chemiczną tlenu, czyli to, jak reaguje on z innymi pierwiastkami chemicznymi, można zbadać, wykonując doświadczenie 16.

Doświadczenie 16

Spalanie węgla, siarki i magnezu w tlenie

Instrukcja: Napełnij tlenem trzy kolby stożkowe (albo duże probówki). Aby go otrzymać, użyj zestawu z doświadczenia 15. i przeprowadź reakcję analizy manganianu(VII) potasu. Na łyżeczkach do spalań wprowadź: do kolby 1. – kawałek rozżarzonego węgla drzewnego, do kolby 2. – palącą się siarkę, do kolby 3. – wiórki magnezu rozgrzane w płomieniu palnika (schemat).

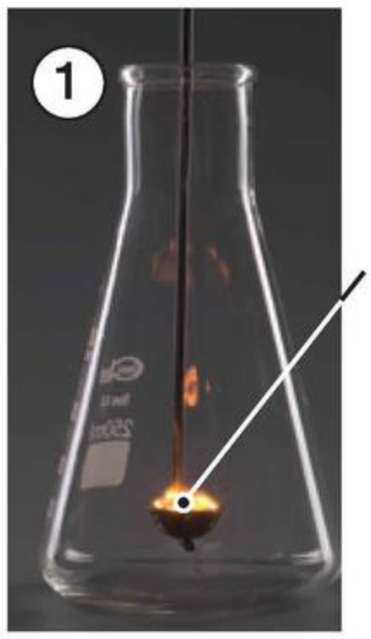
Schemat



Obserwacje: Węgiel, siarka i magnez w tlenie palą się lepiej niż w powietrzu (fot. 46., s. 53). Węgiel spala się żółtym płomieniem ①, siarka – płomieniem bladoniebieskim ②, a powstający biały dym ma intensywny zapach. Magnez spala się oślepiającym, białym płomieniem ③.

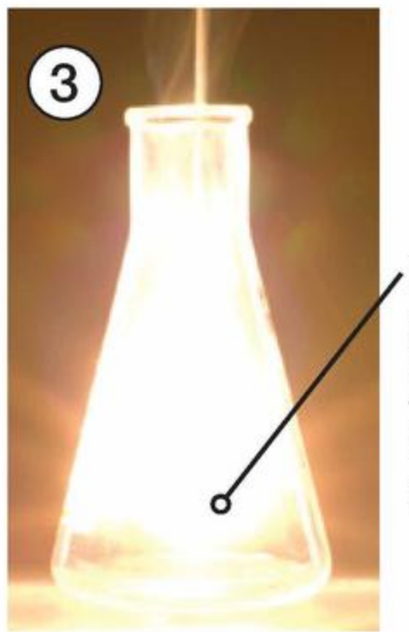
Dalszy ciąg doświadczenia na s. 53

Początek doświadczenia na s. 52



węgiel spala się żółtym płomieniem

siarka spala się bladoniebieskim płomieniem



magnez spala się jasnym, oślepiającym płomieniem

Fot. 46. Spalanie pierwiastków chemicznych w tlenie: ① węgla, ② siarki, ③ magnezu.

Wniosek: Węgiel, siarka i magnez spaliły się w tlenie – tlen połączył się z tymi pierwiastkami chemicznymi. Zaszły reakcje łączenia, czyli **reakcje syntezy**.

Czym jest reakcja syntezy?

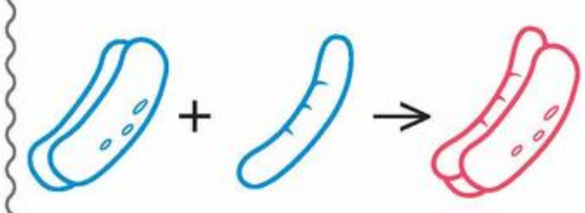
Reakcja syntezy (łączenia) to reakcja chemiczna, w której **z kilku substratów** powstaje **jeden produkt**, np.:

① pierwiastki chemiczne: węgiel + tlen (substraty) ⟶ związek chemiczny: tlenek węgla(IV) (produkt)

② pierwiastki chemiczne: siarka + tlen (substraty) ⟶ związek chemiczny: tlenek siarki(IV) (produkt)

③ pierwiastki chemiczne: magnez + tlen (substraty) ⟶ związek chemiczny: tlenek magnezu (produkt)

Skojarz i zapamiętaj!



Reakcje syntezy

kilka substratów → jeden produkt

!

Nazwy: tlenek siarki(IV), tlenek węgla(IV) są poprawnymi nazwami chemicznymi. W czasie dalszej nauki (temat 23., s. 126) dowiesz się, co oznaczają cyfry rzymskie umieszczone w nawiasach. Nazwa tlenku węgla(IV), często stosowana w życiu codziennym, to dwutlenek węgla.

Co to są tlenki?

Tlenki to związki chemiczne – produkty reakcji syntezy zachodzącej między tlenem a innymi pierwiastkami chemicznymi.

metal + tlen ⟶ tlenek metalu
niemetal + tlen ⟶ tlenek niemetalu

Przykłady **tlenków metali**:
- tlenek magnezu
- tlenek wapnia

Przykłady **tlenków niemetali**:
- tlenek węgla(IV)
- tlenek siarki(IV)

Tlen

Tlen jest niezbędny w wielu procesach zachodzących naturalnie w przyrodzie (np. wietrzenie skał i butwienie) oraz w procesach przemysłowych.

- przemysł hutniczy
- przemysł chemiczny, rakietowy
- medycyna

Spawanie

W palnikach acetylenowo-tlenowych, używanych **do spawania i cięcia metali**, tlen stosuje się do uzyskania wysokich temperatur – płomień osiąga nawet 3000 °C. W tej temperaturze można ciąć metale lub stapiać przylegające do siebie części metali.

Przemysł

Tlen pobierany z powietrza wykorzystuje się **w procesach przemysłowych**. Duże ilości tlenu zużywa się w hutnictwie oraz przemysłach chemicznym i rakietowym.

Aparaty tlenowe

Tlen zmieszany z azotem stosuje się **w aparatach tlenowych** używanych przez nurków, alpinistów, pilotów wszędzie tam, gdzie stężenie tlenu jest niższe od 15%.

Medycyna

Tlen wykorzystuje się w urządzeniach umożliwiających regulację jego stężenia (np. **w inkubatorach**).

! Oddychanie czystym tlenem jest niebezpieczne, ponieważ przyspiesza procesy życiowe i prowadzi do zatrucia organizmu.

To Ci się przyda!

Może zdarzyło Ci się już używać **pulsoksymetru**, którym bada się stopień nasycenia hemoglobiny tlenem, czyli saturację krwi. To urządzenie jest wykorzystywane do kontrolowania przebiegu chorób układu oddechowego, w tym wywołanych wirusem COVID-19.

Wynik 95–99% oznacza prawidłowe nasycenie hemoglobiny tlenem. Pamiętaj, że paznokcie pokryte warstwą lakieru, zwłaszcza żelowego, utrudniają przeprowadzenie pomiaru. ▶

Jakie właściwości ma tlen?

Tlen to składnik powietrza, który stanowi ok. 21% tej mieszaniny jednorodnej gazów.

Właściwości tlenu

Właściwości fizyczne
- gaz
- bezbarwny
- słabo rozpuszcza się w wodzie
- ma gęstość większą od gęstości powietrza

Właściwości chemiczne
- bezwonny
- łączy się z niemetalami i metalami, tworząc tlenki
- podtrzymuje spalanie, sam się nie pali

Jakie znaczenie ma tlen w środowisku przyrodniczym?

Tlen **jest niezbędny do oddychania** większości organizmów. Wytwarzają go rośliny zielone (fot. 47.). Obieg tlenu w środowisku przyrodniczym jest ściśle związany z obiegiem tlenku węgla(IV) i został opisany na s. 59.

Tlen podtrzymuje proces spalania, a wraz z parą wodną z powietrza powoduje też korozję metali (patrz s. 38).

Fot. 47. Pęcherzyki na liściach roślin wodnych wypełnione są tlenem.

Rozwiąż zadania w zeszycie

1. **Odpowiedz na pytania.**
   a) W jaki sposób można otrzymać tlenki, np. tlenek magnezu?
   b) Jak nazywa się reakcja chemiczna, w wyniku której otrzymuje się tlenki?
   c) Jakie substancje są substratami, a jakie – produktami w reakcjach chemicznych, w wyniku których powstają tlenki? d) Jakie są rodzaje tlenków?
2. **Napisz słownie przebieg reakcji chemicznej tlenu z:**
   a) wapniem; b) berylem.
3. **Napisz słownie przebieg reakcji chemicznej**, której:
   a) produktem jest tlenek żelaza(II);
   b) produktami są tlen i wodór;
   c) substratami są bar i tlen.
   Które z zapisów przedstawiają przebieg reakcji syntezy, a które – reakcji analizy?

Dla dociekliwych

4. W reakcji rozkładu 217 g tlenku rtęci(II) powstało 16 g tlenu, a resztę stanowiła rtęć. **Oblicz, jaki procent masy tlenku rtęci(II) stanowi rtęć.**
5. Niektóre pierwiastki chemiczne, np. węgiel i tlen, występują w przyrodzie w kilku odmianach. Zjawisko to nosi nazwę alotropii. **Korzystając z różnych źródeł informacji, wymień odmiany alotropowe węgla i tlenu. Określ ich właściwości.**

Zapamiętaj!

Substrat – substancja użyta do reakcji chemicznej i ulegająca przemianie.

Produkt – substancja powstająca w wyniku reakcji chemicznej.

Reakcja analizy (rozkładu) – reakcja chemiczna, w której z jednego substratu powstaje kilka produktów.

Reakcja syntezy (łączenia) – reakcja chemiczna, w której z kilku substratów powstaje jeden produkt.

Tlenki – związki chemiczne tlenu z innym pierwiastkiem chemicznym.

10 Tlenek węgla(IV)

Fot. 48. Widoczne w wodzie pęcherzyki gazu to m.in. tlenek węgla(IV).

Dwutlenek węgla (fot. 48.), czyli związek chemiczny o nazwie tlenek węgla(IV), jest ważnym składnikiem powietrza, choć jest go w tej mieszaninie niewiele. Jego zawartość w powietrzu się zwiększa m.in. w wyniku spalania paliw kopalnych i wycinania lasów. Wzrost zawartości tlenku węgla(IV) przyczynia się do zmiany klimatu.

Jak wykryć obecność tlenku węgla(IV) w powietrzu?

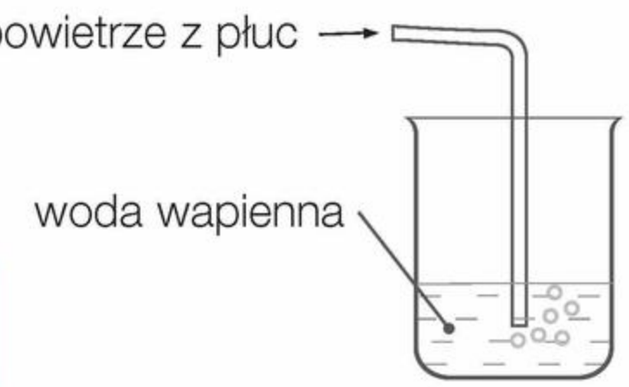
Obecność tlenku węgla(IV) w wydychanym powietrzu można wykryć, wykonując doświadczenie 17.

Doświadczenie 17

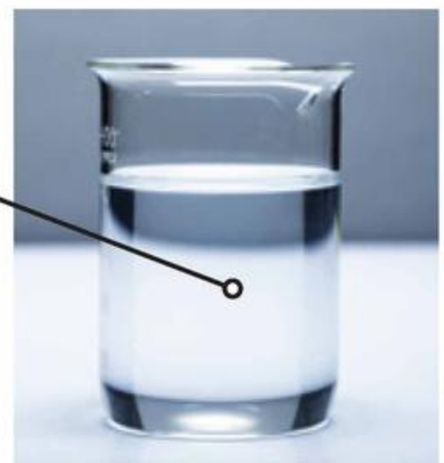
Wykrywanie obecności tlenku węgla(IV)

Instrukcja: Do małej zlewki z wodą wapienną wydychaj powietrze przez rurkę (schemat).

Schemat



Obserwacje: Zawartość zlewki mętnieje (fot. 49.) pod wpływem wydychanego powietrza.



woda wapienna jest bezbarwną cieczą

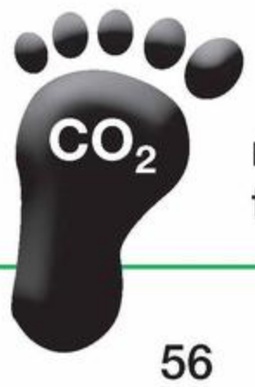
woda wapienna zmętniała pod wpływem tlenku węgla(IV)

Fot. 49. Mętnienie wody wapiennej pod wpływem tlenku węgla(IV).

Wniosek: W wydychanym powietrzu znajduje się tlenek węgla(IV), który można wykryć za pomocą wody wapiennej.

Woda wapienna jest bezbarwną cieczą, która umożliwia identyfikację tlenku węgla(IV). Mętnienie wody wapiennej pod wpływem tlenku węgla(IV) jest **reakcją charakterystyczną** dla tego gazu.

Chemia wokół nas



reducing with the Carbon Trust

Jednym z gazów, który odpowiada za efekt cieplarniany, jest tlenek węgla(IV). Jego nadmierna emisja ma negatywny wpływ na środowisko przyrodnicze i zmiany klimatu. Przedsiębiorstwa, które w dużym stopniu ograniczyły emisję tlenku węgla(IV) podczas wytwarzania produktów, oznaczają swoje produkty znakiem **CRL** [ang. *Carbon Reduction Label*].

Jak otrzymać tlenek węgla(IV)?

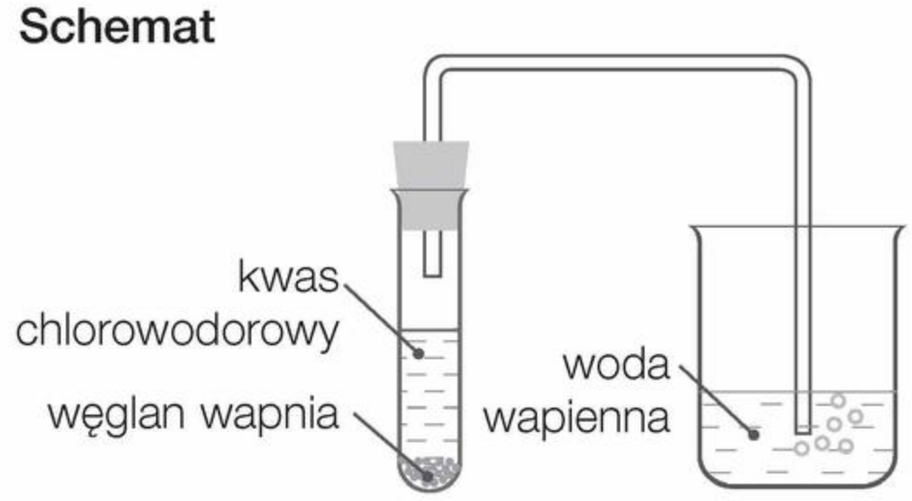
Tlenek węgla(IV) można otrzymać m.in. **w wyniku spalania węgla w tlenie** – reakcja syntezy (patrz doświadczenie 16, s. 52) – lub wykonując doświadczenie 18.

Doświadczenie 18

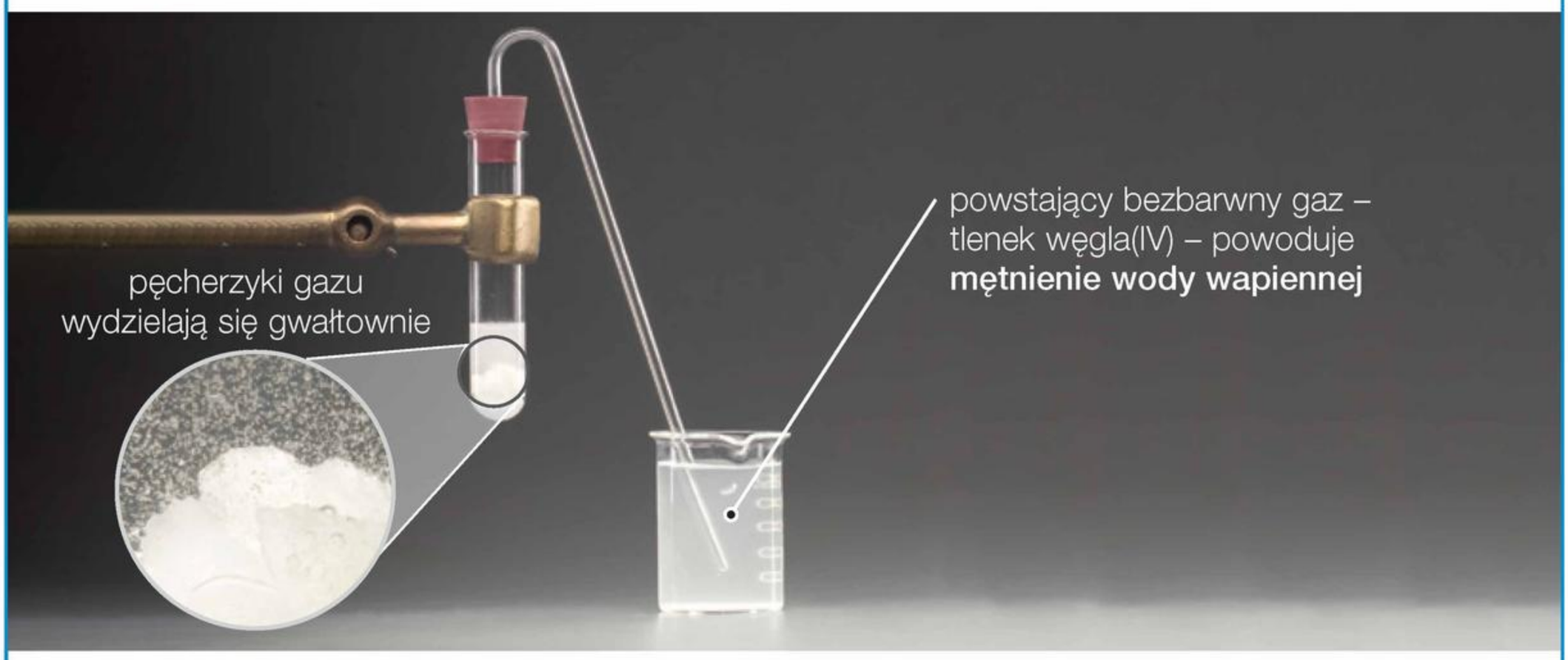
Otrzymywanie tlenku węgla(IV)

Instrukcja: Do probówki wsyp węglan wapnia. Probówkę umocuj w łapie statywu. Wlej do probówki rozcieńczony kwas chlorowodorowy i zamknij ją korkiem z rurką odprowadzającą. Wydzielający się gaz wprowadzaj do małej zlewki z wodą wapienną (schemat).

Schemat



Obserwacje: W probówce intensywnie wydzielają się pęcherzyki bezbarwnego gazu, który powoduje mętnienie zawartości zlewki (fot. 50.).



Fot. 50. Reakcja otrzymywania tlenku węgla(IV) przebiega gwałtownie.

Wniosek: W probówce powstał tlenek węgla(IV), co potwierdza mętnienie wody wapiennej. Jest to reakcja charakterystyczna dla tlenku węgla(IV), tzn. umożliwiająca identyfikację tego gazu.

Chemia wokół nas

Wysoka zawartość tlenku węgla(IV) w powietrzu może źle wpływać na nasze samopoczucie. Jeśli w małym pomieszczeniu, słabo wentylowanym, przebywa wiele osób (a każda z nich przecież wydycha dwutlenek węgla), szybko mogą zacząć odczuwać zmęczenie (fot. 51.). Dlatego ważne jest regularne wietrzenie np. sal lekcyjnych – zwiększająca się zawartość dwutlenku węgla w powietrzu może negatywnie wpłynąć na samopoczucie i koncentrację.

Fot. 51. Pamiętaj o częstym wietrzeniu pomieszczeń, w których przebywasz.

Jakie właściwości ma tlenek węgla(IV)?

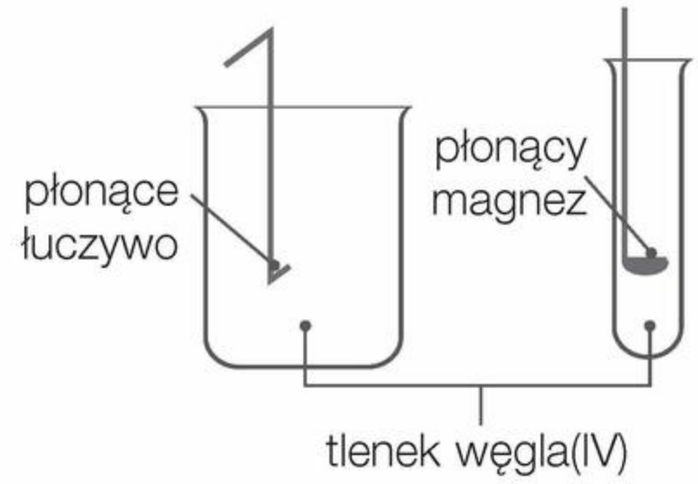
Tlenek węgla(IV) jest gazem rozpuszczalnym w wodzie, zatem w przeciwieństwie do tlenu **nie można go zbierać nad wodą**.

Doświadczenie 19

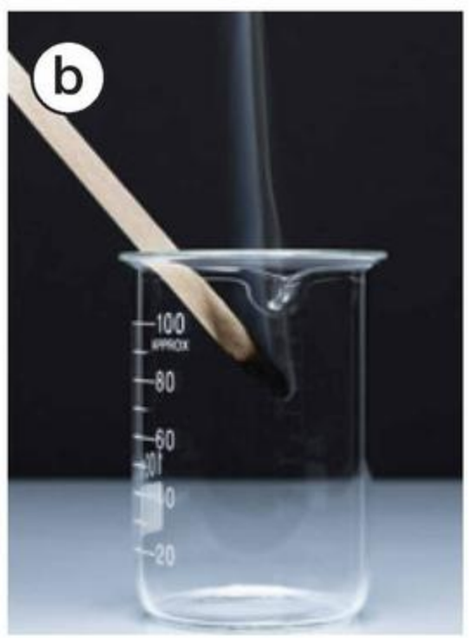
Badanie właściwości tlenku węgla(IV)

Instrukcja: Otrzymaj tlenek węgla(IV) w sposób podany w doświadczeniu 18. Gaz zbierz do probówki i zlewki. Do zlewki włóż płonące łuczywo, a do probówki – łyżkę do spalań z zapalonymi wiórami magnezu (schemat).

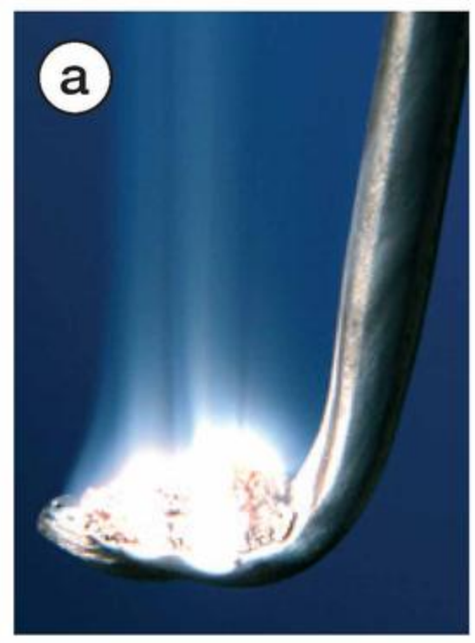
Schemat

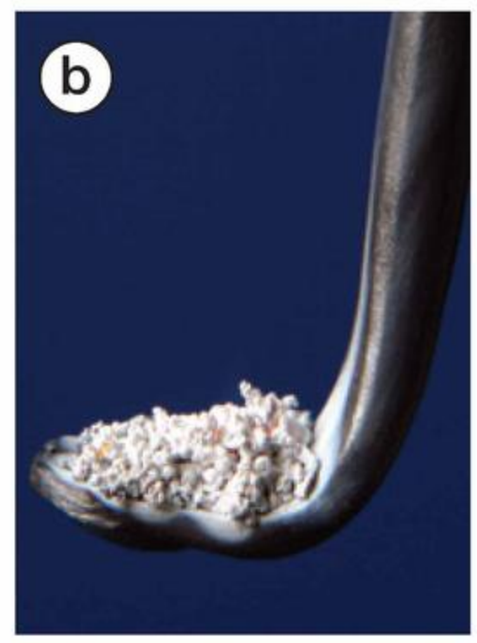


Obserwacje: Płonące łuczywo (fot. 52.a) po włożeniu do zlewki natychmiast gaśnie (fot. 52.b). Płonący magnez po umieszczeniu w probówce pali się przez chwilę (fot. 53.a). Powstaje biały proszek (fot. 53.b), a na ściankach probówki osadza się czarny nalot.



Fot. 52. Płonące łuczywo (a) gaśnie w tlenku węgla(IV) (b).



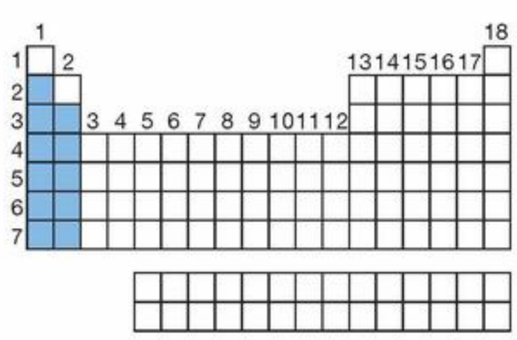


Fot. 53. W wyniku spalania (a) na łyżce powstaje biała substancja stała (b).

Wniosek: Tlenek węgla(IV) nie podtrzymuje spalania, ale reaguje z magnezem. Czarny nalot powstający na ściankach probówki to sadza (węgiel), a biały proszek na łyżce do spalań to tlenek magnezu.

Na podstawie przeprowadzonych doświadczeń można określić właściwości tlenku węgla(IV).

Metale aktywne chemicznie



Właściwości tlenku węgla(IV)

Właściwości fizyczne

- gaz
- bezbarwny
- rozpuszcza się w wodzie
- ma gęstość większą od gęstości powietrza

Właściwości chemiczne

- bezwonny
- nie pali się i nie podtrzymuje spalania
- powoduje mętnienie wody wapiennej, gdyż z nią reaguje
- reaguje z metalami aktywnymi chemicznie, np. z magnezem

Czym jest reakcja wymiany?

Reakcja wymiany to reakcja chemiczna, w której **z kilku substratów** powstaje **kilka produktów**. Przykładem jest reakcja magnezu z tlenkiem węgla(IV) (doświadczenie 19., s. 58), która zachodzi w następujący sposób:

związek chemiczny — pierwiastki chemiczne — związek chemiczny

tlenek węgla(IV) + magnez ⟶ węgiel + tlenek magnezu

substraty — produkty

Skojarz i zapamiętaj!

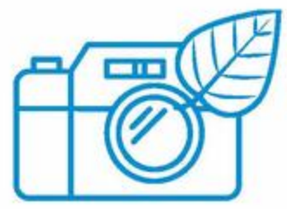
Reakcje wymiany

kilka substratów → kilka produktów

Na czym polega obieg tlenu i tlenku węgla(IV) w środowisku przyrodniczym?

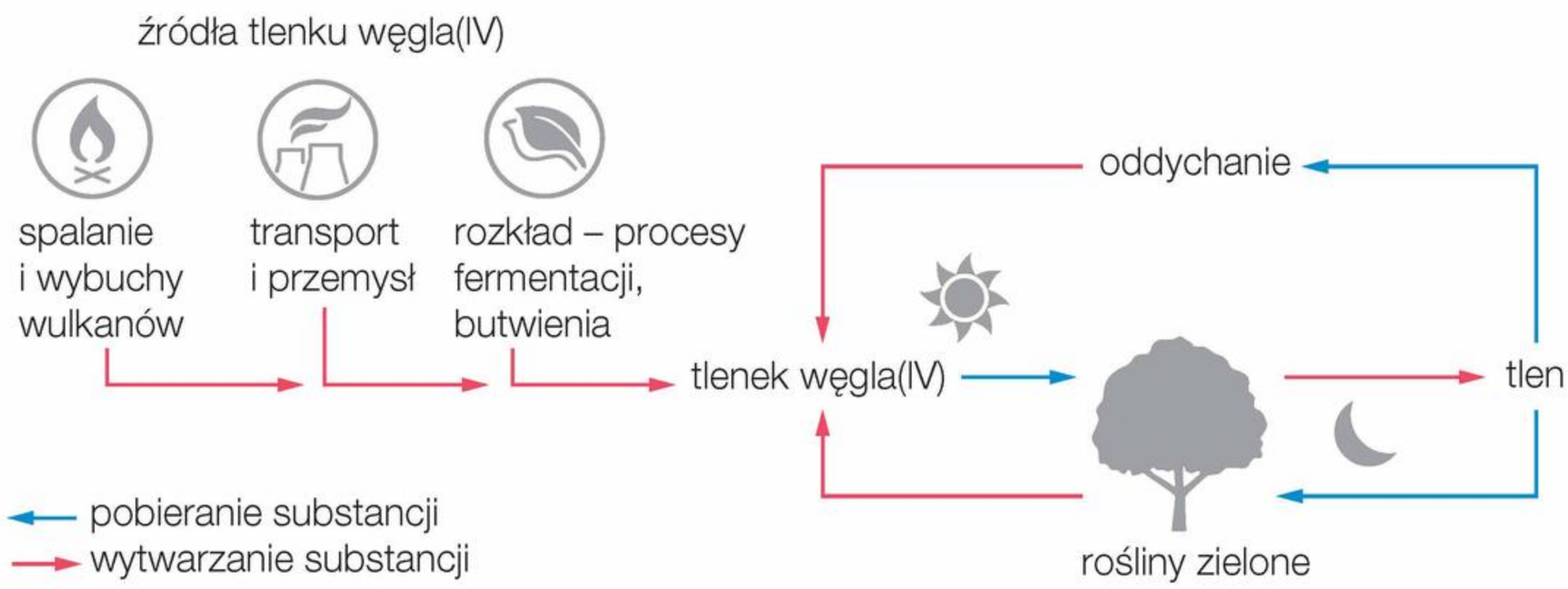
Organizmy pobierają tlen i tlenek węgla(IV) z powietrza (rys. 9.). Rośliny zielone wytwarzają **niezbędny do życia** tlen w procesie **fotosyntezy**, wykorzystując tlenek węgla(IV). Proces **fotosyntezy** zachodzi pod wpływem światła słonecznego i wody oraz w obecności chlorofilu. W komórkach roślinnych tlenek węgla(IV) i woda zostają przekształcone w **tlen** i cząsteczki związków chemicznych stanowiące substancje odżywcze dla roślin.

Skojarz i zapamiętaj!



FOTOsynteza to proces, w którym z tlenku węgla(IV) i wody powstaje m.in. tlen.

W dzień **rośliny przekształcają** tlenek węgla(IV) i wodę **w tlen** i substancje odżywcze.



W nocy rośliny pobierają tlen z powietrza, a wytwarzają tlenek węgla(IV).

Rys. 9. Obieg tlenu i tlenku węgla(IV).

Dla dociekliwych

W wyniku procesu fotosyntezy w ciągu roku ok. 10^{11} t węgla z tlenku węgla(IV) jest przekształcane w związki organiczne. Naukowcy dążą do odtworzenia procesu fotosyntezy w laboratorium chemicznym, gdyż sukces w tej dziedzinie pozwoliłby zwiększyć produkcję żywności i usunąć z obiegu nadmiar tlenku węgla(IV).

Zastosowania

Tlenek węgla(IV)

Stosuje się go we wszystkich stanach skupienia – w stanie stałym jako tzw. suchy lód (stała substancja, która sublimuje w temperaturze –78 °C).

- przemysł spożywczy
- medycyna
- przemysł chemiczny
- przemysł ogrodniczy

Przemysł spożywczy

Zestalony tlenek węgla(IV) wykorzystuje się **do mrożenia i schładzania żywności**, a gazowy – jako **środek konserwujący** produkty żywnościowe oraz do produkcji cukru.

Przemysł ogrodniczy

Zastosowanie suchego lodu **w chłodniach** wydłuża czas przechowywania owoców i warzyw.

Ochrona przeciwpożarowa

Gaśnice śniegowe wypełnia się skroplonym tlenkiem węgla(IV) pod wysokim ciśnieniem, który ulegając rozprężeniu, zestala się w formę suchego lodu.

Medycyna

Suchy lód, ze względu na swoją niską temperaturę, jest wykorzystywany **do leczenia zimnem** (krioterapii).

To Ci się przyda!

Charakterystyczny syk słyszany podczas otwierania puszki lub butelki napoju gazowanego jest wynikiem **uwolnienia tlenku węgla(IV), którym napój został nasycony**.

Pamiętaj o przechowywaniu napojów gazowanych w niskiej temperaturze – masz wtedy gwarancję, że będą one smaczniejsze, bo bardziej nasycone tlenkiem węgla(IV). ▶

Dla dociekliwych

Nazwa suchy lód pochodzi stąd, że **zestalony tlenek węgla(IV)** w temperaturze pokojowej, pobierając ciepło z otoczenia, **przechodzi bezpośrednio w stan gazowy** (nie topiąc się). Zjawisko to, polegające na bezpośredniej przemianie substancji stałej w gaz, nosi nazwę **sublimacji** (fot. 54.). Sublimacja dużych bloków suchego lodu zachodzi powoli. Suchy lód można przechowywać w zamkniętych opakowaniach, obłożonych styropianem.

Fot. 54. Niska temperatura suchego lodu powoduje skroplenie pary wodnej, wywołując efekt „mgły".

Rozwiąż zadania w zeszycie

1. Niektórych płonących substancji, np. ropy naftowej, nie można gasić wodą, ponieważ mają gęstość mniejszą od gęstości wody, wypływają na jej powierzchnię i palą się dalej. Do gaszenia takich substancji stosuje się gaśnice śniegowe napełnione tlenkiem węgla(IV). **Uzupełnij zdanie tak, aby powstała poprawna informacja. Wybierz odpowiedź spośród oznaczonych literami A i B oraz odpowiedź spośród oznaczonych literami C i D.**

   Tlenek węgla(IV) może być stosowany w gaśnicach, ponieważ **A**/**B** i ma gęstość **C**/**D** od gęstości powietrza.

   A. nie podtrzymuje spalania
   B. podtrzymuje spalanie
   C. większą
   D. mniejszą

2. **Napisz słownie przebieg reakcji wymiany, w której:** a) jednym z substratów jest tlenek miedzi(II), a jednym z produktów – tlenek węgla(II); b) jednym z substratów jest tlenek węgla(IV), a produktami są tlenek wapnia i węgiel; c) produktami są chlorek potasu i glin; d) substratami są tlenek żelaza(II) i węgiel.

Dla dociekliwych

3. **Odpowiedz, w których z wymienionych przypadków pożarów do gaszenia należy użyć wody, a w których – tlenku węgla(IV).** Odpowiedź uzasadnij i zapisz w zeszycie. Palące się:
   a) benzyna; b) papier; c) pomieszczenie z dziełami sztuki i książkami; d) substancje reagujące z wodą; e) węgiel; f) pomieszczenie z instalacją elektryczną pod napięciem.

4. W 100 g wody o temperaturze 25 °C można rozpuścić maksymalnie 0,145 g tlenku węgla(IV). **Oblicz, jaka objętość tego gazu jest potrzebna do nasycenia 250 g wody o temperaturze 25 °C.** Gęstość tlenku węgla(IV) w tej temperaturze wynosi 1,811 $\frac{g}{dm^3}$.

Zapamiętaj!

Reakcja charakterystyczna – reakcja chemiczna umożliwiająca identyfikację danej substancji.

Reakcja wymiany – reakcja chemiczna, w której z kilku substratów powstaje kilka produktów.

Woda wapienna – odczynnik umożliwiający identyfikację tlenku węgla(IV). Woda wapienna mętnieje pod wpływem tlenku węgla(IV).

11 Wodór

Fot. 55. Wodór jest składnikiem gazów wulkanicznych.

Wodór jest najbardziej rozpowszechnionym pierwiastkiem chemicznym we Wszechświecie. W stanie wolnym (jako pierwiastek chemiczny) **występuje na Ziemi w niewielkich ilościach** w górnych warstwach atmosfery oraz jako produkt aktywności wulkanów (fot. 55.).

Jak otrzymać wodór?

Wodór można otrzymać, przeprowadzając doświadczenie 20.

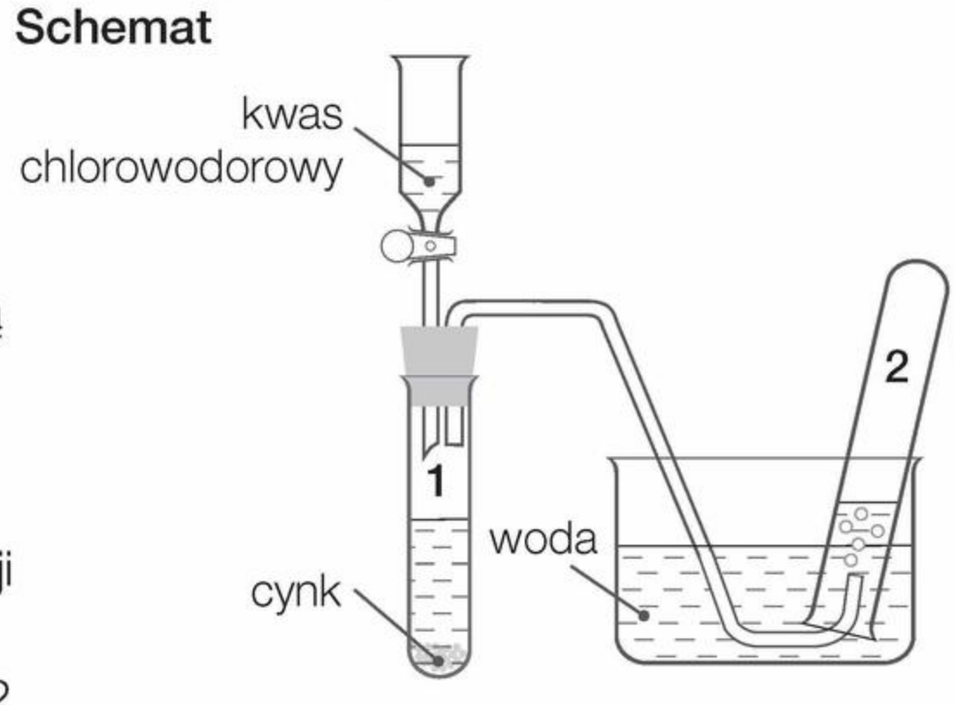
Doświadczenie 20

Reakcja cynku z kwasem chlorowodorowym

kwas chlorowodorowy

Instrukcja: Do probówki 1. wsyp rozdrobniony cynk (kilka granulek). Probówkę 1. umocuj w łapie statywu i zamknij korkiem z umieszczonym w nim wkraplaczem i rurką odprowadzającą. Koniec rurki odprowadzającej umieść w krystalizatorze z wodą. Na rurkę nałóż do góry dnem probówkę 2. napełnioną wodą. Wodór zmieszany z powietrzem utworzyłby w probówce 2. mieszaninę wybuchową. Wlej do wkraplacza rozcieńczony kwas chlorowodorowy, a następnie otwórz kranik (schemat). Pierwszych porcji gazu nie zbieraj, gdyż jest to powietrze znajdujące się w probówce i rurce. Po napełnieniu gazem probówki 2. wyjmij ją z krystalizatora, trzymając do góry dnem, i zbliż do jej wylotu zapalone łuczywo.

Schemat



Obserwacje: Probówka ① się nagrzewa. Wydzielają się pęcherzyki bezbarwnego gazu, który nie rozpuszcza się w wodzie (fot. 56.). Po zbliżeniu zapalonego łuczywa do wylotu probówki ② słychać charakterystyczny dźwięk.

Fot. 56. Otrzymywanie wodoru w reakcji cynku z kwasem chlorowodorowym.

Wniosek: Jednym z produktów reakcji chemicznej jest palny gaz – wodór.

W doświadczeniu 20. zamiast cynku można użyć magnezu. Wtedy reakcja chemiczna przebiegnie szybciej.

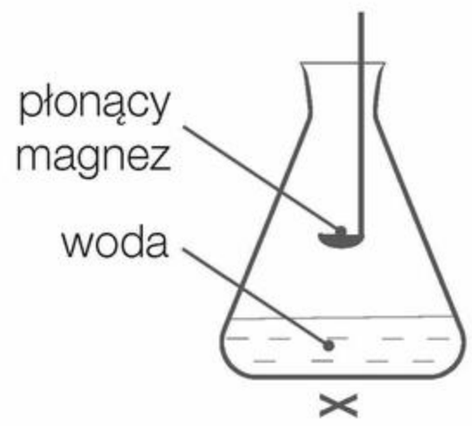
Wodór można też otrzymać w inny sposób (doświadczenie 21.).

Doświadczenie 21

Reakcja magnezu z parą wodną

Instrukcja: Kolbę stożkową napełnij wodą do $\frac{1}{3}$ objętości i ogrzewaj, aż woda zacznie wrzeć. Łyżkę do spalań z zapalonymi wiórami magnezu umieść nad wrzącą wodą – w parze wodnej (schemat).

Schemat



Obserwacje: Magnez pali się w parze wodnej (fot. 57.a), a na łyżce do spalań powstaje biały proszek (fot. 57.b).

Fot. 57. Otrzymywanie wodoru w reakcji magnezu z parą wodną.

Wniosek: Jednym z produktów reakcji chemicznej jest tlenek magnezu.

Reakcja chemiczna, która zaszła w doświadczeniu 21., to **reakcja wymiany**. Drugim produktem tej reakcji chemicznej jest wodór.

pierwiastek chemiczny — związki chemiczne — pierwiastek chemiczny

magnez + woda ⟶ tlenek magnezu + wodór

substraty — produkty

Jakie związki chemiczne tworzy wodór?

Wodór, w wyniku połączenia z innymi pierwiastkami chemicznymi, tworzy **wodorki**, np.: z chlorem – chlorowodór, z siarką – siarkowodór, z azotem – amoniak. Właściwości i zastosowania chlorowodoru i siarkowodoru poznasz w klasie 8., a właściwości amoniaku opisano w temacie 38.

Przykłady **wodorków**:
- chlorowodór
- siarkowodór
- amoniak

Jakie właściwości ma wodór?

Część z wymienionych poniżej właściwości wodoru została zbadana w doświadczeniach 20. i 21.

Właściwości wodoru

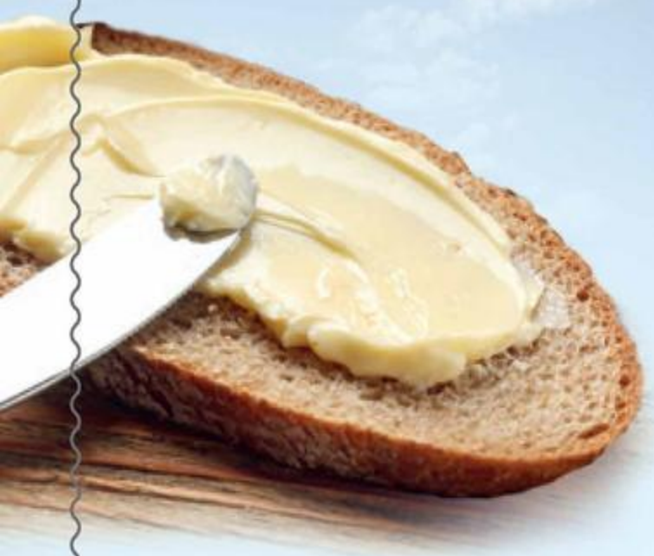
Właściwości fizyczne
- gaz
- bezbarwny
- słabo rozpuszcza się w wodzie
- ma gęstość mniejszą od gęstości powietrza

Właściwości chemiczne
- bezwonny
- reaguje z niemetalami
- z metalami tworzy wodorki metali
- palny

Wodór

Wodór jest wykorzystywany w przemyśle chemicznym do syntezy wielu związków chemicznych, m.in. kwasu chlorowodorowego, amoniaku i leków, oraz w przemyśle spożywczym.

- przemysł spożywczy
- przemysł chemiczny
- przemysł motoryzacyjny



Przemysł spożywczy

Wodór stosuje się do **utwardzania tłuszczów**. Z ciekłego tłuszczu roślinnego (oleju) otrzymuje się tłuszcz o stałym stanie skupienia (margarynę).

Paliwo rakietowe

Ciekły wodór jest jednym ze **składników paliw rakietowych**.

Przemysł chemiczny

Wodór jest **substratem w syntezie wielu związków chemicznych**, które są używane m.in. do produkcji nawozów sztucznych.

Przemysł motoryzacyjny

Pojazdy wyposażone w **technologię wodorową** na jednym tankowaniu mogą pokonać dystans nawet kilkuset kilometrów. Nie emitują tlenku węgla(IV), tylko parę wodną.

To Ci się przyda!

Pamiętaj, że kolor **butli z gazem przemysłowym** zależy od tego, jaki gaz jest w niej przechowywany.

Stosowane w procesach przemysłowych butle z wodorem mają barwę czerwoną. ▶

Rozwiąż zadania w zeszycie

1. Wskaż właściwości wodoru.

a) bezbarwny gaz; b) związek chemiczny; c) jego symbol chemiczny to H; d) jest palny; e) występuje w gazach wulkanicznych; f) powstaje w procesie fotosyntezy

2. Zapisz słownie przebieg reakcji syntezy, w której:

a) produktem jest chlorowodór; b) substratami są azot i wodór; c) produktem jest wodorek litu; d) substratami są wapń i wodór; e) substratami są wodór i siarka.

Zapamiętaj!

Wodorki – związki chemiczne wodoru z innymi pierwiastkami chemicznymi.

12 Zanieczyszczenia powietrza

Zanieczyszczenia powietrza wpływają negatywnie nie tylko na zdrowie ludzi (fot. 58.), zwierząt, roślin, lecz także na stan wody i gleby.

Fot. 58. Maska przeciwsmogowa zatrzymuje substancje szkodliwe dla organizmu, które występują w powietrzu.

Jakie są źródła zanieczyszczeń powietrza?

Źródła zanieczyszczeń powietrza można podzielić na **naturalne** i **antropogeniczne**, czyli wytworzone przez człowieka lub będące wynikiem jego działalności.

Źródła zanieczyszczeń powietrza

źródła naturalne
- pożary lasów
- wybuchy wulkanów
- wyładowania atmosferyczne

źródła antropogeniczne
- transport, m.in. samochodowy
- produkcja przemysłowa, m.in. rolnictwo
- elektrownie węglowe

Jakie zanieczyszczenia występują w powietrzu?

W powietrzu występują różne rodzaje zanieczyszczeń. Można je podzielić m.in. ze względu na ich stan skupienia (tabela 4.).

Tabela 4. Podział zanieczyszczeń powietrza

Stan skupienia	Przykłady zanieczyszczeń powietrza
gazowy	tlenek siarki(IV), tlenek węgla(IV), tlenek węgla(II)
ciekły	freony pochodzące z aerozoli
stały	pyły, tlenki metali, metale ciężkie, dym (sadza)

Oznaczenie na opakowaniach aerozoli (np. lakierów do włosów), które **nie zawierają freonów**

Jakie są skutki zanieczyszczeń powietrza?

Do skutków zanieczyszczeń powietrza zalicza się:
- **smog**,
- **kwaśne opady**,
- **dziurę ozonową**,
- **zwiększenie efektu cieplarnianego**.

Jak powstaje smog?

Smog, czyli mgła przemysłowa, tworzy się **w wyniku wymieszania mgły** (pary wodnej) **z pyłami**, dymem, tlenkami azotu, tlenkiem węgla(IV) i tlenkiem siarki(IV).

Fot. 59. Kwaśne opady niszczą tkanki roślin.

Jak powstają kwaśne opady?

Kwaśne opady powstają, gdy **tlenki siarki i azotu łączą się z wodą** (parą wodną) znajdującą się w powietrzu i spadają z deszczem lub śniegiem na ziemię (fot. 59.).

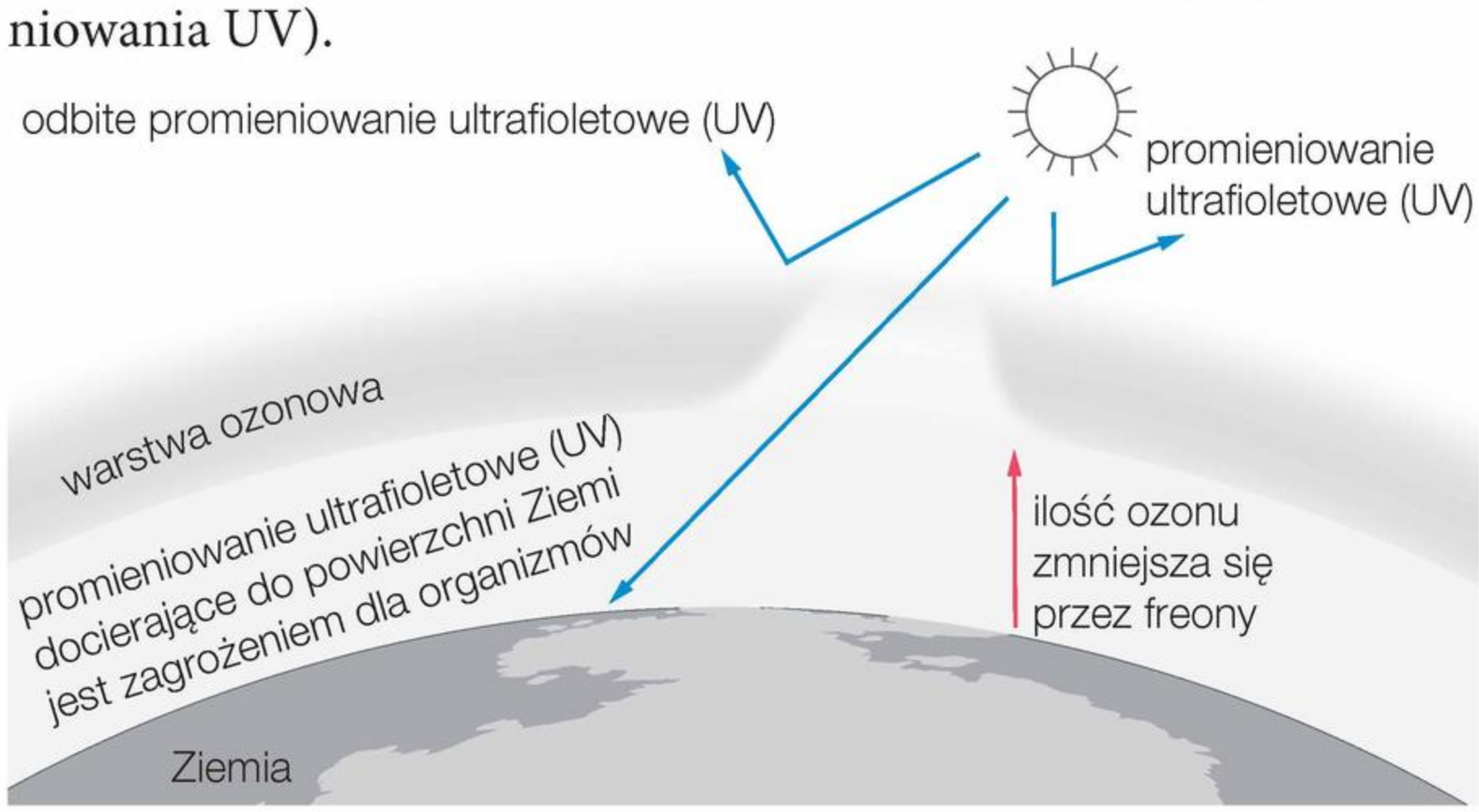
Co to jest ozon?

Ozon to **odmiana tlenu**, która powstaje m.in. podczas wyładowań atmosferycznych. Występuje w atmosferze przy powierzchni Ziemi oraz w górnych warstwach stratosfery (ok. 30 km nad powierzchnią Ziemi). Ozon znajdujący się w stratosferze chroni wszystkie organizmy żyjące na Ziemi przed negatywnymi skutkami promieniowania nadfioletowego, docierającego ze Słońca.

Jak powstaje dziura ozonowa?

Dziura ozonowa powstaje **w wyniku zmniejszania się ilości ozonu w stratosferze**. Największy udział w powstawaniu dziury ozonowej mają freony, czyli związki chemiczne stosowane dawniej w lodówkach i aerozolach.

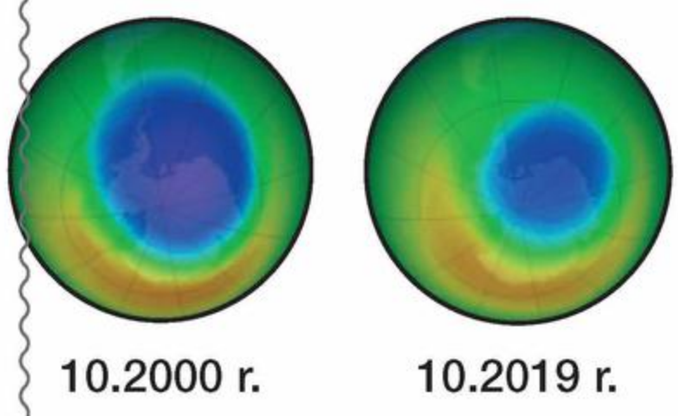
Dziura ozonowa (rys. 10.) jest przyczyną zwiększenia ilości docierającego na Ziemię promieniowania nadfioletowego (promieniowania UV).



Rys. 10. Schemat powstawania dziury ozonowej.

Chemia wokół nas

W latach 80. i 90. XX wieku freony były masowo stosowane m.in. jako gazy nośne w aerozolach (np. w dezodorantach). Wykorzystywano je aż do czasu odkrycia, że powodują ubytek w warstwie ozonowej. Zaprzestanie emisji freonów przyczyniło się do zmniejszenia dziury ozonowej (rys. 11.). Jednak ze względu na brak aktywności chemicznej freony mogą pozostawać w atmosferze nawet przez 100 lat.



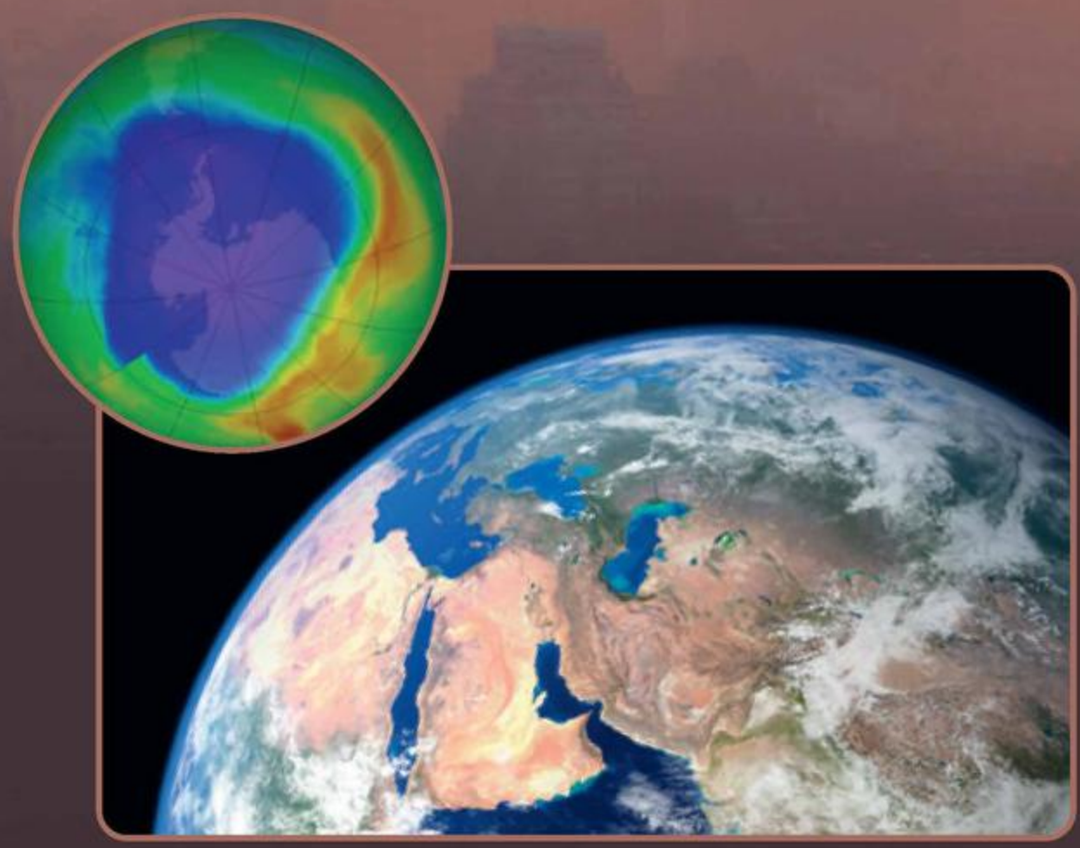
Rys. 11. Dziura ozonowa (wyróżniona kolorem granatowym) w latach 2000–2019 uległa zmniejszeniu.

Jakie są skutki zanieczyszczeń powietrza, wody i gleby?

Zanieczyszczenia powietrza, wody i gleby wpływają negatywnie na zdrowie ludzi, zwierząt i roślin. Wszystkie substancje, które powodują skażenie powietrza, wracają na Ziemię wraz z opadami i zanieczyszczają wodę oraz glebę.

Smog

Tlenek siarki(IV), tlenek węgla(IV) i tlenki azotu wraz z parą wodną tworzą mgłę przemysłową. Może ona powodować m.in. stany zapalne oczu i płuc oraz rozwój chorób serca.



Dziura ozonowa

Do Ziemi dociera większa ilość promieniowania nadfioletowego (promieniowania UV), przyczyniającego się m.in. do wzrostu liczby zachorowań na nowotwory skóry oraz zmian klimatycznych.

Kwaśne opady

Tlenek siarki(IV), tlenek węgla(IV), tlenek azotu(II) i tlenek azotu(IV) rozpuszczają się w wodzie deszczowej. W postaci kwaśnych opadów wracają na Ziemię i niszczą zabytkowe budowle i środowisko przyrodnicze, m.in. roślinność.

Zakwaszone wody

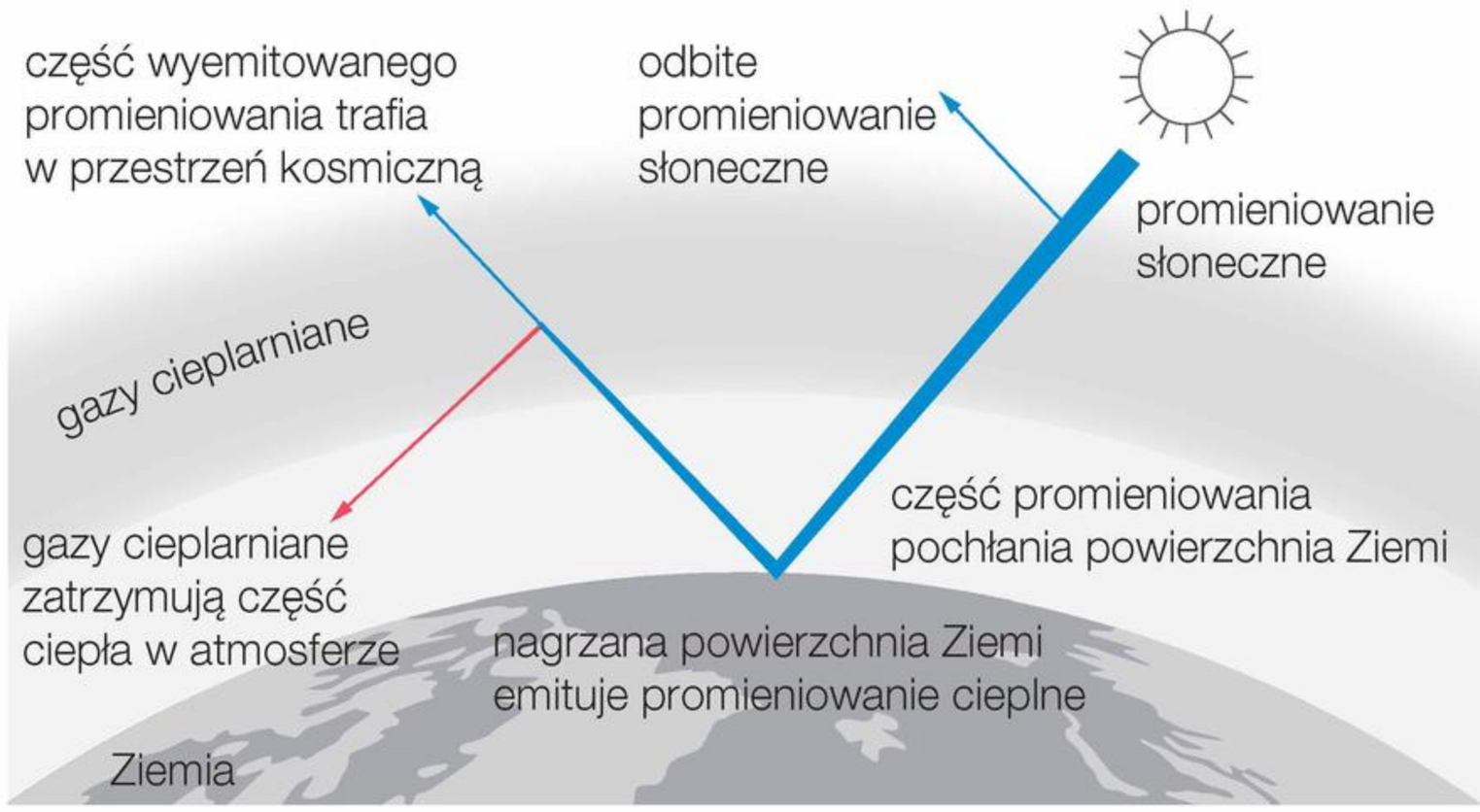
Przez kwaśne opady giną ryby oraz inne organizmy wodne.

Efekt cieplarniany

Nadmierne zatrzymywanie ciepła przez gazy obecne w atmosferze może się przyczyniać do nasilania się groźnych zjawisk atmosferycznych, np. zwiększenia liczby huraganów.

Jak powstaje efekt cieplarniany?

Efekt cieplarniany (rys. 12.) powstaje **w wyniku zatrzymania przez gazy obecne w atmosferze ciepła emitowanego przez Ziemię**. Są one nazywane gazami cieplarnianymi. Należą do nich m.in. tlenek węgla(IV), tlenek węgla(II), ozon, para wodna i metan. Skutkiem efektu cieplarnianego są zmiany klimatyczne.



Rys. 12. Schemat powstawania efektu cieplarnianego.

Jak chronić powietrze przed zanieczyszczeniami?

Zanieczyszczeniom powietrza zapobiega się różnymi sposobami (tabela 5.).

Tabela 5. Wybrane sposoby zapobiegania skutkom zanieczyszczeń powietrza

Skutki zanieczyszczeń powietrza	Wybrane sposoby zapobiegania
smog	• wykorzystanie alternatywnych źródeł energii • poprawienie izolacji cieplnej budynków • zwiększanie obszarów leśnych
zwiększenie efektu cieplarnianego	
kwaśne opady	• popularyzacja środków transportu publicznego • racjonalne korzystanie z energii elektrycznej
dziura ozonowa	• używanie aerozoli bez freonów • ograniczenie używania freonów w produkcji urządzeń chłodniczych

Zapamiętaj!

Źródła zanieczyszczeń powietrza:
- naturalne, np. pożary lasów, wybuchy wulkanów, wyładowania atmosferyczne,
- antropogeniczne, np. transport samochodowy, produkcja przemysłowa, m.in. rolnictwo, elektrownie węglowe.

Skutki zanieczyszczeń powietrza:
- smog,
- kwaśne opady,
- dziura ozonowa,
- efekt cieplarniany.

Rozwiąż zadania w zeszycie

1. **Wyjaśnij, w jaki sposób powstają:**
   a) kwaśne opady; b) efekt cieplarniany; c) dziura ozonowa; d) smog.
2. **Korzystając z różnych źródeł wiedzy, opisz, w jaki sposób można zapobiegać zanieczyszczaniu atmosfery.**

13 Rodzaje reakcji chemicznych

Reakcje chemiczne można podzielić ze względu na:
- liczbę substratów i liczbę produktów,
- towarzyszący im efekt energetyczny.

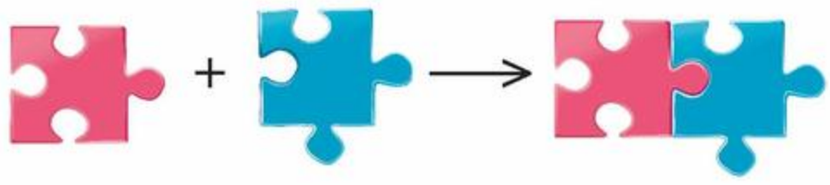
Możesz zaobserwować efekt energetyczny reakcji chemicznej m.in. wtedy, gdy energia wydziela się w postaci ciepła, np. w ogrzewaczach chemicznych do dłoni (fot. 60.).

Fot. 60. W trakcie kontaktu torebki z powietrzem zachodzi reakcja egzoenergetyczna – ciepło jest wydzielane do otoczenia.

Jakie są rodzaje reakcji chemicznych ze względu na liczbę substratów i produktów?

Ze względu na liczbę substratów, które biorą udział w reakcji chemicznej, i liczbę produktów, które powstają w jej wyniku, można wyróżnić trzy rodzaje reakcji chemicznych. Należą do nich:
- **reakcja syntezy (łączenia)**

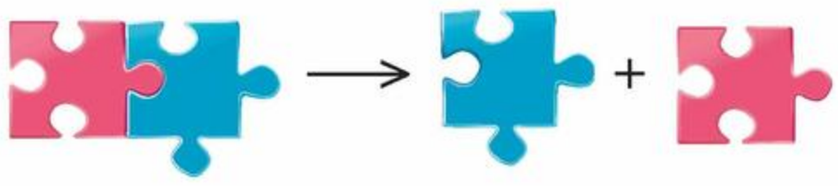
kilka substratów ⟶ jeden produkt



np. węgiel + tlen ⟶ tlenek węgla(IV)

- **reakcja analizy (rozkładu)**

jeden substrat ⟶ kilka produktów

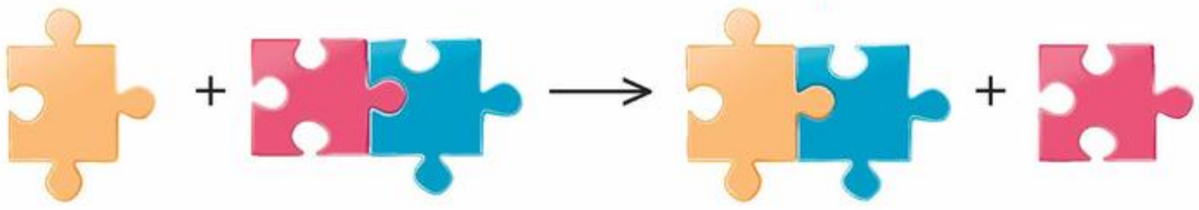


np. węglan wapnia $\xrightarrow{T}$ tlenek wapnia + tlenek węgla(IV)

$\xrightarrow{T}$ oznaczenie reakcji chemicznej zachodzącej w podwyższonej temperaturze

- **reakcja wymiany**

kilka substratów ⟶ kilka produktów

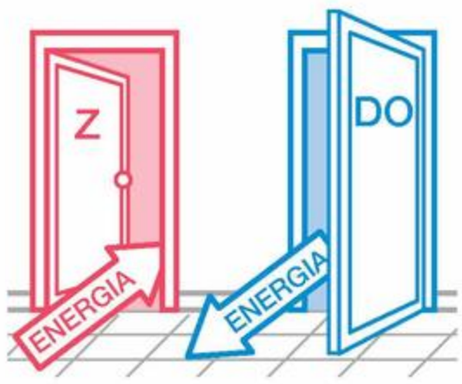


np. magnez + kwas chlorowodorowy ⟶ chlorek magnezu + wodór

Jakie są rodzaje reakcji chemicznych ze względu na efekt energetyczny?

Reakcje chemiczne można podzielić na:
- **reakcje endoenergetyczne** – do ich przebiegu jest konieczne dostarczanie energii, np. energii cieplnej (ogrzewanie),
- **reakcje egzoenergetyczne** – w ich wyniku wydziela się energia, np. energia cieplna (wzrost temperatury), świetlna (świecenie, płomień) lub akustyczna (np. dźwięk).

Skojarz i zapamiętaj!



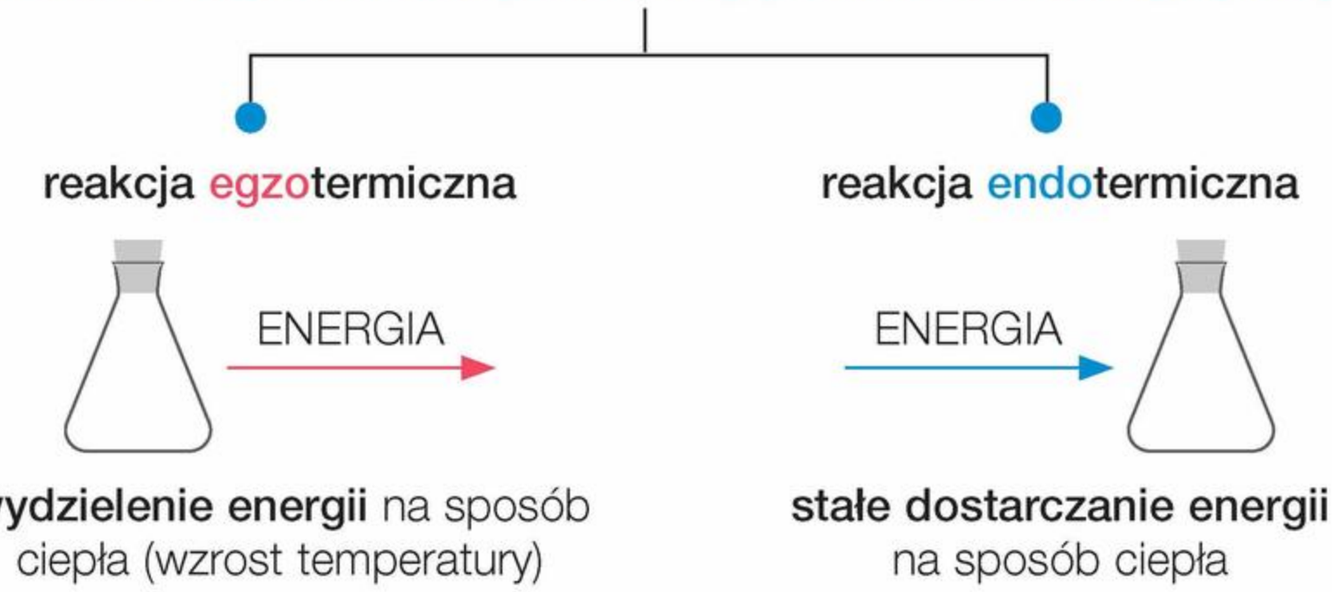
Reakcja chemiczna

egZo – energia wychodzi Z

enDO – energia wchodzi DO

Przykładami reakcji **egzo**energetycznych i **endo**energetycznych są **reakcje egzotermiczne** i **endotermiczne** (fot. 61.).

Podział reakcji chemicznych ze względu na efekt energetyczny



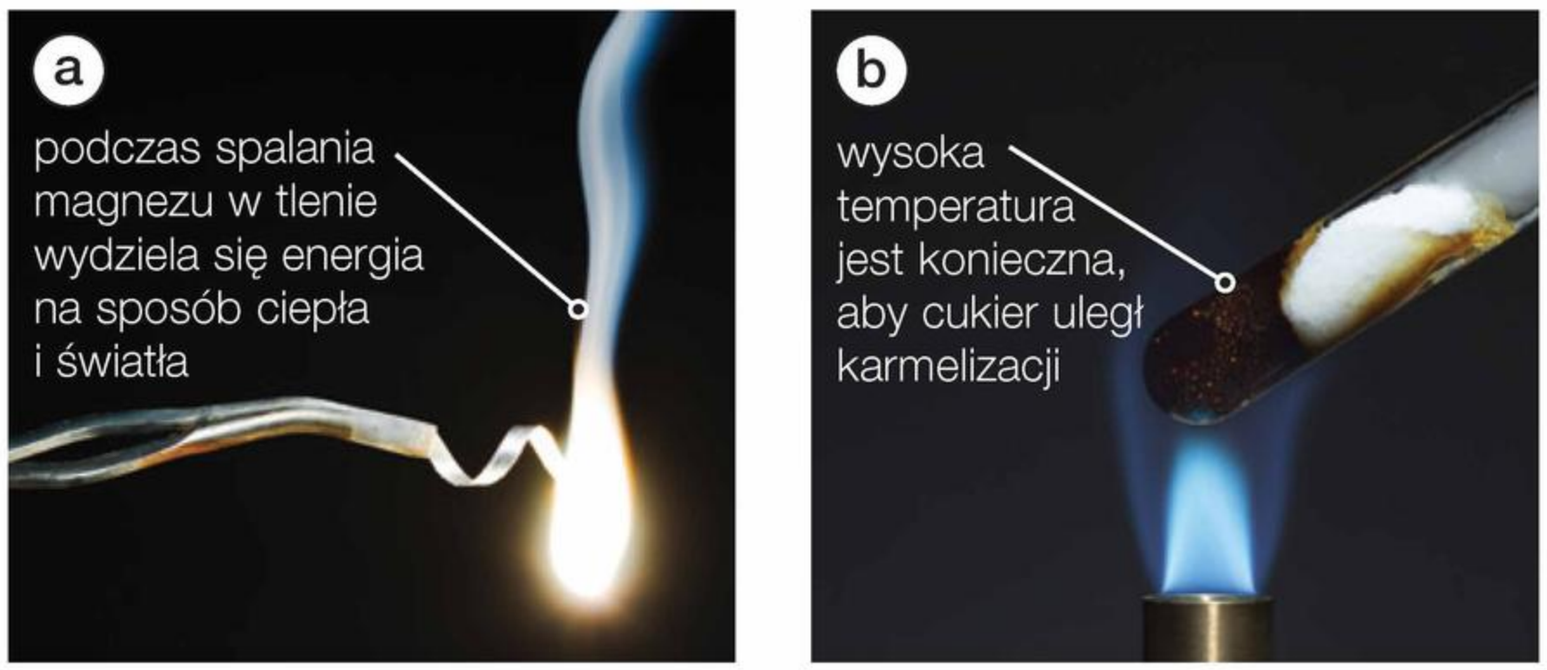
Przykład reakcji:

- **egzo**termicznej, np. reakcja sodu z wodą:

sód + woda $\longrightarrow$ wodorotlenek sodu + wodór

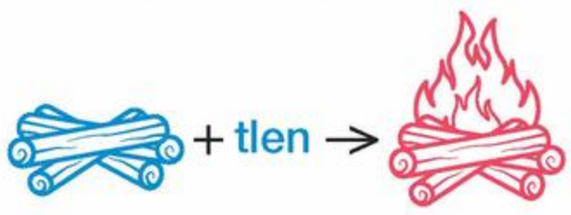
- **endo**termicznej, np. rozkład węglanu wapnia:

węglan wapnia $\xrightarrow{T}$ tlenek wapnia + tlenek węgla(IV)



Fot. 61. Przykłady reakcji egzoenergetycznej (a) i endoenergetycznej (b).

Skojarz i zapamiętaj!



reakcja spalania

Co to jest reakcja spalania?

Reakcja chemiczna, która zachodzi w sposób gwałtowny z wydzieleniem energii (światła i ciepła), to **reakcja spalania**.

Jakim zjawiskom fizycznym towarzyszy efekt energetyczny?

Efekt energetyczny może towarzyszyć także zjawiskom fizycznym, czyli przemianom, w wyniku których nie powstają nowe substancje.

Przykładem zjawiska egzotermicznego jest **rozcieńczanie** stężonego roztworu kwasu siarkowego(VI), natomiast przykładem zjawiska endotermicznego jest **topnienie** lodu.

Dla dociekliwych

Czy można „palić" żelazem? Tak, trzeba tylko je rozdrobnić i podgrzać opiłki (lub pył żelazny). Zachodzi wówczas gwałtowna **reakcja chemiczna**. Opiłki rozgrzewają się do temperatury 1000 °C, a reakcji chemicznej towarzyszy efekt podobny do oślepiających zimnych ogni. Ten efekt można zaobserwować również w pracowni chemicznej, po zapaleniu pyłu żelaznego na łyżeczce do spalań (fot. 62.).

Fot. 62. Spalanie żelaza.

Rozwiąż zadania w zeszycie

1. Uzupełnij poniższe zdania tak, aby powstały poprawne informacje. Wybierz odpowiedzi spośród oznaczonych literami A i B, a także C i D oraz odpowiedź spośród oznaczonych literami E i F.

Reakcja egzotermiczna przebiega z **A**/**B** energii. Substancje użyte w reakcji chemicznej i ulegające przemianom to **C**/**D** reakcji. Reakcja chemiczna, podczas której z jednego substratu powstaje kilka produktów, to reakcja **E**/**F**.

A. wydzieleniem
B. pobieraniem
C. produkty
D. substraty
E. syntezy
F. analizy

2. Wśród podanych przykładów reakcji chemicznych wskaż te, które są reakcjami egzoenergetycznymi, oraz te, które są reakcjami endoenergetycznymi.

a) spalanie gazu ziemnego w kuchence gazowej; **b)** reakcja magnezu z kwasem solnym; **c)** reakcja rozkładu manganianu(VII) potasu; **d)** spalanie fosforu w tlenie; **e)** spalanie drewna w kominku; **f)** spalanie węgla w kotłowni

3. Związek chemiczny o nazwie wodorowęglan sodu stosuje się jako środek spulchniający do pieczenia ciasta. W temperaturze wyższej od 100 °C ulega on reakcji rozkładu, której przebieg jest następujący:

wodorowęglan sodu $\xrightarrow{T}$ węglan sodu + tlenek węgla(IV) + woda

Oceń prawdziwość podanych zdań. Wybierz P, jeśli zdanie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

1.	Ogrzewanie wodorowęglanu sodu jest reakcją syntezy.	**P**	**F**
2.	Wodorowęglan sodu jest substratem reakcji.	**P**	**F**
3.	Związkiem chemicznym powodującym spulchnienie ciasta jest m.in. tlenek węgla(IV).	**P**	**F**
4.	Ogrzewanie wodorowęglanu sodu jest reakcją endotermiczną.	**P**	**F**

4. Na podstawie codziennych obserwacji podaj po jednym przykładzie reakcji egzoenergetycznej i endoenergetycznej.

Zapamiętaj!

Reakcja egzotermiczna – reakcja chemiczna przebiegająca z wydzieleniem energii cieplnej.

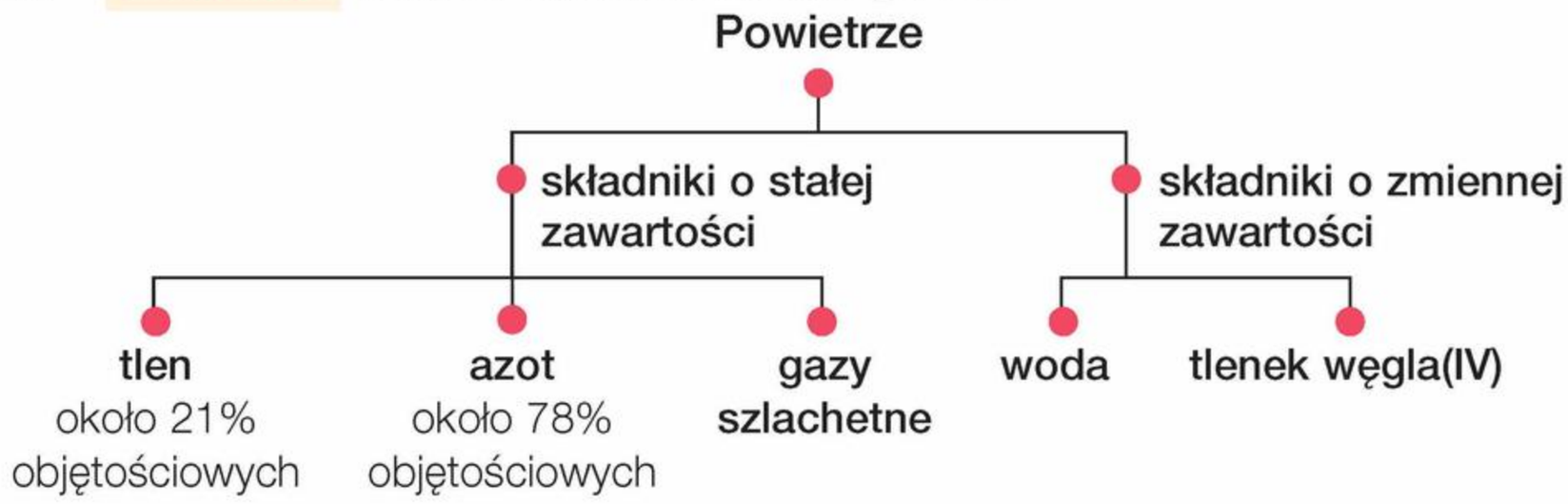
Reakcja endotermiczna – reakcja chemiczna, do której przebiegu konieczne jest stałe dostarczanie energii cieplnej.

Reakcja spalania – gwałtowna reakcja egzoenergetyczna przebiegająca z wydzieleniem światła i ciepła.

Podsumowanie

Czym jest powietrze i jaki ma skład?

Powietrze to mieszanina jednorodna gazów.



Jakie są przyczyny powstawania dziury ozonowej?

Przyczyny powstawania dziury ozonowej – stosowanie freonów, czyli związków chemicznych, które dawniej były wykorzystywane w lodówkach i aerozolach, powodujących zmniejszanie się ilości ozonu w stratosferze.

oznaczenie produktów, które nie zawierają freonów

Jakie są skutki występowania dziury ozonowej?

Skutki występowania dziury ozonowej – zmiany klimatyczne, narażenie na działanie promieniowania nadfioletowego UV, a tym samym zwiększenie liczby zachorowań na nowotwory skóry i nasilenie niekorzystnego wpływu na układ odpornościowy.

Jakie właściwości ma tlen?

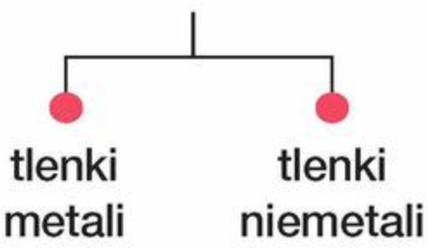
Właściwości tlenu:

- **fizyczne:** gaz, bezbarwny, słabo rozpuszcza się w wodzie, ma gęstość większą od gęstości powietrza;
- **chemiczne:** bezwonny, reaguje z niemetalami i metalami, podtrzymuje spalanie, sam się nie pali.

Jakie związki chemiczne tworzy tlen?

Tlen w reakcji syntezy łączy się z metalami i niemetalami, tworząc **tlenki**.

Rodzaje tlenków

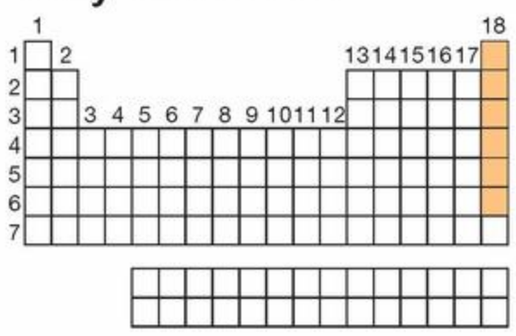


Jakie właściwości mają gazy szlachetne?

Właściwości gazów szlachetnych, czyli helu, neonu, argonu, kryptonu, ksenonu i radonu:

- **fizyczne:** bezbarwne, słabo rozpuszczalne w wodzie, świecą pod wpływem prądu elektrycznego;
- **chemiczne:** bezwonne, nieaktywne chemicznie.

Gazy szlachetne



Jakie właściwości ma tlenek węgla(IV)?

Właściwości tlenku węgla(IV):

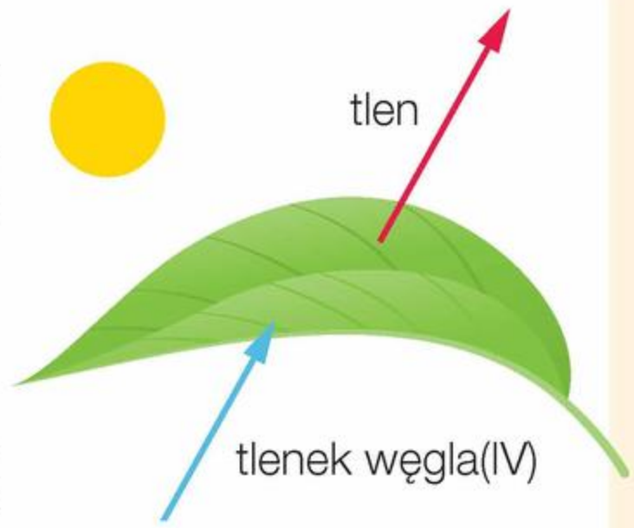
- **fizyczne:** gaz, bezbarwny, rozpuszcza się w wodzie, ma gęstość większą od gęstości powietrza;
- **chemiczne:** bezwonny, nie pali się i nie podtrzymuje spalania, reaguje z bardzo aktywnymi chemicznie metalami, np. z magnezem, powoduje mętnienie wody wapiennej, gdyż z nią reaguje.

Na czym polega obieg tlenu i tlenku węgla(IV) w środowisku przyrodniczym?

Pod wpływem światła słonecznego i wody rośliny zielone pobierają **tlenek węgla(IV)** z atmosfery, a następnie w procesie **fotosyntezy** wytwarzają:

- **tlen**,
- substancje odżywcze.

W nocy zachodzi proces odwrotny.



wytwarzanie tlenu w procesie fotosyntezy

Co to jest higroskopijność?

Higroskopijność to zdolność pochłaniania wody lub pary wodnej przez daną substancję.

Jakie właściwości ma wodór?

Właściwości wodoru:

- **fizyczne:** gaz, bezbarwny, słabo rozpuszcza się w wodzie, gaz o najmniejszej gęstości;
- **chemiczne:** bezwonny, łączy się z niemetalami: z tlenem tworzy wodę, z azotem – amoniak, z chlorem – chlorowodór, z siarką – siarkowodór, z metalami – wodorki metali, jest palny.

Czym są substraty i produkty reakcji chemicznej?

Substraty to substancje użyte do reakcji chemicznej i ulegające przemianom chemicznym.

Produkty to substancje powstające w wyniku reakcji chemicznej.

substraty → produkty

Co to jest reakcja syntezy?

Reakcja syntezy (łączenia) to reakcja chemiczna, podczas której z kilku substratów powstaje jeden produkt:
np. węgiel + tlen → tlenek węgla(IV)

kilka substratów → jeden produkt

Co to jest reakcja analizy?

Reakcja analizy (rozkładu) to reakcja chemiczna, podczas której z jednego substratu powstaje kilka produktów:
np. tlenek rtęci(II) → tlen + rtęć

jeden substrat → kilka produktów

Co to jest reakcja wymiany?

Reakcja wymiany to reakcja chemiczna, w której z kilku substratów powstaje kilka produktów:
np. magnez + woda → tlenek magnezu + wodór

kilka substratów → kilka produktów

Jak można podzielić reakcje chemiczne ze względu na efekt energetyczny?

Reakcje chemiczne

- **reakcja egzoenergetyczna** – w jej wyniku wydziela się energia – jeśli energia cieplna, wówczas jest to **reakcja egzotermiczna**
- **reakcja endoenergetyczna** – zachodzi dzięki stałemu dostarczaniu energii – jeśli energii cieplnej, to jest to **reakcja endotermiczna**

Co to jest reakcja charakterystyczna?

Reakcja charakterystyczna to reakcja chemiczna, która umożliwia identyfikację danej substancji.

woda wapienna mętnieje pod wpływem tlenku węgla(IV) – jest to **reakcja charakterystyczna**

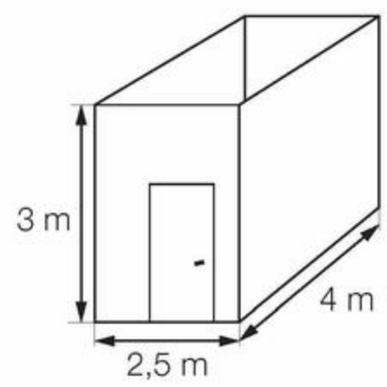
Sprawdź, czy wiesz i umiesz...

Rozwiąż zadania w zeszycie

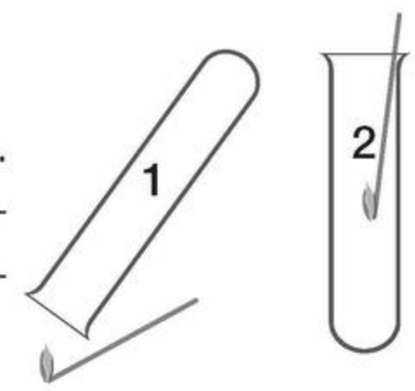
1. Uzupełnij poniższe zdania tak, aby powstała poprawna informacja dotycząca właściwości powietrza. Wybierz jedno określenie spośród podanych w każdym nawiasie.

Powietrze w warunkach normalnych występuje w (*stałym / ciekłym / gazowym*) stanie skupienia. Jest mieszaniną (*niejednorodną / jednorodną*), którą tworzą (*pierwiastki / związki / pierwiastki i związki*) chemiczne. (*Łatwo / Trudno*) rozpuszcza się w wodzie. Jest (*palne / niepalne*) i (*podtrzymuje spalanie / nie podtrzymuje spalania*).

2. Oblicz masę azotu w pustym pomieszczeniu o wymiarach podanych na ilustracji. Gęstość azotu w temperaturze pokojowej wynosi 1,15 $\frac{kg}{m^3}$.



3. W dwóch probówkach znajdują się dwa różne bezbarwne, bezwonne gazy. Do ich identyfikacji użyto łuczywa. Po zbliżeniu palącego się łuczywa do probówki 1. słychać charakterystyczny dźwięk. W probówce 2. żarzące się łuczywo zapala się jasnym płomieniem.



Dokończ zdanie. Wybierz odpowiedź A albo B i jej uzasadnienie 1. albo 2.

W probówce 1. znajduje się

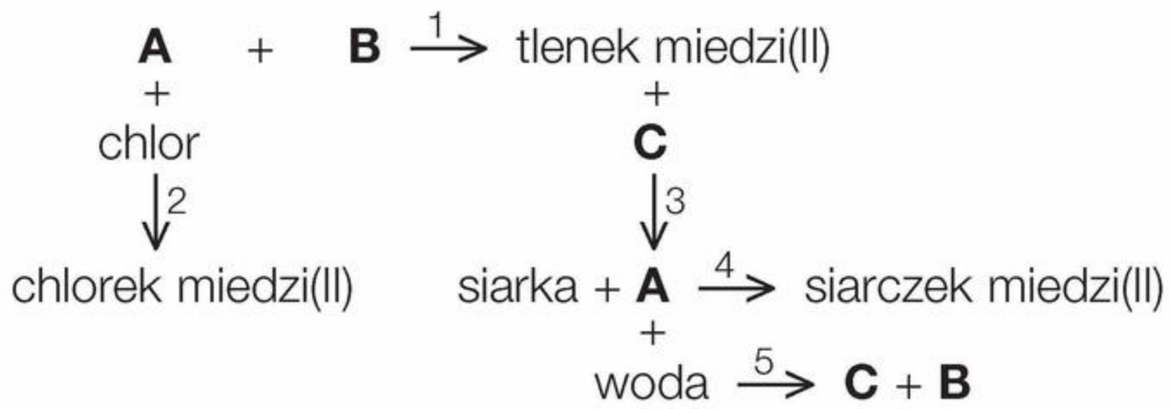
A.	tlen, a w probówce 2. wodór,	ponieważ	**1.**	wodór zapala się z charakterystycznym dźwiękiem, a tlen podtrzymuje spalanie.
B.	wodór, a w probówce 2. tlen,		**2.**	tlen zapala się z charakterystycznym dźwiękiem, a wodór podtrzymuje spalanie.

4. Przyporządkuj nazwom zjawisk (1–4) **odpowiednie informacje** (A–E).

1. efekt cieplarniany
2. kwaśne opady
3. dziura ozonowa
4. smog

A. Mgła przemysłowa występująca w dużych miastach.
B. Powoduje zwiększanie ilości promieniowania UV w atmosferze.
C. Przyczynia się do globalnego obniżenia temperatury na Ziemi.
D. Głównym źródłem są tlenki niemetali, a zwłaszcza tlenek siarki(IV).
E. Przyczynia się do nadmiernego zatrzymywania ciepła w atmosferze.

5. Napisz nazwy substancji oznaczone literami (A–C) **i słowny zapis reakcji chemicznych oznaczonych cyframi** (1–5). **Określ rodzaj poszczególnych reakcji chemicznych.**



3 Atomy i cząsteczki

14. Atomy i cząsteczki – składniki materii

Cele lekcji: Poznanie pojęć: **dyfuzja**, **ziarnistość materii**, **jednostka masy atomowej**. Planowanie i przeprowadzanie doświadczeń potwierdzających ziarnistość materii. Określanie różnic w budowie mikroskopowej pierwiastków i związków chemicznych.

15. Masa atomowa, masa cząsteczkowa

Cele lekcji: Poznanie pojęć: **masa atomowa**, **masa cząsteczkowa**. Określanie masy atomowej pierwiastka chemicznego i obliczanie mas cząsteczkowych pierwiastków i związków chemicznych. Interpretowanie zapisu symboli atomów i wzorów cząsteczek.

16. Budowa atomu – nukleony i elektrony

Cele lekcji: Poznanie budowy atomu pierwiastka chemicznego oraz właściwości protonów, neutronów i elektronów. Poznanie pojęć: **liczba atomowa**, **liczba masowa**, **jądro atomowe**, **powłoka elektronowa**, **elektrony walencyjne**, **nukleony**, **konfiguracja elektronowa**, **rdzeń atomowy**.

17. Izotopy

Cele lekcji: Poznanie pojęcia **izotop**. Zapoznanie z wybranymi zastosowaniami izotopów.

18. Układ okresowy pierwiastków chemicznych

Cele lekcji: Poznanie budowy układu okresowego i prawa okresowości. Wykazanie podobieństw we właściwościach pierwiastków chemicznych położonych w tej samej grupie oraz zmian we właściwościach pierwiastków położonych w tym samym okresie.

19. Zależność między budową atomu pierwiastka chemicznego a jego położeniem w układzie okresowym

Cele lekcji: Odczytywanie z układu okresowego informacji o budowie atomu pierwiastka chemicznego. Poznanie zależności między położeniem pierwiastka chemicznego w układzie okresowym a jego charakterem chemicznym. Określanie zmian właściwości pierwiastków chemicznych w zależności od ich położenia w układzie okresowym.

14 Atomy i cząsteczki – składniki materii

Fot. 63. Ruch cząstek możesz zaobserwować, np. przygotowując herbatę.

Substancje, z którymi spotykasz się na co dzień, np. metale i woda, sprawiają wrażenie, że ich budowa jest ciągła (nie widać w niej poszczególnych elementów). Jednak cała materia jest zbudowana z maleńkich cząstek będących w ciągłym ruchu. Ruch cząstek obserwujemy w życiu codziennym (fot. 63.).

Na czym polega zjawisko dyfuzji?

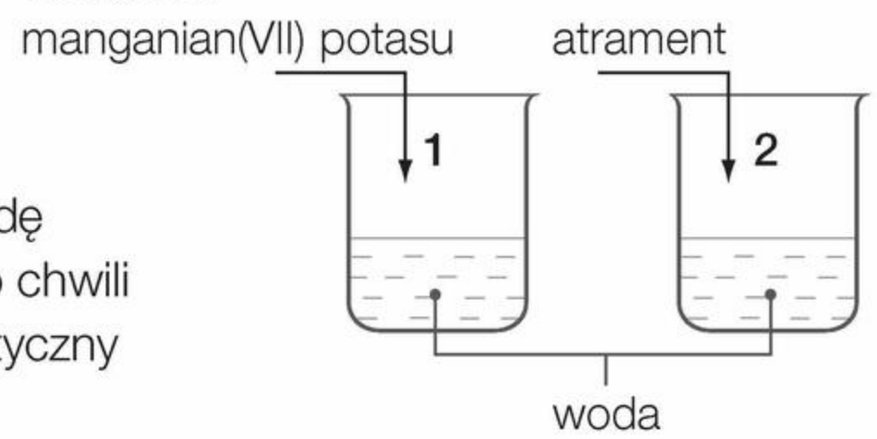
Dyfuzja to zjawisko, które polega na **samorzutnym wnikaniu cząstek jednej substancji między cząstki drugiej substancji**, gdy są one w bezpośrednim kontakcie ze sobą. Świadczy to o ziarnistej budowie materii i ciągłym ruchu cząstek, z jakich materia jest zbudowana. Zbadaj zjawisko dyfuzji, wykonując doświadczenie 22.

Doświadczenie 22

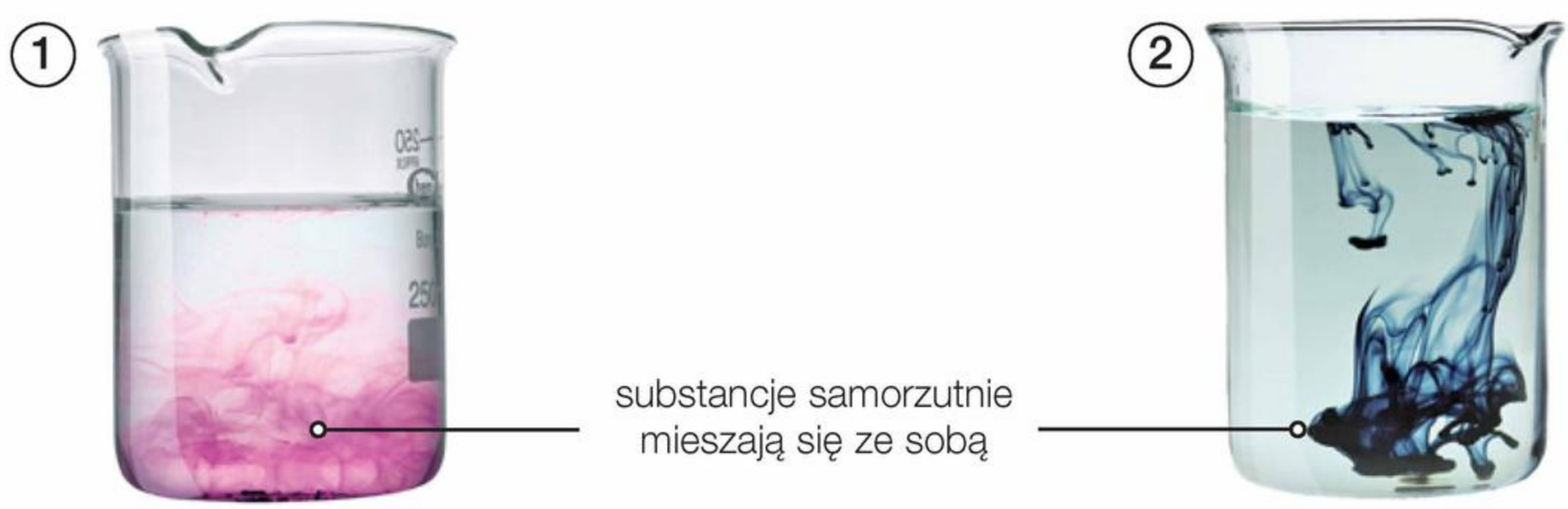
Obserwowanie zjawiska dyfuzji

Instrukcja: a) Do zlewki 1. z wodą dodaj kilka kryształów manganianu(VII) potasu (schemat).
b) Do wody w zlewce 2. dodaj jedną kroplę atramentu.
c) Rozpyl odświeżacz powietrza w jednym miejscu sali.

Schemat



Obserwacje: W zlewce ① kryształy zanikają, barwiąc wodę (fot. 64.). W zlewce ② kropla atramentu barwi wodę. Po chwili od rozpylenia odświeżacza wyczuwalny jest charakterystyczny zapach w całym pomieszczeniu.



Fot. 64. Zjawisko dyfuzji – kryształy manganianu(VII) potasu (zlewka ①) i atrament (zlewka ②) wnikają między cząstki wody.

Wniosek: Zaszło zjawisko dyfuzji. Manganian(VII) potasu (zlewka ①) i atrament (zlewka ②) wymieszały się z wodą, a odświeżacz wymieszał się z powietrzem.

Gdzie występuje zjawisko dyfuzji?

Dyfuzja zachodzi **w gazach, cieczach i substancjach stałych**: najszybciej – w gazach, najwolniej – w substancjach stałych.

Jakie były podstawowe założenia teorii atomistyczno-cząsteczkowej budowy materii?

Teoria atomistyczno-cząsteczkowej budowy materii pojawiła się na początku XIX wieku i została potwierdzona doświadczalnie.

W 1803 roku **John Dalton** [czytaj: dżon dalton] przedstawił najważniejsze **założenia teorii atomistyczno-cząsteczkowej** budowy materii (fot. 65.):

1. **Atomy** tego samego **pierwiastka** chemicznego **są identyczne** pod względem masy i rozmiarów.
2. Atomy **mają kształt kulisty**.
3. Atom jest **najmniejszą cząstką pierwiastka** chemicznego, która **ma** wszystkie **cechy** tego **pierwiastka**.
4. **Pierwiastek chemiczny** jest zbiorem **takich samych atomów**.
5. Atomy łączą się, **tworząc cząsteczki**.
6. **Związek chemiczny** jest zbiorem **takich samych cząsteczek**.

Rozwój nauki spowodował, że niektóre idee Daltona wymagały doprecyzowania.

Fot. 65. Atomy są bardzo małe i łączą się ze sobą, tworząc cząsteczki.

Czym są atom i cząsteczka?

Atom to najmniejsza część pierwiastka zachowująca jego właściwości chemiczne.

Cząsteczka to układ złożony z połączonych ze sobą atomów (fot. 65.) tego samego pierwiastka chemicznego lub różnych pierwiastków.

Fot. 66. Atom ma średnicę rzędu 10^{-10} m, a Ziemia około $1{,}3 \cdot 10^{7}$ m.

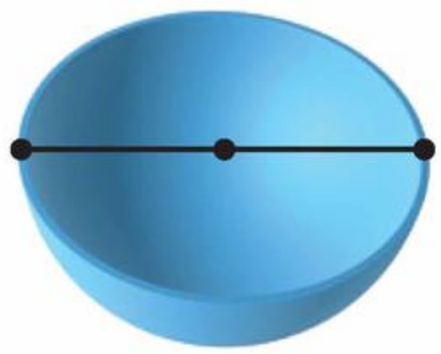
Jakie rozmiary mają atomy?

Atomy są tak małe, że trudno sobie wyobrazić ich rzeczywiste rozmiary (tabela 6.). Jeżeli atom miałby wielkość piłki tenisowej, to dłoń byłaby tak duża, że mogłaby się w niej zmieścić kula ziemska (fot. 66.).

Tabela 6. Rozmiary i masy wybranych atomów

Nazwa pierwiastka chemicznego	Masa atomu, g	Średnica atomu, cm
wodór	$0{,}167 \cdot 10^{-23}$	0,000 000 008
tlen	$2{,}66 \cdot 10^{-23}$	0,000 000 013
węgiel	$1{,}99 \cdot 10^{-23}$	0,000 000 015

Średnica to odcinek, który łączy dwa punkty na okręgu i przechodzi przez jego środek.



Wskazówka matematyczna

zapis wykładniczy

$0{,}166 \cdot 10^{-23}$ g = $= 1{,}66 \cdot 10^{-24}$ g

Przesunięcie przecinka o jedno miejsce **w prawo** powoduje **zmniejszenie się o 1** wykładnika potęgi.

W jakich jednostkach wyraża się masę atomu?

Nikt nie wyraża masy ziarnka piasku w tonach ani grubości włosa w kilometrach, bo choć jest to możliwe, byłoby bardzo niewygodne. Masa 1 g jest zbyt duża, by porównać ją z masą atomu. **Masy atomów** podaje się więc, używając jednostki odpowiedniej dla świata atomów. Jest nią **jednostka masy atomowej u** (ang. *unit* – jednostka) [czytaj: junit], która odpowiada $\frac{1}{12}$ masy atomu izotopu węgla ^{12}C. Wynika z tego, że $1\ u = \frac{1}{12} \cdot 1{,}99 \cdot 10^{-23}$ g, czyli:

$$1\ u = 0{,}166 \cdot 10^{-23}\ g$$

Przykład 6

Jak przeliczyć gramy (g) na unity (u)?

Krok 1

Przeczytaj treść zadania i wypisz dane oraz szukane.

Oblicz, ile unitów (u) mieści się w 1 g substancji.

Dane:
$m = 1$ g

Szukane:
liczba unitów (u) = ?

Krok 2

Wykonaj obliczenia.

$1\ u = 0{,}166 \cdot 10^{-23}$ g

1 u *stanowi* $0{,}166 \cdot 10^{-23}$ g

x *stanowi* 1 g

$$\frac{1\ u}{x} = \frac{0{,}166 \cdot 10^{-23}\ g}{1\ g}$$

$$1\ u \cdot 1\ g = x \cdot 0{,}166 \cdot 10^{-23}\ g$$

$$x = \frac{1\ u \cdot 1\ g}{0{,}166 \cdot 10^{-23}\ g} \qquad x = 6{,}02 \cdot 10^{23}\ u$$

Krok 3

Napisz odpowiedź.

Odpowiedź: W 1 g substancji mieści się $6{,}02 \cdot 10^{23}$ u tej substancji.

Zapamiętaj!

Dyfuzja – samorzutne wnikanie cząstek jednej substancji między cząstki drugiej substancji, gdy są one w bezpośrednim kontakcie ze sobą.

Atom – najmniejsza część pierwiastka zachowująca jego właściwości chemiczne.

Cząsteczka – układ złożony z połączonych ze sobą atomów.

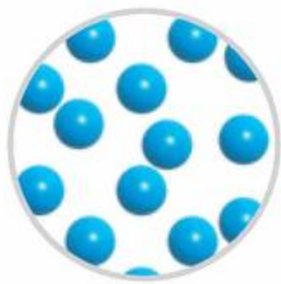
Jednostka masy atomowej (u) – $\frac{1}{12}$ masy atomu izotopu węgla ^{12}C.

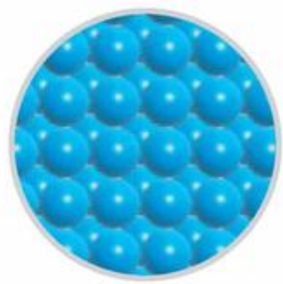
Rozwiąż zadania w zeszycie

1. **Wyjaśnij, na czym polega zjawisko dyfuzji. Wskaż te spośród wymienionych procesów, w których zachodzi zjawisko dyfuzji.**
   a) spalanie węgla; **b)** roztopienie masła na patelni; **c)** rozchodzenie się zapachu pieczonego ciasta; **d)** wlanie soku do wody

2. Na rysunkach przedstawiono modele wewnętrznej budowy substancji o różnych stanach skupienia. **Przeanalizuj je i wyjaśnij, dlaczego dyfuzja najszybciej zachodzi w gazach, a najwolniej – w substancjach stałych.**

gaz


ciecz


substancja stała

3. **Zaprojektuj doświadczenie. Potwierdź występowanie zjawiska dyfuzji zachodzącego w twoim otoczeniu.** Skorzystaj z substancji, które znajdują się w domu. **Napisz instrukcję, obserwacje i wniosek.**

15 Masa atomowa, masa cząsteczkowa

Jednostka masy atomowej (u) jest tak mała, że masy atomów wyrażone za jej pomocą są liczbami większymi od jedności. Najmniejszą masę ma atom wodoru.

Co to jest masa atomowa?

Masa atomowa jest to **masa atomu** pierwiastka chemicznego **wyrażona w jednostkach masy atomowej (u)**.

Masa atomowa

m_H = **1 u**

model atomu wodoru

Gdzie znaleźć masy atomowe pierwiastków chemicznych?

Masy atomowe (m) można **odczytać z układu okresowego**:

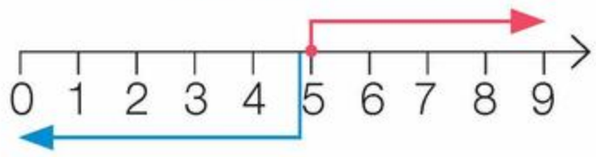
m_C = 12,01 u — $_6$C węgiel *12,01* — masa atomowa — $_8$O tlen *16,00* — m_O = 16,00 u

W obliczeniach chemicznych najczęściej używa się **mas atomowych** pierwiastków chemicznych **zaokrąglonych do jedności**.

Wskazówka matematyczna

zaokrąglanie jednostek

jeśli **cyfra ≥ 5**, to poprzedzającą cyfrę **zwiększamy o 1**



jeśli **cyfra < 5**, to poprzedzającą cyfrę zostawiamy **bez zmian**

Co to jest masa cząsteczkowa?

Masa cząsteczkowa jest to **masa cząsteczki** pierwiastka lub związku chemicznego **wyrażona w jednostkach masy atomowej (u)**.

Jak obliczyć masę cząsteczkową?

Masę cząsteczkową (m) oblicza się, **sumując masy atomowe wszystkich atomów** pierwiastków chemicznych **wchodzących w skład cząsteczki**. Do obliczenia masy cząsteczkowej konieczna jest znajomość wzoru chemicznego.

Masa cząsteczkowa

m_{H_2} = **1 u + 1 u**
m_{H_2} = **2 u**

model cząsteczki wodoru

Przykład 7

Jak obliczyć masę cząsteczkową pierwiastka chemicznego?

Krok 1

Odczytaj z układu okresowego masę atomową tlenu.

Oblicz masę cząsteczkową tlenu O_2.

m_O = 16 u — $_8$O tlen *16,00*

Krok 2

Wykonaj obliczenia.

$m_{O_2} = 2 \cdot m_O$ $\quad$ $m_{O_2} = 2 \cdot 16$ u $\quad$ $m_{O_2} = 32$ u

Krok 3

Napisz odpowiedź.

Odpowiedź: Masa cząsteczkowa tlenu wynosi 32 u.

Przykład 8

Jak obliczyć masę cząsteczkową związku chemicznego?

Krok 1

Odczytaj z układu okresowego masy atomowe węgla i tlenu.

Oblicz masę cząsteczkową związku chemicznego o wzorze CO_2.

m_C = 12 u — $_6C$ węgiel *12,01*

m_O = 16 u — $_8O$ tlen *16,00*

Krok 2

Ustal liczbę atomów pierwiastków chemicznych w cząsteczce.

1 cząsteczka CO_2 zawiera:

1 atom węgla C i **2** atomy tlenu O

Krok 3

Wykonaj obliczenia.

$m_{CO_2} = m_C + 2 \cdot m_O$

$m_{CO_2} = 12\ u + 2 \cdot 16\ u$

$m_{CO_2} = 44\ u$

Krok 4

Napisz odpowiedź.

Odpowiedź: Masa cząsteczkowa związku chemicznego o wzorze CO_2 wynosi 44 u.

Przykład 9

Jak obliczyć masę cząsteczkową związku chemicznego?

Krok 1

Odczytaj z układu okresowego masy atomowe glinu, tlenu i wodoru.

Oblicz masę cząsteczkową związku chemicznego o wzorze $Al(OH)_3$.

m_{Al} = 27 u — $_{13}Al$ glin *26,98*

m_O = 16 u — $_8O$ tlen *16,00*

m_H = 1 u — $_1H$ wodór *1,008*

Krok 2

Ustal liczbę atomów pierwiastków chemicznych w cząsteczce.

1 cząsteczka $Al(OH)_3$ zawiera:

1 atom glinu Al, **3** atomy tlenu O i **3** atomy wodoru H

Krok 3

Wykonaj obliczenia.

$m_{Al(OH)_3} = m_{Al} + 3 \cdot m_O + 3 \cdot m_H$

$m_{Al(OH)_3} = 27\ u + 3 \cdot 16\ u + 3 \cdot 1\ u$

$m_{Al(OH)_3} = 78\ u$

Krok 4

Napisz odpowiedź.

Odpowiedź: Masa cząsteczkowa związku chemicznego o wzorze $Al(OH)_3$ wynosi 78 u.

Przykład 10

Jak obliczyć masę cząsteczkową związku chemicznego?

Krok 1

Odczytaj z układu okresowego masy atomowe niklu, siarki i tlenu.

Oblicz masę cząsteczkową związku chemicznego o wzorze $Ni_2(SO_4)_3$.

m_{Ni} = 59 u — $_{28}$Ni nikiel 58,69

m_S = 32 u — $_{16}$S siarka 32,06

m_O = 16 u — $_{8}$O tlen 16,00

Krok 2

Ustal liczbę atomów pierwiastków chemicznych w cząsteczce.

1 cząsteczka $Ni_2(SO_4)_3$ zawiera:

2 atomy niklu Ni, **3** atomy siarki S i **3** · 4 = 12 atomów tlenu O

Krok 3

Wykonaj obliczenia.

$m_{Ni_2(SO_4)_3} = 2 \cdot m_{Ni} + 3 \cdot m_S + 3 \cdot 4 \cdot m_O$

$m_{Ni_2(SO_4)_3} = 2 \cdot 59\ u + 3 \cdot 32\ u + 12 \cdot 16\ u$

$m_{Ni_2(SO_4)_3} = 406\ u$

Krok 4

Napisz odpowiedź.

Odpowiedź: Masa cząsteczkowa związku chemicznego o wzorze $Ni_2(SO_4)_3$ wynosi 406 u.

Rozwiąż zadania w zeszycie

1. **Podaj masy atomowe pierwiastków chemicznych o podanych nazwach.** Skorzystaj z układu okresowego pierwiastków chemicznych.
   a) rtęć; b) magnez; c) wapń; d) krzem; e) żelazo; f) jod

2. **Oblicz masy cząsteczkowe substancji o podanych wzorach.**
   a) Cl_2 b) P_4 c) KBr d) H_2S e) NH_3 f) Na_2SO_4 g) H_2SO_4 h) $(NH_4)_2CO_3$ i) $Mg_3(PO_4)_2$ j) $Fe(NO_3)_3$ k) $Al_2(SO_3)_3$ l) $CaCO_3$

3. **Ustal wzór związku chemicznego o masie cząsteczkowej 34 u zawierającego w cząsteczce 3 atomy, w tym 2 atomy tego samego pierwiastka chemicznego o łącznej masie 2 u.**

4. **Ustal, wykonując odpowiednie obliczenia, masę atomową pierwiastka chemicznego *X*, będącego składnikiem związku chemicznego o wzorze X_2CO_3.** Masa cząsteczkowa tego związku chemicznego wynosi 106 u.

5. **Ustal, jaki pierwiastek chemiczny *E* jest składnikiem związku chemicznego o podanej masie cząsteczkowej.** Wykonaj odpowiednie obliczenia.
   a) $m_{E_2S_3}$ = 150 u b) $m_{E(NO_3)_2}$ = 331 u

Dla dociekliwych

6. **Oblicz wartość *x* i napisz wzór związku chemicznego $FeBr_x$ o masie cząsteczkowej m_{FeBr_x} = 296 u.**

Zapamiętaj!

Masa atomowa – masa atomu wyrażona w jednostkach masy atomowej (u).

Masa cząsteczkowa – masa cząsteczki wyrażona w jednostkach masy atomowej (u).

16 Budowa atomu – nukleony i elektrony

Fot. 67. Dmuchawiec, podobnie jak atom, składa się z dwóch części: owocu wewnątrz i puchu na zewnątrz.

Każdy **atom** pierwiastka chemicznego składa się z dwóch obszarów (fot. 67.):

- dodatnio naładowanego jądra atomowego,
- ujemnie naładowanych powłok elektronowych.

Czym jest jądro atomowe?

Jądro atomowe to najbardziej wewnętrzna część atomu. Jądra atomowe wszystkich pierwiastków chemicznych mają dodatni ładunek elektryczny, gdyż są zbudowane z **protonów** (p^+) o dodatnim ładunku elektrycznym i obojętnych elektrycznie **neutronów** (n^0).

Czym są protony i neutrony?

Protony (p^+) to cząstki materii wchodzące w skład wszystkich jąder atomowych. Masa protonu wynosi ok. 1 u, a ładunek to +1 (elementarny ładunek dodatni).

Neutrony (n^0) są obojętne elektrycznie, a ich masa też wynosi ok. 1 u.

Skojarz i zapamiętaj!

p^+

Bądź jak **proton – zawsze pozytywny**.

Co to są nukleony?

Składniki jądra atomowego – **protony i neutrony** – nazywane są nukleonami (łac. *nucleus* – jądro). Między nukleonami działają siły jądrowe, które decydują o trwałości jądra. Siły te są bardzo duże, ale mają niewielki zasięg, co tłumaczy małe rozmiary jąder atomowych.

Co to są elektrony?

Elektrony (e^-) to **cząstki o ładunku ujemnym**, które poruszają się w różnych odległościach od jądra atomowego. Ich ładunek wynosi –1 (elementarny ładunek ujemny).

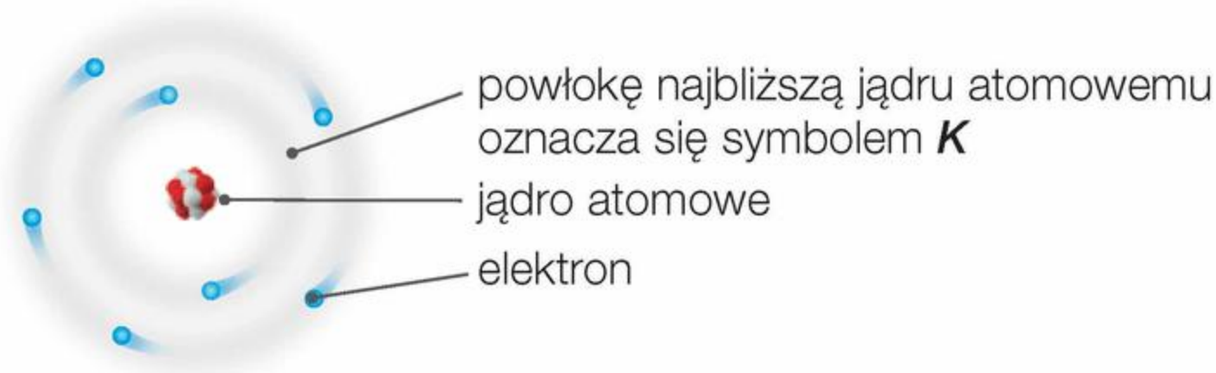
Skojarz i zapamiętaj!

p^+ n^0

Protony o ładunku dodatnim i obojętne elektrycznie **neutrony** to składniki jąder atomów.

Czym są powłoki elektronowe?

Powłoki elektronowe (rys. 13.) to **obszary wokół jądra** atomowego, w których poruszają się **elektrony**.

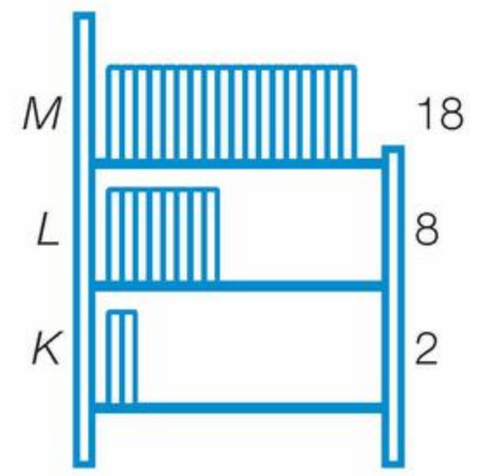


Rys. 13. Model atomu azotu.

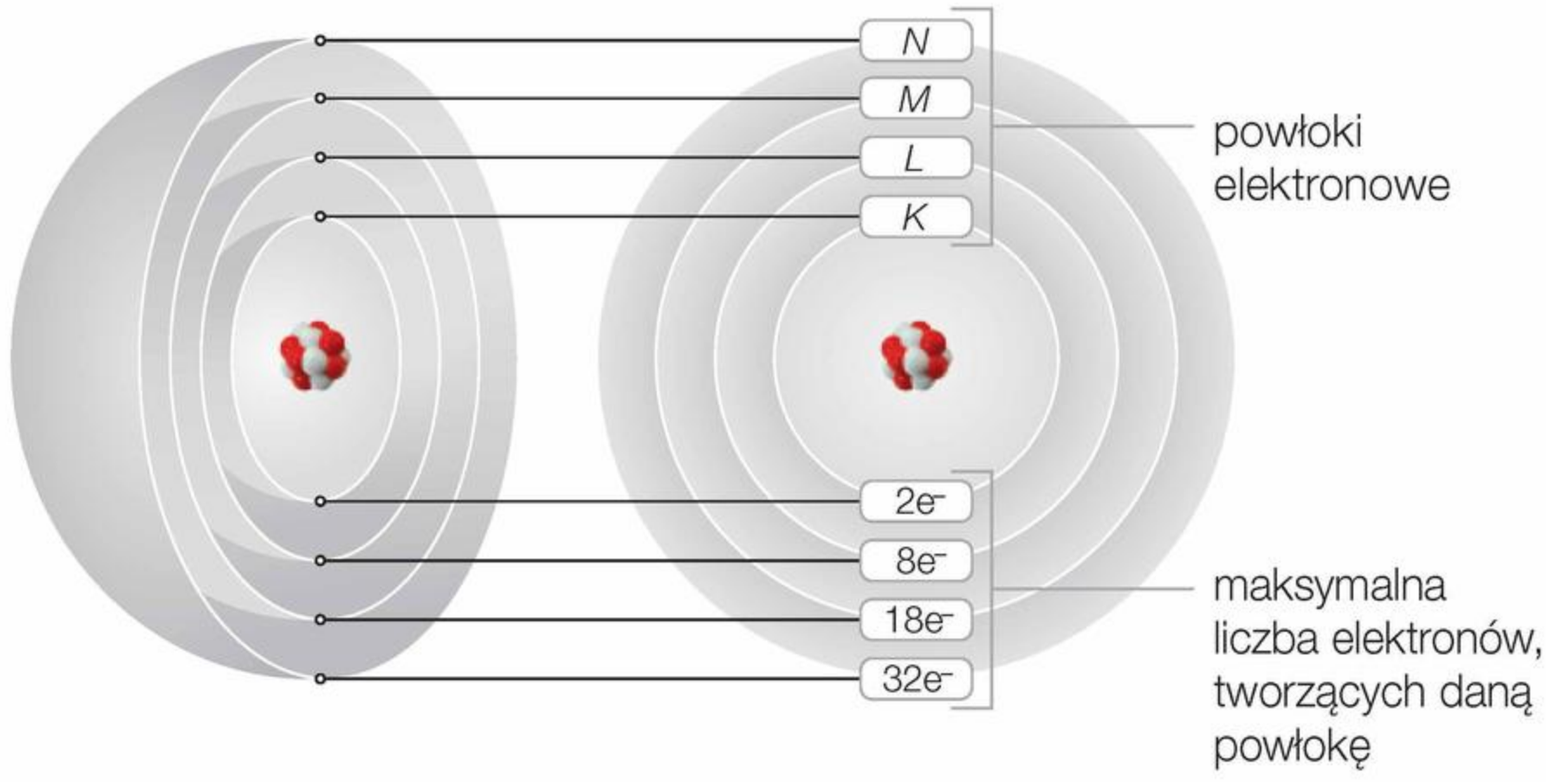
Jak rozmieszczone są elektrony w atomie?

Atomy o większej liczbie elektronów mają coraz bardziej skomplikowaną budowę, to znaczy mają więcej powłok elektronowych (rys. 14.). Jako **pierwsza zapełnia się** ta **powłoka** elektronowa, która jest **najbliżej jądra** atomowego. Potem ta, która jest bardziej oddalona od jądra atomu itd. Największe znane atomy mają siedem powłok elektronowych, które oznacza się literami: *K*, *L*, *M*, *N*, *O*, *P*, *Q*.

Skojarz i zapamiętaj!



Maksymalna liczba elektronów w trzech pierwszych powłokach elektronowych.



Rys. 14. Schemat rozmieszczenia elektronów tworzących pierwsze cztery powłoki elektronowe.

Czym jest powłoka walencyjna?

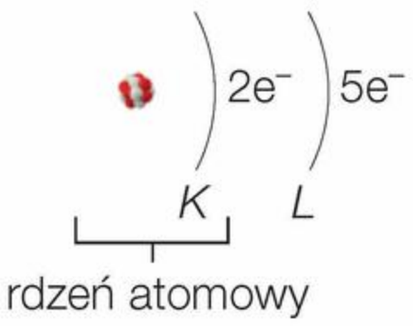
Dla pierwiastków grup 1., 2. oraz 13.–18. powłoka walencyjna to **powłoka** elektronowa **najbardziej oddalona od jądra** atomowego.

Co to są elektrony walencyjne?

Elektrony, które znajdują się w **powłoce walencyjnej**, to **elektrony walencyjne**. Dzięki nim atomy mogą łączyć się ze sobą, tworząc m.in. cząsteczki.

Co to jest rdzeń atomowy?

Jądro atomowe i elektrony niewalencyjne, czyli bez elektronów z ostatniej powłoki elektronowej, stanowią tzw. rdzeń atomowy (rys. 15.).



Rys. 15. Uproszczony model atomu azotu.

Skojarz i zapamiętaj!

e^-

Elektrony to cząstki o ładunku ujemnym.

Jak zbudowany jest atom?

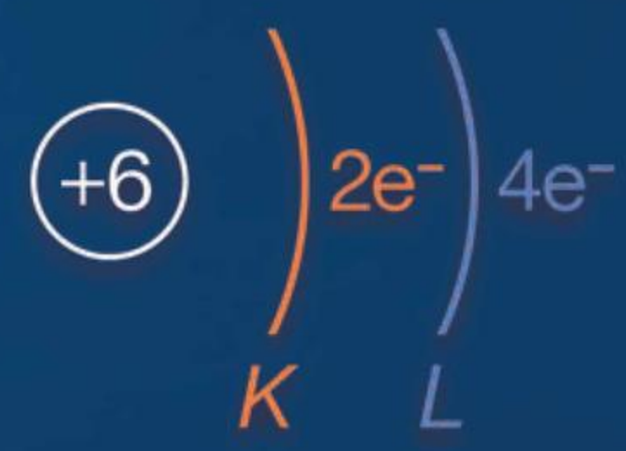
W centrum każdego atomu pierwiastka chemicznego **znajduje się jądro atomowe**. **Wokół** jądra, w powłokach elektronowych, z dużą szybkością **poruszają się elektrony**.

Budowa atomu węgla

Jak są rozmieszczone elektrony w atomie węgla?

Elektrony znajdują się w dwóch powłokach elektronowych: *K* i *L*. Najbliżej jądra znajduje się powłoka *K*, a najdalej od niego – powłoka *L*. W atomie węgla powłoka *L* jest powłoką walencyjną. **Liczba protonów** w jądrze atomowym ($6p^+$) **jest równa liczbie elektronów** w powłokach *K* i *L* ($6e^-$), zatem **atom** węgla, tak jak atomy pozostałych pierwiastków chemicznych, **jest elektrycznie obojętny**.

uproszczone modele atomu węgla



- **rdzeń atomowy** tworzą:
  – jądro atomowe,
  – elektrony niewalencyjne w powłoce *K*
- w powłoce *K* są **2 elektrony niewalencyjne**
- w powłoce *L* są **4 elektrony walencyjne**

Te same atomy – różne substancje

Atomy węgla mogą łączyć się ze sobą w różny sposób. Powstają wtedy jego odmiany, np. diament i grafit. Obie składają się z atomów tego samego pierwiastka chemicznego, ale mają różne właściwości. Grafit jest ciemnoszary i miękki, a diament to bezbarwny kryształ, będący najtwardszą substancją występująca na Ziemi. Różnice wynikają bezpośrednio ze sposobu połączenia atomów między sobą.

oszlifowany diament – brylant

grafit

Jakie właściwości mają podstawowe cząstki materii?

Proton, neutron i elektron to podstawowe cząstki materii (tabela 7.), które **mają określoną masę i ładunek elektryczny**. Masa elektronów jest tak mała w porównaniu z masą protonów i neutronów, że nie ma właściwie wpływu na masę atomu – praktycznie cała **masa atomu skupiona** jest **w jądrze** atomowym.

Skojarz i zapamiętaj!

Masa elektronów praktycznie nie ma wpływu na masę całego atomu.

Tabela 7. Właściwości podstawowych cząstek materii

	Nazwa cząstki	Symbol	Przybliżona masa	Ładunek elektryczny
Jądro atomowe	proton } nukleony	p, p^+, ${}^1_1p$, ⊕	1 u	+1
	neutron } nukleony	n, n^0, ${}^1_0n$, ○	1 u	brak
Powłoki elektronowe	elektron	e, e^-, ${}^0_{-1}e$, ⊖	$\frac{1}{1840}$ u	–1

Co to jest liczba atomowa?

Liczba protonów wchodzących w skład jądra atomowego to **liczba atomowa**. Oznacza się ją symbolem Z.

Pierwiastek chemiczny jest zbiorem atomów o takiej samej liczbie atomowej.

Z = liczba protonów = liczba elektronów

Liczba atomowa jest jednocześnie liczbą porządkową w układzie okresowym pierwiastków chemicznych.

Co to jest liczba masowa?

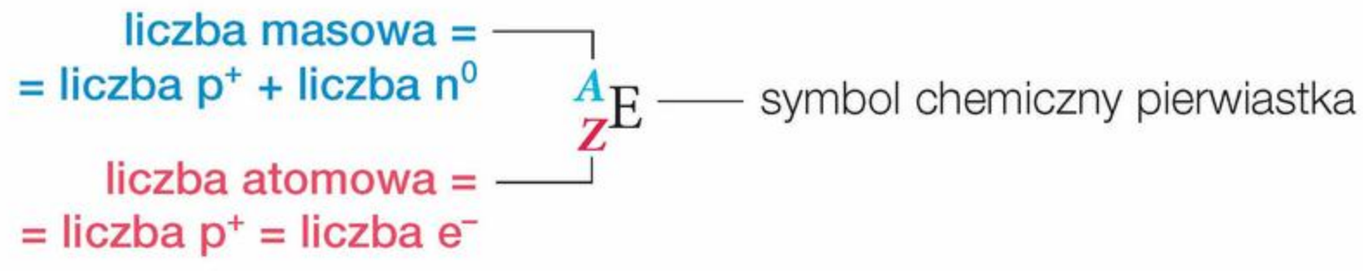
Liczba nukleonów, czyli protonów i neutronów wchodzących w skład jądra atomowego, to **liczba masowa**. Oznacza się ją symbolem A.

A = liczba protonów + liczba neutronów

Liczbę neutronów można obliczyć: **liczba neutronów** = $A - Z$.

Gdzie w zapisie ${}^A_Z E$ występują liczby masowa i atomowa?

Liczby masową i atomową, charakteryzujące atom danego pierwiastka chemicznego, zapisuje się obok symbolu chemicznego pierwiastka w następujący sposób:



! Liczba protonów w atomie jest równa liczbie elektronów, dlatego **atom** pierwiastka chemicznego **jest elektrycznie obojętny**.

Przykład 11

Jak ustalić liczbę nukleonów w jądrze atomu pierwiastka chemicznego oraz liczbę elektronów tego atomu?

Krok 1

Przeczytaj treść zadania. Ustal wartość liczby masowej i liczby atomowej.

Na podstawie zapisu $^{9}_{4}Be$ podaj liczbę protonów i neutronów w jądrze atomu berylu oraz liczbę elektronów w jego powłokach elektronowych.

liczba masowa → ^{9}Be
liczba atomowa → $_{4}$Be

Krok 2

Ustal liczbę protonów w jądrze atomu berylu oraz liczbę elektronów na podstawie wartości liczby atomowej.

liczba atomowa = liczba protonów (p^+)
liczba protonów (p^+) = liczba elektronów (e^-)

liczba p^+ = **4**
liczba e^- = 4

Krok 3

Ustal liczbę neutronów w jądrze atomu berylu na podstawie wartości liczb masowej i atomowej.

liczba masowa = liczba protonów (p^+) + liczba neutronów (n^0)

liczba n^0 = **9** – **4**

liczba n^0 = 5

Przykład 12

Jak narysować uproszczony model atomu pierwiastka chemicznego?

Krok 1

Ustal wartość liczby masowej i liczby atomowej.

Narysuj uproszczony model atomu berylu $^{9}_{4}Be$.

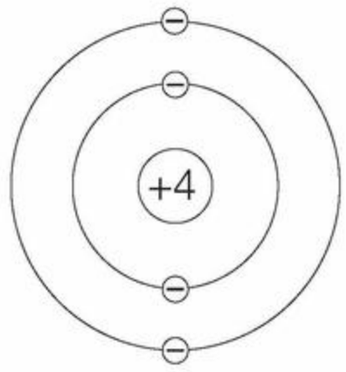
liczba masowa → ^{9}Be
liczba atomowa → $_{4}$Be

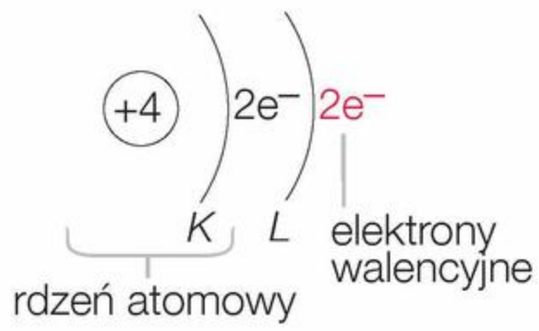
Krok 2

Określ liczbę powłok elektronowych i rozmieszczenie elektronów.

liczba atomowa = liczba p^+, a liczba p^+ = liczba e^-
liczba wszystkich elektronów w atomie = 4

W pierwszej powłoce elektronowej *K* znajdują się maksymalnie $2e^-$, a więc pozostałe $2e^-$ znajdują się w drugiej powłoce elektronowej *L*.





liczba elektronów w powłokach, czyli **konfiguracja elektronowa**: K^2L^2

uproszczone modele atomu berylu

Zapamiętaj!

Atom – układ złożony z jądra atomowego i powłok elektronowych, w których poruszają się elektrony.

Jądro atomowe – najbardziej wewnętrzna, dodatnio naładowana część atomu, zawierająca protony i neutrony.

Protony – cząstki podstawowe wchodzące w skład jądra atomowego, mające masę ≈ 1 u i ładunek elektryczny równy jednemu elementarnemu ładunkowi dodatniemu.

Neutrony – cząstki podstawowe wchodzące w skład jądra atomowego, mające masę ≈ 1 u, obojętne elektrycznie.

Elektrony – cząstki podstawowe poruszające się wokół jądra atomowego, mające ładunek elektryczny równy jednemu elementarnemu ładunkowi ujemnemu i masę ≈ $\frac{1}{1840}$ u.

Elektrony walencyjne – elektrony w powłoce najbardziej oddalonej od jądra atomu.

Liczba atomowa (*Z*) – liczba protonów w jądrze atomowym.

Liczba masowa (*A*) – suma liczby protonów i liczby neutronów w jądrze atomowym.

Pierwiastek chemiczny – zbiór atomów o takiej samej liczbie atomowej.

Rozwiąż zadania w zeszycie

1. Podaj, jakich informacji o atomie węgla dostarcza zapis $^{12}_{6}C$.

2. Ustal liczby protonów i elektronów w atomach pierwiastków:

a) magnezu;
b) germanu;
c) ołowiu;
d) azotu;
e) tlenu;
f) węgla.

3. Narysuj uproszczone modele atomów pierwiastków:

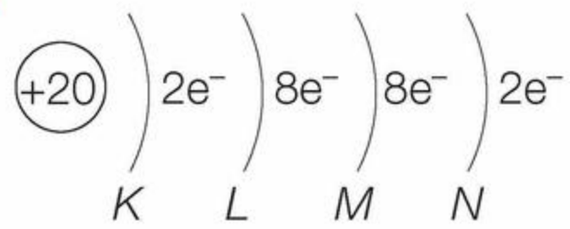
a) litu;
b) argonu;
c) wodoru;
d) glinu;
e) fluoru;
f) sodu.

4. W atomie pierwiastka chemicznego o symbolu E znajduje się 40 nukleonów, a liczba neutronów wynosi 22. **Ustal symbol tego pierwiastka chemicznego, podaj jego liczbę masową oraz liczbę atomową. Podaj zapis $^{A}_{Z}E$ dla atomu tego pierwiastka chemicznego.**

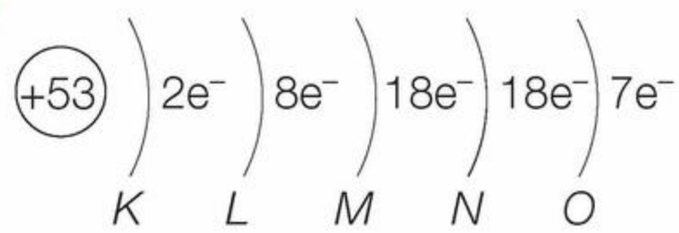
5. Podaj liczbę protonów, elektronów i neutronów w atomie krzemu ^{28}Si. Narysuj uproszczony model tego atomu.

6. Na podstawie uproszczonych modeli atomów podaj symbole i nazwy pierwiastków chemicznych.

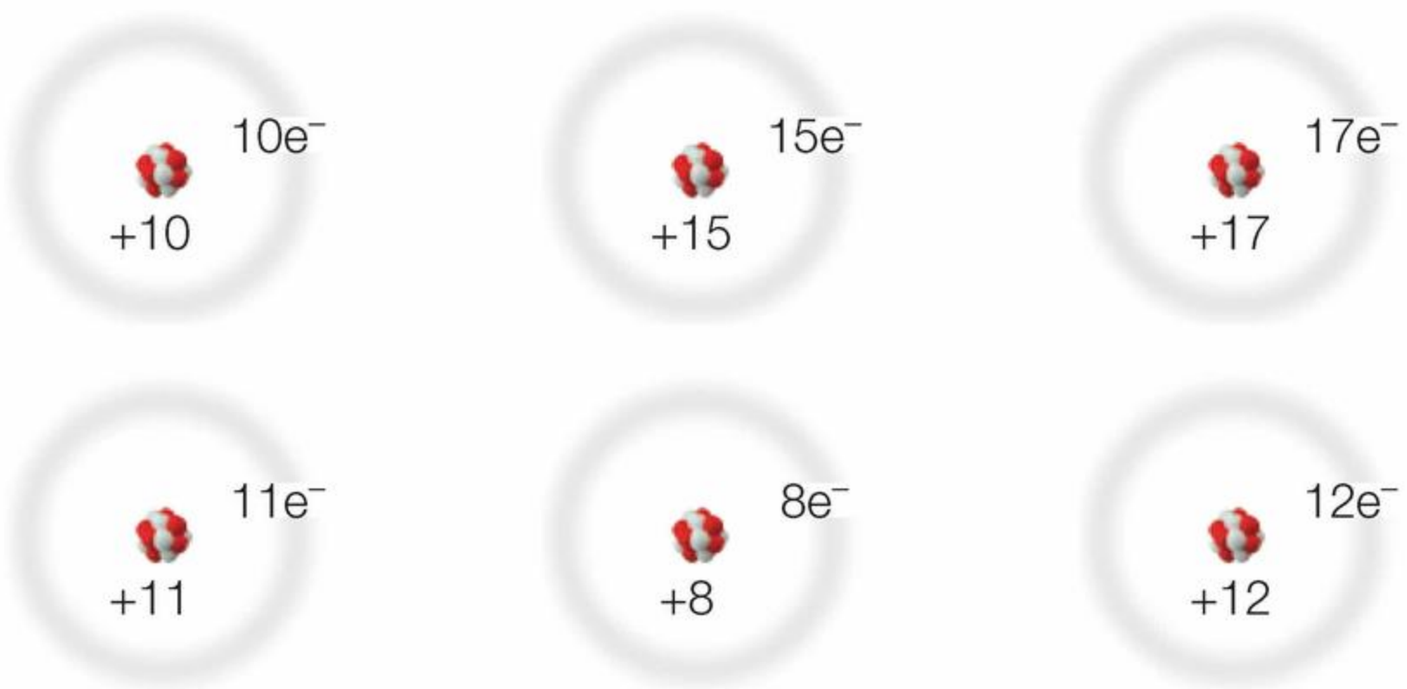
a)



b)



7. Na rysunkach przedstawiono modele atomów pierwiastków chemicznych i zaznaczono na nich liczbę protonów w jądrze oraz liczbę wszystkich elektronów. **Narysuj uproszczone modele atomów tych pierwiastków i podpisz każdy z nich symbolem chemicznym z liczbą atomową.**



17 Izotopy

Większość pierwiastków chemicznych występuje w postaci izotopów. Izotopy to odmiany (fot. 68.) tego samego pierwiastka chemicznego.

Fot. 68. Odmiany róż różnią się między sobą, chociaż należą do tego samego gatunku.

Co to są izotopy?

Izotopy danego pierwiastka chemicznego mają taką samą liczbę atomową *Z*, ale różną liczbę masową *A*, co znaczy, że ich atomy **mają taką samą liczbę protonów, ale różnią się liczbą neutronów**.

liczba masowa — ^{A}E
liczba atomowa — $_{Z}$E

liczba masowa *A* = liczba p^+ + liczba n^0
liczba atomowa *Z* = liczba p^+ = liczba e^-

Izotopy danego pierwiastka chemicznego **różnią się właściwościami**.

Jakie izotopy ma wodór?

Wodór **ma trzy izotopy** (tabela 8.). W przyrodzie występuje najwięcej izotopu $^{1}_{1}$H, który ma najmniejsze jądro atomowe ze wszystkich izotopów wodoru – stanowi je proton.

Tabela 8. Charakterystyka izotopów wodoru

Nazwa izotopu	Symbol izotopu	Liczba				Model
		protonów	neutronów	elektronów	masowa *A*	
prot	$^{1}_{1}$H	1	0	1	1	
deuter (D)	$^{2}_{1}$H	1	1	1	2	
tryt (T)	$^{3}_{1}$H	1	2	1	3	

Jak się tworzy nazwy izotopów?

Tylko **izotopy wodoru mają odrębne nazwy** (tabela 8.). Izotopy innych pierwiastków chemicznych noszą **nazwy tych pierwiastków z uwzględnieniem liczby masowej**, np.:

- ^{12}C to izotop węgla 12 *lub* węgiel dwanaście,
- ^{13}C to izotop węgla 13 *lub* węgiel trzynaście.

Jakie są rodzaje izotopów?

W zależności od pochodzenia izotopów można je podzielić na:

Izotopy

- **izotopy naturalne** występujące w środowisku przyrodniczym
- **izotopy sztuczne** otrzymane przez człowieka

Jaka jest definicja jednostki masy atomowej?

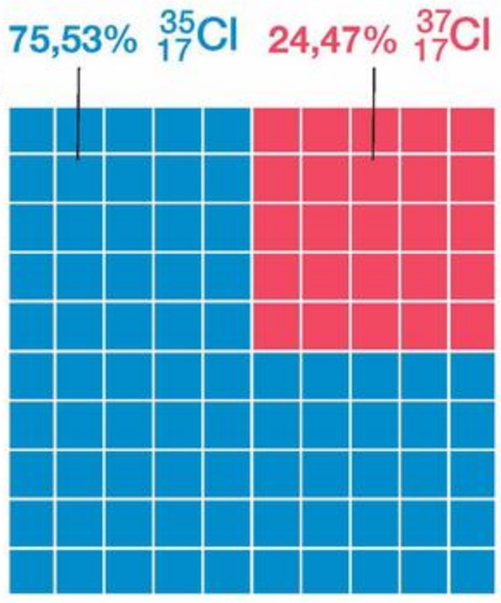
Jednostka masy atomowej (u) jest to $\frac{1}{12}$ masy atomu izotopu węgla ^{12}C.

Definiując pojęcie masy atomowej, należy pamiętać, że jest to **średnia masa** atomowa danego pierwiastka chemicznego **z uwzględnieniem jego składu izotopowego**.

Co to jest średnia masa atomowa?

Masa atomowa danego pierwiastka chemicznego jest średnią masą atomową ($m_{at.}$) wynikającą z zawartości procentowej jego naturalnych izotopów.

Większość pierwiastków chemicznych, np. chlor, występuje w środowisku przyrodniczym w postaci **mieszaniny o stałym składzie izotopowym** (rys. 16.).



Rys. 16. Masa atomowa chloru to średnia masa atomowa mieszaniny jego dwóch naturalnych izotopów.

$^{}_{17}Cl$
chlor
35,45
średnia masa atomowa

Dla dociekliwych

Ogromny postęp w badaniach wewnętrznej budowy materii nastąpił po odkryciu **zjawiska promieniotwórczości** pierwiastków chemicznych przez Antoine'a H. Becquerela [czytaj: antuana bekerela] oraz pierwiastków promieniotwórczych: polonu i radu, przez **Marię Skłodowską-Curie** [czytaj: marię skłodowską-kiri] i **Pierre'a Curie** [czytaj: piera kiri] (fot. 69.). Ich badania wykazały, że atomy mają budowę złożoną.

Fot. 69. Maria Skłodowska-Curie (1867–1934), polska uczona i odkrywczyni w dziedzinach fizyki i chemii. Dwukrotna laureatka Nagrody Nobla (w 1903 roku w dziedzinie fizyki, wraz z mężem **Pierre'em Curie** (1859–1906) i **Antoine'em H. Becquerelem**, i w 1911 roku w dziedzinie chemii).

Zastosowania

Izotopy

Izotopy niektórych pierwiastków chemicznych są **źródłem promieniowania**, które można rejestrować specjalnymi licznikami. Urządzenia te umożliwiają badanie różnych przedmiotów oraz narządów ludzkiego ciała w niejednakowym stopniu pochłaniających to promieniowanie.

- medycyna
- przemysł energetyczny
- przemysł i technika
- geologia i archeologia

Instalacje przeciwpożarowe

Promieniotwórcze **izotopy ameryku** ^{241}Am **lub plutonu** ^{238}Pu są wykorzystywane w czujnikach dymu.

Źródło energii

W elektrowniach jądrowych jako źródło energii wykorzystywany jest **izotop uranu** ^{235}U. Wytwarzanie energii jądrowej nie powoduje zanieczyszczenia atmosfery tlenkami węgla.

Archeologia

Oznaczenie zawartości **izotopu węgla** ^{14}C pozwala określić wiek np. znaleziska archeologicznego.

Paliwo

Izotop uranu ^{235}U jest stosowany m.in. jako paliwo w lodołamaczach i łodziach podwodnych z napędem atomowym.

To Ci się przyda!

Izotop w pigułce? Tak! Przed przeprowadzeniem niektórych badań specjalistycznych, np. badania tarczycy, pacjentom **podaje się lek zawierający izotop promieniotwórczy**. Substancja ta gromadzi się w badanej części ciała, a specjalne kamery rejestrują obraz emitowanego przez nią promieniowania.

W ciągu 48 godzin od przyjęcia doustnie kapsułki z **izotopem jodu** ^{131}I należy pić dużo wody, aby szybko wydalić izotop z organizmu. ▶

Chemia wokół nas

Izotopy promieniotwórcze mają wiele zastosowań, m.in. w przeciwpożarowych czujnikach dymu, przy kontrolowaniu pracy silników (jako dodatek do olejów silnikowych), w zasilaczach izotopowych (wykorzystywanych np. w rozrusznikach serca, sondach kosmicznych). Izotopy stosuje się także jako paliwo w reaktorach elektrowni jądrowych. Od lat, a zwłaszcza od czasu katastrofy reaktora jądrowego w Czarnobylu (na terytorium Ukrainy) w kwietniu 1986 roku, zwiększają się obawy przed skutkami działania promieniowania jonizującego (promieniowania o wysokiej energii) na człowieka i jego otoczenie. Obawy przed napromieniowaniem (fot. 70.) dotyczą przede wszystkim ewentualnych katastrof w elektrowniach jądrowych. Przez 70 lat istnienia energetyki jądrowej miały miejsce tylko dwie awarie o poważnych skutkach. Z kolei często pomijane jest realne zagrożenie związane z **radonem – gazem radioaktywnym** naturalnie występującym w środowisku przyrodniczym. Izotop radon-222 jest tak niebezpieczny dla organizmu człowieka, że uznaje się go za drugą najczęstszą przyczynę raka płuc osób palących papierosy i główną przyczynę rozwoju chorób płuc u osób, które nigdy nie paliły.

Fot. 70. Licznik Geigera–Müllera mierzy wartość promieniowania jonizującego, dzięki czemu pomaga w ustaleniu, czy na danym terenie została przekroczona bezpieczna dla człowieka dawka promieniowania.

Zapamiętaj!

Izotopy – atomy tego samego pierwiastka chemicznego różniące się między sobą liczbą neutronów w jądrze.

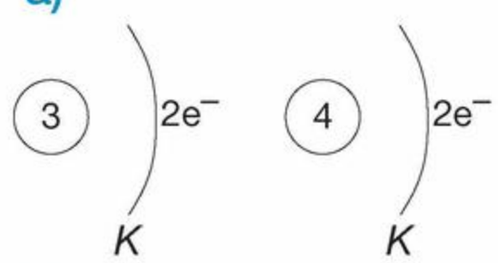
Jednostka masy atomowej (unit) – $\frac{1}{12}$ masy atomu izotopu węgla ^{12}C.

Masa atomowa – średnia masa atomowa pierwiastka chemicznego wynikająca z zawartości procentowej jego izotopów naturalnych.

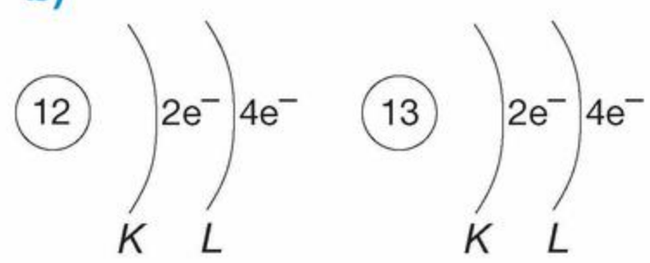
Rozwiąż zadania w zeszycie

1. **Wyjaśnij, czym się różnią atomy tytanu:** ^{46}Ti, ^{48}Ti, ^{50}Ti.
2. **Podaj skład jąder atomowych izotopów:** ^{26}Mg, ^{116}Sn, ^{65}Cu.
3. Na uproszczonych modelach przedstawiających izotopy dwóch pierwiastków chemicznych podano liczbę nukleonów, elektronów i powłok elektronowych. **Zapisz nazwy podanych pierwiastków chemicznych**, które występują w postaci tych izotopów, a następnie **podpisz izotopy, stosując zapis $^{A}_{Z}E$.**

a)



b)



4. **Narysuj uproszczone modele atomów:** a) $^{16}_{8}O$; b) $^{17}_{8}O$; c) $^{18}_{8}O$. **Określ liczbę protonów i neutronów w jądrach tych atomów.**

18 Układ okresowy pierwiastków chemicznych

W układzie okresowym każdy pierwiastek chemiczny ma swoje miejsce (fot. 71.).

Fot. 71. Pierwiastki chemiczne w układzie okresowym tworzą spójną całość – podobnie jak uporządkowane litery, nabierają znaczenia w słowach.

Jak powstał układ okresowy pierwiastków chemicznych?

W połowie XIX wieku znano już wiele pierwiastków chemicznych i potrafiono wyznaczyć ich masy atomowe. Problem usystematyzowania pierwiastków chemicznych na podstawie ich właściwości nurtował wielu uczonych.

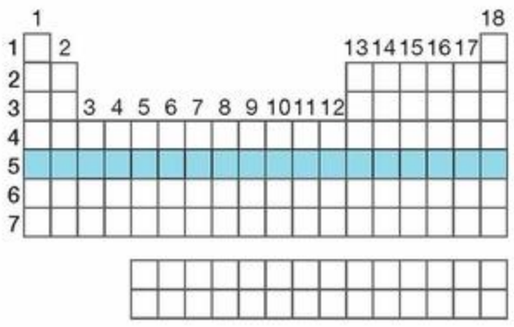
Twórcą układu okresowego pierwiastków jest **Dmitrij I. Mendelejew** (fot. 72., s. 94). Zauważył on „periodyczne powtarzanie się właściwości pierwiastków chemicznych w miarę zwiększania się ich mas atomowych". Stwierdzenie to stanowiło pierwotną treść prawa okresowości. Mendelejew uporządkował 63 znane wówczas pierwiastki chemiczne według zwiększającej się masy atomowej. Powstała w ten sposób tablica zbudowana z poziomych szeregów stanowiących **okresy** i kolumn stanowiących **grupy**.

Opracowanie układu okresowego przez Mendelejewa w 1869 roku uważane jest za jedno z największych osiągnięć w dziedzinie chemii. Mimo rozwoju wiedzy, poznania budowy atomu i odkrycia wielu nowych pierwiastków chemicznych prawo okresowości jest nadal aktualne.

Czym jest okres?

Okres to **poziomy rząd układu okresowego** pierwiastków chemicznych. W układzie okresowym jest 7 okresów (ponumerowanych od 1 do 7). Wartość liczby atomowej *Z* (liczby porządkowej) zwiększa się w okresach od lewej do prawej strony.

Okresy – poziome rzędy

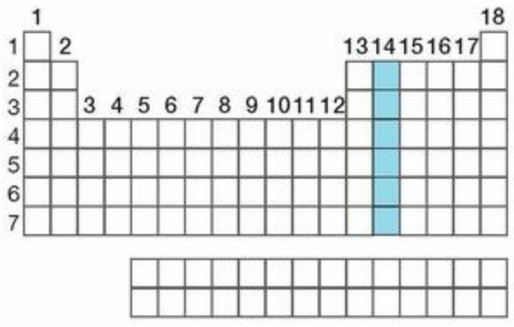


! Pierwiastki chemiczne, które znajdują się **w tym samym okresie**, mają **różne właściwości** chemiczne.

Czym jest grupa?

Grupa to **pionowa kolumna układu okresowego** pierwiastków chemicznych. W układzie okresowym jest 18 grup.

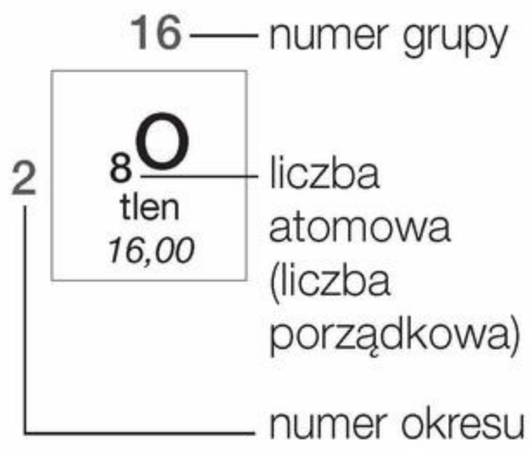
Grupy – pionowe kolumny



! Pierwiastki chemiczne, które znajdują się **w tej samej grupie**, mają **podobne właściwości** chemiczne.

Jak są uporządkowane pierwiastki chemiczne w układzie okresowym?

Pierwiastki chemiczne zostały uporządkowane **zgodnie ze zwiększającą się liczbą atomową *Z*.**



Jak określić położenie pierwiastka chemicznego w układzie okresowym?

Do ustalenia położenia pierwiastka chemicznego w układzie okresowym można wykorzystać:

- liczbę atomową *Z* (liczbę porządkową),
- numer grupy oraz numer okresu.

Jak brzmi współczesna treść prawa okresowości?

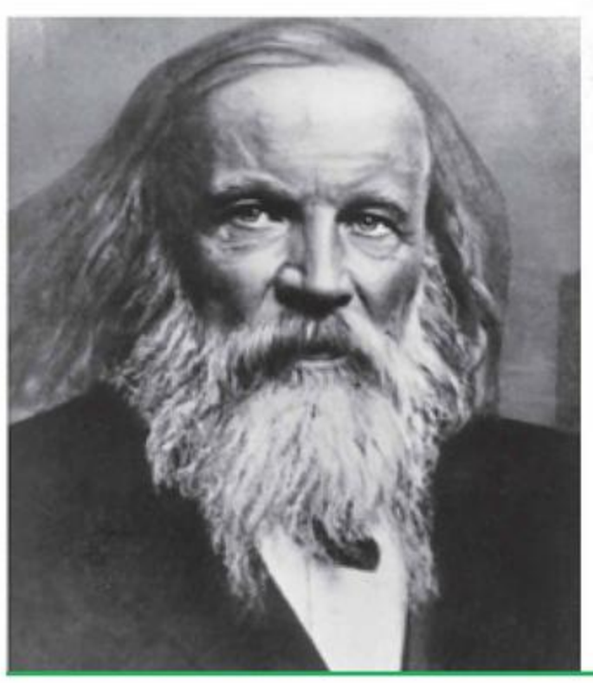
Prawo okresowości brzmi:

Właściwości pierwiastków chemicznych, uporządkowanych zgodnie ze zwiększającą się liczbą atomową *Z*, powtarzają się okresowo.

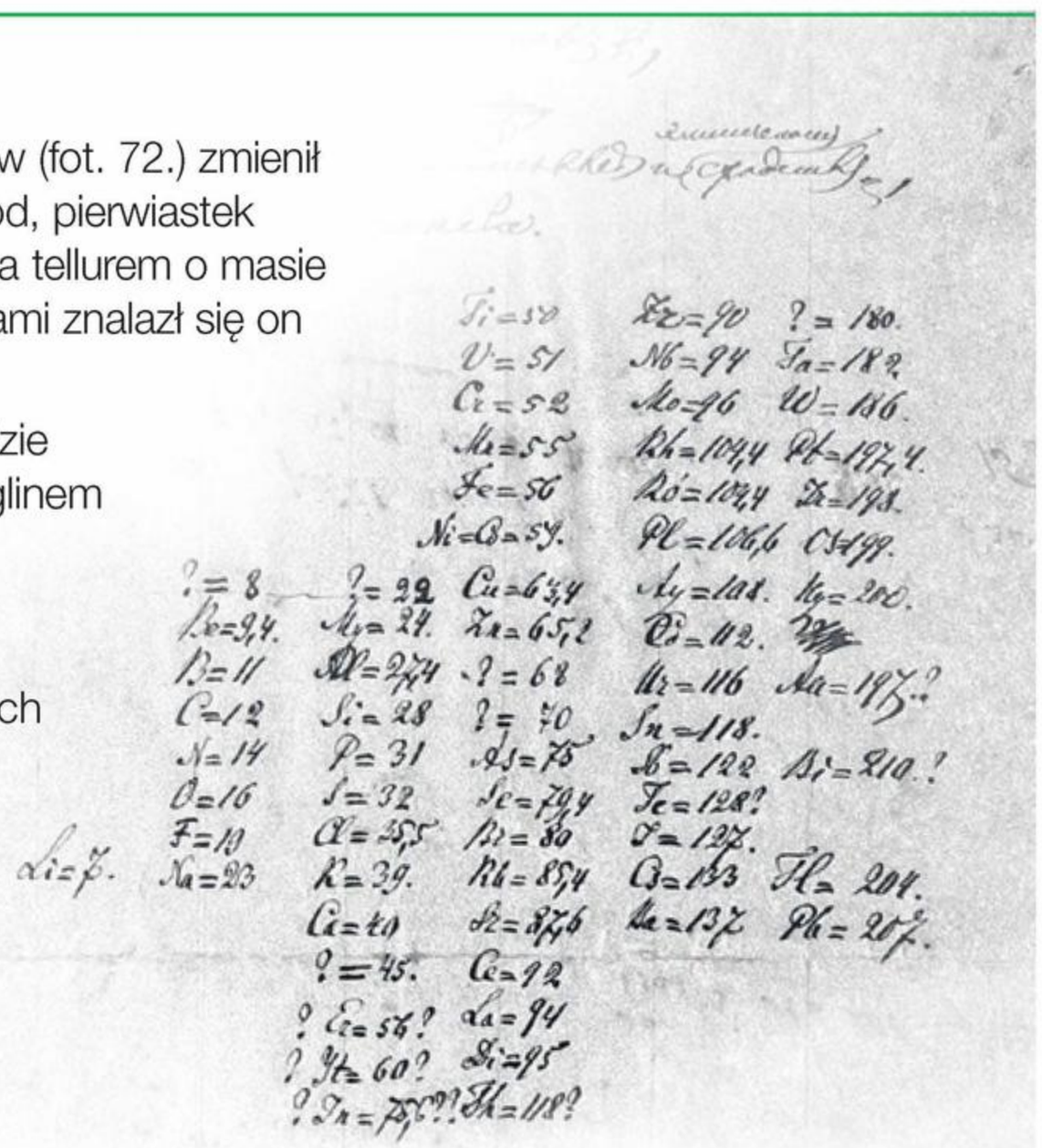
Dla dociekliwych

W kilku miejscach układu okresowego Mendelejew (fot. 72.) zmienił położenie niektórych pierwiastków. Na przykład jod, pierwiastek chemiczny o masie atomowej 126,9 u, umieścił za tellurem o masie atomowej 127,6 u, tak by zgodnie z właściwościami znalazł się on w grupie z fluorem, chlorem i bromem.

Mendelejew zauważył, że w tak ułożonym układzie okresowym są jeszcze puste miejsca, np. pod glinem i krzemem. Pozostawił je wolne w przekonaniu, że w przyrodzie z pewnością istnieją pierwiastki chemiczne o przewidzianych przez niego właściwościach i masach atomowych obliczonych na podstawie położenia tych pustych miejsc, a ich odkrycie jest tylko kwestią czasu (fot. 73.).



Fot. 72. Dmitrij Iwanowicz Mendelejew (1834–1907), rosyjski chemik, twórca układu okresowego pierwiastków chemicznych.



Fot. 73. Puste miejsca w tablicy Mendelejewa z 1869 roku zostały zapełnione przez odkryte później pierwiastki chemiczne: skand, gal, german, itr, technet, ind, cer i ren.

Jak się tworzy nazwy grup?

Nazwy grup **pochodzą od nazw pierwiastków chemicznych, które zajmują w nich pierwsze miejsca**. Wyjątkiem jest 1. grupa. Jej nazwa – litowce – pochodzi od litu, drugiego w 1. kolumnie pierwiastka chemicznego, ponieważ wodór wyraźnie różni się właściwościami od pozostałych pierwiastków tej grupy. Nazwy grup 1., 2. i 13.–18. są następujące:

- **1.** grupa – litowce
- **2.** grupa – berylowce
- **13.** grupa – borowce
- **14.** grupa – węglowce
- **15.** grupa – azotowce
- **16.** grupa – tlenowce
- **17.** grupa – fluorowce
- **18.** grupa – helowce

Rozwiąż zadania w zeszycie

1. Oceń prawdziwość podanych zdań.

A. Grupy to pionowe kolumny układu okresowego pierwiastków chemicznych.

B. Okresy to poziome rzędy układu okresowego pierwiastków chemicznych.

C. W układzie okresowym pierwiastków chemicznych jest 18 okresów i 7 grup.

D. Właściwości pierwiastków chemicznych, uporządkowanych zgodnie ze zwiększającą się liczbą atomową *Z*, powtarzają się okresowo.

E. Nazwy wszystkich grup pochodzą od nazw pierwiastków chemicznych, które zajmują w nich pierwsze miejsca.

2. Korzystając z układu okresowego pierwiastków chemicznych, podaj nazwy dwóch pierwiastków chemicznych należących do metali i dwóch należących do niemetali.

3. Określ położenie wymienionych pierwiastków chemicznych (grupa, okres) w układzie okresowym i przydziel je odpowiednio do metali lub niemetali.

a) złoto; **b)** S; **c)** pierwiastek chemiczny o liczbie atomowej 20;
d) pierwiastek chemiczny o 37 protonach w jądrze atomu;
e) pierwiastek chemiczny, którego atom zawiera 35 elektronów

4. Podaj symbol chemiczny i nazwę pierwiastka chemicznego, wiedząc, że znajduje się on w 15. grupie i 3. okresie układu okresowego.

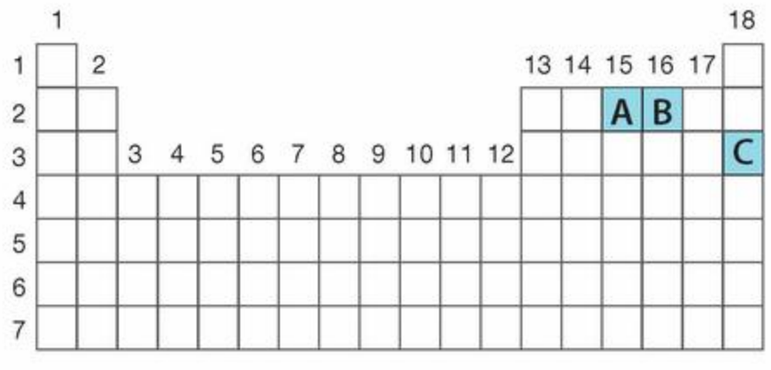
5. Podaj nazwę grupy pierwiastków chemicznych, którymi są:

a) pierwiastki 17. grupy; **b)** pierwiastki 14. grupy; **c)** pierwiastki 18. grupy.

6. Pierwiastki chemiczne zaznaczone na schemacie układu okresowego są składnikami powietrza. **Ustal:**

a) ich nazwy i symbole chemiczne;

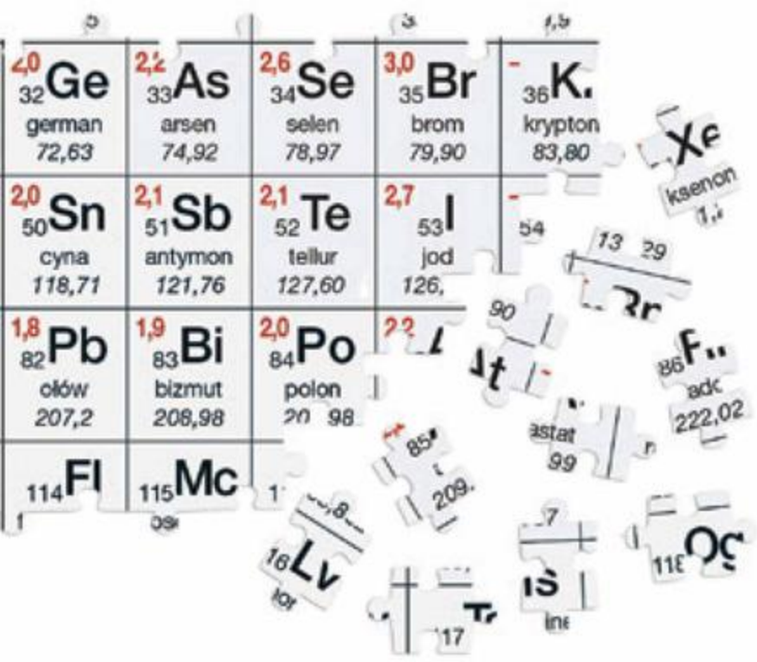
b) ich stan skupienia w temperaturze 25 °C.



Zapamiętaj!

Prawo okresowości – właściwości pierwiastków chemicznych, uporządkowanych zgodnie ze zwiększającą się liczbą atomową *Z*, powtarzają się okresowo.

19 Zależność między budową atomu pierwiastka chemicznego a jego położeniem w układzie okresowym



Fot. 74. Puzzle mają ściśle określone miejsce, tak jak pierwiastki w układzie.

Każdy pierwiastek chemiczny ma swoje miejsce w układzie okresowym (fot. 74.). Z układu okresowego można odczytać **położenie**, czyli **numer grupy** i **numer okresu**, oraz **liczbę atomową** każdego pierwiastka chemicznego.

Określenie pozostałych cech pierwiastka to wynik logicznego rozumowania.

Jaka jest zależność między budową atomu pierwiastka chemicznego a położeniem pierwiastka w układzie okresowym?

Między budową atomu pierwiastka chemicznego a jego położeniem w układzie okresowym istnieje ścisła zależność. Znając położenie pierwiastka chemicznego w układzie okresowym, można podać informacje na temat jego atomu (tabela 9.) i narysować uproszczony model tego atomu.

Tabela 9. Informacje na temat wybranych pierwiastków chemicznych

Informacje odczytane z układu okresowego pierwiastków chemicznych					Liczba p^+	Liczba e^-	Liczba e^- na kolejnych powłokach, licząc od jądra (konfiguracja elektronowa)	Liczba powłok elektronowych	Liczba e^- walencyjnych
Nazwa pierwiastka chemicznego	Symbol chemiczny	Numer grupy	Numer okresu	Liczba atomowa Z					
wodór	H	1	1	1	1	1	K^1	1	1
fosfor	P	15	3	15	15	15	$K^2L^8M^5$	3	5
gal	Ga	13	4	31	31	31	$K^2L^8M^{18}N^3$	4	3

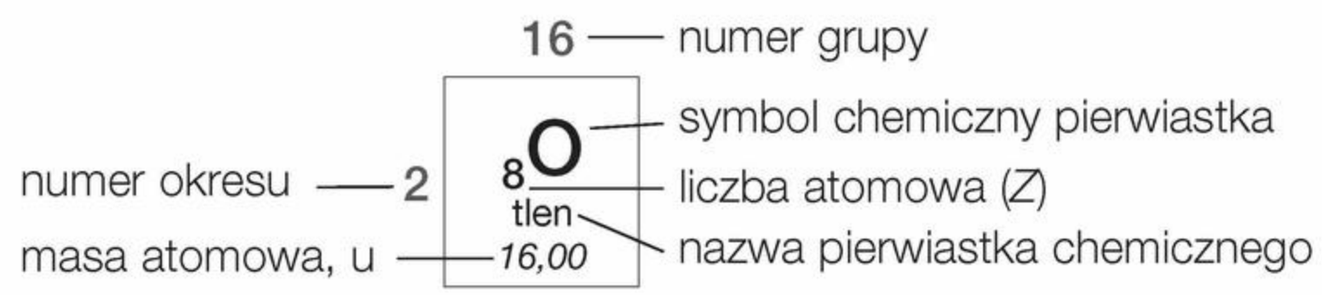
Przykład 13

Jak odczytywać informacje z układu okresowego?

Krok 1

Znajdź położenie pierwiastka chemicznego w układzie okresowym.

Na podstawie położenia tlenu w układzie okresowym podaj wszystkie informacje na temat budowy jego atomu i narysuj uproszczony model tego atomu.



Krok 2

Odczytaj liczbę atomową Z i na jej podstawie **ustal** liczbę protonów.

liczba atomowa Z = 8
liczba atomowa Z = liczba p^+, dlatego
liczba **p^+ = 8**

Krok 3

Ustal liczbę wszystkich elektronów.

liczba atomowa Z = liczba p^+,
w atomie liczba p^+ = liczba e^-, dlatego
liczba **e^- = 8**

Krok 4

Ustal liczbę elektronów walencyjnych.

liczba elektronów walencyjnych dla grup 13.–18. = numer grupy – 10
numer grupy = 16
16 – 10 = 6, dlatego
liczba **e^- walencyjnych = 6**

Krok 5

Odczytaj numer okresu i **określ** liczbę powłok elektronowych oraz ich symbole.

numer okresu = 2
numer okresu = liczba powłok elektronowych
liczba **powłok elektronowych = 2**
Dwie powłoki znajdujące się najbliżej jądra atomowego są oznaczone symbolami: ***K*** i ***L***.

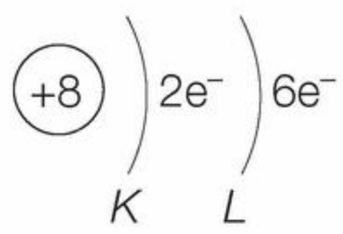
Krok 6

Zapisz konfigurację elektronową **i narysuj** uproszczony model atomu.

Pierwszą powłokę (K) tworzą maksymalnie $2e^-$, drugą powłokę – powłokę walencyjną – tworzą pozostałe elektrony (elektrony walencyjne).

Konfiguracja elektronowa:
K^2L^6

Uproszczony model atomu:



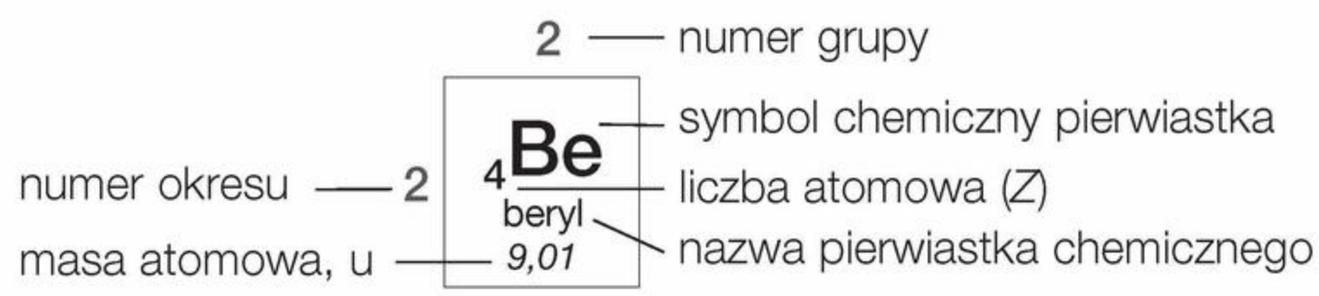
Przykład 14

Jakie informacje można odczytać z układu okresowego na temat atomu berylu?

Krok 1

Znajdź położenie berylu w układzie okresowym.

Na podstawie położenia berylu w układzie okresowym podaj informacje na temat budowy jego atomu i narysuj uproszczony model tego atomu.



Krok 2

Ustal liczbę protonów i elektronów.

liczba atomowa $Z = 4$
liczba atomowa Z = liczba p^+, a liczba p^+ = liczba e^-

liczba $\mathbf{p^+ = 4}$
liczba $\mathbf{e^- = 4}$

Krok 3

Ustal liczbę elektronów walencyjnych.

liczba elektronów walencyjnych dla grup 1. i 2. = numer grupy
numer grupy = 2

Liczba elektronów walencyjnych w atomie berylu wynosi **2**.

Krok 4

Określ liczbę powłok elektronowych.

numer okresu = 2
numer okresu = liczba powłok elektronowych

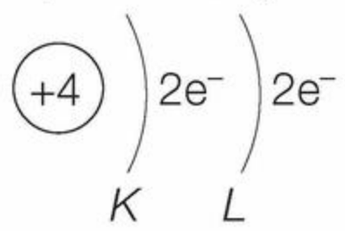
Liczba powłok elektronowych w atomie berylu wynosi **2**.

Krok 5

Zapisz konfigurację elektronową **i narysuj** uproszczony model atomu.

Konfiguracja elektronowa:
K^2L^2

Uproszczony model atomu:



Dla dociekliwych

Maksymalną liczbę elektronów danej powłoki można obliczyć, stosując wyrażenie: $\mathbf{2n^2}$, gdzie n to kolejny numer powłoki, licząc od jądra.

Pierwszą powłokę elektronową – *K*, $n = 1$ stanowią maksymalnie 2 elektrony, gdyż $2n^2 = 2 \cdot 1^2 = 2$.

Drugą powłokę elektronową – *L*, $n = 2$ stanowi maksymalnie 8 elektronów, gdyż $2n^2 = 2 \cdot 2^2 = 8$.

Trzecią powłokę elektronową – *M*, $n = 3$ stanowi maksymalnie 18 elektronów, gdyż $2n^2 = 2 \cdot 3^2 = 18$.

Czwartą powłokę elektronową – *N*, $n = 4$ stanowią maksymalnie 32 elektrony, gdyż $2n^2 = 2 \cdot 4^2 = 32$.

Piątą powłokę elektronową – *O*, $n = 5$ stanowi maksymalnie 50 elektronów, gdyż $2n^2 = 2 \cdot 5^2 = 50$.

Szóstą powłokę elektronową – *P*, $n = 6$ stanowią maksymalnie 72 elektrony, gdyż $2n^2 = 2 \cdot 6^2 = 72$.

Siódmą powłokę elektronową – *Q*, $n = 7$ stanowi maksymalnie 98 elektronów, gdyż $2n^2 = 2 \cdot 7^2 = 98$.

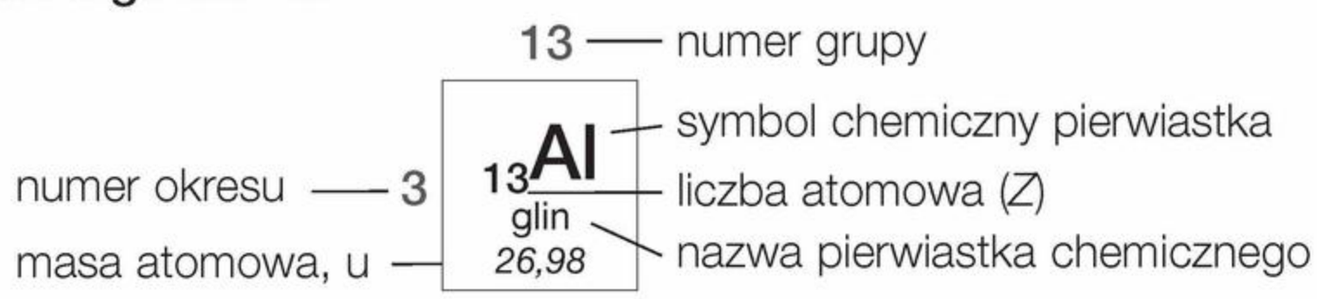
Przykład 15

Jakie informacje można odczytać z układu okresowego na temat atomu glinu?

Krok 1

Znajdź położenie glinu w układzie okresowym.

Na podstawie położenia glinu w układzie okresowym podaj informacje na temat budowy jego atomu i narysuj uproszczony model tego atomu.



Krok 2

Ustal liczbę protonów i elektronów.

liczba atomowa Z = 13
liczba atomowa Z = liczba p^+, a liczba p^+ = liczba e^-

liczba **p^+ = 13**
liczba **e^- = 13**

Krok 3

Ustal liczbę elektronów walencyjnych.

liczba elektronów walencyjnych dla grup 13.–18. = numer grupy – 10
numer grupy = 13
liczba elektronów walencyjnych = 13 – 10

Liczba elektronów walencyjnych w atomie glinu wynosi **3**.

Krok 4

Określ liczbę powłok elektronowych.

numer okresu = 3
numer okresu = liczba powłok elektronowych

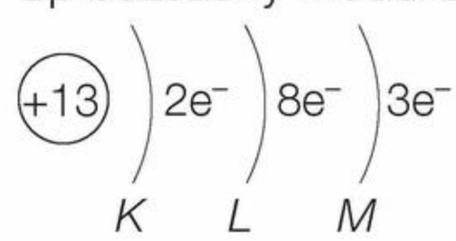
Liczba powłok elektronowych w atomie glinu wynosi **3**.

Krok 5

Zapisz konfigurację elektronową **i narysuj** uproszczony model atomu.

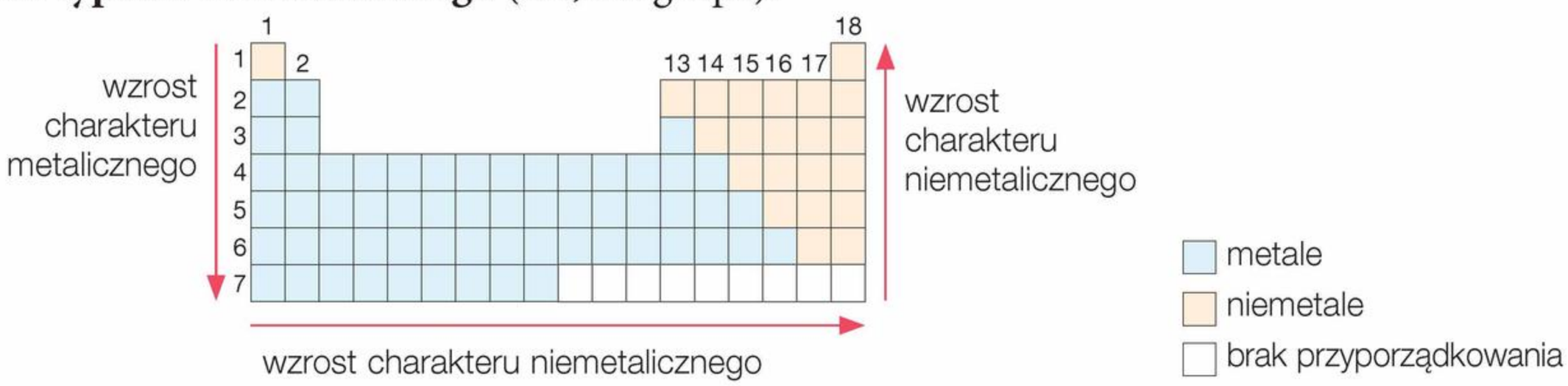
Konfiguracja elektronowa:
$K^2L^8M^3$

Uproszczony model atomu:



Jak zmienia się w układzie okresowym charakter chemiczny pierwiastków?

W miarę zwiększania się numeru grupy **charakter chemiczny pierwiastków** zmienia się **od typowo metalicznego** (1., 2. grupa) **do typowo niemetalicznego** (17., 18. grupa).



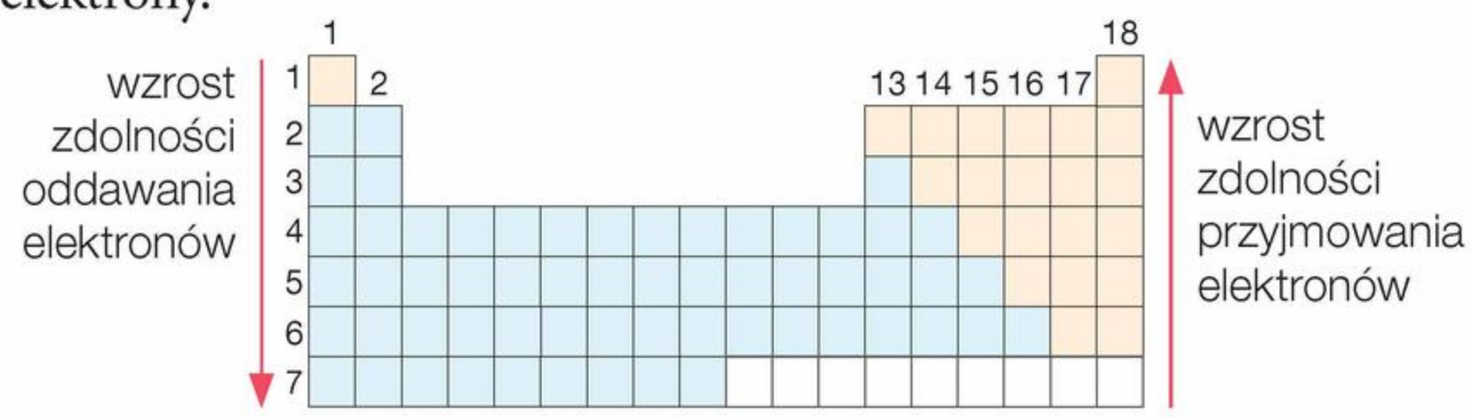
Jak zmieniają się w układzie okresowym liczby powłok elektronowych i elektronów walencyjnych?

Wraz ze zwiększaniem się liczby atomowej *Z* w grupach 1., 2. i 13.–18. (czyli z góry układu okresowego na dół) **liczba powłok elektronowych** zwiększa się. Dla wspomnianych grup **liczba elektronów walencyjnych** zwiększa się w okresie w miarę zwiększania się numeru grupy (czyli od lewej strony do prawej w układzie okresowym).

Jak zmienia się w układzie okresowym zdolność przyjmowania i oddawania elektronów?

W miarę zwiększania się numeru okresu w grupie (czyli z góry układu okresowego na dół):

- **zdolność oddawania elektronów** przez atomy metali zwiększa się, ponieważ im bardziej powłoka walencyjna jest oddalona od jądra atomowego, tym łatwiej metal oddaje elektrony,
- **zdolność przyjmowania elektronów** przez atomy niemetali zmniejsza się, ponieważ im dalej od jądra atomowego niemetalu znajduje się jego powłoka walencyjna, tym trudniej przyjmuje on elektrony.



Dla dociekliwych

Lantanowce i aktynowce należą do 3. grupy układu okresowego pierwiastków chemicznych. Najczęściej używanym układem okresowym jest jednak ten, w którym lantanowce i aktynowce są wydzielone z 6. i 7. okresu jako osobny blok (zobacz – układ okresowy zamieszczony na końcu podręcznika).

	1	2	3														4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	$_{1}H$																														$_{2}He$
2	$_{3}Li$	$_{4}Be$																								$_{5}B$	$_{6}C$	$_{7}N$	$_{8}O$	$_{9}F$	$_{10}Ne$
3	$_{11}Na$	$_{12}Mg$																								$_{13}Al$	$_{14}Si$	$_{15}P$	$_{16}S$	$_{17}Cl$	$_{18}Ar$
4	$_{19}K$	$_{20}Ca$	$_{21}Sc$														$_{22}Ti$	$_{23}V$	$_{24}Cr$	$_{25}Mn$	$_{26}Fe$	$_{27}Co$	$_{28}Ni$	$_{29}Cu$	$_{30}Zn$	$_{31}Ga$	$_{32}Ge$	$_{33}As$	$_{34}Se$	$_{35}Br$	$_{36}Kr$
5	$_{37}Rb$	$_{38}Sr$	$_{39}Y$														$_{40}Zr$	$_{41}Nb$	$_{42}Mo$	$_{43}Tc$	$_{44}Ru$	$_{45}Rh$	$_{46}Pd$	$_{47}Ag$	$_{48}Cd$	$_{49}In$	$_{50}Sn$	$_{51}Sb$	$_{52}Te$	$_{53}I$	$_{54}Xe$
6	$_{55}Cs$	$_{56}Ba$	$_{57}La$	$_{58}Ce$	$_{59}Pr$	$_{60}Nd$	$_{61}Pm$	$_{62}Sm$	$_{63}Eu$	$_{64}Gd$	$_{65}Tb$	$_{66}Dy$	$_{67}Ho$	$_{68}Er$	$_{69}Tm$	$_{70}Yb$	$_{71}Lu$	$_{72}Hf$	$_{73}Ta$	$_{74}W$	$_{75}Re$	$_{76}Os$	$_{77}Ir$	$_{78}Pt$	$_{79}Au$	$_{80}Hg$	$_{81}Tl$	$_{82}Pb$	$_{83}Bi$	$_{84}Po$	$_{85}At$	$_{86}Rn$
7	$_{87}Fr$	$_{88}Ra$	$_{89}Ac$	$_{90}Th$	$_{91}Pa$	$_{92}U$	$_{93}Np$	$_{94}Pu$	$_{95}Am$	$_{96}Cm$	$_{97}Bk$	$_{98}Cf$	$_{99}Es$	$_{100}Fm$	$_{101}Md$	$_{102}No$	$_{103}Lr$	$_{104}Rf$	$_{105}Db$	$_{106}Sg$	$_{107}Bh$	$_{108}Hs$	$_{109}Mt$	$_{110}Ds$	$_{111}Rg$	$_{112}Cn$	$_{113}Nh$	$_{114}Fl$	$_{115}Mc$	$_{116}Lv$	$_{117}Ts$	$_{118}Og$

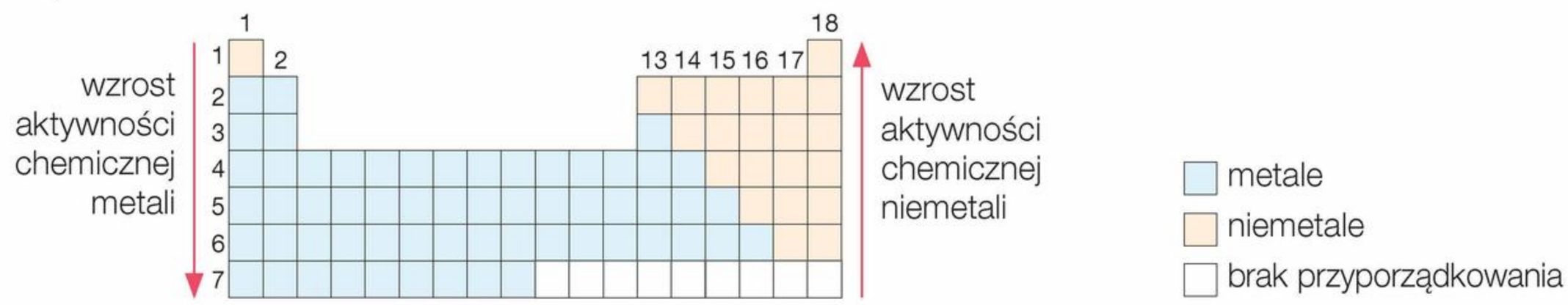
Co to jest aktywność chemiczna?

Aktywność chemiczna to **zdolność** atomów danego pierwiastka chemicznego **do oddziaływania** z innymi atomami lub cząsteczkami.

Jak zmienia się w układzie okresowym aktywność chemiczna pierwiastków?

Aktywność chemiczna metali (głównie 1. i 2. grupy) zwiększa się w grupach wraz ze zwiększaniem się liczby atomowej *Z* pierwiastków chemicznych.

Z kolei **aktywność chemiczna niemetali** (głównie fluorowców) zwiększa się w grupach wraz ze zmniejszaniem się liczby atomowej *Z*.

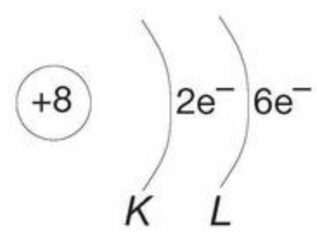


Najbardziej aktywnymi metalami są pierwiastki 1. grupy (z wyjątkiem wodoru, który jest niemetalem), a najbardziej aktywnymi niemetalami są pierwiastki 17. grupy.

Rozwiąż zadania w zeszycie

1. **Na podstawie położenia pierwiastków chemicznych w układzie okresowym podaj wszystkie informacje na ich temat i narysuj uproszczony model atomu każdego z nich.**
   a) neon; **b)** selen; **c)** wapń

2. **Na podstawie podanych informacji zidentyfikuj pierwiastki chemiczne.**
   a) uproszczony model atomu tego pierwiastka:



   b) atom tego pierwiastka ma w jądrze 16 protonów; **c)** pierwiastek znajduje się w 3. okresie, a jego atom ma 3 elektrony walencyjne; **d)** pierwiastek znajduje się w 17. grupie, a jego atom ma 5 powłok elektronowych; **e)** atom tego pierwiastka ma 3 powłoki elektronowe i 1 elektron walencyjny; **f)** pierwiastek znajduje się w 15. grupie i 4. okresie; **g)** atom tego pierwiastka ma następującą konfigurację elektronową: $K^2L^8M^8N^1$

3. **Wiedząc, jak zmieniają się właściwości pierwiastków chemicznych grup 1., 2. oraz 13.–18., podaj nazwę:**
   a) najbardziej aktywnego metalu; **b)** najbardziej aktywnego niemetalu; **c)** najbardziej aktywnego metalu 2. grupy; **d)** pierwiastka 13. grupy o charakterze niemetalicznym; **e)** najbardziej aktywnego metalu w 3. okresie; **f)** najbardziej aktywnego niemetalu w 2. okresie.

Podsumowanie

Jak jest zbudowana materia?

Materia ma budowę ziarnistą, składa się z maleńkich cząstek, będących w ciągłym ruchu. Dowodem na to jest m.in. zjawisko **dyfuzji**, czyli samorzutne wnikanie cząstek jednej substancji między cząstki drugiej substancji, gdy są one w bezpośrednim kontakcie ze sobą.

dyfuzja

Co to jest atom?

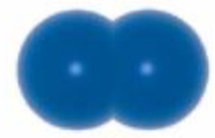
Atom to najmniejsza część pierwiastka zachowująca jego właściwości chemiczne.

Co to jest cząsteczka?

Cząsteczka to układ złożony z połączonych ze sobą atomów.

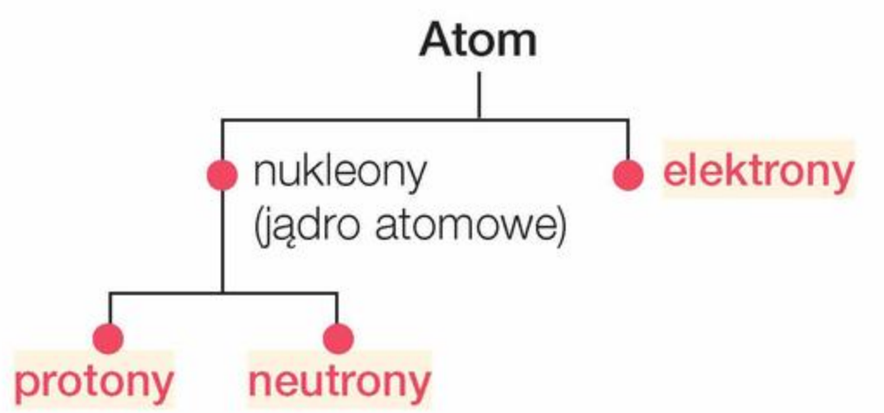
Modele:

atomu azotu

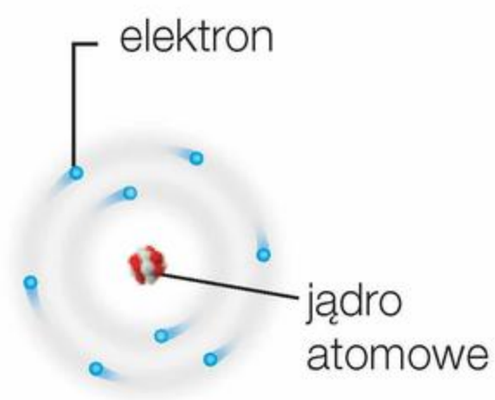


cząsteczki azotu

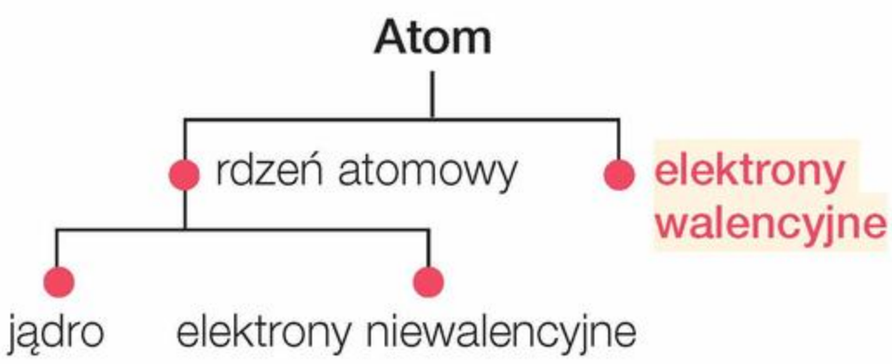
Jak jest zbudowany atom?



	⊕ proton, p^+	○ neutron, n^0	⊖ elektron, e^-
masa	1 u	1 u	$\frac{1}{1840}$ u
elementarny ładunek elektryczny	+1	brak	−1



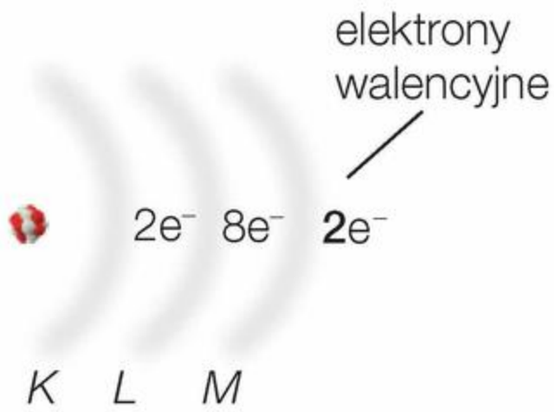
model atomu tlenu



Co to są elektrony walencyjne?

Dla pierwiastków z grup 1., 2., 13.–18. układu okresowego elektrony w ostatniej powłoce elektronowej to elektrony walencyjne.

Elektrony walencyjne biorą udział w tworzeniu wiązań i decydują o właściwościach chemicznych pierwiastka.



uproszczony model atomu magnezu

Jakie informacje o atomie można podać, znając liczby masową i atomową?

liczba masowa — $^{A}_{Z}E$ — symbol chemiczny pierwiastka
liczba atomowa

liczba masowa A = liczba p^+ + liczba n^0

liczba atomowa Z = liczba p^+ = liczba e^-

Co to są izotopy?

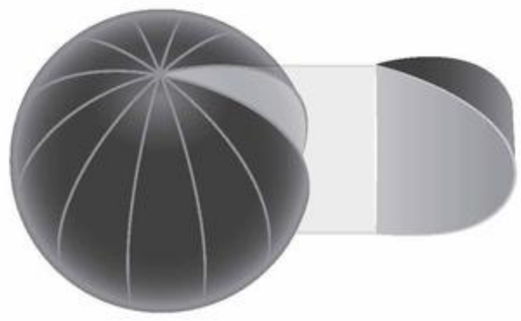
Izotopy to atomy tego samego pierwiastka chemicznego różniące się liczbą neutronów w jądrze.

Co jest jednostką masy atomowej?

Jednostka masy atomowej to unit (u).

$1\ u = 0{,}166 \cdot 10^{-23}\ g$

Jednostka masy atomowej



1 u odpowiada $\frac{1}{12}$ masy atomu izotopu węgla ^{12}C

Co to jest masa atomowa?

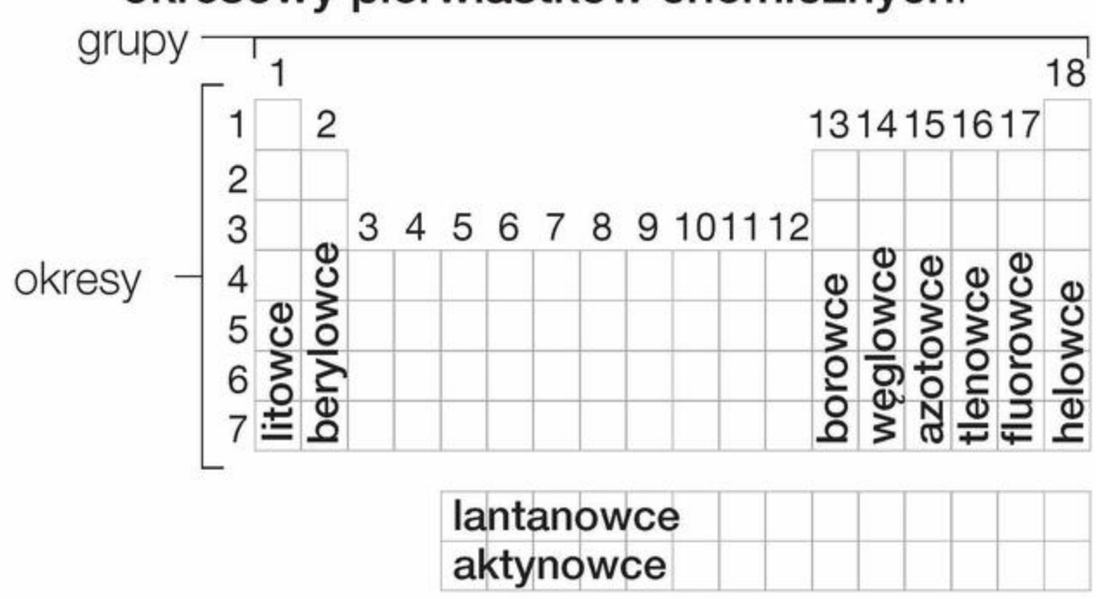
Masa atomowa jest to **średnia masa atomu** pierwiastka chemicznego, uwzględniająca zawartość procentową jego izotopów naturalnych, wyrażona w jednostkach masy atomowej (u).

Co to jest masa cząsteczkowa?

Masa cząsteczkowa to suma mas atomowych wszystkich atomów pierwiastków chemicznych tworzących cząsteczkę, wyrażona w jednostkach masy atomowej (u).

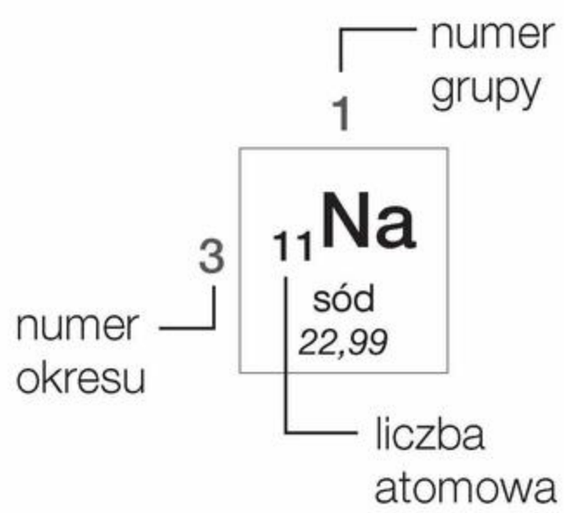
Jak jest zbudowany układ okresowy pierwiastków chemicznych?

Pierwiastki chemiczne uporządkowane według zwiększającej się liczby atomowej tworzą **układ okresowy pierwiastków chemicznych**.



Jakie informacje o budowie atomu pierwiastka chemicznego można odczytać z układu okresowego?

- W pierwiastkach chemicznych grup 1. i 2. **liczba elektronów walencyjnych** w atomie pierwiastka jest równa numerowi grupy.
- W pierwiastkach chemicznych grup 13.–18. liczba elektronów walencyjnych w atomie pierwiastka jest równa numerowi grupy pomniejszonemu o 10.
- **Liczba powłok elektronowych** jest równa numerowi okresu.



Jak zmieniają się właściwości pierwiastków chemicznych w zależności od ich położenia w układzie okresowym?

W miarę **zwiększania się numeru okresu** w układzie okresowym pierwiastków **zwiększa się**:
- liczba powłok elektronowych w atomach,
- charakter metaliczny pierwiastków,
- aktywność chemiczna metali,
- zdolność oddawania elektronów.

W miarę **zwiększania się numeru grupy** w układzie okresowym pierwiastków **zwiększa się**:
- charakter niemetaliczny pierwiastków,
- liczba elektronów walencyjnych w atomach (dla pierwiastków grup 1. i 2. oraz 13.–18.).

Sprawdź, czy wiesz i umiesz...

Rozwiąż zadania w zeszycie

1. Podaj liczbę i rodzaj atomów, z których składają się związki chemiczne o podanych wzorach.

a) H_2SO_4
b) Na_2S
c) $2CaSO_3$
d) $3NH_3$
e) $2Mg(OH)_2$
f) $2N_2O_3$
g) $3SO_3$
h) $4AlF_3$
i) $2CO_2$

2. Oblicz masy cząsteczkowe substancji o podanych wzorach.

a) SO_3
b) HNO_2
c) $Ca_3(PO_4)_2$
d) K_2CO_3
e) $Mg(OH)_2$
f) $Fe(OH)_3$
g) $Al_2(SO_4)_3$
h) $Ni(NO_3)_3$
i) CH_3COOH

3. Oblicz masę cząsteczkową azotu N_2, a następnie ustal symbol chemiczny i nazwę pierwiastka, którego masa atomowa:

a) ma taką samą wartość jak masa cząsteczkowa N_2;
b) jest dwa razy większa od masy cząsteczkowej N_2;
c) jest cztery razy mniejsza od masy cząsteczkowej N_2.

4. Ustal wzór sumaryczny związku chemicznego, którego cząsteczkę tworzą 2 atomy pierwiastka chemicznego o łącznej masie 54 u i 3 atomy pierwiastka chemicznego o łącznej masie 48 u.

5. Podaj nazwy pierwiastków chemicznych oznaczonych literą *E* we wzorach związków chemicznych o podanych masach cząsteczkowych. Napisz wzory sumaryczne tych związków chemicznych.

a) $m_{EO_2} = 64$ u
b) $m_{K_2EO_4} = 174$ u
c) $m_{H_4E_2O_7} = 178$ u

6. Ustal liczbę protonów, elektronów i neutronów w atomach pierwiastków o podanych symbolach chemicznych.

a) $^{26}_{12}Mg$
b) $^{36}_{16}S$
c) $^{37}_{17}Cl$
d) $^{84}_{36}Kr$
e) $^{209}_{82}Pb$
f) $^{130}_{56}Ba$

7. Wskaż poprawne uzupełnienie zdania (A–B) oraz jego uzasadnienie (I–II).

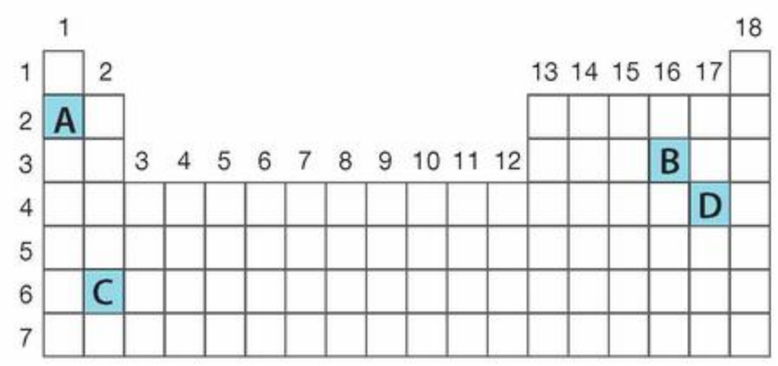
Atom glinu ma

A.	3 elektrony walencyjne,	ponieważ liczba elektronów walencyjnych dla grupy, w której leży glin, jest równa	**I.**	numerowi grupy.
B.	13 elektronów walencyjnych,		**II.**	numerowi grupy minus 10.

8. Wskaż zestaw, który zawiera izotopy tego samego pierwiastka.

a) $^{64}_{59}E$, $^{64}_{65}E$
b) $^{24}_{12}E$, $^{25}_{12}E$
c) $^{113}_{48}E$, $^{113}_{49}E$
d) $^{14}_{6}E$, $^{14}_{7}E$

9. Opisz pierwiastki chemiczne oznaczone literami A–D.



a) symbol chemiczny i nazwa
b) numer grupy
c) numer okresu
d) liczba atomowa
e) liczba protonów w jądrze
f) liczba elektronów
g) liczba powłok elektronowych
h) liczba elektronów walencyjnych
i) konfiguracja elektronowa
j) charakter chemiczny

Łączenie się atomów. Równania reakcji chemicznych

4

20. Wiązanie kowalencyjne

Cele lekcji: Poznanie pojęć: **wiązanie chemiczne**, **wiązanie kowalencyjne**, **elektroujemność**. Poznanie mechanizmu powstawania wiązania kowalencyjnego. Określanie, w jakich związkach chemicznych występują wiązania kowalencyjne.

21. Wiązanie jonowe

Cele lekcji: Poznanie pojęć: **jon**, **kation**, **anion**, **wiązanie jonowe**. Poznanie mechanizmu powstawania wiązania jonowego. Określanie, w jakich związkach chemicznych występują wiązania jonowe.

22. Wpływ rodzaju wiązania na właściwości związku chemicznego

Cele lekcji: Poznanie wpływu rodzaju wiązania na właściwości związku chemicznego. Porównanie właściwości związków kowalencyjnych i jonowych.

23. Znaczenie wartościowości pierwiastków chemicznych przy ustalaniu wzorów i nazw związków chemicznych

Cele lekcji: Poznanie pojęć: **wartościowość**, **indeks stechiometryczny**, **współczynnik stechiometryczny**. Odczytywanie z układu okresowego wartościowości pierwiastków chemicznych grup 1.–2. i 13.–18. Ćwiczenie umiejętności określania wartościowości i pisania wzorów oraz nazw związków chemicznych.

24. Prawo stałości składu związku chemicznego

Cele lekcji: Poznanie prawa stałości składu związku chemicznego. Wykonywanie obliczeń z zastosowaniem tego prawa.

25. Równania reakcji chemicznych

Cele lekcji: Zapisywanie, uzgadnianie i interpretowanie równań reakcji chemicznych.

26. Prawo zachowania masy

Cele lekcji: Poznanie prawa zachowania masy i doświadczalne wykazanie jego słuszności. Wykonywanie prostych obliczeń z zastosowaniem prawa zachowania masy.

27. Obliczenia stechiometryczne

Cele lekcji: Odczytywanie informacji ilościowych z równań reakcji chemicznych. Wyznaczanie stosunku masowego substratów w reakcjach chemicznych. Wykonywanie obliczeń stechiometrycznych.

20 Wiązanie kowalencyjne

Fot. 75. Połączone dłonie symbolizują wiązania chemiczne.

Atomy pierwiastków chemicznych mogą się łączyć ze sobą wiązaniami chemicznymi (fot. 75.) i w efekcie tworzyć cząsteczki (rys. 17.).

Rys. 17. Model powstawania cząsteczki tlenu.

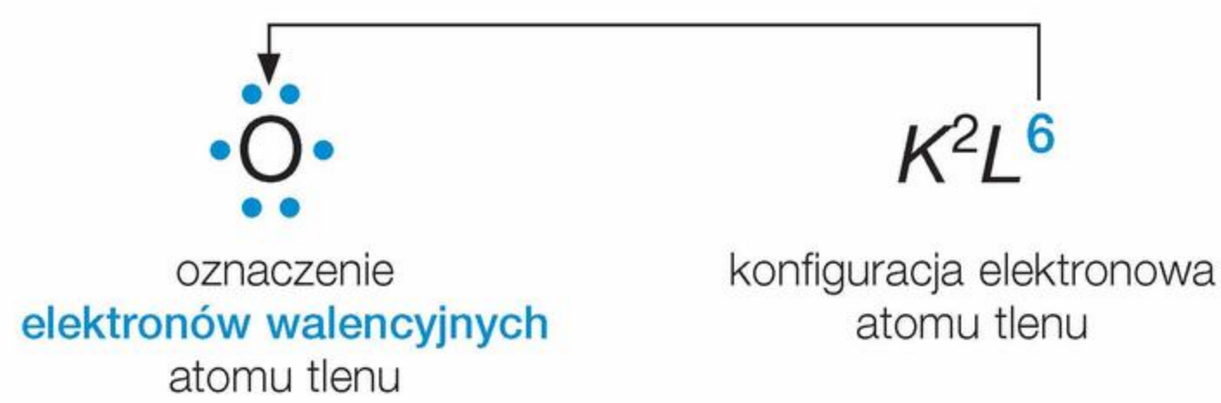
Co to jest wiązanie chemiczne?

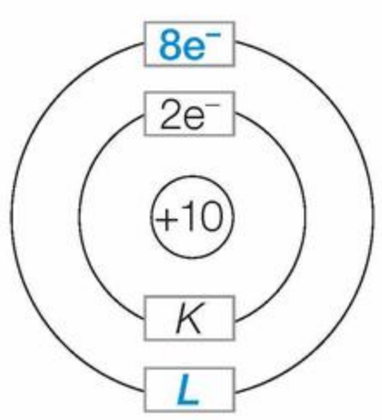
Wiązanie chemiczne to **trwały sposób połączenia atomów pierwiastków chemicznych** dzięki oddziaływaniom elektronów walencyjnych.

Jak powstają wiązania chemiczne?

W tworzeniu wiązań chemicznych biorą udział **elektrony walencyjne**. Dla pierwiastków grup 1. i 2. oraz 13.–18. znajdują się one w ostatniej powłoce elektronowej atomu (powłoce walencyjnej).

Elektrony walencyjne przedstawia się symbolicznie kropkami, np. atom tlenu ma 6 elektronów walencyjnych:





Rys. 18. Model atomu neonu.

Dlaczego atomy łączą się ze sobą?

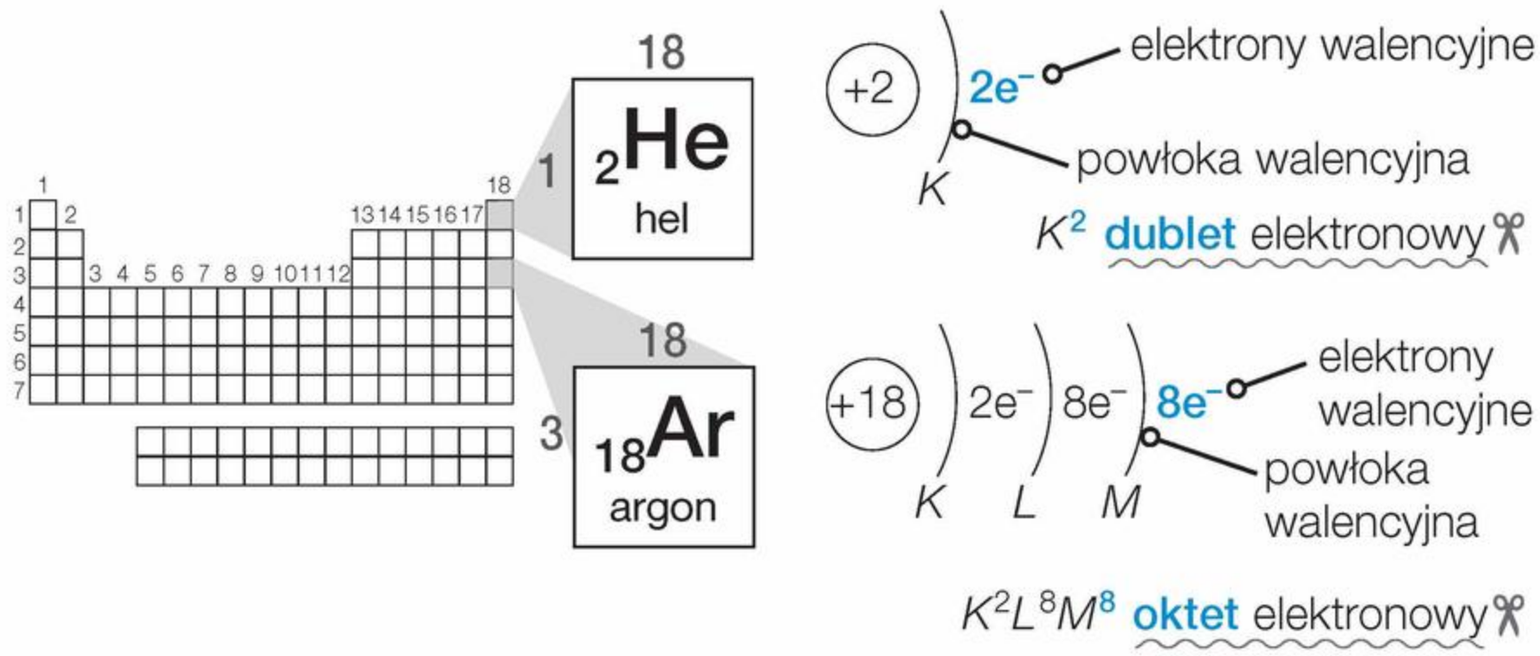
Atomy łączą się ze sobą, ponieważ **dążą do uzyskania konfiguracji elektronowej najbliższego** im w układzie okresowym **gazu szlachetnego**. W powłokach walencyjnych gazów szlachetnych znajduje się maksymalna możliwa liczba elektronów, czyli mają **trwały stan elektronowy**, np. neon (rys. 18.) ma 8 elektronów walencyjnych i nie reaguje z innymi atomami. Jedynie atom helu ma 2 elektrony walencyjne i też nie reaguje z innymi atomami, ponieważ w jego powłoce walencyjnej znajduje się maksymalna dla niego liczba elektronów.

Skojarz i zapamiętaj!

Dublet elektronowy – 2 elektrony w powłoce walencyjnej

Czym są oktet i dublet elektronowy?

Oktet elektronowy to **8 elektronów walencyjnych**, a dublet elektronowy to **2 elektrony walencyjne**.



Skojarz i zapamiętaj!

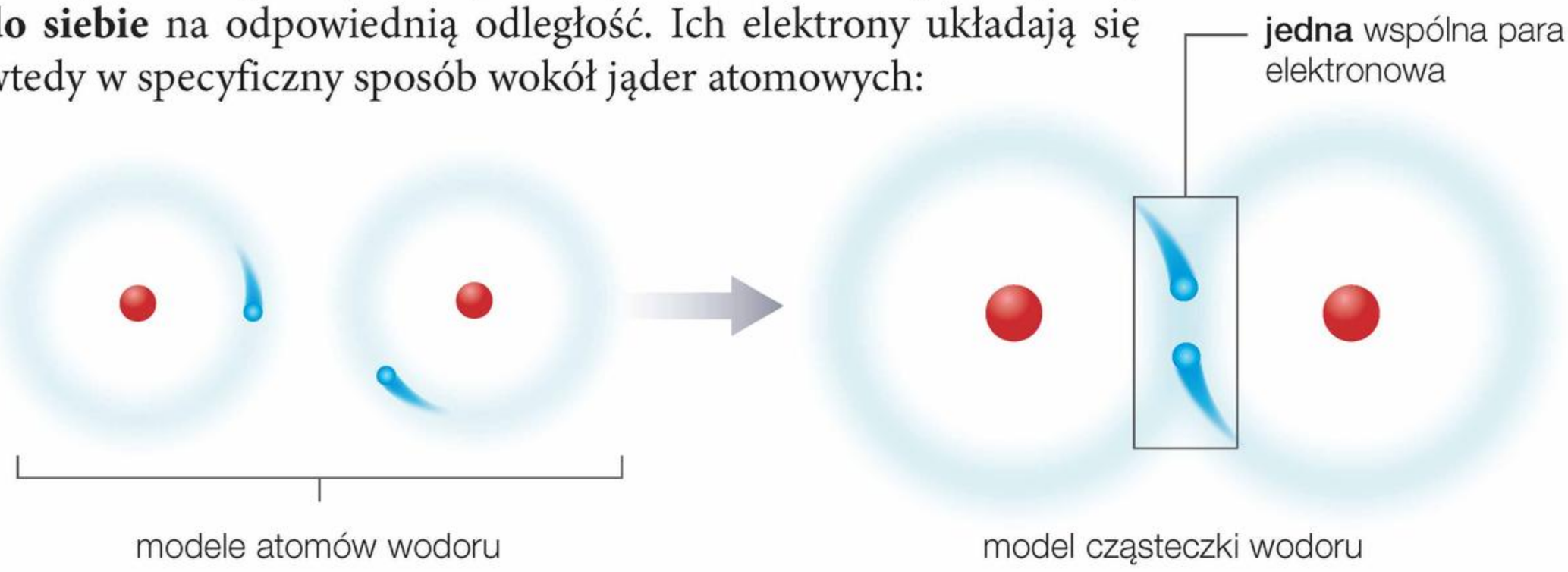
Oktet elektronowy – 8 elektronów w powłoce walencyjnej

W jaki sposób łączą się atomy niemetali?

Atomy niemetali łączą się w cząsteczki **przez uwspólnianie elektronów walencyjnych**. Uzyskują w ten sposób najtrwalsze konfiguracje elektronowe, czyli konfiguracje najbliższych im gazów szlachetnych.

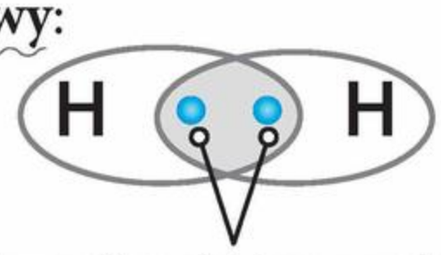
Wodór znajduje się **w 1. grupie układu okresowego** pierwiastków chemicznych, więc każdy atom wodoru ma **1 elektron walencyjny**.

Aby utworzyć cząsteczkę, **atomy wodoru muszą zbliżyć się do siebie** na odpowiednią odległość. Ich elektrony układają się wtedy w specyficzny sposób wokół jąder atomowych:



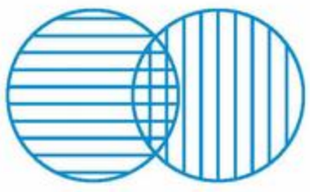
Takie rozmieszczenie ułatwia tworzenie **wspólnej pary elektronowej** (2 elektrony walencyjne):

Atomy wodoru **uwspólniają swoje elektrony walencyjne**. Oznacza to, że każdy atom wodoru ma **2 wspólne elektrony walencyjne**, czyli **dublet elektronowy**:



dublet elektronowy, czyli 2 wspólne elektrony walencyjne dla każdego atomu wodoru

Skojarz i zapamiętaj!



Uwspólniona część należy do każdego z dwóch atomów tworzących cząsteczkę.

Co to jest wiązanie kowalencyjne?

Wiązanie kowalencyjne to wiązanie chemiczne, które polega na łączeniu się atomów pierwiastków chemicznych za pomocą wspólnych par elektronowych.

Wiązanie kowalencyjne utworzone za pomocą **jednej wspólnej pary elektronowej** nazywa się **wiązaniem pojedynczym**.

Jak przedstawia się wiązanie kowalencyjne?

Wiązanie kowalencyjne utworzone przez wspólną parę elektronową można przedstawić **w postaci dwóch kropek lub kreski łączącej atomy**. Wzory, w których pary elektronowe oznaczono kropkami, nazywa się wzorami elektronowymi kropkowymi, a wzory, w których pary elektronowe oznaczono kreskami, nazywa się wzorami elektronowymi kreskowymi. Każda **pojedyncza kreska** symbolizuje 2 elektrony.

Wzory elektronowe: H • • H (kropkowy) H — H (kreskowy)

Skojarz i zapamiętaj!

Wiązanie pojedyncze tworzą **2 elektrony walencyjne**.

Jak zapisywać symbole i wzory chemiczne?

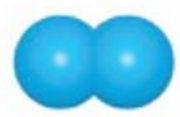
Pierwiastki chemiczne zapisuje się symbolami chemicznymi. Do zapisu cząsteczek stosuje się wzory chemiczne, np.:

H	H_2
symbol chemiczny wodoru	**wzór** dwuatomowej cząsteczki wodoru

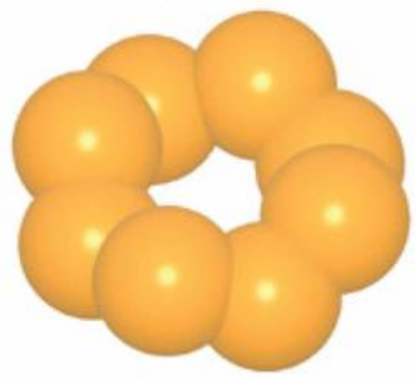
Liczba umieszczona za symbolem chemicznym pierwiastka **w indeksie dolnym** informuje o liczbie atomów pierwiastka chemicznego, które tę cząsteczkę tworzą.

Które pierwiastki chemiczne występują w postaci cząsteczek?

Niektóre pierwiastki chemiczne, jak: **wodór, azot, tlen, fluor, chlor, brom i jod**, występują w przyrodzie w postaci cząsteczek dwuatomowych: H_2, N_2, O_2, F_2, Cl_2, Br_2 i I_2. Inne tworzą cząsteczki wieloatomowe, np. fosfor tworzy cząsteczki czteroatomowe – P_4, a siarka – cząsteczki ośmioatomowe – S_8 (rys. 19.).



model cząsteczki tlenu O_2

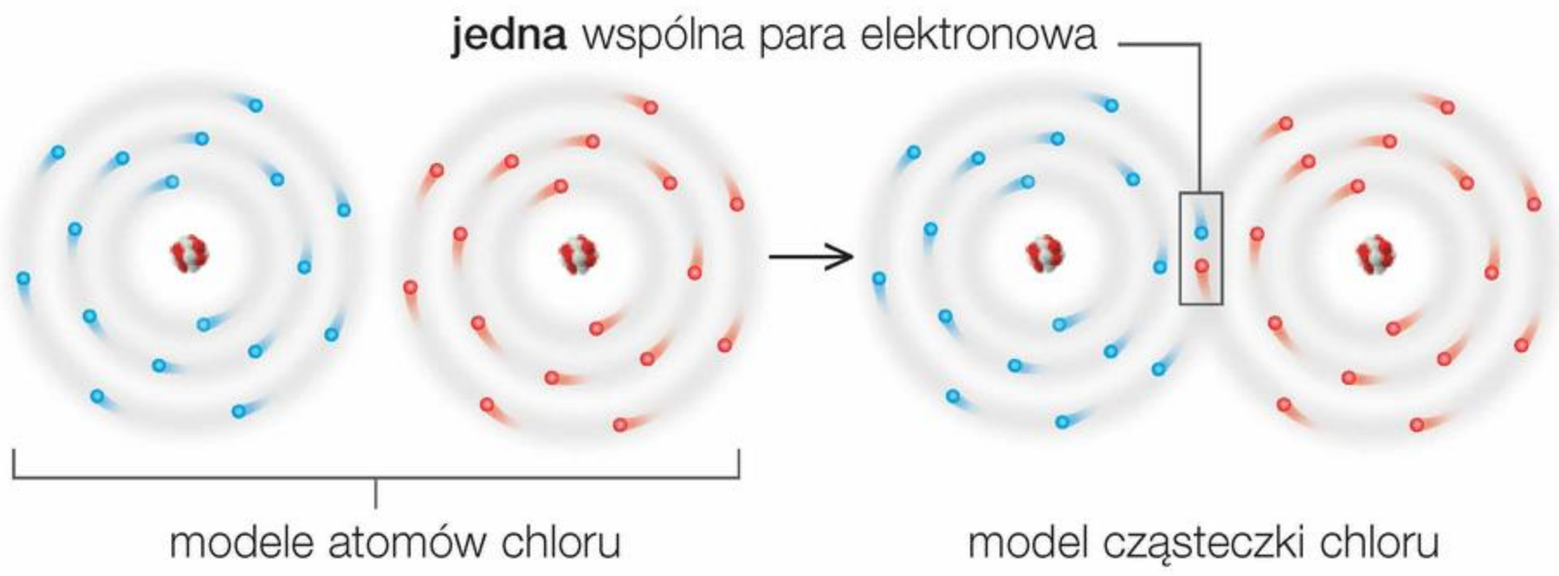


model cząsteczki siarki S_8

Rys. 19. Modele cząsteczek zbudowanych z atomów jednego pierwiastka chemicznego.

Jak powstaje cząsteczka chloru?

Schemat powstawania wiązania pojedynczego:



Przykład 16

Jak łączą się atomy, tworząc cząsteczki?

Krok 1

Określ liczbę elektronów walencyjnych w atomie chloru i oznacz je kropkami.

Przedstaw sposób tworzenia wiązania kowalencyjnego w cząsteczce chloru.

Chlor znajduje się w 17. grupie układu okresowego, więc atom chloru ma 7 elektronów walencyjnych.

Krok 2

Ustal, ilu elektronów walencyjnych brakuje do uzyskania oktetu elektronowego.

Atom chloru ma 7 elektronów walencyjnych, do uzyskania oktetu elektronowego **potrzebuje** więc **1 elektronu**.

Krok 3

Napisz wzór elektronowy i ustal liczbę wspólnych par elektronowych.

• • elektrony do uwspólnienia — jedna wspólna para elektronowa

— sześć wolnych (niewiążących) par elektronowych

Każdy z atomów chloru ma oktet elektronowy: $2e^-$ ze wspólnej pary elektronowej i $6e^-$ tworzących 3 wolne pary elektronowe – łącznie $8e^-$.

Wiązanie kowalencyjne oznaczone jest kreską. Tworzą je $2e^-$, czyli **1 wspólna para elektronowa**. Powstaje więc **1 wiązanie pojedyncze**.

Krok 4

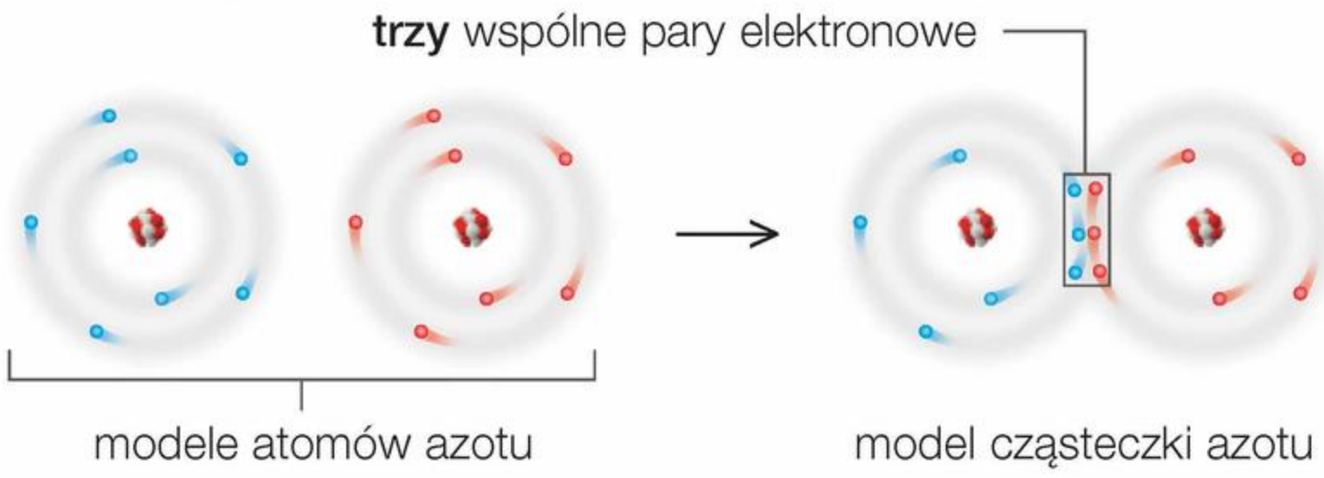
Napisz wzory sumaryczny i strukturalny.

Cl_2 — wzór sumaryczny

Cl—Cl — wzór strukturalny

Jak powstaje cząsteczka azotu?

Schemat powstawania wiązania potrójnego:



Skojarz i zapamiętaj!

Wiązanie potrójne tworzy **6 elektronów walencyjnych**.

Przykład 17

Jak łączą się atomy, tworząc cząsteczki?

Krok 1

Określ liczbę elektronów walencyjnych w atomie azotu.

Przedstaw sposób tworzenia wiązania kowalencyjnego w cząsteczce azotu.

Azot znajduje się w 15. grupie układu okresowego pierwiastków chemicznych, więc atom azotu ma 5 elektronów walencyjnych.

:N•

Krok 2

Ustal, ilu elektronów walencyjnych brakuje do uzyskania oktetu elektronowego.

Atom azotu ma 5 elektronów walencyjnych, do uzyskania oktetu elektronowego **potrzebuje** więc **3 elektronów**.

Krok 3

Napisz wzór elektronowy i ustal liczbę wspólnych par elektronowych.

:N: :N: :N: :N: |N≡N|

• • elektrony do uwspólnienia

— trzy wspólne pary elektronowe

— dwie wolne (niewiążące) pary elektronowe

Między atomami azotu powstają 3 wspólne pary elektronowe. Każdy z atomów azotu uzyskuje więc oktet elektronowy: 6 elektronów tworzących 3 wspólne pary elektronowe i 2 elektrony z wolnej pary elektronowej każdego atomu.

Wiązanie kowalencyjne utworzone za pomocą **3 wspólnych par elektronowych** nazywa się **wiązaniem potrójnym**. W cząsteczce azotu powstaje **1 wiązanie potrójne**.

Krok 4

Napisz wzory sumaryczny i strukturalny.

N_2 — wzór sumaryczny

N≡N — wzór strukturalny

Chemia wokół nas

W cząsteczkach azotu N_2 występują silne (potrójne) wiązania kowalencyjne, które powodują, że ten pierwiastek chemiczny jest trudno przyswajany przez rośliny. Mimo że azot stanowi aż ok. 78% objętości powietrza, przyswajają go jedynie rośliny bobowate (fot. 76.), którym pomagają w tym bakterie żyjące w specjalnych strukturach tych roślin, tzw. brodawkach korzeniowych.

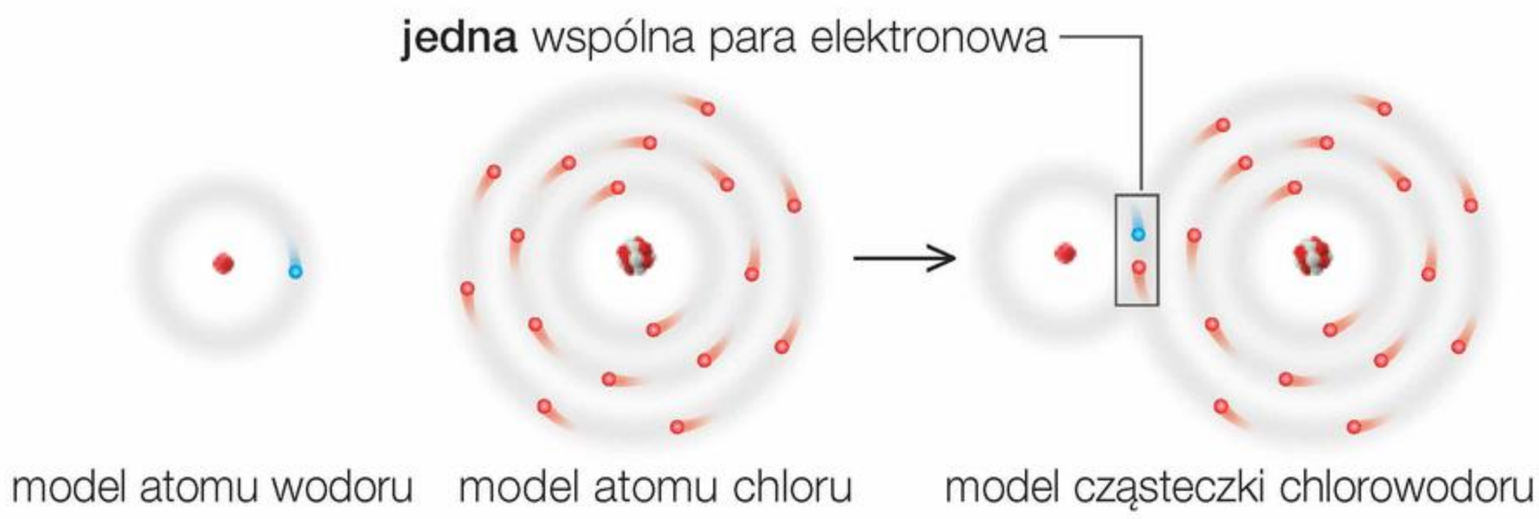
Fot. 76. Przykładem rośliny bobowatej jest koniczyna.

W jaki sposób łączą się atomy dwóch różnych niemetali?

Oprócz cząsteczek zbudowanych z atomów tego samego pierwiastka chemicznego istnieją cząsteczki, które powstają przez połączenie atomów różnych niemetali. Łączą się one również **za pomocą wiązań kowalencyjnych**.

Jak powstaje cząsteczka chlorowodoru?

Schemat powstawania wiązania pojedynczego:



Przykład 18 — Jak łączą się atomy wodoru i chloru?

Krok 1

Określ liczbę elektronów walencyjnych w atomach wodoru i chloru.

Przedstaw sposób tworzenia wiązania kowalencyjnego w cząsteczce chlorowodoru.

Wodór znajduje się w 1. grupie układu okresowego, więc atom wodoru ma 1 elektron walencyjny. H•

Chlor znajduje się w 17. grupie układu okresowego, więc atom chloru ma 7 elektronów walencyjnych. •Cl:

Krok 2

Ustal, ilu elektronów walencyjnych brakuje do uzyskania dubletu lub oktetu elektronowego.

Atom wodoru ma 1 elektron walencyjny, do uzyskania dubletu elektronowego **potrzebuje** więc **1 elektronu**.

Atom chloru ma 7 elektronów walencyjnych, do uzyskania oktetu elektronowego **potrzebuje** więc **1 elektronu**. Atom wodoru i atom chloru uwspólniają po 1 elektronie.

Krok 3

Napisz wzór elektronowy i ustal liczbę wspólnych par elektronowych.

H• •Cl: H ••Cl: H—Cl|

• • elektrony do uwspólnienia

— jedna wspólna para elektronowa

— trzy wolne (niewiążące) pary elektronowe

Między atomem wodoru a atomem chloru powstaje **1 wspólna para elektronowa**. W cząsteczce chlorowodoru powstaje więc **1 wiązanie pojedyncze**.

Krok 4

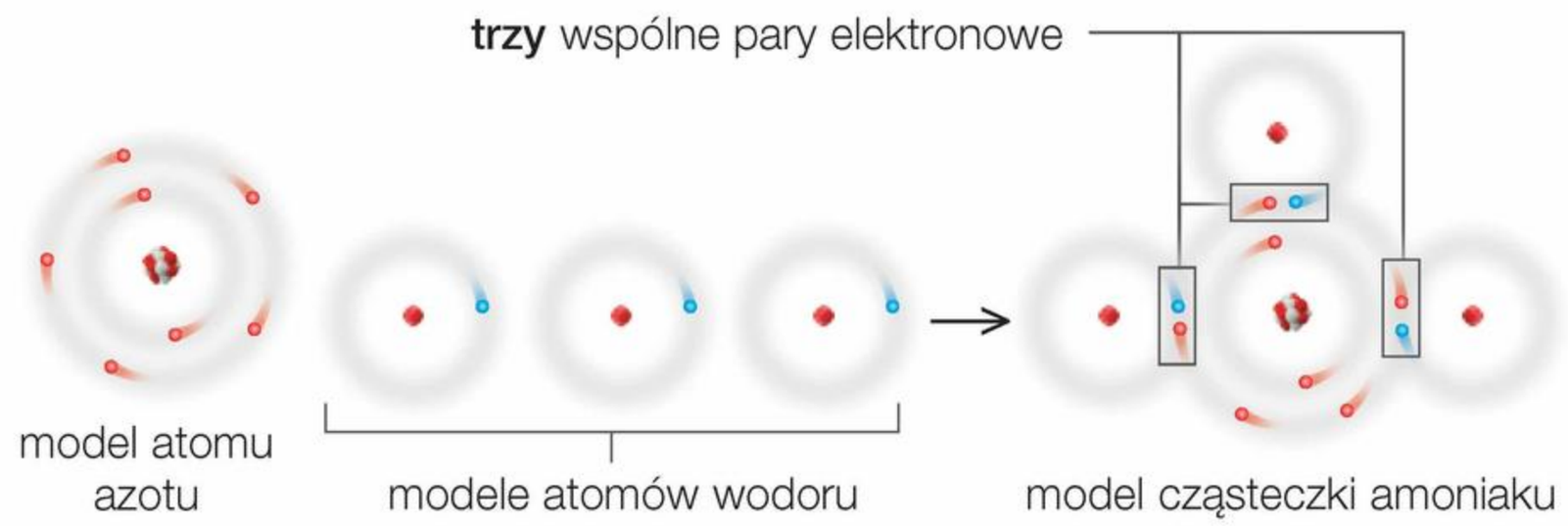
Napisz wzory sumaryczny i strukturalny.

HCl — wzór sumaryczny

H—Cl — wzór strukturalny

Jak powstaje cząsteczka amoniaku?

Schemat powstawania wiązań pojedynczych:



Przykład 19

Jak łączą się atomy wodoru i azotu?

Krok 1

Określ liczbę elektronów walencyjnych w atomach wodoru i azotu.

Przedstaw sposób tworzenia wiązania kowalencyjnego w cząsteczce amoniaku.

Wodór znajduje się w 1. grupie układu okresowego, więc atom wodoru ma 1 elektron walencyjny. H•

Azot znajduje się w 15. grupie układu okresowego, więc atom azotu ma 5 elektronów walencyjnych. :N:

Krok 2

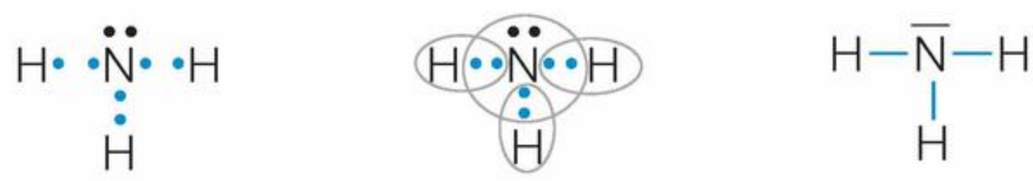
Ustal, ilu elektronów walencyjnych brakuje do uzyskania dubletu lub oktetu elektronowego.

Atom wodoru ma 1 elektron walencyjny, do uzyskania dubletu elektronowego **potrzebuje** więc **1 elektronu**.

Atom azotu ma 5 elektronów walencyjnych, do uzyskania oktetu elektronowego **potrzebuje** więc **3 elektronów**. Trzy atomy wodoru uwspólniają po 1 elektronie z atomem azotu.

Krok 3

Napisz wzór elektronowy i ustal liczbę wspólnych par elektronowych.



• • elektrony do uwspólnienia

— trzy wspólne pary elektronowe

— jedna wolna (niewiążąca) para elektronowa

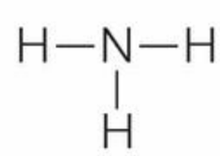
Między atomem azotu a 3 atomami wodoru powstają łącznie **3 wspólne pary elektronowe**. W cząsteczce amoniaku powstają więc **3 wiązania pojedyncze**.

Krok 4

Napisz wzory sumaryczny i strukturalny.

NH_3

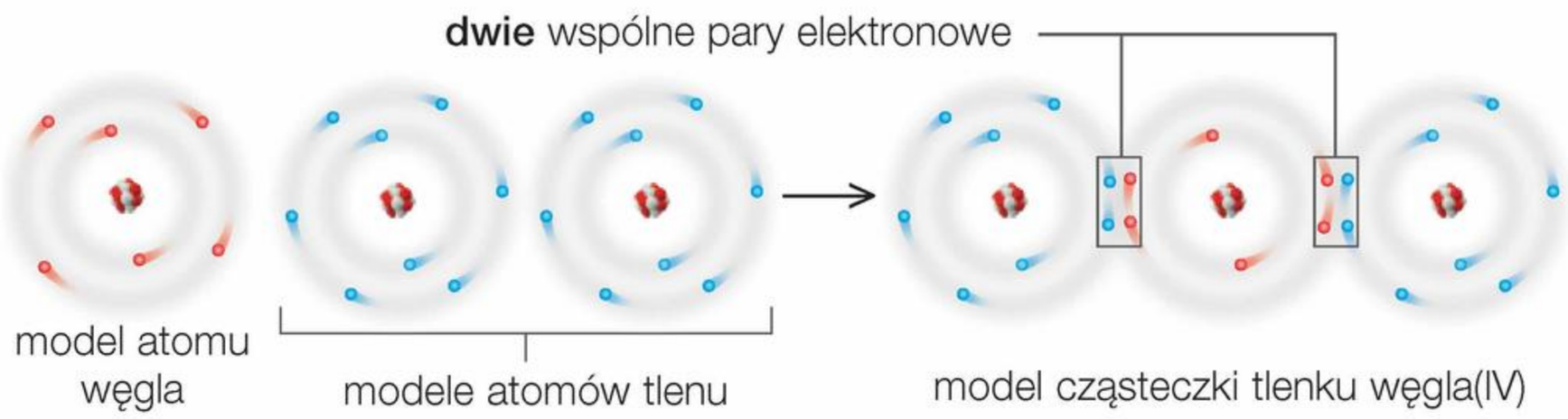
wzór sumaryczny



wzór strukturalny

Jak powstaje cząsteczka tlenku węgla(IV)?

Schemat powstawania wiązań podwójnych:



Przykład 20

Jak łączą się atomy węgla i tlenu w cząsteczce tlenku węgla(IV)?

Krok 1

Określ liczbę elektronów walencyjnych w atomach tlenu i węgla.

Przedstaw sposób tworzenia wiązania kowalencyjnego w cząsteczce tlenku węgla(IV).

Tlen znajduje się w 16. grupie układu okresowego, więc atom tlenu ma 6 elektronów walencyjnych.

Węgiel znajduje się w 14. grupie układu okresowego, więc atom węgla ma 4 elektrony walencyjne.

Krok 2

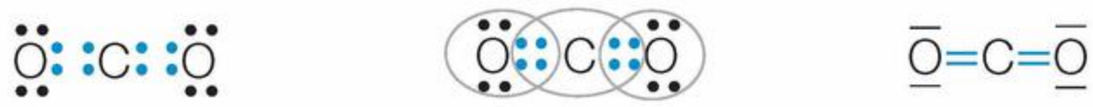
Ustal, ilu elektronów walencyjnych brakuje do uzyskania oktetu elektronowego.

Atom tlenu ma 6 elektronów walencyjnych, do uzyskania oktetu elektronowego **potrzebuje** więc **2 elektronów**.

Atom węgla ma 4 elektrony walencyjne, do uzyskania oktetu elektronowego **potrzebuje** więc **4 elektronów**. Dwa atomy tlenu uwspólniają po 2 elektrony z atomem węgla.

Krok 3

Napisz wzór elektronowy i ustal liczbę wspólnych par elektronowych.



•• elektrony do uwspólnienia

— cztery wspólne pary elektronowe

— cztery wolne (niewiążące) pary elektronowe

Wiązanie kowalencyjne utworzone za pomocą **2 wspólnych par elektronowych** nazywa się **wiązaniem podwójnym**. W cząsteczce tlenku węgla(IV) powstają więc **2 wiązania podwójne**.

Krok 4

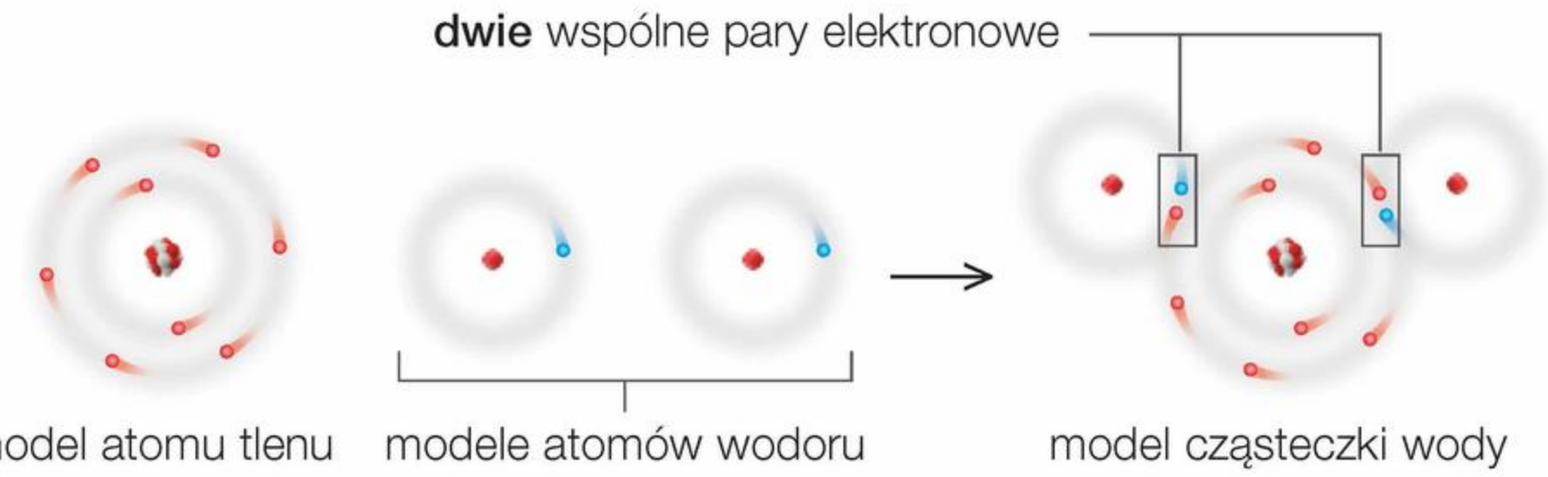
Napisz wzory sumaryczny i strukturalny.

CO_2 — wzór sumaryczny

O=C=O — wzór strukturalny

Jak powstaje cząsteczka wody?

Schemat powstawania wiązań pojedynczych:



Przykład 21

Jak łączą się atomy wodoru i tlenu w cząsteczce wody?

Krok 1

Określ liczbę elektronów walencyjnych w atomach wodoru i tlenu.

Przedstaw sposób tworzenia wiązania kowalencyjnego w cząsteczce wody.

Wodór znajduje się w 1. grupie układu okresowego, więc atom wodoru ma 1 elektron walencyjny. H•

Tlen znajduje się w 16. grupie układu okresowego, więc atom tlenu ma 6 elektronów walencyjnych.

Krok 2

Ustal, ilu elektronów walencyjnych brakuje do uzyskania dubletu lub oktetu elektronowego.

Atom wodoru ma 1 elektron walencyjny, do uzyskania dubletu elektronowego **potrzebuje** więc **1 elektronu**.

Atom tlenu ma 6 elektronów walencyjnych, do uzyskania oktetu elektronowego **potrzebuje** więc **2 elektronów**. Uwspólnia je z 2 atomami wodoru.

Krok 3

Napisz wzór elektronowy i ustal liczbę wspólnych par elektronowych.

•• elektrony do uwspólnienia

— dwie wspólne pary elektronowe

— dwie wolne (niewiążące) pary elektronowe

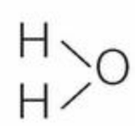
Między atomem tlenu a 2 atomami wodoru powstają łącznie **2 wspólne pary elektronowe**. W cząsteczce wody powstają więc **2 wiązania pojedyncze**.

Krok 4

Napisz wzory sumaryczny i strukturalny.

H_2O

wzór sumaryczny

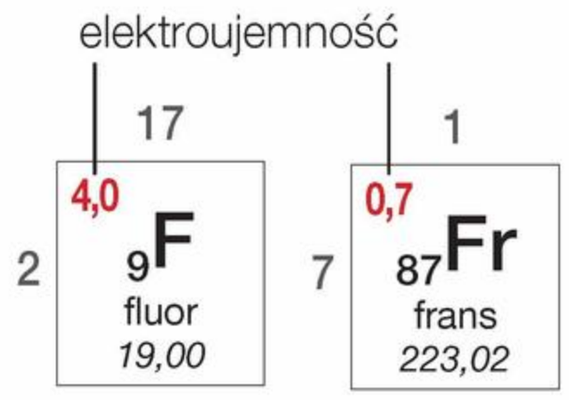


wzór strukturalny

Co to jest elektroujemność pierwiastka chemicznego?

Elektroujemność jest to **zdolność atomu danego pierwiastka chemicznego do przyciągania elektronów tworzących wiązanie chemiczne**. Podaje się ją w liczbach od 0,7 do 4, według skali opracowanej przez Linusa C. Paulinga. Wartość elektroujemności można odczytać z układu okresowego pierwiastków chemicznych.

- **Największą elektroujemność** (4) ma niemetal – fluor, którego atomy **najsilniej przyciągają elektrony**.
- **Najmniejszą elektroujemność** (0,7) ma metal – frans. Atomy tego pierwiastka **najsłabiej przyciągają elektrony** i łatwo oddają je innym atomom.



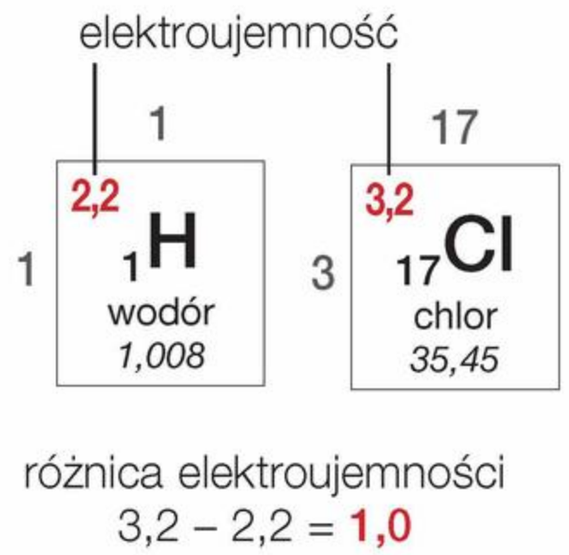
Jak elektroujemność wpływa na rodzaj wiązania?

Rodzaj powstającego wiązania chemicznego zależy od różnicy elektroujemności pierwiastków chemicznych, które są nim połączone. **W wiązaniu kowalencyjnym** różnica elektroujemności pierwiastków tworzących wiązanie **jest mniejsza od 1,7**.

Jak obliczyć różnicę elektroujemności?

Aby obliczyć różnicę elektroujemności, **należy odjąć elektroujemność pierwiastka chemicznego o niższej elektroujemności od elektroujemności drugiego pierwiastka chemicznego** tworzącego wiązanie. Na przykład różnica elektroujemności w cząsteczce wodoru wynosi 0, bo 2,2 – 2,2 = 0.

W cząsteczkach, które powstały z atomów tych samych pierwiastków chemicznych, wspólna para elektronowa znajduje się w takiej samej odległości od obydwu atomów.



Kiedy powstaje wiązanie kowalencyjne spolaryzowane?

Wiązanie kowalencyjne spolaryzowane powstaje **między atomami różnych pierwiastków chemicznych** (najczęściej niemetali). W takich cząsteczkach wspólna para elektronowa jest przesunięta w stronę atomu o wyższej elektroujemności (tabela 10.).

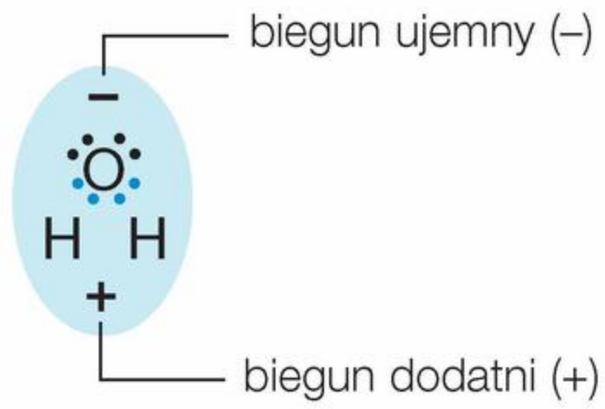
Tabela 10. Przesunięcie wspólnej pary elektronowej w cząsteczkach chlorowodoru HCl, amoniaku NH_3, tlenku węgla(IV) CO_2, wody H_2O i metanu CH_4

Wzór elektronowy i nazwa związku chemicznego	H :Cl: chlorowodór	H :N: H, H amoniak	O :: C :: O tlenek węgla(IV)	H :O: H woda	H, H :C: H, H metan
Elektroujemność	H = 2,2 **Cl = 3,2**	H = 2,2 **N = 3,0**	C = 2,6 **O = 3,4**	H = 2,2 **O = 3,4**	H = 2,2 **C = 2,6**

Czym jest polaryzacja wiązania chemicznego?

Polaryzacja wiązania chemicznego to **zjawisko przesuwania się wspólnej pary elektronowej w stronę jednego z atomów**, wynikające z różnicy elektroujemności atomów pierwiastków chemicznych (tabela 10., s. 115).

Na przykład w cząsteczce wody wspólne pary elektronowe są przesunięte w stronę atomu tlenu. W wyniku ich przesunięcia wytwarzają się dwa bieguny – biegun dodatni i ujemny (rys. 20.).



Rys. 20. Model cząsteczki wody.

Zapamiętaj!

Wiązanie chemiczne – trwały sposób połączenia atomów pierwiastków chemicznych dzięki oddziaływaniom elektronów walencyjnych.

Oktet elektronowy – 8 elektronów walencyjnych.

Dublet elektronowy – 2 elektrony walencyjne.

Elektroujemność – zdolność atomu pierwiastka chemicznego do przyciągania elektronów tworzących wiązanie chemiczne.

Wiązanie kowalencyjne – wiązanie chemiczne, które polega na łączeniu się atomów za pomocą wspólnych par elektronowych. Różnica elektroujemności atomów pierwiastków tworzących wiązanie kowalencyjne jest mniejsza od 1,7.

Rozwiąż zadania w zeszycie

1. Określ położenie: fluoru, siarki i bromu w układzie okresowym, a następnie wykonaj polecenia.
   a) **Napisz konfiguracje elektronowe** atomów tych pierwiastków.
   b) **Podaj liczby elektronów walencyjnych** potrzebnych do uzyskania przez atomy konfiguracji elektronowej najbliższego gazu szlachetnego. **Napisz symbole chemiczne tych gazów szlachetnych.**

2. **Oceń prawdziwość podanych zdań.**
   A. Elektroujemność to zdolność atomu pierwiastka chemicznego do przyciągania elektronów tworzących wiązanie chemiczne.
   B. Oktet elektronowy tworzą 2 elektrony walencyjne.
   C. Atomy łączą się ze sobą, ponieważ dążą do uzyskania konfiguracji elektronowej najbliższego gazu szlachetnego.
   D. Atomy niemetali łączą się w cząsteczki przez uwspólnianie elektronów walencyjnych.
   E. Niską elektroujemność wykazują pierwiastki niemetaliczne, a wysoką – metale.

3. **Przedstaw sposób tworzenia wiązania chemicznego w cząsteczkach:** a) F_2; b) HBr; c) O_2; d) H_2S; e) CH_4.
   Na podstawie różnicy elektroujemności ustal typ powstałego wiązania chemicznego.

Dla dociekliwych

4. **Wyjaśnij, co oznaczają pojęcia *dipol* i *cząsteczka polarna*.** Na podstawie budowy cząsteczki HI (jodowodór) **określ, czy jest ona dipolem. Odpowiedź uzasadnij.**

21 Wiązanie jonowe

Większość związków chemicznych powstających w wyniku połączenia metalu i niemetalu **nie jest zbudowana z cząsteczek** – występują w postaci **kryształów zbudowanych z jonów**. Przykładami takich substancji są sól kuchenna (chlorek sodu) oraz sól wykorzystywana m.in. do posypywania zimą dróg i chodników – chlorek wapnia (fot. 77.).

Chlorek sodu tworzą dwa pierwiastki chemiczne: **metal** – sód oraz **niemetal** – chlor.

Fot. 77. Chlorek wapnia ułatwia topnienie lodu.

Co to są jony?

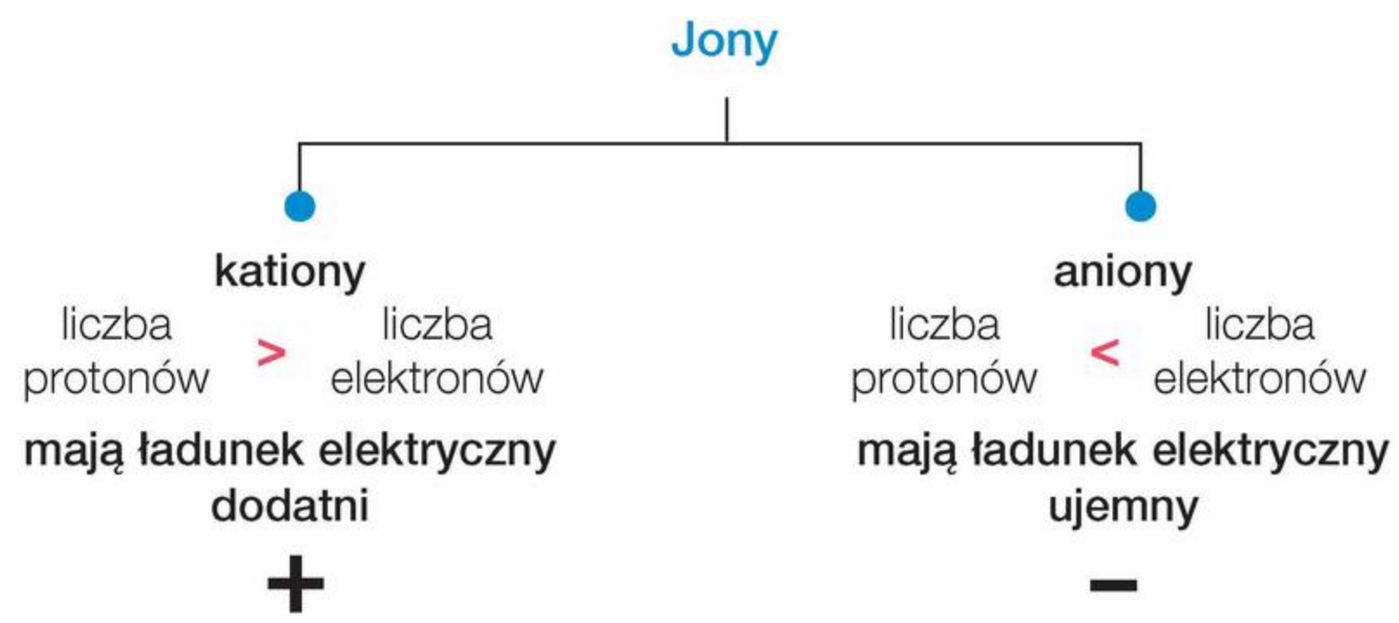
Jon to drobina (atom lub grupa atomów) mająca ładunek elektryczny dodatni lub ujemny.

Atomy pierwiastków chemicznych są **elektrycznie obojętne**. To znaczy, że liczba protonów w ich jądrach atomowych jest równa liczbie elektronów w powłokach elektronowych. W **jonach** liczba protonów różni się od liczby elektronów.

Atomy	Jony
liczba protonów = liczba elektronów	liczba protonów ≠ liczba elektronów
elektrycznie obojętne	**mają ładunek elektryczny**

Jakie są rodzaje jonów?

Jony obdarzone ładunkiem elektrycznym dodatnim to **kationy**, a obdarzone ładunkiem elektrycznym ujemnym to **aniony**:



Jak powstają jony?

Jony powstają z atomów **przez oddawanie lub pobieranie elektronów**. Liczba oddanych elektronów przez jeden atom w danym związku chemicznym jest równa liczbie pobranych elektronów przez drugi atom. Atomy metalu i niemetalu, tworząc związek chemiczny, dążą do uzyskania dubletu lub oktetu elektronowego.

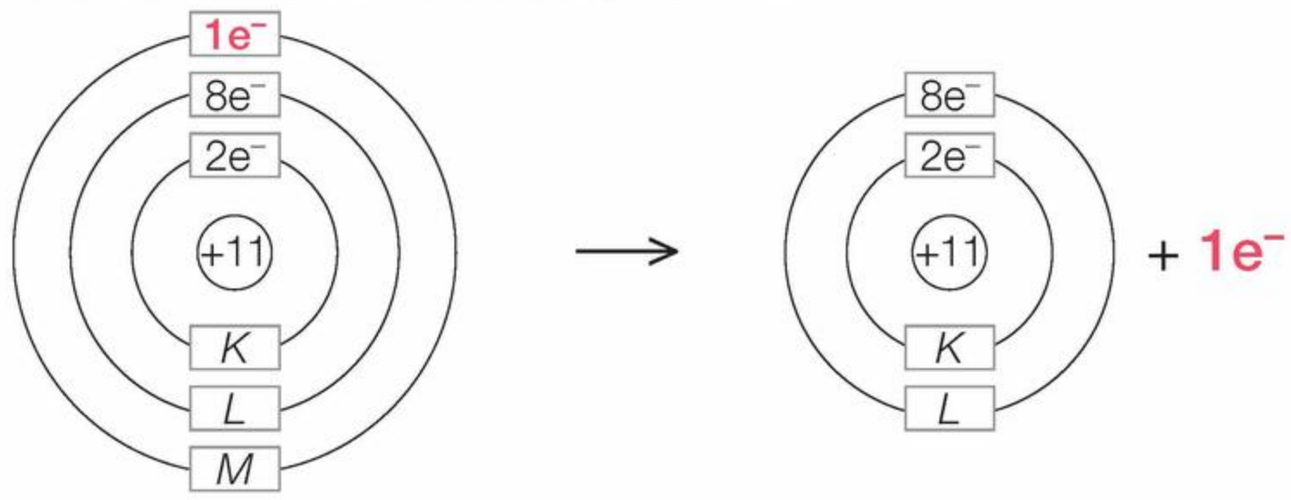
Jak powstają kationy?

Kationy powstają wtedy, gdy **atomy oddają elektrony**, np. atom Na.

Sód znajduje się **w 1. grupie układu okresowego** pierwiastków chemicznych, zatem atom sodu ma **1 elektron walencyjny**, który **oddaje**, aby uzyskać oktet elektronowy:

Symbol atomu lub wzór jonu	Liczba	
	e^-	p^+
Na	11	11
Na^+	10	11
Ne	10	10

dla kationów:
liczba e^- < liczba p^+



Na

konfiguracja elektronowa atomu sodu: $K^2L^8M^1$

Na^+

konfiguracja elektronowa kationu sodu (atomu gazu szlachetnego – neonu): K^2L^8

$$\underset{\text{atom sodu}}{Na} \longrightarrow \underset{\text{kation sodu}}{Na^+} + \underset{\text{elektron}}{1e^-}$$

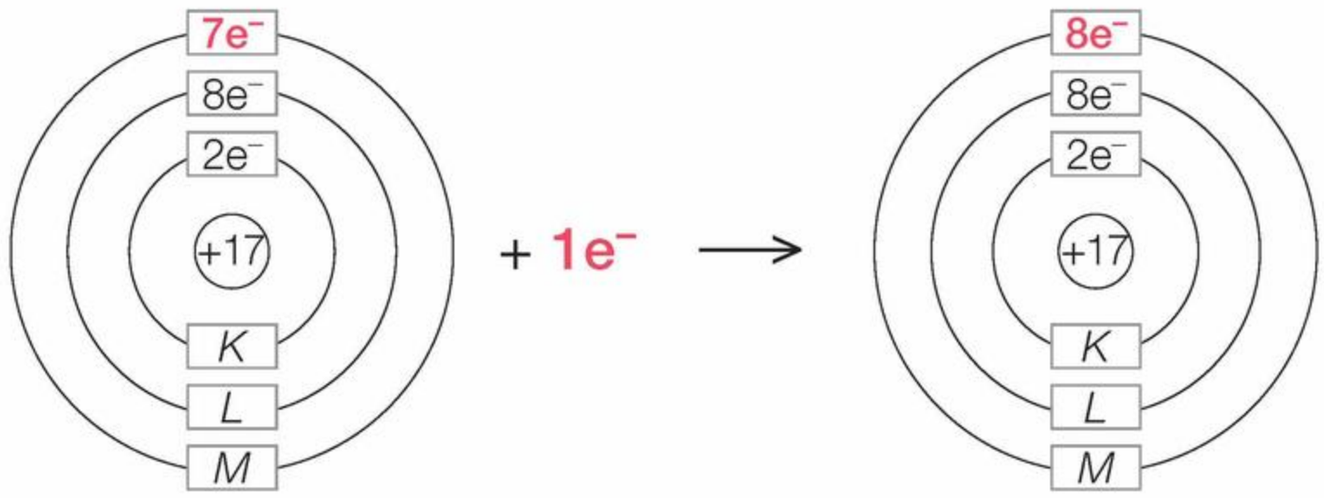
Jak powstają aniony?

Aniony powstają wówczas, gdy **atomy przyjmują elektrony**, np. atom Cl.

Chlor znajduje się **w 17. grupie układu okresowego** pierwiastków chemicznych, zatem atom chloru ma **7 elektronów walencyjnych** (17 – 10 = 7) i aby uzyskać oktet elektronowy, **przyjmuje 1 elektron**:

Symbol atomu lub wzór jonu	Liczba	
	e^-	p^+
Cl	17	17
Cl^-	18	17
Ar	18	18

dla anionów:
liczba e^- > liczba p^+



Cl

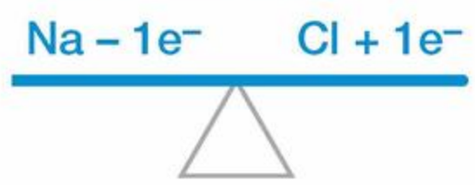
konfiguracja elektronowa atomu chloru: $K^2L^8M^7$

Cl^-

konfiguracja elektronowa anionu chlorkowego (atomu gazu szlachetnego – argonu): $K^2L^8M^8$

$$\underset{\text{atom chloru}}{Cl} + \underset{\text{elektron}}{1e^-} \longrightarrow \underset{\text{anion chlorkowy}}{Cl^-}$$

Skojarz i zapamiętaj!



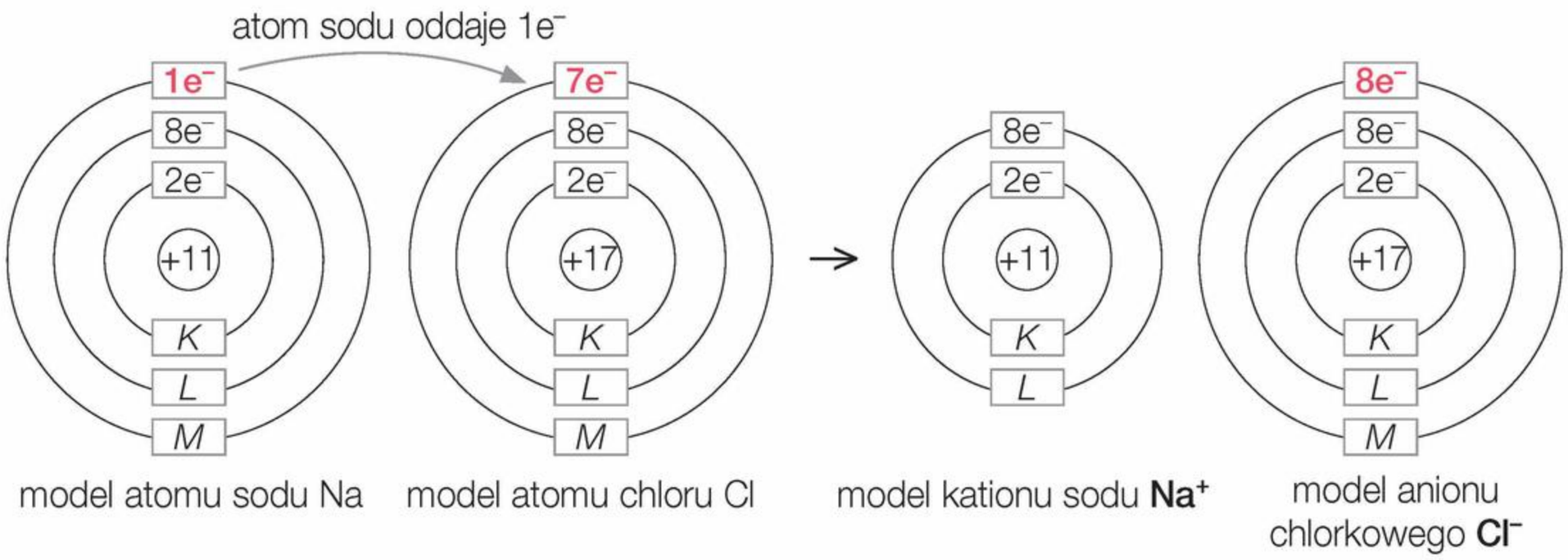
Liczba elektronów **oddanych** i **pobranych** jest zawsze taka sama.

Jak powstaje wiązanie jonowe?

Wiązanie jonowe to wiązanie chemiczne, które powstaje w wyniku przyciągania elektrostatycznego między kationami a anionami.

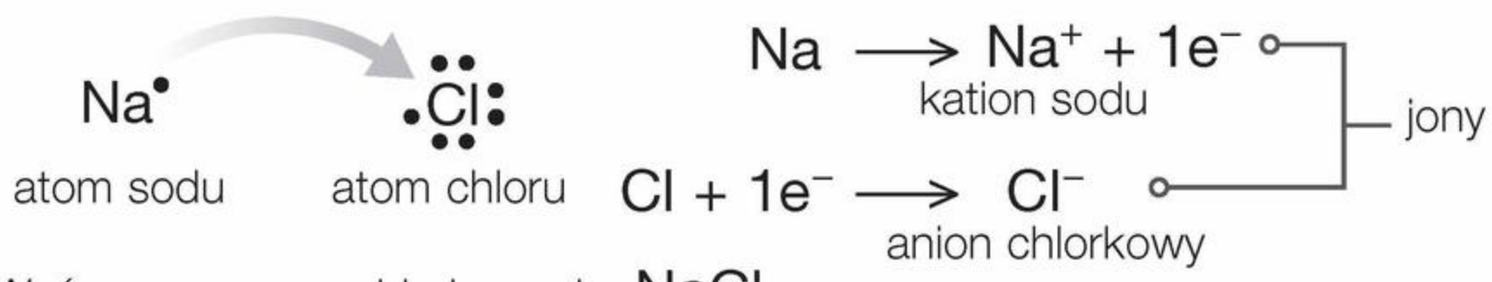
Kationy metali i aniony niemetali przyciągają się elektrostatycznie, tworząc wiązanie chemiczne. Powstaje wówczas mocne wiązanie

chemiczne nazywane wiązaniem jonowym. **Atom sodu oddaje atomowi chloru 1 elektron walencyjny**, w ten sposób każdy z nich uzyskuje 8 elektronów w ostatniej powłoce:



model atomu sodu Na — model atomu chloru Cl — model kationu sodu **Na^+** — model anionu chlorkowego **Cl^-**

Jak zapisać schemat powstawania wiązania jonowego?

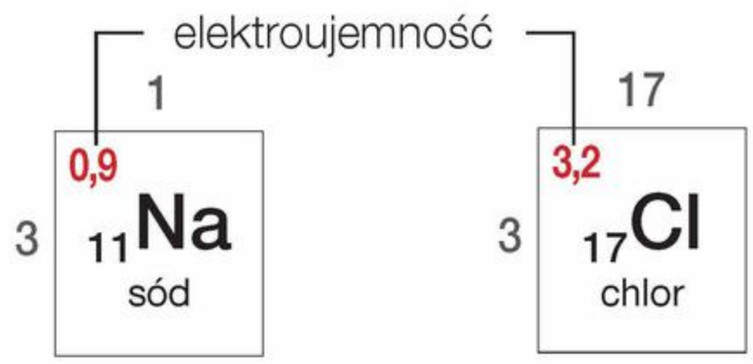


Wzór sumaryczny chlorku sodu: **NaCl**

(!) Liczba elektronów oddanych przez jeden atom musi być taka sama jak liczba elektronów pobranych przez drugi atom.

Kiedy powstaje wiązanie jonowe?

Wiązanie jonowe powstaje wtedy, gdy **różnica elektroujemności** atomów pierwiastków tworzących związek chemiczny **wynosi co najmniej 1,7**. Występuje ono najczęściej między pierwiastkami chemicznymi z grup 1. i 2. a pierwiastkami chemicznymi z grup 15.–17. układu okresowego, np. w NaCl:



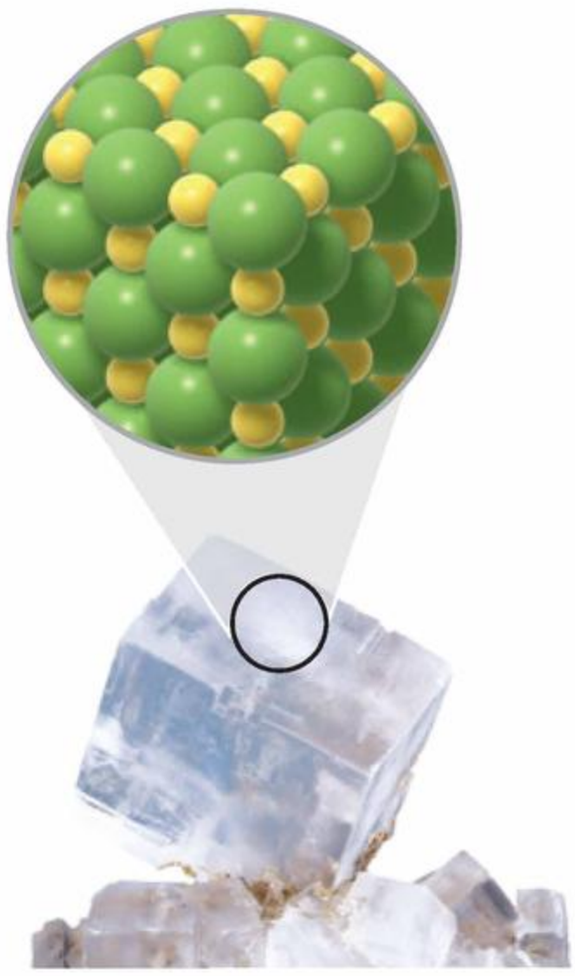
Różnica elektroujemności: 3,2 – 0,9 = 2,3 jest większa od 1,7, a więc powstaje wiązanie jonowe.

Czym są związki jonowe?

Związki jonowe to **związki chemiczne, w których występują wiązania jonowe**. Związki jonowe tworzą kryształy jonowe (fot. 78.). Wiązanie jonowe jest bardzo mocne, ponieważ tworzące je kation i anion przyciągają się elektrostatycznie. **Związki jonowe nie tworzą cząsteczek.**

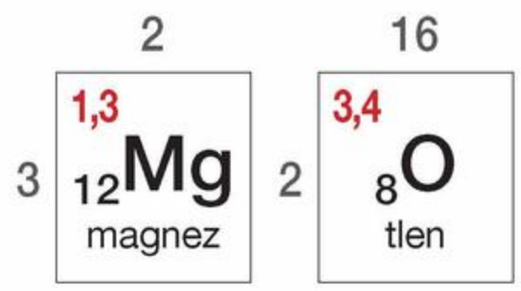
(!) Związków jonowych nie przedstawia się za pomocą wzorów strukturalnych, ponieważ nie tworzą cząsteczek.

model chlorku sodu



Fot. 78. Kryształ chlorku sodu.

Modele:
- anionu chlorkowego Cl^-
- kationu sodu Na^+

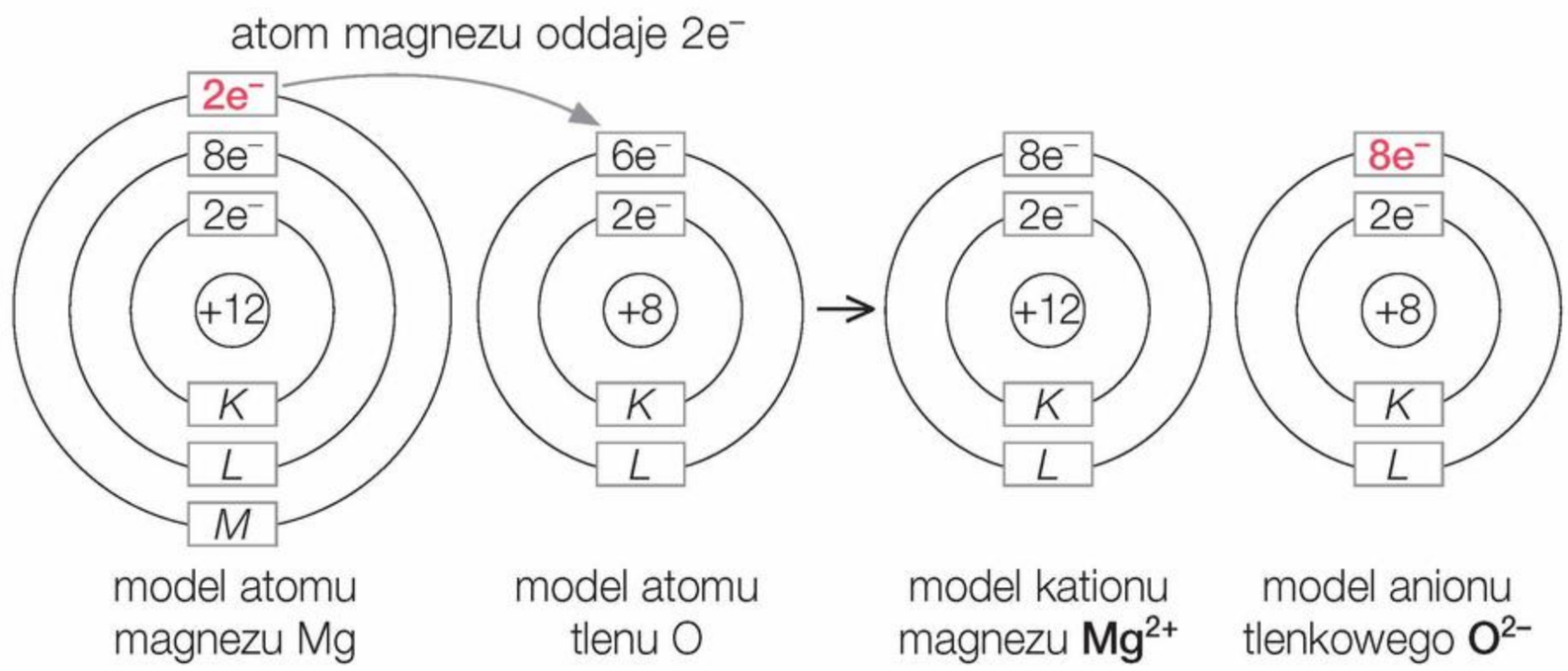


różnica elektroujemności
3,4 – 1,3 = **2,1**

Symbol atomu lub wzór jonu	Liczba	
	e^-	p^+
Mg	12	12
Mg^{2+}	10	12
O	8	8
O^{2-}	10	8

Jak powstaje wiązanie w tlenku magnezu?

Różnica elektroujemności atomów tlenu i magnezu wynosi 2,1. Schemat powstawania wiązania jonowego:



Przykład 22

Jak łączą się atomy magnezu i tlenu?

Krok 1

Określ liczbę elektronów walencyjnych w atomach magnezu i tlenu.

Przedstaw sposób tworzenia wiązania jonowego w tlenku magnezu.

Magnez znajduje się w 2. grupie układu okresowego, atom magnezu ma zatem 2 elektrony walencyjne.

Tlen znajduje się w 16. grupie układu okresowego, atom tlenu ma zatem 6 elektronów walencyjnych.

Krok 2

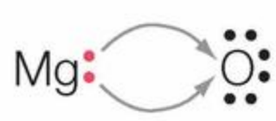
Ustal, w jaki sposób atomy magnezu i tlenu uzyskają oktet elektronowy.

Atom magnezu uzyska oktet elektronowy wtedy, gdy **odda 2 elektrony walencyjne**.

Atom tlenu uzyska oktet elektronowy wtedy, gdy **przyjmie 2 elektrony walencyjne**.

Krok 3

Przedstaw tworzenie wiązania i ustal liczbę oddawanych i pobieranych elektronów.



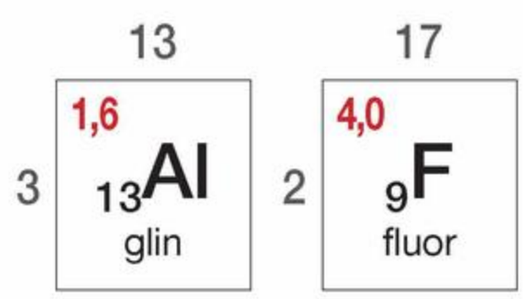
$$Mg \longrightarrow Mg^{2+} + 2e^-$$
$$O + 2e^- \longrightarrow O^{2-}$$

Liczba elektronów oddanych i pobranych musi być zawsze taka sama.

Krok 4

Napisz wzór sumaryczny.

Wzór sumaryczny: MgO

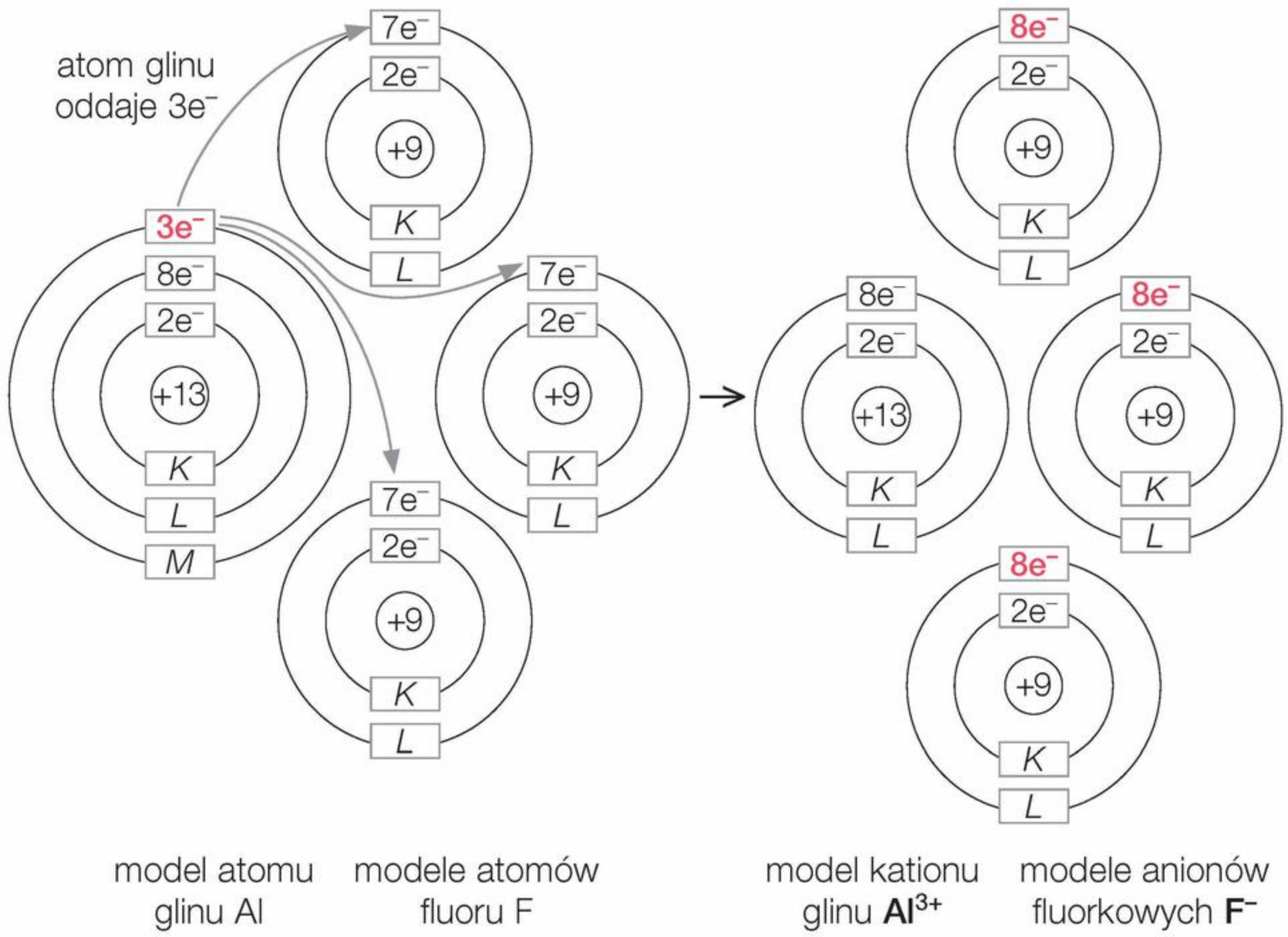


różnica elektroujemności
4,0 – 1,6 = **2,4**

Jak powstaje wiązanie we fluorku glinu?

Różnica elektroujemności atomów fluoru i glinu wynosi 2,4. Wartość jest większa od 1,7, a więc powstaje wiązanie jonowe.

Schemat powstawania wiązania jonowego:



Symbol atomu lub wzór jonu	Liczba	
	e^-	p^+
Al	13	13
Al^{3+}	10	13
F	9	9
F^-	10	9

Przykład 23

Jak łączą się atomy glinu i fluoru?

Krok 1

Określ liczbę elektronów walencyjnych w atomach glinu i fluoru.

Przedstaw sposób tworzenia wiązania jonowego we fluorku glinu.

Glin znajduje się w 13. grupie układu okresowego, atom glinu ma zatem 3 elektrony walencyjne.

Fluor znajduje się w 17. grupie układu okresowego, atom fluoru ma zatem 7 elektronów walencyjnych.

Krok 2

Ustal, w jaki sposób atomy glinu i fluoru uzyskają oktet elektronowy.

Atom glinu uzyska oktet elektronowy wtedy, gdy **odda 3 elektrony walencyjne**.

Atom fluoru uzyska oktet elektronowy wtedy, gdy **przyjmie 1 elektron walencyjny**. Dlatego atom glinu oddaje po jednym elektronie trzem atomom fluoru.

Krok 3

Przedstaw tworzenie wiązania i ustal liczbę oddawanych i pobieranych elektronów.

$$Al \longrightarrow Al^{3+} + 3e^-$$

$$3F + 3e^- \longrightarrow 3F^-$$

Liczba elektronów oddanych i pobranych musi być zawsze taka sama.

Krok 4

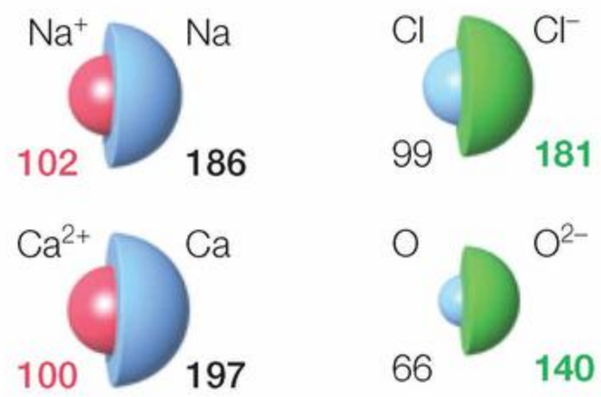
Napisz wzór sumaryczny.

Wzór sumaryczny: AlF_3

Dla dociekliwych

Rozmiary jonów różnią się od rozmiarów atomów pierwiastka chemicznego, z których powstały:

- promienie kationów są krótsze od promieni atomów,
- promienie anionów są dłuższe od promieni atomów.



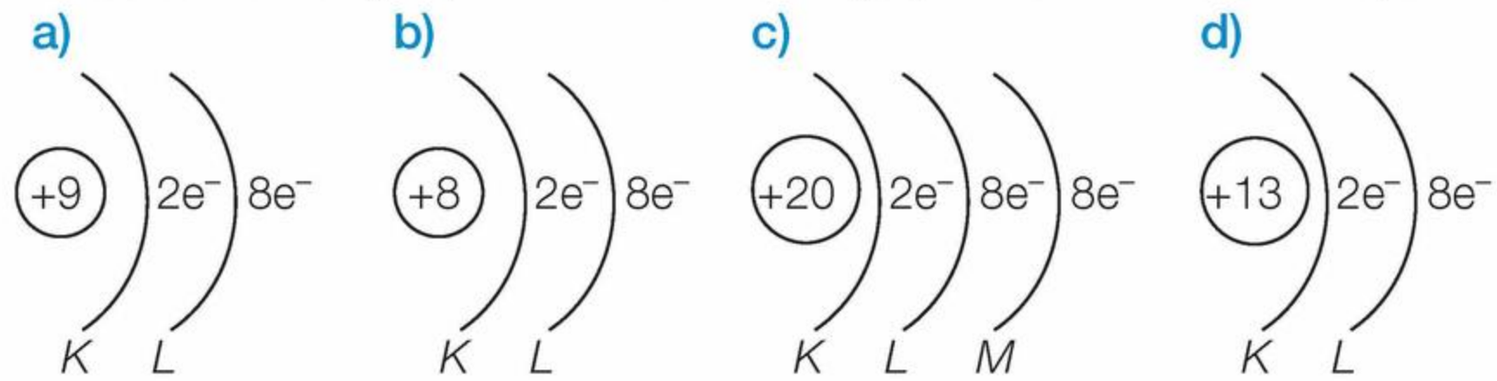
Wartości promieni podaje się w pikometrach (bilionowa część metra, czyli 10^{-12} m), pm.

Rozwiąż zadania w zeszycie

1. **Napisz konfiguracje elektronowe atomów magnezu i bromu. Ustal, ile elektronów musi przyjąć lub oddać każdy z tych atomów**, aby uzyskać konfigurację elektronową najbliższego gazu szlachetnego. **Podaj nazwy tych gazów i napisz konfiguracje elektronowe ich atomów.**

2. **Uzupełnij równania powstawania jonów z atomów pierwiastków chemicznych. Ustal, jaki powstał jon** – kation czy anion.
   a) $I + 1e^- \longrightarrow$ b) $Fe \longrightarrow Fe^{3+}$ c) $Cu \longrightarrow Cu^{2+}$ d) $N + 3e^- \longrightarrow$

3. **Napisz symbole i nazwy jonów** przedstawionych na uproszczonych modelach. Skorzystaj z układu okresowego pierwiastków chemicznych.



4. **Napisz równania powstawania z atomów następujących jonów: K^+, Ba^{2+}, Br^-, S^{2-}.**

5. **Przepisz podane schematy i uzupełnij je o liczbę pobranych lub oddanych elektronów.**
   a) $S^{2-} \longrightarrow S^{4+}$
   b) $Sn^{4+} \longrightarrow Sn^{2+}$
   c) $Mn^{2+} \longrightarrow Mn^{7+}$
   d) $Cl^{5+} \longrightarrow Cl^-$

6. **Przedstaw sposób tworzenia wiązania jonowego** między atomami pierwiastków chemicznych o podanych symbolach.
   a) Cs i S b) Mg i F c) Al i O d) Ca i Cl

7. Różnica elektroujemności atomów pierwiastków chemicznych w pewnych substancjach wynosi:
   a) 2,4 b) 1,1 c) 0 d) 0,5
   Ustal, jaki rodzaj wiązania występuje w tych substancjach.

Zapamiętaj!

Jon – drobina (atom lub grupa atomów) mająca ładunek elektryczny dodatni lub ujemny.

Kation – jon o ładunku elektrycznym dodatnim.

Anion – jon o ładunku elektrycznym ujemnym.

Wiązanie jonowe – wiązanie chemiczne, które powstaje w wyniku przyciągania elektrostatycznego między kationami a anionami. Różnica elektroujemności atomów pierwiastków tworzących wiązanie jonowe wynosi co namniej 1,7.

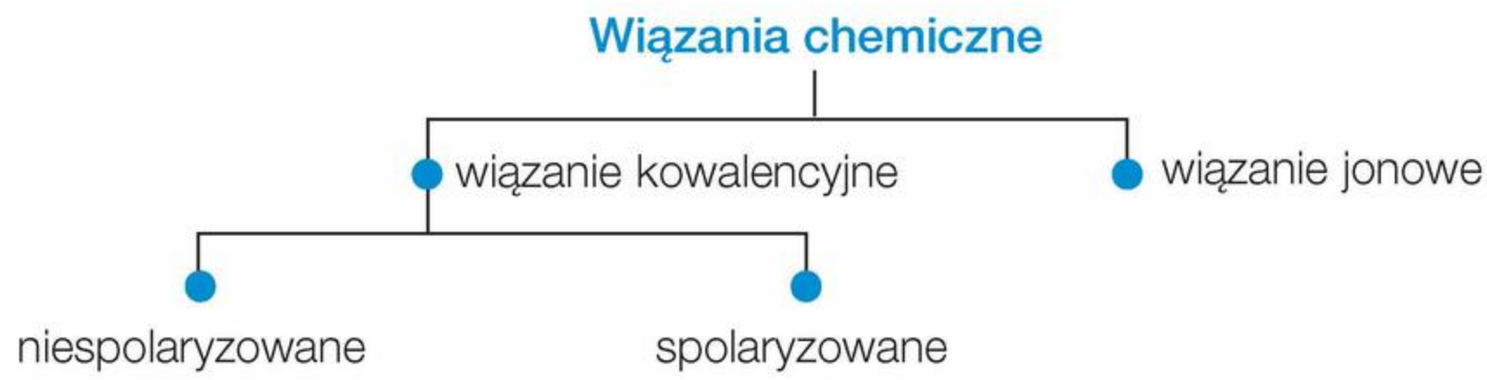
22 Wpływ rodzaju wiązania na właściwości związku chemicznego

Związki chemiczne są zbudowane z cząsteczek lub jonów (fot. 79.).

Fot. 79. Głównym składnikiem skorupy jaj jest związek jonowy – węglan wapnia.

Jakie są rodzaje wiązań chemicznych?

Poznane rodzaje wiązań chemicznych można podzielić na:



Czy rodzaj wiązania ma wpływ na temperatury wrzenia i topnienia substancji?

Związki kowalencyjne mają **temperatury topnienia i wrzenia** znacznie **niższe** od temperatur topnienia i wrzenia związków jonowych (tabela 11.), których wiązania są bardzo mocne. Do zerwania wiązań w krysztale jonowym trzeba dostarczyć dużo energii.

Tabela 11. Temperatury wrzenia i topnienia związków jonowych: tlenku magnezu MgO, tlenku glinu Al_2O_3, wodorotlenku potasu KOH, a także związków kowalencyjnych: wody H_2O, tlenku siarki(IV) SO_2, tlenku węgla(II) CO

Rodzaj związku chemicznego	Przykład	Temperatura topnienia, °C	Temperatura wrzenia, °C
Związki jonowe	MgO	2830	3600
	Al_2O_3	2054	2700
	KOH	405	1322
Związki kowalencyjne	H_2O	0	100
	SO_2	–75,5	–10
	CO	–205	–191,5

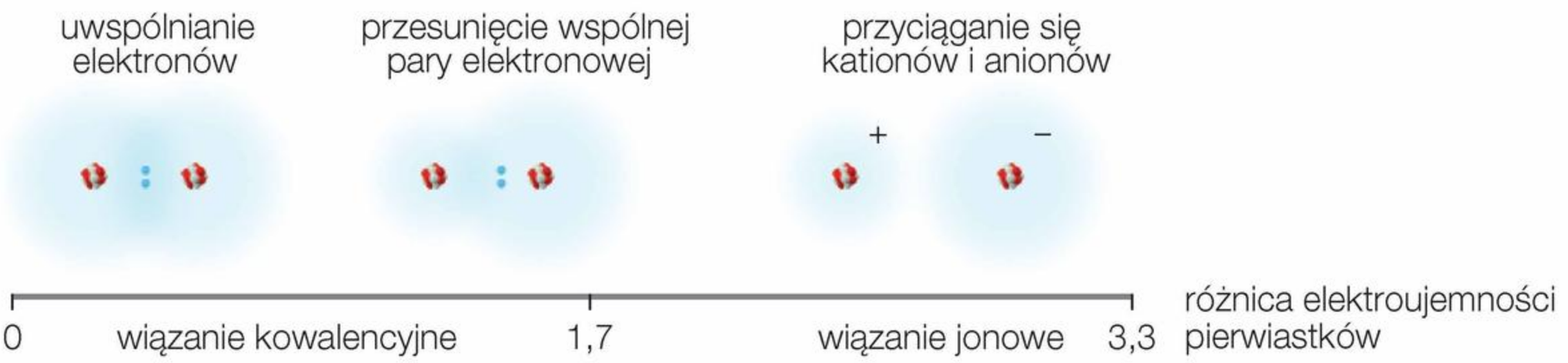
Skojarz i zapamiętaj!

Wiązanie kowalencyjne – **wspólna para elektronowa**

Wiązanie jonowe – jony powstałe w wyniku trwałego **przeniesienia elektronów** z atomu metalu na atom niemetalu

Od czego zależy rodzaj wiązania chemicznego?

Rodzaj wiązania zależy **od różnicy elektroujemności pierwiastków tworzących wiązanie chemiczne** (rys. 21.).



Rys. 21. Jeżeli różnica elektroujemności jest mniejsza od 1,7, to powstaje wiązanie kowalencyjne. Jeżeli jest równa 1,7 lub większa od 1,7 – wiązanie jonowe.

Czy związki jonowe i kowalencyjne przewodzą ciepło i prąd elektryczny?

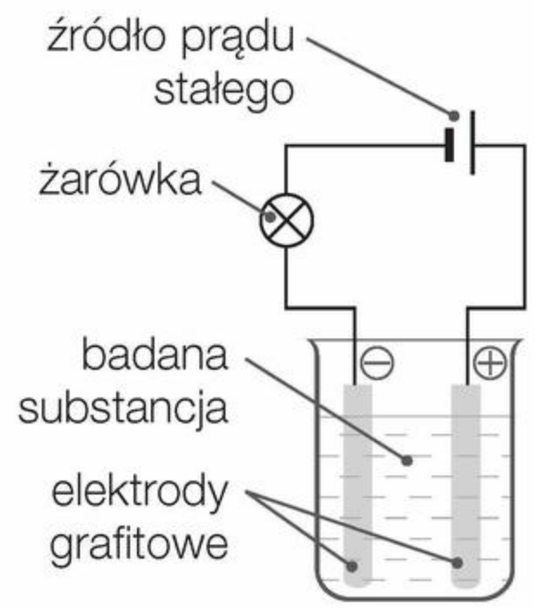
Wszystkie związki jonowe i niektóre związki kowalencyjne przewodzą ciepło.

Doświadczenie 23

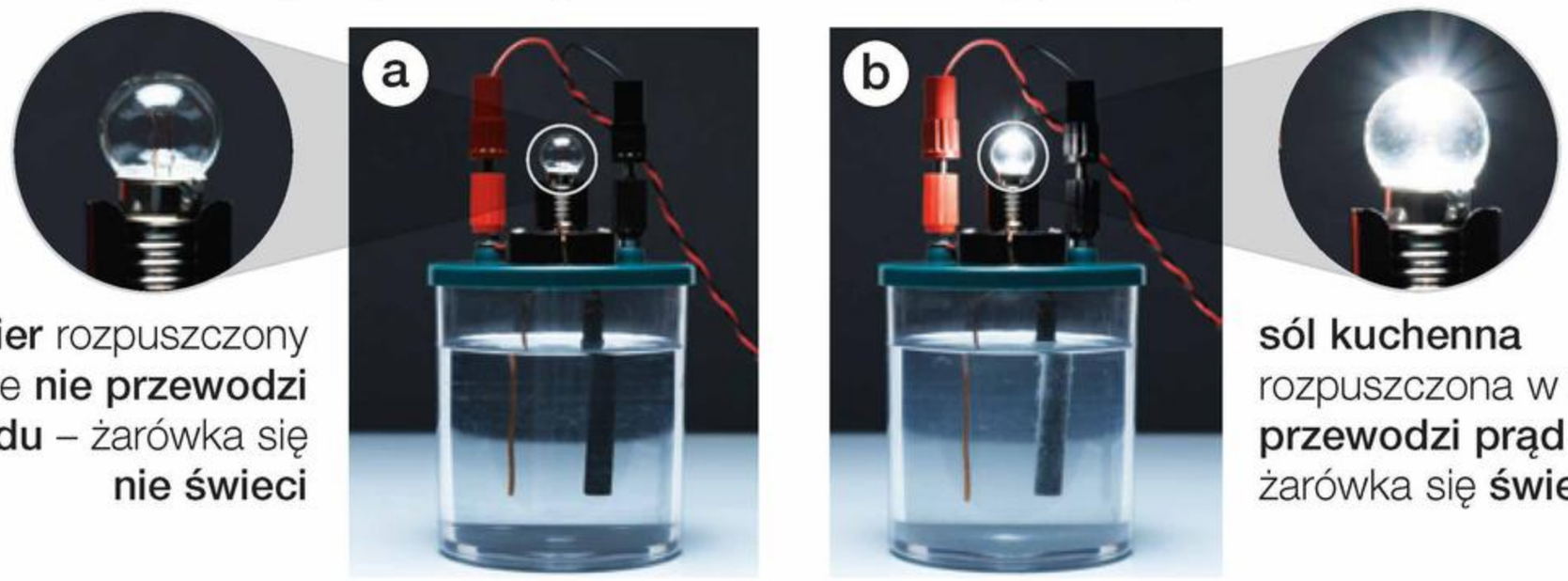
Badanie zjawiska przewodzenia prądu elektrycznego przez cukier i sól rozpuszczone w wodzie

Instrukcja: Przygotuj zestaw do badania zjawiska przewodzenia prądu elektrycznego: źródło prądu stałego (np. baterię), żarówkę, dwie elektrody grafitowe i przewody elektryczne. Dwie zlewki napełnij wodą. W jednej zlewce rozpuść cukier (związek kowalencyjny), a w drugiej sól kuchenną (związek jonowy). Następnie umieść w zlewkach kolejno elektrody i obserwuj żarówkę. Przepłucz dokładnie elektrody wodą destylowaną przed umieszczeniem ich w zlewkach.

Schemat



Obserwacje: Żarówka nie zaświeciła się, gdy elektrody były w zlewce z rozpuszczonym cukrem (fot. 80.a), natomiast po umieszczeniu ich w zlewce z rozpuszczoną solą kuchenną – żarówka zaświeciła się (fot. 80.b).



cukier rozpuszczony w wodzie **nie przewodzi prądu** – żarówka się **nie świeci**

sól kuchenna rozpuszczona w wodzie **przewodzi prąd** – żarówka się **świeci**

Fot. 80. Badanie zjawiska przewodzenia prądu elektrycznego przez rozpuszczony w wodzie związek kowalencyjny: cukier (a) i związek jonowy: sól kuchenną (b).

Wniosek: Badany związek kowalencyjny (cukier (a)) rozpuszczony w wodzie nie przewodzi prądu elektrycznego, a związek jonowy (sól kuchenna (b)) rozpuszczony w wodzie przewodzi prąd elektryczny.

Jakie są podobieństwa i różnice między związkami jonowymi i kowalencyjnymi?

Właściwości związków chemicznych zawierających wiązania jonowe różnią się od właściwości związków, w których występują wiązania kowalencyjne.

Podobieństwa i różnice	Związki jonowe	Związki kowalencyjne
W jakim stanie skupienia występują w warunkach normalnych?	W stanie stałym i tworzą sieć krystaliczną.	W stanie stałym, ciekłym lub gazowym.
Jaką mają temperaturę topnienia i wrzenia?	**Wysoką**, np. dla CaO: $t_{topn.} = 2630\,°C$, a $t_{wrz.} = 2850\,°C$.	**Niską**, np. dla H_2O: $t_{topn.} = 0\,°C$, a $t_{wrz.} = 100\,°C$.
Czy rozpuszczają się w wodzie?	Większość dobrze rozpuszcza się w wodzie.	Związki o wiązaniach kowalencyjnych niespolaryzowanych **słabo rozpuszczają się w wodzie**, związki o wiązaniach kowalencyjnych spolaryzowanych dobrze rozpuszczają się w wodzie.
Czy przewodzą prąd elektryczny?	Stopione lub rozpuszczone w wodzie **przewodzą prąd elektryczny**, gdyż zawierają zdolne do poruszania się jony.	Większość **nie przewodzi prądu elektrycznego**.
Czy przewodzą ciepło?	Tak, wszystkie.	Tak, niektóre.

Rozwiąż zadania w zeszycie

1. **Wybierz zestaw, w którym znajdują się tylko wzory sumaryczne związków jonowych.**
   a) NaCl, H_2O, $AlCl_3$
   b) HCl, NaCl, MgS
   c) KI, CaO, NH_3
   d) Na_2S, KBr, $AlCl_3$

2. **Oblicz różnicę elektroujemności pierwiastków chemicznych oraz ustal rodzaj wiązań chemicznych, które występują w substancjach o wzorach:**
   a) N_2; b) NaBr; c) H_2O; d) H_2S.
   Przyporządkuj im odpowiednią temperaturę topnienia:
   743 °C; 0 °C; –85,5 °C; –210 °C.

3. **Wyjaśnij, dlaczego gazy szlachetne występują w postaci pojedynczych atomów, a nie jak inne pierwiastki gazowe – w postaci cząsteczek dwuatomowych.**

Zapamiętaj!

Związki kowalencyjne – substancje w stałym, ciekłym lub gazowym stanie skupienia (w temperaturze pokojowej) oraz o niskich temperaturach topnienia i wrzenia. Są zbudowane z cząsteczek, w których atomy są połączone wiązaniami kowalencyjnymi.

Związki jonowe – substancje stałe (w temperaturze pokojowej) o wysokich temperaturach topnienia i wrzenia. Ich wodne roztwory przewodzą prąd elektryczny. Są zbudowane z jonów.

23 Znaczenie wartościowości pierwiastków chemicznych przy ustalaniu wzorów i nazw związków chemicznych

Fot. 81. Każdy z klocków może utworzyć inną liczbę połączeń.

Atom pierwiastka chemicznego może połączyć się z jednym atomem (lub kilkoma atomami) wiązaniem pojedynczym (H_2) albo wielokrotnym – podwójnym (O_2) lub potrójnym (N_2) (fot. 81.).

Co to jest wartościowość?

Wartościowość to **liczba wiązań chemicznych**, które może utworzyć atom pierwiastka chemicznego, łącząc się z innymi atomami w związku chemicznym (tabela 12.).

Tabela 12. Wartościowość pierwiastków chemicznych w wybranych związkach chemicznych

Wzór sumaryczny i nazwa związku chemicznego	Nazwa pierwiastka chemicznego i model z liczbą wiązań	Wartościowość
H_2O woda	wodór	I
	tlen	II
NH_3 amoniak	azot	III
CO_2 tlenek węgla(IV)	węgiel	IV

Cyfra rzymska zapisana nad symbolem chemicznym pierwiastka **oznacza** jego **wartościowość**.

I II III I IV II
H_2O NH_3 CO_2

Jak ustalić wartościowość pierwiastka chemicznego?

Niektóre pierwiastki chemiczne wykazują **tylko jedną wartościowość**, np. wodór – (I), magnez – (II). Ale są i takie, które mają różne wartościowości w zależności od związku chemicznego, w którym występują, np.:

- węgiel w CO ma wartościowość równą II, a w CO_2 jego wartościowość wynosi IV,
- żelazo w FeO ma wartościowość równą II, a w Fe_2O_3 jego wartościowość wynosi III.

Fluor we fluorkach, chlor w chlorkach, brom w bromkach, jod w jodkach mają zawsze wartościowość równą I, a siarka w siarczkach ma wartościowość równą II.

Jak wyznaczyć największą wartościowość pierwiastka chemicznego względem tlenu?

Największą wartościowość pierwiastka chemicznego **względem tlenu można określić na podstawie położenia pierwiastka w układzie okresowym**. W 1. i 2. grupie układu okresowego jest ona równa numerowi grupy. W grupach 13.–17. największą wartościowość pierwiastków chemicznych **względem tlenu** oblicza się, odejmując liczbę 10 od numerów grup (tabela 13.).

Pierwiastki chemiczne w **grupach 1. i 2.** mają **tylko jedną wartościowość** względem tlenu i wodoru.

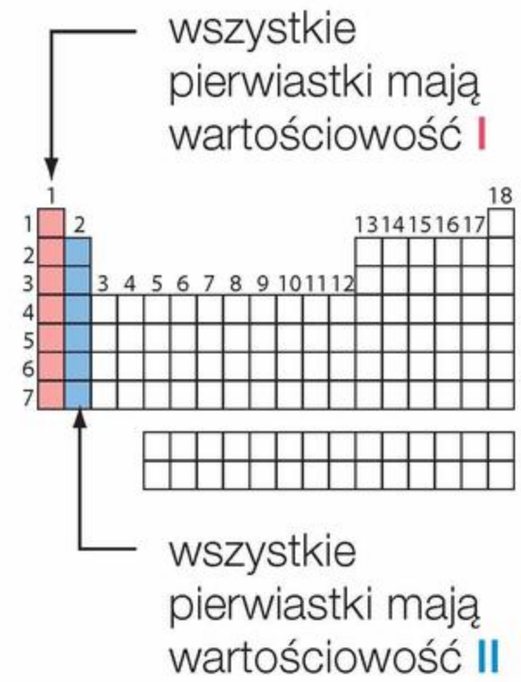
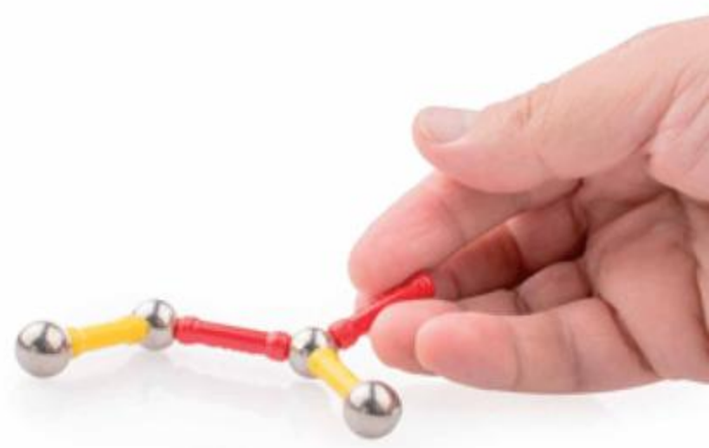


Tabela 13. Maksymalna wartościowość pierwiastków chemicznych względem tlenu

Numer grupy	1	2	13	14	15	16	17
Liczba elektronów walencyjnych	1	2	3	4	5	6	7
Maksymalna wartościowość pierwiastków względem tlenu	I	II	III	IV	V	VI	VII
Wzór sumaryczny tlenku	Na_2O	MgO	Al_2O_3	SiO_2	N_2O_5	SO_3	Cl_2O_7

Jak wyznaczyć największą wartościowość pierwiastka chemicznego względem wodoru?

Największa wartościowość pierwiastka chemicznego (fot. 82.) **względem wodoru** w 1. i 2. grupie układu okresowego, podobnie jak względem tlenu, jest równa numerowi grupy. **W grupach 13. i 14. uzyskuje się ją po odjęciu liczby 10 od numeru grupy**. W 15. grupie układu okresowego maksymalna wartościowość względem wodoru wynosi **III**, w 16. grupie wynosi **II**, a w 17. grupie wynosi **I** (tabela 14.).



Fot. 82. Atomy pierwiastków chemicznych, łącząc się z innymi atomami w związku chemicznym, mogą tworzyć różną liczbę wiązań.

Tabela 14. Maksymalna wartościowość pierwiastków chemicznych względem wodoru

Numer grupy	1	2	13	14	15	16	17
Liczba elektronów walencyjnych	1	2	3	4	5	6	7
Maksymalna wartościowość pierwiastków względem wodoru	I	II	III	IV	III	II	I
Wzór sumaryczny wodorku	NaH	MgH_2	AlH_3	SiH_4	NH_3	H_2S	HCl

Czym są współczynnik stechiometryczny i indeks stechiometryczny?

Współczynnik stechiometryczny, czyli **liczba przed symbolem lub wzorem** chemicznym, dotyczy atomu lub cząsteczki, czyli wszystkich atomów wchodzących w jej skład. Indeks stechiometryczny, czyli **liczba w indeksie dolnym**, informuje o liczbie atomów pierwiastka chemicznego, które tę cząsteczkę tworzą.

współczynnik stechiometryczny określa liczbę atomów lub cząsteczek — $2H_2$ — indeks stechiometryczny informuje, ile atomów danego pierwiastka chemicznego jest w jednej cząsteczce

Nie zapisuje się współczynników stechiometrycznych i indeksów stechiometrycznych **o wartości 1**.

Jak odczytywać symbole i wzory chemiczne?

Umiejętność określania wartości współczynników i indeksów stechiometrycznych jest potrzebna, aby poprawnie odczytywać symbole i wzory chemiczne (tabela 15.).

Tabela 15. Przykłady odczytywania symboli i wzorów chemicznych

Zapis	Sposób odczytywania	Modele
H	jeden atom wodoru	
2H	**dwa** atomy wodoru	
H_2	jedna **dwu**atomowa cząsteczka wodoru	
$2H_2$	**dwie dwu**atomowe cząsteczki wodoru	

Do poprawnego odczytywania wzorów chemicznych niezbędna jest także znajomość wartościowości.

Wartościowości **nie podaje się** podczas odczytywania symboli chemicznych.

Z zapisów wzorów cząsteczek można również odczytać liczbę i rodzaj tworzących je atomów, np.:

- **pięć dwu**atomowych cząsteczek wodoru – $5H_2$ zawiera 10 atomów wodoru ($5 \cdot 2$);
- **dwie** cząsteczki amoniaku – $2NH_3$ zawierają 2 atomy azotu ($2 \cdot 1$) i 6 atomów wodoru ($2 \cdot 3$);
- **trzy** cząsteczki tlenku chloru(III) – $3Cl_2O_3$ zawierają 6 atomów chloru ($3 \cdot 2$) i 9 atomów tlenu ($3 \cdot 3$).

Jakimi wzorami można przedstawić związek chemiczny?

Związek chemiczny można przedstawić za pomocą różnych **wzorów chemicznych**:

Rodzaje wzorów chemicznych

- **wzór sumaryczny** np. CO_2
- **wzór strukturalny** np. O=C=O
- **wzór elektronowy**
  - **kropkowy** np.
  - **kreskowy** np. $\overline{\underline{O}}=C=\overline{\underline{O}}$

Wzór sumaryczny przedstawia **rodzaj i liczbę atomów** pierwiastków chemicznych. Z kolei wzór strukturalny uwzględnia **rodzaj, liczbę atomów, kolejność połączenia** poszczególnych atomów pierwiastków chemicznych oraz **liczbę wiązań chemicznych**.

!

Związków jonowych nie przedstawia się za pomocą wzorów strukturalnych.

Podobieństwa i różnice

	Wzór sumaryczny	Wzór strukturalny
Czy informuje o rodzaju atomów tworzących cząsteczkę?	Tak, np.: CO_2 — atom węgla, atomy tlenu	Tak, np.: O=C=O — atom węgla, atomy tlenu
Czy informuje o liczbie atomów tworzących cząsteczkę?	Tak, np.: CO_2 — brak liczby obok symbolu chemicznego węgla oznacza, że w cząsteczce jest 1 atom węgla; 2 atomy tlenu	Tak, np.: O=C=O — 1 atom węgla; 2 atomy tlenu
Czy informuje o sposobie połączenia atomów w cząsteczce?	**Nie**, ze wzoru sumarycznego nie można uzyskać informacji o sposobie połączenia atomów pierwiastków chemicznych w cząsteczce związku chemicznego.	**Tak**, wzór strukturalny określa, w jaki sposób są połączone atomy pierwiastków chemicznych w cząsteczce związku chemicznego.
Czy informuje o rodzaju wiązań chemicznych, które występują między atomami w cząsteczce?	**Nie**, ze wzoru sumarycznego nie można uzyskać informacji o rodzaju wiązań chemicznych między atomami pierwiastków chemicznych w cząsteczce związku chemicznego.	**Tak**, przedstawia rodzaj wiązania chemicznego (tworzące je pary elektronowe) występującego w cząsteczce między atomami pierwiastków chemicznych. wiązanie pojedyncze —, wiązanie podwójne =, wiązanie potrójne ≡

Jak napisać wzory sumaryczny i strukturalny związku chemicznego?

Trzeba znać wartościowość pierwiastków chemicznych tworzących związek chemiczny. We wzorach związków chemicznych musi istnieć **równowaga wartościowości pierwiastków**, czyli liczba wiązań, które tworzą atomy jednego pierwiastka chemicznego, musi być równa liczbie wiązań utworzonych przez atomy drugiego pierwiastka chemicznego.

Przykład 24

Jak napisać wzór sumaryczny tlenku wapnia?

Krok 1

Określ wartościowości wapnia i tlenu. **Napisz** je cyframi rzymskimi.

Napisz wzór sumaryczny tlenku wapnia.

Wapń znajduje się **w 2. grupie** układu okresowego, zatem w związkach chemicznych zawsze jest **dwuwartościowy**.

Tlen w tlenkach jest **dwuwartościowy**.

II Ca
II O

Krok 2

Oblicz indeksy stechiometryczne.

Przepisz krzyżowo wartościowości, tak aby utworzyły indeksy stechiometryczne.

II II
Ca O

II II
Ca_2O_2

Wartościowość zapisujemy nad symbolami pierwiastków chemicznych.

Skróć indeksy stechiometryczne, dzieląc je przez największy wspólny dzielnik, w tym przypadku przez 2:

II
Ca_2

II
O_2

2 : 2 = 1

2 : 2 = 1

II
Ca

II
O

Indeksu stechiometrycznego o wartości 1 nie zapisuje się we wzorach chemicznych.

Równowaga wartościowości wapnia i tlenu: (II · 1) = (II · 1)

Krok 3

Napisz wzór sumaryczny.

Wzór sumaryczny: CaO

Przykład 25

Jak napisać wzór sumaryczny tlenku sodu?

Krok 1

Określ wartościowości sodu i tlenu. **Napisz** je cyframi rzymskimi.

Napisz wzór sumaryczny tlenku sodu.

Sód znajduje się **w 1. grupie** układu okresowego, zatem w związkach chemicznych zawsze jest **jednowartościowy**.

Tlen w tlenkach jest **dwuwartościowy**.

I Na
II O

Krok 2

Oblicz indeksy stechiometryczne.

Przepisz krzyżowo wartościowości, tak aby utworzyły indeksy stechiometryczne.

I II
Na O

I II
Na_2O

Indeksu stechiometrycznego o wartości 1 nie zapisuje się we wzorach chemicznych.

Równowaga wartościowości sodu i tlenu: (I · 2) = (II · 1)

Krok 3

Napisz wzór sumaryczny.

Wzór sumaryczny: Na_2O

Przykład 26

Jak napisać wzory sumaryczny i strukturalny tlenku azotu(III)?

Krok 1

Określ wartościowości azotu i tlenu.
Napisz je cyframi rzymskimi.

Napisz wzory sumaryczny i strukturalny tlenku azotu(III).

Wartościowość azotu można odczytać z nazwy systematycznej – **azot** w tym związku chemicznym jest **trójwartościowy**.

Tlen w tlenkach jest **dwuwartościowy**.

III
N

II
O

Krok 2

Oblicz indeksy stechiometryczne.

Równowaga wartościowości azotu i tlenu: (III · 2) = (II · 3)

Krok 3

Napisz wzór sumaryczny.

Wzór sumaryczny: N_2O_3

Krok 4

Napisz wzór strukturalny.

Przykład 27

Jak napisać wzory sumaryczny i strukturalny tlenku siarki(VI)?

Krok 1

Określ wartościowości siarki i tlenu.
Napisz je cyframi rzymskimi.

Napisz wzory sumaryczny i strukturalny tlenku siarki(VI).

Z nazwy związku chemicznego wynika, że **siarka** jest **sześciowartościowa**.

Tlen w tlenkach jest **dwuwartościowy**.

VI
S

II
O

Krok 2

Oblicz indeksy stechiometryczne.

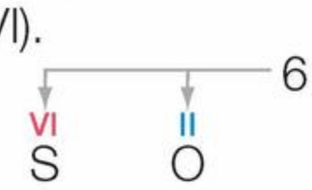
Sposób I. Przepisz krzyżowo wartościowości, tak aby utworzyły indeksy stechiometryczne.

Skróć indeksy stechiometryczne, dzieląc je przez największy wspólny dzielnik, w tym przypadku przez 2:

S_2 — **2** : 2 = 1 — S

O_6 — **6** : 2 = 3 — O_3

Sposób II. Ustal **n**ajmniejszą **w**spólną **w**ielokrotność (NWW) wartościowości pierwiastków chemicznych tworzących tlenek siarki(VI).



Podziel NWW przez wartościowości – obliczysz liczbę atomów:

6 : **VI** = 1 — S

6 : **II** = 3 — O_3

Równowaga wartościowości siarki i tlenu: (VI · 1) = (II · 3)

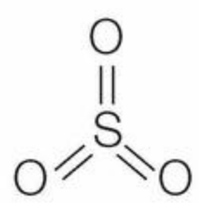
Krok 3

Napisz wzór sumaryczny.

Wzór sumaryczny: SO_3

Krok 4

Napisz wzór strukturalny.



Jak utworzyć nazwę związku chemicznego na podstawie jego wzoru sumarycznego?

Nazwę związku chemicznego czyta się w odwrotnej kolejności, niż zapisuje się jego wzór, np.:

- K**Cl** – **chlorek** potasu,
- Cu_2**S** – **siarczek** miedzi(I),
- Ca**O** – **tlenek** wapnia.

W przypadku związków chemicznych zbudowanych z tlenu i innego pierwiastka chemicznego, np. Na_2O, Cu_2O, pierwszym słowem zawsze będzie **tlen** z końcówką **-ek**, a następnie **nazwa** drugiego pierwiastka chemicznego, np. **sodu**, **miedzi**, i jego wartościowość podana w nawiasie. Jeżeli pierwiastek chemiczny ma **tylko jedną wartościowość**, jak np. sód, to **nie uwzględnia się jej w nazwie**, np. tlenek sodu.

Jeśli pierwiastek chemiczny przyjmuje w związkach chemicznych różne wartościowości, jak np. miedź, to należy ją podać w nazwie, np.:

I II	II II
Cu_2O	CuO
tlenek miedzi(I)	tlenek miedzi(II)

Przykłady innych pierwiastków chemicznych, które mają różne wartościowości:

- azot (N) – I, II, III, IV, V,
- żelazo (Fe) – II, III.

Wartościowości pierwiastków chemicznych możesz sprawdzić w tabeli na s. 237.

Zapamiętaj!

Wzór chemiczny – zapis związku chemicznego za pomocą symboli chemicznych.

Wzór sumaryczny – wzór uwzględniający tylko rodzaj i liczbę atomów pierwiastków chemicznych.

Wzór strukturalny – wzór uwzględniający rodzaj, liczbę atomów, kolejność połączenia poszczególnych atomów pierwiastków chemicznych oraz liczbę wiązań chemicznych.

Wartościowość – liczba wiązań chemicznych, które może utworzyć atom pierwiastka chemicznego, łącząc się z innymi atomami w danym związku chemicznym.

Współczynnik stechiometryczny – liczba atomów lub cząsteczek występujących w równaniu reakcji chemicznej.

Indeks stechiometryczny – liczba atomów pierwiastka chemicznego w jednej cząsteczce.

Rozwiąż zadania w zeszycie

1. Odczytaj zapisy.
3N, $2N_2$, 2Fe, 4Cl, $5H_2O$, $4Cl_2O$

2. Podaj rodzaj i liczbę atomów w cząsteczkach.
a) $4Cl_2$; **b)** $3P_4$; **c)** $5N_2O$; **d)** $2Cl_2O_5$; **e)** $3H_2SO_4$

3. Napisz wzory sumaryczne związków chemicznych o następujących nazwach:
a) chlorek chromu(III); **b)** siarczek srebra(I); **c)** tlenek manganu(IV);
d) jodek ołowiu(II); **e)** bromek miedzi(I); **f)** tlenek boru(III).

4. Napisz wzory sumaryczne związków chemicznych, w których jeden z pierwiastków chemicznych przyjmuje podaną wartościowość.
a) Na i S; **b)** Cr(III) i Cl; **c)** Si(IV) i H; **d)** As(V) i O **e)** Cl(VII) i O; **f)** Pb(II) i I

5. Podaj nazwy związków chemicznych:
BeS, $CaBr_2$, NaF, SnO_2, PbS_2, $FeBr_3$, ZnO, AlI_3.

6. Napisz za pomocą symboli pierwiastków lub wzorów związków chemicznych:
a) dwa atomy wapnia; **b)** trzy cząsteczki wodoru;
c) cztery cząsteczki tlenku siarki(VI); **d)** dwie cząsteczki tlenku węgla(II).

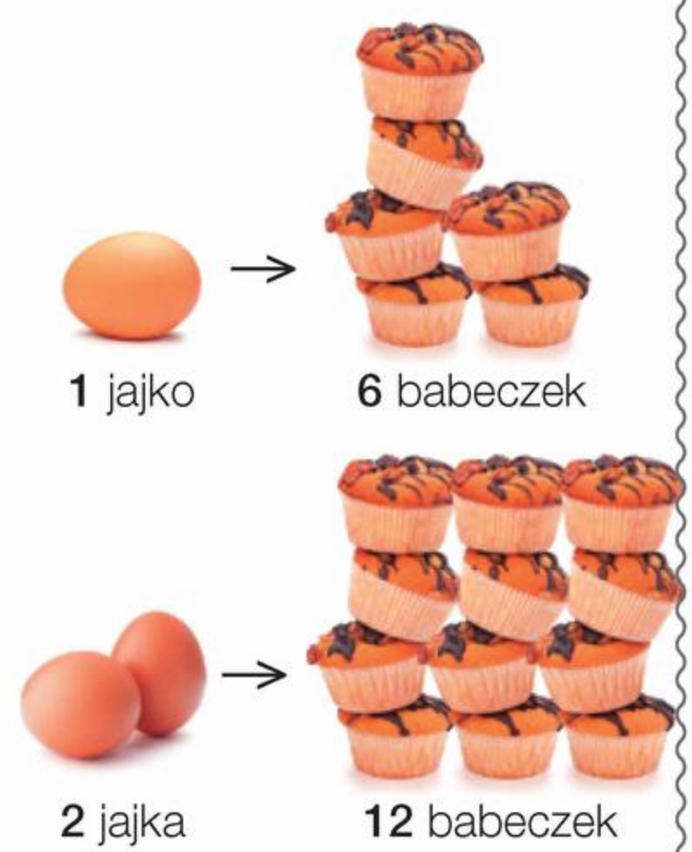
24 Prawo stałości składu związku chemicznego

Chociaż nie zdajemy sobie z tego sprawy, z prawa stałości składu korzystamy bardzo często (fot. 83.).

Przeprowadzając różne reakcje chemiczne, można stwierdzić, że dana ilość substancji reaguje zawsze ze ściśle określoną, a nie dowolną, ilością innej substancji.

Tlenek węgla(IV) powstanie, jeśli np.

3 g węgla połączą się z 8 g tlenu
lub 6 g węgla połączy się z 16 g tlenu,
lub 9 g węgla połączy się z 24 g tlenu itd.



Fot. 83. Jeśli zamiast 6 babeczek trzeba upiec 12, to zmianę ilości składników przeprowadza się zgodnie z prawem stałości składu.

Jakie informacje można odczytać ze wzoru związku chemicznego?

Na podstawie wzoru związku chemicznego **można określić skład ilościowy związku chemicznego**, czyli proporcje, w jakich występują w nim poszczególne pierwiastki chemiczne.

Skład ilościowy pierwiastków w związku chemicznym można wyrazić za pomocą stosunków atomowego i masowego oraz w procentach.

Jak ustalić stosunek atomowy pierwiastków w związku chemicznym?

Aby ustalić stosunek atomowy pierwiastków w związku chemicznym, należy **zapisać wzór sumaryczny** związku chemicznego i **podać stosunek liczby atomów** pierwiastków w tym związku chemicznym. Na przykład w tlenku węgla(IV):

$$CO_2$$

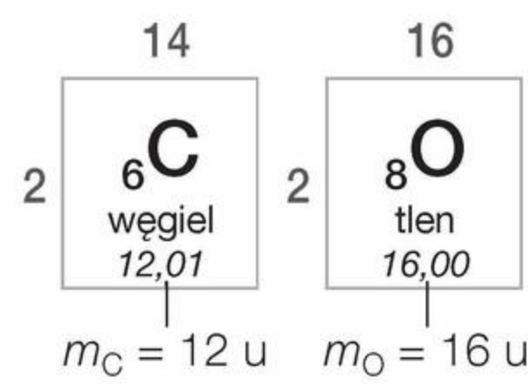
liczba atomów C : liczba atomów O

$$1 : 2$$

$$C : O = 1 : 2$$

Jak ustalić stosunek masowy pierwiastków w związku chemicznym?

Aby ustalić stosunek masowy pierwiastków w związku chemicznym, należy **zapisać masy atomowe tych pierwiastków chemicznych** i **obliczyć stosunek ich mas** w tym związku chemicznym. W obliczeniach należy uwzględnić liczbę atomów oraz sprowadzić zapis stosunku masowego do najprostszej postaci. Na przykład w tlenku węgla(IV):



masa C : masa O

$$1 \cdot 12\ u : 2 \cdot 16\ u$$

$$12\ u : 32\ u$$

$$m_C : m_O = 3 : 8$$

Jak ustalić skład procentowy związku chemicznego?

Aby obliczyć skład procentowy (procent masowy) związku chemicznego, trzeba **znać**:

- **masy atomowe pierwiastków** chemicznych tworzących związek chemiczny,
- **liczby atomów** tworzących związek chemiczny,
- **masę cząsteczkową** związku chemicznego.

Na przykład **skład procentowy** tlenku węgla(IV) można obliczyć:

$mCO_2 = 12\ u + 2 \cdot 16\ u$ $\quad$ $\boldsymbol{mCO_2 = 44\ u}$

Zawartość procentowa węgla:

$mCO_2 = 44\ u$ *co stanowi* 100%

$mC = 12\ u$ *co stanowi* x

$$\frac{m_{CO_2}}{m_C} = \frac{100\%}{x}$$

$$x = \frac{m_C}{m_{CO_2}} \cdot 100\%$$

$$x = \frac{12\ u}{44\ u} \cdot 100\% \quad \boldsymbol{x \approx 27\%}$$

Zawartość procentowa tlenu:

$mCO_2 = 44\ u$ *co stanowi* 100%

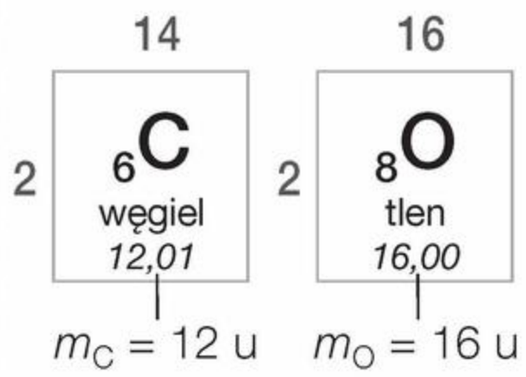
$mO = 2 \cdot 16\ u$ *co stanowi* y

$$\frac{m_{CO_2}}{m_O} = \frac{100\%}{y}$$

$$y = \frac{m_O}{m_{CO_2}} \cdot 100\%$$

$$y = \frac{32\ u}{44\ u} \cdot 100\% \quad \boldsymbol{y \approx 73\%}$$

Skład procentowy tlenku węgla(IV) to **27% węgla i 73% tlenu**.



Suma zawartości procentowej wszystkich pierwiastków wchodzących w skład związku chemicznego jest zawsze **równa 100%**.

Jak brzmi prawo stałości składu związku chemicznego?

Prawo stałości składu związku chemicznego brzmi:

W każdym związku chemicznym stosunek mas pierwiastków jest stały i charakterystyczny dla danego związku chemicznego.

Przykład 28

Jak obliczyć stosunek masowy pierwiastków w tlenku sodu?

Krok 1

Przeczytaj treść zadania i **wypisz** dane oraz szukane.

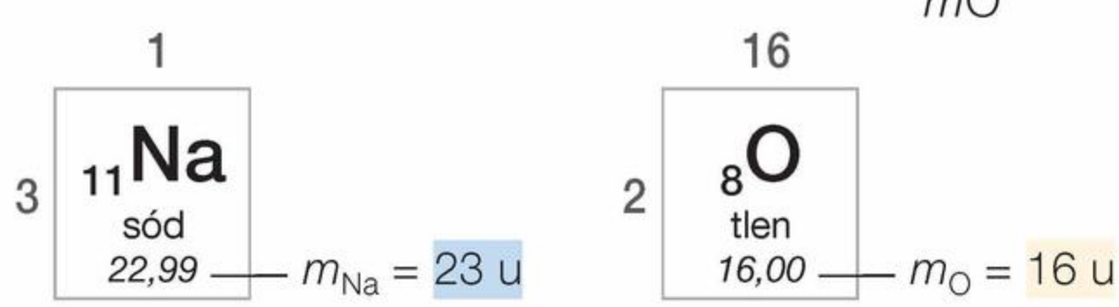
Oblicz, w jakim stosunku masowym są połączone ze sobą pierwiastki chemiczne w tlenku sodu Na_2O.

Dane:
wzór związku chemicznego: Na_2O

Szukane:
$\frac{mNa}{mO} = ?$

Krok 2

Wypisz masy atomowe sodu i tlenu.



Krok 3

Oblicz stosunek masowy sodu do tlenu w Na_2O.

$$\frac{mNa}{mO} = \frac{2 \cdot 23\ u}{16\ u} \qquad \frac{mNa}{mO} = \frac{23}{8}$$

Krok 4

Napisz odpowiedź.

Odpowiedź: Stosunek masowy sodu do tlenu w tlenku sodu Na_2O wynosi 23 : 8.

Przykład 29

Jak obliczyć stosunek masowy pierwiastków w siarczku żelaza(III)?

Krok 1

Przeczytaj treść zadania i **wypisz** dane oraz szukane.

Oblicz stosunek masowy żelaza do siarki w siarczku żelaza(III) Fe_2S_3.

Dane:
wzór związku chemicznego: Fe_2S_3

Szukane:
$\frac{mFe}{mS} = ?$

Krok 2

Wypisz masy atomowe żelaza i siarki.

8
4 $_{26}$**Fe** żelazo *55,85* — $m_{Fe} = 56$ u

16
3 $_{16}$**S** siarka *32,06* — $m_S = 32$ u

Krok 3

Oblicz stosunek masowy żelaza do siarki w Fe_2S_3.

$$\frac{mFe}{mS} = \frac{2 \cdot 56\ u}{3 \cdot 32\ u}$$

$$\frac{mFe}{mS} = \frac{7}{6}$$

Krok 3

Napisz odpowiedź.

Odpowiedź: Stosunek masowy żelaza do siarki w siarczku żelaza(III) Fe_2S_3 wynosi 7 : 6.

Przykład 30

Jak obliczyć skład procentowy wody?

Krok 1

Przeczytaj treść zadania i **wypisz** dane oraz szukane.

Oblicz skład procentowy H_2O.

Dane:
wzór związku chemicznego: H_2O

Szukane:
%H = ?
%O = ?

Krok 2

Wypisz masy atomowe wodoru i tlenu oraz **oblicz** masę cząsteczkową H_2O.

$m_{H_2O} = 2 \cdot 1\ u + 16\ u$

$m_{H_2O} = 18\ u$

1
1 $_{1}$**H** wodór *1,008* — $m_H = 1$ u

16
2 $_{8}$**O** tlen *16,00* — $m_O = 16$ u

Krok 3

Oblicz zawartość procentową wodoru w H_2O.

m_{H_2O} *stanowi* 100% (całość)
m_H *stanowi x*

$$\frac{m_{H_2O}}{m_H} = \frac{100\%}{x}$$

$$x = \frac{m_H}{m_{H_2O}} \cdot 100\%$$

$$x = \frac{2\ u}{18\ u} \cdot 100\%$$

$$x = 11{,}1\%$$

Krok 4

Oblicz zawartość procentową tlenu w H_2O.

%H + %O = 100%
%O = 100% – %H
%O = 100% – 11,1%

%O = 88,9%

Krok 5

Napisz odpowiedź.

Odpowiedź: Zawartość procentowa (procent masowy) wodoru w wodzie wynosi 11,1%, a tlenu – 88,9%.

Przykład 31

Jak obliczyć stosunek masowy pierwiastków w metanie, znając jego skład procentowy?

Krok 1

Przeczytaj treść zadania i **wypisz** dane oraz szukane.

Związek chemiczny o nazwie metan zawiera 75% węgla i 25% wodoru. Oblicz stosunek masowy pierwiastków chemicznych w metanie.

Dane:
%C = 75%
%H = 25%

Szukane:
$\frac{mC}{mH} = ?$

Krok 2

Oblicz stosunek masowy pierwiastków chemicznych w metanie.

m metanu *stanowi* 100% (całość)

mC *stanowi* 75%
mH *stanowi* 25%

$$\frac{mC}{mH} = \frac{75\%}{25\%} = \frac{3}{1}$$

Krok 3

Napisz odpowiedź.

Odpowiedź: Stosunek masowy węgla do wodoru w metanie wynosi 3 : 1.

Przykład 32

Jak ustalić wzór związku chemicznego na podstawie stosunku masowego pierwiastków?

Krok 1

Przeczytaj treść zadania i **wypisz** dane oraz szukane.

Stosunek masowy azotu do tlenu w pewnym tlenku azotu wynosi 7 : 12. Wykonaj obliczenia i podaj wzór sumaryczny oraz nazwę tego tlenku.

Dane:
$\frac{mN}{mO} = \frac{7}{12}$

Szukane:
wzór sumaryczny = ?
nazwa tlenku = ?

Krok 2

Napisz wzór ogólny tlenku i **podaj** masy atomowe azotu i tlenu.

N_xO_y

15
2 | $_7$**N** azot *14,01* — m_N = 14 u

16
2 | $_8$**O** tlen *16,00* — m_O = 16 u

Krok 3

Oblicz indeksy stechiometryczne *x* i *y* w tym tlenku azotu.

$$\frac{14\ u \cdot x}{16\ u \cdot y} = \frac{7}{12} \quad \Big| \cdot \frac{16\ u}{14\ u}$$

$$\frac{x}{y} = \frac{7}{12} \cdot \frac{16\ u}{14\ u} \qquad \frac{x}{y} = \frac{2}{3}$$

Gdy $x = 2$ to $y = 3$

Krok 4

Napisz odpowiedź.

Odpowiedź: Wzór tlenku azotu: N_2O_3, nazwa: tlenek azotu(III).

Co się wydarzy, jeśli stosunek mas nie jest zachowany?

Jeśli jednego z substratów jest więcej, niż wynika ze stosunku mas, to ten **substrat przereaguje tylko w takiej ilości, jaka jest potrzebna, aby stosunek mas był zachowany**. Pozostała część substratu nie ulegnie reakcji chemicznej. Dotyczy to wszystkich typów reakcji chemicznych. Na przykład jeśli do syntezy siarczku ołowiu(II):

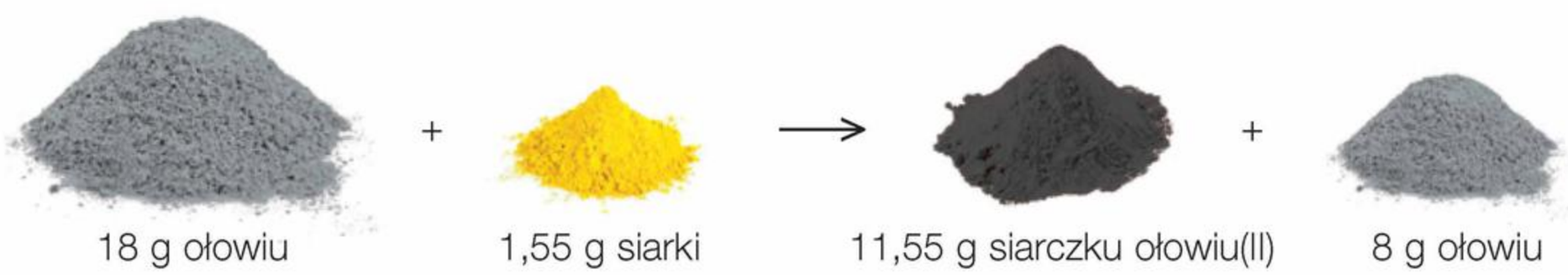
- substraty zostały dobrane **zgodnie ze stosunkiem mas**, to powstaje **tylko produkt** reakcji chemicznej – siarczek ołowiu(II):

obydwa substraty przereagowały w całości

- substraty zostały dobrane **niezgodnie ze stosunkiem mas**, to powstaje produkt reakcji chemicznej oraz **pozostaje nadmiar** jednego z substratów – **siarki**:

substrat użyty w nadmiarze

- substraty zostały dobrane **niezgodnie ze stosunkiem** mas, to powstaje produkt reakcji chemicznej oraz **pozostaje nadmiar** jednego z substratów – **ołowiu**:



substrat użyty w nadmiarze

Rozwiąż zadania w zeszycie

1. **Oblicz stosunek masowy pierwiastków w:**
   a) bromku wapnia $CaBr_2$; b) tlenku azotu(V) N_2O_5.
2. **Oblicz skład procentowy:**
   a) tlenku siarki(VI) SO_3; b) siarczku glinu Al_2S_3.
3. W pewnym tlenku siarki zawartość procentowa siarki wynosi 50%. **Oblicz stosunek masowy siarki do tlenu w tym związku chemicznym i napisz wzór sumaryczny tego tlenku.**
4. **Oblicz skład procentowy chlorku wapnia.** Stosunek masowy wapnia do chloru w chlorku wapnia wynosi 4 : 7.

Zapamiętaj!

Prawo stałości składu związku chemicznego – stosunek mas pierwiastków w każdym związku chemicznym jest stały i charakterystyczny dla danego związku chemicznego.

25 Równania reakcji chemicznych

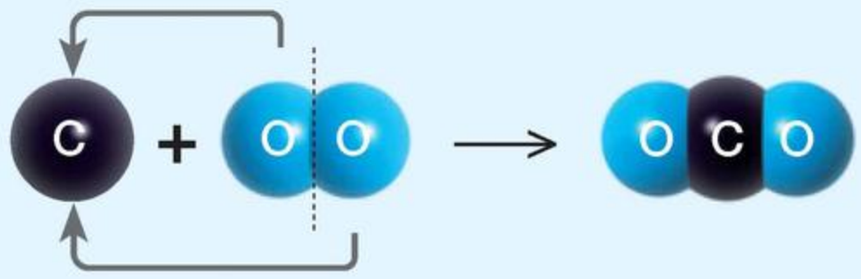
Równanie reakcji chemicznej to przedstawienie jej przebiegu za pomocą symboli i wzorów chemicznych.

Po zapisaniu równania reakcji chemicznej należy je **uzgodnić**, czyli doprowadzić do tego, aby liczba atomów poszczególnych pierwiastków chemicznych po obydwu stronach równania reakcji chemicznej była taka sama.

Przeczytaj – zrozumiesz!

Jak zapisać równanie reakcji chemicznej?

W równaniach reakcji chemicznych liczba atomów **po lewej stronie równania (substraty)** musi być równa liczbie atomów **po prawej stronie równania (produkty)**.

	substraty		produkty
Zapis słowny:	węgiel + tlen	$\longrightarrow$	tlenek węgla(IV)
Zapis równania reakcji chemicznej:	$C + O_2$	$\longrightarrow$	CO_2
Schemat:			
Sposób odczytywania:	**Jeden atom węgla** reaguje z **jedną cząsteczką tlenu**, tworząc **jedną cząsteczkę tlenku węgla(IV)**.		

Co to są współczynniki stechiometryczne?

To liczby zapisywane przed **symbolami atomów i wzorami chemicznymi**. Określają liczbę atomów lub cząsteczek w równaniach reakcji chemicznych.

Co to są indeksy stechiometryczne?

To liczby wskazujące na liczbę atomów w cząsteczce.

współczynniki stechiometryczne

1 1 1

$C + O_2 \longrightarrow CO_2$

$C + O_2 \longrightarrow CO_2$

2 1 2

indeksy stechiometryczne

! Współczynników stechiometrycznych i indeksów stechiometrycznych **o wartości 1 nie zapisuje się** w równaniu reakcji chemicznej.

Przykład 33

Jak napisać i uzgodnić równanie reakcji otrzymywania tlenu z tlenku rtęci(II) w reakcji analizy?

Krok 1

Zapisz słownie przebieg reakcji chemicznej.

tlenek rtęci(II) ⟶ rtęć + tlen

! Zapis słowny jest pomocny na początku nauki zapisywania równań reakcji chemicznych.

Krok 2

Napisz równanie reakcji i **ustal** liczbę atomów pierwiastków po lewej i prawej stronie równania reakcji.

$$HgO \longrightarrow Hg + O_2$$

! Tlen występuje w postaci cząsteczek dwuatomowych O_2.

	substrat	produkty	
Hg	1 atom Hg	1 atom Hg	Zgadza się, bo 1 = 1.
O	1 atom O	2 atomy O	Nie zgadza się, **bo** 1 ≠ 2.

Nie zgadza się liczba atomów tlenu. **Przed wzorem HgO** należy dopisać współczynnik **2**.

$$\mathbf{2}HgO \longrightarrow Hg + O_2$$

	substrat	produkty	
Hg	**2** atomy Hg	1 atom Hg	Nie zgadza się, bo 2 ≠ 1.
O	**2** atomy O	2 atomy O	Zgadza się, bo 2 = 2.

Nie zgadza się liczba atomów rtęci. **Przed symbolem Hg** należy dopisać współczynnik **2**.

$$2HgO \longrightarrow 2Hg + O_2$$

	substrat	produkty	
Hg	2 atomy Hg	**2** atomy Hg	Zgadza się, bo 2 = 2.
O	2 atomy O	2 atomy O	Zgadza się, bo 2 = 2.

Równanie reakcji chemicznej zostało uzgodnione.

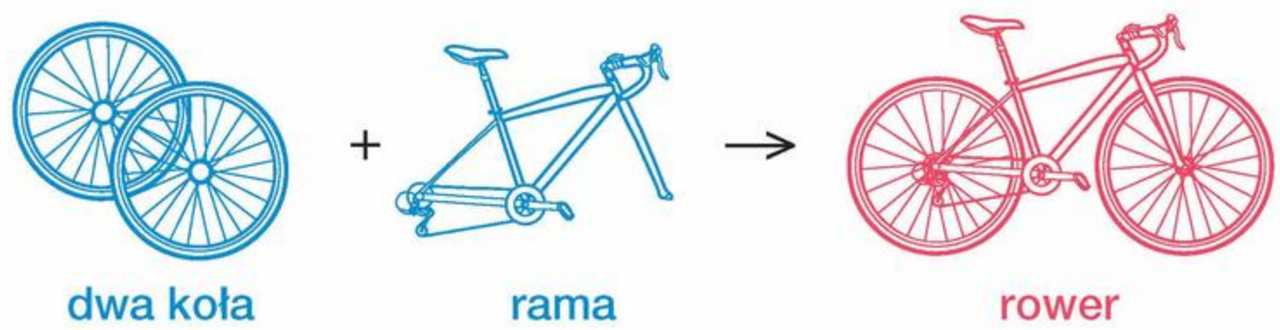
Krok 3

Odczytaj równanie reakcji chemicznej.

Dwie cząsteczki tlenku rtęci(II) rozkładają się, tworząc dwa atomy rtęci i jedną cząsteczkę tlenu.

! Substancje jonowe nie tworzą cząsteczek, ale do odczytania równania reakcji chemicznej został użyty termin *cząsteczka*.

Skojarz i zapamiętaj!



W uzgodnionym równaniu reakcji chemicznej liczba atomów poszczególnych pierwiastków chemicznych jest **taka sama po lewej** (substraty) **i prawej stronie** (produkty).

Przykład 34

Jak napisać i uzgodnić równanie reakcji otrzymywania tlenku magnezu w reakcji syntezy z tlenu i magnezu?

Krok 1

Zapisz słownie przebieg reakcji chemicznej.

tlen + magnez ⟶ tlenek magnezu

Zapis słowny jest pomocny na początku nauki zapisywania równań reakcji chemicznych.

Krok 2

Napisz równanie reakcji i **ustal** liczbę atomów pierwiastków po lewej i prawej stronie równania reakcji.

$$Mg + O_2 \longrightarrow MgO$$

Tlen występuje w postaci cząsteczek dwuatomowych.

	substraty	produkt	
Mg	1 atom Mg	1 atom Mg	Zgadza się, bo 1 = 1.
O	2 atomy O	1 atom O	Nie zgadza się, **bo** 2 ≠ 1.

Nie zgadza się liczba atomów O. **Przed wzorem MgO** trzeba dopisać współczynnik **2**.

$$Mg + O_2 \longrightarrow \mathbf{2}MgO$$

	substraty	produkt	
Mg	1 atom Mg	**2** atomy Mg	Nie zgadza się, **bo** 1 ≠ 2.
O	2 atomy O	**2** atomy O	Zgadza się, bo 2 = 2.

Nie zgadza się liczba atomów magnezu. **Przed symbolem Mg** należy dopisać współczynnik **2**.

$$2Mg + O_2 \longrightarrow 2MgO$$

	substraty	produkt	
Mg	**2** atomy Mg	2 atomy Mg	Zgadza się, bo 2 = 2.
O	2 atomy O	2 atomy O	Zgadza się, bo 2 = 2.

Równanie reakcji chemicznej zostało uzgodnione.

Krok 3

Odczytaj równanie reakcji chemicznej.

Dwa atomy magnezu reagują z jedną cząsteczką tlenu, tworząc dwie cząsteczki tlenku magnezu.

Substancje jonowe nie tworzą cząsteczek, ale do odczytania równania reakcji chemicznej został użyty termin *cząsteczka*.

Chemia wokół nas

Jedną z metod usuwania z powietrza nadmiaru tlenku węgla(IV) wydychanego przez załogę stacji kosmicznej (fot. 84.) jest następująca reakcja chemiczna:

$$4KO_2 + 2CO_2 \longrightarrow 2K_2CO_3 + 3O_2$$

ponadtlenek potasu, tlenek węgla(IV), węglan potasu, tlen

Fot. 84. Astronauta oddycha tlenem odzyskanym z reakcji ponadtlenku potasu z tlenkiem węgla(IV).

Przykład 35

Jak napisać i uzgodnić równanie reakcji otrzymywania tlenku magnezu w reakcji wymiany z tlenkiem węgla(IV)?

Krok 1

Zapisz słownie przebieg reakcji chemicznej.

magnez + tlenek węgla(IV) ⟶ tlenek magnezu + węgiel

! Zapis słowny jest pomocny na początku nauki zapisywania równań reakcji chemicznych.

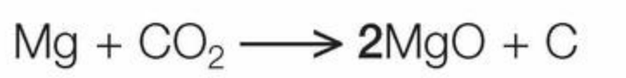
Krok 2

Napisz równanie reakcji i **ustal** liczbę atomów pierwiastków po lewej i prawej stronie równania reakcji.

$$Mg + CO_2 \longrightarrow MgO + C$$

	substraty	produkty	
Mg	1 atom Mg	1 atom Mg	Zgadza się, bo 1 = 1.
C	1 atom C	1 atom C	Zgadza się, bo 1 = 1.
O	2 atomy O	1 atom O	Nie zgadza się, **bo** 2 ≠ 1.

Nie zgadza się liczba atomów O. **Przed wzorem MgO** trzeba dopisać współczynnik **2**.



$$Mg + CO_2 \longrightarrow \mathbf{2}MgO + C$$

	substraty	produkty	
Mg	1 atom Mg	**2** atomy Mg	Nie zgadza się, **bo** 1 ≠ 2.
C	1 atom C	1 atom C	Zgadza się, bo 1 = 1.
O	2 atomy O	**2** atomy O	Zgadza się, bo 2 = 2.

Nie zgadza się liczba atomów Mg. **Przed symbolem Mg** należy dopisać współczynnik **2**.

$$2Mg + CO_2 \longrightarrow 2MgO + C$$

	substraty	produkty	
Mg	**2** atomy Mg	2 atomy Mg	Zgadza się, bo 2 = 2.
C	1 atom C	1 atom C	Zgadza się, bo 1 = 1.
O	2 atomy O	2 atomy O	Zgadza się, bo 2 = 2.

Równanie reakcji chemicznej zostało uzgodnione.

Krok 3

Odczytaj równanie reakcji chemicznej.

Dwa atomy magnezu reagują z jedną cząsteczką tlenku węgla(IV), tworząc dwie cząsteczki tlenku magnezu i jeden atom węgla.

Chemia wokół nas

Tlenek magnezu znajduje wiele zastosowań w kosmetyce. Ze względu na swoje właściwości jest używany jako składnik pudrów (fot. 85.), past do zębów oraz do zagęszczania szminek i fluidów.

Fot. 85. Tlenek magnezu jest jednym ze składników pudrów mineralnych.

Przykład 36

Jak napisać i uzgodnić równanie reakcji otrzymywania siarczku glinu w reakcji syntezy z siarki i glinu?

Krok 1

Zapisz słownie przebieg reakcji chemicznej.

siarka + glin ⟶ siarczek glinu

Zapis słowny jest pomocny na początku nauki zapisywania równań reakcji chemicznych.

Krok 2

Napisz równanie reakcji i **ustal** liczbę atomów pierwiastków po lewej i prawej stronie równania reakcji.

$$S + Al \longrightarrow Al_2S_3$$

	substraty	produkt	
S	1 atom S	3 atomy S	Nie zgadza się, **bo** 1 ≠ 3.
Al	1 atom Al	2 atomy Al	Nie zgadza się, **bo** 1 ≠ 2.

Nie zgadza się liczba atomów S i Al. Trzeba dopisać współczynniki po lewej stronie równania reakcji.

$$3S + 2Al \longrightarrow Al_2S_3$$

	substraty	produkt	
S	**3** atomy S	3 atomy S	Zgadza się, bo 3 = 3.
Al	**2** atomy Al	2 atomy Al	Zgadza się, bo 2 = 2.

Równanie reakcji chemicznej zostało uzgodnione.

Krok 3

Odczytaj równanie reakcji chemicznej.

Trzy atomy siarki reagują z dwoma atomami glinu, tworząc cząsteczkę siarczku glinu.

Substancje jonowe nie tworzą cząsteczek, ale do odczytania równania reakcji chemicznej został użyty termin *cząsteczka*.

Rozwiąż zadania w zeszycie

1. Napisz i uzgodnij równania reakcji chemicznych o następujących zapisach słownych:

a) chlor + chrom ⟶ chlorek chromu(III);
b) żelazo + tlen ⟶ tlenek żelaza(II);
c) siarka + sód ⟶ siarczek sodu;
d) woda ⟶ tlen + wodór.

2. Przepisz podane równania reakcji chemicznych i uzgodnij je.

a) $N_2 + H_2 \longrightarrow NH_3$
b) $Fe + HCl \longrightarrow FeCl_2 + H_2$
c) $N_2 + O_2 \longrightarrow N_2O_3$
d) $Mn + O_2 \longrightarrow Mn_2O_7$
e) $Al + H_2S \longrightarrow Al_2S_3 + H_2$
f) $Fe_2O_3 + HCl \longrightarrow FeCl_3 + H_2O$

3. Odczytaj podane równania reakcji chemicznych.

a) $2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O$
b) $2Na + S \longrightarrow Na_2S$
c) $2Fe_2O_3 + 3C \longrightarrow 4Fe + 3CO_2$
d) $2CO + O_2 \longrightarrow 2CO_2$

26 Prawo zachowania masy

W reakcjach chemicznych, które można zaobserwować, najczęściej nie sposób dostrzec wszystkich substratów i produktów. Dlatego można odnieść błędne wrażenie, że np. w reakcji spalania nie powstaje żaden produkt (fot. 86.). W reakcji spalania węgla powstaje produkt gazowy – tlenek węgla(IV).

Fot. 86. W trakcie spalania drewna powstają niewidoczne produkty gazowe.

Jak brzmi prawo zachowania masy?

Prawo zachowania masy brzmi:

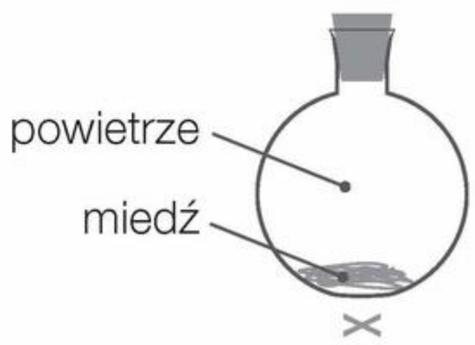
W reakcji chemicznej łączna masa substratów jest równa sumie mas produktów.

Doświadczenie 24

Potwierdzenie prawa zachowania masy

Instrukcja: W kolbie kulistej umieść wiórki miedzi (ok. 10 g) lub sproszkowaną miedź. Zamknij szczelnie kolbę gumowym korkiem. Całość zważ na wadze laboratoryjnej. Zapisz w zeszycie wynik. Zamkniętą kolbę ogrzewaj ostrożnie w płomieniu palnika przez ok. 2–3 min. Zważ kolbę ponownie, gdy ostygnie do temperatury pokojowej. Zapisz w zeszycie wynik ważenia.

Schemat



Obserwacje: Po ogrzaniu na dnie kolby powstała czarna substancja.
Po porównaniu masy kolby zawierającej substraty (przed reakcją chemiczną) z masą kolby zawierającej produkt (po reakcji chemicznej) okazuje się, że są one jednakowe (fot. 87.).

przed reakcją chemiczną

masa substratów
jest równa 10 g

po reakcji chemicznej

masa produktu
jest równa 10 g

Fot. 87. Masa miedzi i tlenu jest równa masie tlenku miedzi(II) – produktu reakcji chemicznej.

Wniosek: Tlen zawarty w powietrzu – wewnątrz kolby – przereagował z miedzią, tworząc czarny osad tlenku miedzi(II). Masa substancji przed reakcją chemiczną jest równa masie substancji po reakcji chemicznej.

Przykład 37

Jak obliczyć masę produktu reakcji chemicznej?

Krok 1

Przeczytaj treść zadania i **wypisz** dane oraz szukane.

Spalono 18 g węgla w 48 g tlenu. Oblicz, ile gramów tlenku węgla(IV) powstało w tej reakcji chemicznej.

Dane:
$mC = 18$ g
$mO_2 = 48$ g

Szukane:
$mCO_2 = ?$

Krok 2

Napisz równanie reakcji chemicznej.

$$\underset{\text{węgiel}}{C} + \underset{\text{tlen}}{O_2} \longrightarrow \underset{\text{tlenek węgla(IV)}}{CO_2}$$

Krok 3

Wykonaj obliczenia.

$mC + mO_2 = mCO_2$

$18\text{ g} + 48\text{ g} = mCO_2$

$mCO_2 = 66$ g

Krok 4

Napisz odpowiedź.

Odpowiedź: W tej reakcji chemicznej powstało 66 g tlenku węgla(IV).

Przykład 38

Jak obliczyć masę jednego z substratów reakcji chemicznej?

Krok 1

Przeczytaj treść zadania i **wypisz** dane oraz szukane.

W wyniku spalenia 12,7 g miedzi w tlenie otrzymano 15,9 g tlenku miedzi(II) CuO. Oblicz, ile gramów tlenu wzięło udział w tej reakcji chemicznej.

Dane:
$mCu = 12{,}7$ g
$mCuO = 15{,}9$ g

Szukane:
$mO_2 = ?$

Krok 2

Napisz równanie reakcji chemicznej.

$$\underset{\text{miedź}}{2Cu} + \underset{\text{tlen}}{O_2} \longrightarrow \underset{\text{tlenek miedzi(II)}}{2CuO}$$

Krok 3

Wykonaj obliczenia.

$mCu + mO_2 = mCuO$

$mO_2 = mCuO - mCu$

$mO_2 = 15{,}9\text{ g} - 12{,}7\text{ g}$

$mO_2 = 3{,}2$ g

Krok 4

Napisz odpowiedź.

Odpowiedź: W tej reakcji chemicznej wzięło udział 3,2 g tlenu.

Przykład 39

Jak obliczyć masę każdego z substratów reakcji chemicznej?

Krok 1

Przeczytaj treść zadania i **wypisz** dane oraz szukane.

W wyniku reakcji tlenku siarki(IV) z tlenem powstało 20 g tlenku siarki(VI). Oblicz masę każdego z substratów tej reakcji chemicznej, jeśli masa tlenu była 4 razy mniejsza od masy tlenku siarki(IV) użytego w tej reakcji chemicznej.

Dane:
$mSO_3 = 20$ g
$mO_2 = \frac{1}{4}\ mSO_2$

Szukane:
$mSO_2 = ?$
$mO_2 = ?$

Krok 2

Napisz równanie reakcji chemicznej.

$$\underset{\text{tlenek siarki(IV)}}{2SO_2} + \underset{\text{tlen}}{O_2} \xrightarrow{\text{katalizator}} \underset{\text{tlenek siarki(VI)}}{2SO_3}$$

Krok 3

Oblicz masę SO_2.

$mSO_2 + mO_2 = mSO_3$

$mSO_2 + \frac{1}{4}\ mSO_2 = mSO_3$

$\frac{5}{4}\ mSO_2 = mSO_3 \quad | \cdot \frac{4}{5}$

$mSO_2 = \frac{4}{5} \cdot 20$ g $\qquad mSO_2 = 16$ g

Krok 4

Oblicz masę O_2.

$mO_2 = \frac{1}{4}\ mSO_2$

$mO_2 = \frac{1}{4} \cdot 16$ g

$mO_2 = 4$ g

Krok 5

Napisz odpowiedź.

Odpowiedź: Masa tlenku siarki(IV) wynosiła 16 g, a masa tlenu – 4 g.

Rozwiąż zadania w zeszycie

1. **Oblicz, ile gramów magnezu uległo spaleniu w 48 g tlenu, jeśli otrzymano 120 g tlenku magnezu.**
2. Podczas termicznego rozkładu tlenku rtęci(II) otrzymano 3,2 g tlenu. **Oblicz masę tlenku rtęci(II), jeśli masa rtęci była o 36,92 g większa od masy otrzymanego tlenu.**
3. **Oblicz masę każdego z produktów reakcji rozkładu 72 g wody, jeżeli masa otrzymanego tlenu była 8 razy większa od masy wodoru.**
4. W reakcji chloru z sodem powstało 117 g chlorku sodu. **Oblicz, ile gramów sodu i ile gramów chloru wzięło w niej udział, jeśli chlor stanowił 60,68% masy substratów.**
5. W wyniku reakcji magnezu z tlenem powstało 8 g tlenku magnezu. **Oblicz masę tlenu i masę magnezu, jeśli masa tlenu w tej reakcji chemicznej stanowiła $\frac{2}{3}$ masy magnezu.**

Zapamiętaj!

Prawo zachowania masy – w reakcji chemicznej łączna masa substratów jest równa sumie mas produktów.

27 Obliczenia stechiometryczne

Fot. 88. Niewłaściwie dobrana ilość substratów może spowodować powstanie niewłaściwego produktu.

Podczas przygotowywania leków bardzo ważna jest m.in. ilość użytych substancji (fot. 88.).

Co to są obliczenia stechiometryczne?

Obliczenia, w których interpretuje się równanie reakcji chemicznej z wykorzystaniem prawa zachowania masy, noszą nazwę **obliczeń stechiometrycznych** (gr. *stoicheion* – pierwiastek i *metreo* – mierzę). Poprawne zapisanie i odczytanie równania reakcji chemicznej dostarcza wielu informacji na temat tej reakcji oraz dokonanie potrzebnych obliczeń.

Kiedy korzysta się z obliczeń stechiometrycznych?

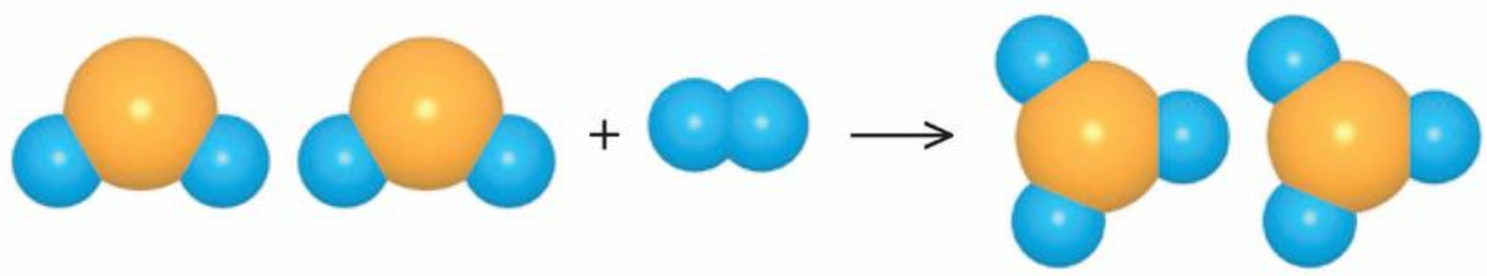
Z obliczeń stechiometrycznych korzysta się np. wtedy, gdy podczas przygotowywania doświadczeń pojawia się problem:

- jakiej ilości każdego z substratów należy użyć, aby przereagowały całkowicie;
- jakiej ilości substratu należy użyć, aby otrzymać taką masę produktu, jakiej potrzebujemy.

Jakie informacje można odczytać z równania reakcji chemicznej?

Z równania reakcji chemicznej można odczytać, jakie substancje i w jakich stosunkach ilościowych reagują ze sobą oraz jakie substancje i w jakich ilościach z nich powstają, np. dla reakcji tlenku siarki(IV) z tlenem, której produktem jest tlenek siarki(VI):

Modele atomów:
- tlenu
- siarki

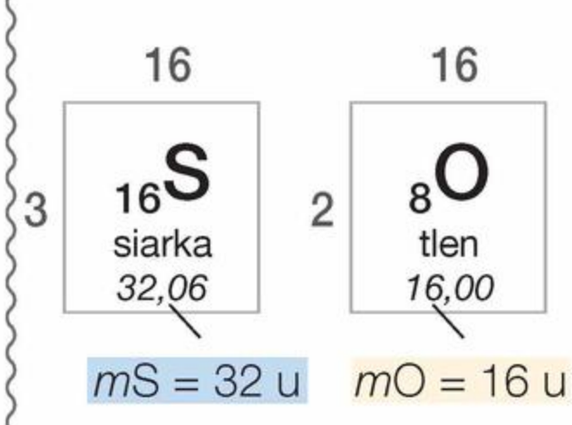


$$2SO_2 + O_2 \longrightarrow 2SO_3$$

tlenek siarki(IV) + tlen → tlenek siarki(VI)

1. Interpretacja cząsteczkowa

2 cząsteczki tlenku siarki(IV) + 1 cząsteczka tlenu → 2 cząsteczki tlenku siarki(VI)



2. Interpretacja masowa

$$2 \cdot m_{SO_2} + 1 \cdot m_{O_2} \longrightarrow 2 \cdot m_{SO_3}$$

$$2 \cdot (32\ u + 2 \cdot 16\ u) + 1 \cdot (2 \cdot 16\ u) \longrightarrow 2 \cdot (32\ u + 3 \cdot 16\ u)$$

128 u tlenku siarki(IV) + 32 u tlenu → 160 u tlenku siarki(VI)

Przykład 40

Jak obliczyć masę produktu reakcji chemicznej?

Krok 1

Przeczytaj treść zadania i **wypisz** dane oraz szukane.

Oblicz, ile gramów siarczku magnezu powstanie w wyniku reakcji chemicznej 6 g magnezu z siarką.

Dane:
m_{Mg} = 6 g

Szukane:
m_{MgS} = ?

Krok 2

Napisz i uzgodnij równanie reakcji chemicznej.

$$\underset{\text{magnez}}{Mg} + \underset{\text{siarka}}{S} \longrightarrow \underset{\text{siarczek magnezu}}{MgS}$$

Krok 3

Oblicz masę cząsteczkową siarczku magnezu.

Masy atomowe Mg i S odczytaj z układu okresowego.

m_{MgS} = 24 u + 32 u

m_{MgS} = 56 u

Krok 4

Napisz w odpowiednich miejscach informacje wynikające z treści zadania i równania reakcji chemicznej.

- podkreśl symbole chemiczne oraz wzory substancji, których dotyczy treść zadania

$$\underline{Mg} + S \longrightarrow \underline{MgS}$$

- zapisz nad równaniem informacje o ilościach substancji, dane i szukane

$$\overset{6\ g}{\underline{Mg}} + S \longrightarrow \overset{x}{\underline{MgS}}$$

- wpisz liczby atomów lub cząsteczek pod podkreślonymi wzorami i symbolami chemicznymi

$$\underset{1\ \text{atom}}{\overset{6\ g}{\underline{Mg}}} + S \longrightarrow \underset{1\ \text{cząsteczka}}{\overset{x}{\underline{MgS}}}$$

- zapisz masy substancji, których dotyczy treść zadania, w jednostkach masy atomowej

$$\underset{\substack{1\ \text{atom} \\ 24\ u}}{\overset{6\ g}{\underline{Mg}}} + S \longrightarrow \underset{\substack{1\ \text{cząsteczka} \\ 56\ u}}{\overset{x}{\underline{MgS}}}$$

(!) Substancje jonowe nie tworzą cząsteczek, ale do obliczeń stechiometrycznych używa się terminu *cząsteczka*.

Krok 5

Ułóż i **rozwiąż** proporcję.

z 24 u Mg *powstaje* 56 u MgS
z 6 g Mg *powstaje* x MgS

$$\frac{24\ u}{6\ g} = \frac{56\ u}{x}$$

$$24\ u \cdot x = 6\ g \cdot 56\ u$$

$$x = \frac{6\ g \cdot 56\ u}{24\ u} \qquad x = 14\ g$$

Krok 6

Napisz odpowiedź.

Odpowiedź: W reakcji chemicznej 6 g magnezu z siarką powstanie 14 g siarczku magnezu.

Przykład 41

Jak obliczyć masę produktu reakcji chemicznej?

Krok 1

Przeczytaj treść zadania i **wypisz** dane oraz szukane.

Oblicz, ile gramów chlorku sodu powstanie w reakcji chemicznej 4,6 g sodu z chlorem.

Dane:
m_{Na} = 4,6 g

Szukane:
m_{NaCl} = ?

Krok 2

Napisz i **uzgodnij** równanie reakcji chemicznej.

$$2Na + Cl_2 \longrightarrow 2NaCl$$

sód, chlor, chlorek sodu

Krok 3

Oblicz masę cząsteczkową chlorku sodu.

m_{NaCl} = 23 u + 35,5 u

m_{NaCl} = 58,5 u

Krok 4

Napisz w odpowiednich miejscach informacje wynikające z treści zadania i równania reakcji chemicznej.

4,6 g — x

$$2Na + Cl_2 \longrightarrow 2NaCl$$

2 atomy — 2 cząsteczki

2 · 23 u — 2 · 58,5 u

46 u — 117 u

Krok 5

Ułóż i **rozwiąż** proporcję.

z 46 u Na *powstaje* 117 u NaCl

z 4,6 g Na *powstaje* *x* NaCl

$$\frac{46\ u}{4{,}6\ g} = \frac{117\ u}{x}$$

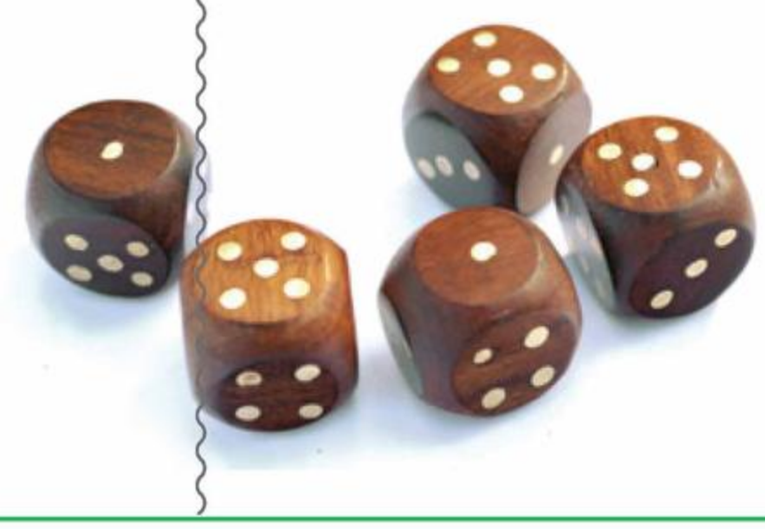
$$46\ u \cdot x = 4{,}6\ g \cdot 117\ u$$

$$x = \frac{4{,}6\ g \cdot 117\ u}{46\ u} \qquad x = 11{,}7\ g$$

Krok 6

Napisz odpowiedź.

Odpowiedź: W reakcji chemicznej 4,6 g sodu z chlorem powstanie 11,7 g chlorku sodu.



Dla dociekliwych

Mol to zbiór zawierający $6{,}02 \cdot 10^{23}$ drobin jednego rodzaju (fot. 89.), którymi mogą być m.in. atomy, cząsteczki, jony. Mol jest jednostką liczności materii.

Fot. 89. Gdyby jednym molem kostek do gry pokryć powierzchnię Ziemi, tworzona przez nie warstwa miałaby grubość ok. 1 km.

Przykład 42

Jak obliczyć masę substratu reakcji chemicznej?

Krok 1

Przeczytaj treść zadania i **wypisz** dane oraz szukane.

W reakcji tlenku żelaza(III) z węglem powstało 66 g tlenku węgla(IV). Oblicz, ile gramów tlenku żelaza(III) wzięło udział w tej reakcji chemicznej.

Dane:
$mCO_2 = 66$ g

Szukane:
$mFe_2O_3 = ?$

Krok 2

Napisz i **uzgodnij** równanie reakcji chemicznej.

$$2Fe_2O_3 + 3C \longrightarrow 4Fe + 3CO_2$$

tlenek żelaza(III) | węgiel | żelazo | tlenek węgla(IV)

Krok 3

Oblicz masę cząsteczkową tlenku żelaza(III) i tlenku węgla(IV).

$m_{Fe_2O_3} = 2 \cdot 56\ u + 3 \cdot 16\ u$
$m_{Fe_2O_3} = 160\ u$

$m_{CO_2} = 12\ u + 2 \cdot 16\ u$
$m_{CO_2} = 44\ u$

Krok 4

Napisz w odpowiednich miejscach informacje wynikające z treści zadania i równania reakcji chemicznej.

$$\underset{\underset{2\ \text{cząsteczki}}{2 \cdot 160\ u}}{\overset{x}{\underline{2Fe_2O_3}}} + 3C \longrightarrow 4Fe + \underset{\underset{3\ \text{cząsteczki}}{3 \cdot 44\ u}}{\overset{66\ g}{\underline{3CO_2}}}$$

320 u | 132 u

Krok 5

Ułóż i **rozwiąż** proporcję.

z 320 u Fe_2O_3 *powstaje* 132 u CO_2
z x Fe_2O_3 *powstaje* 66 g CO_2

$$\frac{320\ u}{x} = \frac{132\ u}{66\ g}$$

$$320\ u \cdot 66\ g = x \cdot 132\ u$$

$$x = \frac{320\ u \cdot 66\ g}{132\ u} \qquad x = 160\ g$$

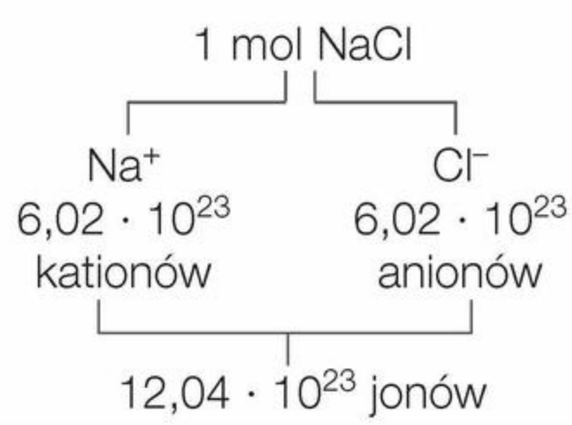
Krok 6

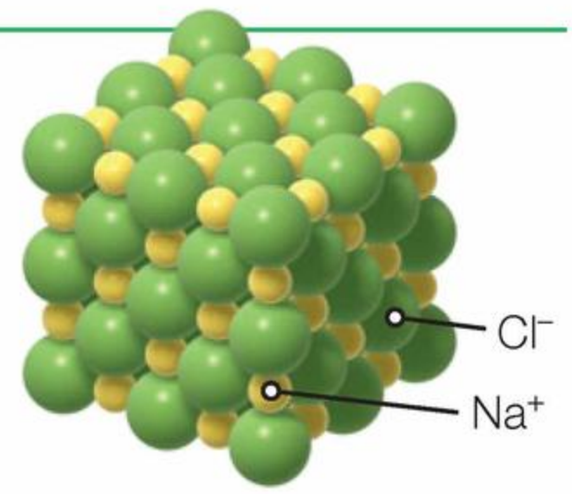
Napisz odpowiedź.

Odpowiedź: W tej reakcji chemicznej wzięło udział 160 g tlenku żelaza(III).

Dla dociekliwych

Sole tworzą jonowe sieci krystaliczne, dlatego np. **w 1 molu NaCl znajduje się $6{,}02 \cdot 10^{23}$ kationów** Na^+ i taka sama liczba anionów Cl^-. Łącznie w 1 molu tej soli znajduje się $12{,}04 \cdot 10^{23}$ jonów.





Przykład 43

Jak obliczyć masę substratu reakcji chemicznej?

Krok 1

Przeczytaj treść zadania i **wypisz** dane oraz szukane.

Oblicz, ile gramów węgla potrzeba do przeprowadzenia reakcji z 72 g tlenku miedzi(I). Produktami tej reakcji chemicznej są metaliczna miedź i tlenek węgla(IV).

Dane:
$m_{Cu_2O} = 72$ g

Szukane:
$m_C = ?$

Krok 2

Napisz i **uzgodnij** równanie reakcji chemicznej.

$$2Cu_2O + C \longrightarrow 4Cu + CO_2$$

tlenek miedzi(I) + węgiel → miedź + tlenek węgla(IV)

Krok 3

Oblicz masę cząsteczkową tlenku miedzi(I) i **odczytaj** z układu okresowego masę atomową węgla.

$m_{Cu_2O} = 2 \cdot 64\ u + 16\ u$

$m_{Cu_2O} = 144\ u$

$m_C = 12\ u$

Krok 4

Napisz w odpowiednich miejscach informacje wynikające z treści zadania i równania reakcji chemicznej.

72 g		x				
$2Cu_2O$	+	C	→	$4CuO$	+	CO_2
2 cząsteczki		1 atom				
$2 \cdot 144$ u		12 u				
288 u		12 u				

Krok 5

Ułóż i **rozwiąż** proporcję.

288 u Cu_2O *reaguje* z 12 u C

72 g Cu_2O *reaguje* z x C

$$\frac{288\ u}{72\ g} = \frac{12\ u}{x}$$

$$288\ u \cdot x = 72\ g \cdot 12\ u$$

$$x = \frac{72\ g \cdot 12\ u}{288\ u} \qquad x = 3\ g$$

Krok 6

Napisz odpowiedź.

Odpowiedź: Do przeprowadzenia reakcji chemicznej potrzeba 3 g węgla.

Cu_2O

CuO

Dla dociekliwych

Tlenek miedzi(I) często występuje na powierzchni miedzi. W podwyższonej temperaturze powstaje tlenek miedzi(II) (fot. 90.).

Fot. 90. Tlenek miedzi(I) Cu_2O ma barwę ceglastoczerwoną, a tlenek miedzi(II) CuO ma barwę czarną.

Dla dociekliwych

Masa molowa *M* jest to liczba gramów substancji zawierająca $6{,}02 \cdot 10^{23}$ atomów, cząsteczek lub jonów. Jej wartość jest liczbowo równa masie atomowej lub cząsteczkowej. Jednostką masy molowej jest $\frac{g}{mol}$.

1 mol różnych pierwiastków chemicznych

1 mol siarki $6{,}02 \cdot 10^{23}$ atomów siarki znajduje się w 32,06 g S

1 mol magnezu $6{,}02 \cdot 10^{23}$ atomów magnezu znajduje się w 24,31 g Mg

1 mol węgla $6{,}02 \cdot 10^{23}$ atomów węgla znajduje się w 12,01 g C

1 mol ołowiu $6{,}02 \cdot 10^{23}$ atomów ołowiu znajduje się w 207,2 g Pb

1 mol antymonu $6{,}02 \cdot 10^{23}$ atomów antymonu znajduje się w 121,76 g Sb

Rozwiąż zadania w zeszycie

1. **Oblicz, ile gramów siarczku glinu powstanie w reakcji 108 g glinu z siarką.**
2. **Oblicz, ile kilogramów żelaza otrzymano w wyniku reakcji 288 kg tlenku żelaza(II) z węglem.**
3. **Oblicz, ile gramów wodoru powstanie w wyniku reakcji rozkładu 36 g wody.**
4. **Oblicz masę związku chemicznego otrzymanego w reakcji 4,6 g sodu z kwasem siarkowym(VI), wiedząc, że sód reaguje z kwasem siarkowym(VI) zgodnie z równaniem:**

   $2Na + H_2SO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + H_2$
5. **Oblicz, ile gramów tlenku magnezu wzięło udział w reakcji z kwasem azotowym(V), jeśli powstało 29,6 g azotanu(V) magnezu $Mg(NO_3)_2$.**

   $MgO + 2HNO_3 \longrightarrow Mg(NO_3)_2 + H_2O$
6. W wyniku reakcji zasady sodowej NaOH z siarczanem(VI) miedzi(II) $CuSO_4$ powstało 19,6 g wodorotlenku miedzi(II) $Cu(OH)_2$.

   $2NaOH + CuSO_4 \longrightarrow Cu(OH)_2 + Na_2SO_4$

   Oblicz, ile gramów siarczanu(VI) miedzi(II) zużyto w tej reakcji chemicznej.

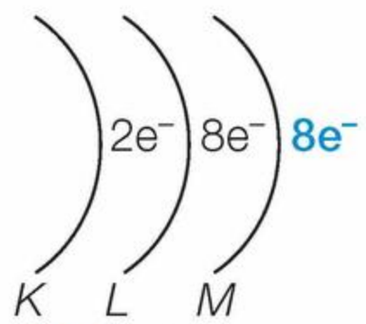
Dla dociekliwych

7. Do reakcji chemicznej użyto po 8 g bromu i magnezu. Czy substraty przereagowały całkowicie? **Oblicz masę produktu reakcji chemicznej.**

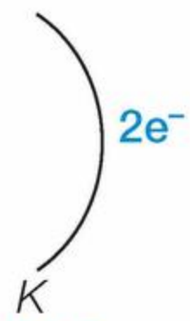
Podsumowanie

Jaką funkcję pełnią elektrony walencyjne podczas łączenia się atomów?

Elektrony walencyjne tworzą **wiązania chemiczne** między atomami w cząsteczce pierwiastka lub cząsteczce związku chemicznego. Atomy dążą do uzyskania **oktetu elektronowego**, czyli 8 elektronów walencyjnych, lub **dubletu elektronowego**, czyli 2 elektronów walencyjnych, gdyż są to trwałe stany elektronowe w atomach.



oktet elektronowy



dublet elektronowy

Dlaczego gazy szlachetne są mało aktywne chemicznie?

Gazy szlachetne mają całkowicie zapełnioną powłokę walencyjną – **8 elektronami** (oktet elektronowy), a w przypadku helu – **2 elektronami** (dublet elektronowy).

Jakie są rodzaje wiązań chemicznych?

Wiązania chemiczne
- wiązanie **kowalencyjne**
  - niespolaryzowane np. H_2, O_2
  - spolaryzowane np. H_2O, HCl
- wiązanie **jonowe**

W jaki sposób łączą się ze sobą atomy niemetali?

Atomy niemetali, tworząc cząsteczki, dążą do uzyskania dubletu lub oktetu elektronowego poprzez **uwspólnianie elektronów**. Wiązanie chemiczne utworzone przez taką wspólną parę lub pary elektronowe nazywa się **wiązaniem kowalencyjnym**.

wiązanie **kowalencyjne niespolaryzowane**

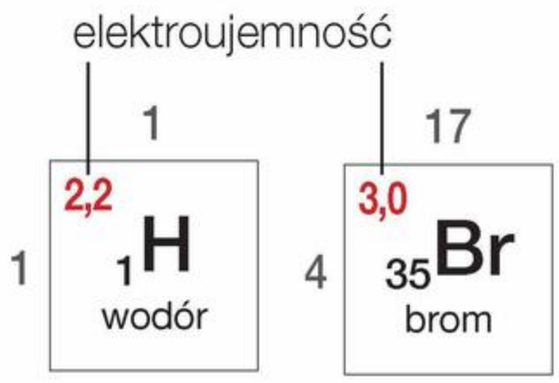
wiązanie **kowalencyjne spolaryzowane**

Jak rozmieszczona jest wspólna para elektronowa w wiązaniu kowalencyjnym?

W wiązaniu **kowalencyjnym spolaryzowanym** wspólna para elektronowa znajduje się bliżej atomu pierwiastka o większej elektroujemności w cząsteczce. W wiązaniu **kowalencyjnym niespolaryzowanym** nie występuje przesunięcie wspólnej pary elektronowej.

Co to jest elektroujemność?

Elektroujemność jest to zdolność atomu danego pierwiastka chemicznego do przyciągania elektronów.



Kiedy tworzy się wiązanie kowalencyjne niespolaryzowane?

Wiązanie kowalencyjne niespolaryzowane powstaje pomiędzy atomami pierwiastków chemicznych o różnicy elektroujemności równej 0.

Br : Br
3,0 – 3,0 = **0**

Kiedy tworzy się wiązanie kowalencyjne spolaryzowane?

Wiązanie kowalencyjne spolaryzowane powstaje między atomami różnych pierwiastków chemicznych o różnicy elektroujemności mniejszej od 1,7.

H :Br
3,0 – 2,2 = **0,8**
0,8 < 1,7

Co to są jony i jak powstają?

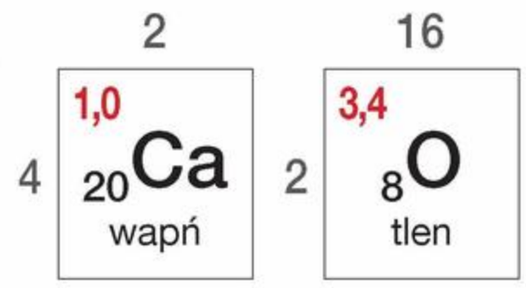
Jony to cząstki obdarzone ładunkiem elektrycznym dodatnim **(kationy)** lub ujemnym **(aniony)**. Kationy powstają z atomów w wyniku oddawania elektronów walencyjnych, a aniony w wyniku ich pobierania.

Na^+
kation sodu

O^{2-}
anion tlenkowy

W jaki sposób atomy metali łączą się z atomami niemetali?

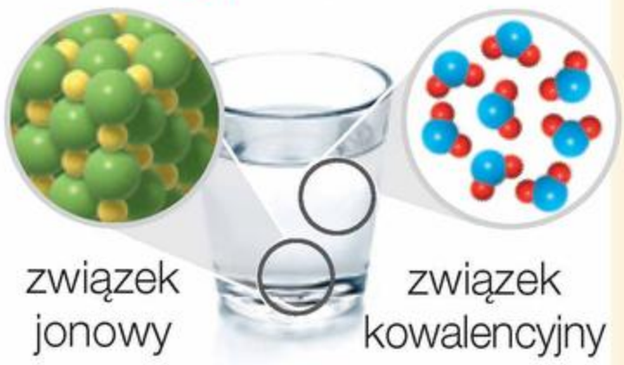
Atomy metalu i niemetalu dążą do uzyskania oktetu (lub dubletu) elektronowego poprzez utworzenie jonów. **Kationy** metali i **aniony** niemetali **przyciągają się** elektrostatycznie, tworząc wiązanie jonowe. Wiązanie to powstaje wtedy, gdy różnica elektroujemności atomów pierwiastków jest równa 1,7 lub większa.



różnica elektroujemności
3,4 – 1,0 = 2,4
2,4 > 1,7

Jaki wpływ na właściwości substancji ma rodzaj wiązania chemicznego?

Związki kowalencyjne to substancje stałe, ciekłe lub gazowe o niskich temperaturach topnienia i wrzenia, a **związki jonowe** są to substancje stałe na ogół dobrze rozpuszczalne w wodzie, o wysokich temperaturach topnienia i wrzenia.



Co to jest wartościowość?

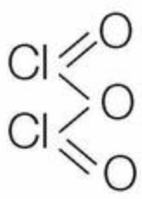
Wartościowość to liczba wiązań chemicznych, które może utworzyć atom pierwiastka chemicznego, łącząc się z innymi atomami. Większość pierwiastków chemicznych wykazuje więcej niż jedną wartościowość.

wartościowość
I I VII II
HCl Cl_2O_7

Czym wzór sumaryczny różni się od wzoru strukturalnego?

Zarówno **wzór sumaryczny**, jak i **wzór strukturalny** uwzględniają **rodzaj** i **liczbę atomów** pierwiastków chemicznych. Dodatkowo we wzorze strukturalnym przedstawiony jest sposób połączenia poszczególnych atomów oraz liczba wiązań chemicznych w cząsteczce związku chemicznego.

Cl_2O_3 wzór sumaryczny



wzór strukturalny

Czym jest równanie reakcji chemicznej?

Równanie reakcji chemicznej to zapis przebiegu reakcji chemicznej za pomocą symboli pierwiastków chemicznych i wzorów związków chemicznych.

$Ca + S \rightarrow CaS$
substraty produkt

Co to jest współczynnik stechiometryczny?

Współczynnik stechiometryczny jest to liczba atomów lub cząsteczek występujących w równaniu reakcji chemicznej.

współczynniki stechiometryczne
$Fe_2O_3 + 3CO \rightarrow 2Fe + 3CO_2$
indeksy stechiometryczne

Co to jest indeks stechiometryczny?

Indeks stechiometryczny jest to liczba atomów pierwiastka chemicznego w cząsteczce.

Jak brzmi prawo stałości składu związku chemicznego?

Stosunek mas (stosunek masowy) pierwiastków chemicznych w każdym związku chemicznym jest **stały i charakterystyczny** dla danego związku chemicznego.

H_2O
$2 \cdot 1 : 16 = 1 : 8$

Jaka jest treść prawa zachowania masy?

W reakcji chemicznej łączna **masa substratów jest równa sumie mas produktów**.

masa substratów = masa produktów

Sprawdź, czy wiesz i umiesz...

Rozwiąż zadania w zeszycie

1. **Przedstaw za pomocą wzorów elektronowych sposób łączenia się atomów w cząsteczkach o wzorach Br_2 i HI oraz w związku chemicznym o wzorze $BaCl_2$. Określ rodzaj występującego w nich wiązania chemicznego.**

2. **Na podstawie elektroujemności atomów pierwiastków chemicznych ustal rodzaj wiązań chemicznych występujących w substancjach przedstawionych za pomocą wzorów chemicznych.**

   I_2 $MgCl_2$ Na_2O $CaBr_2$ PH_3 CH_4 LiBr N_2 H_2 AlF_3 BaO Li_2O

3. **Napisz równania elektronowe podanych przemian.**

   a) $Cu \longrightarrow Cu^{2+}$
   b) $Mg^{2+} \longrightarrow Mg$
   c) $Cl^- \longrightarrow Cl$
   d) $S \longrightarrow S^{2-}$
   e) $O^{2-} \longrightarrow O$
   f) $Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+}$

4. **Wybierz i zaznacz schemat, który w sposób prawidłowy przedstawia tworzenie się wiązania kowalencyjnego niespolaryzowanego.**

   A.
   B.
   C.
   D.

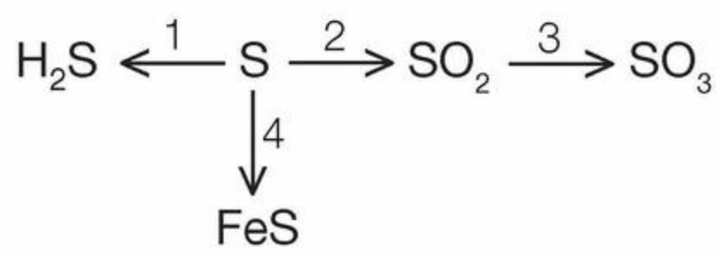
5. **Napisz wzory sumaryczne i nazwy związków chemicznych, które tworzą pierwiastki o podanych symbolach chemicznych i wartościowościach.**

   a) Mn(VII) i O(II)
   b) Mg(II) i I(I)
   c) Fe(III) i Cl(I)
   d) Cr(III) i S(II)
   e) Sn(IV) i O(II)
   f) Cl(I) i O(II)
   g) S(VI) i O(II)
   h) Cl(V) i O(II)
   i) Ag(I) i S(II)

6. **Dobierz współczynniki stechiometryczne w podanych równaniach reakcji chemicznych.**

   a) $Al + O_2 \longrightarrow Al_2O_3$
   b) $CuO + C \longrightarrow Cu + CO_2$
   c) $N_2O_3 + H_2O \longrightarrow HNO_2$
   d) $Cu_2O + NO_2 \longrightarrow CuO + NO$
   e) $NH_3 + O_2 \longrightarrow N_2 + H_2O$
   f) $MnO_2 \longrightarrow Mn_3O_4 + O_2$

7. **Napisz równania reakcji chemicznych, za których pomocą można dokonać poniższych przemian.**



8. **Oblicz:**

   a) stosunek liczby atomów pierwiastków chemicznych w cząsteczce tlenku glinu;
   b) stosunek masowy pierwiastków w tym związku chemicznym;
   c) zawartość procentową glinu w tym związku chemicznym.

9. W reakcji chemicznej magnezu z siarką powstało 28 g siarczku magnezu. **Oblicz masę każdego z substratów tej reakcji chemicznej, wiedząc, że masa magnezu stanowiła 75% masy siarki.**

10. W wyniku prażenia węglanu wapnia $CaCO_3$ otrzymano 112 g tlenku wapnia i tlenek węgla(IV). **Oblicz masę substratu.**

11. Pewien tlenek azotu o masie cząsteczkowej 108 u zawiera 25,93% azotu. **Napisz wzór sumaryczny i nazwę tego tlenku.**

Woda i roztwory wodne

5

28. Woda – właściwości i rola w przyrodzie

Cele lekcji: Poznanie właściwości fizycznych wody, jej roli i występowania w przyrodzie. Omówienie sposobów racjonalnego gospodarowania wodą.

29. Woda jako rozpuszczalnik

Cele lekcji: Poznanie pojęć: **rozpuszczalnik**, **dipol**. Wyjaśnienie procesu rozpuszczania. Budowa cząsteczki wody. Analiza wpływu temperatury, mieszania i stopnia rozdrobnienia substancji na szybkość rozpuszczania substancji stałej w wodzie.

30. Rodzaje roztworów

Cele lekcji: Poznanie pojęć: **roztwór**, **substancja rozpuszczona**. Poznanie rodzajów roztworów w zależności od stanu skupienia rozpuszczalnika oraz substancji rozpuszczanej, ze względu na ilość substancji rozpuszczonej (roztwory nasycone, nienasycone). Poznanie rodzajów mieszanin ze względu na wielkość cząstek substancji rozpuszczonej (roztwory właściwe, koloidy, zawiesiny).

31. Rozpuszczalność substancji w wodzie

Cele lekcji: Poznanie pojęcia **rozpuszczalność** i wykonywanie obliczeń związanych z rozpuszczalnością. Korzystanie z tabeli i wykresów rozpuszczalności substancji w wodzie.

32. Stężenie procentowe roztworu

Cele lekcji: Poznanie pojęcia **stężenie procentowe roztworu**. Obliczanie stężeń procentowych z wykorzystaniem wzoru oraz proporcji. Wykonywanie obliczeń z uwzględnieniem stężeń roztworów o znanej gęstości.

28 Woda – właściwości i rola w przyrodzie

Fot. 91. Para wodna skrapla się po zetknięciu z zimną powierzchnią.

Woda w przyrodzie to nie tylko zbiorniki wodne i lodowce, lecz także wody gruntowe (wody podziemne), wody mineralne, para wodna w powietrzu (fot. 91.) i woda krystalizacyjna w minerałach.

Do czego jest potrzebna woda?

Większość procesów zachodzących w środowisku przyrodniczym **przebiega z udziałem wody** lub w środowisku wodnym. Wodę zawierają też wszystkie organizmy. Jest ona niezbędna **do** ich **prawidłowego funkcjonowania**. Około $\frac{3}{4}$ organizmu człowieka to woda. Bierze ona udział m.in. w:

- regulowaniu temperatury ciała,
- transporcie, rozpuszczaniu i wchłanianiu substancji odżywczych,
- usuwaniu szkodliwych produktów przemiany materii.

Czy woda w kranie to czysty związek chemiczny?

Odpowiedź na to pytanie poznasz, gdy wykonasz doświadczenie 25.

Doświadczenie 25

Odparowanie wody wodociągowej

Instrukcja: Szkiełko zegarkowe z małą ilością wody wodociągowej ogrzewaj aż do jej całkowitego odparowania.

Schemat

Obserwacje: Ciecz odparowała, a na szkiełku zegarkowym pozostał biały osad.

Wniosek: Widoczny osad to związki chemiczne, które były rozpuszczone w wodzie wodociągowej. Woda wodociągowa nie jest czystym związkiem chemicznym.

Woda (zarówno wodociągowa, jak i źródlana) zawiera rozpuszczone związki chemiczne.

Chemia wokół nas

Woda destylowana to woda pozbawiona wszelkich związków chemicznych, m.in. soli mineralnych i rozpuszczonych gazów. Aby ją otrzymać, wodę wodociągową poddaje się procesowi destylacji. Wodę destylowaną stosuje się w medycynie i przemyśle farmaceutycznym do produkcji leków, w laboratoriach chemicznych oraz życiu codziennym, np. w żelazkach, nawilżaczach powietrza i samochodach (fot. 92.).

Fot. 92. Wody destylowanej używa się m.in. do uzupełniania elektrolitu w akumulatorach.

Jakie właściwości ma woda?

Woda jest najbardziej rozpowszechnioną substancją w przyrodzie. Występuje na Ziemi w trzech stanach skupienia:

- ciekłym (woda),
- gazowym (para wodna) – fot. 93.,
- stałym (lód).

Fot. 93. Zawartość pary wodnej w powietrzu mierzy się higrometrem.

Właściwości H_2O

Właściwości fizyczne

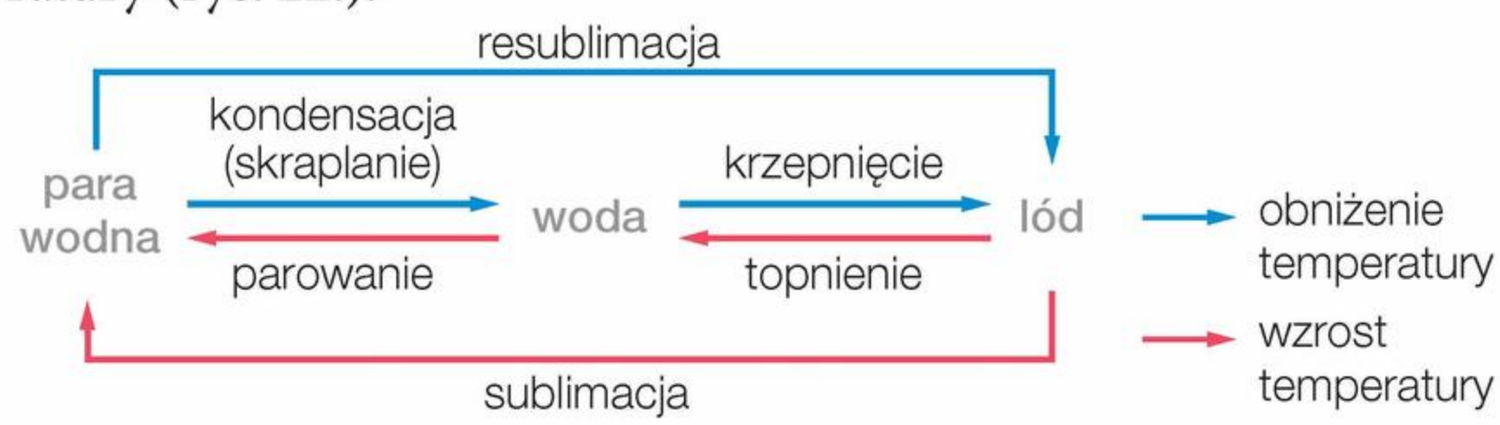
- ciecz
- bezbarwna
- gęstość 1 $\frac{g}{cm^3}$ w temp. 4 °C
- temperatura topnienia 0 °C
- temperatura wrzenia 100 °C

Właściwości chemiczne

- bezwonna
- bez smaku

Jak temperatura wpływa na właściwości wody?

Woda może zmieniać stan skupienia pod wpływem zmian temperatury (rys. 22.).

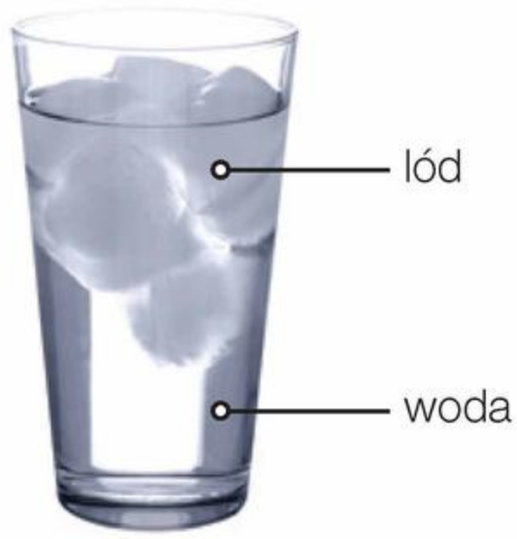


Rys. 22. Schemat zmian stanu skupienia wody.

Największą gęstość 1 $\frac{g}{cm^3}$ woda ma **w temperaturze 4 °C**. Podczas mrozów, nawet gdy górną część zbiornika wodnego pokrywa warstwa lodu, woda o temperaturze 4 °C gromadzi się na dnie zbiornika wodnego, co umożliwia życie roślinom i zwierzętom wodnym.

Pod ciśnieniem 1013 hPa woda zaczyna krzepnąć w temperaturze 0 °C. **Podczas zamarzania zwiększa swoją objętość** (V), co oznacza, że jej gęstość (d) się zmniejsza (fot. 94.).

Zwiększająca się objętość wody podczas zamarzania jest jedną z przyczyn wietrzenia skał. Woda, zamarzając w szczelinach skał, powoduje ich rozsadzanie. Za sprawą wody z twardych granitów powstaje piasek.



Fot. 94. Lód ma mniejszą gęstość niż woda, dlatego pływa po jej powierzchni.

Dla dociekliwych

Jednym ze wskaźników czystości wody jest **miano coli**. Jest to najmniejsza objętość wody, na którą przypada 1 bakteria pałeczki okrężnicy (*Escherichia coli*, czytaj: eszerichia koli). Dla wody pitnej miano coli wynosi od 10 cm^3 do 50 cm^3, co oznacza, że w takiej jej objętości nie może znajdować się więcej niż jedna bakteria z grupy coli. Bakterie coli (*Escherichia coli*) mogą powodować ciężkie zatrucia u pojedynczych osób, a nawet epidemie.

Jak ciśnienie powietrza wpływa na właściwości wody?

Pod ciśnieniem 1013 hPa woda wrze w temperaturze 100 °C. Jednak **im wyższe ciśnienie, tym wyższa temperatura wrzenia wody** (fot. 95.) i odwrotnie. Na przykład na szczycie Mont Blanc (4810,45 m n.p.m.) ciśnienie atmosferyczne wynosi ok. 600 hPa, a woda wrze już w temperaturze ok. 86 °C. Oznacza to, że woda w górach (pod niższym ciśnieniem) zagotuje się w niższej temperaturze, a więc szybciej. Dłużej natomiast będą gotowały się potrawy, ponieważ w niższej temperaturze wody odbywa się to wolniej.

Fot. 95. W szybkowarach, w których panuje ciśnienie wyższe niż atmosferyczne, woda wrze w wyższej temperaturze, dlatego potrawy gotują się szybciej.

Chemia wokół nas

Woda pokrywa $\frac{2}{3}$ powierzchni kuli ziemskiej, ale zasoby wód słodkich są mniejsze niż zasoby wód słonych. Wody słone występują na Ziemi w morzach i oceanach. Wody słodkie to: woda zawarta w lodowcach, wody podziemne, wody powierzchniowe, woda w atmosferze i glebie. Zwiększanie się liczby ludności i rozwój przemysłu powodują wzrost zużycia wody i jej większe zanieczyszczenie (fot. 96.). Zanieczyszczenia wód można podzielić na trzy rodzaje:

Główne źródła zanieczyszczeń wód

- **komunalne**, np. detergenty ze środków piorących
- **przemysłowe**, np.:
  - fenole pochodzące ze ścieków przemysłu petrochemicznego
  - metale ciężkie
- **rolnicze**, np. azotany i fosforany pochodzące z nawozów mineralnych, stosowanych w rolnictwie

◀ **detergenty** dodawane do kosmetyków, środków piorących i myjących (m.in.: płynów do mycia naczyń, proszków do prania, szamponów) oraz **nawozy sztuczne** i **pestycydy** stosowane w rolnictwie

◀ **paliwa, oleje, smary i rozpuszczalniki** stosowane w przemyśle petrochemicznym

◀ **symbol oznaczający skażenie biologiczne** bakteriami, pierwotniakami, grzybami

związki metali ciężkich ▼ (głównie ołowiu, rtęci, kadmu)

Fot. 96. Źródła zanieczyszczeń wód.

Jak racjonalnie gospodarować wodą?

Konieczne jest racjonalne gospodarowanie wodą:

- tworzenie zbiorników retencyjnych,
- wdrażanie technologii, których podstawową zasadą jest oszczędne zużywanie wody, np. obieg zamknięty wody w zakładach przemysłowych i myjniach samochodowych,
- tworzenie ujęć wody z rzek (pobieranie przez zakłady przemysłowe do produkcji) poniżej miejsc odprowadzania jej po wykorzystaniu, co zmusza przedsiębiorców do właściwego jej oczyszczania (fot. 97.).

Fot. 97. Środki czystości stanowiące część ścieków komunalnych zanieczyszczają zbiorniki wodne.

Rozwiąż zadania w zeszycie

1. W pewnych warunkach woda wrze w temperaturze 95 °C, a w innych w temperaturze 101,5 °C. **Wyjaśnij przyczynę tego zjawiska.**

2. Wody słone występują na Ziemi w morzach i oceanach. Wody słodkie to: woda zawarta w lodowcach, wody podziemne, wody powierzchniowe, woda w atmosferze i glebie. Wody słodkie stanowią 2,8% zasobów wodnych Ziemi, reszta – 97,2% – to wody słone. Woda w lodowcach stanowi 82% wody słodkiej, 14% wody słodkiej to wody podziemne, 3% stanowią wody powierzchniowe, a reszta to woda w atmosferze i glebie. **Narysuj kwadrat o powierzchni 100 cm^2 przedstawiający 100% zasobów wodnych Ziemi i zaznacz w nim zawartość procentową wód słonych i słodkich.**

3. **Wykonaj doświadczenie:** Do wykonania doświadczenia będą potrzebne 3 próbki wody. Pierwsza próbka powinna pochodzić z kranu, a druga i trzecia – z dwóch różnych naturalnych zbiorników wodnych (można je też pobrać z kałuży lub deszczówki). Każdą próbkę umieść w małym garnku lub naczyniu żaroodpornym. Włącz kuchenkę i ogrzewaj na niej naczynia z próbkami, aż woda całkowicie odparuje. Kontroluj cały czas proces ogrzewania, aby nie przypalić naczyń. **Napisz obserwacje i sformułuj wniosek.**

Dla dociekliwych

4. Zjawisko zwane przyduchą akwariową skutkuje przebywaniem ryb w górnej części akwarium, gdzie gwałtownie łykają one powietrze z powierzchni wody, ponieważ w wodzie jest zbyt mało tlenu. **Uzupełnij zdanie tak, aby powstała poprawna informacja. Wybierz odpowiedź spośród oznaczonych literami A i B oraz odpowiedź spośród oznaczonych literami C i D.**

Przyczyną małej ilości tlenu w wodzie może być zbyt **A/B** temperatura wody, ponieważ rozpuszczalność tlenu w wodzie **C/D** wraz ze wzrostem temperatury.

A. niska
B. wysoka
C. maleje
D. rośnie

29 Woda jako rozpuszczalnik

Fot. 98. Kałuża jest mieszaniną wody i rozpuszczonych w niej związków chemicznych, np. dwutlenku węgla.

Często spotykasz się ze stwierdzeniem, że substancje rozpuszczają się w wodzie, a woda jest dobrym rozpuszczalnikiem (fot. 98.).

Czy wszystkie substancje dobrze rozpuszczają się w wodzie?

Do substancji dobrze rozpuszczających się w wodzie należą m.in. cukier i sól kuchenna, o czym można się przekonać podczas słodzenia herbaty lub przyprawiania zupy. Jednak nie wszystkie substancje dobrze rozpuszczają się w wodzie, np. olej (fot. 99.). Sprawdź ten fakt doświadczalnie.

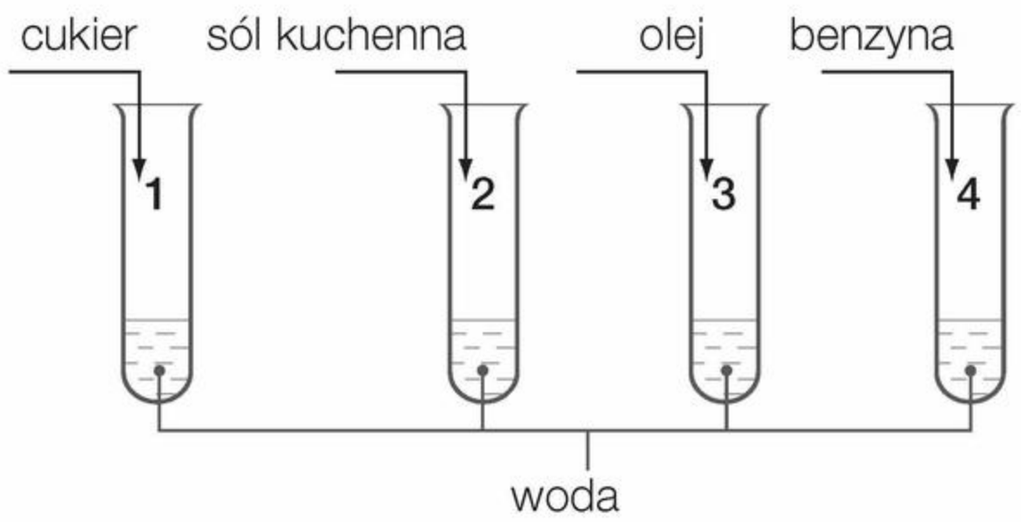
Fot. 99. Olej nie rozpuszcza się w wodzie.

Doświadczenie 26

Rozpuszczanie substancji w wodzie

Instrukcja: Do czterech probówek wlej wody do ok. $\frac{1}{3}$ ich objętości (schemat). Do probówki 1. dodaj kilka kryształków cukru, do probówki 2. – soli kuchennej, do probówki 3. wlej kilka kropel oleju, a do probówki 4. – kilka kropel benzyny. Zamknij probówki korkami i przez chwilę nimi potrząsaj.

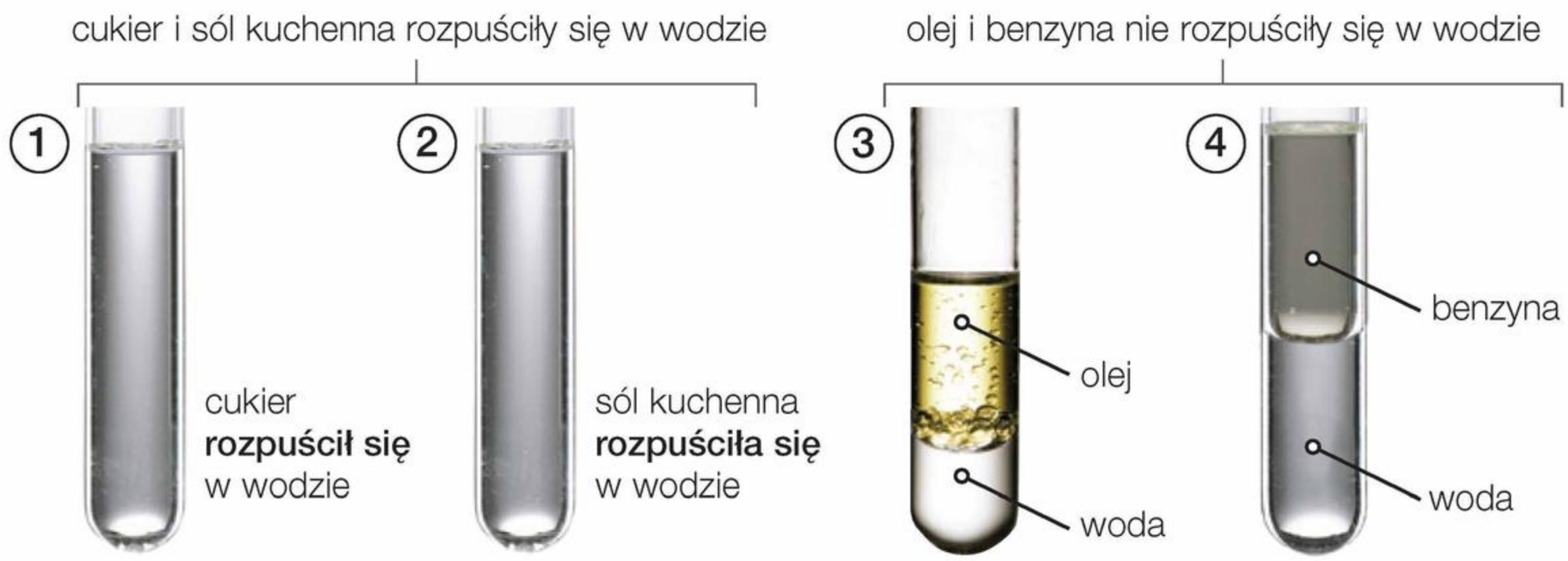
Schemat



Dalszy ciąg doświadczenia na s. 161

Początek doświadczenia na s. 160

Obserwacje: Cukier i sól kuchenna po dodaniu do probówek z wodą opadają na dno, a po wymieszaniu zanikają (fot. 100.). W probówkach ③ i ④ widoczne są dwie warstwy cieczy. Podczas wstrząsania probówkami ③ i ④ powstaje mieszanina niejednorodna dwóch cieczy, które po chwili się rozwarstwiają.



Fot. 100. Rozpuszczanie cukru, soli kuchennej, oleju i benzyny w wodzie.

Wniosek: Cukier i sól kuchenna dobrze rozpuszczają się w wodzie, a olej i benzyna się w niej nie rozpuszczają – tworzą warstwy na powierzchni wody.

Niektóre ciecze po wymieszaniu z wodą tworzą emulsje.

Co to jest emulsja?

Emulsja to mieszanina niejednorodna dwóch wzajemnie nierozpuszczalnych cieczy, z których jedna jest rozproszona w drugiej w postaci małych kropelek.

Chemia wokół nas

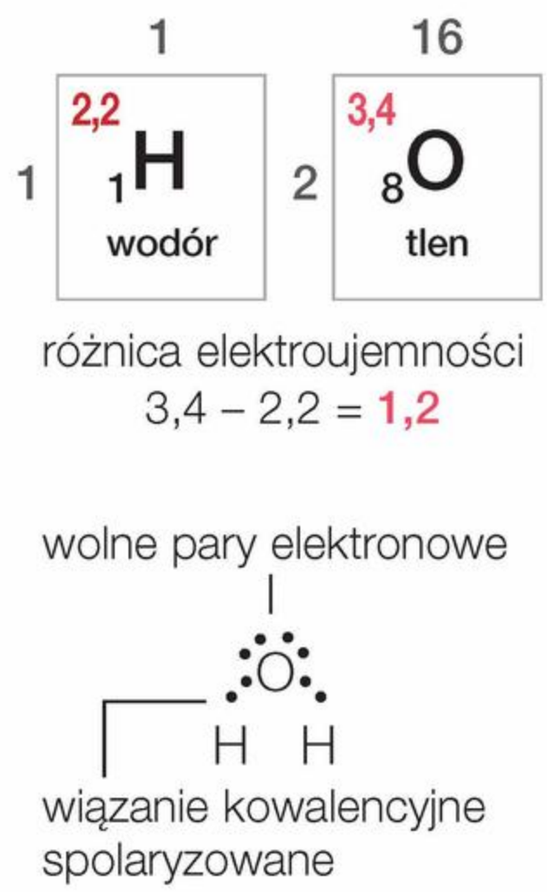
Z emulsjami spotykasz się na co dzień. Niektóre z nich to emulsje naturalne, np. mleko, lub substancje wytworzone przez człowieka, np. majonez i kremy kosmetyczne (fot. 101.).

Fot. 101. Majonez ⓐ to emulsja, podobnie jak kremy kosmetyczne ⓑ.

Na czym polega rozpuszczanie substancji w wodzie?

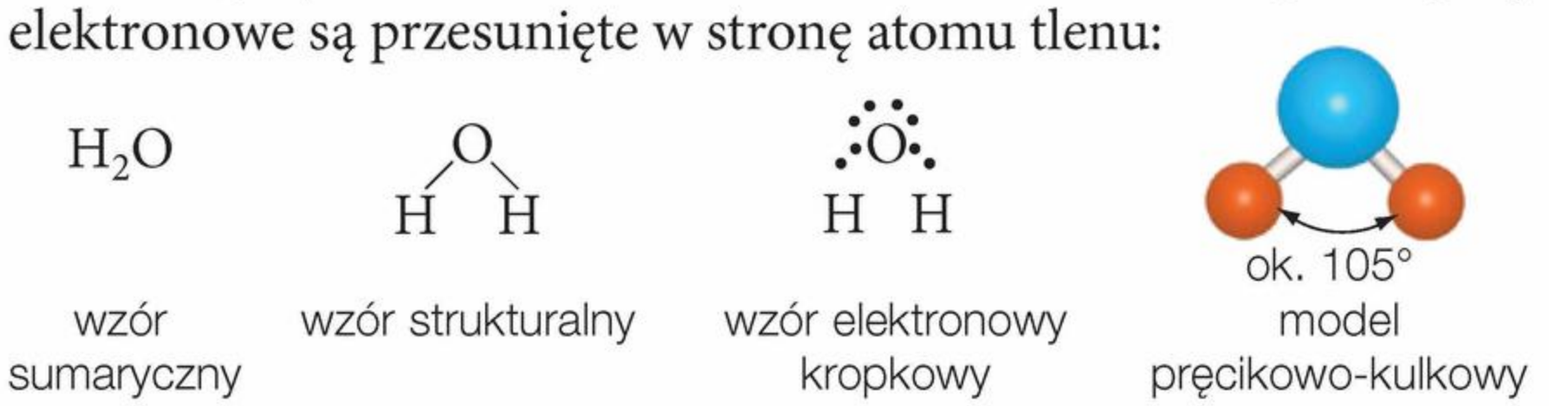
Rozpuszczanie polega na wnikaniu cząsteczek jednej substancji między cząsteczki drugiej (fot. 102.).

Fot. 102. Rozpuszczanie substancji w wodzie.

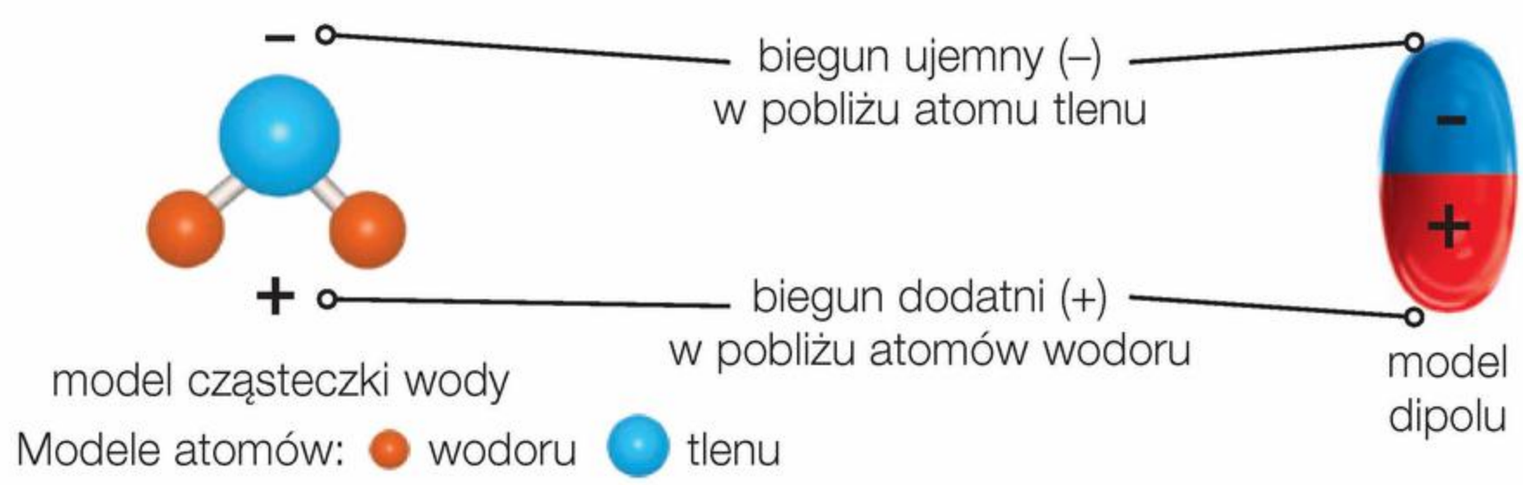


Jak jest zbudowana cząsteczka wody?

W cząsteczce wody występują **wiązania kowalencyjne spolaryzowane** między atomami wodoru a atomem tlenu. Wspólne pary elektronowe są przesunięte w stronę atomu tlenu:



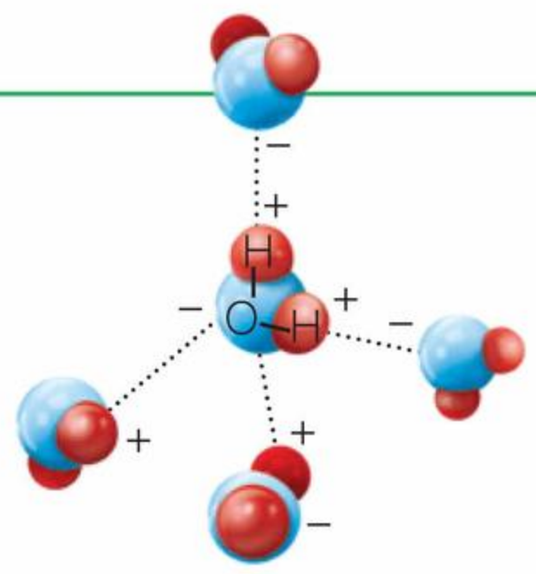
Wiązania w cząsteczce wody tworzą kąt ok. 105°. W wyniku przesunięcia wspólnych par elektronowych w cząsteczce wody wytwarzają się dwa bieguny (rys. 23.).



Rys. 23. Cząsteczka wody jest dipolem.

Dla dociekliwych

Z budową polarną cząsteczek wody wiąże się ich zdolność do **asocjacji** (rys. 24.), czyli łączenia się pojedynczych cząsteczek w większe grupy.

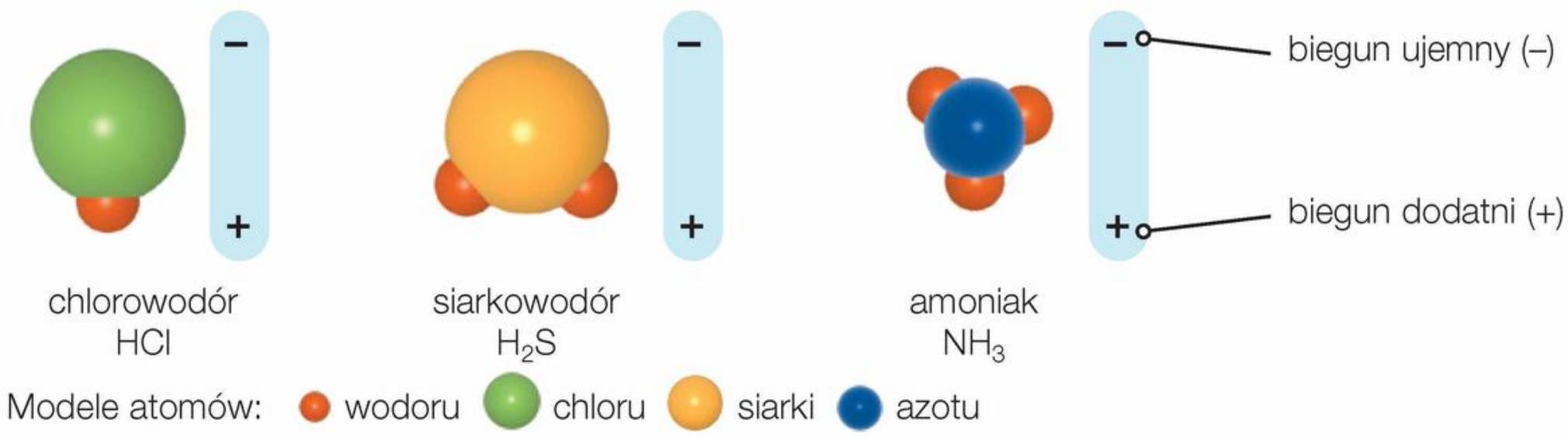


Rys. 24. Woda ulega asocjacji dzięki obecności biegunów (+) i (–) w cząsteczce.

Co to jest dipol?

Cząsteczka wody ma **budowę polarną**, czyli jest **dipolem**. To oznacza, że ma dwa bieguny: dodatni (+) i ujemny (–).

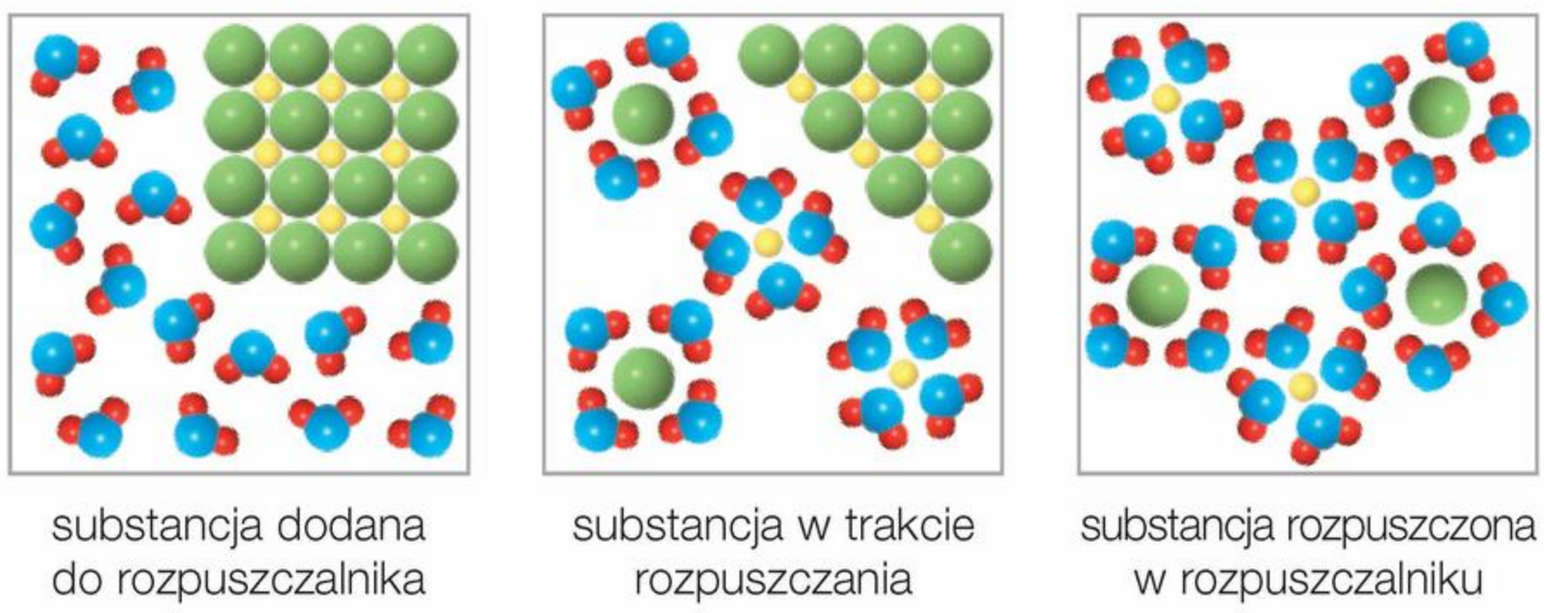
Przykładami dipoli są też m.in. cząsteczki wodorków (rys. 25.).



Rys. 25. Chlorowodór, siarkowodór i amoniak są dipolami.

Jakie substancje dobrze rozpuszczają się w wodzie?

Budowa polarna cząsteczki wody wpływa na zdolność rozpuszczania się w niej substancji. Dobrze rozpuszczają się w wodzie **związki o budowie jonowej**, czyli takie, które zawierają kationy o ładunku dodatnim i aniony o ładunku ujemnym. Gdy związek jonowy rozpuszcza się w wodzie, wówczas cząsteczki ustawiają się w taki sposób, aby dodatni biegun cząsteczki wody stykał się z jonem ujemnym cząsteczki substancji rozpuszczanej i odwrotnie (rys. 26.). Substancje rozpuszczają się w wodzie z różną szybkością.



Rys. 26. Schemat rozpuszczania chlorku sodu w wodzie – polarne cząsteczki wody ustawiają się tak, aby biegun dodatni był jak najbliżej jonu Cl^-, a biegun ujemny – jonu Na^+.

Od czego zależy szybkość rozpuszczania się substancji stałej w wodzie?

Tego, jakie czynniki wpływają na szybkość rozpuszczania się substancji stałej w wodzie, dowiesz się, gdy wykonasz doświadczenie 27. na s. 164.

Doświadczenie 27

Badanie wpływu różnych czynników na szybkość rozpuszczania się substancji stałej w wodzie

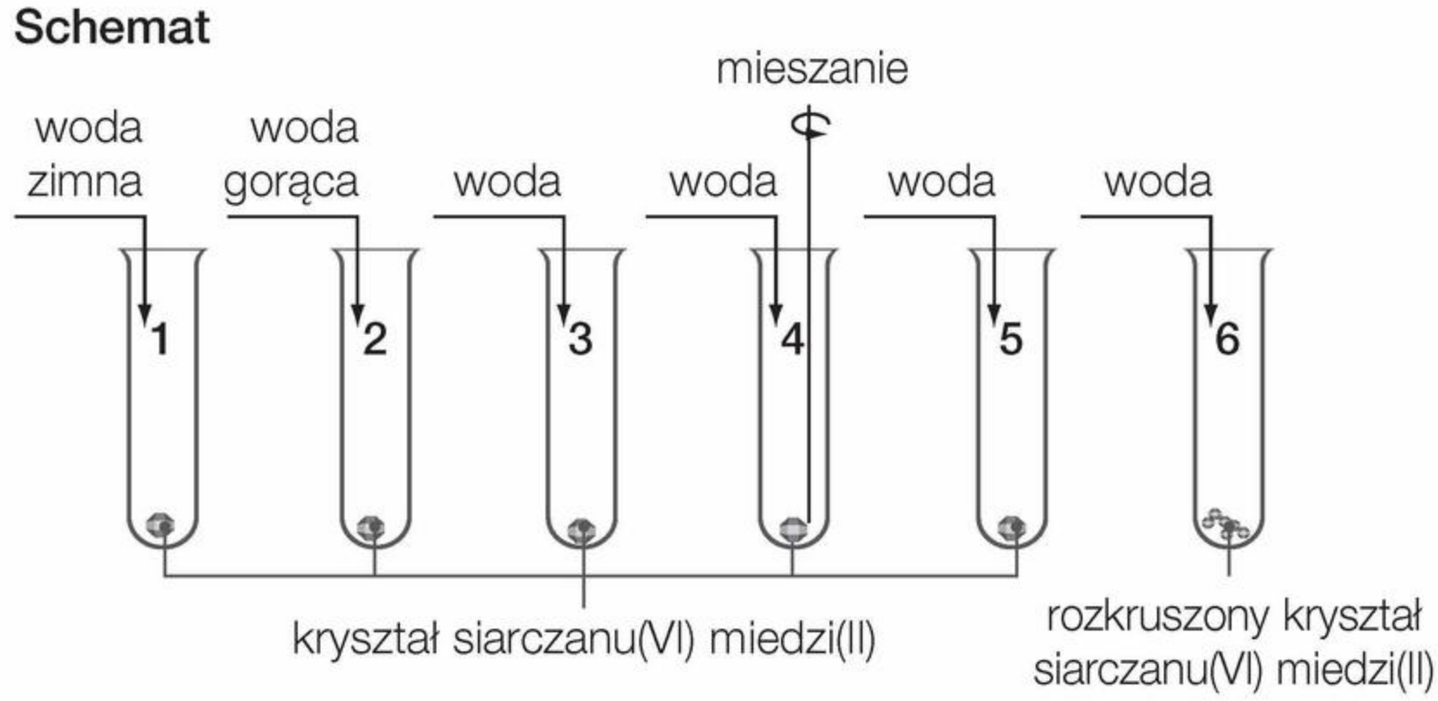
Instrukcja: W probówkach 1.–5. umieść po jednym, niewielkim krysztale siarczanu(VI) miedzi(II), a do probówki 6. wsyp rozkruszony kryształ siarczanu(VI) miedzi(II) (schemat).

a) Do probówki 1. wlej zimnej wody do ok. $\frac{1}{3}$ objętości, a do probówki 2. – tyle samo gorącej wody.

b) Do probówek 3. i 4. wlej takie same ilości wody o jednakowej temperaturze. Zawartość probówki 4. mieszaj bagietką.

c) Do probówek 5. i 6. wlej tyle samo wody o jednakowej temperaturze.

Schemat



Obserwacje: Rozpuszczanie zachodzi szybciej w probówkach 2., 4. i 6.

Wniosek: Szybkość rozpuszczania się danej substancji w wodzie zależy od:

- temperatury – probówki 1. i 2.,
- mieszania – probówki 3. i 4.,
- stopnia rozdrobnienia substancji rozpuszczanej – probówki 5. i 6.

Chemia wokół nas

Szybkie ogrzewanie potraw w mikrofalówce jest możliwe dzięki cząsteczkom wody zawartym w potrawach (fot. 103.). Mikrofale pobudzają cząsteczki wody do drgania, co zwiększa ich energię, która wydziela się na sposób ciepła.

Fot. 103. Ogrzewanie potraw w mikrofalówce.

Jak przyspieszyć rozpuszczanie się substancji stałej w wodzie?

Żeby przyspieszyć rozpuszczanie substancji stałej w wodzie, należy **substancję rozdrobnić, a roztwór ogrzewać i mieszać** (fot. 104.).

Rozdrobnij substancję. **Ogrzej** roztwór. **Wymieszaj** roztwór.

Fot. 104. Czynniki przyspieszające rozpuszczanie substancji stałej w wodzie.

Im **wyższa temperatura**, tym większa energia cząsteczek, a tym samym większa liczba zderzeń cząsteczek wody z substancją rozpuszczaną. **Mieszanie mechaniczne** również prowadzi do większej liczby zderzeń cząsteczek wody i substancji rozpuszczanej. **Większe rozdrobnienie substancji** zwiększa powierzchnię oddziaływania tej substancji z cząsteczkami wody.

Czym jest mieszanina oziębiająca?

Niektóre substancje – tworząc roztwór – pochłaniają ciepło z otoczenia. Są to **mieszaniny oziębiające**. Zachodzi wówczas **zjawisko endoenergetyczne**, które wykorzystuje się np. w kompresach chłodzących (fot. 105.), powszechnie stosowanych m.in. przez sportowców.

Fot. 105. Zimny kompres zawierający wodny roztwór azotanu(V) amonu łagodzi ból.

Rozwiąż zadania w zeszycie

1. **Podaj przykłady substancji rozpuszczających się w:**
   a) wodzie; b) benzynie.
2. **Wskaż czynniki wpływające na szybkość rozpuszczania się danej substancji w wodzie.**
   a) barwa substancji
   b) temperatura
   c) rozdrobnienie substancji
   d) wielkość naczynia
   e) kształt naczynia
   f) mieszanie
3. **Wykonaj doświadczenie.** Trzy szklanki napełnij gorącą wodą do połowy objętości. Następnie dodawaj kolejno: do pierwszej – pół łyżeczki masła, do drugiej – pół łyżeczki proszku do pieczenia, do trzeciej – pół łyżeczki kwasku cytrynowego. Zawartość każdej szklanki wymieszaj łyżeczką. **Zapisz swoje obserwacje i sformułuj wniosek.**
4. **Zaprojektuj doświadczenie** umożliwiające zbadanie wpływu rozdrobnienia substancji na szybkość rozpuszczania. **Napisz instrukcję do doświadczenia, podaj obserwacje i sformułuj wniosek.**

Zapamiętaj!

Emulsja – mieszanina niejednorodna dwóch nierozpuszczających się w sobie cieczy, z których jedna jest rozproszona w drugiej w postaci małych kropelek.

Rozpuszczanie – wnikanie cząsteczek jednej substancji między cząsteczki drugiej substancji.

Dipol – cząsteczka mająca dwa bieguny: dodatni (+) i ujemny (–), np. cząsteczka wody.

30 Rodzaje roztworów

Fot. 106. Woda morska to mieszanina wody i różnych soli, piana – powietrza i wody, a mokry piasek – powietrza, wody i ziaren piasku.

Roztwory wodne to nie tylko rzeki, jeziora czy morza (fot. 106.), ale też napoje, leki i środki czystości.

Co to jest roztwór?

Roztwór to **mieszanina jednorodna** co najmniej dwóch składników – **substancji rozpuszczonej** i **rozpuszczalnika** (fot. 107.). Gdy miesza się dwie ciecze lub dwa gazy, przyjmuje się, że rozpuszczalnikiem jest substancja, której jest więcej.

Fot. 107. Roztwór manganianu(VII) potasu.

Czym roztwór nasycony różni się od roztworu nienasyconego?

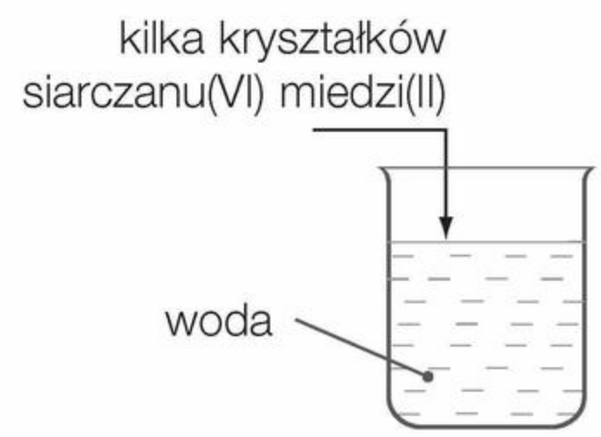
Różnicę między roztworem nasyconym a roztworem nienasyconym łatwiej zrozumiesz, wykonując doświadczenie 28.

Doświadczenie 28

Otrzymywanie roztworów nienasyconego i nasyconego

Instrukcja: Zlewkę napełnij wodą do ok. $\frac{3}{4}$ objętości. Dodaj kilka kryształków siarczanu(VI) miedzi(II) i całość wymieszaj. Po rozpuszczeniu się substancji dodaj następną porcję siarczanu(VI) miedzi(II) i ponownie wymieszaj. Tę czynność powtarzaj tak długo, aż kolejna dodana porcja siarczanu(VI) miedzi(II) się nie rozpuści.

Schemat



Dalszy ciąg doświadczenia na s. 167

Początek doświadczenia na s. 166

Obserwacje: Substancja dodana do zlewki zanika w wodzie i powstaje przejrzysta, niebieska ciecz (fot. 108.a). Po dodaniu kolejnej porcji substancji nie wszystko się rozpuszcza (fot. 108.b). Nierozpuszczona substancja pozostaje na dnie zlewki.

Fot. 108. Rozwór nienasycony (a) i roztwór nasycony z osadem (b).

Wniosek: Nawet dobrze rozpuszczalna w wodzie substancja nie rozpuszcza się w niej w nieograniczonej ilości.

Roztwór, w którym w danej temperaturze można jeszcze rozpuścić pewną ilość substancji, to **roztwór nienasycony**, a ten, w którym nie rozpuści się już większa ilość substancji, to **roztwór nasycony**.

Co to jest krystalizacja?

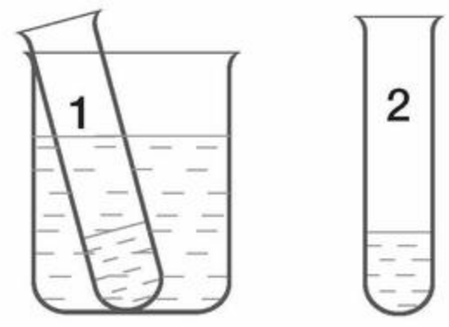
Wydzielanie substancji rozpuszczonej z roztworu nasyconego w postaci kryształów to **krystalizacja**. Zbadaj to zjawisko w doświadczeniu 29.

Doświadczenie 29

Krystalizacja substancji z roztworu nasyconego

Instrukcja: Dużą probówkę napełnij gorącą wodą do ok. $\frac{1}{3}$ objętości. Dodawaj porcjami azotan(V) potasu i mieszaj, aż kolejna porcja tej substancji się nie rozpuści. Uzyskany w ten sposób roztwór nasycony (ciecz nad osadem) przelej do dwóch probówek. Probówkę 1. umieść w zlewce z zimną wodą, probówkę 2. postaw w statywie.

Schemat

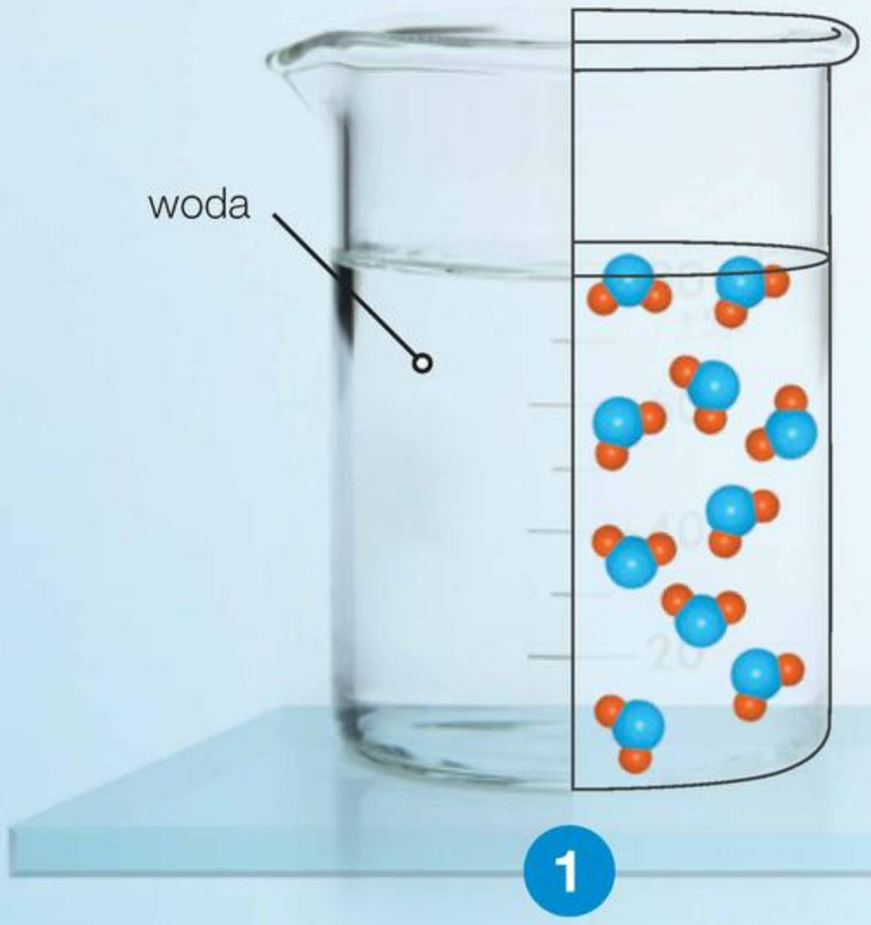


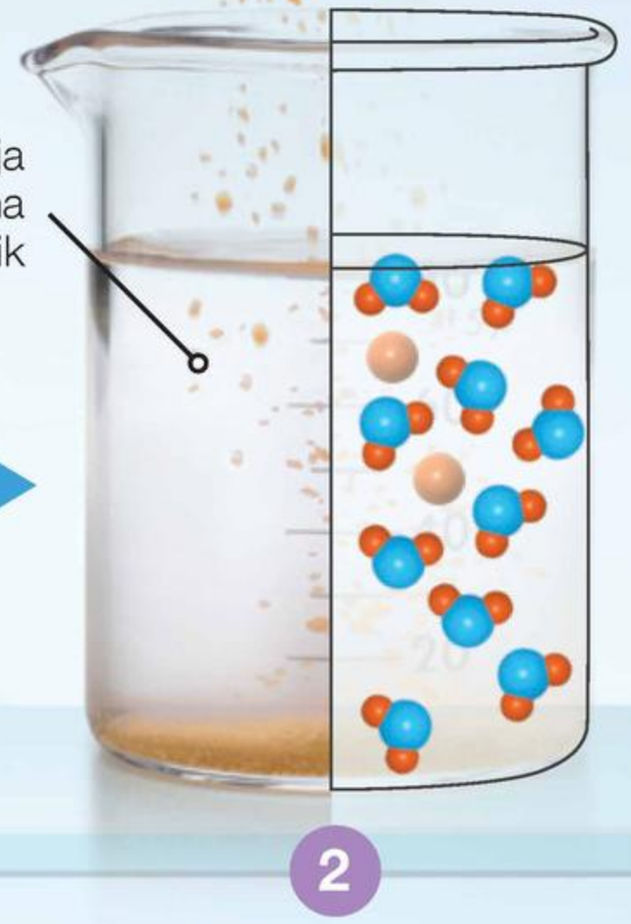
Obserwacje: W probówce 1. szybko wydzielają się kryształy substancji. W probówce 2. początkowo nie widać zmian, dopiero po dłuższym czasie pojawiają się kryształy.

Wniosek: Substancję rozpuszczoną można wydzielić z roztworu nasyconego, obniżając jego temperaturę.

Jak otrzymać roztwór nasycony?

Zanim zaczniesz sporządzać roztwór, **przygotuj odczynniki chemiczne** (substancję rozpuszczaną i rozpuszczalnik – wodę) oraz niezbędne **szkło i sprzęt laboratoryjny**. W danej temperaturze można rozpuścić określoną ilość substancji. Roztwór, w którym w danej temperaturze nie można rozpuścić już większej ilości substancji, jest roztworem nasyconym.





Napełnij zlewkę wodą do ok. $\frac{4}{5}$ objętości.

Dodaj do rozpuszczalnika (wody) **substancję** rozpuszczaną.

Modele:

- cząsteczki wody
- substancji rozpuszczanej

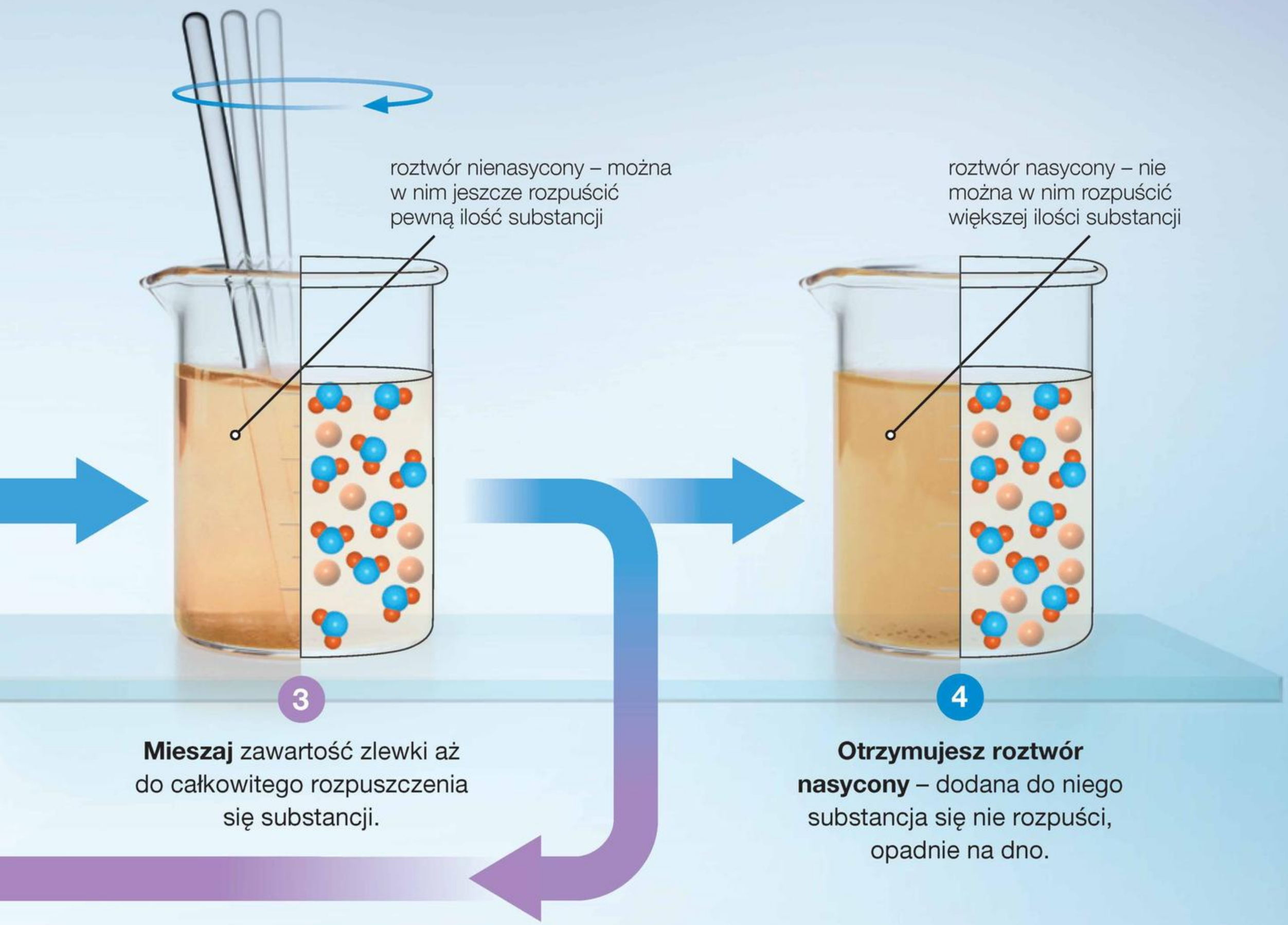
Krystalizacja

Jeżeli **roztwór nasycony zostanie oziębiony**, wówczas zaczną się wydzielać kryształy substancji rozpuszczonej, czyli nastąpi jej krystalizacja. Krystalizację można również zainicjować m.in. w wyniku **dodania** do roztworu nasyconego **kryształu substancji rozpuszczonej** oraz powolnego **odparowania rozpuszczalnika** (wody).

A

Roztwór nasycony należy pozostawić na jakiś czas, np. na szalce Petriego.

Powstawanie kryształów substancji podczas powolnego odparowywania wody z roztworu. ▶



Mieszaj zawartość zlewki aż do całkowitego rozpuszczenia się substancji.

Otrzymujesz roztwór nasycony – dodana do niego substancja się nie rozpuści, opadnie na dno.

Powtarzaj czynności 2 i 3 tak długo, aż kolejna dodana porcja substancji się nie rozpuści.

B

Rozpuszczalnik (woda) stopniowo odparowuje – następuje krystalizacja substancji z roztworu.

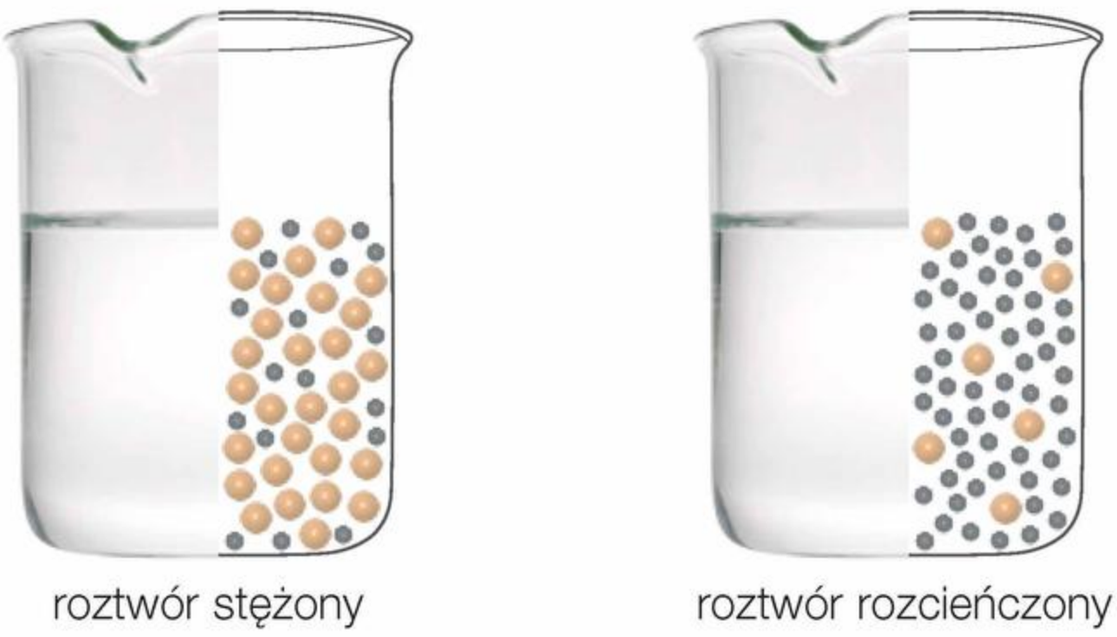
C

Po całkowitym odparowaniu rozpuszczalnika (wody) na szalce pozostają kryształy substancji rozpuszczonej.

Czym roztwór stężony różni się od roztworu rozcieńczonego?

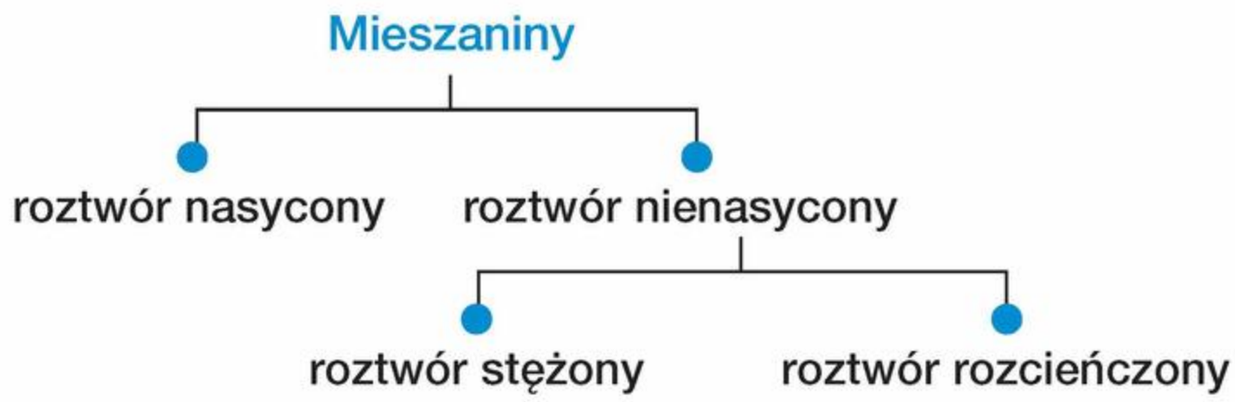
W roztworze stężonym masa substancji rozpuszczonej w stosunku do masy rozpuszczalnika jest znaczna (kilkadziesiąt procent), a w **roztworze rozcieńczonym** – niewielka (kilka procent) (fot. 109.).

Modele:
- cząsteczki wody
- substancji rozpuszczonej



Fot. 109. W roztworze stężonym masa substancji rozpuszczonej jest duża w porównaniu z masą wody, a w roztworze rozcieńczonym jest mała w porównaniu z masą wody.

Jak można podzielić mieszaniny ze względu na masę substancji rozpuszczonej?



Jak sklasyfikować mieszaniny ze względu na wielkość cząstek substancji rozpuszczonej?

Ze względu na wielkość cząstek substancji rozpuszczonej w rozpuszczalniku wyróżnia się roztwory właściwe (fot. 110.), koloidy i zawiesiny (tabela 16., s. 171).

roztwór właściwy
roztwór, w którym cząstki substancji rozpuszczonej mają rozmiary mniejsze od 10^{-9} m

koloid
mieszanina, w której cząstki substancji rozpuszczanej mają rozmiary od 10^{-9} m do 10^{-7} m

zawiesina
mieszanina cieczy i substancji rozpuszczanej, której cząstki mają rozmiary większe od 10^{-7} m

Fot. 110. Roztwór właściwy zawsze jest przezroczysty.

Tabela 16. Rodzaje mieszanin

		Roztwór właściwy	Koloid	Zawiesina
Rozmiar cząstek substancji rozpuszczonej, m		$< 10^{-9}$	$10^{-9} – 10^{-7}$	$> 10^{-7}$
Przykłady	rozpuszczalnik	woda	woda	woda
	substancja rozpuszczana	sól kuchenna cukier	białko jaja mydło	mąka rozdrobniona glina

Wskazówka matematyczna
Zapisywanie liczb w postaci potęg

$1{,}00 = 10^2$

dwa zera po cyfrze 1

$0{,}01 = 10^{-2}$

cyfra 1 na drugim miejscu po przecinku

$10^{-7} > 10^{-9}$

Jak przygotować roztwór właściwy, koloid i zawiesinę?

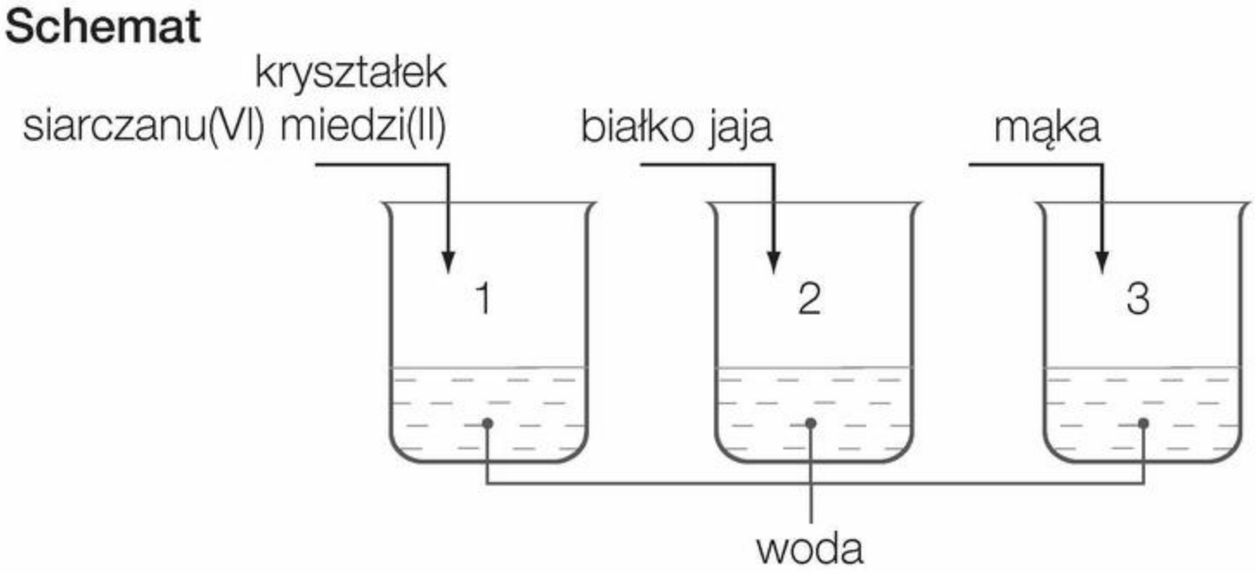
Doświadczenie, które wykonasz, będzie polegało na sporządzeniu roztworu właściwego, koloidu i zawiesiny.

Doświadczenie 30

Sporządzanie roztworu właściwego, koloidu i zawiesiny

Instrukcja: Do trzech zlewek z wodą (po ok. 150 cm^3) dodaj: do 1. – mały kryształek siarczanu(VI) miedzi(II), do 2. – niewielką ilość białka jaja, a do 3. – łyżeczkę mąki. Zawartość zlewek wymieszaj bagietką.

Schemat



Obserwacje: W zlewce ① powstała przejrzysta niebieska mieszanina jednorodna (fot. 111.), w zlewce ② – mętna ciecz, a w zlewce ③ – mętna biała mieszanina. Po chwili w zlewce ③ – mąka, czyli substancja rozpuszczana – opadła na dno.

Fot. 111. Roztwór właściwy ①, koloid ②, zawiesina ③.

Wniosek: W zlewce ① powstał **roztwór właściwy**, w zlewce ② – **koloid**, a w zlewce ③ – **zawiesina**.

Chemia wokół nas

W zadymionych lub zakurzonych pomieszczeniach można zaobserwować rozchodzenie się światła w postaci stożkowatych smug (fot. 112.). Obserwowany stożek jest rezultatem rozpraszania światła na cząstkach kurzu i dymu. Zjawisko to, nazywane efektem Tyndalla, jest charakterystyczne m.in. dla koloidów. Efekt Tyndalla można również zaobserwować we mgle jako stożki światła z reflektorów samochodów.

Fot. 112. Rozchodzenie się promieni słońca w zakurzonym pomieszczeniu – efekt Tyndalla.

Zapamiętaj!

Roztwór – mieszanina jednorodna rozpuszczalnika i substancji rozpuszczonej.

Roztwór nasycony – roztwór, w którym w danej temperaturze nie można już rozpuścić więcej substancji.

Roztwór nienasycony – roztwór, w którym w danej temperaturze można jeszcze rozpuścić pewną ilość substancji.

Roztwór właściwy – roztwór, w którym cząstki substancji rozpuszczanej mają rozmiary mniejsze od 10^{-9} m.

Koloid – mieszanina, w której cząstki substancji rozpuszczanej mają rozmiary od 10^{-9} m do 10^{-7} m.

Zawiesina – mieszanina cieczy i substancji rozpuszczanej, której cząstki mają rozmiary większe od 10^{-7} m.

Krystalizacja – wydzielenie substancji rozpuszczonej z roztworu nasyconego w postaci kryształów.

Jakie rodzaje mieszanin występują w naszym najbliższym otoczeniu?

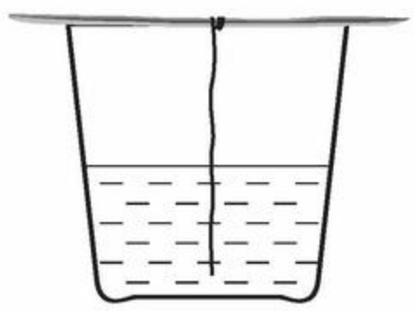
Mieszaniny, które nas otaczają, mogą różnić się rodzajem substancji rozpuszczonej i rozpuszczalnika. Na przykład **powietrze** to mieszanina, w której **gaz jest rozpuszczony w gazie**. W takim wypadku przyjmuje się, że rozpuszczalnikiem jest substancja, której jest więcej. Zatem w powietrzu rozpuszczalnikiem jest azot, a substancją rozpuszczoną – tlen i inne gazy. **Mgła** to mieszanina, w której **ciecz** (kropelki wody) **jest rozpuszczona w gazie** (powietrzu). Z kolei **mosiądz**, czyli stop, to przykład mieszaniny, w której **substancja stała** (cynk Zn) **jest rozpuszczona w substancji stałej** (miedzi Cu).

Rozwiąż zadania w zeszycie

1. **Korzystając z różnych źródeł wiedzy, podaj po dwa przykłady:** **a)** zawiesiny; **b)** roztworu właściwego.

2. **Wykonaj doświadczenie.** W dwóch jednakowych, przezroczystych szklankach przygotuj mieszaniny: **a)** kilku kryształków soli kuchennej i wody; **b)** białka jaja kurzego i wody.
   Roztwory bardzo dokładnie wymieszaj łyżeczką. W arkuszu z bloku technicznego zrób bardzo mały otwór (o średnicy ok. 2 mm). Tak wykonany ekran wstaw między źródło światła (latarkę) a szklankę z roztworem wody z solą. Otwór powinien znajdować się na poziomie połowy wysokości słupa cieczy w szklance. W ciemnym pomieszczeniu skieruj na otwór światło z latarki. Doświadczenie powtórz z mieszaniną b). **Napisz obserwacje i sformułuj wniosek.**

3. **Wykonaj doświadczenie.** Przeprowadź krystalizację soli kuchennej. Do połowy objętości szklanki nalej gorącej wody, następnie wsypuj porcjami sól kuchenną, stale mieszając zawartość szklanki łyżeczką. Dosypywanie soli zakończ wtedy, gdy mimo mieszania kolejna porcja przestanie się rozpuszczać. Na szklance umieść patyczek z nitką tak, aby nitka była zanurzona głęboko w roztworze (schemat). Codziennie sprawdzaj zachodzące zmiany. **Napisz obserwacje.**



31 Rozpuszczalność substancji w wodzie

Rozpuszczalność w wodzie to właściwość fizyczna, która ma ogromne znaczenie w codziennych sytuacjach. Jeśli przyjrzysz się detergentom (fot. 113.), które masz w domu, to okaże się, że większość z nich dobrze rozpuszcza się w wodzie.

Fot. 113. Kapsułki do prania składają się z substancji dobrze rozpuszczalnych w wodzie.

Co to jest rozpuszczalność substancji?

Rozpuszczalność substancji jest to **maksymalna liczba gramów substancji**, którą można rozpuścić **w 100 g rozpuszczalnika** w danej temperaturze i pod danym ciśnieniem, aby otrzymać roztwór nasycony. Rozpuszczalność substancji należy do jej właściwości fizycznych.

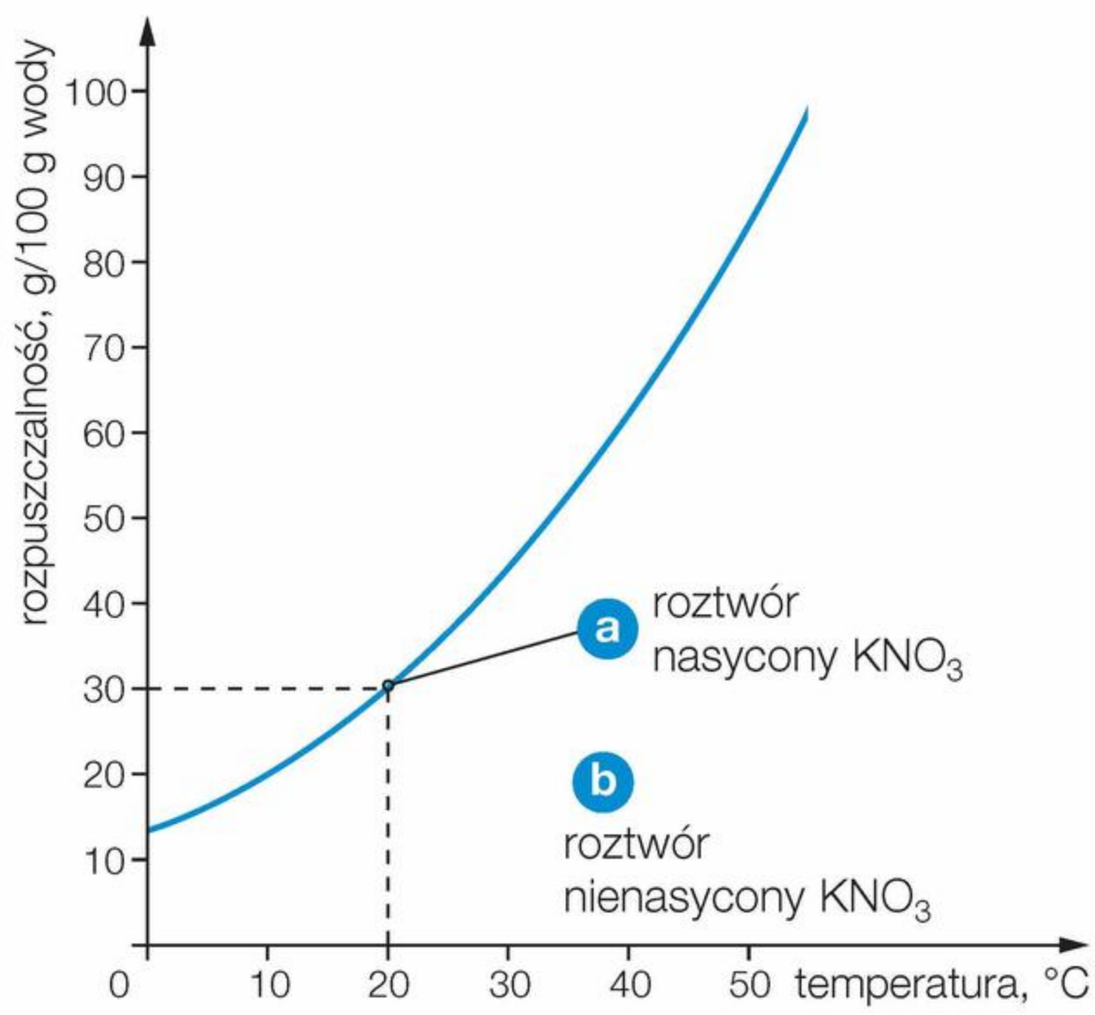
Podobieństwa i różnice	Rozpuszczalność	Szybkość rozpuszczania
Co to jest?	Maksymalna **liczba gramów substancji**, którą można rozpuścić **w 100 g rozpuszczalnika** w danej temperaturze i pod danym ciśnieniem, aby otrzymać roztwór nasycony.	**Szybkość**, z jaką rozpuszcza się dana substancja.
Od czego zależy?	Zależy od: • rodzaju substancji, • rodzaju rozpuszczalnika, • temperatury.	Zależy od: • temperatury, • mieszania, • rozdrobnienia substancji rozpuszczanej.

Co to jest krzywa rozpuszczalności?

Zależność między rozpuszczalnością substancji a temperaturą można przedstawić graficznie za pomocą **krzywej rozpuszczalności** (rys. 28., s. 175 i rys. 30., s. 177).

Krzywe rozpuszczalności przedstawiają rozpuszczalność substancji w roztworze nasyconym w danej temperaturze (rys. 27.a, s. 174). Obszar pod krzywą rozpuszczalności przedstawia liczbę gramów substancji rozpuszczonej w 100 g wody, w roztworze nienasyconym (rys. 27.b, s. 174).

Analiza wykresów rozpuszczalności umożliwia stwierdzenie, że **rozpuszczalność** substancji w wodzie zależy od **rodzaju substancji** i **temperatury**.



Rys. 27. Krzywa rozpuszczalności azotanu(V) potasu KNO_3.

a Z krzywej rozpuszczalności KNO_3 można odczytać rozpuszczalność tej substancji w wodzie. Rozpuszczalność KNO_3 w wodzie w temperaturze $T = 20\,°C$ wynosi 30 g. To oznacza, że jeżeli w 100 g wody zostanie rozpuszczone 30 g tej substancji, to powstanie **roztwór nasycony**.

b Jeżeli w 100 g wody ($T = 20\,°C$) zostanie rozpuszczona mniejsza ilość KNO_3 (< 30 g), to powstanie **roztwór nienasycony** (obszar pod krzywą).

Jak zmienia się rozpuszczalność substancji stałych w zależności od temperatury?

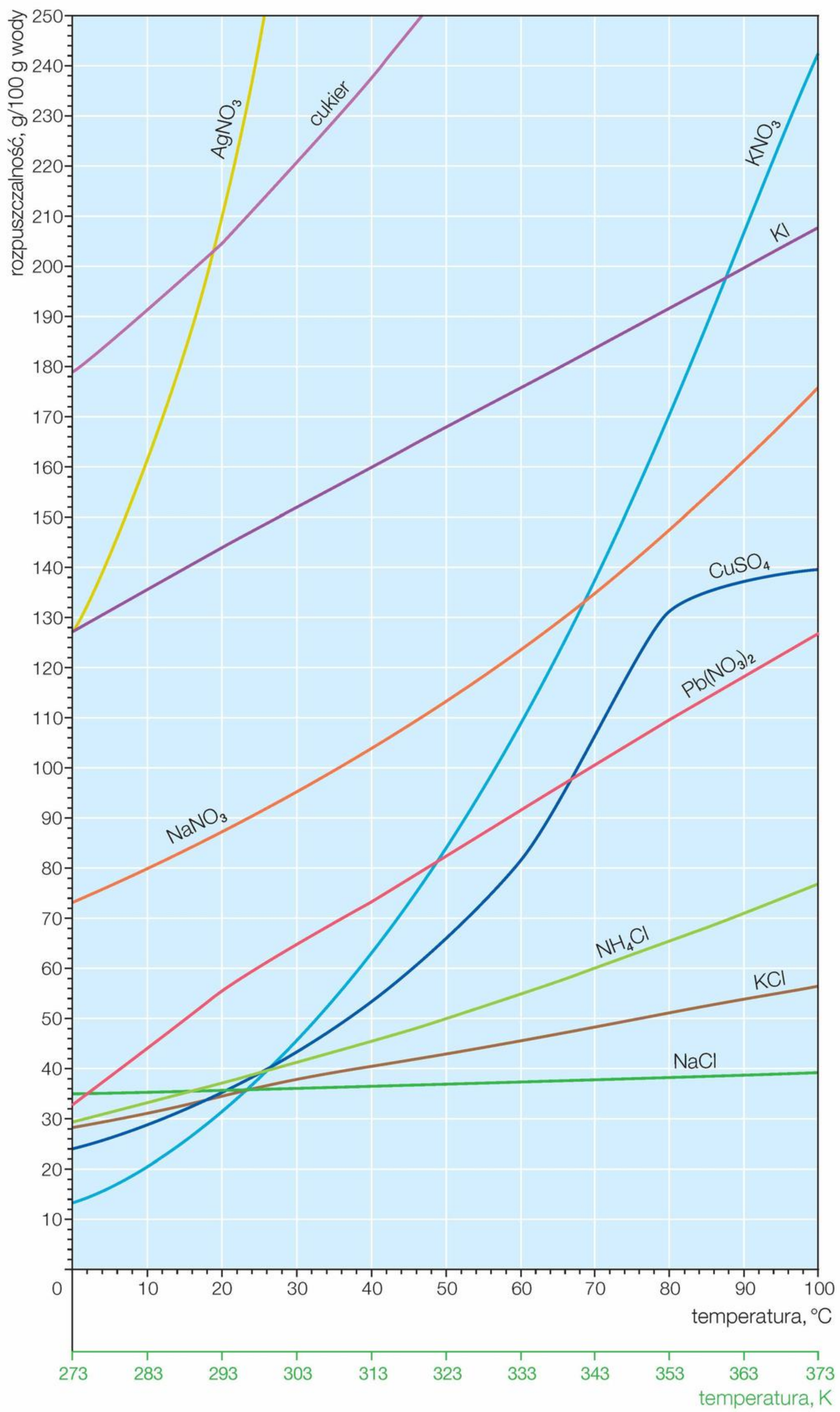
Rozpuszczalność większości substancji stałych w wodzie zwiększa się wraz ze wzrostem temperatury.

Zwiększenie rozpuszczalności (rys. 28., s. 175) azotanu(V) srebra(I) – $AgNO_3$ – i azotanu(V) potasu – KNO_3 – jest znaczne. W przypadku chlorku sodu – NaCl – rozpuszczalność w bardzo małym stopniu zwiększa się wraz ze wzrostem temperatury.

Dla dociekliwych

Podczas krystalizowania związku chemicznego z roztworu (fot. 114.) wydziela się energia na sposób ciepła. Jest to więc **zjawisko egzotermiczne**. Często tak pozyskaną energię wykorzystuje się m.in. w ogrzewaczach termicznych.

Fot. 114. Powolne ochłodzenie roztworu nasyconego, a następnie dodanie do niego niewielkiego kryształu substancji rozpuszczanej powoduje błyskawiczną krystalizację, której towarzyszy wydzielenie energii na sposób ciepła.



Rys. 28. Krzywe rozpuszczalności – zależność rozpuszczalności substancji stałych w wodzie od temperatury $AgNO_3$ – azotan(V) srebra(I); KI – jodek potasu; $NaNO_3$ – azotan(V) sodu; KNO_3 – azotan(V) potasu; $Pb(NO_3)_2$ – azotan(V) ołowiu(II); NH_4Cl – chlorek amonu; $CuSO_4$ – siarczan(VI) miedzi(II); KCl – chlorek potasu; NaCl – chlorek sodu.

Jak zmienia się rozpuszczalność gazów w zależności od temperatury?

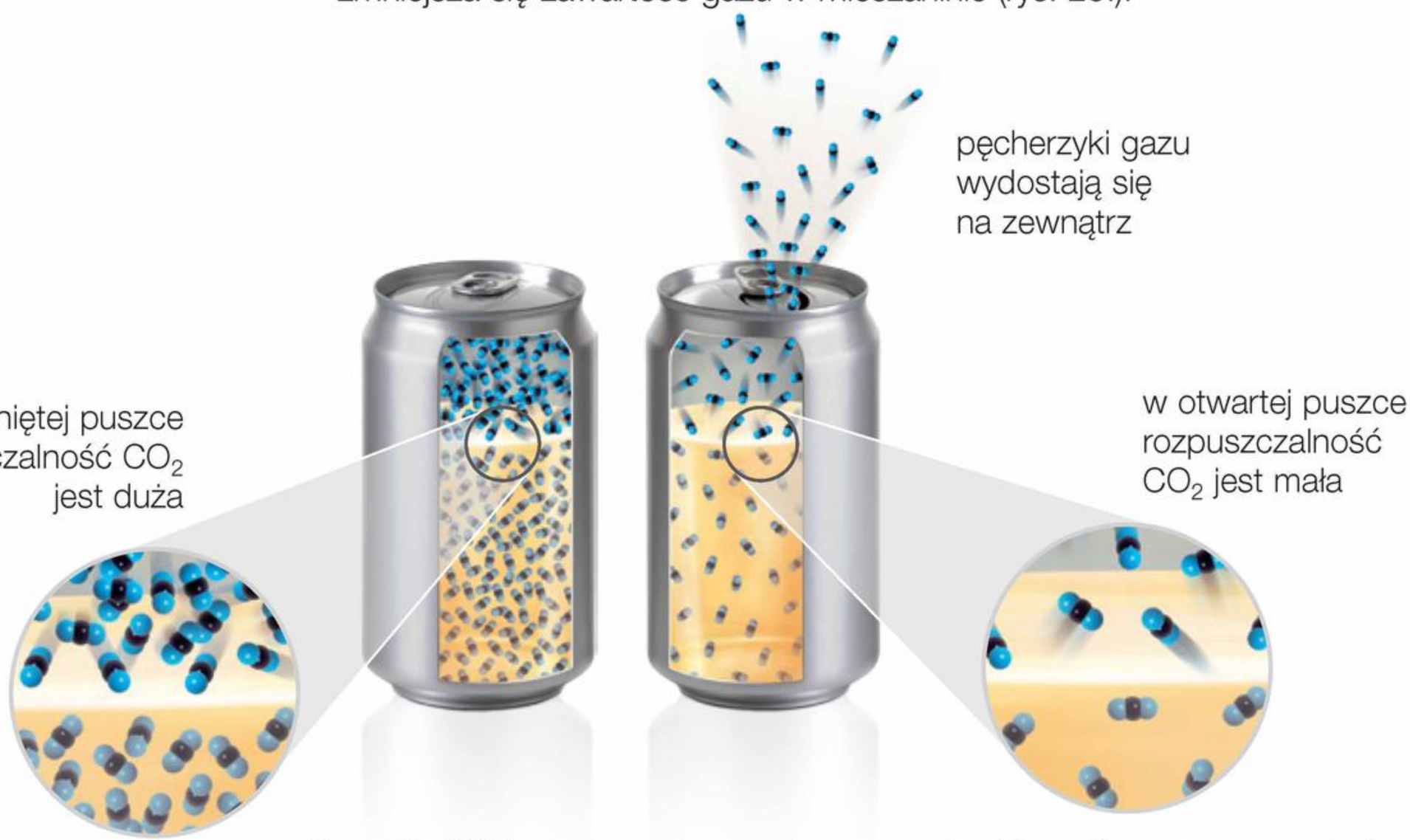
Rozpuszczalność gazów w wodzie zmniejsza się wraz ze wzrostem temperatury (rys. 30., s. 177).

Woda ciepła zawiera więc mniej rozpuszczonych gazów niż woda zimna. Ryby i rośliny wodne łatwiej oddychają w wodzie zimnej (fot. 115.), gdyż zawiera ona więcej tlenu niż woda ciepła.

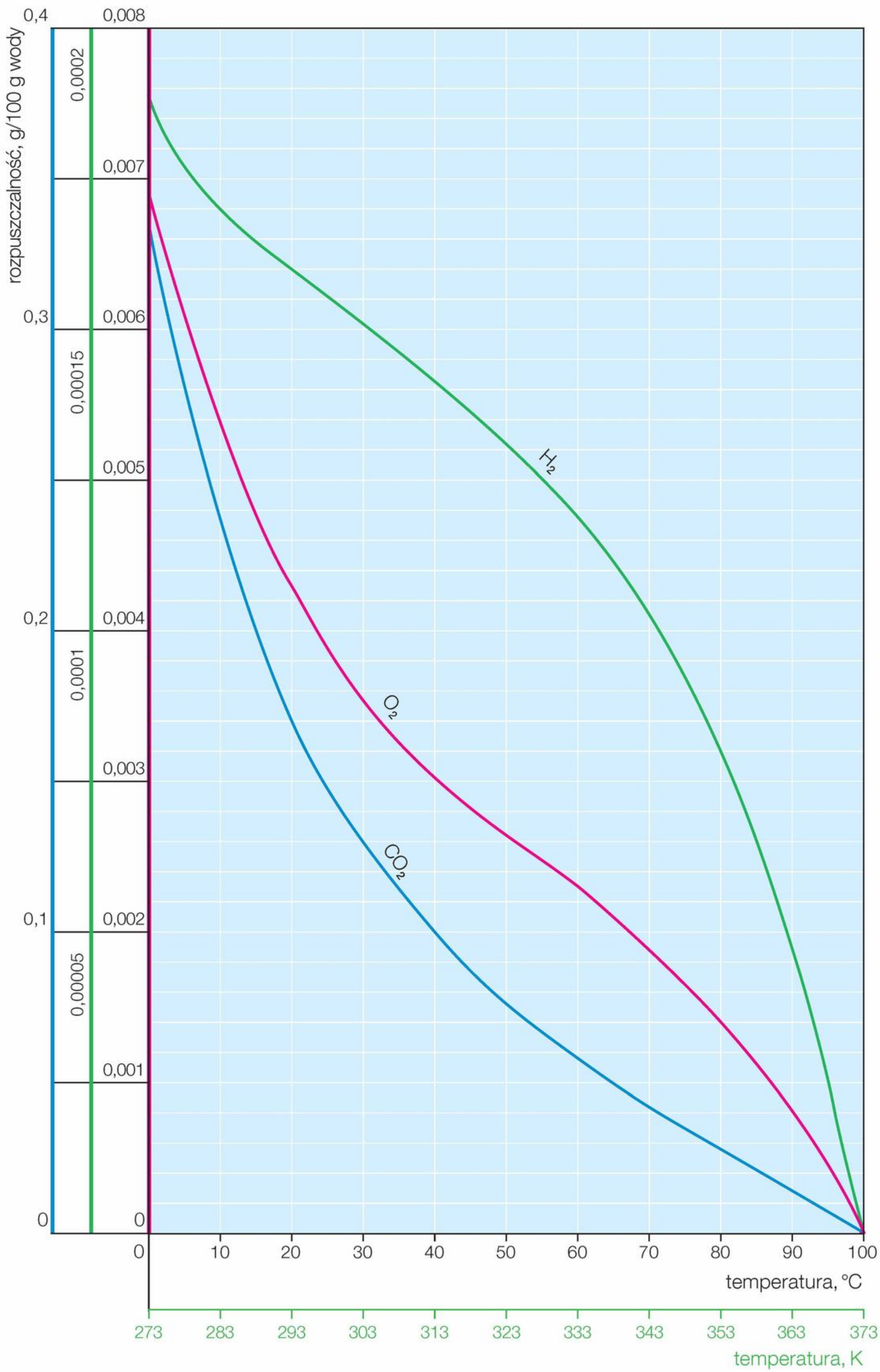
Fot. 115. Wodę w akwariach stojących w temperaturze pokojowej trzeba napowietrzać.

Chemia wokół nas

Rozpuszczalność gazów zwiększa się wraz z obniżaniem się temperatury. Dlatego im chłodniejszy napój, tym więcej w nim rozpuszczonego pod wysokim ciśnieniem tlenku węgla(IV) i lepszy smak. Po otworzeniu puszki (lub butelki) ciśnienie CO_2 obniża się i pęcherzyki gazu zostają uwolnione – zmniejsza się zawartość gazu w mieszaninie (rys. 29.).



Rys. 29. Ciśnienie ma wpływ na rozpuszczalność gazów w rozpuszczalniku.



Rys. 30. Krzywe rozpuszczalności – zależność rozpuszczalności gazów w wodzie od temperatury
CO_2 – tlenek węgla(IV); O_2 – tlen; H_2 – wodór.

Jak wykonywać obliczenia dotyczące rozpuszczalności?

Przykład 44

Jak obliczyć masę substancji rozpuszczanej potrzebnej do przygotowania roztworu nasyconego?

Krok 1

Przeczytaj treść zadania i wypisz dane oraz szukane.

Oblicz, ile gramów azotanu(V) srebra(I) $AgNO_3$ należy rozpuścić w 50 g wody, aby w temperaturze 10 °C otrzymać roztwór nasycony.

Dane:
$m_w = 50$ g
$T = 10$ °C

Szukane:
$m_s = ?$

Krok 2

Odczytaj z wykresu rozpuszczalność $AgNO_3$ w temp. 10 °C.

Z wykresu rozpuszczalności (patrz s. 175) można odczytać, że w temperaturze 10 °C w 100 g wody należy rozpuścić 160 g $AgNO_3$, aby otrzymać roztwór nasycony.

Krok 3

Oblicz, ile gramów $AgNO_3$ należy rozpuścić w 50 g wody.

w 100 g H_2O *znajduje się* 160 g $AgNO_3$
a w 50 g H_2O *znajduje się* x $AgNO_3$

$$\frac{100\ \text{g}}{50\ \text{g}} = \frac{160\ \text{g}}{x}$$

$$100\ \text{g} \cdot x = 50\ \text{g} \cdot 160\ \text{g}$$

$$x = \frac{50\ \text{g} \cdot 160\ \text{g}}{100\ \text{g}} \qquad x = 80\ \text{g}$$

Krok 4

Napisz odpowiedź.

Odpowiedź: Aby otrzymać roztwór nasycony w temperaturze 10 °C, należy w 50 g wody rozpuścić 80 g azotanu(V) srebra(I).

Przykład 45

Jak obliczyć masę substancji, którą trzeba dodatkowo rozpuścić, aby przy wzroście temperatury roztwór pozostał nasycony?

Krok 1

Przeczytaj treść zadania i wypisz dane oraz szukane.

W temperaturze 40 °C w 400 g wody rozpuszczono siarczan(VI) miedzi(II) $CuSO_4$ i otrzymano roztwór nasycony. Oblicz, ile gramów siarczanu(VI) miedzi(II) trzeba dodatkowo rozpuścić, aby po ogrzaniu do temperatury 90 °C roztwór nadal był nasycony.

Dane:
$m_w = 400$ g
$T_1 = 40$ °C
$T_2 = 90$ °C

Szukane:
$m_{s\ dodanej} = ?$

Dalszy ciąg przykładu na s. 179

Początek przykładu na s. 178

Krok 2

Odczytaj z wykresu rozpuszczalność $CuSO_4$ w temp. 40 °C i 90 °C.

Z wykresu rozpuszczalności (patrz s. 175) można odczytać, że – aby otrzymać roztwór nasycony – należy rozpuścić:
- 54 g $CuSO_4$ w 100 g wody o temperaturze 40°C,
- 136 g $CuSO_4$ w 100 g wody o temperaturze 90 °C.

Krok 3

Oblicz, ile gramów $CuSO_4$ można dodatkowo rozpuścić w 100 g wody, aby w temp. 90 °C roztwór nadal był nasycony.

Masa substancji dodanej w temperaturze 90 °C:

136 g – 54 g = 82 g

Krok 4

Oblicz masę $CuSO_4$ dodanego do 400 g wody, aby w temp. 90 °C roztwór nadal był nasycony.

do 100 g H_2O *dodaje się* 82 g $CuSO_4$
a do 400 g H_2O *dodaje się* x $CuSO_4$

$$\frac{100\ g}{400\ g} = \frac{82\ g}{x}$$

$$100\ g \cdot x = 400\ g \cdot 82\ g$$

$$x = \frac{400\ g \cdot 82\ g}{100\ g} \qquad x = 328\ g$$

Krok 5

Napisz odpowiedź.

Odpowiedź: W 400 g wody trzeba dodatkowo rozpuścić 328 g siarczanu(VI) miedzi(II), aby po ogrzaniu roztworu od 40 °C do 90 °C roztwór nadal był nasycony.

Rozwiąż zadania w zeszycie

Rozwiąż zadania, korzystając z wykresów rozpuszczalności.

1. **Odczytaj rozpuszczalność azotanu(V) potasu KNO_3 w temperaturze:** a) 15 °C; b) 60 °C.
2. **Określ, ile gramów azotanu(V) sodu $NaNO_3$ należy rozpuścić w 200 g wody w temperaturze 70 °C**, aby otrzymać roztwór nasycony.
3. Do 100 g wody o temperaturze 10 °C dodano jodek potasu KI i otrzymano roztwór nasycony. **Oblicz, ile gramów jodku potasu KI trzeba byłoby dodatkowo rozpuścić w wodzie o takiej samej masie, ale ogrzanej do temperatury 30 °C, aby otrzymać roztwór nasycony.**
4. **Oblicz, ile gramów chlorku potasu KCl wykrystalizuje po ochłodzeniu roztworu nasyconego od temperatury 90 °C do temperatury 50 °C**, jeśli do sporządzenia roztworu użyto 100 g wody.
5. **Określ, który z podanych gazów** (rys. 30., s. 177) **ma największą rozpuszczalność w temperaturze 10 °C, a który – najmniejszą.**
6. **Oblicz, ile gramów tlenu trzeba rozpuścić w 200 g wody o temperaturze 50 °C**, aby powstał roztwór nasycony.

Zapamiętaj!

Rozpuszczalność substancji – maksymalna liczba gramów substancji, jaką można rozpuścić w 100 g rozpuszczalnika w danej temperaturze i pod danym ciśnieniem, aby otrzymać roztwór nasycony.

32 Stężenie procentowe roztworu

Fot. 116. Informacja o zawartości procentowej tłuszczu w mleku jest podana na opakowaniu.

W laboratoriach chemicznych, a także w życiu codziennym, stosuje się często roztwory o znanej zawartości substancji (fot. 116.) w danej ilości roztworu, czyli o znanym **stężeniu**. Jednym ze sposobów wyrażania stężeń roztworów jest **stężenie procentowe** (fot. 117.).

Co to jest stężenie procentowe roztworu?

Stężenie procentowe roztworu (C_p) to liczba gramów substancji rozpuszczonej w 100 g roztworu.

Fot. 117. Roztwory soku malinowego w wodzie. Roztwory substancji barwnych o różnych stężeniach mają różną intensywność zabarwienia.

Na przykład roztwór 5-procentowy to roztwór, w którym w 100 g roztworu znajduje się 5 g substancji. Roztwór ten składa się więc z 5 g substancji rozpuszczonej w 95 g wody.

Jak obliczyć stężenie procentowe, korzystając ze wzoru?

Wzór na stężenie procentowe roztworu:

$$C_p = \frac{m_s \cdot 100\%}{m_r}$$

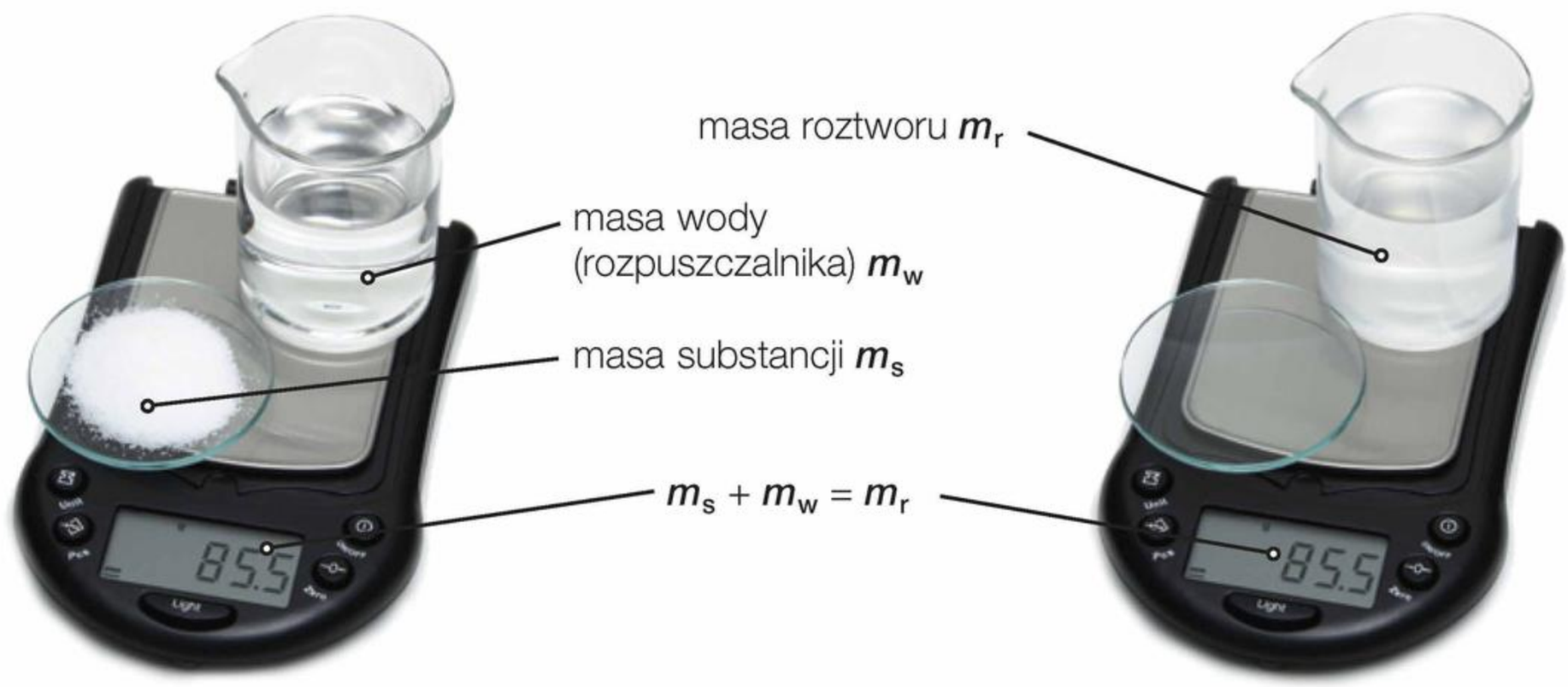
gdzie:
C_p – stężenie procentowe roztworu, %,
m_s – masa substancji rozpuszczanej, g,
m_r – masa roztworu, g.

Jak obliczyć masę roztworu?

Masa roztworu (m_r) jest równa sumie masy wody (m_w) (rozpuszczalnika) i masy substancji rozpuszczanej (m_s) (fot. 118.):

$$m_r = m_w + m_s$$

gdzie:
m_r – masa roztworu, g,
m_w – masa wody (rozpuszczalnika), g,
m_s – masa substancji rozpuszczanej, g.



Fot. 118. Masa roztworu m_r jest sumą mas substancji rozpuszczanej m_s i wody (rozpuszczalnika) m_w.

Przykład 46

Jak obliczyć stężenie procentowe roztworu o podanej masie i znanej masie substancji rozpuszczonej?

Krok 1
Przeczytaj treść zadania i wypisz dane oraz szukane.

W 200 g roztworu znajduje się 6 g substancji rozpuszczonej. Oblicz stężenie procentowe roztworu.

Dane:
$m_r = 200$ g
$m_s = 6$ g

Szukane:
$C_p = ?$

Krok 2
Oblicz stężenie procentowe roztworu, korzystając ze wzoru lub za pomocą proporcji.

Sposób I

$$C_p = \frac{m_s \cdot 100\%}{m_r}$$

$$C_p = \frac{6\ \text{g} \cdot 100\%}{200\ \text{g}}$$

$$C_p = 3\%$$

Sposób II

200 g roztworu *stanowi* 100%
6 g substancji *stanowi* x

$$\frac{200\ \text{g}}{6\ \text{g}} = \frac{100\%}{x}$$

$$200\ \text{g} \cdot x = 6\ \text{g} \cdot 100\%$$

$$x = \frac{6\ \text{g} \cdot 100\%}{200\ \text{g}} \qquad x = 3\%$$

Dalszy ciąg przykładu na s. 182

Początek przykładu na s. 181

lub

200 g roztworu *zawiera* 6 g substancji
100 g roztworu *zawiera* x substancji

$$\frac{200\ g}{100\ g} = \frac{6\ g}{x}$$

$$200\ g \cdot x = 100\ g \cdot 6\ g$$

$$x = \frac{6\ g \cdot 100\ g}{200\ g} \qquad x = 3\ g$$

Krok 3

Napisz odpowiedź.

Odpowiedź: Stężenie procentowe roztworu wynosi 3%, ponieważ w 100 g roztworu znajdują się 3 g substancji rozpuszczonej.

Przykład 47

Jak obliczyć stężenie procentowe roztworu o znanych masach substancji rozpuszczonej i rozpuszczalnika?

Krok 1

Przeczytaj treść zadania i wypisz dane oraz szukane.

W 360 g wody rozpuszczono 40 g soli kuchennej. Oblicz stężenie procentowe roztworu.

Dane:
$m_w = 360\ g$
$m_s = 40\ g$

Szukane:
$C_p = ?$

Krok 2

Oblicz masę roztworu.

$m_r = m_w + m_s$
$m_r = 360\ g + 40\ g$
$m_r = 400\ g$

Krok 3

Oblicz stężenie procentowe roztworu, korzystając ze wzoru lub za pomocą proporcji.

Sposób I

$$C_p = \frac{m_s \cdot 100\%}{m_r}$$

$$C_p = \frac{40\ g \cdot 100\%}{400\ g}$$

$$C_p = 10\%$$

Sposób II

400 g roztworu *stanowi* 100%
40 g substancji *stanowi* x

$$\frac{400\ g}{40\ g} = \frac{100\%}{x}$$

$$400\ g \cdot x = 40\ g \cdot 100\%$$

$$x = \frac{40\ g \cdot 100\%}{400\ g} \qquad x = 10\%$$

lub

400 g roztworu *zawiera* 40 g substancji
100 g roztworu *zawiera* x substancji

$$\frac{400\ g}{100\ g} = \frac{40\ g}{x}$$

$$400\ g \cdot x = 100\ g \cdot 40\ g$$

$$x = \frac{40\ g \cdot 100\ g}{400\ g} \qquad x = 10\ g$$

Krok 4

Napisz odpowiedź.

Odpowiedź: Stężenie procentowe roztworu wynosi 10%, ponieważ w 100 g roztworu znajduje się 10 g substancji rozpuszczonej.

Przykład 48

Jak obliczyć masę substancji rozpuszczonej w określonej masie roztworu o znanym stężeniu procentowym?

Krok 1

Przeczytaj treść zadania i wypisz dane oraz szukane.

Oblicz, ile gramów cukru potrzeba do przygotowania 250 g roztworu o stężeniu 5%.

Dane:
$m_r = 250$ g
$C_p = 5\%$

Szukane:
$m_s = ?$

Krok 2

Oblicz masę cukru, korzystając ze wzoru lub za pomocą proporcji.

Sposób I

$$C_p = \frac{m_s \cdot 100\%}{m_r}$$

Przekształcamy wzór tak, aby obliczyć masę substancji m_s:

$$C_p = \frac{m_s \cdot 100\%}{m_r} \quad |\cdot m_r$$

$$C_p \cdot m_r = m_s \cdot 100\% \quad |: 100\%$$

$$\text{czyli } m_s = \frac{C_p \cdot m_r}{100\%}$$

$$m_s = \frac{5\% \cdot 250\ \text{g}}{100\%}$$

$$m_s = 12{,}5\ \text{g}$$

Sposób II

250 g roztworu *stanowi* 100%
x substancji *stanowi* 5%

$$\frac{250\ \text{g}}{x} = \frac{100\%}{5\%}$$

$$250\ \text{g} \cdot 5\% = x \cdot 100\%$$

$$x = \frac{5\% \cdot 250\ \text{g}}{100\%} \qquad x = 12{,}5\ \text{g}$$

lub

250 g roztworu *zawiera* x substancji
100 g roztworu *zawiera* 5 g substancji

$$\frac{250\ \text{g}}{100\ \text{g}} = \frac{x}{5\ \text{g}}$$

$$250\ \text{g} \cdot 5\ \text{g} = 100\ \text{g} \cdot x$$

$$x = \frac{250\ \text{g} \cdot 5\ \text{g}}{100\ \text{g}} \qquad x = 12{,}5\ \text{g}$$

Krok 3

Napisz odpowiedź.

Odpowiedź: Do przygotowania 250 g roztworu cukru o stężeniu 5% należy użyć 12,5 g cukru.

Chemia wokół nas

Największym naturalnym zbiornikiem nasyconego roztworu soli jest Morze Martwe (fot. 119.), którego stężenie procentowe wynosi ok. 26%.

Fot. 119. W zasolonej wodzie Morza Martwego można unosić się na powierzchni nawet bez wykonywania najmniejszego ruchu.

Przykład 49

Jak obliczyć stężenie procentowe roztworu nasyconego w danej temperaturze?

Krok 1

Przeczytaj treść zadania i wypisz dane oraz szukane.

Korzystając z wykresu rozpuszczalności substancji, oblicz stężenie procentowe nasyconego roztworu azotanu(V) potasu KNO_3 w temperaturze 70 °C. Wynik podaj z dokładnością do jednego miejsca po przecinku.

Dane:
$T = 70\,°C$

Szukane:
$C_p = ?$

Krok 2

Odczytaj z wykresu rozpuszczalność KNO_3 w temperaturze 70 °C.

Z wykresu rozpuszczalności (patrz s. 175) można odczytać, że w temperaturze 70 °C w 100 g wody należy rozpuścić 138 g KNO_3, aby otrzymać roztwór nasycony.

Krok 3

Oblicz masę roztworu nasyconego.

$m_r = m_w + m_s$

$m_r = 100\ g + 138\ g$

$m_r = 238\ g$

Krok 4

Oblicz stężenie procentowe roztworu nasyconego.

$$C_p = \frac{m_s \cdot 100\%}{m_r}$$

$$C_p = \frac{138\ g \cdot 100\%}{238\ g}$$

$C_p = 58\%$

Krok 5

Napisz odpowiedź.

Odpowiedź: Stężenie procentowe nasyconego roztworu azotanu(V) potasu w temperaturze 70 °C wynosi 58%.

Fot. 120. Pomiar gęstości cieczy.

Dla dociekliwych

Gęstość cieczy można zmierzyć **areometrem** (fot. 120.). Stosuje się go m.in. do badania zawartości tłuszczu w mleku. Próbki mleka o różnej zawartości tłuszczu różnią się gęstością.

Przykład 50

Jak obliczyć masę substancji rozpuszczanej w roztworze o określonym stężeniu i znanej gęstości?

Krok 1

Przeczytaj treść zadania i wypisz dane oraz szukane.

Oblicz, ile gramów wodorotlenku sodu potrzeba do przygotowania 0,5 dm^3 10-procentowego roztworu o gęstości $1{,}115\ \frac{g}{cm^3}$.

Dane:
$d_r = 1{,}115\ \frac{g}{cm^3}$
$V_r = 0{,}5\ dm^3 = 500\ cm^3$
$C_p = 10\%$

Szukane:
$m_s = ?$

Krok 2

Oblicz masę roztworu, korzystając ze wzoru lub za pomocą proporcji.

Sposób I

Wiedząc, że gęstość roztworu wylicza się ze wzoru: $d_r = \frac{m_r}{V_r}$, oblicz masę roztworu m_r:

$d_r = \frac{m_r}{V_r} \quad | \cdot V_r$

czyli $m_r = d_r \cdot V_r$

$m_r = 1{,}115\ \frac{g}{cm^3} \cdot 500\ cm^3$

$m_r = 557{,}5\ g$

Sposób II

Żeby obliczyć masę roztworu m_r, trzeba ułożyć i rozwiązać proporcję:

$1\ cm^3$ *ma masę* $1{,}115\ g$
$500\ cm^3$ *ma masę* x

$\frac{1\ cm^3}{500\ cm^3} = \frac{1{,}115\ g}{x}$

$1\ cm^3 \cdot x = 500\ cm^3 \cdot 1{,}115\ g$

$x = \frac{500\ cm^3 \cdot 1{,}115\ g}{1\ cm^3} \qquad x = 557{,}5\ g$

Krok 3

Oblicz masę substancji rozpuszczonej, korzystając ze wzoru lub za pomocą proporcji.

Sposób I

$C_p = \frac{m_s \cdot 100\%}{m_r}$

Należy przekształcić wzór tak, aby obliczyć m_s (patrz przykład 48, krok 2, s. 183):

$m_s = \frac{C_p \cdot m_r}{100\%}$

$m_s = \frac{10\% \cdot 557{,}5\ g}{100\%}$

$m_s = 55{,}75\ g$

Sposób II

$557{,}5\ g$ roztworu *stanowi* 100%
y substancji *stanowi* 10%

$\frac{557{,}5\ g}{y} = \frac{100\%}{10\%}$

$557{,}5\ g \cdot 10\% = y \cdot 100\%$

$y = \frac{557{,}5\ g \cdot 10\%}{100\%} \qquad y = 55{,}75\ g$

lub

$557{,}5\ g$ roztworu *zawiera* y substancji
$100\ g$ roztworu *zawiera* $10\ g$ substancji

$\frac{557{,}5\ g}{100\ g} = \frac{y}{10\ g}$

$557{,}5\ g \cdot 10\ g = 100\ g \cdot y$

czyli $\frac{557{,}5\ g}{100\ g} = \frac{y}{10\ g}$

$y = \frac{557{,}5\ g \cdot 10\ g}{100\ g} \qquad y = 55{,}75\ g$

Krok 4

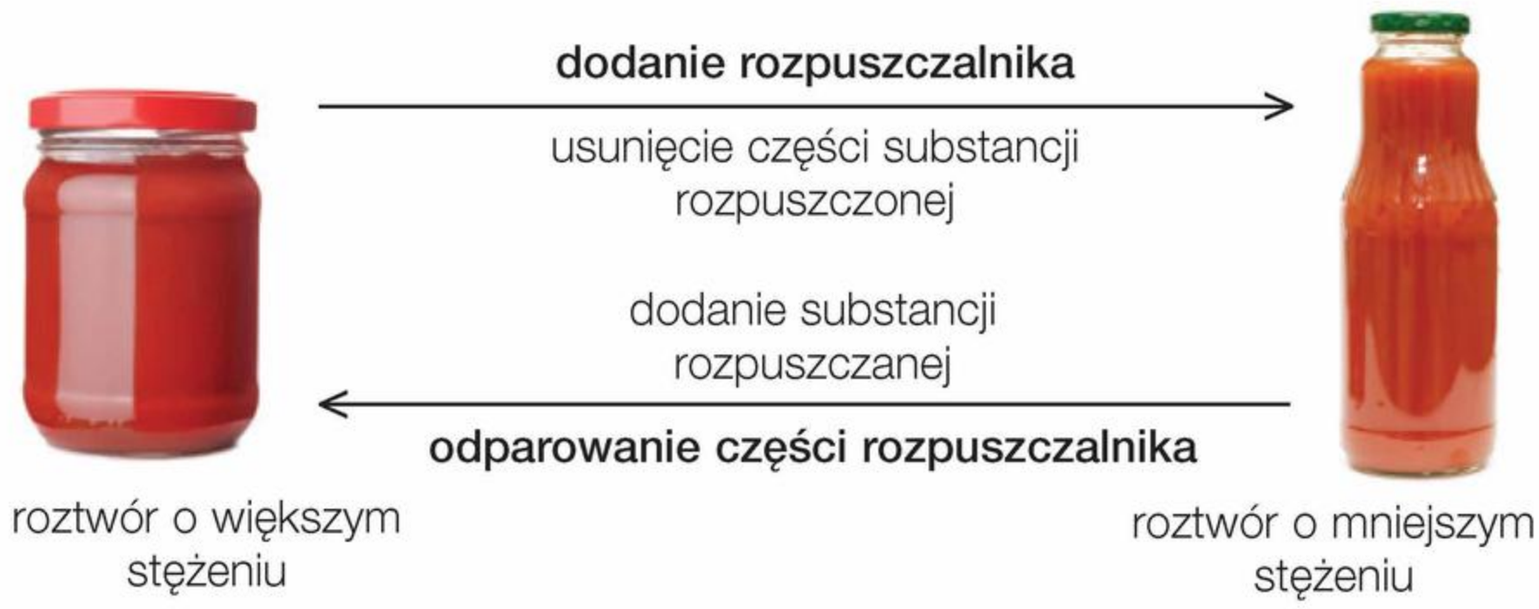
Napisz odpowiedź.

Odpowiedź: Aby przygotować 0,5 dm^3 10-procentowego roztworu o gęstości $1{,}115\ \frac{g}{cm^3}$, należy użyć 55,75 g wodorotlenku sodu.

Jak zmienić stężenie roztworu?

Zmiana stężenia roztworu zachodzi bardzo często w życiu codziennym. W sklepach są dostępne gęste przeciery, które rozcieńcza się wodą, ponieważ w formie stężonej mają zbyt intensywny smak (fot. 121.).

Koncentrat pomidorowy to **roztwór stężony**, a sok pomidorowy to **roztwór rozcieńczony**.



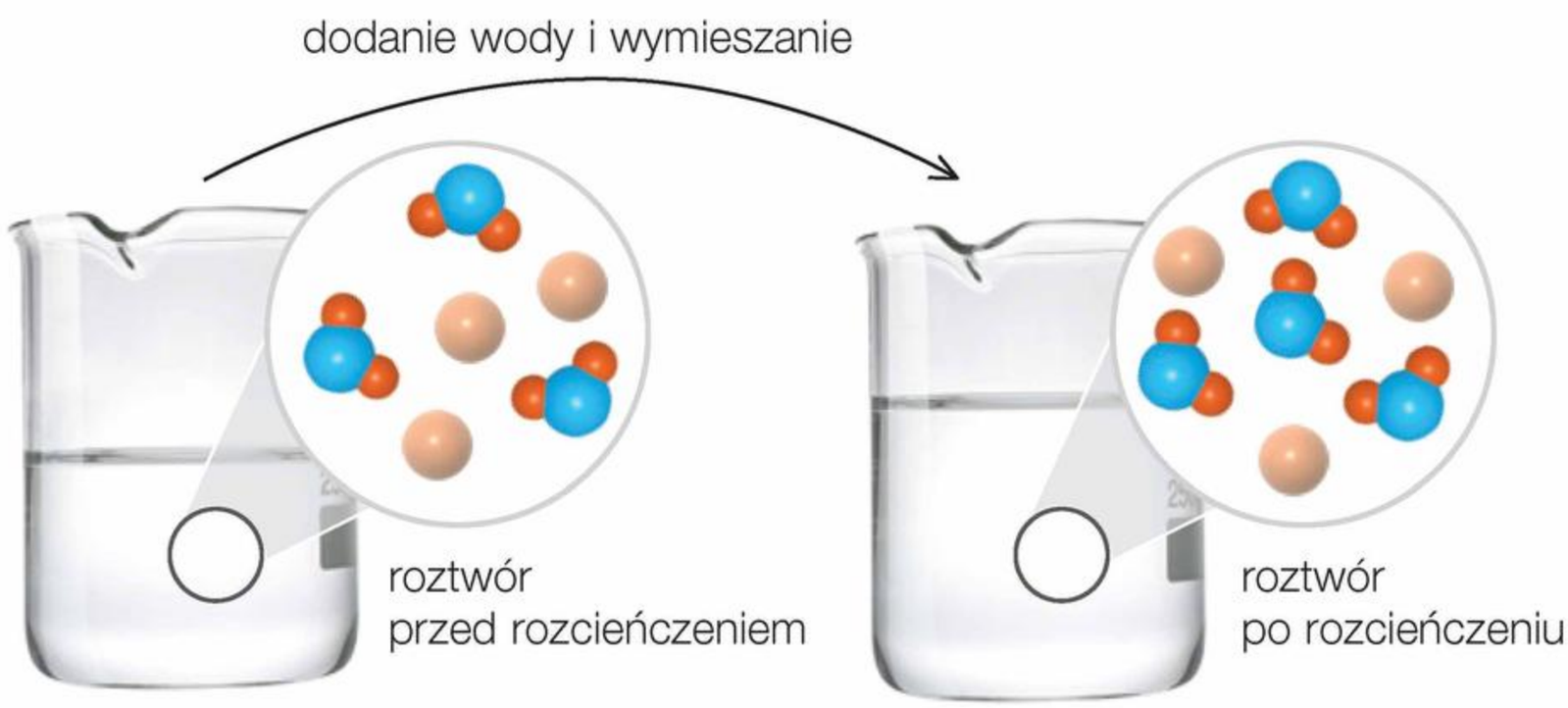
Fot. 121. Sposoby zmiany stężenia roztworu.

W laboratorium czasami zachodzi potrzeba zmiany stężenia roztworu.

Jednak aby – zmieniając stężenie roztworu – otrzymać inny roztwór o określonym stężeniu, wcześniej należy przeprowadzić obliczenia.

Jak rozcieńczyć roztwór?

Rozcieńczenie roztworu polega na dodaniu do niego odpowiedniego rozpuszczalnika, np. wody (fot. 122.).

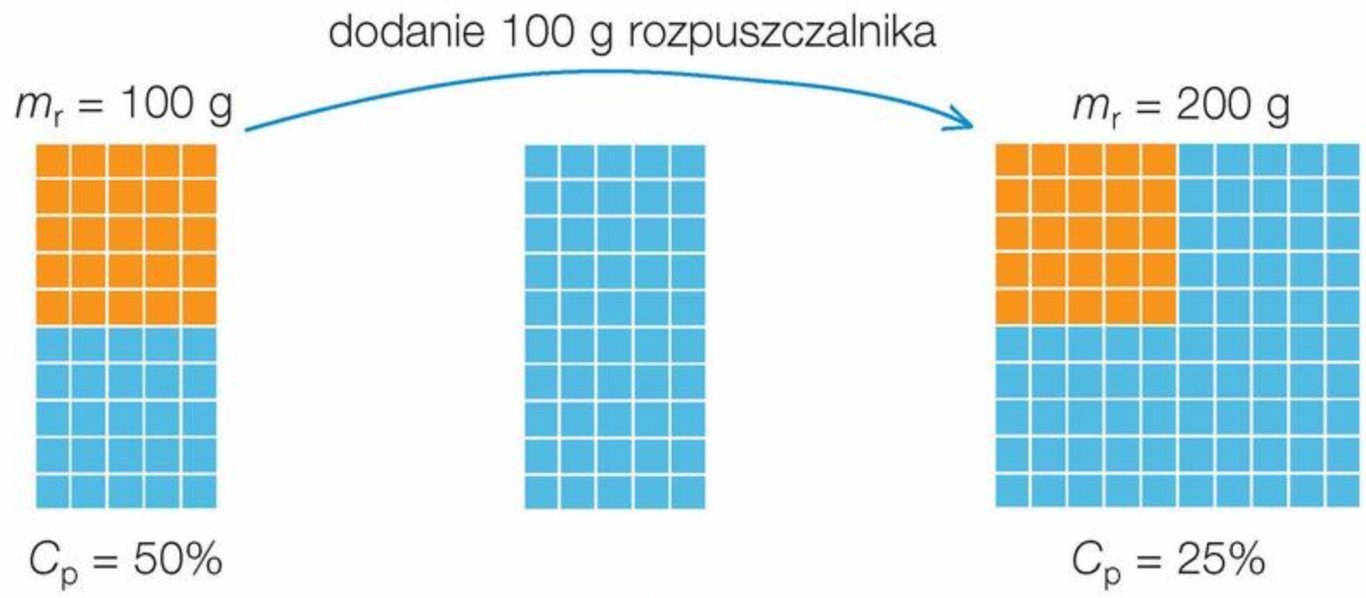


Modele:
- cząsteczki wody
- substancji rozpuszczonej

Fot. 122. Rozcieńczanie roztworu, w którym woda jest rozpuszczalnikiem.

Po rozcieńczeniu roztworu masa substancji rozpuszczonej się nie zmienia. **Zmieni się jedynie masa rozpuszczalnika a tym samym masa roztworu.**

Na przykład gdy do 100 g roztworu o stężeniu 50% dodamy 100 g rozpuszczalnika, wówczas objętość się zwiększy, a stężenie procentowe wyniesie 25%:



substancja rozpuszczona rozpuszczalnik

Rozwiąż zadania w zeszycie

1. **Oblicz stężenie procentowe roztworu otrzymanego w wyniku rozpuszczenia 40 g substancji w 260 g wody.**
2. **Oblicz, ile gramów soli pozostanie na dnie naczynia po całkowitym odparowaniu wody z 80 g 2-procentowego roztworu.**
3. **Oblicz stężenie procentowe nasyconego roztworu azotanu(V) potasu w temperaturze 20 °C.**
4. **Oblicz, ile gramów chlorku glinu znajduje się w 0,4 dm^3 roztworu o stężeniu 10%,** jeżeli gęstość roztworu wynosi 1,09 $\frac{g}{cm^3}$.
5. **Wyjaśnij, w jaki sposób można zmniejszyć stężenie procentowe roztworu chlorku sodu.**

Dla dociekliwych

6. Do 0,5 kg 4-procentowego roztworu soli dosypano 20 g tej soli. **Oblicz stężenie procentowe otrzymanego roztworu.**
7. Do 400 g 5-procentowego roztworu chlorku amonu dolano 100 g wody. **Oblicz stężenie procentowe otrzymanego roztworu.**
8. Odparowano 100 g wody z 300 g 10-procentowego roztworu. **Oblicz stężenie procentowe otrzymanego roztworu.**
9. **Oblicz, ile gramów wody trzeba odparować, aby z 0,2 kg roztworu 1-procentowego otrzymać roztwór 4-procentowy.**
10. Do 150 g roztworu 5-procentowego azotanu(V) potasu dolano 50 g wody. **Oblicz stężenie procentowe otrzymanego roztworu.**
11. **Oblicz, ile gramów wody trzeba dolać, aby z 400 g roztworu 10-procentowego otrzymać roztwór 8-procentowy.**
12. **Oblicz, ile gramów jodku potasu dodano do 300 g roztworu 0,5-procentowego, jeśli otrzymano roztwór 2-procentowy.**

Zapamiętaj!

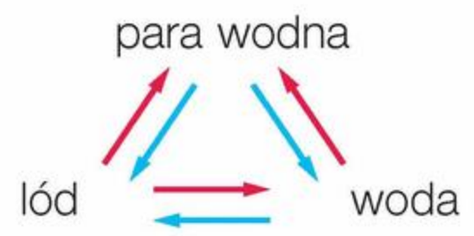
Stężenie procentowe roztworu (C_p) – liczba gramów substancji rozpuszczonej w 100 g roztworu:

$$C_p = \frac{m_s \cdot 100\%}{m_r}$$

Podsumowanie

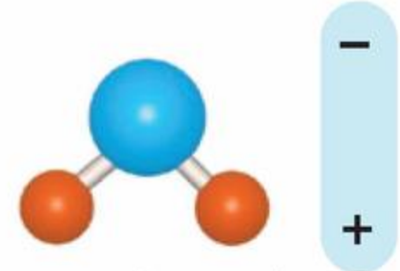
Jakie właściwości ma woda?

Woda to najbardziej rozpowszechniony w przyrodzie tlenek niemetalu. Jest substancją, bez której nie istniałoby życie na Ziemi. W zależności od temperatury i ciśnienia występuje w trzech stanach skupienia. Jest substancją bezbarwną i bezwonną. Pod ciśnieniem 1013 hPa woda wrze w temperaturze 100 °C, a krzepnie w temperaturze 0 °C.



Jaką budowę ma cząsteczka wody?

W cząsteczce wody występują wiązania kowalencyjne spolaryzowane między atomami wodoru i atomem tlenu. Cząsteczka wody ma budowę polarną, czyli jest **dipolem**.



cząsteczka wody jest dipolem

Jak polarna budowa cząsteczki wody wpływa na jej właściwości?

Budowa polarna cząsteczki wody powoduje, że woda jest dobrym rozpuszczalnikiem dla substancji o budowie polarnej.

Od czego zależy szybkość rozpuszczania się substancji?

Szybkość rozpuszczania się substancji zależy od:
- temperatury,
- mieszania,
- rozdrobnienia substancji.

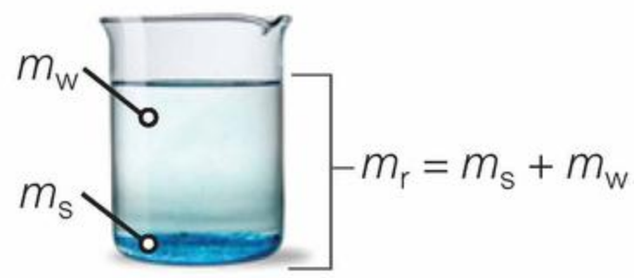
mieszanie przyspiesza rozpuszczanie się substancji stałych

Co to jest roztwór?

Roztwór jest to mieszanina jednorodna rozpuszczalnika i substancji rozpuszczanej.

$$m_r = m_s + m_w$$

gdzie:
m_r – masa roztworu, g,
m_s – masa substancji, g,
m_w – masa wody (rozpuszczalnika), g.



Jakie są rodzaje mieszanin?

W zależności od przyjętego kryterium istnieją różne rodzaje mieszanin.

Kryterium	Rodzaj mieszaniny
wielkość cząstek substancji rozpuszczonej	• roztwór właściwy • koloid • zawiesina
masa substancji rozpuszczonej	• roztwór nasycony • roztwór nienasycony • roztwór stężony • roztwór rozcieńczony

roztwór rozcieńczony — roztwór stężony

Co to jest roztwór właściwy?

Roztwór właściwy jest to roztwór, w którym cząstki substancji rozpuszczonej mają rozmiary mniejsze od 10^{-9} m.

roztwór właściwy

Co to jest koloid?

Koloid to mieszanina, w której cząstki substancji rozpuszczanej mają rozmiary od 10^{-9} m do 10^{-7} m.

koloid

zawiesina

Co to jest zawiesina?

Zawiesina to mieszanina cieczy i substancji rozpuszczanej, której cząstki mają rozmiary większe od 10^{-7} m.

Czym roztwór nasycony różni się od roztworu nienasyconego?

Roztwór nasycony to taki roztwór, w którym w danej temperaturze nie można już rozpuścić więcej danej substancji, a w **roztworze nienasyconym** w danej temperaturze można jeszcze rozpuścić pewną ilość tej substancji.

roztwór nienasycony

roztwór nasycony

Na czym polega proces krystalizacji?

Krystalizacja polega na wydzielaniu substancji rozpuszczonej z roztworu nasyconego w postaci kryształów.

Czym roztwór rozcieńczony różni się od roztworu stężonego?

Roztwór rozcieńczony to roztwór, w którym masa substancji rozpuszczonej jest mała (kilka procent) w stosunku do masy rozpuszczalnika (wody), a w **roztworze stężonym** masa substancji rozpuszczonej jest znaczna (kilkadziesiąt procent) w stosunku do masy rozpuszczalnika.

Co to jest rozpuszczalność substancji?

Rozpuszczalność substancji to maksymalna liczba gramów substancji, którą można rozpuścić w 100 g rozpuszczalnika w danej temperaturze, aby otrzymać roztwór nasycony.

rozpuszczanie wodorotlenku sodu

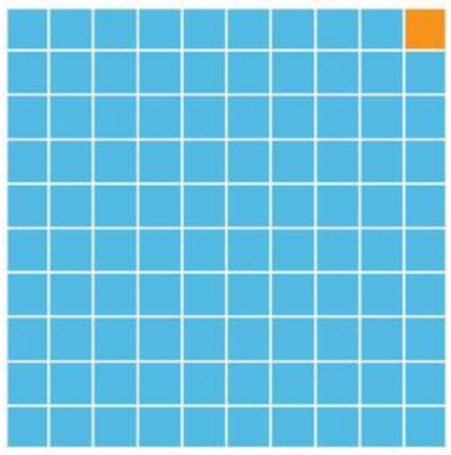
Co to jest stężenie procentowe roztworu?

Stężenie procentowe roztworu to liczba gramów substancji rozpuszczonej w 100 g roztworu.

$$C_p = \frac{m_s \cdot 100\%}{m_r}$$

gdzie:
C_p – stężenie procentowe roztworu, %,
m_s – masa substancji rozpuszczanej, g,
m_r – masa roztworu, g.

Roztwór o stężeniu C_p = 1%



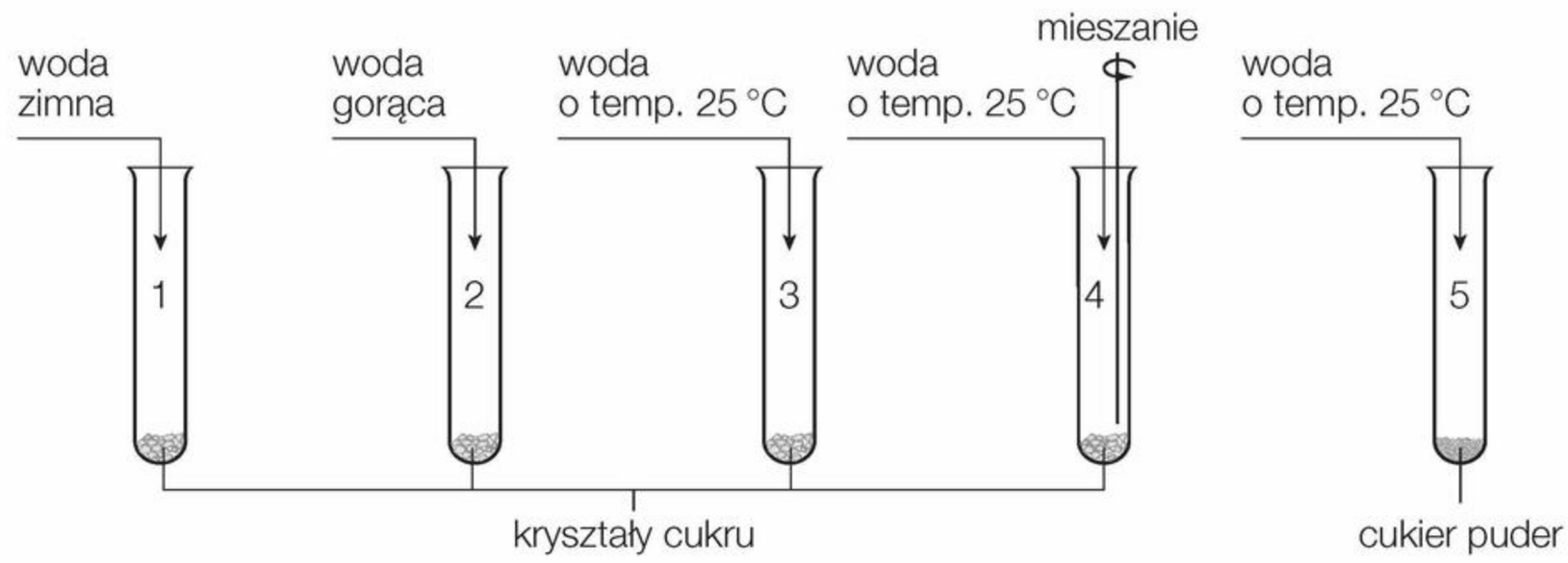
masa rozpuszczalnika

masa substancji rozpuszczonej

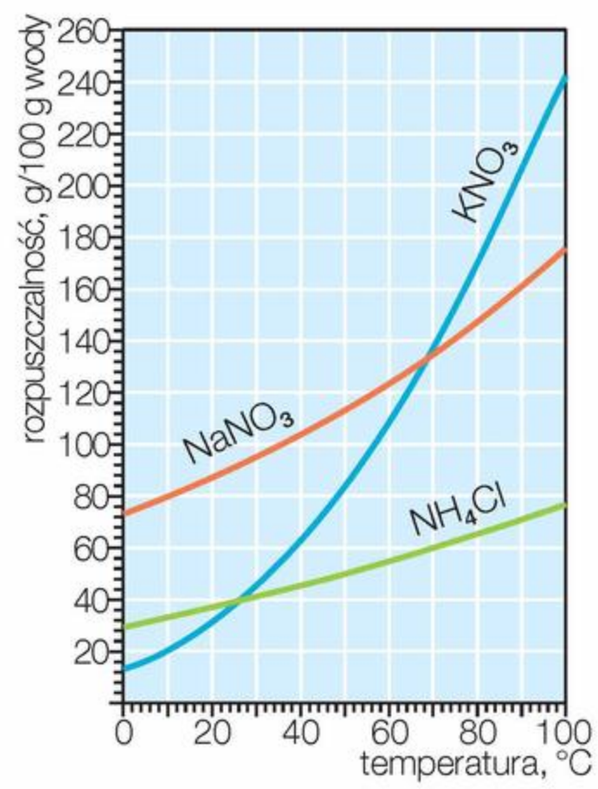
Sprawdź, czy wiesz i umiesz...

Rozwiąż zadania w zeszycie

1. Uczeń wykonał doświadczenie chemiczne przedstawione na schemacie. **Podaj numery probówek, w których badany proces przebiegał szybciej niż w probówce 3. Wskaż czynniki wykorzystane w doświadczeniu chemicznym, które wpływają na zwiększenie szybkości rozpuszczania się danej substancji w wodzie.**



2. **Odpowiedz** na pytania, korzystając z wykresu rozpuszczalności.
   a) Ile gramów: azotanu(V) potasu KNO_3, chlorku amonu NH_4Cl, azotanu(V) sodu $NaNO_3$ należy rozpuścić w 100 g wody o temperaturze 80 °C, żeby otrzymać roztwory nasycone?
   b) Która z wymienionych soli ma największą, a która najmniejszą rozpuszczalność w temperaturze 80 °C?
   c) Rozpuszczalność której z tych substancji najszybciej zwiększa się w przedziale temperatur 50–70 °C?



3. W tabeli przedstawiono rozpuszczalność chlorku potasu KCl w zależności od temperatury.

Temperatura, °C	0	20	40	60	80	100
Rozpuszczalność, g/100 g wody	28,1	34,2	40,2	45,9	51,2	56,2

Narysuj wykres zależności rozpuszczalności chlorku potasu od temperatury. Na podstawie danych odczytanych z wykresu podaj:
   a) rozpuszczalność chlorku potasu w temperaturze 50 °C;
   b) temperaturę, w której rozpuszczalność chlorku potasu wynosi 50 g;
   c) rodzaj roztworu, jaki powstanie wtedy, gdy 10 g chlorku potasu rozpuści się w 50 g wody w temperaturze 30 °C.

4. W 150 g wody o temperaturze 30 °C rozpuszczono 142,5 g substancji i otrzymano roztwór nasycony. **Na podstawie wykresów rozpuszczalności podaj nazwę tej substancji.**

5. **Oblicz stężenie procentowe nasyconego roztworu jodku potasu KI w temperaturze 40 °C.** Skorzystaj z wykresu rozpuszczalności substancji.

6. **Oblicz, ile gramów kwasu siarkowego(VI) znajduje się w 0,2 dm^3 roztworu o stężeniu 60%.** Gęstość tego roztworu wynosi 1,5 $\frac{g}{cm^3}$.

6

Tlenki i wodorotlenki

33. Tlenki metali i niemetali

Cele lekcji: Poznanie wzorów sumarycznych, sposobów otrzymywania, właściwości fizycznych i zastosowań wybranych tlenków.

34. Elektrolity i nieelektrolity

Cele lekcji: Poznanie pojęć: **elektrolit**, **nieelektrolit**, **wskaźniki kwasowo-zasadowe**, **odczyn**. Określanie odczynu roztworów na podstawie barwy wskaźników. Omówienie zastosowań wskaźników: oranżu metylowego, uniwersalnych papierków wskaźnikowych, fenoloftaleiny do określania odczynu.

35. Wzory i nazwy wodorotlenków

Cele lekcji: Poznanie pojęcia **wodorotlenek** i omówienie budowy tej grupy związków chemicznych.

36. Wodorotlenek sodu, wodorotlenek potasu

Cele lekcji: Poznanie sposobów otrzymywania, właściwości oraz zastosowań wodorotlenków sodu i potasu.

37. Wodorotlenek wapnia

Cele lekcji: Poznanie sposobów otrzymywania, właściwości oraz zastosowań wodorotlenku wapnia.

38. Sposoby otrzymywania wodorotlenków trudno rozpuszczalnych w wodzie

Cele lekcji: Poznanie pojęcia **zasada**. Odróżnianie zasad od wodorotlenków. Poznanie wodorotlenków trudno i średnio rozpuszczalnych w wodzie – ich wzorów sumarycznych oraz sposobów otrzymywania. Korzystanie z tabeli rozpuszczalności substancji w wodzie.

39. Proces dysocjacji elektrolitycznej zasad

Cele lekcji: Omówienie procesu dysocjacji elektrolitycznej (jonowej) zasad. Zapisywanie równań dysocjacji elektrolitycznej (jonowej) zasad.

33 Tlenki metali i niemetali

Fot. 123. Związkiem chemicznym tworzącym piasek jest SiO_2.

Tlenki występują powszechnie w przyrodzie, np. piasek (fot. 123.) to **tlenek krzemu(IV)**, nazywany krzemionką lub kwarcem. Tlenki są składnikami powietrza, np. **tlenek węgla(IV)**, który wydychamy, a następnie jest przetwarzany przez rośliny w procesie fotosyntezy.

Głównym składnikiem rdzy jest **tlenek żelaza(III)** (fot. 124.). Większość metali występuje w skorupie ziemskiej w postaci tlenków (fot. 125.).

Fot. 124. Tlenek żelaza(III) Fe_2O_3.

Fot. 125. Tlenek chromu(III) Cr_2O_3.

Jakie są rodzaje tlenków?

Ze względu na rodzaj pierwiastka chemicznego, który łączy się z tlenem, tlenki można podzielić na:

Tlenki

- **tlenki niemetali**, np.: $\overset{IV}{C}\overset{II}{O_2}$ tlenek węgla(IV)
- **tlenki metali**, np.: $\overset{I}{Na_2}\overset{II}{O}$ tlenek sodu

Chemia wokół nas

Węgiel tworzy z tlenem nie tylko tlenek węgla(IV), lecz także **tlenek węgla(II)**, potocznie nazywany **czadem**. Ten związek chemiczny jest **bezwonny i silnie trujący**. Nawet niewielka ilość czadu w powietrzu (0,3% objętościowych) **może spowodować śmiertelne zatrucie** (fot. 126.). Czad powstaje wówczas, gdy podczas spalania węgla i innych paliw (np. benzyny albo gazu ziemnego) dostęp tlenu jest ograniczony.

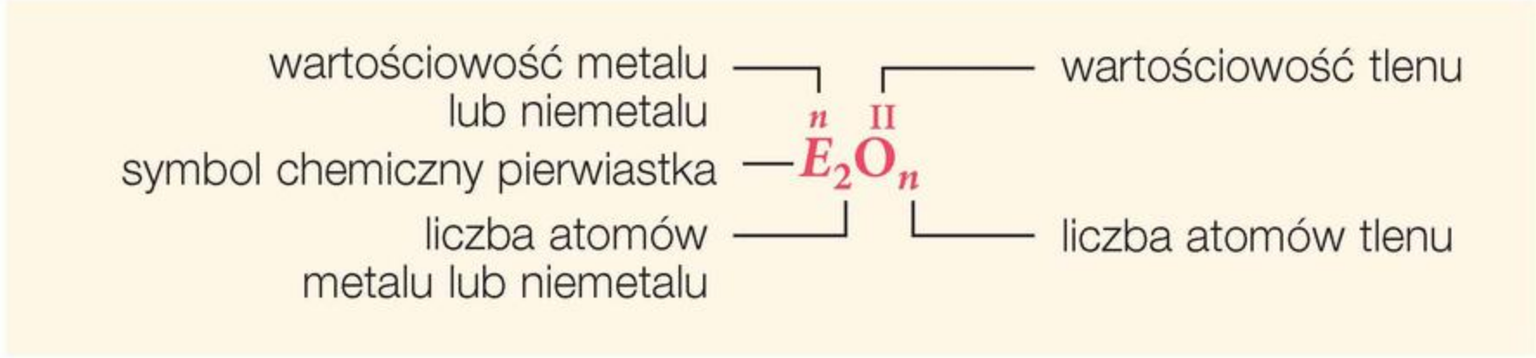
Tlenek węgla(II) to bezbarwny, bezwonny i bardzo **toksyczny** gaz, potocznie nazywany **czadem**.

Fot. 126. W pomieszczeniach ogrzewanych piecami węglowymi i gazowymi warto instalować czujniki sygnalizujące obecność CO.

Jak są zbudowane tlenki?

Tlenki to związki chemiczne tlenu z metalami i niemetalami.

Wzór ogólny tlenków:



Jeśli wartościowość ***n*** jest liczbą parzystą (np. 2, 4, 6), to liczby atomów we wzorze można skrócić.

Jak się tworzy nazwy tlenków?

Nazwy tlenków (tabela 17.) tworzy się **przez dodanie do słowa *tlenek* nazwy metalu lub niemetalu**. Jeśli metal lub niemetal w związkach chemicznych przyjmuje różne wartościowości, to jego wartościowość uwzględnia się w nazwie tlenku.

Tabela 17. Nazwy i wzory tlenków

Nazwa tlenku	Wzór sumaryczny tlenku
tlenek wapnia	CaO
tlenek żelaza(II)	FeO
tlenek żelaza(III)	Fe_2O_3
tlenek krzemu(IV)	SiO_2
tlenek siarki(IV)	SO_2
tlenek siarki(VI)	SO_3

Przykład 51

Jak ustalić nazwę tlenku na podstawie jego wzoru sumarycznego?

Krok 1

Określ wartościowość azotu w tlenku.

Podaj nazwę tlenku o wzorze sumarycznym N_2O_5.

$\overset{V}{N_2}\overset{II}{O_5}$

Występuje równowaga wartościowości: V · 2 = II · 5.

Krok 2

Sprawdź, czy azot w związkach chemicznych przyjmuje tylko wartościowość V.

Azot w związkach chemicznych przyjmuje różne wartościowości, m.in.: I, III, V.

W nazwie tlenku trzeba uwzględnić wartościowość.

Krok 3

Podaj nazwę tlenku.

tlenek azotu(V)

Przykład 52

Jak ustalić wzór sumaryczny tlenku na podstawie jego nazwy?

Krok 1

Napisz symbole pierwiastków chemicznych tworzących tlenek i **zaznacz** ich wartościowość.

Podaj wzór sumaryczny tlenku glinu.

$\overset{III}{Al}\overset{II}{O}$

Wzór jest niepoprawny. Nie ma równowagi wartościowości: III · 1 ≠ II · 1.

Krok 2

Wpisz odpowiednie indeksy stechiometryczne.

$\overset{III}{Al}_2\overset{II}{O}_3$

Wzór jest poprawny. Występuje równowaga wartościowości: III · 2 = II · 3.

Krok 3

Napisz wzór sumaryczny tlenku.

Al_2O_3

Jak ustalić rodzaj wiązania w tlenku?

Rodzaj wiązania w tlenku można ustalić **na podstawie różnicy elektroujemności** pierwiastków chemicznych, które go tworzą (tabela 18.).

Tabela 18. Rodzaj wiązania w tlenku a różnica elektroujemności

Nazwa i wzór tlenku	tlenek sodu Na_2O		tlenek azotu(V) N_2O_5	
Symbole chemiczne pierwiastków tworzących tlenek	0,9 $_{11}Na$ sód	3,4 $_{8}O$ tlen	3,0 $_{7}N$ azot	3,4 $_{8}O$ tlen
Różnica elektroujemności w tlenku	3,4 – 0,9 = **2,5** **2,5** > 1,7		3,4 – 3,0 = **0,4** **0,4** < 1,7	
Rodzaj wiązania w tlenku	wiązanie jonowe		wiązanie kowalencyjne	

Jak otrzymać tlenki?

Jedną z metod otrzymywania tlenków jest **reakcja syntezy** tlenu z metalem lub niemetalem, np.:

- równanie reakcji otrzymywania tlenku glinu:

$$\underset{\text{glin}}{4Al} + \underset{\text{tlen}}{3O_2} \longrightarrow \underset{\text{tlenek glinu}}{2Al_2O_3}$$

- równanie reakcji otrzymywania tlenku magnezu:

$$\underset{\text{magnez}}{2Mg} + \underset{\text{tlen}}{O_2} \longrightarrow \underset{\text{tlenek magnezu}}{2MgO}$$

- równanie reakcji otrzymywania tlenku siarki(IV):

$$\underset{\text{siarka}}{S} + \underset{\text{tlen}}{O_2} \longrightarrow \underset{\text{tlenek siarki(IV)}}{SO_2}$$

Niektóre tlenki mogą też być substratami w reakcjach otrzymywania innych tlenków, np.:

- równanie reakcji otrzymywania tlenku azotu(IV):

$$\underset{\text{tlenek azotu(II)}}{2NO} + \underset{\text{tlen}}{O_2} \longrightarrow \underset{\text{tlenek azotu(IV)}}{2NO_2}$$

- równanie reakcji otrzymywania tlenku siarki(VI):

$$\underset{\text{tlenek siarki(IV)}}{2SO_2} + \underset{\text{tlen}}{O_2} \xrightarrow{\text{katalizator}} \underset{\text{tlenek siarki(VI)}}{2SO_3}$$

$\xrightarrow{\text{katalizator}}$ oznaczenie reakcji chemicznej z udziałem katalizatora

Co to jest katalizator?

W reakcji otrzymywania tlenku siarki(VI) wykorzystuje się **katalizator**, czyli substancję, która **zwiększa szybkość reakcji chemicznej**. W równaniu reakcji chemicznej zaznacza się jego udział, zapisując nad strzałką:

- wyraz „katalizator"

$$\text{substraty} \xrightarrow{\text{katalizator}} \text{produkty}$$

lub

- wzór związku chemicznego albo symbol chemiczny pierwiastka, który został użyty jako katalizator.

$$\text{substraty} \xrightarrow{NO_2} \text{produkty}$$

Przykładami tlenków stosowanych jako katalizatory są:

- tlenek azotu(IV) NO_2,
- tlenek cynku ZnO,
- tlenek manganu(IV) MnO_2,
- tlenek chromu(III) Cr_2O_3.

Skojarz i zapamiętaj!

Katalizator przyspiesza reakcję chemiczną.

Dla dociekliwych

Inne sposoby otrzymywania tlenków:

- reakcja termicznego rozkładu niektórych wodorotlenków:

$$\underset{\text{wodorotlenek miedzi(II)}}{Cu(OH)_2} \xrightarrow{T} \underset{\text{tlenek miedzi(II)}}{CuO} + \underset{\text{woda}}{H_2O}$$

- reakcja rozkładu termicznego niektórych soli, np.

$$\underset{\text{węglan wapnia}}{CaCO_3} \xrightarrow{T} \underset{\text{tlenek wapnia}}{CaO} + \underset{\text{tlenek węgla(IV)}}{CO_2\uparrow}$$

Zastosowania

Tlenki niemetali i metali

Tlenki niemetali występują w przyrodzie jako substancje stałe, ciecze lub gazy. Przykładami tlenków niemetali są tlenek węgla(IV) i tlenki siarki. **Tlenki metali** to najczęściej substancje stałe o różnorodnych właściwościach, wykorzystywane m.in. w budownictwie jako składniki zapraw i farb.

Tlenek węgla(IV) CO_2

Jest używany **do produkcji wody gazowanej**, sody i suchego lodu, mającego zastosowanie w przemyśle chłodniczym. Wykorzystywany jest także do gaszenia pożarów.

Tlenek siarki(IV) SO_2

Ze względu na właściwości bakteriobójcze i grzybobójcze jest stosowany **do dezynfekcji beczek** przeznaczonych do przechowywania wina lub kiszonek oraz pomieszczeń gospodarczych. Jest także wykorzystywany jako substancja wybielająca.

Tlenek siarki(VI) SO_3

Stosowany przede wszystkim jako **konserwant żywności**. Dzięki niemu np. suszone owoce zachowują barwę.

Tlenek wapnia CaO

(wapno palone)

Stosowany **do produkcji cementu i zapraw murarskich** oraz w laboratoriach jako środek osuszający ciecze czy gazy. Używa się go też do produkcji nawozów sztucznych, farb, a w leśnictwie – jako środek owadobójczy.

Tlenek magnezu MgO

Wykorzystywany w kosmetyce jako **podstawa pudrów** oraz składnik proszków i past do zębów. Jest także stosowany do produkcji leków na nadkwasotę.

Tlenek żelaza(III) Fe_2O_3

Ma intensywnie czerwoną barwę, więc stosuje się go jako **barwnik**. Wykorzystywany jest także do polerowania szkła i stali.

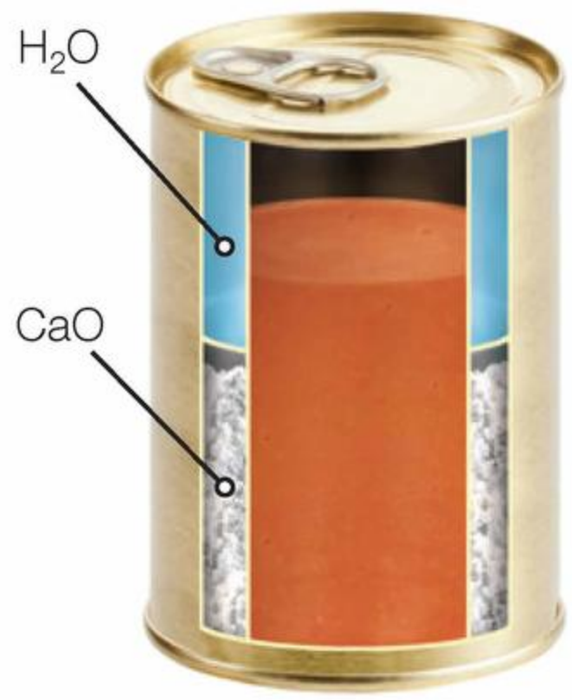
To Ci się przyda!

Przykładem tlenku niemetalu jest piasek, czyli tlenek krzemu(IV), zwany **krzemionką**. Krzemionka jest odporna na czynniki chemiczne, dlatego znalazła zastosowanie m.in. w produkcji szkła.

Szkło wytwarzane z SiO_2 z dodatkiem m.in. Na_2O i B_2O_3 jest odporne na działanie wysokiej temperatury i odczynników chemicznych, dlatego stosuje się je do produkcji szkła laboratoryjnego oraz naczyń kuchennych. ▶

Chemia wokół nas

Efekt wydzielania ciepła w reakcji tlenku wapnia z wodą został wykorzystany w samopodgrzewających się puszkach. Metalowa puszka ma dwie komory. W komorze wewnętrznej zamknięte jest gotowe danie, a w zewnętrznej znajdują się tlenek wapnia i woda, oddzielone od siebie przegrodą (rys. 31.). Gdy zniszczy się przegrodę, otwierając puszkę, rozpoczyna się reakcja chemiczna. Wydzielone w wyniku reakcji chemicznej ciepło ogrzewa produkty znajdujące się wewnątrz puszki.



Rys. 31. Samopodgrzewające się puszki są popularne wśród podróżników, którzy przez długi czas przebywają w terenie.

Rozwiąż zadania w zeszycie

1. **Ustal wartościowość pierwiastków chemicznych tworzących tlenki o podanych wzorach sumarycznych.**
   a) CO_2
   b) FeO
   c) SiO_2
   d) SO_3

2. **Wybierz wzory sumaryczne tlenków i napisz ich nazwy.**
   Cl_2O_3, CaS, MgO, $ZnCl_2$, O_2, ZnO, N_2O_5, NH_3, Br_2O_5, NaBr, N_2O_3, H_2O, MnO_2, H_2S

3. **Zapisz wzory sumaryczne tlenków o podanych nazwach.**
   a) tlenek azotu(IV)
   b) tlenek baru
   c) tlenek srebra(I)
   d) tlenek chloru(VII)

4. Chlor w związkach z tlenem może przyjmować wartościowość I, III, V i VII. **Napisz wzory sumaryczne i nazwy tlenków chloru.**

5. **Napisz równania reakcji syntezy podanych tlenków.**
   a) K_2O
   b) Fe_2O_3
   c) MgO
   d) H_2O

6. **Napisz równania reakcji chemicznych oznaczonych na schemacie cyframi** (1 i 2).
   $N_2 \xrightarrow{1} NO \xrightarrow{2} NO_2$

7. **Wskaż wzory sumaryczne tlenków, w których występuje wiązanie jonowe.** Uzasadnij swój wybór.
   CaO, K_2O, Br_2O_3, BaO, I_2O_7

Zapamiętaj!

Katalizator – substancja, która zwiększa szybkość reakcji chemicznej.

34 Elektrolity i nieelektrolity

Fot. 127. Elektrolity są usuwane z organizmu wraz z potem.

O konieczności uzupełniania elektrolitów słyszał każdy, kto uprawia sport. Popularne napoje izotoniczne (fot. 127.) zawierają m.in. chlorek sodu, zaliczany do **elektrolitów**.

Jony sodu odgrywają ważną rolę w przewodzeniu impulsów nerwowych, sprzyjają bowiem prawidłowemu działaniu nerwów. Do zapewnienia właściwej kurczliwości mięśni, tak ważnych podczas uprawiania sportu, są niezbędne jony chlorkowe.

Co to są elektrolity i nieelektrolity?

Wszystkie substancje można podzielić na takie, których roztwory wodne przewodzą prąd elektryczny, i takie, których roztwory wodne nie wykazują przewodnictwa prądu elektrycznego.

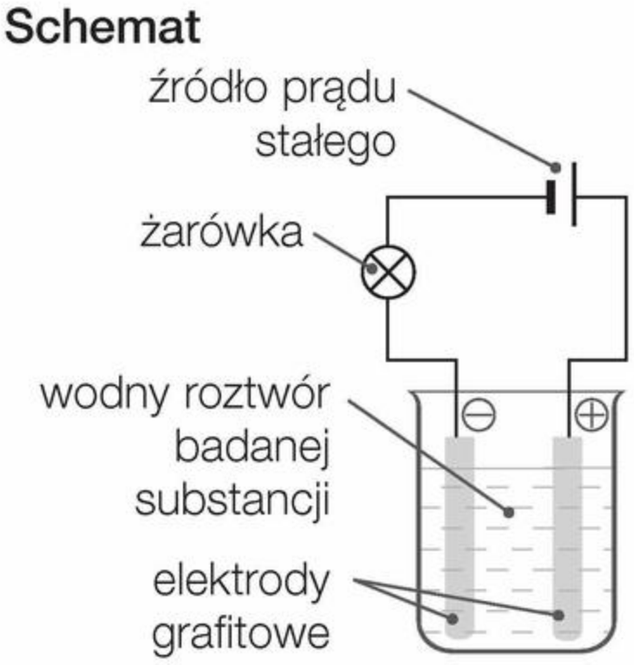
Doświadczenie 31

Badanie zjawiska przewodzenia prądu elektrycznego przez wodne roztwory substancji

Instrukcja: Zestaw do badania zjawiska przewodzenia prądu elektrycznego przez roztwory składa się ze źródła prądu stałego (np. baterii), żarówki (lub miliamperomierza), elektrod grafitowych i przewodów. W małych zlewkach z badanymi substancjami umieść elektrody i obserwuj żarówkę (schemat). Przed umieszczeniem elektrod w kolejnej zlewce należy je dokładnie przepłukać wodą destylowaną. Badane substancje:

- woda destylowana,
- wodne roztwory wodorotlenków: sodu i potasu,
- wodny roztwór kwasu siarkowego(VI), kwas chlorowodorowy,
- wodne roztwory soli: chlorku sodu, azotanu(V) potasu,
- wodne roztwory związków organicznych: glicerolu, sacharozy, kwasu octowego.

Schemat



Obserwacje: Żarówka zaświeciła się (fot. 128.ⓐ) po umieszczeniu elektrod w zlewkach z roztworami badanych kwasów, wodorotlenków i soli.

Fot. 128. Badanie zjawiska przewodzenia prądu elektrycznego przez roztwory wodne związków chemicznych: ⓐ elektrolity, ⓑ nieelektrolity.

Wniosek: Wodne roztwory badanych kwasów, wodorotlenków i soli przewodzą prąd elektryczny.

Związki chemiczne, których roztwory wodne **przewodzą prąd elektryczny**, zalicza się do **elektrolitów** (tabela 19.).

Związki chemiczne, których roztwory wodne **nie przewodzą prądu elektrycznego**, to **nieelektrolity**.

Tabela 19. Elektrolity i nieelektrolity

Elektrolity **przewodzą** prąd elektryczny	• wodne rozwory wodorotlenków: sodu i potasu • wodne rozwory kwasów: siarkowego(VI), octowego i kwas chlorowodorowy • wodne rozwory soli: chlorku sodu, azotanu(V) potasu
Nieelektrolity **nie przewodzą** prądu elektrycznego	• woda destylowana • wodne rozwory związków organicznych: glicerolu, sacharozy

Co to są wskaźniki kwasowo-zasadowe?

Wskaźnikami są **substancje zmieniające barwę** w zależności od odczynu roztworu.

Jaki odczyn mogą mieć roztwory?

Można wyróżnić następujące odczyny roztworów:

Jakie wskaźniki są najczęściej stosowane w pracowni chemicznej?

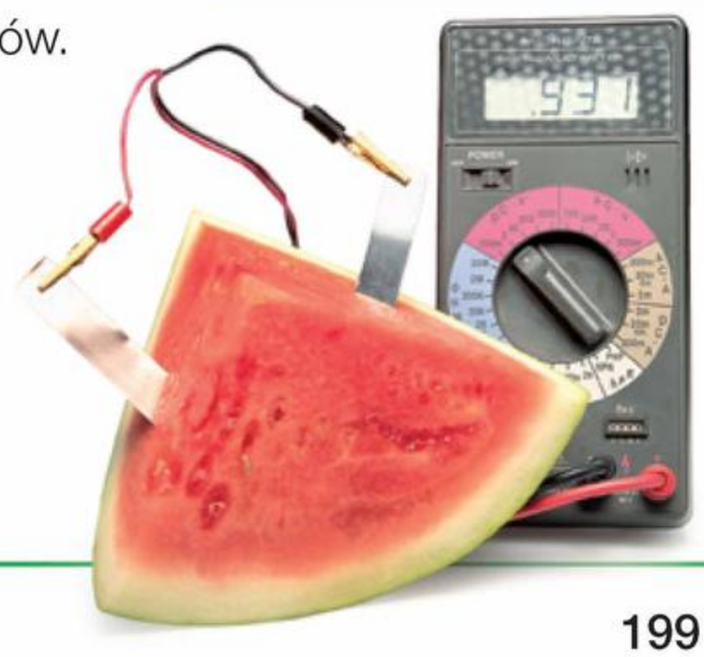
Do najczęściej stosowanych wskaźników kwasowo-zasadowych zalicza się m.in.:

- **uniwersalne papierki wskaźnikowe** (fot. 129.),
- **fenoloftaleinę**,
- **oranż metylowy**.

Fot. 129. Uniwersalne papierki wskaźnikowe.

Chemia wokół nas

Elektrochemia to dział chemii zajmujący się badaniem procesów towarzyszących przepływowi prądu m.in. przez roztwory elektrolitów. Ogniwa galwaniczne to urządzenia, w których energia uzyskana w wyniku reakcji chemicznej jest przekształcana na energię elektryczną (fot. 130.).



Fot. 130. W prosty sposób można zbudować własne ogniwo galwaniczne, wykorzystując owoce.

Jak ustalić odczyn roztworu?

Do ustalenia odczynu roztworu używa się wskaźników kwasowo-zasadowych, które w zależności od odczynu badanego roztworu barwią się na różne kolory.

Uniwersalne papierki wskaźnikowe

Żeby określić odczyn roztworu, należy zanurzyć uniwersalny papierek wskaźnikowy w badanym roztworze i porównać uzyskany kolor z barwą na skali dołączonej do opakowania.

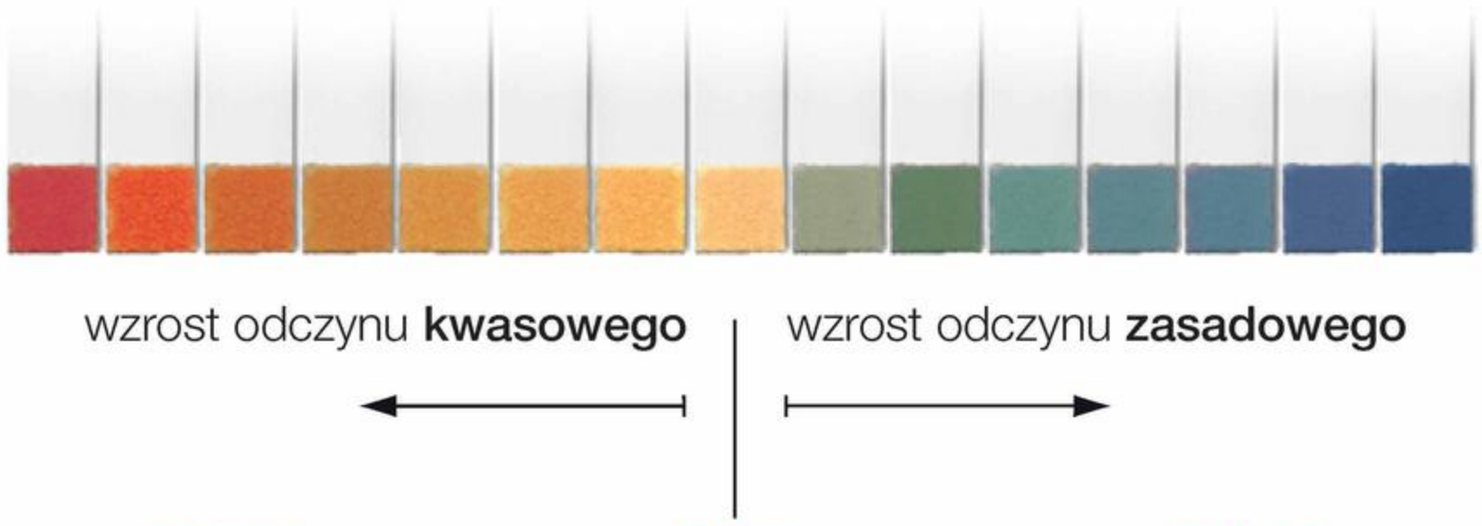
Zabarwienie uniwersalnego papierka w roztworach o różnym odczynie. ▶

Uniwersalne papierki wskaźnikowe w zależności od odczynu roztworu przybierają charakterystyczną barwę:

od **pomarańczowej** do **czerwonej** w roztworze o odczynie kwasowym,

żółtą w roztworze o odczynie obojętnym,

od **zielonej** do **niebieskiej** w roztworze o odczynie zasadowym.



Fenoloftaleina

odczyn **kwasowy** | odczyn **obojętny** | odczyn **zasadowy**

Fenoloftaleina w roztworze o odczynie kwasowym lub obojętnym jest bezbarwna, a **w roztworze o odczynie zasadowym** barwi się **na malinowo**.

Oranż metylowy

odczyn **kwasowy** | odczyn **obojętny** | odczyn **zasadowy**

Oranż metylowy **w roztworze o odczynie kwasowym** jest **czerwony**, a w roztworze o odczynie obojętnym lub zasadowym jest żółty.

Gdy znasz kolory, na które mogą się barwić wskaźniki w roztworach, możesz łatwo ustalić, czy odczyn badanego roztworu jest kwasowy, zasadowy czy obojętny.

Jaki odczyn ma sok z cytryny?

- Uniwersalny papierek wskaźnikowy ma barwę czerwoną.
- Roztwór fenoloftaleiny jest bezbarwny.
- Roztwór oranżu metylowego jest czerwony.

Sok z cytryny ma odczyn kwasowy.

Jaki odczyn ma mleko?

- Uniwersalny papierek wskaźnikowy ma barwę żółtą.
- Roztwór fenoloftaleiny jest bezbarwny.
- Roztwór oranżu metylowego jest żółty.

Mleko ma odczyn obojętny.

Jaki odczyn ma roztwór mydła?

- Uniwersalny papierek wskaźnikowy ma barwę zieloną.
- Roztwór fenoloftaleiny jest malinowy.
- Roztwór oranżu metylowego jest żółty.

Roztwór mydła ma odczyn zasadowy.

Jakie wskaźniki występują naturalnie w przyrodzie?

Wskaźnikami naturalnymi, czyli substancjami występującymi w przyrodzie, które zmieniają barwę w zależności od odczynu roztworu, mogą być m.in.:

- **wywar z czerwonej kapusty**,
- **sok buraczany**,
- **esencja herbaciana**,
- **sok z borówki czernicy** (czarnej jagody).

Chemia wokół nas

Wanilina (składnik wanilii) w roztworach o odczynie zasadowym nie pachnie, a odzyskuje zapach w roztworach o odczynie kwasowym.

Chaber bławatek to kwiat znany z szafirowej barwy (fot. 131.).

różowa barwa chabra bławatka świadczy o odczynie kwasowym gleby

Fot. 131. Jeżeli chaber bławatek wyrośnie na bardzo zakwaszonej glebie, może przybrać barwę różową.

Jak zmienia się barwa wskaźników w zależności od odczynu roztworu?

Po zbadaniu przewodnictwa elektrycznego substancji (doświadczenie 31., s. 198) sprawdź, jak się zmienia barwa wskaźników – fenoloftaleiny, oranżu metylowego oraz uniwersalnego papierka wskaźnikowego – w wodzie destylowanej i roztworach wodorotlenków, kwasów, soli oraz związków organicznych.

Doświadczenie 32

Obserwacja zmiany barwy wskaźników w zależności od odczynu roztworu

Instrukcja: Do trzech probówek wlej wodę destylowaną. Do probówki 1. dodaj kilka kropli roztworu fenoloftaleiny, do probówki 2. – kilka kropli roztworu oranżu metylowego, a w probówce 3. zanurz uniwersalny papierek wskaźnikowy. Powtórz opisane wyżej czynności, ale zamiast wody destylowanej użyj kolejno pozostałych badanych substancji:

- wodnych roztworów wodorotlenków: sodu i potasu,
- wodny roztwór kwasu siarkowego(VI), kwas chlorowodorowy,
- wodnych roztworów soli: chlorku sodu, azotanu(V) potasu,
- wodnych roztworów związków organicznych: glicerolu, sacharozy.

Dalszy ciąg doświadczenia na s. 203

Początek doświadczenia na s. 202

Obserwacje: Wskaźniki przyjmują różne barwy w roztworach badanych substancji (tabela 20.).

Tabela 20. Barwy wskaźników w wodnych roztworach badanych substancji

Nazwa wskaźnika	Barwa w roztworze wodnym badanej substancji	Nazwa substancji
uniwersalny papierek wskaźnikowy	żółta	• woda destylowana • związki organiczne: glicerol, sacharoza • sole: chlorek sodu, azotan(V) potasu
	zielona	• wodorotlenki: sodu, potasu
	czerwona	• roztwór kwasu siarkowego(VI), kwas chlorowodorowy
fenoloftaleina	malinowa	• wodorotlenki: sodu, potasu
	bezbarwna	• woda destylowana • związki organiczne: glicerol, sacharoza • sole: chlorek sodu, azotan(V) potasu • roztwór kwasu siarkowego(VI), kwas chlorowodorowy
oranż metylowy	żółta*	• woda destylowana • związki organiczne: glicerol, sacharoza • sole: chlorek sodu, azotan(V) potasu • wodorotlenki: sodu, potasu
	czerwona	• roztwór kwasu siarkowego(VI), kwas chlorowodorowy

* Intensywność barwy wskaźnika zależy od stężenia roztworu.

Wniosek: Odczyn zasadowy mają wodorotlenki sodu i potasu, odczyn obojętny: woda destylowana, sole: chlorek sodu i azotan(V) potasu, oraz związki organiczne: glicerol i sacharoza, a odczyn kwasowy – roztwór kwasu siarkowego(VI) i kwas chlorowodorowy.

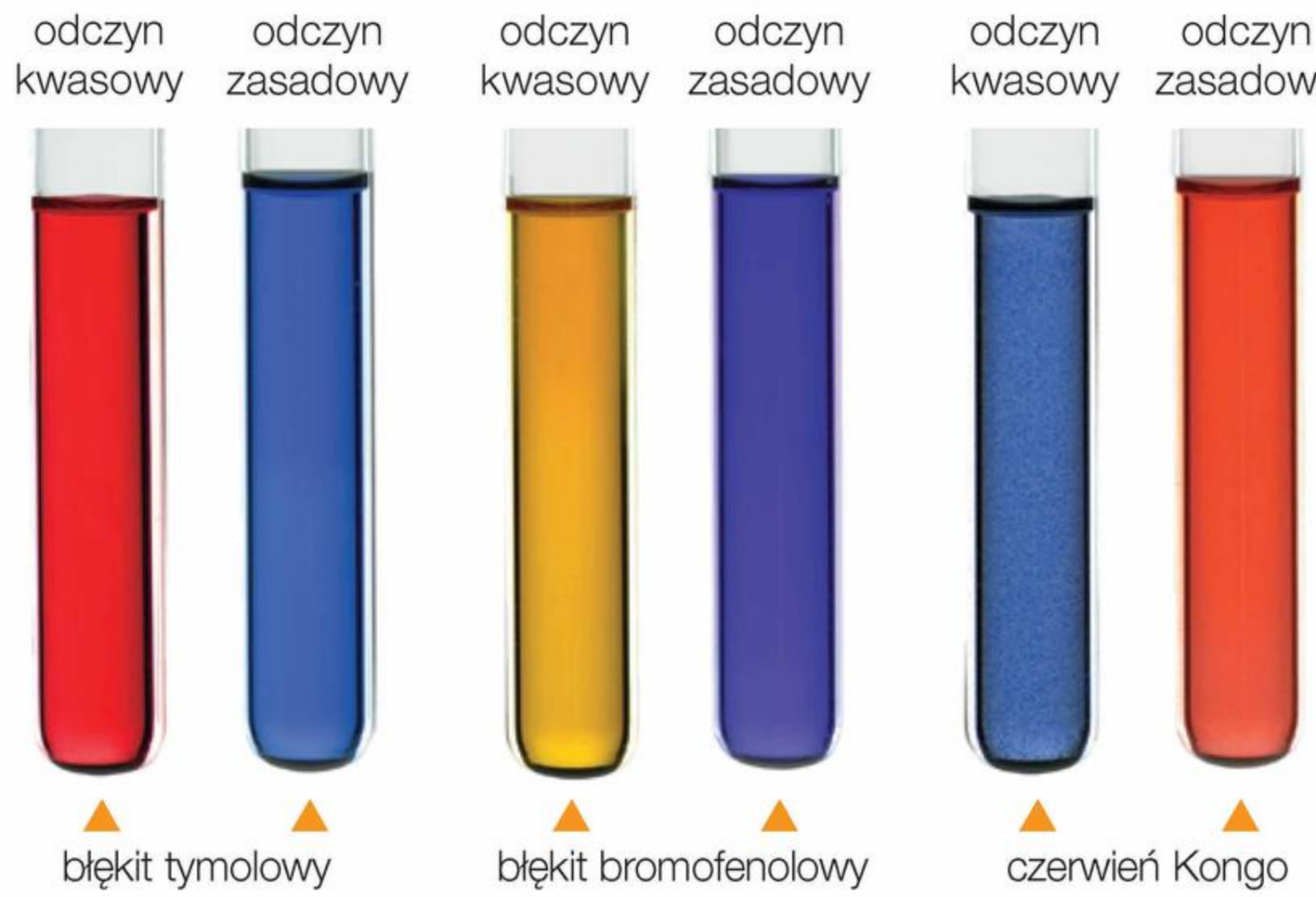
Uniwersalny papierek wskaźnikowy przyjmuje barwę:

- **od pomarańczowej do czerwonej** w roztworze o odczynie kwasowym,
- **żółtą** w roztworze o odczynie obojętnym,
- **od zielonej do niebieskiej** w roztworze o odczynie zasadowym.

Fenoloftaleina barwi się **na malinowo** w roztworach o odczynie zasadowym, a **oranż metylowy** zmienia barwę z żółtej **na czerwoną** w roztworach o odczynie kwasowym.

Dla dociekliwych

Oprócz uniwersalnych papierków wskaźnikowych, fenoloftaleiny i oranżu metylowego stosuje się też inne wskaźniki, np. błękit tymolowy, błękit bromotymolowy, czerwień Kongo (fot. 132.).



Fot. 132. Barwy wskaźników kwasowo-zasadowych w roztworach kwasów i zasad.

Rozwiąż zadania w zeszycie

1. Na zdjęciach przedstawiono wyniki badania odczynu dwóch roztworów przy użyciu oranżu metylowego, fenoloftaleiny i uniwersalnego papierka wskaźnikowego. **Ustal, który z badanych roztworów ma odczyn zasadowy, a który – odczyn kwasowy.**

a)

b)

2. Do roztworu mydła dodano dwie krople oranżu metylowego i zaobserwowano **żółte** zabarwienia roztworu. Następnie dodawano octu aż do zmiany zabarwienia roztworu na kolor czerwony. **Wyjaśnij przyczyny zmian barwy roztworu.**
3. **Wykonaj doświadczenie.** Do esencji herbacianej dodaj 2, 3 krople soku z cytryny. Co obserwujesz? Jak można wyjaśnić to zjawisko? Podaj obserwacje i sformułuj wniosek.
4. **Wykonaj doświadczenie.** Do dwóch szklanek, do około $\frac{1}{4}$ objętości, nalej barszczu czerwonego. Następnie do pierwszej szklanki dodaj kwasku cytrynowego, a do drugiej – roztworu mydła. Podaj obserwacje i sformułuj wniosek.

Zapamiętaj!

Elektrolity – związki chemiczne, których roztwory wodne przewodzą prąd elektryczny.

Nieelektrolity – związki chemiczne, których roztwory wodne nie przewodzą prądu elektrycznego.

Wskaźniki – substancje, które przyjmują określoną barwę w zależności od odczynu roztworu.

Uniwersalny papierek wskaźnikowy – wskaźnik, który w roztworach kwasów przyjmuje barwy od pomarańczowej do czerwonej, a w roztworach wodorotlenków (zasad) – od zielonej do niebieskiej.

Fenoloftaleina – wskaźnik, który pod wpływem roztworów wodorotlenków (zasad) barwi się na malinowo.

Oranż metylowy – wskaźnik, który pod wpływem kwasów zmienia barwę z żółtej na czerwoną.

35 Wzory i nazwy wodorotlenków

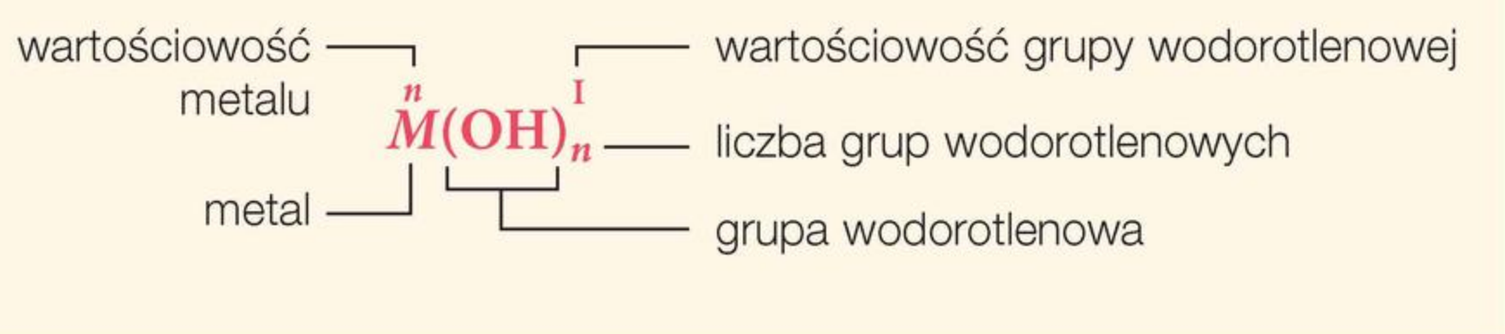
Wodne roztwory wodorotlenków przewodzą prąd elektryczny (tabela 19., s. 199) i mają odczyn zasadowy. Dlatego w wodnych roztworach wodorotlenków fenoloftaleina barwi się na malinowo (fot. 133.), a uniwersalny papierek wskaźnikowy przyjmuje kolory od zielonego do niebieskiego (tabela 20., s. 203).

Fot. 133. Barwa fenoloftaleiny w wodnych roztworach wodorotlenków.

Jak są zbudowane wodorotlenki?

Wodorotlenki są zbudowane **z kationów metalu i anionów wodorotlenkowych**. Grupa wodorotlenowa (–OH) ma wartościowość I i tworzą ją atomy wodoru i tlenu. Gdy we wzorze występuje więcej niż jedna grupa wodorotlenowa, zapisuje się ją w nawiasie, np. $Ca(OH)_2$ [czytaj: „ce a o ha dwa razy wzięte"].

Wzór ogólny wodorotlenków:



Wartościowość grupy wodorotlenowej zawsze wynosi **I**, gdyż jest to różnica wartościowości tlenu i wodoru w tej grupie: II – I = I.

Jak się tworzy nazwy wodorotlenków?

Nazwy wodorotlenków (tabela 21.) tworzy się **przez dodanie do słowa *wodorotlenek* nazwy metalu**. Jeśli metal w związkach chemicznych przyjmuje różne wartościowości, to jego wartościowość uwzględnia się w nazwie wodorotlenku.

Tabela 21. Nazwy i wzory wybranych wodorotlenków

Nazwa wodorotlenku	Wzór sumaryczny wodorotlenku
wodorotlenek sodu	NaOH
wodorotlenek potasu	KOH
wodorotlenek wapnia	$Ca(OH)_2$
wodorotlenek glinu	$Al(OH)_3$
wodorotlenek miedzi(II)	$Cu(OH)_2$

Miedź w związkach chemicznych **przyjmuje wartościowość I lub II**.

Przykład 53

Jak ustalić nazwę wodorotlenku na podstawie jego wzoru sumarycznego?

Krok 1
Określ wartościowość żelaza w wodorotlenku.

Podaj nazwę wodorotlenku o wzorze sumarycznym $Fe(OH)_3$.

$\overset{III}{Fe}(OH)_{3}^{I}$

Występuje równowaga wartościowości: III · 1 = I · 3

Krok 2
Sprawdź, jaką wartościowość przyjmuje żelazo.

Żelazo w związkach chemicznych przyjmuje wartościowość II lub III.

W nazwie wodorotlenku trzeba zatem uwzględnić wartościowość żelaza.

Krok 3
Podaj nazwę wodorotlenku.

wodorotlenek żelaza(III)

Przykład 54

Jak ustalić wzór sumaryczny wodorotlenku na podstawie jego nazwy?

Krok 1
Napisz symbole pierwiastków tworzących wodorotlenek i **zaznacz** ich wartościowość.

Podaj wzór sumaryczny wodorotlenku ołowiu(II).

$\overset{II}{Pb}\overset{I}{OH}$

Nie ma równowagi wartościowości: II ≠ I – **wzór jest niepoprawny**.

Krok 2
Wpisz odpowiednie indeksy stechiometryczne.

$\overset{II}{Pb}(OH)_{2}^{I}$

Wzór jest poprawny. Występuje równowaga wartościowości: II · 1 = I · 2.

Krok 3
Napisz wzór sumaryczny.

$Pb(OH)_2$

Zapamiętaj!

Wodorotlenki – związki chemiczne zbudowane z kationów metalu i anionów wodorotlenkowych o wzorze ogólnym $\overset{n}{M}(OH)_n^{I}$.

Grupa wodorotlenowa (–OH) – grupa składająca się z atomu tlenu i atomu wodoru.

Rozwiąż zadania w zeszycie

1. **Spośród podanych wzorów sumarycznych wybierz wzory wodorotlenków. Podaj ich nazwy.**
   Cl_2O_5, $Be(OH)_2$, MgS, $Ba(OH)_2$, $CaCl_2$, $AgOH$, $Sn(OH)_2$, N_2O, NH_3, $CsOH$, KI, N_2O_3, $Ni(OH)_2$, H_2O, $Mn(OH)_2$, HCl, $Cr(OH)_3$

2. **Podaj wzory sumaryczne wodorotlenków o podanych nazwach.**
   a) wodorotlenek litu
   b) wodorotlenek żelaza(II)
   c) wodorotlenek magnezu
   d) wodorotlenek ołowiu(IV)

36 Wodorotlenek sodu, wodorotlenek potasu

Wodorotlenek sodu w postaci granulek bądź roztworu jest powszechnie wykorzystywanym środkiem do udrożniania rur odprowadzających ścieki komunalne (fot. 134.).

Fot. 134. Środki zawierające wodorotlenek sodu są żrące.

Jak otrzymać wodorotlenek sodu?

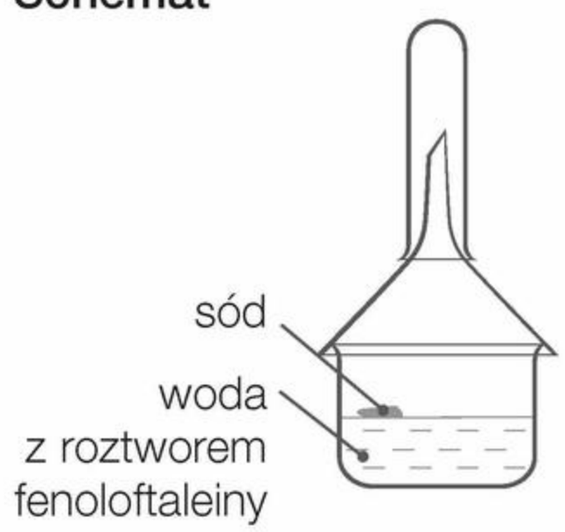
Doświadczenie 33

Otrzymywanie wodorotlenku sodu w reakcji sodu z wodą

wodorotlenek sodu

Instrukcja: Sód wyjmij z pojemnika pęsetą, osusz bibułą i odetnij nożem mały kawałek. Umieść ponownie sód w pojemniku z naftą, a odcięty kawałek wrzuć do krystalizatora z wodą i roztworem fenoloftaleiny. Krystalizator przykryj lejkiem z probówką (schemat). Po zakończeniu reakcji chemicznej wykonaj próbę na obecność wodoru w probówce – zbliż zapalone łuczywo do wylotu probówki.

Schemat



Sód jest metalem bardzo aktywnym chemicznie. Przechowuje się go pod warstwą nafty, która chroni go przed dostępem tlenu i pary wodnej z powietrza. Doświadczenie należy wykonywać bardzo ostrożnie.

Obserwacje: Sód gwałtownie się porusza po powierzchni wody (fot. 135.). Roztwór przyjmuje barwę malinową. Gaz w probówce zapala się z charakterystycznym dźwiękiem.

Fot. 135. Otrzymywanie wodorotlenku sodu w reakcji sodu z wodą.

Wniosek: Sód jest metalem bardzo aktywnym chemicznie, o gęstości mniejszej od gęstości wody. Malinowa barwa roztworu świadczy o powstaniu związku chemicznego o odczynie zasadowym. Drugim produktem reakcji jest wodór.

Reakcja chemiczna sodu z wodą jest **reakcją egzoenergetyczną**.

Przebieg reakcji chemicznej zachodzącej w doświadczeniu 33., czyli **reakcji sodu z wodą**, można przedstawić równaniem:

$$\underset{\text{sód}}{Na} + \underset{\text{woda}}{H_2O} \longrightarrow \underset{\text{wodorotlenek sodu}}{NaOH} + \underset{\text{wodór}}{\frac{1}{2}H_2\uparrow}$$

Równanie reakcji chemicznej jest uzgodnione. Jednak ze względu na to, że współczynniki stechiometryczne powinny być liczbami całkowitymi, należy pomnożyć je przez 2 po obu stronach równania reakcji chemicznej. Wówczas współczynnik stechiometryczny $\frac{1}{2}$ stanie się liczbą całkowitą ($\frac{1}{2} \cdot 2 = 1$):

$\uparrow$ oznaczenie produktu, który wydziela się jako gaz

$$Na + H_2O \longrightarrow NaOH + \frac{1}{2}H_2\uparrow \mid \cdot 2$$

$$2Na + 2H_2O \longrightarrow 2NaOH + H_2\uparrow$$

Wodorotlenek sodu można także otrzymać **w reakcji tlenku sodu z wodą**. Równanie tej reakcji chemicznej można napisać następująco:

$$\underset{\text{tlenek sodu}}{Na_2O} + \underset{\text{woda}}{H_2O} \longrightarrow \underset{\text{wodorotlenek sodu}}{2NaOH}$$

Jak otrzymać wodorotlenek potasu?

Wodorotlenek potasu otrzymuje się podobnie jak wodorotlenek sodu:

- **w reakcji potasu z wodą**

$$\underset{\text{potas}}{2K} + \underset{\text{woda}}{2H_2O} \longrightarrow \underset{\text{wodorotlenek potasu}}{2KOH} + \underset{\text{wodór}}{H_2\uparrow}$$

Potas reaguje z wodą gwałtowniej niż sód.

- **w reakcji tlenku potasu z wodą**

$$\underset{\text{tlenek potasu}}{K_2O} + \underset{\text{woda}}{H_2O} \longrightarrow \underset{\text{wodorotlenek potasu}}{2KOH}$$

Dla dociekliwych

Reakcja potasu z wodą jest reakcją silnie egzoenergetyczną. Temperatura wzrasta na tyle, że wodór się zapala. Potas (fot. 136.), podobnie jak sód, przechowuje się w nafcie.

Fot. 136. Nafta nie reaguje z potasem (ani z innymi litowcami) i skutecznie chroni go przed dostępem powietrza oraz wilgocią.

Jakie właściwości mają wodorotlenki sodu i potasu?

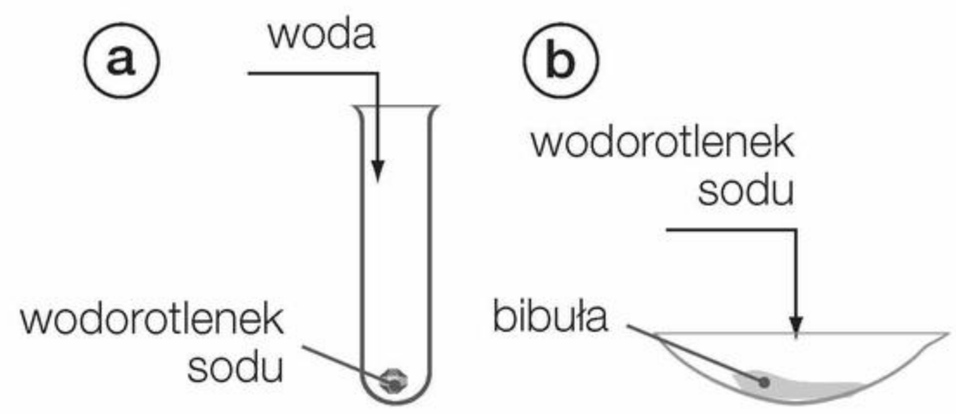
Doświadczenie 34

Badanie właściwości wodorotlenku sodu

wodorotlenek sodu

Instrukcja: (a) Do probówki wrzuć dwie granulki wodorotlenku sodu (schemat) i dodaj wody (około $\frac{1}{3}$ objętości probówki). Zawartość probówki wymieszaj bagietką. Ostrożnie dotknij dłonią dna probówki.
(b) Na szkiełku zegarkowym połóż kawałek wilgotnej bibuły, a na nim granulkę wodorotlenku sodu.

Schemat



Obserwacje: Wodorotlenek sodu rozpuszcza się w wodzie, a probówka się rozgrzewa. Granulki wodorotlenku sodu „rozpływają się" (fot. 42., s. 49). Bibuła ulega zniszczeniu.

Wniosek: Rozpuszczanie wodorotlenku sodu w wodzie to zjawisko fizyczne, któremu towarzyszy wydzielenie energii na sposób ciepła. Wodorotlenek sodu pochłania wodę z bibuły, co oznacza, że jest substancją higroskopijną.

Rozpuszczanie NaOH w wodzie to zjawisko fizyczne zachodzące z wydzieleniem energii na sposób ciepła.

Podobnie jak na zwilżoną bibułę, NaOH (fot. 137.) działa na skórę, dlatego nie wolno dotykać granulek wodorotlenku sodu palcami. Ze względu na właściwości nazywany jest **sodą żrącą**. Stopiony NaOH niszczy szkło i porcelanę.

Wodorotlenek potasu (fot. 137.) ma bardzo podobne właściwości jak wodorotlenek sodu.

NaOH

KOH

Fot. 137. Wodorotlenki sodu i potasu.

Właściwości NaOH i KOH

Właściwości fizyczne
- substancje stałe
- białe
- dobrze rozpuszczają się w wodzie (podczas rozpuszczania wydziela się energia na sposób ciepła)
- higroskopijne

Właściwości chemiczne
- żrące

Zastosowania

Wodorotlenek sodu

Wodorotlenek sodu jest ważnym odczynnikiem stosowanym w laboratoriach chemicznych. Wykorzystuje się go także podczas przetwarzania ropy naftowej oraz do produkcji barwników i gumy.

- przemysł papierniczy
- przemysł kosmetyczny
- przemysł chemiczny

Przemysł papierniczy

NaOH jest używany **do produkcji papieru** i podczas jego recyklingu.

Klejenie szkła

NaOH jest jednym z podstawowych surowców **do produkcji szkła wodnego**, stosowanego do klejenia m.in. szkła i porcelany.

Środki czystości

Wodorotlenek sodu jest substancją niezbędną **do produkcji płynów do kąpieli,** mydeł, kosmetyków do pielęgnacji włosów i paznokci oraz środków piorących.

Zastosowania

Wodorotlenek potasu

Wodorotlenku potasu używa się jako odczynnika w laboratoriach, służy on też m.in. do produkcji barwników. Właściwości KOH wykorzystano w pochłaniaczach wilgoci i urządzeniach do pochłaniania CO_2 z powietrza oraz bielenia i grawerowania.

- przemysł kosmetyczny
- przemysł spożywczy

Przemysł spożywczy

KOH jest wykorzystywany **do produkcji kakao** oraz wyrobów kakaowych i czekoladowych.

Przemysł kosmetyczny

Wodorotlenek potasu jest stosowany **do produkcji mydła** w płynie i kosmetyków myjących.

To Ci się przyda!

Roztwór wodorotlenku potasu jest jednym z bardziej popularnych składników baterii. Znasz już właściwości KOH, więc pamiętaj o tym, aby **zużyte baterie wyrzucać do specjalnych pojemników**. Dzięki temu substancje o szkodliwych właściwościach nie będą miały szans przeniknąć do gleby i wody.

Surowce odzyskane ze zużytych baterii wykorzystuje się ponownie. ▶

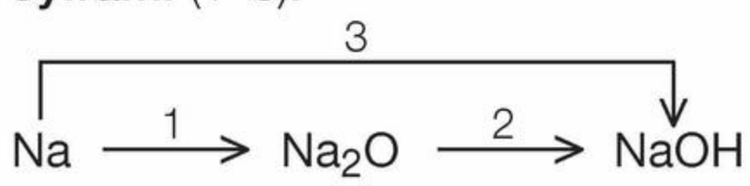
Dla dociekliwych

Roztworu wodorotlenku sodu nie należy zamykać w szklanym naczyniu korkiem wykonanym ze szkła, może się bowiem zdarzyć, że takiej butelki nie uda się już otworzyć. Powinno się używać korków wykonanych z gumy lub tworzywa sztucznego. Wodorotlenek sodu w postaci granulek jest przechowywany i sprzedawany w pojemnikach z tworzyw sztucznych (fot. 138.).

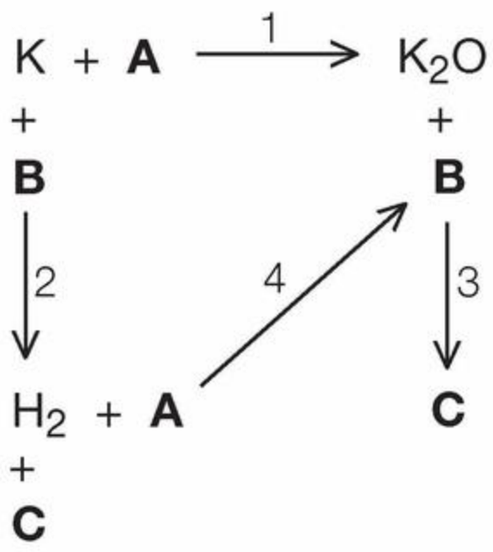
Fot. 138. Na opakowaniach odczynników chemicznych znajdują się dokładne opisy ich właściwości.

Rozwiąż zadania w zeszycie

1. **Napisz równania reakcji chemicznych oznaczonych na schemacie cyframi** (1–3).



2. **Napisz wzory (lub symbole chemiczne) i nazwy substancji oznaczonych literami** (A–C) **oraz równania reakcji chemicznych** (1–4) **przedstawionych za pomocą chemografu.**



3. **Oblicz, ilu gramów wodorotlenku sodu i ile gramów wody należy użyć, aby otrzymać 200 g roztworu 5-procentowego.**

4. **Na podstawie wzoru oceń, a następnie oblicz, który ze związków chemicznych ma większą zawartość procentową (procent masowy) sodu w cząsteczce: tlenek sodu czy wodorotlenek sodu.**

5. **Oblicz, ilu gramów tlenku sodu należy użyć, aby otrzymać 160 g wodorotlenku sodu.**

6. **Oblicz stosunek masowy pierwiastków chemicznych w wodorotlenku potasu.**

Dla dociekliwych

7. **Oblicz objętość wodoru (m^3) wydzielonego w reakcji chemicznej 4,6 g sodu z wodą** (gęstość wodoru $d = 0{,}09\ \frac{kg}{m^3}$).

37 Wodorotlenek wapnia

Fot. 139. Bielenie pnia.

Do bielenia pni drzew owocowych (fot. 139.) stosuje się wodny roztwór wodorotlenku wapnia $Ca(OH)_2$. Bielenie drzew chroni je zimą przed uszkodzeniami spowodowanymi mrozem, a wiosną opóźnia początek wegetacji.

Jak otrzymać wodorotlenek wapnia?

Wodorotlenek wapnia można otrzymać np. **w reakcji tlenku wapnia z wodą.**

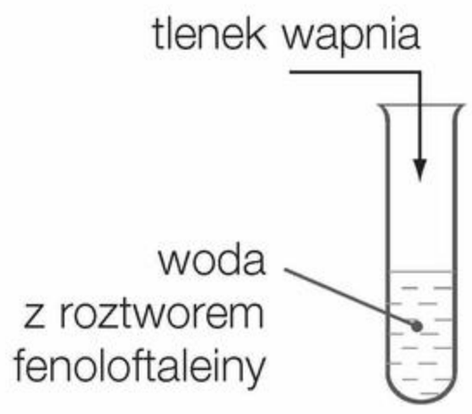
Doświadczenie 35

Otrzymywanie wodorotlenku wapnia w reakcji tlenku wapnia z wodą

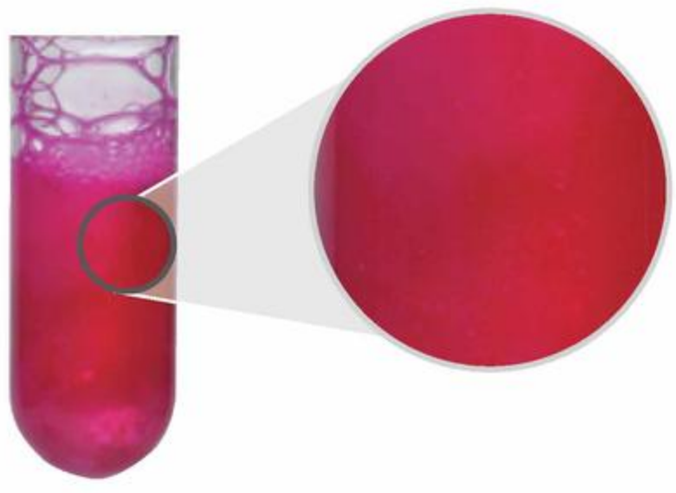
wodorotlenek wapnia

Instrukcja: Do probówki z wodą i roztworem fenoloftaleiny dodaj tlenek wapnia (schemat). Zawartość probówki wymieszaj bagietką. Ostrożnie dotknij dłonią dna probówki.

Schemat



Obserwacje: Zawartość probówki barwi się na malinowo (fot. 140.), a probówka się rozgrzewa.



Fot. 140. Reakcja tlenku wapnia z wodą w obecności fenoloftaleiny.

Wniosek: Tlenek wapnia reaguje z wodą. Malinowa barwa roztworu świadczy o otrzymaniu roztworu o odczynie zasadowym. Podczas reakcji wydziela się energia na sposób ciepła. Jest to **reakcja egzoenergetyczna**.

Reakcja tlenku wapnia z wodą jest **reakcją egzoenergetyczną**.

Przebieg reakcji chemicznej zachodzącej w doświadczeniu 35. można przedstawić równaniem:

$$\underset{\text{tlenek wapnia}}{CaO} + \underset{\text{woda}}{H_2O} \longrightarrow \underset{\text{wodorotlenek wapnia}}{Ca(OH)_2}$$

Wodorotlenek wapnia, podobnie jak wodorotlenki sodu i potasu, można otrzymać też **w reakcji metalu (wapnia) z wodą**:

$$\underset{\text{wapń}}{Ca} + \underset{\text{woda}}{2H_2O} \longrightarrow \underset{\text{wodorotlenek wapnia}}{Ca(OH)_2} + \underset{\text{wodór}}{H_2\uparrow}$$

Jakie właściwości ma wodorotlenek wapnia?

Wodorotlenek wapnia **jest substancją średnio rozpuszczalną w wodzie**. Jego nasycony wodny roztwór to klarowna ciecz nazywana **wodą wapienną**. Wodę wapienną stosuje się do wykrywania obecności tlenku węgla(IV) (fot. 49., s. 56).

Właściwości $Ca(OH)_2$

Właściwości fizyczne
- substancja stała
- biały
- średnio rozpuszcza się w wodzie

Właściwości chemiczne
- żrące

Fot. 141. Produktami prażenia wapieni są CaO i CO_2.

Jakie produkty powstają w wyniku przeróbki wapieni?

Wapienie to skały osadowe, które powstały w wyniku nagromadzenia na dnie mórz szczątków organizmów, np. muszli mięczaków.

Prażenie wapieni (fot. 141.) to termiczny rozkład wapieni, którego produktami są **tlenek węgla(IV)** CO_2 i **wapno palone**, czyli **tlenek wapnia**.

Na czym polega gaszenie wapna?

Gaszenie wapna (fot. 142.) polega **na dodaniu wody do wapna palonego** (fot. 142.ⓐ), czyli tlenku wapnia. W wyniku tej reakcji otrzymywany jest wodorotlenek wapnia, czyli **wapno gaszone** (fot. 142.ⓑ). Zawiesina wapna gaszonego w wodzie to mleko wapienne.

Fot. 142. Proces gaszenia wapna palonego ⓐ, którego produktem jest wapno gaszone ⓑ.

Zastosowania

Wodorotlenek wapnia

Wodorotlenek wapnia stosuje się m.in. w środkach zmiękczających wodę i do produkcji nawozów sztucznych.

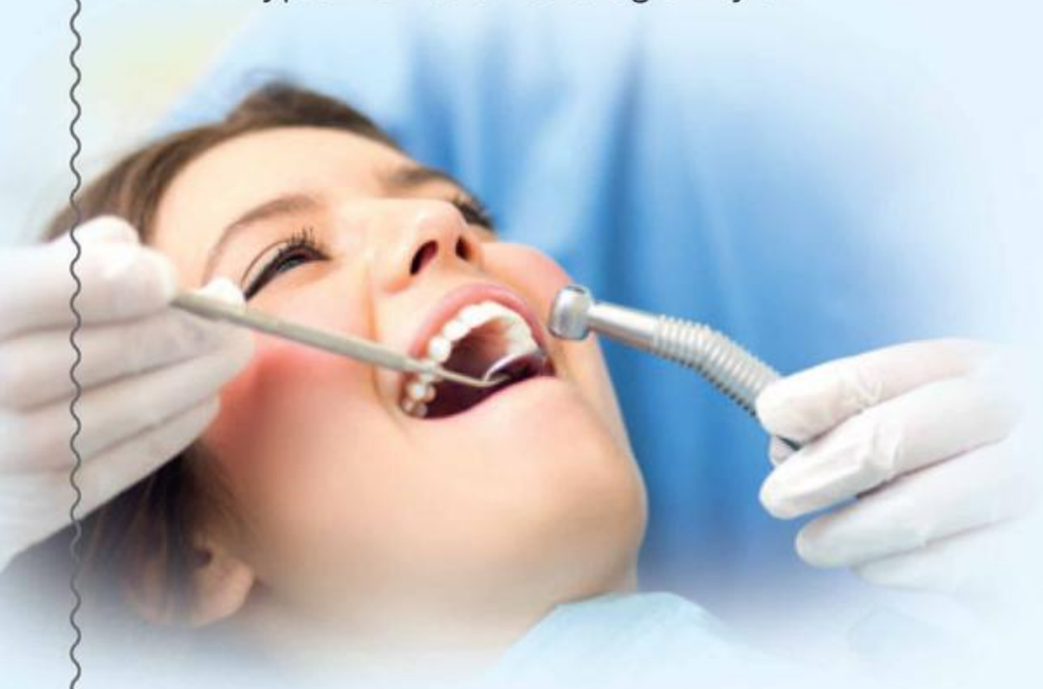
- przemysł spożywczy
- przemysł skórzany
- przemysł budowlany
- medycyna

Garbarstwo

Wodorotlenek wapnia jest używany do usuwania włosia ze skór podczas ich wyprawiania.

Stomatologia

Wodorotlenek wapnia wykorzystuje się do sporządzania past do wypełnień stomatologicznych.



Produkcja żywności

Podczas produkcji cukru $Ca(OH)_2$ służy do oczyszczania soku buraczanego. Wykorzystywany jest też do produkcji przetworów oraz karmy dla zwierząt.

Budownictwo

Wapno gaszone jest składnikiem zaprawy wapiennej (rodzaj zaprawy murarskiej).

To Ci się przyda!

Popularny suplement diety o nazwie „calcium" to wapń w postaci jonów. Jony Ca^{2+} są niezbędne do prawidłowego funkcjonowania Twojego organizmu.

Nie myl wapnia z wapnem palonym czy wapnem gaszonym. W tabletce oprócz jonów Ca^{2+} znajdują się składniki, które w wodzie reagują, tworząc tlenek węgla(IV) – dzięki temu roztwór musuje. ▶

Chemia wokół nas

Zaprawa wapienna powstaje po zmieszaniu $Ca(OH)_2$, czyli wapna gaszonego, z piaskiem i wodą (fot. 143.). Stosowane obecnie materiały budowlane są mieszaninami o większej liczbie składników.

Fot. 143. Zaprawę wapienną stosuje się m.in. do murowania ścian.

Rozwiąż zadania w zeszycie

1. **Wskaż właściwości i zastosowania wodorotlenku wapnia.**
   a) substancja stała
   b) dobrze rozpuszcza się w wodzie
   c) jest silnie higroskopijny
   d) stosuje się go do produkcji mydła i środków piorących
   e) służy do bielenia drzew i budynków gospodarczych
   f) stosuje się go do produkcji papieru
   g) służy jako nawóz do odkwaszania kwaśnych gleb

2. **Ułóż i napisz chemograf, korzystając z podanych równań reakcji chemicznych.**
   a) $2Ca + O_2 \longrightarrow 2CaO$
   b) $Ca + 2H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2 + H_2\uparrow$
   c) $CaO + H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2$

3. **Oblicz stężenie procentowe wody wapiennej otrzymanej w temperaturze 20 °C**, jeżeli wiadomo, że rozpuszczalność wodorotlenku wapnia w tej temperaturze wynosi 0,16 g.

4. **Oblicz stosunek masowy pierwiastków chemicznych w wodorotlenku wapnia.**

5. **Oblicz, ilu 50-kilogramowych opakowań wapna palonego należy użyć, aby otrzymać 198 kg wapna gaszonego.**

6. Żywność, np. dla wojska, może być pakowana w samopodgrzewające się puszki. W takiej puszce znajdują się dwa zbiorniki – wewnętrzny (zawierający gotowe danie) i zewnętrzny (zawierający wodę i tlenek wapnia), oddzielone przegrodą. Po zniszczeniu przegrody zachodzi reakcja chemiczna między wodą a tlenkiem wapnia, w wyniku której następuje wydzielenie ciepła do otoczenia i ogrzanie wewnętrznego zbiornika z pokarmem.
   a) **Napisz równanie reakcji chemicznej, która zachodzi w samopodgrzewającej się puszce po zniszczeniu przegrody.**
   b) **Oceń prawdziwość podanych zdań. Wybierz P, jeśli zdanie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.**

1.	Reakcja tlenku wapnia z wodą jest reakcją egzotermiczną.	P	F
2.	Roztwór, który powstał po reakcji chemicznej w zewnętrznym zbiorniku puszki samopodgrzewającej, ma odczyn kwasowy.	P	F

Zapamiętaj!

Woda wapienna – nasycony roztwór wodny wodorotlenku wapnia. Jest stosowana do wykrywania obecności tlenku węgla(IV).

Wapno palone – tlenek wapnia, CaO.

Wapno gaszone – wodorotlenek wapnia, $Ca(OH)_2$.

Gaszenie wapna – reakcja tlenku wapnia z wodą.

38 Sposoby otrzymywania wodorotlenków trudno rozpuszczalnych w wodzie

Fot. 144. Wodorotlenek glinu zapobiega wysychaniu pasty przy ujściu tubki.

Wodorotlenki są powszechnie stosowane m.in. w przemyśle kosmetycznym. Wodorotlenki magnezu i glinu są składnikami niektórych past do zębów (fot. 144.).

Jakie są rodzaje wodorotlenków?

Ze względu na rozpuszczalność w wodzie wodorotlenki można podzielić na:

Wodorotlenki

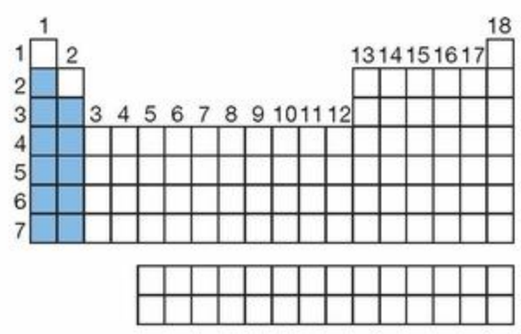
- **dobrze rozpuszczalne w wodzie**
- **średnio rozpuszczalne w wodzie**
- **trudno rozpuszczalne w wodzie**

Wodorotlenek sodu i wodorotlenek potasu dobrze rozpuszczają się w wodzie, a wodorotlenek wapnia – średnio. Wodorotlenki dobrze i średnio rozpuszczalne w wodzie (zasady) otrzymuje się w reakcjach:

metal aktywny + woda → wodorotlenek metalu + wodór

tlenek metalu aktywnego + woda → wodorotlenek metalu

Metale aktywne chemicznie



Do **wodorotlenków trudno rozpuszczalnych** w wodzie należą np.:

- wodorotlenek magnezu – $Mg(OH)_2$,
- wodorotlenek miedzi(II) – $Cu(OH)_2$.

Informacje o rozpuszczalności wodorotlenków znajdują się w tabeli rozpuszczalności.

Jak odczytywać informacje z tabeli rozpuszczalności?

Znajdź kation i anion wchodzące w skład związku chemicznego, którego rozpuszczalność chcesz odczytać. Następnie **w miejscu przecięcia kolumny z wierszem odczytaj symbol** i znajdź jego znaczenie w legendzie.

Jon	OH^-
Al^{3+}	**T**
Ba^{2+}	**R**
Ca^{2+}	**S**

R – substancja dobrze rozpuszczalna w wodzie
S – substancja średnio rozpuszczalna w wodzie
T – substancja trudno rozpuszczalna w wodzie

Jak otrzymać wodorotlenki trudno rozpuszczalne w wodzie?

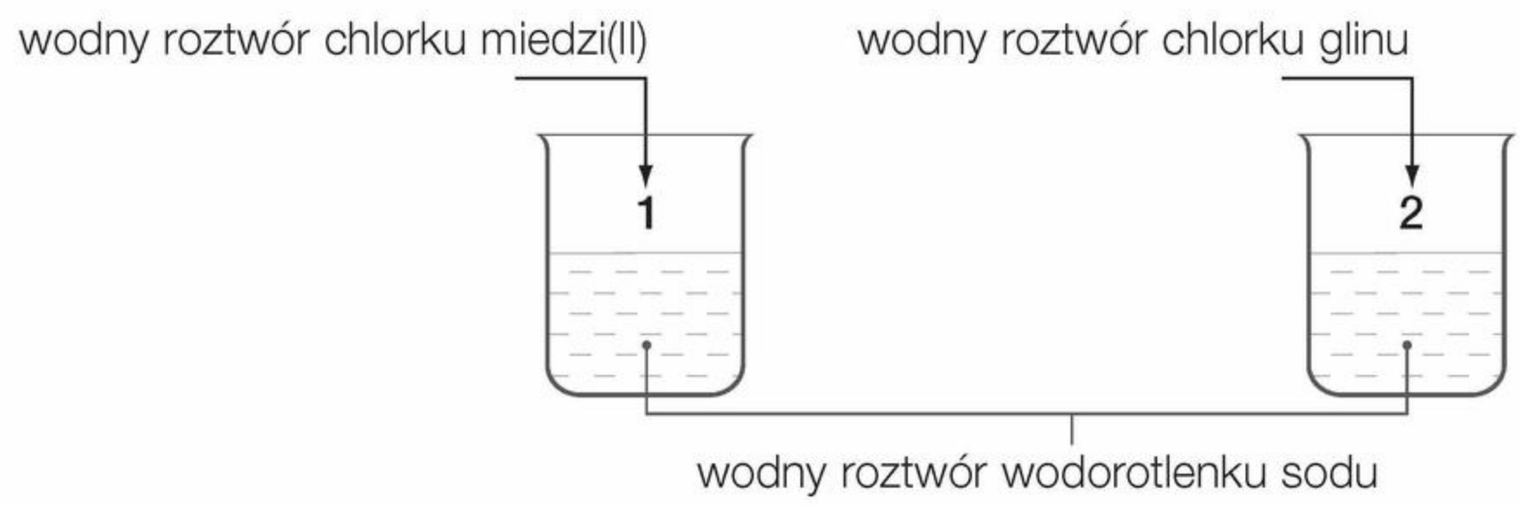
Wodorotlenki trudno rozpuszczalne w wodzie można otrzymać **w reakcji soli rozpuszczalnej w wodzie z zasadą**.

Doświadczenie 36

Otrzymywanie wodorotlenku miedzi(II) i wodorotlenku glinu z odpowiednich chlorków i wodorotlenku sodu

Instrukcja: Do dwóch zlewek nalej wodnego roztworu wodorotlenku sodu. Następnie do zlewki 1. dodaj wodnego roztworu chlorku miedzi(II), a do zlewki 2. – wodnego roztworu chlorku glinu (schemat).

Schemat



Obserwacje: W zlewce ① powstaje galaretowaty niebieski osad (fot. 145.), a w zlewce ② – biały osad (fot. 145.).

Fot. 145. Wodorotlenek miedzi(II) ① i wodorotlenek glinu ②.

Wniosek: Zaszły reakcje wymiany, w wyniku których powstały wodorotlenki trudno rozpuszczalne w wodzie.

Przebieg reakcji chemicznych, które zaszły w doświadczeniu 36., można przedstawić równaniami:

$$CuCl_2 + 2NaOH \longrightarrow Cu(OH)_2\downarrow + 2NaCl$$

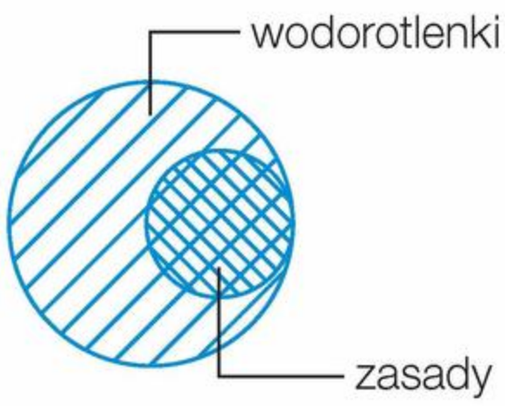
chlorek miedzi(II) | wodorotlenek sodu | wodorotlenek miedzi(II) (osad niebieski) | chlorek sodu

$$AlCl_3 + 3NaOH \longrightarrow Al(OH)_3\downarrow + 3NaCl$$

chlorek glinu | wodorotlenek sodu | wodorotlenek glinu (osad biały) | chlorek sodu

↓ oznaczenie produktu, który strąca się w postaci osadu

Skojarz i zapamiętaj!



Zasady są wodorotlenkami rozpuszczalnymi w wodzie.

Co to są zasady?

Zasady to **wodorotlenki rozpuszczalne w wodzie**, czyli wszystkie wodorotlenki metali 1. grupy układu okresowego pierwiastków chemicznych (litowce) i niektóre wodorotlenki metali 2. grupy. Należą do nich m.in.: zasada sodowa NaOH, zasada potasowa KOH. Do zasad należy też wodny roztwór amoniaku.

Jakie właściwości ma amoniak?

Amoniak NH_3 **jest bezbarwnym gazem o ostrym zapachu**, drażniącym błony śluzowe. W większych ilościach jest toksyczny. W przyrodzie powstaje w wyniku gnicia substancji białkowych. Amoniak dobrze **rozpuszcza się w wodzie**. Wodny roztwór amoniaku jest potocznie nazywany wodą amoniakalną. Można go przedstawić za pomocą wzorów: $NH_3 + H_2O$ lub $NH_{3(aq)}$, gdzie aq oznacza substancję rozpuszczoną w wodzie.

Zastosowania

Amoniak

Amoniak ma bardzo wiele zastosowań. Najczęściej używa się go do produkcji tworzyw sztucznych, w tym nylonu, z którego są wytwarzane m.in.: skrzydła paralotni, spadochrony i odzież. Amoniakiem zastąpiono freony w przemysłowych instalacjach chłodniczych.

Przemysł spożywczy

Z amoniaku otrzymuje się wodorowęglan amonu. Ten związek chemiczny jest używany jako środek spulchniający przy wypieku ciast – stanowi główny składnik proszku do pieczenia.

Przemysł chemiczny

Wodny roztwór amoniaku jest stosowany jako dodatek do środków czyszczących np. w płynach do mycia szyb i luster – zapobiega powstawaniu smug.

Przemysł rolniczy

Amoniak służy do produkcji nawozów sztucznych.

To Ci się przyda!

Pod nazwą handlową **„amoniak spożywczy”** kryje się związek chemiczny, z którego podczas pieczenia wydzielają się amoniak oraz inne gazy spulchniające ciasto. Dlatego pamiętaj, jeśli znajdziesz nazwę „amoniak” wśród składników przepisu, np. na pierniczki, to nie oznacza, że powinieneś dodać gazowy NH_3.

Dzięki dodatkowi amoniaku spożywczego pierniki po upieczeniu są pulchne i miękkie. ▶

Jak otrzymać amoniak?

Amoniak należy do **wodorków niemetali**, czyli związków chemicznych wodoru z niemetalami. Otrzymuje się go **w reakcji syntezy z azotu i wodoru**:

$$\underset{\text{azot}}{N_2} + \underset{\text{wodór}}{3H_2} \xrightleftharpoons{\text{katalizator}} \underset{\text{amoniak}}{2NH_3}$$

$\rightleftharpoons$ oznaczenie reakcji odwracalnej

Ta reakcja chemiczna jest odwracalna, to znaczy, że otrzymany produkt – amoniak – częściowo rozkłada się na azot i wodór. Katalizatorem reakcji syntezy amoniaku jest żelazo.

Rozwiąż zadania w zeszycie

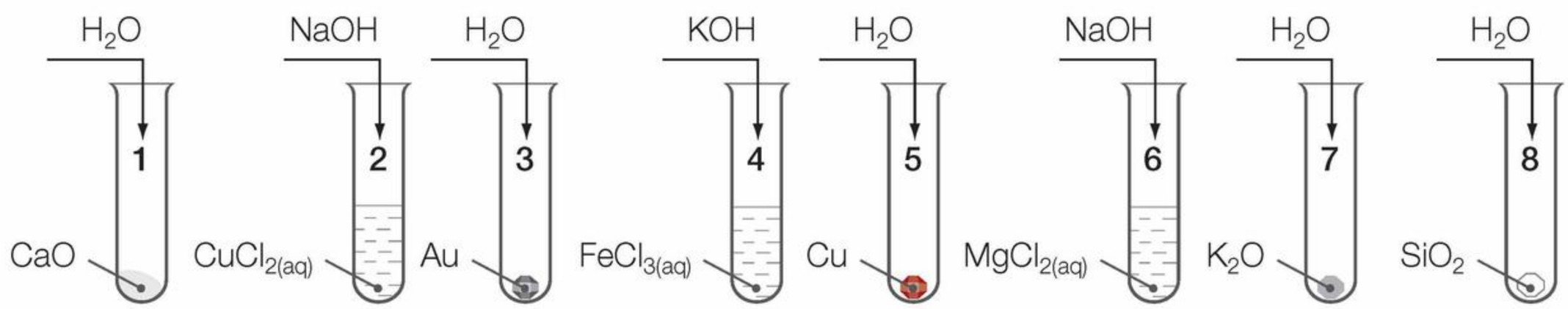
1. **Podaj trzy przykłady wodorotlenków, które są zasadami.** Skorzystaj z tabeli rozpuszczalności soli i wodorotlenków w wodzie.

2. **Napisz równania reakcji otrzymywania wodorotlenków trudno rozpuszczalnych w wodzie.**
   a) $Sn(OH)_2$
   b) $Fe(OH)_3$
   c) $Cu(OH)_2$
   d) $Zn(OH)_2$

3. **Napisz równania reakcji chemicznych przedstawionych na schemacie.**

$$K \xrightarrow{1} K_2O \xrightarrow{2} KOH \xrightarrow{4} Cr(OH)_3$$
$$K \xrightarrow{3} KOH$$

Informacja do zadań 4.–6.
Przeprowadzono doświadczenie chemiczne, które przedstawiono na schemacie:



4. **Napisz numery tych probówek, w których zaszły reakcje chemiczne, oraz tych, w których w wyniku reakcji chemicznej powstał osad.**

5. **Napisz równania reakcji chemicznych, w wyniku których nastąpiło strącenie się osadu.**

6. **Uzupełnij poniższe zdania tak, aby powstała poprawna informacja. Wybierz jedno określenie spośród podanych w każdym nawiasie.**

   W probówkach, w których zaszły reakcje chemiczne, a nie strącił się osad, powstały (*kwasy / zasady*), czyli substancje (*dobrze rozpuszczalne / nierozpuszczalne*) w wodzie. Można je otrzymać w reakcji chemicznej metalu (*aktywnego / nieaktywnego*) lub jego tlenku z wodą.

Zapamiętaj!

Zasada – wodorotlenek rozpuszczalny w wodzie.

Wodorek niemetalu – związek chemiczny wodoru z niemetalem.

39 Proces dysocjacji elektrolitycznej zasad

Fot. 146. Wodne roztwory zasad są elektrolitami.

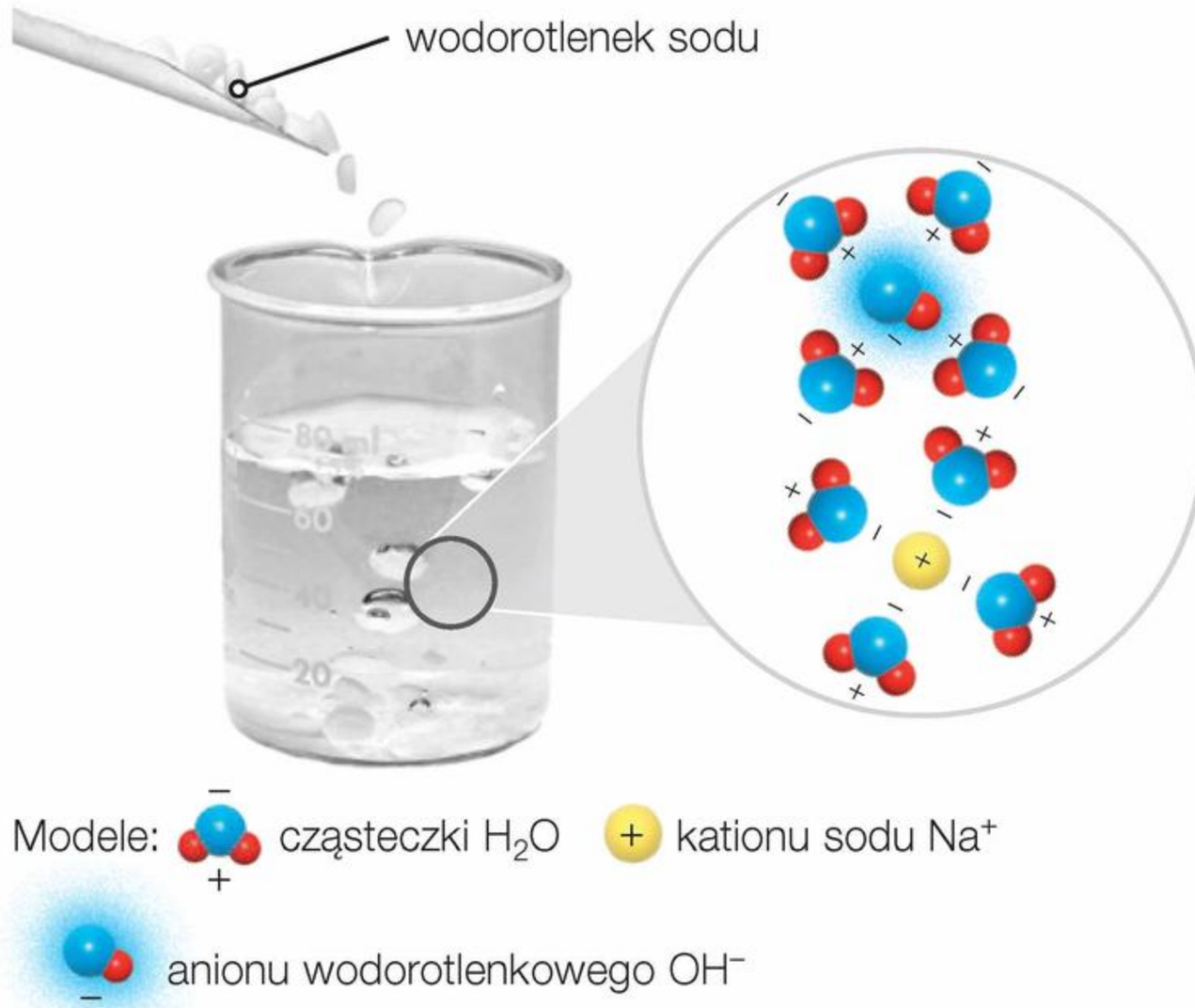
Wodne roztwory zasad:
- przewodzą prąd elektryczny (fot. 146.),
- barwią dany wskaźnik na taki sam kolor.

Co to jest dysocjacja elektrolityczna?

Dysocjacja elektrolityczna (jonowa) to proces polegający na **rozpadzie elektrolitów na jony** dodatnie (kationy) i jony ujemne (aniony) pod wpływem cząsteczek wody.

Na czym polega dysocjacja elektrolityczna zasad?

Dysocjacja elektrolityczna (jonowa) zasad polega na **rozpadzie** wodorotlenków rozpuszczalnych w wodzie **na kationy metalu i aniony wodorotlenkowe** (fot. 147.). Pod wpływem cząsteczek wody wiązania między kationami metalu a anionami wodorotlenkowymi ulegają osłabieniu. Jony, które powstają w wyniku tego procesu, przewodzą prąd elektryczny, ponieważ mają ładunek dodatni (+) lub ujemny (–).



Fot. 147. Polarne cząsteczki wody ustawiają się tak, by biegun dodatni był jak najbliżej jonu OH^-, a biegun ujemny – jonu Na^+.

Można więc stwierdzić, że:

Zasady w roztworze wodnym dysocjują na kationy metalu i aniony wodorotlenkowe.

Jak zapisuje się równania reakcji dysocjacji elektrolitycznej zasad?

Równania reakcji dysocjacji elektrolitycznej (jonowej) zasad zapisuje się następująco:

$$NaOH \xrightarrow{H_2O} Na^+ + OH^-$$

wodorotlenek sodu — kation sodu — anion wodorotlenkowy

$\xrightarrow{H_2O}$ oznaczenie reakcji dysocjacji

zasada sodowa dysocjuje na kationy sodu i aniony wodorotlenkowe,

$$KOH \xrightarrow{H_2O} K^+ + OH^-$$

wodorotlenek potasu — kation potasu — anion wodorotlenkowy

zasada potasowa dysocjuje na kationy potasu i aniony wodorotlenkowe.

Jak zapisać ogólne równanie reakcji dysocjacji elektrolitycznej zasad?

Ogólne równanie reakcji dysocjacji elektrolitycznej (jonowej) wodorotlenków rozpuszczalnych w wodzie:

$$\overset{n}{M}(\overset{I}{OH})_n \xrightarrow{H_2O} M^{n+} + nOH^-$$

gdzie:
M – symbol metalu,
n – wartościowość metalu równa liczbie grup wodorotlenowych.

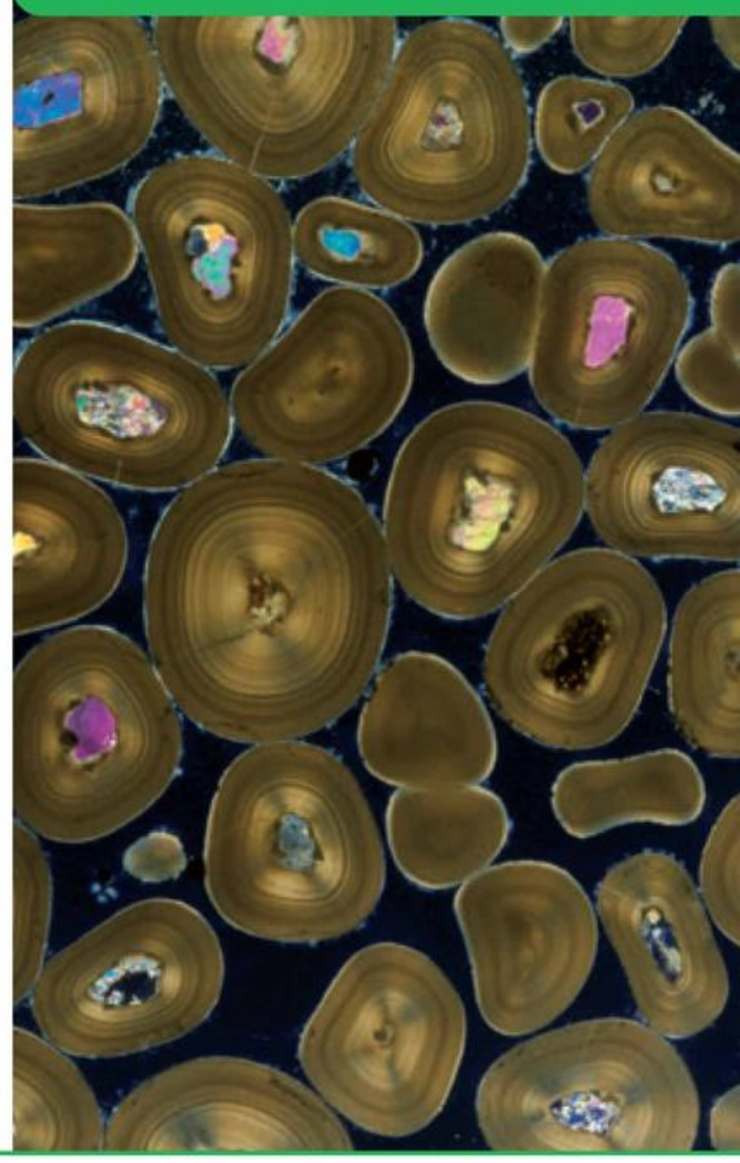
!

NaOH
grupa wodorotlenowa

Na^+OH^-
anion wodorotlenkowy

Chemia wokół nas

Twarda woda, stanowiąca utrapienie wielu gospodarstw domowych, zawiera rozpuszczone sole, głównie wapnia i magnezu. Podczas jej ogrzewania z kationów Ca^{2+} oraz Mg^{2+} powstają trudno rozpuszczalne związki chemiczne, które nie ulegają dysocjacji elektrolitycznej (jonowej). Osady te utrudniają mycie i pranie, przyczyniają się także do wysuszenia skóry. Jednym ze sposobów zmiękczania wody jest stosowanie tzw. **wymieniaczy jonowych** (fot. 148.). Urządzenia te zawierają substancje (**jonity**), które pochłaniają z wody jony niepożądane, a oddają jony, które nie wywołują twardości wody, np. Na^+. Naturalnym jonitem jest m.in. torf.



Fot. 148. Granulki wchodzące w skład wymieniaczy jonowych to zwykle ziarna piasku o średnicy 3–5 mm, nasączone substancjami jonowymiennymi. Warstwa mineralna (oznaczona brązowym kolorem) otacza krzemionkę (oznaczoną różnymi barwami).

Dla dociekliwych

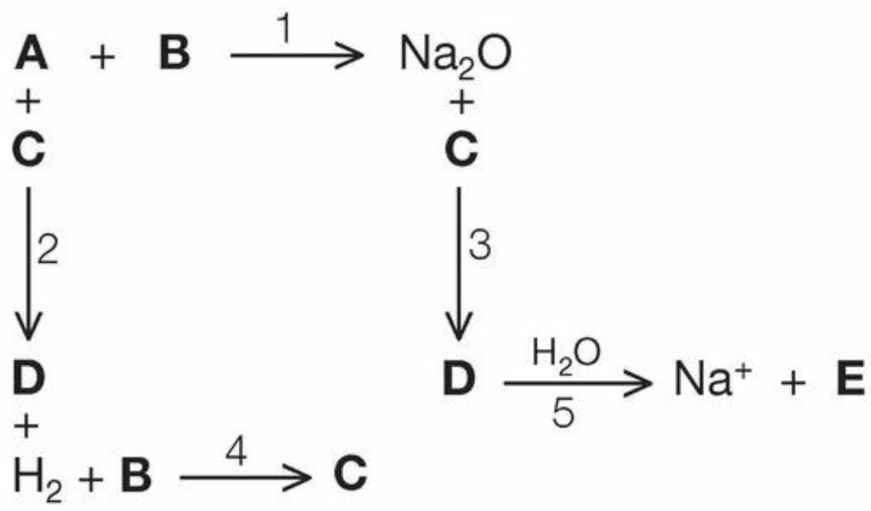
Dysocjacji elektrolitycznej (jonowej) oprócz zasad ulegają również (po stopieniu) wszystkie wodorotlenki.

Do mocnych zasad, czyli takich, które dysocjują w 100%, zalicza się m.in.: NaOH, KOH, $Ba(OH)_2$. Słabe zasady to m.in. wodny roztwór amoniaku.

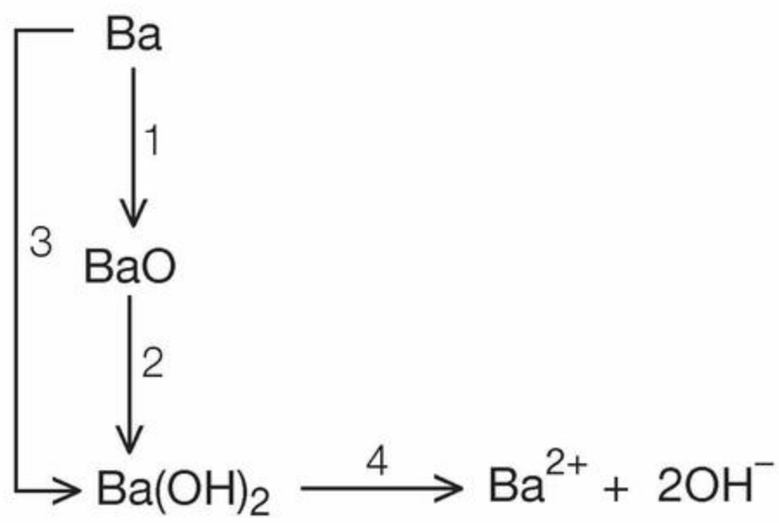
Rozwiąż zadania w zeszycie

1. **Napisz równanie reakcji dysocjacji elektrolitycznej (jonowej), w której:**
   a) produktami są jony K^+ i OH^-;
   b) substratem jest $Ba(OH)_2$;
   c) substratem jest LiOH;
   d) produktami są jony Cs^+ i OH^-.

2. **Napisz równania reakcji chemicznych** (1–5) **przedstawione za pomocą chemografu.**



3. **Napisz równania reakcji chemicznych przedstawionych na schemacie.**



4. W roztworze wodnym znajdują się jony: K^+, Na^+, Ca^{2+}, OH^-. **Napisz wzory i nazwy związków chemicznych, których użyto do przygotowania tego roztworu.**

Dla dociekliwych

5. **Podaj trzy przykłady wodorotlenków, które dysocjują stopniowo. Napisz odpowiednie równania reakcji dysocjacji stopniowej.**

6. **Wskaż etap dysocjacji elektrolitycznej (jonowej) wodorotlenków dysocjujących stopniowo, który przebiega najłatwiej. Uzasadnij odpowiedź.**

Zapamiętaj!

Dysocjacja elektrolityczna (jonowa) – rozpad elektrolitów na jony dodatnie (kationy) i ujemne (aniony) pod wpływem cząsteczek wody.

Dysocjacja elektrolityczna (jonowa) zasad – rozpad wodorotlenków rozpuszczalnych w wodzie na kationy metalu i aniony wodorotlenkowe.

Podsumowanie

Co to są tlenki?

Tlenki są związkami chemicznymi tlenu z metalami lub niemetalami.

tlenek chromu(III) Cr_2O_3

Co to jest katalizator?

Katalizator jest substancją zwiększającą szybkość reakcji chemicznej, np.:

$$2SO_2 + O_2 \xrightarrow{\text{katalizator}} 2SO_3$$

Czym elektrolity różnią się od nieelektrolitów?

Elektrolity to substancje ulegające dysocjacji elektrolitycznej (jonowej) po rozpuszczeniu w wodzie lub stopieniu. **Nieelektrolity** nie ulegają dysocjacji elektrolitycznej.

elektrolit

nieelektrolit

Jakie cechy charakterystyczne wykazują elektrolity?

Elektrolity w roztworach wodnych lub stopione **przewodzą prąd elektryczny**. Wodne roztwory elektrolitów **barwią wskaźniki** kwasowo-zasadowe na odpowiedni kolor.

Uniwersalne papierki wskaźnikowe

Co to są wskaźniki?

Wskaźniki kwasowo-zasadowe to substancje, które zmieniają barwę w zależności od odczynu roztworu. Do wskaźników należą m.in. **fenoloftaleina** i **oranż metylowy**.

odczyn kwasowy | odczyn obojętny | odczyn zasadowy

Jak są zbudowane wodorotlenki?

Wodorotlenki to związki chemiczne zbudowane z kationów metali i anionów wodorotlenkowych.

$\overset{n}{M}(\overset{|}{OH})_n$

Co to są zasady?

Zasady to wodorotlenki rozpuszczalne w wodzie.

W jaki sposób można otrzymać wodorotlenki?

Zasady, czyli wodorotlenki rozpuszczalne w wodzie, otrzymuje się w reakcjach chemicznych:

metal aktywny + woda → zasada + wodór
(metal 1. lub 2. grupy)

$Ba + 2H_2O \rightarrow Ba(OH)_2 + H_2\uparrow$

tlenek metalu aktywnego + woda → zasada

$BaO + H_2O \rightarrow Ba(OH)_2$

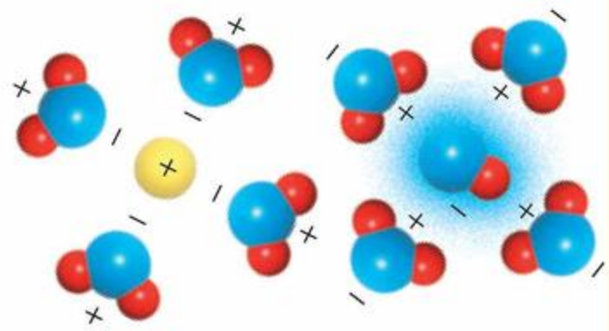
Wodorotlenki trudno rozpuszczalne w wodzie można otrzymać w reakcji chemicznej:

sól 1 + zasada → wodorotlenek↓ + sól 2
(rozpuszczalna w wodzie)

$FeCl_3 + 3KOH \rightarrow$
$\rightarrow Fe(OH)_3\downarrow + 3KCl$

Na czym polega dysocjacja elektrolityczna?

Dysocjacja elektrolityczna (jonowa) to rozpad elektrolitów na jony dodatnie (kationy) i jony ujemne (aniony) pod wpływem cząsteczek wody.



Na czym polega dysocjacja elektrolityczna zasad?

Dysocjacja elektrolityczna (jonowa) zasad to rozpad wodorotlenków rozpuszczalnych w wodzie na kationy metalu i aniony wodorotlenkowe.

$Ba(OH)_2 \xrightarrow{H_2O} Ba^{2+} + 2OH^-$

Sprawdź, czy wiesz i umiesz...

Rozwiąż zadania w zeszycie

1. **Ułóż równania reakcji chemicznych następujących pierwiastków chemicznych z tlenem: Na, Cu(I), Al, C(IV), Ca, Pb(IV), Cu(II)** (cyfry w nawiasach oznaczają wartościowość tych pierwiastków chemicznych w tlenkach). **Podaj nazwy systematyczne otrzymanych tlenków.**

2. **Związki chemiczne o podanych wzorach sumarycznych podziel na tlenki metali i tlenki niemetali. Podaj ich nazwy.**

   CO, PbO, CO_2, N_2O_3, P_4O_{10}, BaO, Fe_2O_3, SO_2, Cu_2O, SO_3, Na_2O, Cl_2O_7, Ag_2O, CrO_3, Br_2O

3. **Napisz nazwy wodorotlenków o podanych wzorach sumarycznych.**

   $Zn(OH)_2$, $Ba(OH)_2$, $Hg(OH)_2$, $RbOH$, $Cr(OH)_3$, $Fe(OH)_3$, $Mn(OH)_2$

4. **Uzupełnij i uzgodnij równania reakcji chemicznych.**

   a) $Ba + ? \longrightarrow Ba(OH)_2 + ?$

   b) $? + H_2O \longrightarrow KOH$

   c) $? + ? \longrightarrow Sr(OH)_2 + H_2\uparrow$

5. **Uzupełnij i uzgodnij równania reakcji otrzymywania wodorotlenków trudno rozpuszczalnych w wodzie.**

   a) $FeCl_2 + ? \longrightarrow Fe(OH)_2\downarrow + ?$

   b) $ZnBr_2 + KOH \longrightarrow ? + ?$

   c) $? + ? \longrightarrow Mg(OH)_2\downarrow + LiI$

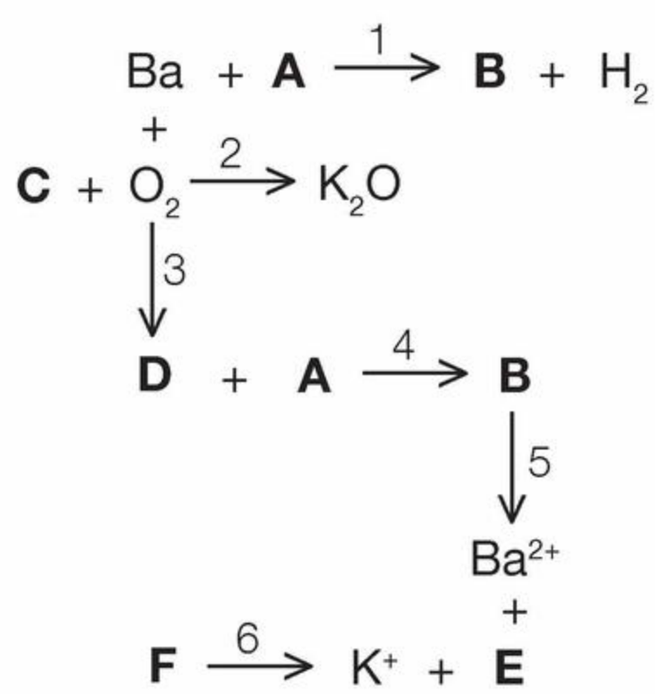
6. **Uzupełnij równania reakcji dysocjacji elektrolitycznej (jonowej) zasad.**

   a) $? \xrightarrow{H_2O} K^+ + OH^-$

   b) $? \overset{H_2O}{\rightleftharpoons} Ca^{2+} + 2\,OH^-$

   c) $Ba(OH)_2 \xrightarrow{H_2O} ? + ?$

7. **Napisz wzory i nazwy substancji oznaczonych literami** (A–F) **na chemografie. Napisz równania reakcji chemicznych oznaczonych cyframi** (1–6).



8. **Wskaż wzory wodorotlenków, które można otrzymać w reakcji metalu lub tlenku metalu z wodą. Podaj ich nazwy.**

   $Sn(OH)_2$ • $LiOH$ • $Zn(OH)_2$ • $Ba(OH)_2$ • $Ni(OH)_3$ • $Fe(OH)_2$ • $Pb(OH)_2$

Spojrzenie w przeszłość – projekty edukacyjne

Historia odkrycia składu powietrza
Historyczny rozwój pojęcia *atom*
Historia odkrycia promieniotwórczości
Twórcy praw chemicznych

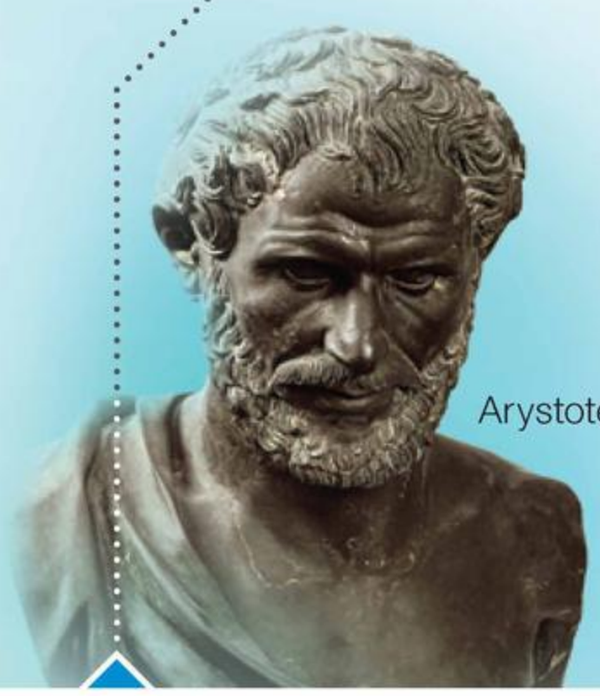
Historia odkrycia składu powietrza

W przeszłości niemal każdy gaz określano mianem *powietrza*. Dziś termin ten jest zarezerwowany dla **mieszaniny jednorodnej gazów**, które tworzą atmosferę ziemską. W jaki sposób zdobywano wiedzę o tym – niezbędnym do życia – składniku środowiska przyrodniczego?

STAROŻYTNOŚĆ

powietrze = żywioł

Powietrze uważa się za jeden z czterech żywiołów (obok ognia, ziemi i wody), czyli tzw. „pierwiastków" materii; **Arystoteles** (384–322 p.n.e.) określał je jako *pneuma* – „oddech wiatru".



Arystoteles

ŚREDNIOWIECZE

powietrze = żywioł

Alchemicy, dążący do uzyskania *kamienia filozoficznego* (umożliwiającego przemianę metali w złoto), wciąż postrzegali powietrze jako żywioł.

1620

tlenek węgla(IV)

Jan Baptista van Helmont (1577–1644) wprowadził pojęcie *gazu* i opisał właściwości *gazu leśnego*, czyli tlenku węgla(IV); rozróżnił *pary* (gazy łatwo ulegające skropleniu) od *gazów trwałych* (nieulegających skropleniu).

1697

teoria flogistonowa

Georg Ernst Stahl (1660–1734) sformułował twierdzenie, że każda substancja palna zawiera *flogiston* („materię ognia"), który wydziela się podczas spalania.

1766

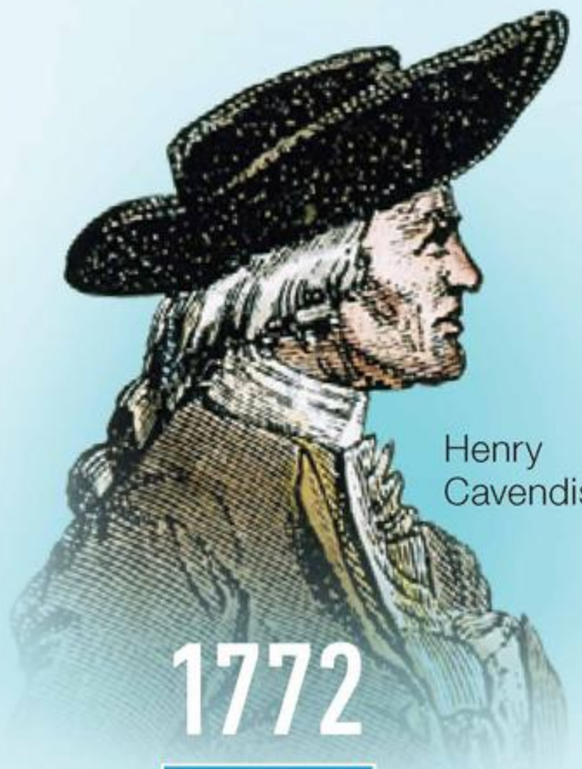
wodór

Henry Cavendish (1731–1810) stwierdził istnienie *powietrza palnego.*

1771

rośliny i tlenek węgla(IV)

Joseph Priestley (1733–1804) zauważył, że rośliny pobierają tlenek węgla(IV) z powietrza atmosferycznego.

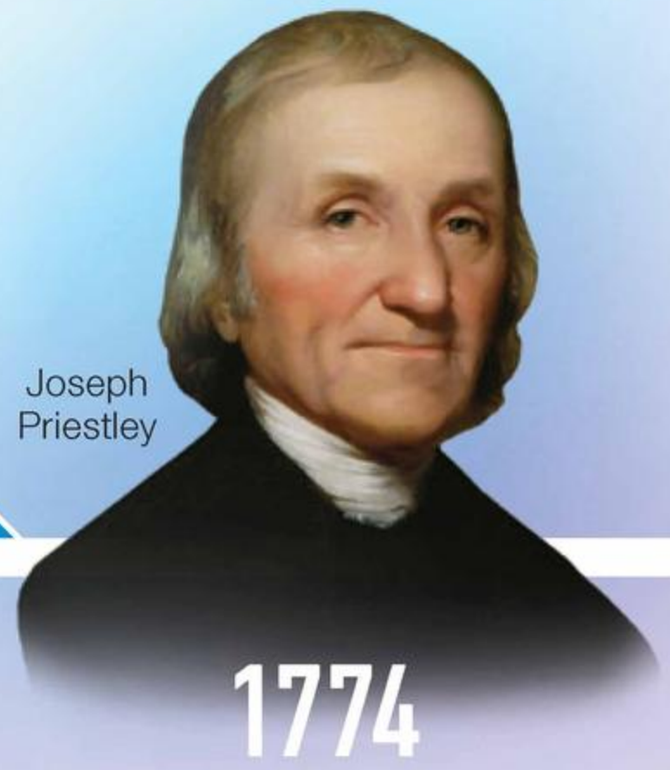


Henry Cavendish

1772

azot

Henry Cavendish odkrył *powietrze przesycone* tzw. *flogistonem*; w tym samym czasie niezależnie wyizolował z powietrza azot **Daniel Rutherford** (1749–1819), który ponadto stwierdził, że powietrze jest mieszaniną co najmniej dwóch gazów.

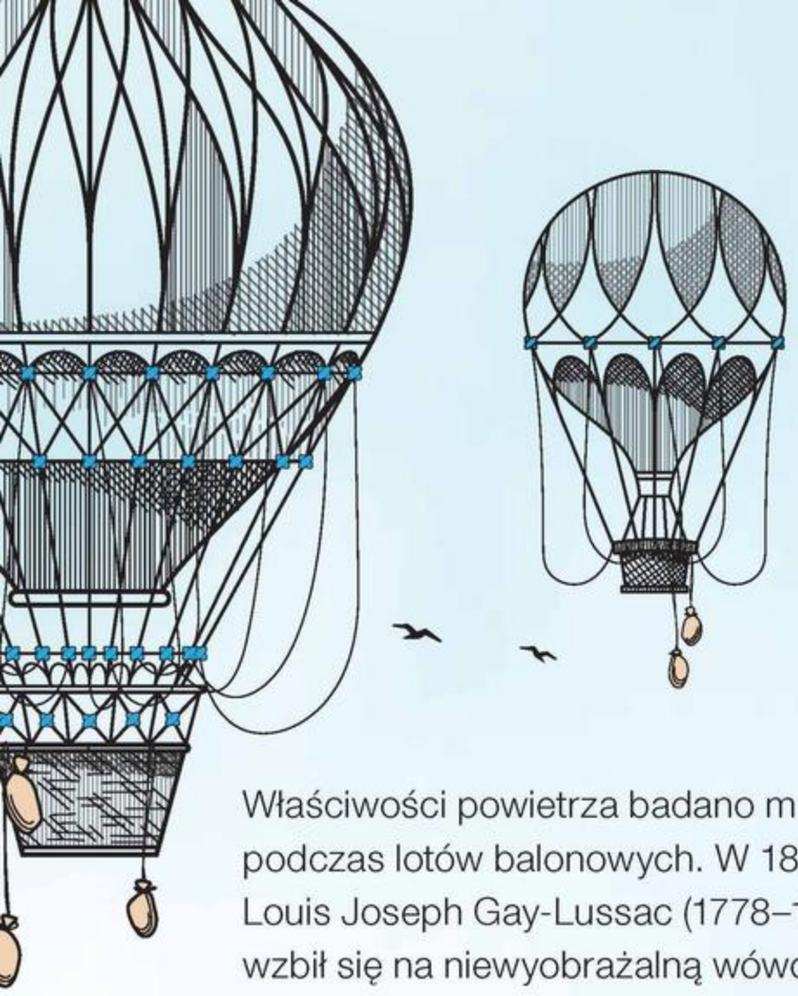


Joseph Priestley

1774

tlen

Joseph Priestley wykrył istnienie nowego gazu i nazywał go *zdeflogistonowanym powietrzem*. Niezależnie dokonał tego **Carl Wilhelm Scheele** (1742–1786).



Właściwości powietrza badano m.in. podczas lotów balonowych. W 1804 roku Louis Joseph Gay-Lussac (1778–1850) wzbił się na niewyobrażalną wówczas wysokość 7016 m n.p.m. i wykazał, że skład dolnej warstwy atmosfery ziemskiej jest stały.

PROJEKTY EDUKACYJNE

Wdech – wydech

Problem do rozwiązania w projekcie: Jaki jest skład powietrza wdychanego, a jaki – wydychanego?

Cel projektu: Doświadczalne poznanie składu powietrza wdychanego i wydychanego. Przeprowadzenie co najmniej trzech eksperymentów badających skład powietrza.

Zwykłe niezwykłe powietrze

Problem do rozwiązania w projekcie: Jakie są właściwości powietrza i jego składników?

Cel projektu: Doświadczalne poznanie właściwości powietrza i jego składników. Przeprowadzenie co najmniej trzech eksperymentów badających właściwości powietrza oraz jego składników. Przedstawienie ogólnych wniosków.

1777

obalenie teorii flogistonowej

Antoine Laurent de Lavoisier (1743–1794) udowodnił, że spalanie polega na łączeniu się substancji z jednym ze składników powietrza – tlenem, którego zawartość w powietrzu to ok. 20%.

Antoine Laurent de Lavoisier

1784–1785

azot i tlen jako składniki powietrza

Henry Cavendish wykonał żmudne analizy składu powietrza, których efektem jest stwierdzenie, że stosunek zawartości tlenu do zawartości azotu w powietrzu zawsze jest taki sam; ponadto istnieje jeszcze dodatkowy składnik powietrza – gaz, którego zawartość w powietrzu wynosi ok. 1%.

1877

skroplenie tlenu w postaci mgiełki

Louis Paul Cailletet (1832–1913) uzyskał skroplony tlen w postaci mgiełki. Niezależnie dokonał tego **Raoul Pierre Pictet** (1846–1929).

Zygmunt Florenty Wróblewski

1883

skroplenie powietrza oraz tlenu i azotu

Zygmunt Florenty Wróblewski (1845–1888) i **Karol Stanisław Olszewski** (1846–1915) udoskonalili aparaturę Cailleteta – skroplili powietrze (które w postaci cieczy ma barwę bladoniebieską i gęstość mniejszą od gęstości wody) i wyodrębnili jego składniki.

1894

wodór

William Ramsay (1852–1916) i **John William Strutt Rayleigh** (1842–1919) stwierdzili, że gazowym składnikiem stanowiącym 1% powietrza jest pierwiastek chemiczny – argon.

Karol Stanisław Olszewski

1895

skroplenie argonu

Karol Stanisław Olszewski uzyskał temperaturę wystarczająco niską, aby skroplić próbkę argonu przekazaną przez Ramsaya i Rayleigha.

Historyczny rozwój pojęcia *atom*

Słowem *atom* (gr. *átomos* – niepodzielny) określono w starożytności najmniejszą cząstkę materii. Jednakże atom wcale nie jest niepodzielny – składa się z mniejszych elementów. Jak przez wieki zmieniało się pojęcie atomu i co wiemy o nim dziś?

STAROŻYTNOŚĆ

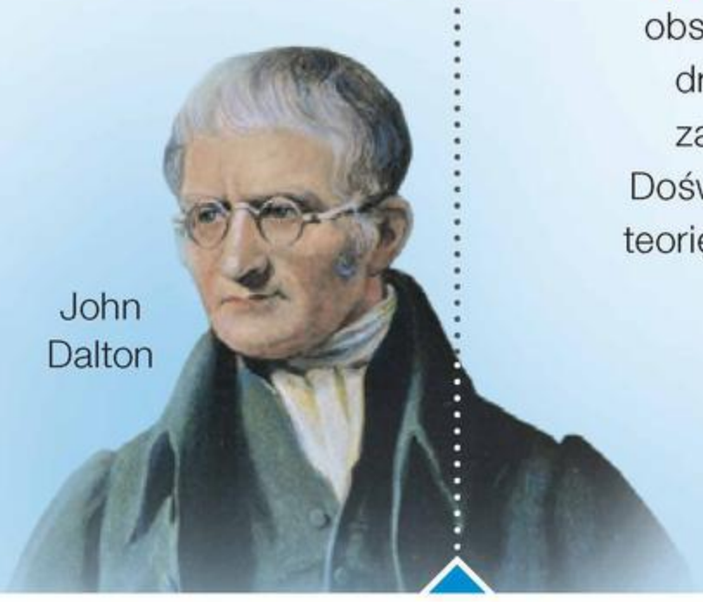
atom = niepodzielny

Demokryt z Abdery i **Leukippos** (V i IV w. p.n.e.) sądzili, że materia jest zbudowana z niepodzielnych drobin, jednak swoich stwierdzeń nie mogli potwierdzić doświadczalnie; ich poglądy zostały na długo zapomniane.

1808

teoria atomistyczno-cząsteczkowej budowy materii

John Dalton (1766–1844) przedstawił założenia dotyczące budowy materii; niemal do końca XIX w. atom był utożsamiany z niezwykle małą, niepodzielną kuleczką.



John Dalton

1815

hipoteza Prouta

William Prout (1785–1850) ogłosił teorię, według której atomy wszystkich pierwiastków chemicznych są zbudowane z atomów wodoru.

1827

cząstki w ruchu

Robert Brown (1773–1858) obserwował nieustanny ruch drobin pyłku kwiatowego zawieszonego w wodzie. Doświadczenie to potwierdziło teorię o ciągłym ruchu cząstek.

1868

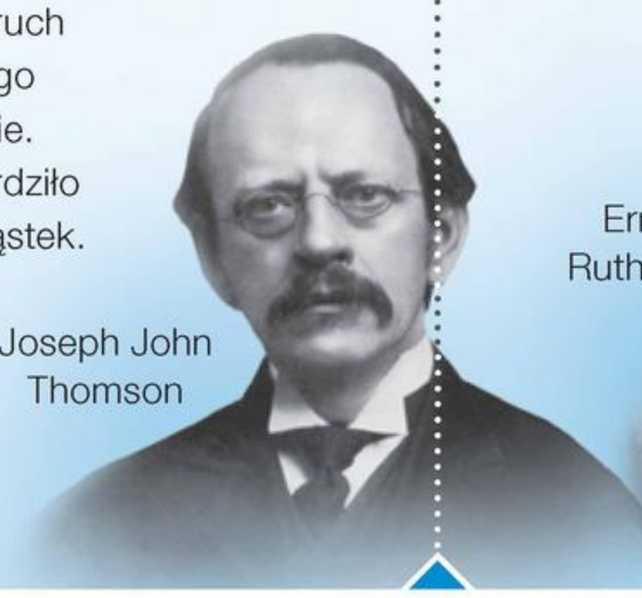
badania natury atomów

George Johnstone Stoney (1826–1911) przewidział istnienie elementarnego ujemnego ładunku elektrycznego, który później (1891) nazwał elektronem.

1897

odkrycie elektronu

Joseph John Thomson (1856–1940), badając wyładowania elektryczne w gazach rozrzedzonych, odkrył istnienie ujemnie naładowanej cząstki mniejszej od atomu.



Joseph John Thomson

1903

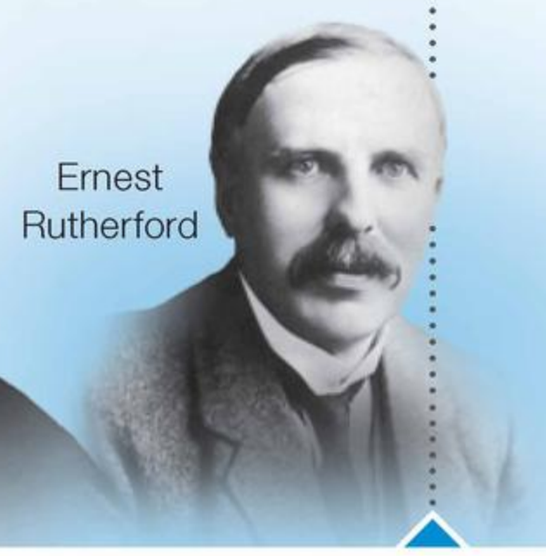
model puddingu śliwkowego

Joseph John Thomson zaproponował model budowy atomu, w którym naładowane ujemnie elektrony to śliwki równomiernie zanurzone w dodatnio naładowanym puddingu.

1911

model planetarny

Według teorii **Ernesta Rutherforda** (1871–1937) atom składa się z jądra i krążących wokół niego elektronów, które zachowują się podobnie jak planety krążące wokół Słońca.



Ernest Rutherford

PROJEKTY EDUKACYJNE

Atom – mały czy duży?

Problem do rozwiązania w projekcie: W jaki sposób obrazowo przedstawić rozmiar atomu?

Cel projektu: Poznanie rzędu wielkości atomu i składających się na niego cząstek. Przedstawienie co najmniej pięciu porównań wielkości atomu z obiektami ze świata widzianego gołym okiem.

Atom atomowi nierówny

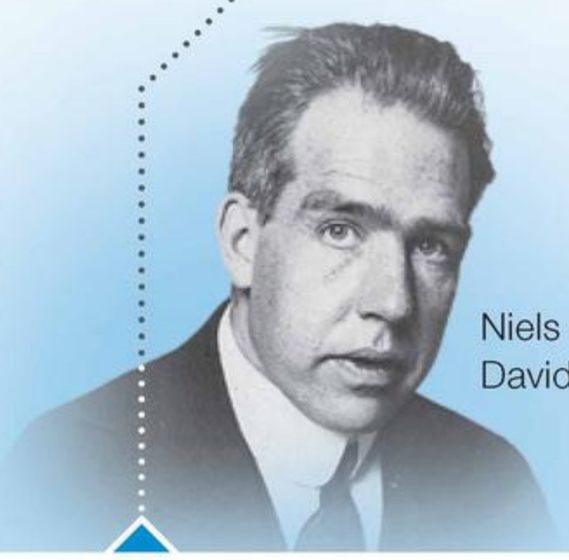
Problem do rozwiązania w projekcie: Jak przez wieki zmieniały się koncepcje budowy atomu?

Cel projektu: Poznanie drogi określenia budowy atomu. Przedstawienie aktualnego modelu budowy atomu oraz co najmniej czterech modeli historycznych.

1913

model budowy atomu wodoru

Według teorii **Nielsa Henrika Davida Bohra** (1885–1962) elektron krąży wokół jądra po *orbicie stacjonarnej*, nie zmieniając swojej energii, zaś przeskok z orbity stacjonarnej na inną powoduje pobieranie lub oddawanie porcji energii nazywanej kwantem.

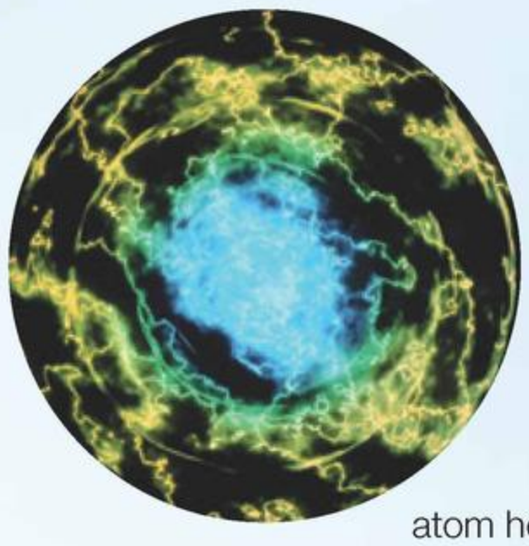


Niels Henrik David Bohr

1924–1928

mechanika kwantowa

Obowiązująca do dziś teoria, opracowana na podstawie dokonań wielu naukowców, opisuje oddziaływania cząstek materii ze sobą oraz z zewnętrznymi polami (np. polem elektromagnetycznym).



atom helu

1932

odkrycie neutronu

James Chadwick (1891–1974) odkrył istnienie i opisał właściwości cząstki elektrycznie obojętnej, wchodzącej w skład jądra atomowego.

1967–1973

potwierdzenie kwarkowej struktury nukleonów

Seria badań przeprowadzonych przez zespół naukowców w laboratorium Stanford Linear Accelerator Center w USA potwierdza kwarkową strukturę nukleonów.

1924

falowe właściwości cząstek

Louis Victor de Broglie (1892–1987) stwierdził, że poruszający się elektron, jako cząstka materialna, także ma właściwości falowe.

1931

odkrycie protonu

Ernest Rutherford w swoich doświadczeniach wykazał złożoność jądra atomowego i odkrył elementarny ładunek elektryczny dodatni.

1964

model kwarkowy

Murray Gell-Mann (1929–2019) i **George Zweig** (ur. 1937) sformułowali hipotezę, według której składnikami protonów i neutronów są cząstki elementarne – kwarki.

XX–XXI w.

model standardowy

Stworzenie podstaw i rozwój teorii opisującej oddziaływania cząstek materii.

Historia odkrycia promieniotwórczości

Termin *promieniotwórczość* wprowadziła Maria Skłodowska-Curie, aby nazwać zjawisko przenikania promieni przez nieprzezroczysty materiał. Dziś pojęciem tym określa się samorzutną przemianę atomów danych pierwiastków chemicznych w inne, z wydzieleniem promieniowania. Jakie wydarzenia przyczyniły się do poznania natury tego zjawiska?

Promieniowanie rentgenowskie już rok po odkryciu zastosowano w medycynie do celów diagnostycznych.

1895

promieniowanie *X*

Wilhelm Conrad Roentgen (1845–1923) odkrył promienie, które nie odchylają się w polu magnetycznym, przenikają przez drewno, papier i zaczerniają kliszę fotograficzną oraz pobudzają niektóre substancje do fluoryzowania (świecenia).

1896

promieniowanie uranowe

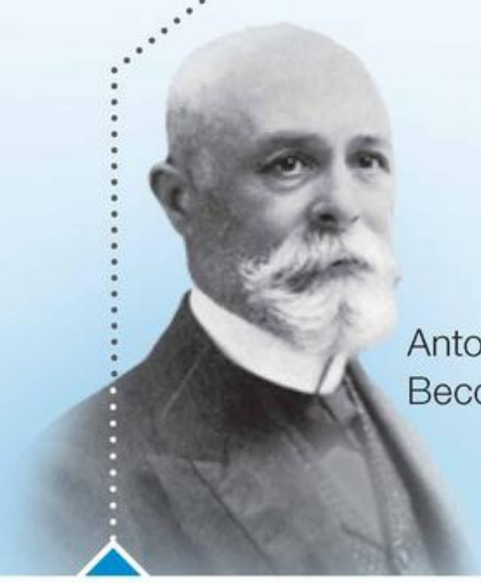
Antoine Henri Becquerel (1852–1908) znalazł dowód na samorzutne emitowanie promieniowania przez bryłkę rudy uranowej. To zjawisko nazwano później promieniotwórczością naturalną.

1898

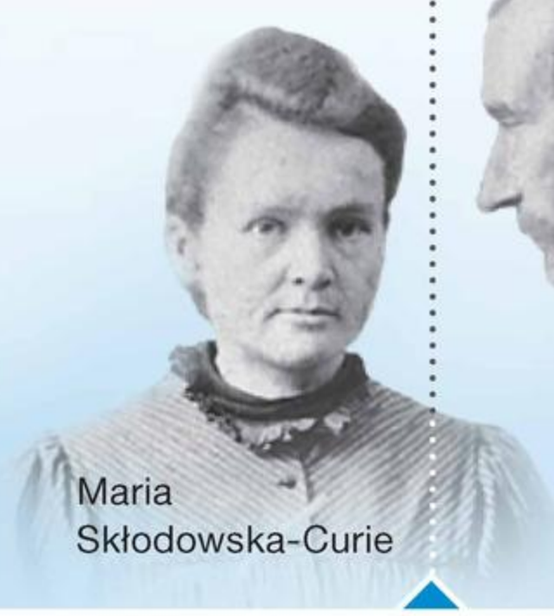
polon i rad – pierwiastki promieniotwórcze

Maria Skłodowska-Curie (1867–1934) wraz z mężem **Pierrem Curie** (1859–1906) wyodrębnili z rudy uranowej dwa pierwiastki promieniotwórcze.

Wilhelm Conrad Roentgen



Antoine Henri Becquerel



Maria Skłodowska-Curie

Pierre Curie

PROJEKTY EDUKACYJNE

Promieniotwórczy = szkodliwy?

Problem do rozwiązania w projekcie: Czy promieniotwórczość jest wyłącznie zjawiskiem szkodliwym?

Cel projektu: Poznanie historii zastosowań pierwiastków promieniotwórczych. Przedstawienie znaczenia we współczesnym świecie co najmniej trzech pierwiastków promieniotwórczych.

Zapiski z ołowianej skrzyni

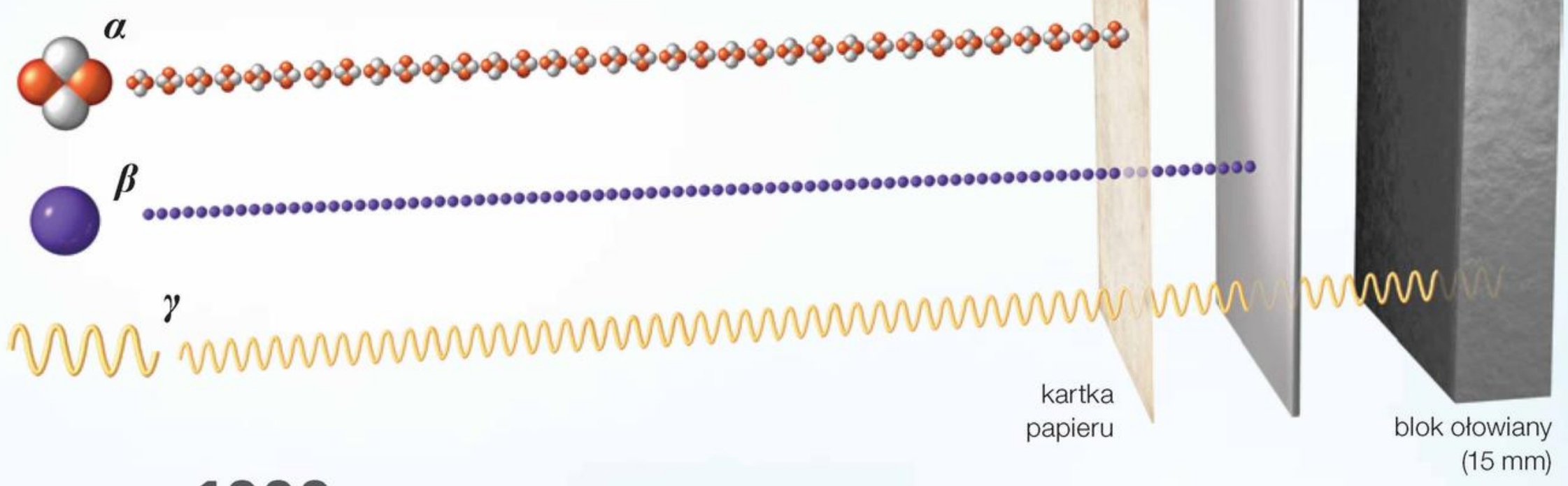
Problem do rozwiązania w projekcie: Dlaczego niektóre przedmioty należące do Marii Skłodowskiej-Curie, m.in. jej dzienniki laboratoryjne, są przechowywane w szczelnie zamkniętych ołowianych skrzyniach?

Cel projektu: Poznanie zjawiska promieniotwórczości. Przedstawienie trzech rodzajów promieniowania.

Rodzaje promieniowania

Promieniowanie to strumień fal lub cząstek emitowanych przez dany obiekt.

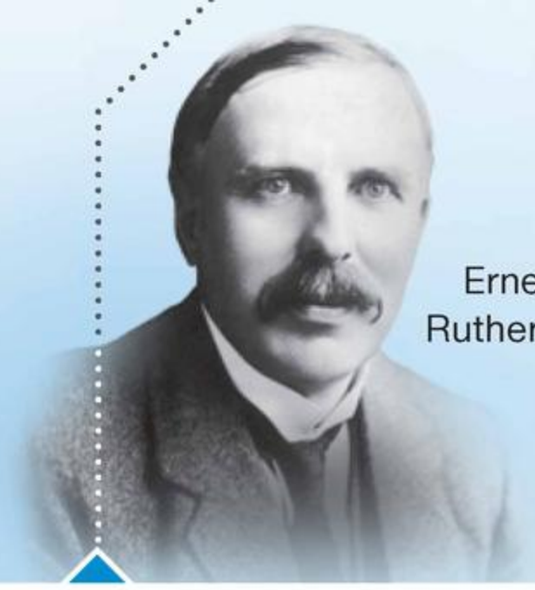
Istnieją trzy podstawowe rodzaje promieniowania: α [czytaj: alfa], β [czytaj: beta], γ [czytaj: gamma].



1899

promieniowanie α i promieniowanie β

Ernest Rutherford (1871–1937) wykazał, że w skład promieniowania uranowego wchodzą promieniowania pochłaniane przez materię w odmienny sposób.


Ernest Rutherford

1919

pierwsza reakcja jądrowa

Ernest Rutherford przekształcił jeden pierwiastek chemiczny w inny – z azotu otrzymał tlen.

1900

promieniowanie γ

Paul Ulrich Villard (1860–1934) odkrył krótkofalowe promieniowanie elektromagnetyczne.

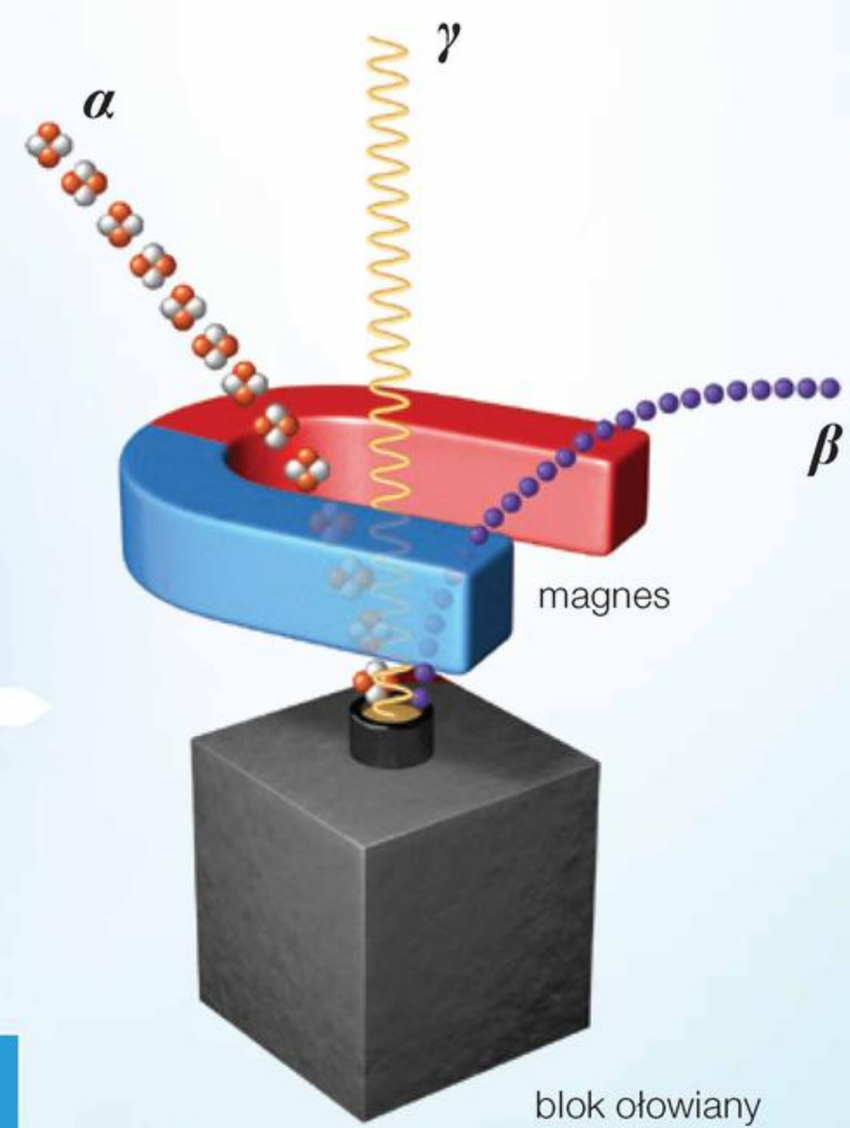
1934

promieniotwórczość sztuczna

Irène Joliot-Curie (1897–1956) wraz z mężem **Frédérikiem Jeanem Joliot-Curie** (1900–1958) otrzymała sztuczne izotopy promieniotwórcze.

Wiązki promieniowania α, β, γ w polu magnetycznym

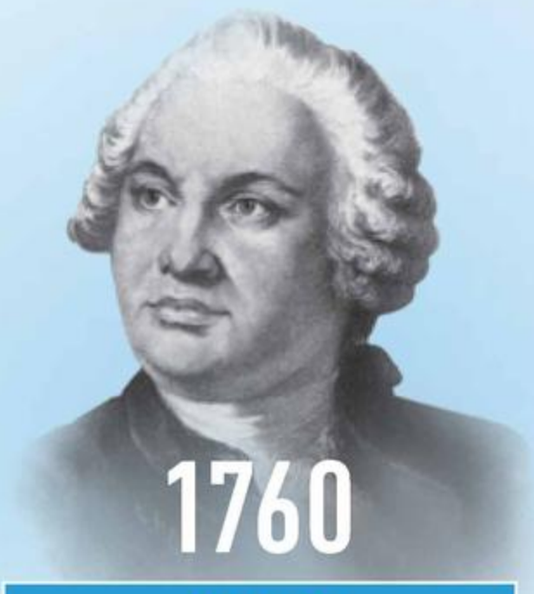
Cząstki α mają dodatni ładunek elektryczny, a cząstki β – ujemny. W polu magnetycznym są zatem odchylane w przeciwnych kierunkach. Promienie γ nie mają ładunku elektrycznego, nie ulegają więc odchyleniu w polu magnetycznym.



blok ołowiany z umieszczonym wewnątrz źródłem promieniowania

Twórcy praw chemicznych

Uważna obserwacja tego, co dzieje się w przyrodzie, oraz precyzyjne wykonanie doświadczeń przeprowadzanych w ściśle kontrolowanych warunkach laboratoryjnych to podstawy wszystkich największych osiągnięć chemicznych. Czasem istotną rolę w dochodzeniu do rewolucyjnych wniosków odgrywa przypadek, innym zaś razem potrzebna jest długa i żmudna praca. Do rozwoju chemii przyczyniło się wielu genialnych odkrywców.



prawo przyrody

Michaił Wasiliewicz Łomonosow
(1711–1765) sformułował ogólne prawo przyrody, odnosząc je do masy oddziałujących na siebie składników. Ponadto odkrył atmosferę na Wenus, udowodnił organiczne pochodzenie bursztynu i ropy naftowej, zamroził rtęć, tłumaczył powstawanie gór lodowych, opublikował katalog 3000 minerałów, opracował gramatykę języka rosyjskiego.

prawo zachowania masy

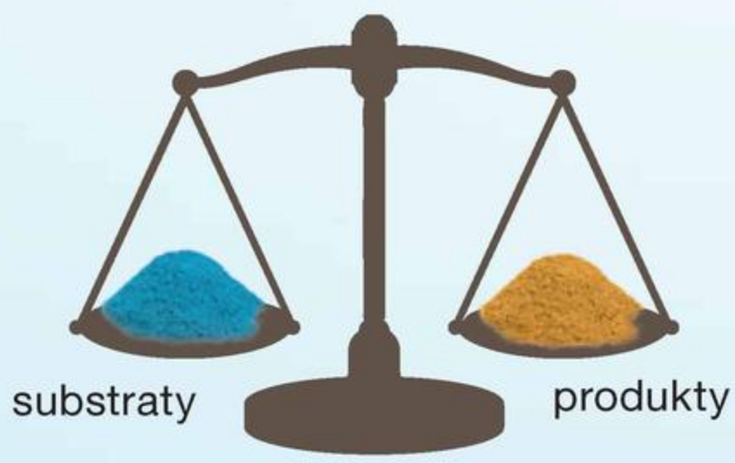
Antoine Laurent de Lavoisier
(1743–1794) doprecyzował prawo zachowania masy, odnosząc je także do poszczególnych pierwiastków chemicznych. A oprócz tego wyjaśnił mechanizm reakcji spalania, skonstruował kalorymetr lodowy, opisał sprzęt i metody laboratoryjne, zbadał wpływ nawożenia na wydajność upraw i rozpowszechnił uprawę ziemniaków.

prawo stosunków stałych

Joseph Louis Proust
(1754–1826) sformułował prawo stosunków stałych, według którego każdy związek chemiczny ma określony skład, niezależny od sposobu otrzymania. Poza tym udowodnił, że metale (w zależności od wartościowości) mogą tworzyć więcej niż jeden związek chemiczny z tlenem i siarką. Odkrył też i otrzymał cukier prosty (monosacharyd) – glukozę.

Prawo zachowania masy

Masa substratów jest równa masie produktów reakcji chemicznej.



Prawo stałości składu związku chemicznego

Stosunek mas pierwiastków chemicznych w każdym związku chemicznym jest stały i charakterystyczny dla danego związku chemicznego.

PROJEKTY EDUKACYJNE

Jak odkryłem prawo zachowania masy?

Problem do rozwiązania w projekcie:
Jakie procesy ilustrują prawo zachowania masy?

Cel projektu: Poznanie prawa zachowania masy metodami doświadczenia i obserwacji. Przeprowadzenie co najmniej trzech eksperymentów i obserwacji będących potwierdzeniem teorii. Przedstawienie ogólnych wniosków.

Ja, Dmitrij Iwanowicz Mendelejew...

Problem do rozwiązania w projekcie:
W jaki sposób powstała tablica Mendelejewa?

Cel projektu: Poznanie i przedstawienie prawa okresowości oraz budowy układu okresowego pierwiastków chemicznych.

1803

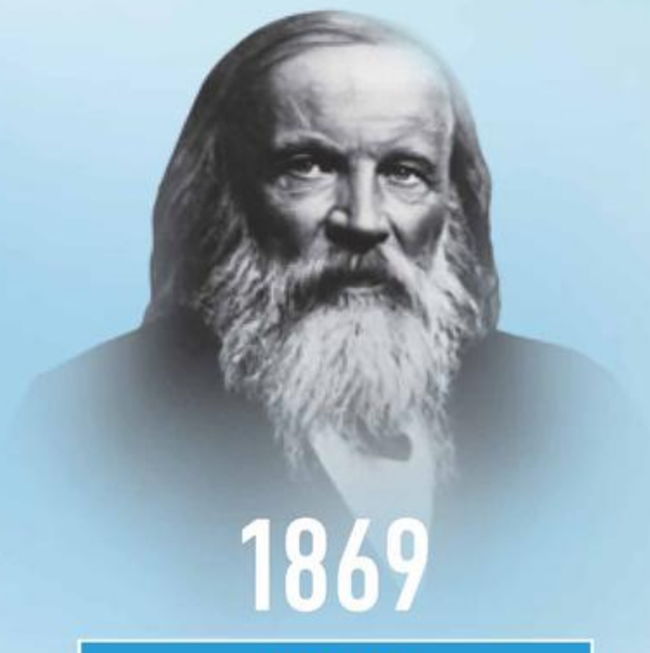
prawo stosunków wielokrotnych

John Dalton
(1766–1844) sformułował prawo stosunków wielokrotnych, zakładające możliwość tworzenia różnych związków chemicznych przez atomy tych samych pierwiastków chemicznych. Przedstawił założenia budowy materii w teorii atomistyczno-cząsteczkowej, zastosował symbole obrazkowe dla pierwiastków i związków chemicznych, opracował prawo ciśnień cząstkowych.

1814

zasada oznaczania pierwiastków

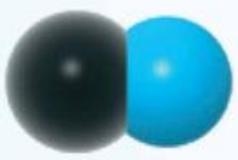
Jöns Jacob von Berzelius
(1779–1848) opracował stosowane obecnie zasady literowego oznaczania pierwiastków i związków chemicznych. Ponadto wyznaczył dokładnie masy atomowe i cząsteczkowe wielu pierwiastków i związków chemicznych, wprowadził innowacje w sprzęcie laboratoryjnym, zbadał skład meteorytów, odkrył chlorofil i wiele pierwiastków chemicznych, m.in. selen.



1869

prawo okresowości

Dmitrij Iwanowicz Mendelejew
(1834–1907) zauważył periodyczne powtarzanie się właściwości pierwiastków chemicznych w miarę zwiększania się ich mas atomowych. Stworzył tablicę (układ okresowy) ze znanych wówczas 63 pierwiastków chemicznych. Poza tym skonstruował piknometr do pomiaru gęstości cieczy.



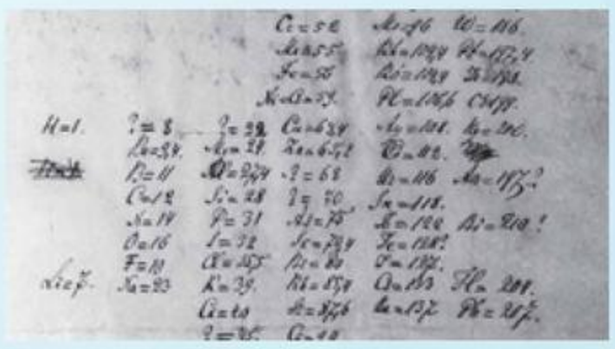
CO $\frac{mC}{mO} = \frac{12\ u}{16\ u} = \frac{3}{4}$

CO_2 $\frac{mC}{mO} = \frac{12\ u}{2 \cdot 16\ u} = \frac{3}{8}$

Nazwa pierwiastka w języku łacińskim	Międzynarodowy symbol chemiczny
Nitrogenium	N
Chlorum	Cl
Zincum	Zn

Prawo okresowości

Właściwości pierwiastków chemicznych, uporządkowanych zgodnie ze zwiększającą się liczbą atomową (Z), powtarzają się okresowo – wersja współczesna.



Jakie szkło laboratoryjne wykorzystuje się do przeprowadzenia doświadczeń chemicznych?

W szkolnej pracowni do doświadczeń chemicznych najczęściej używa się: probówek, zlewek, szkiełek zegarkowych i bagietek.

Jak narysować schemat szkła laboratoryjnego?

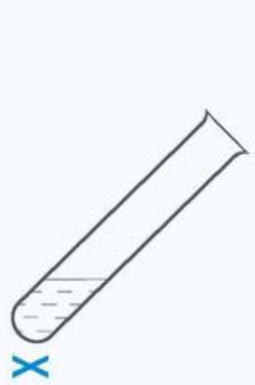
Jaki sprzęt laboratoryjny może być potrzebny do przeprowadzenia doświadczenia chemicznego?

W szkolnej pracowni do doświadczeń chemicznych najczęściej używa się: palników, łap i statywów.

łapa drewniana | okulary laboratoryjne | moździerz | łyżka do spalań | szczypce metalowe

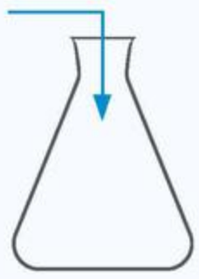
trójnóg z trójkątem kaolinowym | statyw z łapą metalową | palnik spirytusowy | palnik gazowy

Jak oznaczyć czynności na schematach?



ogrzewanie

mieszanie



dodawanie substancji

spalanie

Nazwy i symbole pierwiastków chemicznych

Nazwa	Symbol
aktyn	Ac
ameryk	Am
antymon	Sb
argon	Ar
arsen	As
astat	At
azot	N
bar	Ba
berkel	Bk
beryl	Be
bizmut	Bi
bohr	Bh
bor	B
brom	Br
cer	Ce
cez	Cs
chlor	Cl
chrom	Cr
cyna	Sn
cynk	Zn
cyrkon	Zr
darmsztadt	Ds
dubn	Db
dysproz	Dy
einstein	Es
erb	Er
europ	Eu
ferm	Fm
flerow	Fl
fluor	F
fosfor	P
frans	Fr
gadolin	Gd
gal	Ga
german	Ge
glin	Al
hafn	Hf
has	Hs
hel	He
holm	Ho

Nazwa	Symbol
ind	In
iryd	Ir
iterb	Yb
itr	Y
jod	I
kadm	Cd
kaliforn	Cf
kiur	Cm
kobalt	Co
kopernik	Cn
krypton	Kr
krzem	Si
ksenon	Xe
lantan	La
lit	Li
liwermor	Lv
lorens	Lr
lutet	Lu
magnez	Mg
mangan	Mn
meitner	Mt
mendelew	Md
miedź	Cu
molibden	Mo
moskow	Mc
neodym	Nd
neon	Ne
neptun	Np
nihon	Nh
nikiel	Ni
niob	Nb
nobel	No
oganeson	Og
ołów	Pb
osm	Os
pallad	Pd
platyna	Pt
pluton	Pu
polon	Po

Nazwa	Symbol
potas	K
prazeodym	Pr
promet	Pm
protaktyn	Pa
rad	Ra
radon	Rn
ren	Re
rod	Rh
roentgen	Rg
rtęć	Hg
rubid	Rb
ruten	Ru
rutherford	Rf
samar	Sm
seaborg	Sg
selen	Se
siarka	S
skand	Sc
sód	Na
srebro	Ag
stront	Sr
tal	Tl
tantal	Ta
technet	Tc
tellur	Te
tenes	Ts
terb	Tb
tlen	O
tor	Th
tul	Tm
tytan	Ti
uran	U
wanad	V
wapń	Ca
węgiel	C
wodór	H
wolfram	W
złoto	Au
żelazo	Fe

Właściwości wybranych pierwiastków chemicznych

Nazwa	Symbol chemiczny	Wartościowość w związku chemicznym	Gęstość, $\frac{g}{cm^3}$		Temperatura topnienia, °C	Temperatura wrzenia, °C
antymon	Sb	III, V	6,69		631	1587
arsen	As	III, V	5,78		817	603***
azot	N	I, II, III, IV, V	0,81*	1,15**	–210	–196
bar	Ba	II	3,62		727	1900
bizmut	Bi	III, V	9,81		271	1564
brom	Br	I, III, V, VII	3,13		–7	59
chlor	Cl	I, III, V, VII	1,65*		–101	–34
chrom	Cr	II, III, VI	7,17		1910	2700
cyna	Sn	II, IV	7,28		232	2610
cynk	Zn	II	7,14		420	907
fosfor (biały)	P	III, V	1,82		44	280
glin	Al	III	2,70		660	2520
jod	I	I, III, V, VII	4,94		114	185
krzem	Si	II, IV	2,33		1417	3280
mangan	Mn	II, III, IV, VI, VII	7,47		1244	2060
magnez	Mg	II	1,74		650	1105
miedź	Cu	I, II	8,93		1085	2570
nikiel	Ni	II, III	8,91		1454	2920
ołów	Pb	II, IV	11,34		328	1756
potas	K	I	0,86		63	757
rtęć	Hg	I, II	13,53		–39	357
siarka	S	II, IV, VI	2,07		120	445
sód	Na	I	0,97		98	883
srebro	Ag	I, II	10,50		962	2155
tlen	O	II	1,14*	1,31**	–219	–183
wapń	Ca	II	1,55		842	1490
węgiel	C	II, IV	3,51 (diament) 2,1–2,3 (grafit)		3652	4827***
wodór	H	I	0,07*	0,08**	–259	–253
żelazo	Fe	II, III	7,87		1538	2861

* Gazy – po skropleniu w temperaturze wrzenia.
** Gazy – w warunkach normalnych. Gęstość wyrażona w $\frac{g}{dm^3}$.
*** Sublimacja.

Właściwości fizyczne wybranych związków chemicznych

Nazwa systematyczna	Wzór sumaryczny	Gęstość, $\frac{g}{cm^3}$		Temperatura topnienia, °C	Temperatura wrzenia, °C
tlenek glinu	Al_2O_3	3,96		2054	2700
tlenek krzemu(IV)	SiO_2	2,65		1723	2230
tlenek magnezu	MgO	3,58		2830	3600
tlenek siarki(IV)	SO_2	1,46*	2,68**	–76	–10
tlenek siarki(VI)	SO_3	2,75		17	45
tlenek wapnia	CaO	3,40		2630	2850
tlenek węgla(II)	CO	0,79*	1,15**	–205	–192
tlenek węgla(IV)	CO_2	1,30*	1,81**	–	–79***
tlenek wodoru	H_2O	0,998		0	100
tlenek żelaza(II)	FeO	5,70		1400	–
tlenek żelaza(III)	Fe_2O_3	5,24		1565	–
wodorotlenek cezu	CsOH	3,68		343	–
wodorotlenek glinu	$Al(OH)_3$	2,42		–	–
wodorotlenek litu	LiOH	1,43		473	–
wodorotlenek miedzi(II)	$Cu(OH)_2$	3,37		–	–
wodorotlenek ołowiu(II)	$Pb(OH)_2$	7,59		–	–
wodorotlenek potasu	KOH	2,04		405	1322
wodorotlenek sodu	NaOH	2,13		323	1390
wodorotlenek wapnia	$Ca(OH)_2$	2,23		–	–

* Po skropleniu w temperaturze wrzenia.
** Gazy – w warunkach normalnych. Gęstość wyrażona w $\frac{g}{dm^3}$.
*** Sublimacja.
W. Mizerski, *Tablice chemiczne*, Wydawnictwo Adamantan, Warszawa 2013.

Odpowiedzi do zadań

1. Substancje i ich przemiany

s. 20

Zadanie 1. 7,28 $\frac{g}{cm^3}$, cyna

Zadanie 2. 6 cm^3

Zadanie 3. 71,44 g

Zadanie 4. 7,14 $\frac{g}{cm^3}$

Dla dociekliwych

Zadanie 6. 0,00724 g

s. 42 **Sprawdź, czy wiesz i umiesz...**

Zadanie 1. substancje: żelazo, woda, tlenek węgla(II), azot, tlen, wodór, miedź, brom, cynk, chlor; mieszaniny: powietrze, stal, kasza z ryżem, woda z kredą, sól z cukrem, woda z sokiem, woda z esencją herbacianą, brąz, pieprz z cukrem, woda z octem, proszek do pieczenia z solą

Zadanie 2. d

Zadanie 3. zjawiska fizyczne: a, d; przemiany chemiczne: b, c

Zadanie 4. CaO, $CuSO_3$, HCl, HNO_3, Na_2O, Fe_2O_3, KBr, Cl_2O_5

Zadanie 5. 0,7 $\frac{g}{cm^3}$, 142,86 cm^3

Zadanie 6. mieszanina A – etanol, mieszanina B – woda. Spośród składników mieszaniny A niższą temperaturę wrzenia ma etanol, a mieszaniny B – woda.

2. Składniki powietrza i rodzaje przemian, jakim ulegają

s. 50

Zadanie 3. 1,17 dm^3 azotu

Zadanie 5. 348,75 dm^3 argonu

Dla dociekliwych

Zadanie 7. 30,27 kg azotu

Zadanie 8. 127,42 kg powietrza

s. 55 **Dla dociekliwych**

Zadanie 4. 92,63%

s. 61 **Dla dociekliwych**

Zadanie 4. 0,2 dm^3 tlenku węgla(IV)

s. 74 **Sprawdź, czy wiesz i umiesz...**

Zadanie 1. Powietrze w warunkach normalnych występuje w (*stałym* / *ciekłym* / ***gazowym***) stanie skupienia. Jest mieszaniną (*niejednorodną* / ***jednorodną***), którą tworzą (*pierwiastki* / *związki* / ***pierwiastki i związki***) chemiczne. (*Łatwo* / ***Trudno***) rozpuszcza się w wodzie. Jest (*palne* / ***niepalne***) i (***podtrzymuje spalanie*** / *nie podtrzymuje spalania*).

Zadanie 2. 26,91 kg

Zadanie 3. B1

Zadanie 4. **1.** E, **2.** D, **3.** B, **4.** A

Zadanie 5. **A** – miedź, **B** – tlen, **C** – wodór; słowny zapis reakcji chemicznych:
1 – miedź + tlen → tlenek miedzi(II), reakcja syntezy; **2** – miedź + chlor → chlorek miedzi(II), reakcja syntezy; **3** – tlenek miedzi(II) + wodór → miedź + woda, reakcja wymiany; **4** – siarka + miedź → siarczek miedzi(II), reakcja syntezy; **5** – woda → wodór + tlen, reakcja analizy

3. Atomy i cząsteczki

s. 81

Zadanie 2. a) 71 u, b) 124 u, c) 119 u, d) 34 u, e) 17 u, f) 142 u, g) 98 u, h) 96 u, i) 262 u, j) 242 u, k) 294 u, l) 100 u

Zadanie 3. H_2S

Zadanie 4. 23 u

Zadanie 5. a) Al, glin; b) Pb, ołów

Dla dociekliwych

Zadanie 6. $x = 3$, $FeBr_3$

s. 104 **Sprawdź, czy wiesz i umiesz...**

Zadanie 1. a) 2 atomy wodoru, 1 atom siarki i 4 atomy tlenu, b) 2 atomy sodu i 1 atom siarki, c) 2 atomy wapnia, 2 atomy siarki i 6 atomów tlenu, d) 3 atomy azotu i 9 atomów wodoru, e) 2 atomy magnezu, 4 atomy tlenu i 4 atomy wodoru, f) 4 atomy azotu i 6 atomów tlenu, g) 3 atomy siarki i 9 atomów tlenu, h) 4 atomy glinu i 12 atomów fluoru, i) 2 atomy węgla i 4 atomy tlenu

Zadanie 2. a) 80 u, b) 47 u, c) 310 u, d) 138 u, e) 58 u, f) 107 u, g) 342 u, h) 245 u, i) 60 u

Zadanie 3. 28 u, a) Si, krzem, b) Fe, żelazo, c) Li, lit

Zadanie 4. Al_2O_3

Zadanie 5. a) siarka, SO_2, b) siarka, K_2SO_4 c) fosfor, $H_4P_2O_7$

Zadanie 6. a) 12 protonów, 12 elektronów, 14 neutronów, b) 16 protonów, 16 elektronów, 20 neutronów, c) 17 protonów, 17 elektronów,

20 neutronów, d) 36 protonów, 36 elektronów, 48 neutronów, e) 82 protony, 82 elektrony, 127 neutronów, f) 56 protonów, 56 elektronów, 74 neutrony

Zadanie 7. AII

Zadanie 8. b

Zadanie 9. **A** – a) Li, lit, b) 1, c) 2, d) 3, e) 3, f) 3, g) 2, h) 1, i) K^2L^1, j) metaliczny; **B** – a) S, siarka, b) 16, c) 3, d) 16, e) 16, f) 16, g) 3, h) 6, i) $K^2L^8M^6$, j) niemetaliczny; **C** – a) Ba, bar, b) 2, c) 6, d) 56, e) 56, f) 56, g) 6, h) 2, i) $K^2L^8M^{18}N^{18}O^8P^2$, j) metaliczny; **D** – a) Br, brom, b) 17, c) 4, d) 35, e) 35, f) 35, g) 4, h) 7, i) $K^2L^8M^{18}N^7$, j) niemetaliczny

4. Łączenie się atomów. Równania reakcji chemicznych

s. 125

Zadanie 2. a) 0, wiązanie kowalencyjne niespolaryzowane, –210 °C; b) 2,1, wiązanie jonowe, 743 °C; c) 1,2, wiązanie kowalencyjne spolaryzowane, 0 °C; d) 0,4, wiązanie kowalencyjne spolaryzowane, –85,5 °C

s. 137

Zadanie 1. a) $\frac{m\text{Ca}}{m\text{Br}} = \frac{1}{4}$, b) $\frac{m\text{N}}{m\text{O}} = \frac{7}{20}$

Zadanie 2. a) 40% siarki i 60% tlenu, b) 36% glinu i 64% siarki

Zadanie 3. $\frac{m\text{S}}{m\text{O}} = \frac{1}{1}$, SO_2

Zadanie 4. 36% wapnia i 64% chloru

s. 145

Zadanie 1. 72 g magnezu

Zadanie 2. 43,32 g tlenku rtęci(II)

Zadanie 3. 64 g tlenu i 8 g wodoru

Zadanie 4. 46 g sodu i 71 g chloru

Zadanie 5. 4,8 g magnezu i 3,2 g tlenu

s. 151

Zadanie 1. 300 g siarczku glinu

Zadanie 2. 224 kg żelaza

Zadanie 3. 4 g wodoru

Zadanie 4. 14,2 g

Zadanie 5. 8 g tlenku magnezu

Zadanie 6. 32 g siarczanu(VI) miedzi(II)

Dla dociekliwych

Zadanie 7. Nie, magnez nie przereagował całkowicie. Powstało 9,2 g produktu reakcji chemicznej.

s. 154 Sprawdź, czy wiesz i umiesz...

Zadanie 1. Br_2 – wiązanie kowalencyjne niespolaryzowane, HI – wiązanie kowalencyjne spolaryzowane, $BaCl_2$ – wiązanie jonowe

Zadanie 2. I_2, N_2, H_2, PH_3 – wiązanie kowalencyjne niespolaryzowane; CH_4 – wiązanie kowalencyjne spolaryzowane; $MgCl_2$, Na_2O, $CaBr_2$, LiBr, AlF_3, BaO, Li_2O – wiązanie jonowe

Zadanie 3. a) $Cu \rightarrow Cu^{2+} + 2e^-$, b) $Mg^{2+} + 2e^- \rightarrow Mg$, c) $Cl^- \rightarrow Cl + 1e^-$, d) $S + 2e^- \rightarrow S^{2-}$, e) $O^{2-} \rightarrow O + 2e^-$, f) $Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+} + 1e^-$

Zadanie 4. A

Zadanie 5. a) Mn_2O_7, tlenek manganu(VII), b) MgI_2, jodek magnezu, c) $FeCl_3$, chlorek żelaza(III), d) Cr_2S_3, siarczek chromu(III), e) SnO_2, tlenek cyny(IV), f) Cl_2O, tlenek chloru(I), g) SO_3, tlenek siarki(VI), h) Cl_2O_5, tlenek chloru(V), i) Ag_2S, siarczek srebra(I)

Zadanie 6. a) $4Al + 3O_2 \rightarrow 2Al_2O_3$, b) $2CuO + C \rightarrow 2Cu + CO_2$, c) $N_2O_3 + H_2O \rightarrow 2HNO_2$, d) $Cu_2O + NO_2 \rightarrow 2CuO + NO$, e) $4NH_3 + 3O_2 \rightarrow 2N_2 + 6H_2O$, f) $3MnO_2 \rightarrow Mn_3O_4 + O_2$

Zadanie 7. **1.** $S + H_2 \rightarrow H_2S$, **2.** $S + O_2 \rightarrow SO_2$, **3.** $2SO_2 + O_2 \rightarrow 2SO_3$, **4.** $S + Fe \rightarrow FeS$

Zadanie 8. a) $\frac{\text{Al}}{\text{O}} = \frac{2}{3}$, b) $\frac{m\text{Al}}{m\text{O}} = \frac{9}{8}$, c) 52,94% Al

Zadanie 9. 16 g siarki i 12 g magnezu

Zadanie 10. 200 g węglanu wapnia

Zadanie 11. N_2O_5, tlenek azotu(V)

5. Woda i roztwory wodne

s. 179

Zadanie 2. 272 g $NaNO_3$

Zadanie 3. 17 g KI

Zadanie 4. 10 g KCl

Zadanie 6. 0,0052 g tlenu

s. 187

Zadanie 1. 13,3%
Zadanie 2. 1,6 g soli
Zadanie 3. 24,2%
Zadanie 4. 43,6 g chlorku glinu

Dla dociekliwych

Zadanie 6. 7,69%
Zadanie 7. 4%
Zadanie 8. 15%
Zadanie 9. 150 g wody
Zadanie 10. 3,75%
Zadanie 11. 100 g wody
Zadanie 12. 4,59 g jodku potasu

s. 190 **Sprawdź, czy wiesz i umiesz...**

Zadanie 1. numery probówek: 2, 4, 5; czynniki: temperatura, mieszanie, rozdrobnienie substancji rozpuszczanej
Zadanie 2. a) 170 g KNO_3, 66 g NH_4Cl, 148 g $NaNO_3$, b) największa rozpuszczalność – KNO_3, najmniejsza rozpuszczalność – NH_4Cl, c) KNO_3
Zadanie 3. a) 42,6 g KCl / 100 g H_2O, b) 76 °C, c) roztwór nienasycony
Zadanie 4. azotan(V) sodu
Zadanie 5. 61,54%
Zadanie 6. 180 g kwasu siarkowego(VI)

6. Tlenki i wodorotlenki

s. 211

Zadanie 3. 10 g NaOH i 190 g H_2O
Zadanie 4. 74,2% sodu w tlenku sodu i 57,5% sodu w wodorotlenku sodu
Zadanie 5. 124 g tlenku sodu
Zadanie 6. mK : mO : mH = 39 : 16 : 1

Dla dociekliwych

Zadanie 7. 0,002 m^3

s. 215

zadanie 3. ok. 0,16%
Zadanie 4. mCa : mO : mH = 20 : 16 : 1
Zadanie 5. ok. 3 opakowania

s. 224 **Sprawdź, czy wiesz i umiesz...**

Zadanie 1. $4Na + O_2 \rightarrow 2Na_2O$, tlenek sodu;
$4Cu + O_2 \rightarrow 2Cu_2O$, tlenek miedzi(I);
$4Al + 3O_2 \rightarrow 2Al_2O_3$, tlenek glinu;
$C + O_2 \rightarrow CO_2$, tlenek węgla(IV);
$2Ca + O_2 \rightarrow 2CaO$, tlenek wapnia;
$Pb + O_2 \rightarrow PbO_2$, tlenek ołowiu(IV);
$2Cu + O_2 \rightarrow 2CuO$, tlenek miedzi(II)
Zadanie 2. tlenki metali: PbO – tlenek ołowiu(II), BaO – tlenek baru, Fe_2O_3 – tlenek żelaza(III), Cu_2O – tlenek miedzi(I), Na_2O – tlenek sodu, Ag_2O – tlenek srebra(I), CrO_3 – tlenek chromu(VI);
tlenki niemetali: CO – tlenek węgla(II), CO_2 – tlenek węgla(IV), N_2O_3 – tlenek azotu(III), P_4O_{10} – tlenek fosforu(V), SO_2 – tlenek siarki(IV), SO_3 – tlenek siarki(VI), Cl_2O_7 – tlenek chloru(VII), Br_2O – tlenek bromu(I)
Zadanie 3. AgOH – wodorotlenek srebra(I), $Zn(OH)_2$ – wodorotlenek cynku, $Ba(OH)_2$ – wodorotlenek baru, $Hg(OH)_2$ – wodorotlenek rtęci(II), RbOH – wodorotlenek rubidu, $Cr(OH)_3$ – wodorotlenek chromu(III), $Fe(OH)_3$ – wodorotlenek żelaza(III), $Mn(OH)_2$ – wodorotlenek manganu(II)
Zadanie 4. a) $Ba + 2H_2O \rightarrow Ba(OH)_2 + H_2\uparrow$,
b) $K_2O + H_2O \rightarrow 2KOH$,
c) $Sr + 2\,H_2O \rightarrow Sr(OH)_2 + H_2\uparrow$
Zadanie 5. a) $FeCl_2 + 2NaOH \rightarrow Fe(OH)_2\downarrow + 2NaCl$,
b) $ZnBr_2 + 2KOH \rightarrow Zn(OH)_2\downarrow + 2KBr$,
c) $MgI_2 + 2LiOH \rightarrow Mg(OH)_2\downarrow + 2LiI$
Zadanie 6. a) $KOH \xrightarrow{H_2O} K^+ + OH^-$,
b) $Ca(OH)_2 \overset{H_2O}{\rightleftarrows} Ca^{2+} + 2OH^-$,
c) $Ba(OH)_2 \xrightarrow{H_2O} Ba^{2+} + 2OH^-$
Zadanie 7. A – H_2O, woda, B – $Ba(OH)_2$, wodorotlenek baru, C – K, potas, D – BaO, tlenek baru, E – OH^-, anion wodorotlenkowy, F – KOH, wodorotlenek potasu;
1 – $Ba + 2H_2O \rightarrow Ba(OH)_2 + H_2$,
2 – $4K + O_2 \rightarrow 2K_2O$,
3 – $2Ba + O_2 \rightarrow 2BaO$,
4 – $BaO + H_2O \rightarrow Ba(OH)_2$,
5 – $Ba(OH)_2 \xrightarrow{H_2O} Ba^{2+} + 2OH^-$,
6 – $KOH \xrightarrow{H_2O} K^+ + OH^-$
Zadanie 8. LiOH – wodorotlenek litu, $Ba(OH)_2$ – wodorotlenek baru

Bibliografia

Achmatowicz O., Stasicka Z.: *Kompendium terminologii chemicznej*, ZamKor, Kraków 2005

Atkins P., Jones L.: *Chemia Ogólna*, Wydawnictwo Naukowe PWN SA, Warszawa 2016

Bielański A.: *Podstawy chemii nieorganicznej*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2013

Bieniek G.: *Chemia, doświadczenia chemiczne w zadaniach*, Wydawnictwo szkolne OMEGA, Kraków 2012

Challoner J.: *Pierwiastki, czyli z czego zbudowany jest Wszechświat*, Wydawnictwo Publicat, Poznań 2012

CRC Handbook of Chemistry and Physics 102nd Edition, 2021–2022

Emsley J.: *Chemia – przewodnik po pierwiastkach*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1997

Emsley J.: *Przewodnik po chemii życia codziennego*, Prószyński i S-ka, Warszawa 1996

Encyklopedia Biologiczna, Wydawnictwo OPRES, Kraków 2000

Encyklopedia szkolna. Chemia, red. T.M. Krygowski, WSiP, Warszawa 2001

Galikowski M., Hassa R., Kaczmarzyk M., Mrzigod A., Mrzigod J., Więckowski M.: *Przyroda 1, materiał edukacyjny przeznaczony do nauki przyrody w liceum ogólnokształcącym i technikum*, Nowa Era, Warszawa 2016

Galikowski M., Hassa R., Kaczmarzyk M., Mrzigod A., Mrzigod J., Więckowski M.: *Przyroda 2, materiał edukacyjny przeznaczony do nauki przyrody w liceum ogólnokształcącym i technikum*, Nowa Era, Warszawa 2016

Jelińska-Kazimierczuk M., Megiel E.: *Teraz matura. Chemia. Vademecum*, Nowa Era, Warszawa 2016

Kompendium terminologii chemicznej, red. Z. Stasicka, O. Achamowicz, ZamKor, Kraków 2005

Król I., Mazur P.: *Repetytorium maturzysty*, Wydawnictwo GREG, Kraków 2016

Kulawik T., Litwin M., Styka-Wlazło S.: *Chemia w zadaniach i przykładach*, Nowa Era, Warszawa 2014

Lamparska J.: *Dolny Śląsk jakiego nie znacie*, cz. 1 i 2, Asia Press, Wrocław 2002

Lautenschlager K.-H., Schroter W., Wanninger A.: *Nowoczesne kompendium chemii*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2007

Litwin M., Styka-Wlazło S., Szymońska J.: *To jest chemia 1, podręcznik dla liceum ogólnokształcącego i technikum*, Nowa Era, Warszawa 2016

Litwin M., Styka-Wlazło S., Szymońska J.: *To jest chemia 2, podręcznik dla liceum ogólnokształcącego i technikum*, Nowa Era, Warszawa 2016

Łukasiewicz M., Michalski O., Szymońska J.: *Obliczenia chemiczne*, Wydawnictwo Uniwersytetu Rolniczego, Kraków 2015

McMurry J., Fay R.C.: *Chemistry*, Pearson 2008

Mercik A., Mercik S.: *Słownik pierwiastków chemicznych*, R. A. F. Scriba, Racibórz 1994

Mizerski W.: *Tablice chemiczne*, Wydawnictwo Adamantan, Warszawa 2013

Mizerski W.: *Tablice szkolne*, Wydawnictwo Adamantan, Warszawa 2011

Obliczenia z chemii ogólnej, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 2015

Ryan L.: *New Chemistry for You*, Nelson Thornes, 2011

Tilling S.: *Ozon a efekt cieplarniany – zbadaj to sam*, WSiP, Warszawa 1995

Timberlake K.C.: *Chemistry*, Pearson 2012

Widernik T., Nesterowicz M., Bartnicka H.: *Ćwiczenia laboratoryjne z chemii ogólnej*, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 2002

Zagórski Z.P.: *Niebezpieczne żywe srebro*, „Wiedza i Życie", 11 (2000)

Indeks

A

aerozole 65–66, 68, 72
aktywność chemiczna metali 15, 34–36, 52, 101, 103
aluminium 30, 36
amoniak 45, 63, 73, 115, 126, 163, 218–219
anion 117–122, 124, 149, 153, 163, 221
– chlorkowy 118–119
– wodorotlenkowy 205–206, 216–219
areometr 184
argon → gazy szlachetne
ARYSTOTELES 226
asocjacja 162
atmosfera 62, 66, 68, 73, 91, 226–227, 234
atomy 76–78, 228
– budowa 82–88, 228–229
– masy 79–81
– model 96–99, 102, 228–229
azot 47, 49, 74, 102, 108–110, 112, 126, 219, 226–227
– właściwości 47
– w stanie ciekłym 47, 227
azotan(V) amonu 165
– potasu 167, 174, 198–199, 202–203
– srebra(I) 174
azotany 158

B

BECQUEREL ANTOINE H. 90, 232
benzyna 160–161, 192
BERZELIUS JÖNS J. VON 29, 233
BOHR NIELS H. 229
BOYLE ROBERT 29
BROGLIE LOUIS DE 229
brom 29, 34, 35, 94, 108
BROWN ROBERT 228
budowa polarna 163, 188

C

CAILLETET PAUL L. 227
CAVENDISH HENRY 226–227
CHADWICK JAMES 229
chlor 34, 40, 63, 73, 90, 94, 108–109, 117–119, 126, 148
chlorek glinu 217
– miedzi(II) 217
– sodu 30, 40, 117, 119, 163, 174, 198–199, 202–203, 217
– wapnia 117
chlorowodór 63, 73, 111, 115, 163
chłodnica 24
ciało fizyczne 13
cukier 13–14, 124, 160–161, 171, 232
CURIE PIERRE 90, 230
cynk 33, 37, 39, 40, 62
czad → tlenek węgla(II)
cząsteczka 79, 102, 109–116, 128, 152

D

DALTON JOHN 30, 77, 228, 233
dekantacja 24–25, 41
DEMOKRYT Z ABDERY 228
destylacja 24–25, 41, 156
deuter → wodór, izotopy
dipol 162–163, 165, 188
dublet elektronowy 106–107, 112, 114, 116, 152
duraluminium 37
dwutlenek węgla → tlenek węgla(IV)
dyfuzja 76–78, 102
dysocjacja elektrolityczna 220–223
– zasad 220–223
dziura ozonowa 66, 68, 74

E

efekt cieplarniany 56, 68
elektrolity 198–199, 204, 223
elektrony 82–88, 100, 102, 228–229
– walencyjne 83, 85, 88, 96, 100, 102–103, 106–107, 152
elektroujemność 115–116, 119, 124, 152
elektrownia jądrowa 91–92
emulsja 160–161, 165

F

fenoloftaleina 200–205, 207, 212, 223
filtracja → sączenie
fluor 108, 118–119, 126
fluorek glinu 120–121
fosfor 96, 108
– czerwony 33
fotosynteza 59, 73, 192
frans 115
freony 65–66, 68, 72, 218

G

gaszenie wapna 213, 215
gazy cieplarniane 67–68
– szlachetne 45, 47–48, 72, 152
gęstość 15, 17–18, 20, 22, 24, 36, 41
glicerol 198–199, 202–203

grupa wodorotlenowa 205–206, 221
grupy układu okresowego pierwiastków 93–95, 103

H

hel → gazy szlachetne
HELMONT JAN B. VAN 226
higroskopijność 49–50, 73

I

indeks stechiometryczny 128, 132, 138, 153
indykatory → wskaźniki
izotopy 89–92, 103
– naturalne 90, 103
– promieniotwórcze 92, 230–231
– sztuczne 90
– zastosowania 91

J

jądro atomowe 82, 84–85, 88, 102, 228–229
jednostka masy atomowej 77–78, 90, 92, 103
jod 30, 34, 108, 126
JOLIOT-CURIE FÉDÉRIC J. 231
JOLIOT-CURIE IRÈNE 231
jony 117–122, 153, 220, 222

K

kadm 158
karta charakterystyki 9
katalizator 195, 197, 219, 223
kation 117–119, 122, 153, 220–222
– glinu 121
– potasu 221
– sodu 118–119, 153, 220–221
koloid 170–172, 188–189
kondensacja → skraplanie
konfiguracja elektronowa 87, 96–99, 106
korozja 38–40
krypton → gazy szlachetne
krystalizacja 22, 167–169, 172, 174, 189
kryształy jonowe 119
krzemionka → tlenek krzemu(IV)
krzepnięcie 18, 27, 41, 49, 157
krzywe rozpuszczalności 173–175, 177
ksenon → gazy szlachetne
kwas 198–203
– chlorowodorowy 35, 57, 62, 198–199, 202–203
– siarkowy(VI) 198–199, 202–204
– solny → kwas chlorowodorowy
kwaśne opady 66–68

L

LAVOISIER ANTOINE L. DE 227
LEUKIPPOS 228
liczba atomowa 88–89, 93–94, 96, 102, 233
– masowa 86, 88–89, 102
lód 27, 41, 49, 157, 188
– suchy 60–61, 196

Ł

ładunek anionu 117, 122, 153
– elektryczny 82, 86, 88, 102, 117, 122, 153, 228–229
– kationu 117, 122, 153
ŁOMONOSOW MICHAIŁ W. 232

M

magnez 10, 33, 35, 37, 52–53, 58–59, 62–63, 70, 102, 126
manganian(VII) potasu 51–52, 76
masa atomowa 79, 81, 90, 92, 103
– – średnia 90, 92, 103
– cząsteczkowa 79, 81, 103
materia 13, 16, 40, 76–78, 86, 90, 102, 148, 226, 228–229, 233
mechanika kwantowa 229
MENDELEJEW DMITRIJ I. 93–94, 233
metale 33, 38, 40
– ciężkie 36, 65, 158
– lekkie 36
– szlachetne 35, 38
– właściwości 33–36
– zastosowania 37
metan 45, 68
metody mechaniczne rozdzielania → → rozdzielanie, metody mechaniczne
miedź 13–14, 35–37, 40, 132, 143, 205
mieszanina 21–23, 25, 31, 40–41, 170–172, 188
– jednorodna 22, 24–25, 40–41, 44, 166, 226
– niejednorodna 22, 25, 39–40, 161
– oziębiająca 165
mleko wapienne 213
mosiądz 36, 172

N

nawozy sztuczne 161, 196, 214, 218
neon → gazy szlachetne
neutrony 82, 85–86, 88–89, 102, 229
nieelektrolity 198–199, 204, 223
niemetale 33, 40
– właściwości 33–34
– zastosowania 37
nukleony 82, 85–86, 88, 102, 229

O

objętość 18, 41
obliczenia stechiometryczne 146
obserwacje 10
oczyszczanie wód → woda, oczyszczanie
odczyn roztworu 199–204, 223
odczynnik chemiczny 8, 12, 211
okresy układu okresowego pierwiastków 93–94, 96, 103
oktet elektronowy 106–107, 116, 152
OLSZEWSKI KAROL S. 227
ołów 30, 36, 151, 158, 230
oranż metylowy 199–204, 223
ozon 45, 66, 68, 72

P

para
– elektronowa 107–116, 123, 129, 152, 162
– wodna 27, 41, 45, 49, 63, 65–68, 73, 156–157, 188
parowanie 27, 41, 49, 157
patyna 38
PAULING LINUS C. 115
PICTET RAOUL P. 227
pierwiastki chemiczne 29, 31–33, 40, 77–78, 86, 88, 103, 108, 226, 228, 233
– promieniotwórcze 90, 230– 231
piktogram 6, 16
platyna 35
polaryzacja wiązania chemicznego 116
polon 29, 90, 230
ponadtlenek potasu 140
potas 35, 208
powietrze 44–45, 50, 72, 226–227
– składniki 45, 50, 226–227
– właściwości 44–46
– zanieczyszczenia 65–68
powłoka elektronowa 82–86, 96, 100, 103
prawo okresowości 93, 95, 233
– oznaczania pierwiastków 233
– przyrody 232
– stałości składu związku chemicznego 133–134, 137, 153, 232
– stosunków stałych → prawo stałości składu
– stosunków wielokrotnych 233
– zachowania masy 143, 145, 153, 232
prażenie wapieni 213
PRIESTLEY JOSEPH 226
procent objętościowy 45
– masowy 134
produkt 52–53, 55, 59, 61, 63, 69, 73, 137–138
promieniotwórczość 90, 230–231
– naturalna 230
– sztuczna 231
prot → wodór, izotopy
protony 82, 85–86, 88, 102, 229
PROUST JOSEPH L. 134, 232
PROUT WILLIAM 228
próba jubilerska 37
przewodnictwo elektryczne 15, 34–36, 198, 202
– cieplne 15, 34, 36
– prądu elektrycznego → przewodnictwo elektryczne
pyły 65

R

radon → gazy szlachetne
RAMSAY WILLIAM 227
RAYLEIGH JOHN W.S. 227
rdza 15, 38–39, 192
rdzeń atomowy 83, 85, 102
reakcja analizy 52, 55, 69, 73, 138
– charakterystyczna 56, 61, 73
– chemiczna 26, 28, 41, 69, 71, 133
– egzoenergetyczna 69–71, 73
– endoenergetyczna 69–71, 73
– syntezy 53, 55, 69, 73, 138, 194, 219
– wymiany 59, 61, 63, 69, 73
resublimacja 27, 41, 49, 157
ROENTGEN WILHELM C. 230
rozdzielacz 25
rozdzielanie mieszanin 21–25
– metody mechaniczne 24, 41
– z użyciem rozdzielacza 25, 41
rozpuszczalnik 160, 163, 166, 168–169, 172–173, 181, 188–189
rozpuszczalność 15, 173, 179, 189
– gazów 176
– substancji stałych 174
rozpuszczanie 160–165
roztwór 166, 172, 181, 188
– nasycony 166–170, 172, 173–174, 188–189
– nienasycony 166–170, 172, 173–174, 188–189
– rozcieńczony 170, 186, 188–189
– stężony 170, 186, 188–189
– właściwy 170–172, 188–189
równanie reakcji chemicznej 138, 153
rtęć 30, 35–36, 52, 158, 232
RUTHERFORD DANIEL 226
RUTHERFORD ERNEST 228–231

S

sacharoza 198–199, 202–203
sączek 23, 25
sączenie 23, 25, 41

SCHEELE CARL W. 226
sedymentacja 24–25
siarczan(VI) miedzi(II) 164, 166, 171
siarka 21–22, 26, 31, 33, 37, 52–53, 108, 151
siarkowodór 63, 73, 163
skład procentowy 134
SKŁODOWSKA-CURIE MARIA 29, 90, 230
skraplanie 27, 41, 49, 157
smog 65, 67–68
smuga kondensacyjna 50
soda żrąca → wodorotlenek sodu
sód 30, 33, 35–36, 207–208
sól 33, 198–199, 202–203
– kamienna → sól kuchenna
– kuchenna 8, 14, 21, 38–39, 117, 124, 160–161, 171
spalanie 26, 28, 44–45, 52–53, 63, 70–71, 232
sprzęt laboratoryjny 9, 232, 235
srebro 30, 35
STAHL GEORG E. 226
stal 39
stan skupienia 14–15, 33, 41, 49, 65, 157, 188
stężenie procentowe roztworu 180, 187, 189
STONEY GEORGE J. 228
stop metali 36–39
stosunek masowy 133, 153
sublimacja 27, 41, 49, 61, 157
substancja 13, 16, 33, 40
– prosta 30, 32, 40
– rozpuszczana 163, 166, 168–171, 181, 188–189
– złożona 30–32, 40
substraty 52–53, 55, 59, 63, 69, 73, 138, 153
suchy lód 61–62, 169
symbole chemiczne pierwiastków 29–30, 233
szkło laboratoryjne 8–9, 234
szybkość rozpuszczania 164, 173, 188

Ś

ścieki 23, 158–159, 207
średnia masa atomowa → masa atomowa średnia

T

tabela rozpuszczalności 216
teoria atomistyczno–cząsteczkowej budowy materii 77, 228, 233
termiczny rozkład wapieni → prażenie wapieni
THOMSON JOSEPH J. 228
tlen 10, 30, 45, 51, 72
– obieg w przyrodzie 59, 73
– otrzymywanie 51
– właściwości 55, 72
– zastosowania 54
tlenek
– azotu(II) 67
– azotu(IV) 67, 195
– glinu 194
– krzemu(IV) 192, 196
– magnezu 10, 53, 58–59, 63, 120, 140, 196
– manganu(IV) 195
– miedzi(I) 132, 150
– miedzi(II) 38, 132, 150, 195
– potasu 212
– rtęci(II) 51–52, 139
– siarki(IV) 53, 65, 67, 195–196
– siarki(VI) 195–196
– sodu 132, 192, 194, 208
– wapnia 195–196, 212–215
– węgla(II) 65, 67–68, 192
– węgla(IV) 38, 45, 55–61, 65, 67–68, 72–73, 113, 138, 140, 143, 176, 192, 195–196, 212, 226
– wodoru → woda
– żelaza(III) 192, 196
tlenki 53, 55, 72, 192, 196, 226
– budowa 193
– metali 53, 72, 192, 196
– niemetali 53, 72, 192, 196
– otrzymywanie 194–195
– zastosowanie 198–199
topnienie 15, 26–27, 41, 49, 70, 117, 123, 157
tryt → wodór, izotopy
TYNDALL JOHN 172

U

układ okresowy pierwiastków chemicznych 30, 93–94, 96, 103, 233
– SI 18
uniwersalny papierek wskaźnikowy 200–204

V

VILLARD PAUL U. 231

W

wapień 214
wapno gaszone → wodorotlenek wapnia
– palone → tlenek wapnia
wapń 30, 211
wartościowość 128–129, 132, 153
warunki normalne 15–16, 46
węgiel 29–30, 37, 52–53, 59, 89
– aktywny
– kamienny 29
węglan wapnia 57, 70, 195
wiązanie atomowe → wiązanie kowalencyjne
– chemiczne 106, 115–116, 123, 125, 152

– jonowe 117–124, 152–153
– kowalencyjne 106–116, 123, 152
– – niespolaryzowane 123, 152
– – spolaryzowane 115, 123, 152, 162
– podwójne 113, 126, 129
– pojedyncze 108–109, 111–112, 114, 126, 129
– potrójne 109–110, 126, 129
właściwości substancji 14–16, 40
– – chemiczne 15, 40
– – fizyczne 15, 40
wniosek 10, 12
woda 13–14, 27, 156, 166
– amoniakalna → zasada amonowa
– budowa cząsteczki 162–163, 188
– destylowana 156, 198–199, 202–203
– obieg w przyrodzie 49
– oczyszczanie 159
– stany skupienia 27, 49, 157, 188
– wapienna 56, 61, 72–73, 213, 215
– właściwości 157–158, 188
– zanieczyszczenia 158
wodorki 63–64, 127, 163
wodorotlenek glinu 205, 217
– magnezu 216
– miedzi(II) 195, 205, 216–217
– potasu 198–199, 202–203, 205, 208–210, 216, 221
– sodu 49, 166, 189, 198–199, 202–203, 205, 207–211, 216–218, 220–221
– wapnia 205, 212–216,
wodorotlenki 199, 205–206, 215–216, 220, 223
– budowa 205, 223
– nazwy 205
– wzór ogólny 205, 223
wodór 62–64
– izotopy 89
– otrzymywanie 62–63
– właściwości 63, 73
– zastosowania 64
WRÓBLEWSKI ZYGMUNT F. 227
wskaźniki 199–204
– naturalne 202
– uniwersalne 199
współczynnik stechiometryczny 128, 132, 138, 153
wzór elektronowy 108, 129
– strukturalny 129–130, 132, 153, 162
– sumaryczny 129–130, 132, 153, 162
– związku chemicznego 129

Z

zanieczyszczenia powietrza → powietrze, zanieczyszczenia
– wód → woda, zanieczyszczenia
zaprawa wapienna 215
zasada 218–221, 223
– mocna 222
– potasowa → wodorotlenek potasu
– słaba 222
– sodowa → wodorotlenek sodu
– wapniowa → wodorotlenek wapnia
zawiesina 170–172, 188–189, 213
zjawisko fizyczne 26–28, 41
złoto 35–37, 226
ZWEIG GEORGE 229
związki chemiczne 30–32, 40, 77–78, 123, 232
– jonowe 119, 123–125, 153
– kowalencyjne 123–125, 153
– organiczne 59, 198–199, 202–203

Ż

żelazo 14–15, 21, 30–31, 36–40, 71, 132

Zdjęcie na okładce: Getty Images/Moment/Jason marz.

Projekty infografik: Enzo di Giacomo, Ewa Kaletyn, Konrad Klee, Adam Król, Klaudia Jarocka, Ewa Pawińska, Marcin Ptak, Sławomir Włodarczyk, Piotr Zabłudowski

Rysunki: Ewelina Baran, Rafał Buczkowski, Zuzanna Dudzic, Enzo di Giacomo, Natalia Helman, Krzysztof Mrawiński, Marcin Oleksak, Dorota Sameć, Ewa Sowulewska

Zdjęcia: Agencja Wyborcza.pl: Agnieszka Sadowska s. 210 (pojemnik do segregacji baterii); Archiwum Wydawnictwa s. 16 (detergenty), s. 137, 197, 200 (papierki uniwersalne), s. 227 (Wróblewski, Olszewski); BE&W: AISA – s. 226 (Arystoteles), s. 230 (Maria Skłodowska-Curie, Pierre Curie), IBERFOTO, ARCHIVO DE LA IMAGEN, SL s. 90, AKG IMAGES Gmbh s. 227 (Lavoisier), s. 232 (Lavoisier), Alamy Stock Photo – Jim McKinley s. 17 (pływająca zapora), The Picture Art Collection s. 226 (Priestley), FarabolaFoto s. 232 (Proust), Granger Collection s. 226 (Cavendish), s. 228 (Dalton), s. 233 (Dalton), s. 233 (Berzelius), HeritageImages/Ann Ronan Pictures s. 228 (Thomson), s. 230 (Roentgen, Becquerel), Imagno s. 229 (Bohr), Science Source – Charles D. Winters s. 174, 189 (rozpuszczanie wodorotlenku), s. 199 (ogniwo), s. 220 (wodorotlenek sodu), GIPhotoStock Images s. 58 (łuczywo), GIPhotoStock s. 168–169 (przygotowanie roztworu), s. 181, 189 (roztwór nienasycony i nasycony), Kenneth Eward s. 35 (gal), Mark A. Schneider s. 13 (miedź), Mark Burnett s. 91 (elektrownia), Turtle Rock Scientific s. 56 (mętnienie wody wapiennej), s. 70, 124, 160 (wlewanie oleju), s. 162, 168–169 (krystalizacja siarczanu miedzi), 200 (zlewki z fenoloftaleiną, oranżem metylowym), s. 217, Ullsteinbild s. 94 (Mendelejew), s. 232 (Łomonosow), s. 233 (Mendelejew); East News: AFP/Christian Aslund s. 92, Voisin/Phanie s. 91 (badanie tarczycy); Fotolia: Africa Studio s. 196 (szkło); GettyImages: E+ – Antagain s. 76 (herbata), Berenika_L s. 54 (nurek), CatLane s. 165 (mikrofalówka), dem10 s. 123, DonNichols s. 157 (szklanka), DoraDalton s. 18 (kra), Fotografia INC. s. 183, Imgorthand s. 255, milanfoto s. 161 (majonez), ollo s. 117, sdlgzps s. 54 (huta), uschools s. 67 (smog), EyeEm – Amy Mitchell s. 54 (pulsoksymetr), Helmut Feil s. 11 (ogrzewanie probówki), Spyros Arsenis s. 48 (balony), Gamma-Keystone/Keystone-France s. 228 (Rutherford), s. 231, iStock Unreleased/5./15 WEST s. 8, iStock/Getty Images Plus – 5bf5911a_905 s. 62 (wulkan), AnnaTamila s. 191 , 192, AntonioGuillem s. 48 (inhalator), Anze Furlan/psgtproductions s. 55, Axel Goehns s. 67 (las), berkay s. 105, 127, cobalt s. 37 (pierścionki), industryview s. 54 (spawanie), Jelena990 s. 48 (neon), Liudmila Chernetska s. 18 (cylinder miarowy), max-kegfire s. 75, 77 (okulary VR), meen_na s. 67 (ryby), naumoid s. 7, 13 (śnieg), nikom1234 s. 11 (badanie zapachu), Oleg_Ermak s. 155, 160 (kałuża), prabhjits s. 67 (gleba), PragasitLalao s. 37 (włókno węglowe), rsaulyte s. 27 (szron na liściu), Su Nitram s. 15 (zardzewiały gwóźdź), tassapon s. 43, 46, unclepodger s. 17 (syrop), ValentynVolkov s. 214 (tabletka musująca), victoriya89 s. 196 (pudry), volschenkh s. 9 (palink), vtorous s. 37 (miedziany kabel), Moment – Daniel Garrido s. 48 (pas startowy), LuismiX s. 51 (pławikonik), ONOKY/Fabrice LEROUGE s. 36 (ryba), Photodisc – Jack Andersen s. 60 (puszka), Yuji Kotani s. 82, Science Photo Library/Getty Images Plus/MARK GARLICK s. 229 (atom tło), SSPL/Science & Society Picture Library s. 94 (rękopis Mendejejewa), s. 233 (rękopis Mendejejewa); Indigo: Science Photo Library – s. 33 (sód), s. 84, s. 200–201, s. 221, Alexandre Dotta s. 25, ArSciMed s. 229 (atom helu), Detlev van Ravenswaay s. 64 (rakieta), Javier Trueba/MSF/SCI s. 31 (Kryształowa Jaskinia), Jesper Klausen s. 44 (wiatraki), Martyn F. Chillmaid s. 192 (czujnik); NASA: s. 66 (dziura ozonowa), s. 67 (dziura ozonowa, Ziemia), s. 140; Panthermedia: Arina Zaiachin s. 37 (krem), paul prescott s. 38 (motocykl); Shutterstock: Africa Studio s. 13 (solenie), s. 28, 141, Aleksandar Malivuk s. 60 (jabłka), Aleksandra Pikalova s. 40 (szklanka wody), Aleksey Boyko s. 143 (ognisko), alex_gor s. 210 (kakao), Alexander Mazurkevich s. 96, Alexsey t17 s. 37 (szklanka wody), alpimages s. 93, Andrea Izzotti s. 91 (mumia), Anna Kucherova s. 201 (sok z cytryny), Anton Master s. 37 (rowerzysta), Anton Starikov s. 37 (garnek), Artiom Photo s. 234 (pipeta), Attapon Thana s. 47, bazilpp s. 164 (herbata), Bertold Werkmann s. 110, Big Pants Production s. 15 (zgięty gwóźdź), broukoid s. 9 (probówki), carmakoma. 146, Chanon naprom s. 64 (butle z wodorem), Chepe Nicoli s. 27 (czajnik), Chromakey s. 36 (trąbka), Coprid s. 186 (koncentrat), Damian Palus s. 158 (beczka), danymages s. 29 (węgiel), dean bertoncelj s. 198 (picie wody), demarcomedia s. 13 (kabel), Den Rozhnovsky s. 212 (bielenie drzewa), Designs Stock s. 234 (probówka z gazem), Diana Taliun s. 186 (sok), DUSAN ZIDAR s. 180 (mleko), ESB Professional s. 214 (pies), Eskymaks s. 33 (siarka), Evgeny Karandaev s. 21 (lemoniada), Fablok s. 33 (cynk), FabrikaSimf s. 13 (puszka), Fiore s. 156 (serce), Fotokostic s. 64 (oprysk upraw), Frantisek Czanner s. 176 (akwarium), Gordon Ball LRPS s. 214 (dom), Hawk777 s. 89, IB Photography s. 126, igorsm8 s. 60 (mrożonki), Inna Dodor s. 173, Irena Misevic s. 196 (owoce), Izabela Magier s. 26 (naleśnik), Jimmy S. Aditya s. 235 (drewniana łapa), joo830908 s. 37 (samolot), justin maresch s. 196 (puszka), Karlisz s. 161 (frytka), Kenneth Keifer s. 66 (las), khuntong s. 9 (moździerz), s. 235 (moździerz), Kletr s. 42 (węgiel), Konstantin Shevtsov s. 216, Kuznetsov Dmitriy . 158 (mycie naczyń), lafoto s. 67 (trąba powietrzna), Leszek Glasner s. 65, LianeM s. 202 (niebieski chaber), Lisa S. s. 13 (cukier), s. 164 (cukier), s. 218 (ciasto), Liubov Butakova s. 202 (różowy chaber), logoboom s. 158 (samochód), Mara008 s. 77 (Ziemia), Melinda Nagy s. 210 (mydło), Michael Dechev s. 54 (inkubator), Michael Kraus s. 201 (mydło), mihalec s. 15 (prosty gwóźdź), Minerva Studio s. 214 (dentysta), Napat s. 40 (zardzewiałe gwoździe), Nattapol_Sritongcom s. 210 (ręce), Nattika s. 133 (jajka, babeczki), New Africa s. 9 (szkło laboratoryjne), s. 33 (nożyczki), s. 64 (kromka), s. 214 (rękawiczka), s. 234 (szkło laboratoryjne), NeydtStock s. 210 (szyba), Nik Symkin s. 13 (glin), Oleksandr Tereshchenko s. 42 (młynek), Olga Miltsova s. 205, Pack s. 16 (benzyna), Pavlo Loushkin s. 153, Peter Hermes Furian s. 119, Petr Malyshev s. 133 (jajko), photoerick s. 218 (traktor), Photomatz s. 27 (szklanka wody), Photoongraphy s. 201 (mleko), Pittaya s. 156 (płyn), Poznyakov s. 210 (mycie głowy), pryzmat s. 158 (znak), r.classen s. 218 (mycie okna), Robert Przybysz s. 60 (opatrunek), Robert Red s. 42 (śruby), Ruth Black s. 218 (piernik), Ryhor M Zasinets s. 60 (gaśnica), Scharfsinn s. 64 (autobus), Sergey Chirkov s. 13 (woda), Sergieiev s. 148, Shaiith s. 91 (lodołamacz), Shuttertum s. 234 (lejek), Sijitra Chaowdee s. 69, SimoneN s. 196 (zaprawa), Slobodan Babic s. 27 (kostka lodu), Soho A Studio s. 161 (krem), Stanislav Salamanov s. 200 (test papierkiem), Stanislav71 s. 164 (woda), Syda Productions s. 57 (dzieci), Sylvie Bouchard s. 56 (niedźwiedź), Tamara Kulikova s. 166 (morze), Tuzemka s. 215, Ulga s. 40 (garnek), urfin s. 234 (szalka Petriego), uschenkova s. 201 (test papierkiem), Ventura s. 196 (beczki), wewi-creative s. 50, WhiteJack s. 235 (okulary), Yuriy Kulik s. 172; Thinkstock/Getty Images: Digital Vision s. 106, Hemera – Joanna Wnuk s. 22 (kryształy soli), Nick Vangopoulos s. 39, iStock/JBryson s. 158 (szybkowar), iStockphoto – s. 159, JanPietruszka s. 42 (kostka lodu), manfredxy s. 157 (higrometr), Paul Fleet s. 91 (czujnik), robertprzybysz s. 165 (kompres), somchaisom s. 176 (puszki), Yury Minaev s. 13 (wata cukrowa); Anna Budzyńska s. 41 (przesiewanie); Włodzimierz Echeński s. 9 (statyw, szkiełko zegarkowe), s. 12, 26 (spalanie tlenku magnezu), s. 29 (brom), s. 31 (mieszanina siarki z żelazem, związek siarki i żelaza), s. 33 (magnez), s. 34 (jod, chlor), s. 38 (gwoździe), s. 40 (miedź), s. 41 (olej z wodą, magnes), s. 49 (pochłanianie pary wodnej), s. 58 (spalanie tlenku magnezu), s. 63, 71, 73, 102, s. 143 (masa miedzi), s. 151, 161 (rozpuszczanie oleju), s. 167, 171 (koloid), s. 180 (roztwory), s. 188 (rozpuszczanie siarczanu miedzi), s. 189 (koloid), s. 198 (przewodzenie), s. 199 (papierki wskaźnikowe), s. 201 (odczyny indykatorów), s. 203, 204 (wskaźniki), s. 207 (otrzymywanie wodorotlenku sodu), s. 212 (reakcja), s. 213 (prażenie wapieni, wapno palone, wapno gaszone, mleko wapienne – zawiesina), s. 220 (zestaw do badania przewodnictwa prądu), s. 223 (papierki wskaźnikowe), s. 234 (bagietka, szkiełko zegarkowe, krystalizator), s. 235 (łyżka do spalań, szczypce metalowe, trójnóg, statyw, palniki); PUTTO/Piotr Kubat s. 17 (olej z wodą), s. 21 (mieszanina wody z solą, siarki z żelazem), s. 22 (mieszanina siarki z żelazem, opiłki), s. 23, 24, 26 (ogrzewanie parafiny), s. 31 (mieszanina siarki z żelazem – zbliżenie), s. 34 (przewodnictwo), s. 35 (reakcja), s. 44 (badanie powietrza), s. 49 (wodorotlenek sodu), s. 51 (otrzymywanie tlenu), s. 53, 57 (reakcja), s. 61, 62 (reakcja), s. 76 (dyfuzja), s. 150, 161 (rozpuszczanie cukru, soli, benzyny), s. 166 (roztwór), s. 170, 171 (roztwór właściwy, koloid, zawiesina), s. 184, 186 (roztwór), s. 188 (zlewka), s. 189 (zlewka, koloid, zawiesina), s. 192 (tlenek żelaza, chromu), s. 198 (żarówki), s. 199 (żarówki), s. 204 (barwy wskaźników), s. 207 (zbliżenie na sód), s. 208, 209, 213 (mleko wapienne – zlewka, wodorotlenek wapnia), s. 220 (żarówka), s. 223 (tlenek chromu, żarówki); Jarosław Ładny s. 33 (fosfor), s. 211; Maciej Wróbel s. 196 (woda gazowana), s. 207 (udrażniacz do rur).

Wydawnictwo Nowa Era oświadcza, że podjęło starania, mające na celu dotarcie do właścicieli i dysponentów praw autorskich wszystkich zamieszczonych utworów. Wydawnictwo Nowa Era, przytaczając w celach dydaktycznych utwory lub fragmenty, postępuje zgodnie z art. 27^1 ust. 1 ustawy o prawie autorskim. Jednocześnie Nowa Era oświadcza, że jest jedynym podmiotem właściwym do kontaktu autorów tych utworów lub innych podmiotów uprawnionych w przypadkach, w których twórcy przysługuje prawo do wynagrodzenia.

Układ okresowy pierwiastków chemicznych

liczby masowe występujących w przyrodzie izotopów (dla pierwiastków chemicznych otrzymanych sztucznie podano liczby masowe najważniejszych izotopów)

symbol pierwiastka chemicznego

masa atomowa, u

liczba atomowa

nazwa pierwiastka chemicznego

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	2 $^{1}_{1}$ **H** wodór *1,008*																	4 $^{3}_{2}$ **He** hel *4,00*
2	7 $^{6}_{3}$ **Li** lit *6,94*	9 $^{9}_{4}$ **Be** beryl *9,01*											11 $^{10}_{5}$ **B** bor *10,81*	13 $^{12}_{6}$ **C** węgiel *12,01*	15 $^{14}_{7}$ **N** azot *14,01*	18 17 $^{16}_{8}$ **O** tlen *16,00*	19 $^{9}_{F}$ **F** fluor *19,00*	22 21 $^{20}_{10}$ **Ne** neon *20,18*
3	23 $^{11}_{Na}$ **Na** sód *22,99*	26 25 24 $^{12}_{Mg}$ **Mg** magnez *24,31*											27 $^{13}_{Al}$ **Al** glin *26,98*	30 29 28 $^{14}_{Si}$ **Si** krzem *28,09*	31 $^{15}_{P}$ **P** fosfor *30,97*	36 33 34 32 $^{16}_{S}$ **S** siarka *32,06*	37 35 $^{17}_{Cl}$ **Cl** chlor *35,45*	40 38 36 $^{18}_{Ar}$ **Ar** argon *39,95*
4	41 40 39 $^{19}_{K}$ **K** potas *39,10*	48 43 46 42 44 40 $^{20}_{Ca}$ **Ca** wapń *40,08*	45 $^{21}_{Sc}$ **Sc** skand *44,96*	48 50 47 49 46 $^{22}_{Ti}$ **Ti** tytan *47,87*	51 50 $^{23}_{V}$ **V** wanad *50,94*	54 52 53 50 $^{24}_{Cr}$ **Cr** chrom *52,00*	55 $^{25}_{Mn}$ **Mn** mangan *54,94*	58 56 57 54 $^{26}_{Fe}$ **Fe** żelazo *55,85*	59 $^{27}_{Co}$ **Co** kobalt *58,93*	61 64 60 62 58 $^{28}_{Ni}$ **Ni** nikiel *58,69*	65 63 $^{29}_{Cu}$ **Cu** miedź *63,55*	67 70 66 68 64 $^{30}_{Zn}$ **Zn** cynk *65,38*	71 69 $^{31}_{Ga}$ **Ga** gal *69,72*	73 76 72 74 70 $^{32}_{Ge}$ **Ge** german *72,63*	75 $^{33}_{As}$ **As** arsen *74,92*	82 77 80 76 78 74 $^{34}_{Se}$ **Se** selen *78,97*	81 79 $^{35}_{Br}$ **Br** brom *79,90*	86 82 84 80 83 78 $^{36}_{Kr}$ **Kr** krypton *83,80*
5	87 85 $^{37}_{Rb}$ **Rb** rubid *85,47*	88 87 86 84 $^{38}_{Sr}$ **Sr** stront *87,62*	89 $^{39}_{Y}$ **Y** itr *88,91*	92 96 91 94 90 $^{40}_{Zr}$ **Zr** cyrkon *91,22*	93 $^{41}_{Nb}$ **Nb** niob *92,91*	96 100 95 98 94 97 92 $^{42}_{Mo}$ **Mo** molibden *95,95*	99 97 96 $^{43}_{Tc}$ **Tc** technet *97,91*	100 104 99 102 98 101 96 $^{44}_{Ru}$ **Ru** ruten *101,07*	103 $^{45}_{Rh}$ **Rh** rod *102,91*	110 105 108 104 106 102 $^{46}_{Pd}$ **Pd** pallad *106,42*	109 107 $^{47}_{Ag}$ **Ag** srebro *107,87*	116 111 114 110 113 108 112 106 $^{48}_{Cd}$ **Cd** kadm *112,41*	115 113 $^{49}_{In}$ **In** ind *114,82*	124 117 122 116 120 115 119 114 118 112 $^{50}_{Sn}$ **Sn** cyna *118,71*	123 121 $^{51}_{Sb}$ **Sb** antymon *121,76*	130 124 128 123 126 122 125 120 $^{52}_{Te}$ **Te** tellur *127,60*	127 $^{53}_{I}$ **I** jod *126,90*	130 136 129 134 128 132 126 131 124 $^{54}_{Xe}$ **Xe** ksenon *131,29*
6	133 $^{55}_{Cs}$ **Cs** cez *132,91*	135 138 134 137 132 136 130 $^{56}_{Ba}$ **Ba** bar *137,33*	139 138 $^{57}_{La}$ **La** lantan *138,91*	180 177 179 176 178 174 $^{72}_{Hf}$ **Hf** hafn *178,49*	181 $^{73}_{Ta}$ **Ta** tantal *180,95*	183 186 182 184 180 $^{74}_{W}$ **W** wolfram *183,84*	187 185 $^{75}_{Re}$ **Re** ren *186,21*	188 192 187 190 186 189 184 $^{76}_{Os}$ **Os** osm *190,23*	193 191 $^{77}_{Ir}$ **Ir** iryd *192,22*	198 194 196 192 195 190 $^{78}_{Pt}$ **Pt** platyna *195,08*	197 $^{79}_{Au}$ **Au** złoto *196,97*	200 204 199 202 198 201 196 $^{80}_{Hg}$ **Hg** rtęć *200,59*	205 203 $^{81}_{Tl}$ **Tl** tal *204,38*	208 207 206 204 $^{82}_{Pb}$ **Pb** ołów *207,2*	209 $^{83}_{Bi}$ **Bi** bizmut *208,98*	218 212 215 210 214 209 $^{84}_{Po}$ **Po** polon *208,98*	215 218 211 216 210 $^{85}_{At}$ **At** astat *209,99*	222 220 219 $^{86}_{Rn}$ **Rn** radon *222,02*
7	223 222 $^{87}_{Fr}$ **Fr** frans *223,02*	228 224 226 223 $^{88}_{Ra}$ **Ra** rad *226,03*	228 227 $^{89}_{Ac}$ **Ac** aktyn *227,03*	261 259 260 257 $^{104}_{Rf}$ **Rf** rutherford *267,12*	263 258 262 257 261 256 260 255 $^{105}_{Db}$ **Db** dubn *268,13*	263 260 261 259 $^{106}_{Sg}$ **Sg** seaborg *271,13*	262 261 $^{107}_{Bh}$ **Bh** bohr *272,14*	265 264 $^{108}_{Hs}$ **Hs** has *270,13*	266 $^{109}_{Mt}$ **Mt** meitner *276,15*	273 271 $^{110}_{Ds}$ **Ds** darmsztadt *281,16*	272 $^{111}_{Rg}$ **Rg** roentgen *280,17*	277 $^{112}_{Cn}$ **Cn** kopernik *285,18*	$^{113}_{Nh}$ **Nh** nihon *284,18*	$^{114}_{Fl}$ **Fl** flerow *289,19*	$^{115}_{Mc}$ **Mc** moskow *288,19*	$^{116}_{Lv}$ **Lv** liwermor *293,20*	$^{116}_{Ts}$ **Ts** tenes *292,21*	$^{118}_{Og}$ **Og** oganeson *294,21*

Lantanowce

142 140 138 136 $^{58}_{Ce}$ **Ce** cer *140,12*	141 $^{59}_{Pr}$ **Pr** prazeodym *140,91*	145 150 144 148 143 146 142 $^{60}_{Nd}$ **Nd** neodym *144,24*	147 145 $^{61}_{Pm}$ **Pm** promet *144,91*	149 154 148 152 147 150 144 $^{62}_{Sm}$ **Sm** samar *150,36*	153 151 $^{63}_{Eu}$ **Eu** europ *151,96*	156 160 155 158 154 157 152 $^{64}_{Gd}$ **Gd** gadolin *157,25*	159 $^{65}_{Tb}$ **Tb** terb *158,93*	161 164 160 163 158 162 156 $^{66}_{Dy}$ **Dy** dysproz *162,50*	165 $^{67}_{Ho}$ **Ho** holm *164,93*	170 166 168 164 167 162 $^{68}_{Er}$ **Er** erb *167,26*	169 $^{69}_{Tm}$ **Tm** tul *168,93*	172 176 171 174 170 173 168 $^{70}_{Yb}$ **Yb** iterb *173,05*	176 175 $^{71}_{Lu}$ **Lu** lutet *174,97*

Aktynowce

232 $^{90}_{Th}$ **Th** tor *232,04*	234 231 $^{91}_{Pa}$ **Pa** protaktyn *231,04*	238 235 234 $^{92}_{U}$ **U** uran *238,03*	235 239 234 238 233 237 232 236 231 $^{93}_{Np}$ **Np** neptun *237,05*	245 240 244 239 243 238 242 237 241 236 $^{94}_{Pu}$ **Pu** pluton *244,06*	244 240 243 239 242 238 241 237 $^{95}_{Am}$ **Am** ameryk *243,06*	250 245 248 244 247 243 246 242 $^{96}_{Cm}$ **Cm** kiur *247,07*	250 246 249 245 247 243 $^{97}_{Bk}$ **Bk** berkel *247,07*	254 249 253 248 252 246 251 245 250 244 $^{98}_{Cf}$ **Cf** kaliforn *251,08*	256 251 255 250 254 249 253 248 252 247 $^{99}_{Es}$ **Es** einstein *252,08*	257 256 255 254 250 $^{100}_{Fm}$ **Fm** ferm *257,10*	258 257 256 $^{101}_{Md}$ **Md** mendelew *258,10*	255 254 253 $^{102}_{No}$ **No** nobel *259,10*	260 257 256 $^{103}_{Lr}$ **Lr** lorens *262,11*

metale

niemetale

brak przyporządkowania

Układ okresowy pier

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2,2 $_{1}$H wodór 1,008								
2	1,0 $_{3}$Li lit 6,94	1,6 $_{4}$Be beryl 9,01							
3	0,9 $_{11}$Na sód 22,99	1,3 $_{12}$Mg magnez 24,31							
4	0,8 $_{19}$K potas 39,10	1,0 $_{20}$Ca wapń 40,08	1,4 $_{21}$Sc skand 44,96	1,5 $_{22}$Ti tytan 47,87	1,6 $_{23}$V wanad 50,94	1,7 $_{24}$Cr chrom 52,00	1,6 $_{25}$Mn mangan 54,94	1,8 $_{26}$Fe żelazo 55,85	1,9 $_{27}$Co kobalt 58,93
5	0,8 $_{37}$Rb rubid 85,47	1,0 $_{38}$Sr stront 87,62	1,2 $_{39}$Y itr 88,91	1,3 $_{40}$Zr cyrkon 91,22	1,6 $_{41}$Nb niob 92,91	2,2 $_{42}$Mo molibden 95,95	2,1 $_{43}$Tc technet 97,91	2,2 $_{44}$Ru ruten 101,07	2,3 $_{45}$Rh rod 102,91
6	0,8 $_{55}$Cs cez 132,91	0,9 $_{56}$Ba bar 137,33	1,1 $_{57}$La lantan 138,91	1,3 $_{72}$Hf hafn 178,49	1,5 $_{73}$Ta tantal 180,95	1,7 $_{74}$W wolfram 183,84	1,9 $_{75}$Re ren 186,21	2,2 $_{76}$Os osm 190,23	2,2 $_{77}$Ir iryd 192,22
7	0,7 $_{87}$Fr frans 223,02	0,9 $_{88}$Ra rad 226,03	$_{89}$Ac aktyn 227,03	$_{104}$Rf rutherford 267,12	$_{105}$Db dubn 268,13	$_{106}$Sg seaborg 271,13	$_{107}$Bh bohr 272,14	$_{108}$Hs has 270,13	$_{109}$Mt meitner 276,15

Lantanowce

$_{58}$Ce cer 140,12	$_{59}$Pr prazeodym 140,91	$_{60}$Nd neodym 144,24	$_{61}$Pm promet 144,91	$_{62}$Sm samar 150,36

Aktynowce

$_{90}$Th tor 232,04	$_{91}$Pa protaktyn 231,04	$_{92}$U uran 238,03	$_{93}$Np neptun 237,05	$_{94}$Pu pluton 244,06

Dla pierwiastków promieniotwórczych, które nie mają stab

- metale
- niemetale
- gazy szlachetne
- brak przyporządkowania

oraz CKE 2021, *Wybrane wzory*

wiastków chemicznych

wiastka chemicznego

owa, u

10	11	12	13	14	15	16	17	18
								$_{2}$He hel *4,00*
			2,0 $_{5}$B bor *10,81*	2,6 $_{6}$C węgiel *12,01*	3,0 $_{7}$N azot *14,01*	3,4 $_{8}$O tlen *16,00*	4,0 $_{9}$F fluor *19,00*	$_{10}$Ne neon *20,18*
			1,6 $_{13}$Al glin *26,98*	1,9 $_{14}$Si krzem *28,09*	2,2 $_{15}$P fosfor *30,97*	2,6 $_{16}$S siarka *32,06*	3,2 $_{17}$Cl chlor *35,45*	$_{18}$Ar argon *39,95*
1,9 $_{28}$Ni nikiel *58,69*	1,9 $_{29}$Cu miedź *63,55*	1,7 $_{30}$Zn cynk *65,38*	1,8 $_{31}$Ga gal *69,72*	2,0 $_{32}$Ge german *72,63*	2,2 $_{33}$As arsen *74,92*	2,6 $_{34}$Se selen *78,97*	3,0 $_{35}$Br brom *79,90*	$_{36}$Kr krypton *83,80*
2,2 $_{46}$Pd pallad *106,42*	1,9 $_{47}$Ag srebro *107,87*	1,7 $_{48}$Cd kadm *112,41*	1,8 $_{49}$In ind *114,82*	2,0 $_{50}$Sn cyna *118,71*	2,1 $_{51}$Sb antymon *121,76*	2,1 $_{52}$Te tellur *127,60*	2,7 $_{53}$I jod *126,90*	$_{54}$Xe ksenon *131,29*
2,2 $_{78}$Pt platyna *195,08*	2,4 $_{79}$Au złoto *196,97*	1,9 $_{80}$Hg rtęć *200,59*	1,8 $_{81}$Tl tal *204,38*	1,8 $_{82}$Pb ołów *207,2*	1,9 $_{83}$Bi bizmut *208,98*	2,0 $_{84}$Po polon *208,98*	2,2 $_{85}$At astat *209,99*	$_{86}$Rn radon *222,02*
$_{110}$Ds darmsztadt *281,16*	$_{111}$Rg roentgen *280,17*	$_{112}$Cn kopernik *285,18*	$_{113}$Nh nihon *284,18*	$_{114}$Fl flerow *289,19*	$_{115}$Mc moskow *288,19*	$_{116}$Lv liwermor *293,20*	$_{117}$Ts tenes *292,21*	$_{118}$Og oganeson *294,21*

$_{63}$Eu europ *151,96*	$_{64}$Gd gadolin *157,25*	$_{65}$Tb terb *158,93*	$_{66}$Dy dysproz *162,50*	$_{67}$Ho holm *164,93*	$_{68}$Er erb *167,26*	$_{69}$Tm tul *168,93*	$_{70}$Yb iterb *173,05*	$_{71}$Lu lutet *174,97*

$_{95}$Am ameryk *243,06*	$_{96}$Cm kiur *247,07*	$_{97}$Bk berkel *247,07*	$_{98}$Cf kaliforn *251,08*	$_{99}$Es einstein *252,08*	$_{100}$Fm ferm *257,10*	$_{101}$Md mendelew *258,10*	$_{102}$No nobel *259,10*	$_{103}$Lr lorens *262,11*

bilnych izotopów, podano masę atomową najtrwalszego izotopu.

Na podstawie: *CRC Handbook of Chemistry and Physics 97th Edition*, CRC Press 2017,
https://www.nist.gov/pml/atomic-weights-and-isotopic-compositions-relative-atomic-masses
i stałe fizykochemiczne na egzamin maturalny z biologii, chemii i fizyki, marzec 2021 [dostęp: 4.01.2023].

Tabela rozpuszczalności s

Jon	Cl^-	Br^-	I^-	NO_3^-	CH_3COO^-	S^{2}
Ag^+	T	T	T	R	S	T
Al^{3+}	R	R	R	R	*	*
Ba^{2+}	R	R	R	R	R	R
Ca^{2+}	R	R	R	R	R	T
Cr^{3+}	R	R	R	R	R	T
Cu^{2+}	R	R	•	R	R	T
Fe^{2+}	R	R	R	R	R	T
Fe^{3+}	R	R	*	R	•	*
K^+	R	R	R	R	R	R
Mg^{2+}	R	R	R	R	R	*
Mn^{2+}	R	R	R	R	R	T
NH_4^+	R	R	R	R	R	R
Na^+	R	R	R	R	R	R
Pb^{2+}	S	S	S	R	R	T
Sn^{2+}	R	R	S	R	•	T
Zn^{2+}	R	R	R	R	R	T

R – substancja dobrze rozpuszczalna w wodzie (>2 g/100 g H_2O)
S – substancja średnio rozpuszczalna w wodzie (0,1 g–2 g/100 g H_2O)
T – substancja trudno rozpuszczalna w wodzie (<0,1 g/100 g H_2O)
• – substancja jest nietrwała, nie została otrzymana lub brak jest danych
***** – substancja ulega rozkładowi w wodzie

K
powstają
osa

soli i wodorotlenków w wodzie

$^{2-}$	SO_3^{2-}	SO_4^{2-}	CO_3^{2-}	CrO_4^{2-}	PO_4^{3-}	OH^-
T	T	S	T	T	T	T
•	•	R	•	T	T	T
R	T	T	T	T	T	R
T	T	S	T	S	T	S
T	•	R	•	T	T	T
T	T	R	T	T	T	T
T	T	R	T	•	T	T
•	•	R	•	T	T	T
R	R	R	R	R	R	R
•	S	R	T	R	T	T
T	T	R	T	T	T	T
R	R	R	R	R	R	R
R	R	R	R	R	R	R
T	T	T	T	T	T	T
T	•	R	•	•	T	T
T	S	R	T	R	T	T

olory
cych
adów

biały

brązowy

zielony

czerwony

żółty

niebieski

różowy

czarny