

Nowość
2023

CHEMIA

bez tajemnic



Oznaczono
zmiany
i wykreślenia

E-book
na eduranga.pl

**PODSTAWA
2024**



Podręcznik
Szkola podstawowa

7
klasa

Drogi WSiP,

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

Wasza firma jednak promuje masowy dodruk, całkowicie niepotrzebnych książek, które mogłyby być 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 regulame książki. Cena e-booka powinna być niższa, gdyż e-booki wymagają elektronicznego czytnika (tabletu)!

Czas rozpocząć nową erę, w której papier nie jest beczelnie marnowany dla pieniędzy. Przedstawiam e-book, który spełnia wszystkie oczekiwania uczniów.

Dbajmy o środowisko, zróbmy to dla młodych pokoleń.

Spis treści

Jak korzystać z podręcznika	4
-----------------------------------	---

Dział I. W pracowni chemicznej

1.1. Czym zajmuje się chemia	6
1.2. Karta charakterystyki i piktogramy. Regulamin pracowni chemicznej	10
1.3. Wyposażenie pracowni chemicznej. Podstawowe czynności laboratoryjne	17
1.4. Opisywanie doświadczeń chemicznych	24
Podsumowanie działu I	28

Dział II. Substancje, właściwości i przemiany

2.1. Substancje – podział i właściwości	30
2.2. Metale i niemetale	34
2.3. Mieszaniny	40
2.4. Rozdzielanie mieszanin	44
2.5. Zjawiska fizyczne i reakcje chemiczne	50
2.6. Gęstość	58
Podsumowanie działu II	64

Dział III. Tajemnice układu okresowego

3.1. Symbole i nazwy pierwiastków. Układ okresowy	70
3.2. Budowa atomu. Właściwości pierwiastka a jego położenie w układzie okresowym	74
3.3. Izotopy. Masa atomowa	80
3.4. Wiązanie jonowe	84
3.5. Wiązania kowalencyjne	89
3.6. Wartościowość pierwiastka	95
3.7. Właściwości związków jonowych i kowalencyjnych	103
Podsumowanie działu III	107

Dział IV. Prawa i reakcje chemiczne

4.1. Typy reakcji chemicznych	114
4.2. Reakcje endotermiczne i egzotermiczne ...	120
4.3. Zapisywanie przebiegu reakcji chemicznej	126

4.4. Prawo stałości składu	132
4.5. Prawo zachowania masy	138
4.6. Obliczenia chemiczne	142
Podsumowanie działu IV	146

Dział V. Gazy wokół nas

5.1. Powietrze jako mieszanina	150
5.2. Tlen	155
5.3. Związki tlenu z metalami i niemetalami. Tlenek węgla(IV) i jego rola w przyrodzie	161
5.4. Wodór – paliwo przyszłości	170
5.5. Pozostałe składniki powietrza. Korozja	174
5.6. Zanieczyszczenia powietrza	181
Podsumowanie działu V	189

Dział VI. Woda i roztwory wodne

6.1. Woda – właściwości i rola w przyrodzie	194
6.2. Rodzaje mieszanin. Roztwory	200
6.3. Rozpuszczalność substancji w wodzie	205
6.4. Stężenie procentowe roztworu	214
6.5. Skala pH i odczyn roztworu	222
Podsumowanie działu VI	227

Dział VII. Wodorotlenki

7.1. Wzory i nazewnictwo wodorotlenków	234
7.2. Właściwości i zastosowania wodorotlenków	239
7.3. Otrzymywanie wodorotlenków. Barwy wskaźników w roztworach wodorotlenków	245
7.4. Dysocjacja elektrolityczna wodorotlenków	252
Podsumowanie działu VII	256

Odpowiedzi do zadań rachunkowych	261
Tabele	262
Indeks	267
Układ okresowy pierwiastków chemicznych	



Jak korzystać z podręcznika

W trakcie lekcji



Ważne treści i definicje nowych pojęć.

A to ciekawe!

Informacje zawierające treści dodatkowe, wykraczające poza podstawę programową.

Doświadczenie

Opisy doświadczeń chemicznych z podanym czasem wykonania. Strzałka skierowana do dołu oznacza kontynuację na następnej stronie.



Doświadczenie, które może wykonać uczeń.



Doświadczenie, które wykonuje nauczyciel.

Przykład

Rozwiązania krok po kroku zadań obliczeniowych i problemowych. Strzałka skierowana do dołu oznacza kontynuację na następnej stronie.



Zmiany i wykreślenia według podstawy programowej 2024

Na koniec lekcji

Zapamiętaj! To ważne!

Podsumowanie najważniejszych zagadnień z lekcji.

Sprawdź się!

1. Zadania sprawdzające wiedzę i umiejętności po każdej lekcji.
2. Zadania o podwyższonym stopniu trudności.



Na koniec działu

PODSUMOWANIE DZIAŁU III Tajemnice układu okresowego

Najważniejsze informacje przedstawione w formie schematów, tabel i grafik.

Czas na zadania!

1. Zadania sprawdzające wiedzę i umiejętności po dziale.

Pamiętaj! Rozwiązania zadań zapisuj w zeszycie przedmiotowym.

DZIAŁ



W PRACOWNI CHEMICZNEJ

Karty charakterystyki
i piktogramy

Naczynia
laboratoryjne

Doświadczenia
chemiczne



O czym
to
będzie?



1.1 Czym zajmuje się chemia



Chemia to jedna z nauk, która pomaga zrozumieć budowę świata i zachodzące w nim przemiany. Przemiany chemiczne kształtowały Wszechświat i stworzyły życie, jakie znamy dziś. Człowiek obserwował naturalne procesy chemiczne i zapragnął je kontrolować, np. ogień służy już nie tylko do oświetlania lub ogrzewania, ale także do przygotowywania posiłków czy produkcji energii elektrycznej.

Chemia w życiu codziennym

Każdy z nas codziennie styka się z substancjami, które ulegają różnym przemianom.



Mycie rąk

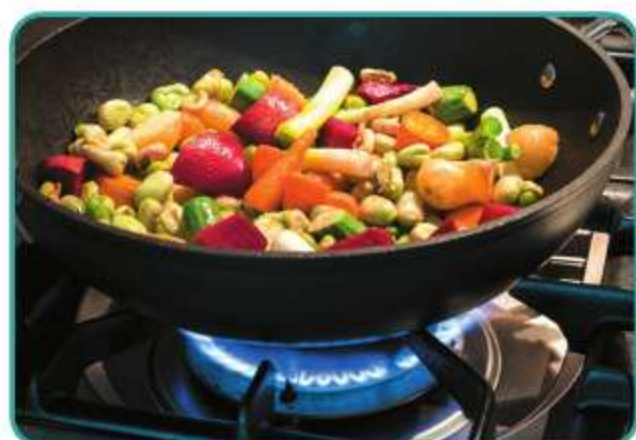


Wywabianie plam z tkanin



Czyszczenie

Chemia jest wszędzie



Spalanie gazu



Wyrastanie ciasta drożdżowego



Psucie się żywności

Wykorzystanie wiedzy chemicznej w nauce

Chemia to nauka, która zajmuje się m.in. badaniem właściwości substancji.

Chemia jest podstawą wielu dyscyplin naukowych



Inżynierowie materiałowi ulepszają skład chemiczny materiałów. Buty i kurtki przeciwdeszczowe czy odzież sportowa są wynikiem ich pracy. Im bardziej złożony skład chemiczny materiału, tym większy wkład człowieka w proces jego powstawania.



Geolodzy i geochemicy podczas poszukiwania złóż ropy naftowej wykorzystują techniki chemiczne do analizy i identyfikacji próbek skał.



Biolodzy i biotechnolodzy pracują nad tworzeniem implantów, które mają zastąpić uszkodzone kości. Podczas projektowania badają i analizują właściwości substancji, które muszą być biologicznie kompatybilne z elementami ludzkiego ciała.

Reakcje chemiczne zachodzące w organizmie

W organizmie człowieka zachodzi wiele reakcji chemicznych. Niektóre z nich przebiegają nieprzerwanie, np. **oddychanie komórkowe** czy **procesy prowadzące do zablizniania ran i wzrostu organizmu**. Objawami innych reakcji chemicznych zachodzących w organizmie ludzkim są również **odczuwanie smaku i odczuwanie zapachu**.

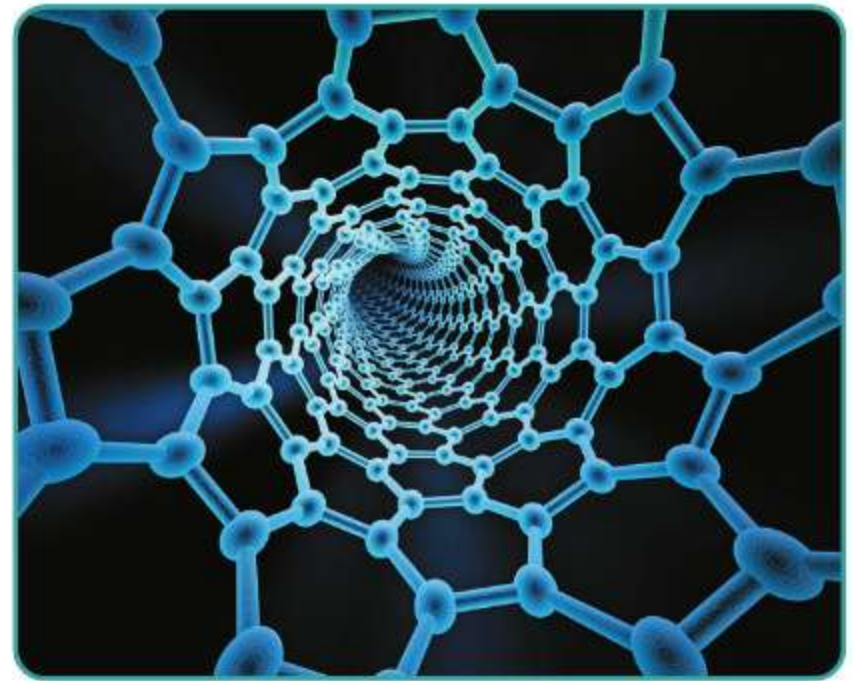
Niektóre zwierzęta, np. psy, mają bardzo rozwinięty zmysł węchu. Z tego powodu pomagają w poszukiwaniu i ratowaniu ludzi uwięzionych na skutek katastrof budowlanych czy lawin. Psy pracują także ze strażnikami i pomagają w wykrywaniu m.in. nielegalnych substancji odurzających. Działanie węchu to nic innego jak wykrywanie cząstek substancji unoszących się w powietrzu.

Strażnik z psem podczas kontroli bagaży na lotnisku



Nanotechnologia

Nanotechnologia ingeruje w budowę atomową wielu materiałów używanych w życiu codziennym. Dzięki porządkowaniu ich struktur w bardzo małej skali (**nano** oznacza mnożnik 10^{-9} , czyli jedną miliardową) otrzymuje się lepszą jakość i lepszą wytrzymałość materiałów oraz produkuje się coraz mniejsze, lżejsze i wydajniejsze podzespoły (elementy konstrukcyjne) i zespoły (urządzenia). Przykładem wykorzystania nanotechnologii jest zastępowanie plastikowych przedmiotów codziennego użytku przedmiotami wykonanymi z materiałów ulegających biodegradacji, np. biopolimerowymi sztuczkami. Przyczynia się to do zmniejszenia ilości tworzyw sztucznych, które zalegają i zatrująają Ziemię.



Nanorurki węglowe są stosowane w filtrach do wody.

Zapamiętaj! To ważne!

Chemia

Nauka o materii i przemianach, którym ulega. U podstaw działania świata leżą procesy chemiczne, dlatego chemia jest kluczowa dla wielu dyscyplin naukowych.

Sprawdź się!

1. Wymień cztery dyscypliny naukowe, w których wykorzystuje się wiedzę chemiczną.
2. Wymień dwa układy w ciele człowieka, których elementy można zastąpić implantami zawierającymi tytan.
3. Wymień trzy przedmioty plastikowe z własnego otoczenia, które mogłyby zostać zastąpione biodegradowalnymi odpowiednikami.
4. W dostępnych źródłach informacji odszukaj, jak długo rozkładają się przedmioty wykonane z: plastiku (tworzywa sztucznego), bawełny, miedzi, szkła i papieru.
5. Srebro jest metalem szlachetnym, które znalazło zastosowanie m.in. w medycynie. Na podstawie dostępnych źródeł informacji podaj, jaka jest różnica w działaniu standardowych opatrunków i opatrunków ze srebrem.

1.2 Karta charakterystyki i piktogramy. Regulamin pracowni chemicznej



Codziennie starasz się unikać sytuacji niebezpiecznych, np. podczas przechodzenia przez jezdnię stosujesz zasady bezpieczeństwa w ruchu drogowym. **W trakcie przeprowadzania doświadczeń chemicznych możesz się zetknąć z substancjami niebezpiecznymi, dlatego w pracowni chemicznej również obowiązuje regulamin.**

Lekcja chemii

Czas spędzony na lekcji chemii **wykorzystaj jak najefektywniej**. Na pewno przydatne będą: **podręcznik, zeszyt, długopis** lub **ołówek** oraz **kalkulator**. **Przygotuj się** – w domu przypomnij sobie, co było na ostatnich zajęciach. Zapoznaj się z instrukcją doświadczenia, które ma być przeprowadzane. Na lekcji nauczyciel może poprosić o skompletowanie **sprzętu** i **odczynników** potrzebnych do pracy. Pamiętaj, że brak choćby jednego elementu może uniemożliwić wykonanie zadania.

Laboratorium chemiczne



Laboratorium chemiczne to miejsce, w którym wykonuje się doświadczenia, np. bada się właściwości lub skład substancji.

Laboratoria chemiczne powinny być wyposażone w **apteczkę pierwszej pomocy, gaśnicę, koc gaśniczy, myjkę do oczu i prysznic bezpieczeństwa**. Każdy pracownik powinien wiedzieć, w którym miejscu znajduje się to wyposażenie. Przed rozpoczęciem pracy należy zapoznać się nie tylko z regulaminem laboratorium, lecz także z zasadą działania wymienionych urządzeń oraz nauczyć się je obsługiwać.

Na lekcjach chemii również przeprowadza się doświadczenia. Z tego powodu w szkolnej pracowni chemicznej także obowiązuje regulamin i zasady bezpieczeństwa. **Każdy uczeń biorący udział w lekcji chemii powinien podpisać oświadczenie potwierdzające zapoznanie się z zasadami pracy w szkolnej pracowni chemicznej.**

Prysznic bezpieczeństwa z myjką do oczu



Dobre praktyki laboratoryjne

Podczas wykonywania doświadczenia należy zadbać o bezpieczeństwo własne oraz osób pracujących w pobliżu.

Przed przystąpieniem do wykonania doświadczenia

Przeczytaj instrukcję i upewnij się, że wszystko rozumiesz. Jeżeli coś jest dla ciebie niejasne, koniecznie **zapytaj nauczyciela** jeszcze przed rozpoczęciem zadania. Pamiętaj, jeżeli w trakcie doświadczenia napotkasz trudności, **przerwij pracę, zgłoś problem i czekaj cierpliwie na pomoc**.



Włóż **fartuch, okulary i rękawice ochronne** (jeśli jest taka potrzeba).



Upewnij się, czy **laboratoryjne elementy szklane** nie są uszkodzone.



Sprawdź, czy masz **komplet sprzętu i odczynników** potrzebnych do wykonania zadania.



Po zakończeniu doświadczenia

Uporządkuj stanowisko pracy według wskazówek nauczyciela. Na substancje, których nie można wylewać do zlewu, powinny być przygotowane odpowiednio podpisane pojemniki.

Wypadki w pracowni chemicznej są spowodowane m.in. pośpiechem, nieostrożnością i brakiem przygotowania do wykonania eksperymentu. Pamiętaj, że w sali nie jesteś sam. Koleżanka lub kolega też mogą ci pomóc lub potrzebować pomocy. Jeśli będziesz przestrzegać instrukcji podanej przez nauczyciela, nie powinno dojść do niebezpiecznych zdarzeń.

A to ciekawe!

Sód to bardzo aktywny pierwiastek. Gwałtownie reaguje z wodą. Aby ugasić palący się sód, stosuje się proszki gaśnicze (niepalne substancje, które mają odizolować płonący przedmiot od dostępu powietrza) lub suchy piasek.

Reakcja sodu z wodą



Jeżeli w trakcie przeprowadzania doświadczenia będą używane substancje niebezpieczne, to należy zapoznać się z ich **kartami charakterystyki**.



W karcie charakterystyki znajduje się 16 sekcji, które obejmują informacje dotyczące m.in.

- ▶ identyfikacji substancji lub mieszaniny;
- ▶ identyfikacji zagrożeń w formie **piktogramów**;
- ▶ zastosowania środków pierwszej pomocy;
- ▶ właściwości substancji (np. stan skupienia, temperatura topnienia, temperatura wrzenia, rozpuszczalność w wodzie).

W karcie charakterystyki w szczególności trzeba zwrócić uwagę na kwestie związane z bezpieczeństwem użytkowania, np. toksyczność substancji i wpływ na organizm ludzki. Karty charakterystyki są dostarczane razem z substancjami podczas ich zakupu. Są dostępne w formie cyfrowej lub drukowanej i przechowywane w laboratorium.

Fragment karty charakterystyki azotu sprężonego:

2.1. Klasyfikacja substancji lub mieszaniny:

Klasyfikacja zgodna z rozporządzeniem (WE) 1272/2008/ (Cl.P)

Gazy pod ciśnieniem – Gaz sprężony. H280

Zawiera gaz pod ciśnieniem, ogrzanie grozi wybuchem.

2.2. Elementy znakowania:

Elementy oznakowania zgodne z rozporządzeniem (WE) 1272/2008/
(CLP)

Piktogramy określone:



Hasło ostrzegawcze: Uwaga

Zwroty wskazujące rodzaj zagrożenia:

H280: Zawiera gaz pod ciśnieniem; ogrzanie grozi wybuchem.

Zwrot wskazujący środki ostrożności:

P403: Przechowywać w dobrze wentylowanym miejscu.

Klasyfikacja (Dyrektywa)

Substancja / preparat nie jest kwalifikowany jako niebezpieczny zgodnie z dyrektywami 67/548 EWG lub 1999/45/WE

Oznakowanie wg UE nie jest wymagane.

2.3. Inne zagrożenia: Gaz pod wysokim ciśnieniem. Może spowodować szybkie uduszenie. Może być konieczne stosowanie izolującego aparatu oddechowego.



Piktogramy

W kartach charakterystyki są umieszczane proste znaki graficzne, zwane **piktogramami**.



Piktogram to graficzny znak ostrzegawczy informujący o potencjalnym zagrożeniu, którego można doświadczyć podczas stosowania danej substancji.

Wyróżnia się 9 podstawowych znaków ostrzegawczych w trzech kategoriach:

Piktogramy informujące o zagrożeniu dla zdrowia



substancje
drażniące,
uczulające



substancje
rakotwórcze,
mutagenne



substancje żrące,
korodujące
metale



substancje
toksyczne

Piktogramy informujące o zagrożeniu fizykochemicznym



substancje
łatwopalne



substancje
utleniające



gazy
pod ciśnieniem



substancje
wybuchowe



substancje żrące,
korodujące
metale

Piktogram informujący o zagrożeniu dla środowiska



substancje niebezpieczne
dla środowiska



Piktogramy znajdują się również na etykietach naklejonych na opakowaniach substancji niebezpiecznych.

Regulamin szkolnej pracowni chemicznej

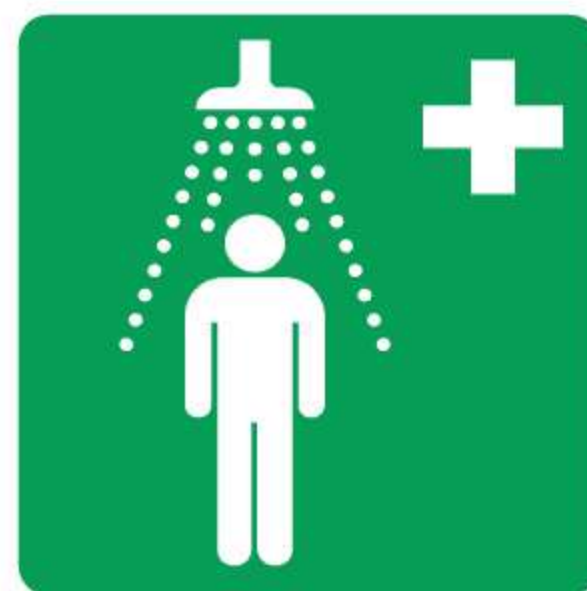
1. W szkolnej pracowni chemicznej można przebywać wyłącznie w obecności nauczyciela.
2. Przed rozpoczęciem pracy należy zapoznać się z instrukcją doświadczenia.
3. Przed przystąpieniem do doświadczenia trzeba związać długie włosy z tyłu głowy oraz zastosować niezbędne środki ochrony osobistej (fartuch, okulary i rękawice).
4. Należy wiedzieć, w którym miejscu znajduje się apteczka pierwszej pomocy, gaśnica, koc gaśniczy, myjka do oczu i prysznic bezpieczeństwa. Każdy powinien być przeszkolony, w jaki sposób używać tego wyposażenia.
5. Każdy wypadek, uszkodzenie sprzętu lub jego wadliwe działanie powinno być niezwłocznie zgłoszone nauczycielowi.
6. Należy ostrożnie obchodzić się z odczynnikami; czytać etykiety przed użyciem odczynnika, podczas stosowania go w doświadczeniu oraz po skończonej pracy (aby odstawić go w odpowiednie miejsce).
7. Każdą substancję w laboratorium należy traktować jak potencjalną truciznę. Nie wolno smakować odczynników chemicznych.
8. W laboratorium nie wolno spożywać posiłków i napojów oraz żuć gumy.
9. Substancje łatwopalne (np. alkohol, aceton, siarkę) należy trzymać z dala od ognia.
10. W celu określenia zapachu substancji nie wolno wąchać jej bezpośrednio, lecz jej opary kierować wachlującym ruchem dłoni w kierunku nosa.
11. W czasie ogrzewania substancji w probówce należy pamiętać, aby nie kierować wylotu probówki w swoją stronę lub w kierunku innych osób.
12. Należy delikatnie obchodzić się z wagą laboratoryjną. Nie wolno ważyć substancji bezpośrednio na szali; do tego celu służą naczynka wagowe.
13. Potłuczone szkło, zużyte odczynniki oraz produkty reakcji trzeba posprzątać w sposób wskazany przez nauczyciela.
14. Po zakończeniu pracy należy zakręcić gaz i wodę, odstawić odczynniki na właściwe miejsce, a przed wyjściem z sali umyć ręce mydłem.



Znak informujący
o położeniu
apteczki pierwszej
pomocy



Znak informujący
o położeniu
gaśnicy

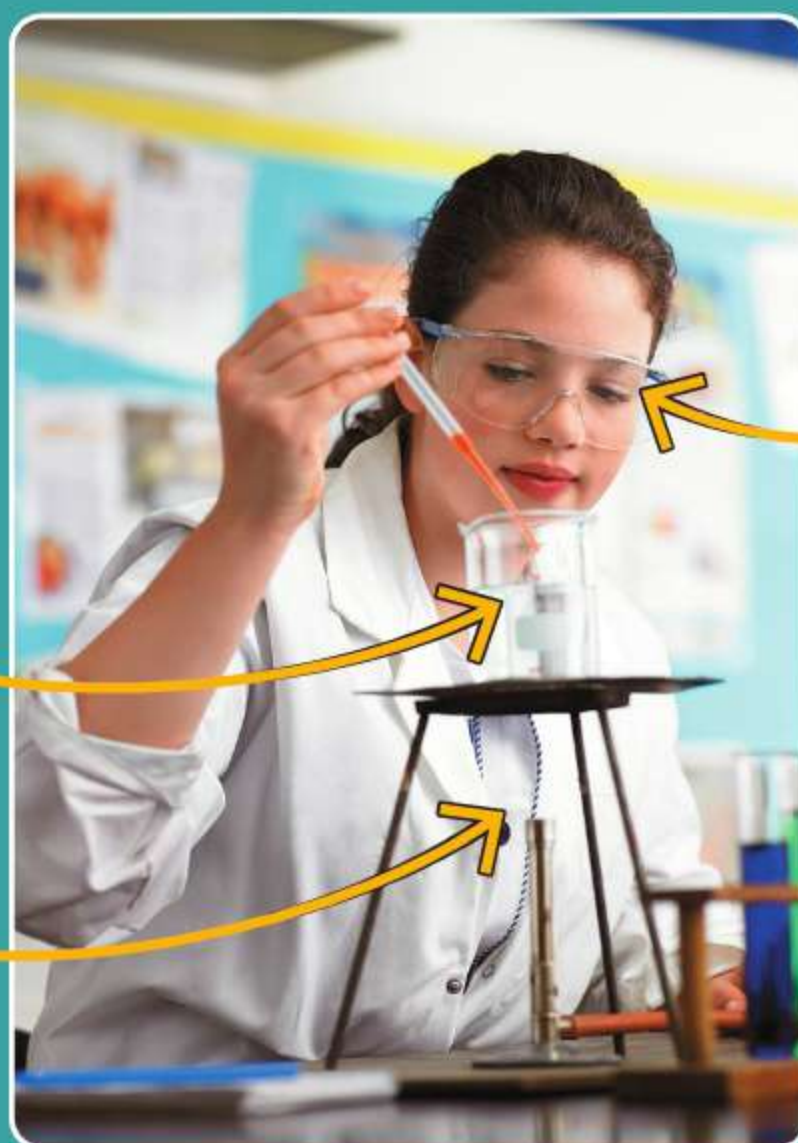


Znak informujący
o położeniu
prysznica
bezpieczeństwa

W laboratorium chemicznym

Temperaturę naczyń sprawdzaj przez zbliżenie do nich dłoni (nie dotykaj ich) – gorące i zimne szkło wyglądają tak samo.

Zanim użyjesz palnika, zdejmij rękawice – w przypadku poparzenia lateks, nitril lub winyl przyklejają się do skóry.



Jeśli na co dzień nosisz soczewki kontaktowe, postaraj się zmienić je na okulary korekcyjne – soczewki mogą pochłaniać opary (nawet gdy masz założone okulary ochronne) i są trudne do usunięcia w nagłych wypadkach. Na okulary korekcyjne nie musisz zakładać okularów ochronnych.

Pierwsza pomoc w pracowni chemicznej

Rodzaj niebezpieczeństwa	Pierwsza pomoc
płomienie	odciąć źródło tlenu – zastosować koc gaśniczy, gaśnicę lub poleć obszar wodą
skaleczenie	przemyć wodą i zastosować plaster z opatrunkiem
omdlenie	sprawdzić czynności życiowe (przytomność, oddech) osoby i położyć ją w pozycji bezpiecznej; po odzyskaniu świadomości wyprowadzić osobę na świeże powietrze, wezwać pomoc
ciało obce w oku	przemywać oko w myjce przez ok. 15 minut, wezwać lekarza
mocne krwawienie / krwotok	uciskać miejsce nad raną, założyć opatrunek, wezwać lekarza
rozlanie cieczy po skórze	umyć skórę dużą ilością wody, w razie konieczności użyć prysznica bezpieczeństwa
oblanie stężonym kwasem	do przemycia ciała użyć roztworu wodorowęglanu sodu (sody oczyszczonej) o stężeniu 2 %
oblanie stężoną zasadą	do przemycia ciała użyć roztworu kwasu borowego o stężeniu 3 %

Zapamiętaj! To ważne!

W szkolnej pracowni chemicznej

- ▶ Bądź przygotowany do zajęć.
- ▶ Przestrzegaj regulaminu szkolnej pracowni chemicznej (m.in. przebywaj w niej tylko w obecności nauczyciela, nie jedz i nie pij, noś odzież ochronną).
- ▶ Jeśli zajdzie potrzeba, postaraj się udzielić pierwszej pomocy.
- ▶ Po zakończonych zajęciach posprzątaj po sobie.

Karta charakterystyki

Zbiór podstawowych informacji dotyczących substancji.

Oznaczenia substancji niebezpiecznych (piktogramy)

Znaki graficzne informujące o niebezpiecznym charakterze substancji.

Sprawdź się!

1. Wybierz zdanie falszywe.

- A.** Podczas przeprowadzania doświadczenia włosy należy związywać z tyłu głowy.
- B.** Substancje znajdujące się w laboratorium należy traktować jako substancje niebezpieczne.
- C.** Wszystkie odczynniki chemiczne można smakować.
- D.** Aby określić zapach substancji, należy opary kierować wachlującym ruchem dłoni w kierunku nosa.

2. Wyjaśnij, dlaczego podczas wykonywania doświadczeń nie zaleca się noszenia soczewek kontaktowych.

3. Wyjaśnij, dlaczego podczas pracy z palnikiem nie powinno się używać rękawic lateksowych, nitrylowych lub winylowych.

4. Przedstaw schemat swojej sali chemicznej. Zaznacz miejsca, w których znajduje się gaśnica i apteczka pierwszej pomocy.



5. Który z piktogramów poznanych na lekcji został umieszczony w dwóch kategoriach? Jak myślisz, dlaczego?

1.3 Wyposażenie pracowni chemicznej. Podstawowe czynności laboratoryjne



Praca w laboratorium jest podobna do pracy w kuchni. W obu miejscach używa się specjalistycznego sprzętu, naczyń oraz instrukcji (w kuchni są to przepisy kulinarne) i odczynników (w kuchni – składników, np. cukru). **Aby wykonać doświadczenie w pracowni chemicznej, należy przygotować odpowiedni sprzęt, naczynia laboratoryjne oraz odczynniki, a pracę wykonać według instrukcji podanej przez nauczyciela.**

Podstawowe wyposażenie pracowni chemicznej

W pracowni chemicznej znajdują się naczynia i sprzęt wykonane ze **szkła laboratoryjnego**. Ten materiał jest odporny na działanie wysokiej temperatury oraz nie reaguje z substancjami. Jest jednak bardzo delikatny, dlatego z elementami szklanymi należy obchodzić się z dużą ostrożnością. Sprzęt laboratoryjny może być również wykonany z **ceramiki**, **metal**u, a nawet z **drewna**; natomiast rzadko z **tworzywa sztucznego**, ponieważ ten materiał topi się pod wpływem wysokiej temperatury. Przed przystąpieniem do wykonania doświadczenia należy zapamiętać właściwe nazwy sprzętu i naczyń laboratoryjnych. Jest to niezbędne w pracy zespołowej, aby lepiej współpracować z resztą grupy.

Ceramiczne naczynia i sprzęt laboratoryjny – przykładowe zastosowania



Moździerz
do rozdrabniania i ucierania substancji stałych



Tygły
do prażenia lub spalania substancji sypkich



Parownica
do odparowywania cieczy



Trójkąt
do umieszczania w nim tygli podczas prażenia



Siatka z płytką ceramiczną
jako nakładka na trójnóg do równomiernego ogrzewania dna naczynia

Szklane naczynia i sprzęt laboratoryjny – przykładowe zastosowania



Probówka
do przeprowadzania
reakcji chemicznych



Cylinder miarowy
do odmierzania
objętości cieczy



Kolba płaskodenna
do przechowywania
cieczy



Zlewka
do przygotowywania
i ogrzewania cieczy



Kolba stożkowa
do przechowywania
lub ogrzewania substancji
i mieszanin



Kolba okrągłodenna
do ogrzewania
cieczy



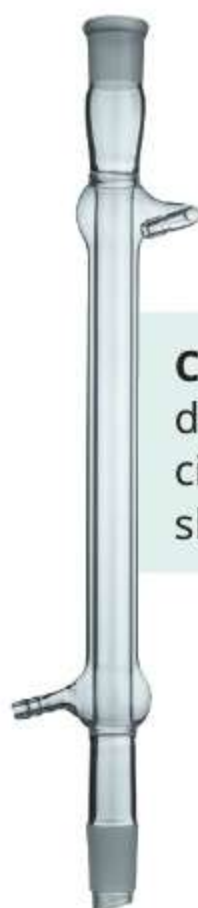
Szalka Petriego
do przeprowadzania
prostych reakcji
chemicznych



Szkiełko zegarkowe
do obserwacji
substancji lub do
przykrywania naczyń



Krystalizator
do przeprowadzania
krystalizacji
i reakcji chemicznych



Chłodnica
do chłodzenia par
cieczy w celu ich
skroplenia



Rozdzielacz
do oddzielania
niemieszających
się cieczy



Lejek
do przelewania cieczy,
przesypywania substancji
sypkich oraz sączenia



Bagietka
do mieszania
cieczy

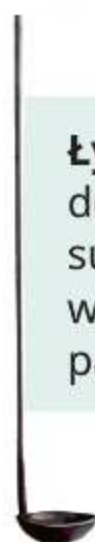


Termometr
do pomiaru temperatury
substancji i mieszanin

Sprzęt laboratoryjny z metalu, tworzywa sztucznego i drewna



Statyw z łapą i łącznikiem oraz kółko
do mocowania naczyń i sprzętu laboratoryjnego



Łyżka do spalań
do spalania substancji w płomieniu palnika



Szczotka laboratoryjna
do mycia probówek i innych naczyń laboratoryjnych



Palnik spirytusowy
do podgrzewania substancji i mieszanin w małych naczyniach



Palnik gazowy
do ogrzewania substancji i mieszanin



Trójnóg
do stawiania naczyń laboratoryjnych



Szczypce
do trzymania rozgrzanych przedmiotów



Łyzeczki i szpatułki laboratoryjne
do pobierania i dozowania substancji sypkich i ich mieszanin



Waga laboratoryjna
do ważenia substancji i mieszanin



Czasza grzejna
do ogrzewania cieczy w kolbach okrągłodennych



Pipeta Pasteura
do dozowania cieczy



Strzykawka
do odmierzania objętości cieczy



Tryskawka
do podawania małych porcji wody destylowanej



Naczynka wagowe
do odważania substancji stałych i ich mieszanin



Statyw do probówek
do zapewnienia stabilnego przechowywania probówek i dobrej widoczności ich zawartości



Łapa drewniana
do trzymania probówek, np. nad palnikiem

Podstawowe czynności laboratoryjne

Sedymentacja

Proces polegający na opadaniu na dno naczynia cząstek ciała stałego rozproszonego w cieczy pod wpływem siły ciężkości.

mieszanina wody i kredy



woda

kreda

Dekantacja

Wykonuje się ją po sedymentacji. Polega na zlaniu cieczy znad osadu. Dekantację wykonuje się powoli, tak aby osad nie opuścił dna. Jeśli ciecz będzie spływała po bagietce, proces stanie się bardziej kontrolowany.



woda

kreda

Sączenie (filtracja)

Polega na przepuszczeniu mieszaniny przez sącze (filtr), który zatrzymuje substancję stałą, a przepuszcza ciecz. Sącze umieszcza się w lejku osadzonym w kółku. Na sącze wlewa się mieszaninę i czeka na przesącz, który trafia do zlewki.

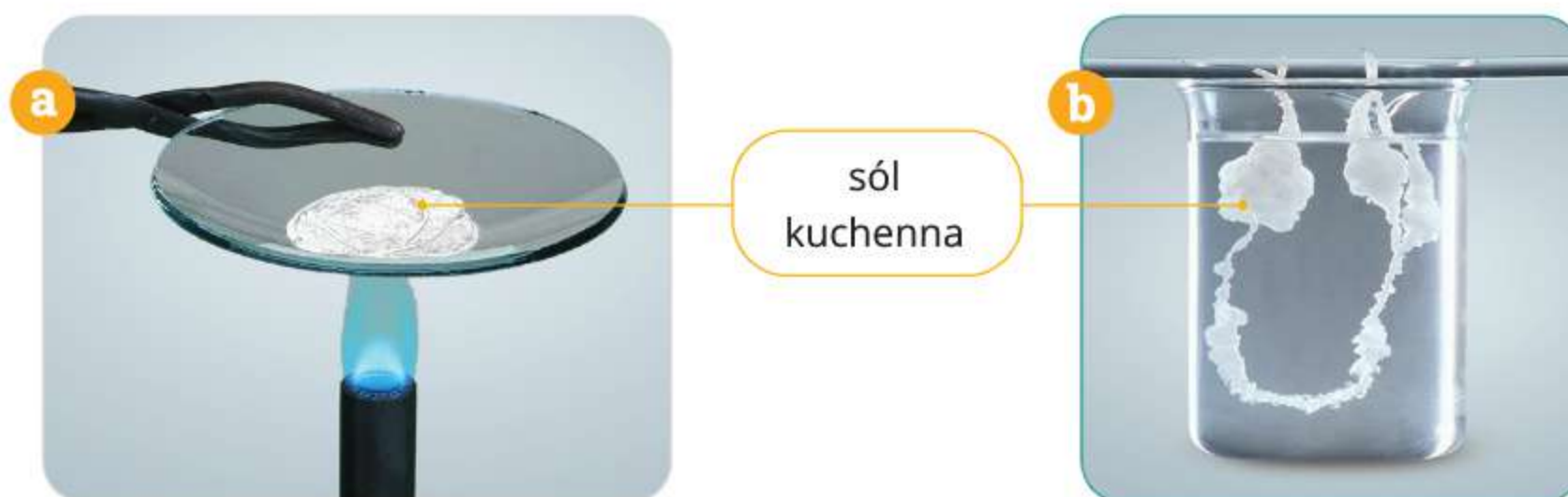


woda

mieszanina wody i kredy

Odparowanie i krystalizacja

Rozdzielenie mieszaniny wody i substancji w niej rozpuszczonej można przeprowadzić przez **odparowanie (a)** lub **krystalizację (b)**. W pierwszym przypadku woda paruje pod wpływem ogrzewania mieszaniny, a kryształki substancji osadzają się na ściankach naczynia. Krystalizacja wymaga więcej czasu. Na skutek ochładzania mieszaniny wydziela się substancja stała.



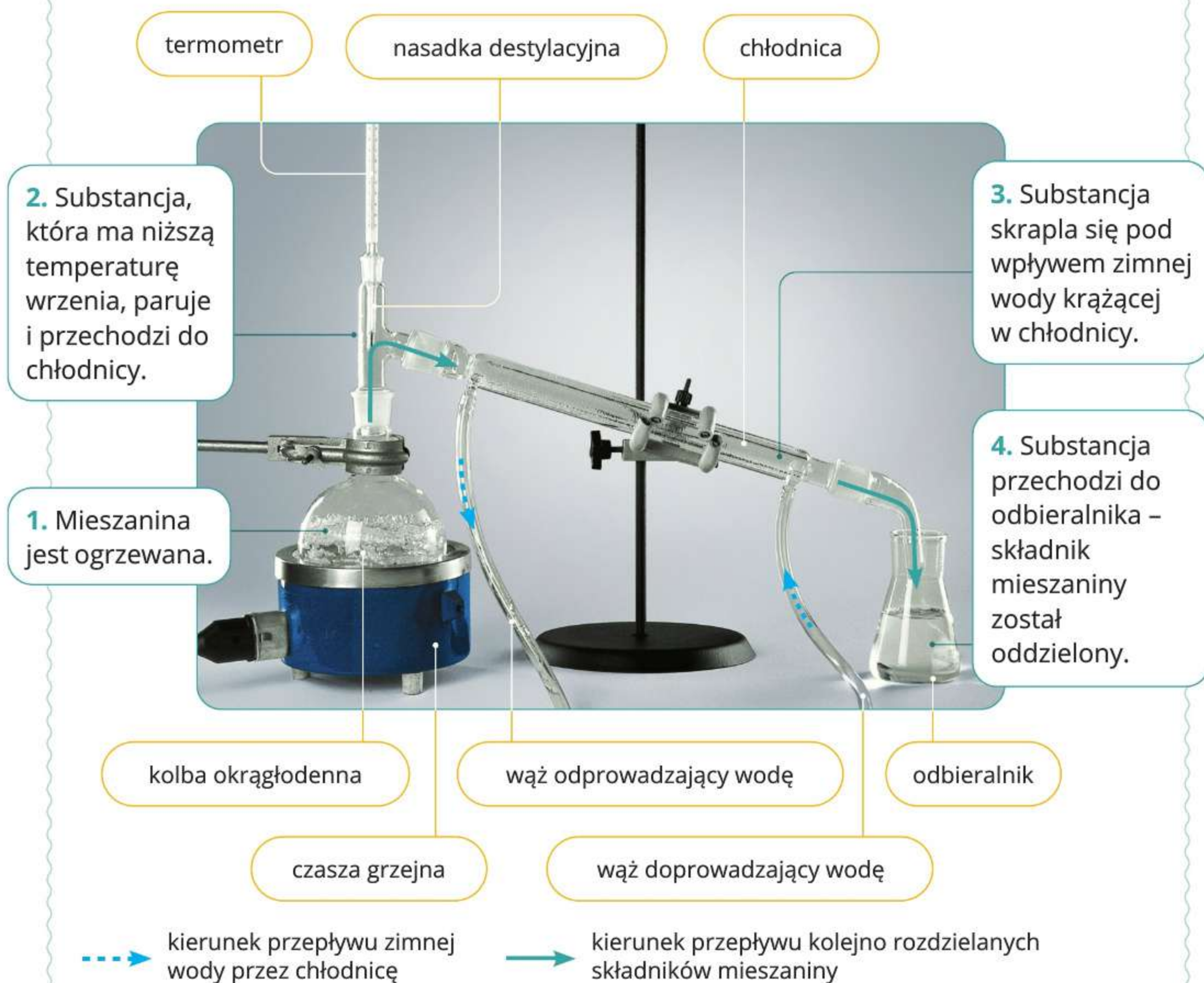
Rozdzielanie

Do rozdzielania dwóch niemieszających się ze sobą cieczy najlepiej użyć **rozdzielacza (a)** (przy dużej objętości mieszaniny) lub **strzykawki (b)** (przy małej objętości mieszaniny). Rozdzielenie za pomocą tych sprzętów polega na zlaniu cieczy o większej gęstości. Do rozdzielania mieszaniny dwóch substancji stałych, z których jedna ma właściwości magnetyczne, można użyć **magnesu (c)**.



Destylacja

Proces rozdzielania mieszaniny, która składa się z co najmniej dwóch dobrze mieszających się ze sobą cieczy różniących się wartościami temperatury wrzenia. Rozdzielanie odbywa się podczas stopniowego ogrzewania mieszaniny.



A to ciekawe!

Hydrolat to woda kwiatowa powstała w wyniku destylacji z parą wodną. Para wodna jest przepuszczana przez surowiec roślinny, np. kwiaty. Po skropleniu do odbieralnika trafiają związki rozpuszczalne w wodzie, czyli hydrolat, oraz związki nierozpuszczalne w wodzie – olejek eteryczny. Hydrolaty można wykonać samodzielnie w domu. Zamiast specjalistycznego sprzętu można użyć kawiarki, w której zamiast kawy należy umieścić np. płatki wybranego kwiatu.



Hydrolat z krwawnika pospolitego pielęgnuje cerę trądzikową.

Zapamiętaj! To ważne!

W laboratorium

Chemicy posługują się naczyniami i sprzętem laboratoryjnym. Ich właściwe użycie usprawnia pracę i decyduje o bezpiecznym wykonaniu doświadczenia.

Podstawowe czynności laboratoryjne

Dekantacja poprzedzona sedymentacją, sączenie, odparowanie, krystalizacja, rozdzielanie za pomocą rozdzielacza, strzykawki lub magnesu, destylacja.



Sprawdź się!

1. Zaproponuj naczynie laboratoryjne, w którym można sporządzić mieszaninę składającą się z dwóch różnych substancji.

2. Których naczyń i którego sprzętu laboratoryjnego użyjesz do odmierzenia 530 cm^3 oleju i 10 g mąki?

3. Wyjaśnij, dlaczego strzykawki nie można zbliżać do płonącego palnika.

4. Zaproponuj czynność laboratoryjną, którą można zastosować, aby oczyścić wodę zanieczyszczoną opiłkami żelaza.

5. Którą metodą rozdzielania można oddzielić opiłki żelaza od granulek z tworzywa sztucznego?

6. Wymień czynności laboratoryjne, które należy kolejno wykonać, aby rozdzielić:
 - a) mieszaninę mąki i soli kuchennej,
 - b) mieszaninę piasku, opiłków żelaza i cukru.



1.4

Opisywanie doświadczeń chemicznych



Kucharz podczas tworzenia nowej potrawy robi szczegółowe notatki. Zapisuje w nich ilość i kolejność dodawania poszczególnych składników. **Każde doświadczenie wykonane w pracowni chemicznej również powinno zakończyć się wykonaniem dokładnego opisu.**

Dlaczego dokładny opis doświadczenia jest ważny

Jak ważny jest dobry opis doświadczenia, świadczy historia Wilhelma Röntgena [rentgena]. Ten niemiecki fizyk w 1895 r. przez przypadek odkrył nowy typ promieniowania, które przenika przez tkanki miękkie, np. tkankę mięśniową. Na cześć odkrywcy nazwano je promieniowaniem rentgenowskim; w innych krajach określa się je także jako promienie X. Po dokonaniu odkrycia Röntgen wykonał bardzo dokładny opis przeprowadzonych eksperymentów i udostępnił go innym uczonym. Niedługo po publikacji doświadczenia pierwsze w kraju zdjęcia rentgenowskie wykonało kilkoro polskich uczonych, m.in. profesor Uniwersytetu Jagiellońskiego Karol Olszewski. Tym sposobem metoda obrazowania struktury obiektów szybko rozpowszechniła się i znalazła zastosowanie w diagnozowaniu wielu schorzeń niewidocznych gołym okiem, jak zapalenie płuc i złamania kości. Dzisiejsza medycyna, zwłaszcza chirurgia, nieustannie korzysta z tego odkrycia.



Wilhelm Röntgen
(1845–1923)



Pierwsze zdjęcie
rentgenowskie



Współczesny aparat
rentgenowski

Opis doświadczenia chemicznego

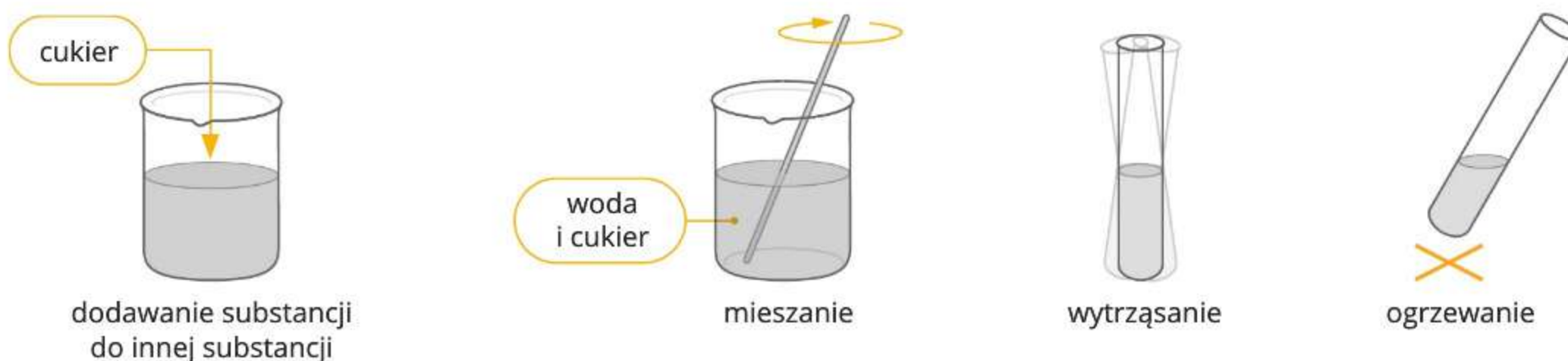
Opis doświadczenia chemicznego powinien być czytelny nie tylko dla autora eksperymentu, ale też dla osób, które będą chciały je w przyszłości powtórzyć.

Z czego składa się opis doświadczenia?

1. **Tytuł doświadczenia** – określa temat doświadczenia.
2. **Problem badawczy** – pytanie, na które szuka się odpowiedzi podczas przeprowadzania doświadczenia.
3. **Hipoteza** – przewidywana odpowiedź na problem badawczy.
4. **Sprzęt** – lista potrzebnego sprzętu i naczyń laboratoryjnych.
5. **Odczynniki** – lista potrzebnych substancji.
6. **Wykonanie** – opis wykonywanych czynności krok po kroku wraz ze schematem.
7. **Obserwacje** – opis zaobserwowanych zmian zachodzących podczas doświadczenia.
8. **Wnioski** – informacje wynikające z obserwacji.
9. **Weryfikacja hipotezy** – porównanie wniosków z postawioną hipotezą. Jeżeli hipoteza zostanie zweryfikowana negatywnie, proponuje się nową hipotezę i ponownie przeprowadza doświadczenie.

Wykonanie doświadczenia

Do opisu wykonywanych czynności używa się następujących określeń: **dodawanie, mieszanie, ogrzewanie, sprawdzanie**, np. zapachu substancji. Na **schemacie doświadczenia** poglądowo rysuje się naczynia laboratoryjne i najważniejszy sprzęt oraz odpowiednimi symbolami graficznymi zaznacza się wykonywane czynności. Substancje użyte w doświadczeniu zapisuje się zazwyczaj z lewej strony schematu.



Obserwacje

Należy zanotować **wszystkie swoje spostrzeżenia**. Mogą w tym pomóc pytania pomocnicze:

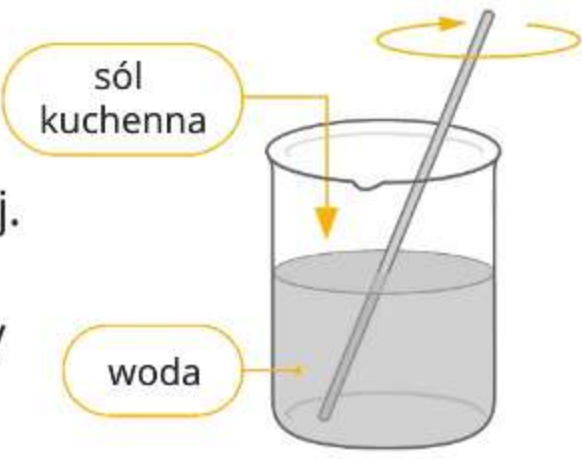
- ▶ **Co widzisz?** Czy zawartość naczynia się zmieniła? Czy podczas dodawania substancji mieszanina zmętniała, zmieniła kolor? Czy pojawiły się efekty świetlne?
- ▶ **Co czujesz?** Czy probówka była ciepła, gorąca, zimna? Czy podczas trwania doświadczenia było czuć charakterystyczny zapach?
Pamiętaj o zasadach bezpieczeństwa przy sprawdzaniu zapachu substancji.
- ▶ **Co słyszysz?** Czy podczas eksperymentu było słychać charakterystyczne dźwięki?
- ▶ **Jaki czas upłynął?** Ile trwało przeprowadzenie doświadczenia? Niektóre reakcje trwają zaledwie kilka sekund, inne – nawet kilka dni.

Wnioski

Wnioski wynikają tylko z obserwacji i wyników doświadczenia. Można je dalej wykorzystać w życiu codziennym. Na przykład we wnioskach płynących z eksperymentu polegającego na sporządzaniu mieszaniny cukru z wodą o różnych temperaturach napiszemy, że cukier dobrze rozpuszcza się w wodzie. Proces ten przebiega szybciej w wodzie o wyższej temperaturze. Zależność tę wykorzystuje się podczas przygotowania słodkiej gorącej herbaty.

Przykład 1

Projektowanie doświadczenia

Krok 1	Formułujemy tytuł.	Mieszanie wody z solą kuchenną.
Krok 2	Proponujemy problem badawczy.	Czy sól kuchenna dobrze rozpuszcza się w wodzie?
Krok 3	Formułujemy hipotezę.	Sól kuchenna dobrze rozpuszcza się w wodzie.
Krok 4	Dobieramy sprzęt i odczynniki.	Sprzęt: cylinder miarowy, zlewka, łyżeczka, bagietka. Odczynniki: woda, sól kuchenna.
Krok 5	Dokładnie opisujemy wykonanie doświadczenia. Rysujemy schemat.	Do zlewki z 100 cm ³ wody wsypujemy łyżeczkę soli kuchennej. Zawartość mieszamy bagietką i odstawiamy na ok. 5 minut. 
Krok 6	Zapisujemy obserwacje. Możemy je udokumentować fotografią.	Zawartość zlewki była jednorodna i przejrzysta. 
Krok 7	Zapisujemy wnioski.	Sól kuchenna dobrze rozpuszcza się w wodzie.
Krok 8	Weryfikujemy hipotezę.	Hipoteza została potwierdzona.

Zapamiętaj! To ważne!

Opis doświadczenia

Po wykonaniu doświadczenia należy sporządzić notatkę zawierającą m.in. **tytuł doświadczenia, nazwy użytych odczynników i sprzętu, opis wykonania, schemat, obserwacje i wnioski.**

Graficzne symbole czynności



dodawanie



mieszanie



ogrzewanie

Nazwy substancji użytych w doświadczeniu zapisuje się **zazwyczaj z lewej strony schematu.**

Sprawdź się!

1. Wymień po kolei wszystkie elementy poprawnie sporządzonej notatki po wykonaniu doświadczenia.

2. Przedstaw znak, który na schemacie doświadczenia oznacza ogrzewanie.

3. Czy uczeń ze zdjęcia właściwie sprawdza zapach substancji? Uzasadnij swoją odpowiedź.



4. Porównaj dowolny przepis z książki kucharskiej z instrukcją wykonania doświadczenia z podręcznika. Wymień podobieństwa i różnice.



5. Przyporządkuj podanym zdaniom elementy opisu doświadczenia.

1. Problem badawczy 2. Hipoteza 3. Wykonanie 4. Obserwacja 5. Wniosek

A. Ptaki wyewoluowały od dinozaurów.

B. Rozżarzone łuczywo zapaliło się jasnym płomieniem.

C. 5 g wosku pszczelego spowodowało zagęszczenie 30 g kremu do rąk.

D. Do 100 cm³ wody o temperaturze 50 °C dodać 10 g lodu.

E. Dlaczego posiłki bogate w błonnik powodują lepszą pracę układu pokarmowego?

PODSUMOWANIE DZIAŁU I

W pracowni chemicznej

Chemia

Nauka zajmująca się **budową świata i przemianami** w nim zachodzącymi. Z wiedzy chemicznej korzystają inne dyscypliny naukowe, takie jak nanotechnologia, medycyna, geologia oraz wiele gałęzi przemysłu.

W szkolnej pracowni chemicznej

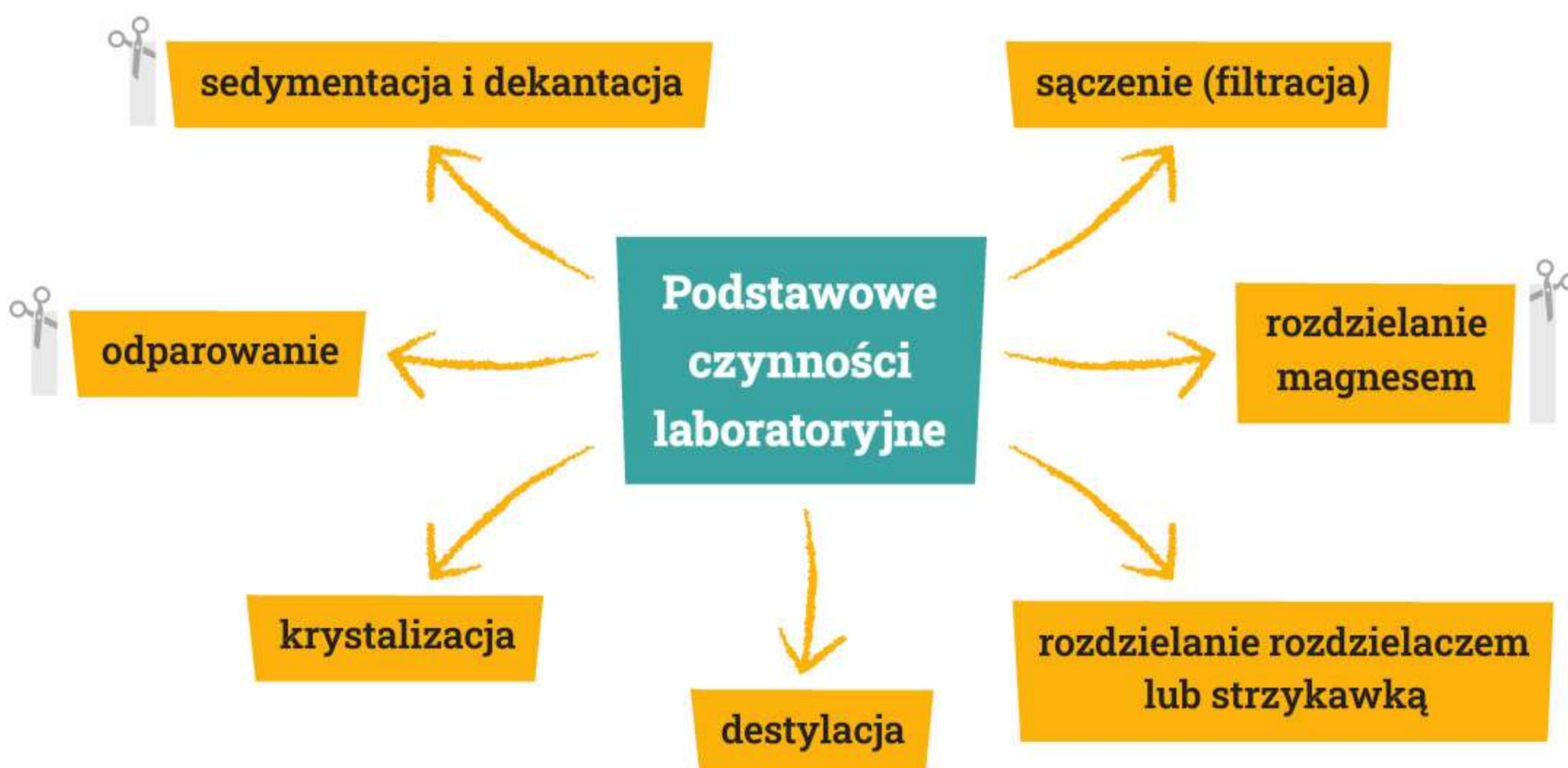
- ▶ Należy zapoznać się z jej układem i wyposażeniem. Szczególnie należy zwrócić uwagę na umiejscowienie środków bezpieczeństwa.
- ▶ Ze względu na bezpieczeństwo własne i innych należy **zapoznać się z regulaminem pracowni chemicznej i go przestrzegać**. Przed przystąpieniem do zajęć każdy uczeń powinien podpisać oświadczenie potwierdzające znajomość tego regulaminu.
- ▶ Przeprowadza się doświadczenia chemiczne.

Przed przeprowadzeniem doświadczenia

- ▶ Należy zapoznać się z **kartami charakterystyki** substancji niebezpiecznych.
- ▶ Aby zapewnić bezpieczną i sprawną pracę, należy dobrać odpowiednie **naczynia i sprzęt laboratoryjny**.

Po przeprowadzeniu doświadczenia

Należy sporządzić poprawny jego opis. Powinien zawierać m.in. następujące elementy: **tytuł doświadczenia, nazwy sprzętu i odczynników, opis wykonania ze schematem, obserwacje i wnioski**.



DZIAŁ



SUBSTANCJE, WŁAŚCIWOŚCI I PRZEMIANY

Materia

Właściwości
fizyczne
i chemiczne

Przemiany
fizyczne
i chemiczne

O czym
to
będzie?



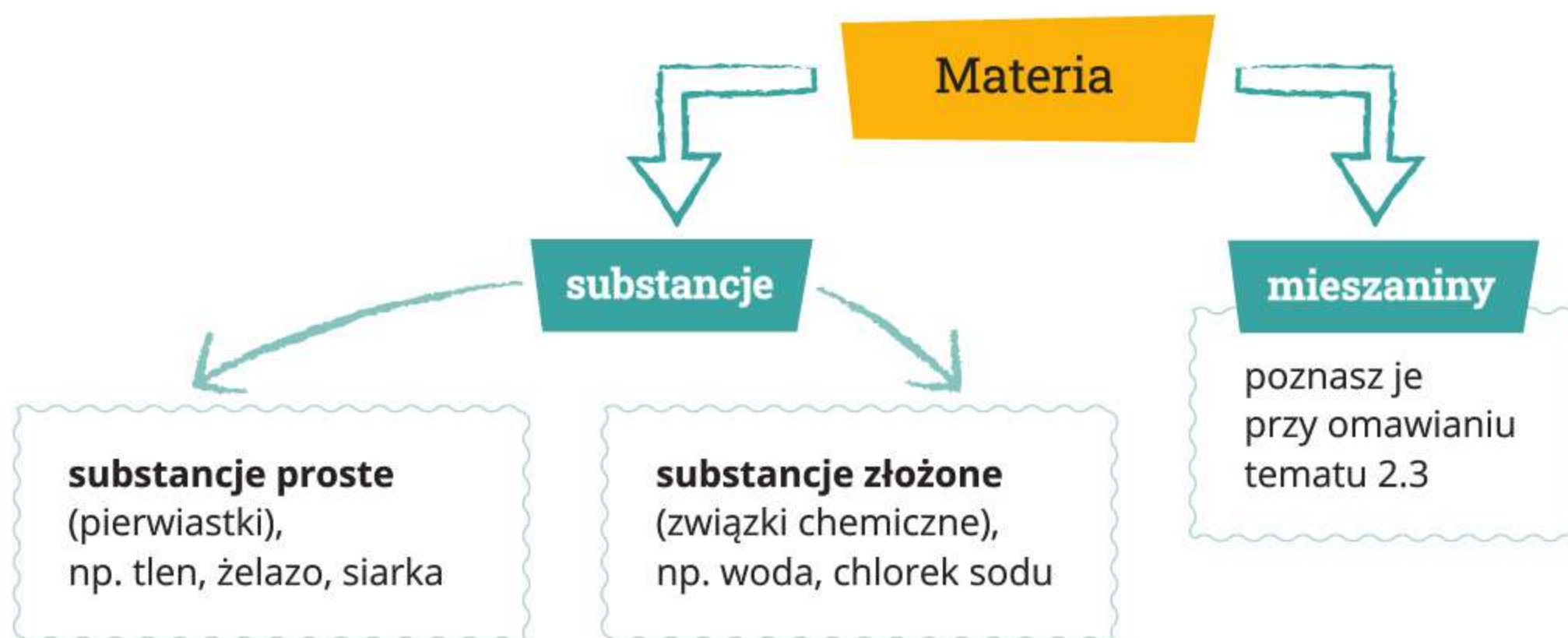
2.1 Substancje – podział i właściwości



Do produkcji ubrań używa się różnych materiałów. Rodzaj użytego materiału wpływa na funkcjonalność odzieży. Tkaninę można łatwo rozpoznać, np. po wyglądzie i za pomocą dotyku. Czasem tkaninę wyrabia się z jednego surowca, np. bawełny, a czasem z kilku, np. dodaje się lycry. **Podobnie jest z całym otaczającym nas światem. Jest zbudowany z materii. Tworzą ją substancje, które również można rozpoznać po ich charakterystycznych cechach.**

Substancje proste i złożone

Materia to wszystko, co nas otacza, np. powietrze, ziemia, biurko. Jest zbudowana z substancji lub z ich mieszanin. **Substancja** to część materii o określonych właściwościach i stałym składzie chemicznym. Substancje dzieli się na proste (**pierwiastki**) i złożone (**związki chemiczne**). Mieszaniny poznasz na następnych lekcjach.



Pierwiastek to substancja składająca się z atomów jednego rodzaju.

Atom jest najmniejszym elementem pierwiastka, który reprezentuje jego właściwości. Nie można go rozłożyć na substancje prostsze, zachowujące cechy pierwiastka. Atomy niektórych pierwiastków mogą łączyć się w **cząsteczki**, np. O_2 , S_8 . Każdy pierwiastek ma przypisany symbol i jedno- wyrazową nazwę, np. O to symbol pierwiastka o nazwie tlen. Tabelą, w której można znaleźć symbole i nazwy pierwiastków, jest **układ okresowy pierwiastków chemicznych**.



Związek chemiczny to substancja zbudowana z atomów co najmniej dwóch różnych pierwiastków.

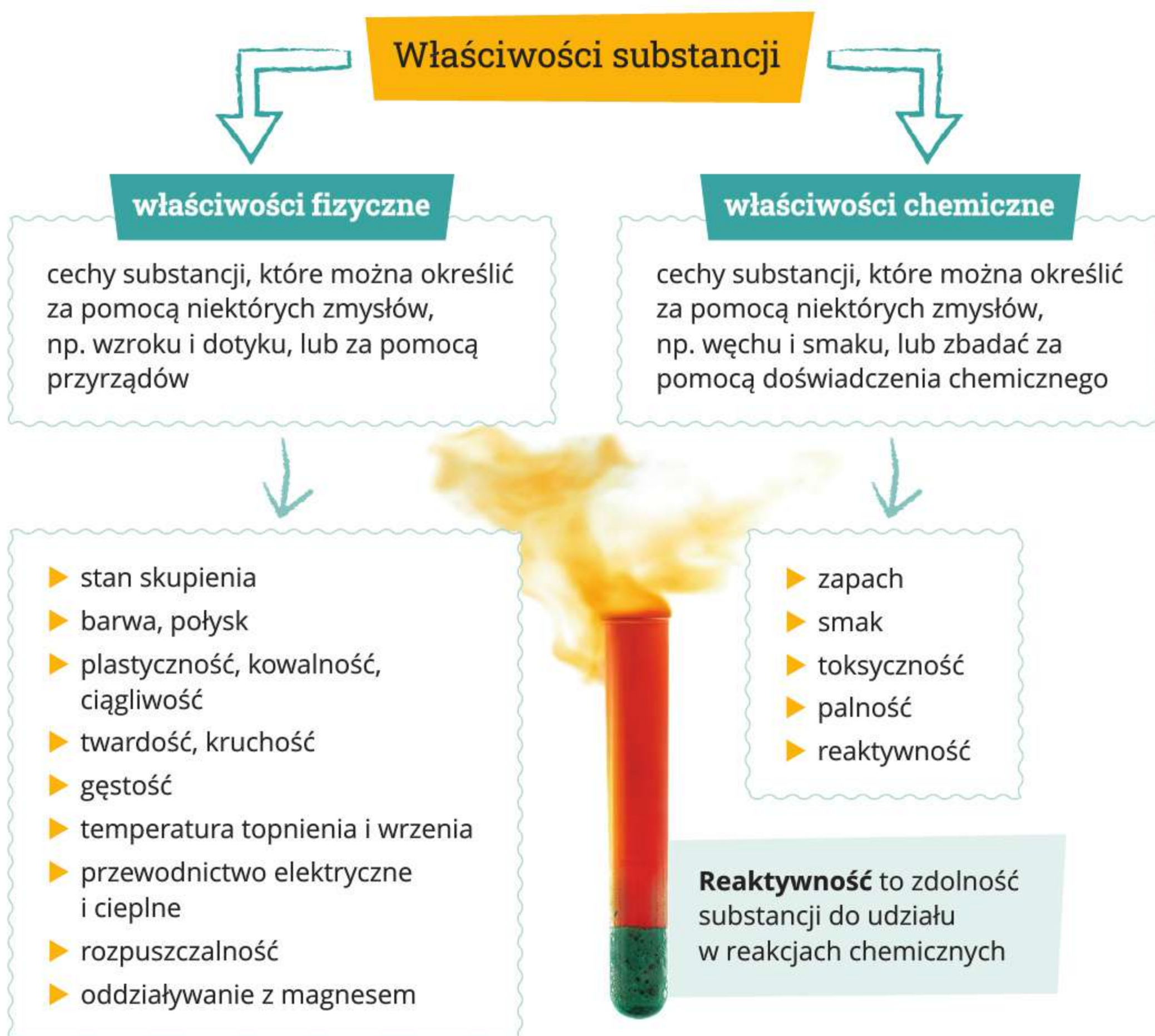
Nazwy chemiczne (tzw. systematyczne) substancji złożonych są dwu- lub wielowyrazowe, np. tlenek wodoru (nazwa zwyczajowa: woda), tlenek węgla(II) (nazwa zwyczajowa: czad), dwunastowodny siarczan(VI) glinowo-potasowy (nazwa zwyczajowa: ałun potasowy).

Właściwości substancji

Na lekcji języka polskiego podczas omawiania lektury przygotowuje się charakterystykę bohaterów utworu literackiego. Polega ona na opisanu cech ich wyglądu, charakteru oraz zachowania. Chemia jest nauką, której „bohaterem” jest materia, a więc substancje. Wszystkie substancje mają cechy, które nazywa się **właściwościami**.



Właściwości substancji to cechy, na podstawie których można rozpoznać daną substancję i odróżnić ją od innych. Właściwości dzieli się na fizyczne i chemiczne.



Doświadczenie 1



20 MIN

Badanie właściwości wybranych rodzajów materii z naszego otoczenia

Problem badawczy:

W jaki sposób można zidentyfikować rodzaj materii?

Sprzęt:

4 szalki Petriego, 3 łyżeczki, obcęg, pipeta Pasteura, bagietka

Hipoteza:

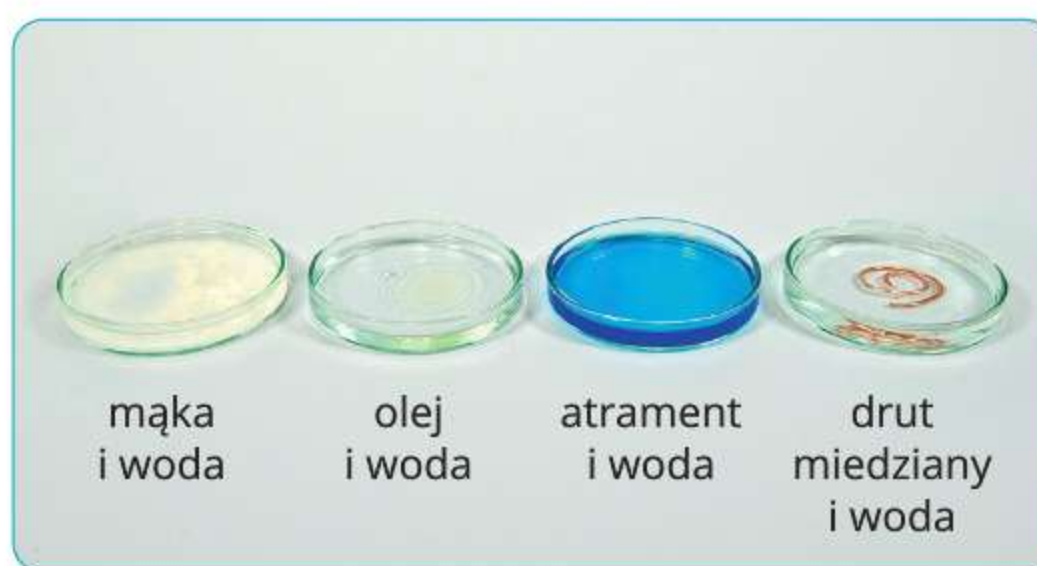
Rodzaj materii można zidentyfikować na podstawie jej właściwości.

Odczynniki:

mąka pszenna, olej rzepakowy, atrament, drut miedziany, woda

Wykonanie:

Na szalkach umieścić osobno niewielkie ilości badanych rodzajów materii. Określić ich stan skupienia, barwę i zapach. Następnie do każdej próbki dodać taką samą ilość wody. Wymieszać dokładnie zawartość naczyń i ocenić rozpuszczalność próbek w wodzie.



Obserwacje:

Właściwość	Badana materia			
	mąka pszenna	olej rzepakowy	atrament	drut miedziany
stan skupienia ($t = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$)	stały	ciekły	ciekły	stały
barwa	biała	jasnożółta	niebieska	różowa
zapach	brak	neutralny	brak	brak
rozpuszczanie w wodzie	mętna ciecz	dwie warstwy cieczy	ciecz stała się jaśniejsza	bez zmian

Wnioski:

Każdy rodzaj materii ma charakterystyczne cechy – właściwości, dzięki którym można je od siebie odróżniać.

Weryfikacja hipotezy: Hipoteza została potwierdzona.

Zapamiętaj! To ważne!

Materia

To wszystko, co nas otacza, np. woda, cukier, krzesło. Składa się z substancji oraz ich mieszanin.

Substancja

Część materii o określonych właściwościach i stałym składzie chemicznym.

Właściwości substancji

Cechy substancji, na podstawie których można ją rozpoznać i odróżnić od innych substancji. Rozróżnia się właściwości fizyczne (np. stan skupienia) i chemiczne (np. reaktywność).

Substancja prosta (pierwiastek)

składa się z atomów jednego rodzaju

Substancja złożona (związek chemiczny)

składa się z atomów co najmniej dwóch różnych pierwiastków

Sprawdź się!

1. Przyporządkuj podane substancje do pierwiastków lub związków chemicznych.

chlorek potasu • tlenek glinu • srebro • rtęć • azot • siarczan(VI) wapnia
• wodór • węgiel • siarczek cynku • kwas chlorowodorowy

2. Przyporządkuj podane cechy substancji do właściwości fizycznych lub chemicznych.

połysk • smak • przewodnictwo elektryczne • toksyczność
• twardość • plastyczność • zapach • rozpuszczalność • reaktywność

3. Cukru pudru i mąki pszennej nie można rozróżnić za pomocą zmysłu wzroku, ponieważ wyglądają tak samo. Zaproponuj i przeprowadź doświadczenie, które pozwoli odróżnić te substancje na podstawie ich rozpuszczalności w wodzie.



4. Jak nazywa się ważny dla chemików dokument, który zawiera m.in. opis właściwości danej substancji? Odszukaj, np. w internecie, taki dokument dla chlorku sodu (głównego składnika soli kuchennej) i odpowiedz na pytania. Uzasadnij swoje odpowiedzi.

- a) Co zrobić, gdy sól kuchenna wpadnie do oka?
b) Czy warto używać metalowej puszki do przechowywania soli kuchennej?
c) W jakich warunkach należy przechowywać sól kuchenną?

2.2 Metale i niemetale



W grupie znajomych są osoby, które zazwyczaj mają wiele wspólnych zainteresowań, np. lubią podróżować lub podoba im się ten sam rodzaj muzyki. **Podobnie jest z pierwiastkami, które ze względu na wspólne cechy podzielono na dwie grupy.**

Substancje proste

Substancje proste zostały podzielone na **metale** i **niemetale** na podstawie różnic w ich właściwościach. Większość pierwiastków występujących na Ziemi to metale.



Właściwości fizyczne metali i niemetali

Metale mają wiele wspólnych właściwości fizycznych, natomiast właściwości fizyczne niemetali są różnicowane.

Wybrane właściwości fizyczne metali i niemetali

Właściwość	Substancje	
	metale	niemetale
stan skupienia ($t = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$)	stały (wyjątek: np. rtęć – jest ciekła)	stały, gazowy, ciekły (tylko brom)
barwa	srebrzystoszara (wyjątki: złoto – jasnożółte, miedź – różowa)	różna, np. siarka – żółta, brom – brunatnoczerwony, chlor – żółtozielony, tlen, azot, wodór – bezbarwne
połysk	tak	nie
plastyczność	tak – kowalne, ciągliwe	nie
kruchość	nie	tak
przewodnictwo elektryczne	tak	nie (wyjątek: np. grafit)
przewodnictwo cieplne	tak	na ogół nie

A to ciekawe!

Rzadko spotyka się przedmioty wykonane z metali w czystej postaci. Właściwości metali, m.in. dobre przewodnictwo cieplne, sprawiają, że nie są one dobrym materiałem konstrukcyjnym w takiej formie. Metale można stapiać ze sobą w wysokiej temperaturze i mieszać ze specjalnymi dodatkami. Powstają wówczas **stopy metali**, np. mniej plastyczne i bardziej wytrzymałe.



Galinstan – stop galu, indu i cyny. W temperaturze pokojowej jest cieczą. Jest mniej toksyczny od rtęci, dlatego stosuje się go w termometrach.



Stal – stop żelaza i węgla. Naczynia ze stali są odporne na uszkodzenia mechaniczne.



Argentan (nowe srebro) – stop miedzi, niklu i cynku. Z wyglądu przypomina srebro, dlatego wyrabia się z niego ozdoby.



Mosiądz – stop miedzi i cynku. Wykonuje się z niego m.in. medale i pomniki.



Badanie niektórych właściwości fizycznych wybranych metali i niemetałów

Problem badawczy:

Jakimi właściwościami fizycznymi różnią się metale od niemetałów?

Sprzęt:

5 szalek Petriego, pęseta, łyżeczka

Hipoteza:

Metale i niemetały różnią się m.in. barwą, połyskiem, plastycznością i kruchością.

Odczynniki:

metale: żelazo, miedź, glin
niemetały: siarka, węgiel

Wykonanie:

Na szalkach umieść osobno próbki badanych substancji. Przyjrzyj się im (stan skupienia, barwa, połysk). Sprawdź, czy są plastyczne. Spróbuj rozgnieść je łyżeczką. Do każdej substancji przyłóż magnes.



Obserwacje:

Właściwość	Badana substancja				
	żelazo	miedź	glin	siarka	węgiel
stan skupienia ($t = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$)	stały	stały	stały	stały	stały
barwa	srebrzysto-szara	różowa	srebrzysto-szara	żółta	czarna
połysk	tak	tak	tak	nie	nie
plastyczność	tak	tak	tak	nie	nie
kruchość	nie	nie	nie	tak	tak
oddziaływanie z magnesem	tak	nie	nie	nie	nie

Wnioski:

Badane metale w większości są srebrzystoszare i mają połysk; są plastyczne i nie są kruche. Badane niemetały mają różne barwy i nie mają połysku; nie są plastyczne i są kruche.

Weryfikacja hipotezy: Hipoteza została potwierdzona.

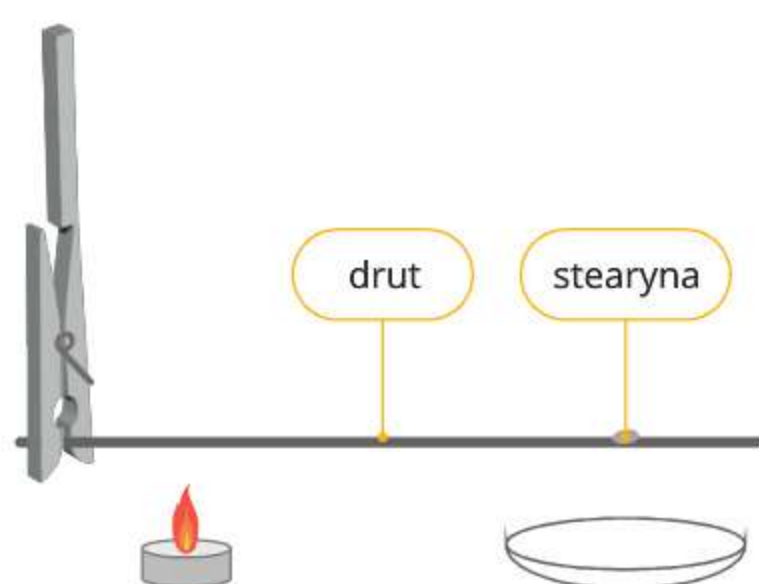
Badanie przewodnictwa cieplnego metali

Problem badawczy:

Czy miedź, glin i cyna przewodzą ciepło?

Sprzęt:

statyw z łapą drewnianą, świeczka typu tealight (podgrzewacz), 3 szkiełka zegarkowe, zapalarka, stoper



Wykonanie:

Zmontuj zestaw badawczy według schematu. Drut z miedzi umocuj w łapie drewnianej. Na jednym końcu drutu umieść kawałek stearyny. Pod drugim końcem drutu postaw podgrzewacz. Zapal go i jednocześnie włącz stoper. Gdy stearyna się stopi, wyłącz stoper, odczytaj wynik i zanotuj go. Powtórz te czynności dla drutów z glinu i cyny.

Obserwacje:

Najszybciej stopiła się stearyna umieszczona na drucie z miedzi (1), a najwolniej – na drucie z cyny (3).

Wnioski:

Miedź, glin i cyna przewodzą ciepło. Wśród nich najlepszym przewodnikiem ciepła jest miedź, a najsłabszym – cyna.

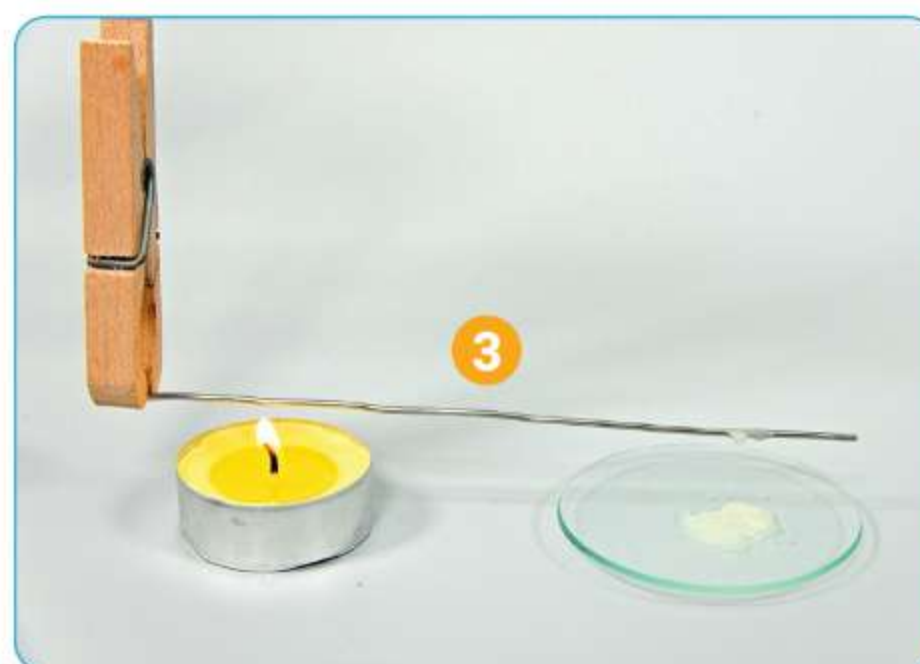
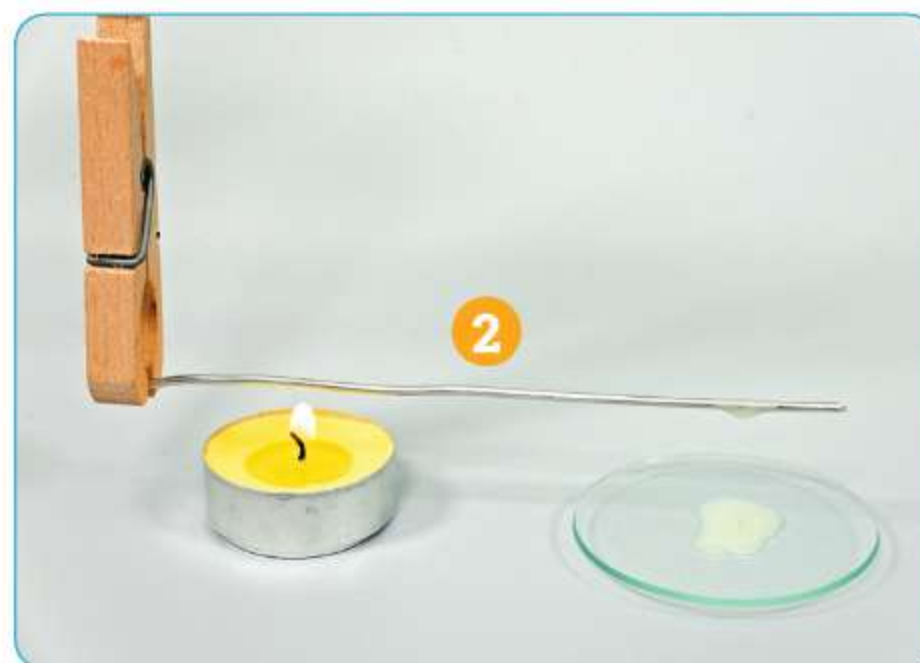
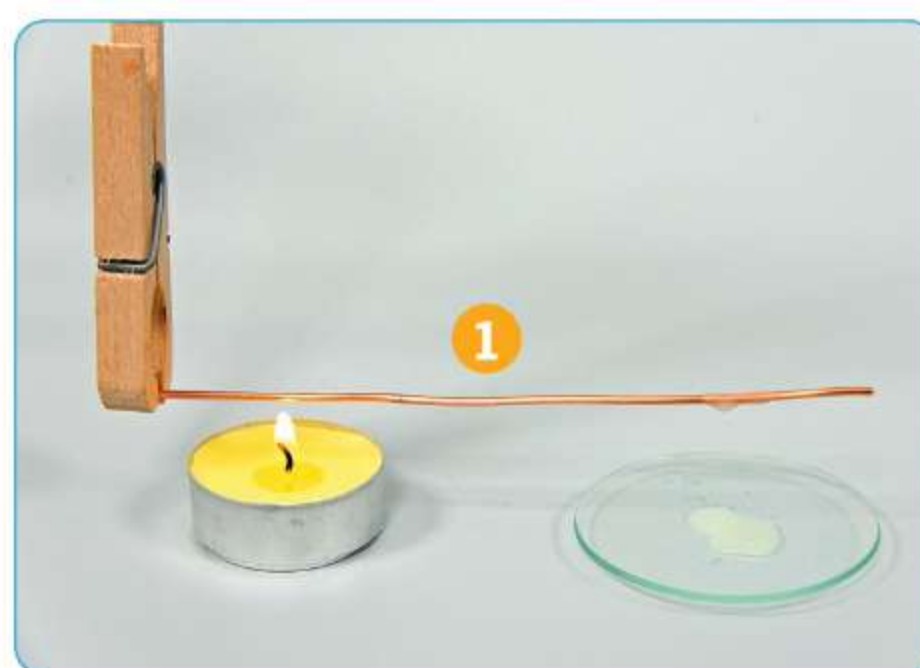
Weryfikacja hipotezy: Hipoteza została potwierdzona.

Hipoteza:

Miedź, glin i cyna przewodzą ciepło.

Odczynniki:

druty o jednakowych wymiarach wykonane z miedzi, glinu i cyny, stearyna (kawałek świeczki)



Zastosowania metali



Miedź jest dobrym przewodnikiem prądu elektrycznego, dlatego jest stosowana w produkcji przewodów elektrycznych.



Tytan jest bardzo wytrzymały, sztywny i odporny, dlatego jest wykorzystywany w produkcji implantów, np. zębowych.



Wolfram ma wysoką temperaturę topnienia, dlatego jest stosowany w drucikach w żarówkach tradycyjnych.

Zastosowania niemetalu



Chlor ma właściwości dezynfekujące, dlatego jego związki chemiczne są stosowane w środkach do oczyszczania wody, np. w basenie.



Siarka jest łatwopalna, dlatego jest jednym ze składników główki zapalniczki.



Azot jest pierwiastkiem niezbędnym do życia roślin, dlatego jego związki chemiczne są stosowane w produkcji nawozów mineralnych (sztucznych).

Zapamiętaj! To ważne!

Metale

Są srebrzystoszarymi (wyjątki: złoto i miedź) ciałami stałymi (wyjątek: np. rtęć) o metalicznym połysku. Dobrze przewodzą prąd i ciepło. Są plastyczne.

Niemetale

Mają różne kolory. Występują w stanie stałym, gazowym, a nawet ciekłym (brom). Nie mają połysku i na ogół nie przewodzą prądu (wyjątek: np. grafit) ani ciepła. Są kruche.

Sprawdź się!

1. Podaj po pięć nazw metali i niemetali.
2. Na podstawie poniższych opisów zidentyfikuj pierwiastki, a następnie przyporządkuj je do metali lub niemetali.
 - a) Krucha, o barwie żółtej. Wykorzystywana do produkcji zapalek.
 - b) Srebrzystoszara ciecz (25 °C) o trujących oparach. Dawniej używana w termometrach.
 - c) Żółtozielony gaz (25 °C) o charakterystycznym zapachu. Można go poczuć na basenie.
 - d) Jest różowym ciałem stałym. Bardzo dobrze przewodzi prąd, dlatego jest stosowana w produkcji przewodów elektrycznych.
3. Cyna i glin to srebrzystoszare metale. Różnią się m.in. plastycznością. Zaprojektuj doświadczenie, dzięki któremu odróżnisz dwa druciki wykonane z tych metali.
4. Jakie właściwości mają następujące metale: miedź, żelazo i glin? Które z tych właściwości wykorzystasz, aby rozróżnić te metale?
5. W budownictwie z tzw. wielkiej płyty popularne było stosowanie przewodów elektrycznych wykonanych z glinu (tzw. aluminiowych). Obecnie używa się przewodów miedzianych. Na podstawie dostępnych źródeł informacji zapoznaj się z właściwościami obu pierwiastków. Podaj przyczyny zmiany surowca do produkcji przewodów elektrycznych.
6. Tylko nieliczne metale występują w przyrodzie w stanie wolnym. Na podstawie dostępnych źródeł informacji, np. atlasu geograficznego, podaj ich nazwy i symbole. Jak nazywa się ogólnie takie metale? Gdzie występują w Polsce?

2.3 Mieszaniny



Woda jest jedną z najbardziej rozpowszechnionych substancji na świecie, bez której życie nie jest możliwe. Prawie każdy zna jej wzór – H_2O . Pokazuje on, że cząsteczka wody jest zbudowana z 2 atomów wodoru i 1 atomu tlenu – jest więc substancją złożoną (związkiem chemicznym). **Nie możemy również żyć bez powietrza. Jednak w żadnym źródle wiedzy nie znajdziemy wzoru powietrza, a jedynie jego skład.**

Rodzaje mieszanin

Substancje proste i substancje złożone można ze sobą mieszać.



Mieszanina to dwie lub więcej substancji (pierwiastków lub związków chemicznych), które są zmieszane ze sobą w dowolnych proporcjach. W mieszaninie każdy ze składników zachowuje swoje właściwości.

W zależności od tego, jak dobrze substancje mieszają się ze sobą, można wyróżnić dwa rodzaje mieszanin.

Mieszaniny

mieszanina jednorodna

składników nie można rozróżnić gołym okiem ani za pomocą prostych przyrządów optycznych, np. rozpuszczona sól kuchenna w wodzie, stopy metali, woda mineralna, ocet, czyste powietrze



Czyste powietrze

mieszanina niejednorodna

składniki można rozróżnić gołym okiem lub za pomocą prostych przyrządów optycznych, np. cukier i piasek, olej i woda, woda i piasek, sproszkowana siarka i opiłki żelaza, zanieczyszczone powietrze (smog)



Smog

Sporządzanie mieszanin

W życiu codziennym rzadko używa się czystych substancji – pierwiastków czy związków chemicznych. Najczęściej stosuje się ich mieszaniny. Bardzo często sami je sporządzamy, np. w kuchni podczas przygotowywania napojów czy gotowania potraw.

Doświadczenie 1

Sporządzanie napoju – wody z sokiem malinowym



Problem badawczy:

Jaką mieszaninę utworzy woda z sokiem malinowym?

Hipoteza:

Woda z sokiem malinowym utworzy mieszaninę jednorodną.

Sprzęt:

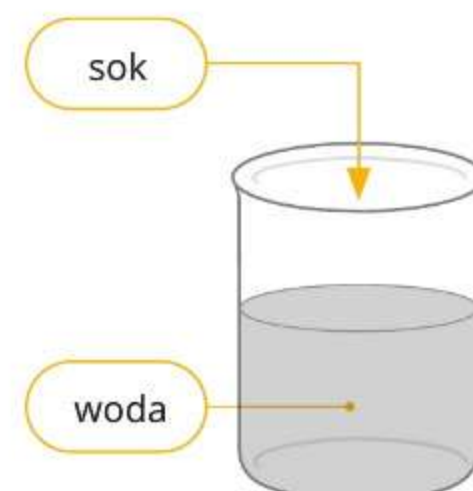
3 duże jednakowe szklanki, miarki kuchenne (dzbanek, łyżka), łyżeczka

Odczynniki:

woda, skoncentrowany sok malinowy

Wykonanie:

Do szklanki wlej 200 cm^3 wody. Dodaj 40 cm^3 soku. Całość dokładnie wymieszaj. Powtórz te czynności dla innych objętości soku, np. 80 cm^3 i 10 cm^3 . Obserwuj barwę powstałych napojów. Sprawdź ich smak*.



Obserwacje:

Po zmieszaniu wody z sokiem powstał napój o jednolitej czerwonej barwie (1). Dodanie większej ilości soku spowodowało, że barwa napoju stała się bardziej intensywna (2), a jego smak słodszy. Po zastosowaniu mniejszej ilości soku barwa napoju była mniej intensywna (3), a smak mniej słodki.



200 cm^3 wody + 40 cm^3 soku



200 cm^3 wody + 80 cm^3 soku



200 cm^3 wody + 10 cm^3 soku

Wnioski:

Woda z sokiem, niezależnie od proporcji składników, tworzy mieszaninę jednorodną. Smak oraz intensywność barwy napoju zależy od proporcji użytych składników. Wodę oraz sok można mieszać w dowolnych proporcjach, tak aby uzyskać pożądany smak lub kolor.

Weryfikacja hipotezy:

Hipoteza została potwierdzona.

* Badanie smaku jest możliwe, ponieważ w doświadczeniu użyto produktów spożywczych. Pamiętaj o zachowaniu zasad higieny podczas tej czynności.

Przygotowany napój o smaku malinowym miał jednolitą barwę. Czy po zmieszaniu ze sobą dowolnych substancji, np. wody i oleju, również uzyskamy taki efekt?

Doświadczenie 2

Sporządzanie różnych mieszanin



Problem badawczy:

Jakie mieszaniny utworzy woda z: solą kuchenną, kredą, olejem roślinnym, piaskiem oraz piasek z cukrem?

Hipoteza:

Woda z solą kuchenną utworzy mieszaninę jednorodną. Woda z kredą, olejem roślinnym i piaskiem utworzy mieszaniny niejednorodne. Piasek z cukrem utworzy mieszaninę niejednorodną.

Sprzęt:

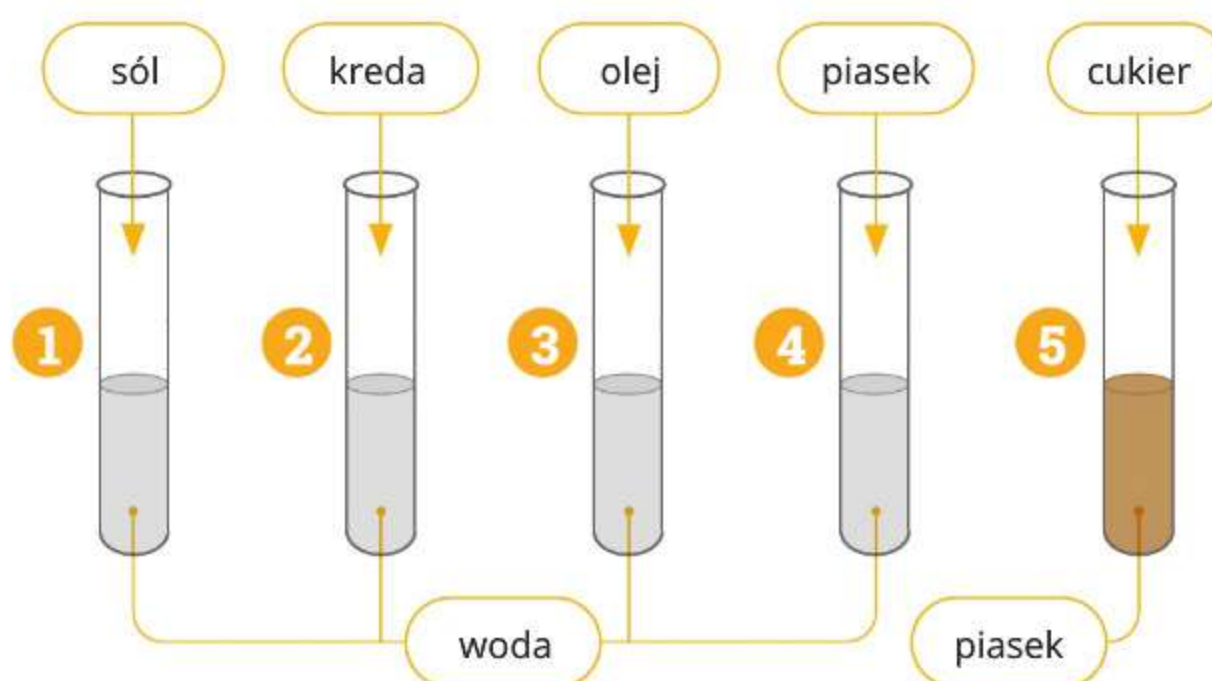
5 probówek, statyw, pipeta Pasteura, łyżeczka, 4 bagietki, korek

Odczynniki:

woda, sól kuchenna, sproszkowana kreda, olej roślinny, piasek, cukier

Wykonanie:

Do czterech probówek z wodą dodaj niewielkie ilości: do pierwszej – soli kuchennej, do drugiej – sproszkowanej kredy, do trzeciej – oleju, a do czwartej – piasku. Zawartość probówek zamieszaj i odstaw. Do piątej probówki nasyp po łyżeczce piasku i cukru – całość wstrząśnij i odstaw.



Obserwacje:

W probówce 1 sól kuchenna rozpuściła się w wodzie. Składników tej mieszaniny nie można odróżnić gołym okiem. W probówkach 2, 3 i 4 składniki się nie rozpuściły. Składniki mieszanin powstałych w probówkach 2, 3, 4 i 5 można odróżnić gołym okiem.



Wnioski:

Woda i sól kuchenna utworzyły mieszaninę jednorodną. Woda i kreda, woda i olej, woda i piasek oraz piasek i cukier utworzyły mieszaniny niejednorodne.

Weryfikacja hipotezy: Hipoteza została potwierdzona.

A to ciekawe!

Woda może tworzyć mieszaniny jednorodne, np. cukier rozpuszczony w wodzie, oraz mieszaniny niejednorodne, np. woda z olejem. Cząsteczka wody jest jak magnes, który jak wiesz, ma bieguny – dodatni i ujemny. Bieguny mogą kojarzyć ci się z obszarami polarnymi poznanymi na lekcji geografii. Wodę nazywa się **substancją polarną**. Dobrze mieszają się z nią substancje, które mają również tę cechę (np. cukier). Olej jest **cieczą niepolarną**, dlatego nie miesza się z wodą.



Woda z olejem

Zapamiętaj! To ważne!

Mieszanina

Powstaje w wyniku zmieszania co najmniej dwóch różnych substancji w dowolnych proporcjach. Substancje w mieszaninie zachowują swoje właściwości.

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.

Sprawdź się!

1. Podziel wymienione mieszaniny na jednorodne i niejednorodne.

pizza z szynką i pieczarkami • zupa pomidorowa z ryżem • woda wodociągowa • smog
• sałatka jarzynowa • czyste powietrze • stal • świeżo wyciskany sok pomarańczowy
• esencja herbaciana • mosiądz • ocet

2. Podaj po trzy przykłady mieszanin jednorodnych i niejednorodnych (innych niż w zad. 1).

3. Zaprojektuj rebus, którego rozwiązaniem będzie hasło „mieszanina”.

2.4 Rozdzielanie mieszanin



Groch z kapustą to popularna staropolska potrawa. Dawniej jadano ją przez cały rok, ponieważ kapusta kiszona i groch były łatwo dostępnymi produktami. Obecnie ta potrawa jest daniem wigilijnym. **Groch z kapustą to przykład mieszaniny niejednorodnej – wyraźnie widać składniki. Gdybyśmy mieli ochotę tylko na groch, czy moglibyśmy go odzyskać?**

Metody rozdzielania mieszanin

W domu można znaleźć wiele mieszanin. Mieszaninami są nie tylko przygotowywane potrawy lub napoje, ale również środki czystości. Mieszaniny można rozdzielać na składniki. O tym, którą metodę rozdzielania wybrać, decydują właściwości substancji wchodzących w skład mieszaniny.

Metody rozdzielania mieszanin niejednorodnych

Składniki mieszaniny	Różnica we właściwościach	Metoda rozdzielania
piasek i kamyki	rozmiar drobin	przesiewanie
woda i sproszkowana kreda	rozpuszczalność w wodzie, stan skupienia	sączenie (filtracja)  sedymentacja i dekantacja
opiłki żelaza i piasek	właściwości magnetyczne	użycie magnesu
woda i olej	rozpuszczalność w wodzie, gęstość	użycie rozdzielacza

Metody rozdzielania mieszanin jednorodnych

Składniki mieszaniny	Różnica we właściwościach	Metoda rozdzielania
woda i cukier	rozpuszczalność w wodzie, substancja trwała w podwyższonej temperaturze	odparowanie
woda i aceton	znaczna różnica wartości temperatury wrzenia	destylacja
woda i sól kuchenna	rozpuszczalność w wodzie	krystalizacja

Rozdzielanie mieszanin niejednorodnych

Doświadczenie 1

Rozdzielanie mieszaniny wody i oleju roślinnego



Problem badawczy:

W jaki sposób rozdzielić mieszaninę wody i oleju roślinnego?

Hipoteza:

Mieszaninę wody i oleju roślinnego można rozdzielić za pomocą rozdzielacza.

Sprzęt:

statyw z kółkiem, rozdzielacz, 2 jednakowe zlewki, bagietka

Odczynniki:

woda, olej roślinny

Wykonanie:

W zlewce przygotuj mieszaninę wody i oleju (1 : 1). Przelej ją do rozdzielacza. Poczekaj, aż utworzą się dwie wyraźne warstwy cieczy. Ostrożnie przekręć kranik rozdzielacza i zlej dolną warstwę mieszaniny do podstawionej pustej zlewki. Zakręć kranik.

Obserwacje:

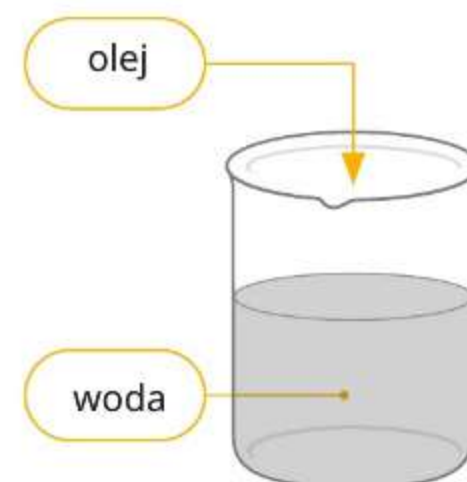
W rozdzielaczu utworzyły się dwie warstwy cieczy: górna jasnożółta, a dolna – bezbarwna. Po otwarciu kranika do zlewki spłynęła bezbarwna ciecz.

Wnioski:

Woda i olej nie mieszają się ze sobą – tworzą mieszaninę niejednorodną. Użycie rozdzielacza pozwoliło na rozdzielenie tej mieszaniny. Woda – dolna warstwa mieszaniny – spłynęła do podstawionej zlewki. Olej – górna warstwa mieszaniny – pozostał w rozdzielaczu. Gęstość oleju jest mniejsza od gęstości wody.

Weryfikacja hipotezy:

Hipoteza została potwierdzona.



A to ciekawe!

W doświadczeniu 1 otrzymano układ złożony z dwóch niemieszających się wzajemnie cieczy – polarnej (wody) i niepolarniej (oleju). Nazywa się go **emulsją**. Jest to układ nietrwały. Zmieszane warstwy cieczy rozdzieliły się po upływie kilku minut. Trwałe emulsje można otrzymać jedynie przez dodanie substancji nazywanej **emulgatorem**. Ma ona zdolność rozpuszczania się w obu fazach jednocześnie. Przykładem emulsji jest majonez, mleko i niektóre kosmetyki, np. balsamy do ciała i płyny do demakijażu.



Dwufazowy płyn do demakijażu: a) po odstaniu przez 12 godzin; b) po wstrząśnięciu – gotowy do aplikacji na skórę; c) po odstaniu przez 5 minut

Doświadczenie 2

Rozdzielanie mieszaniny wody i piasku



Problem badawczy:

W jaki sposób rozdzielić mieszaninę wody i piasku?

Hipoteza:

Mieszaninę wody i piasku można rozdzielić metodami dekantacji lub sączenia (filtracji).

Sprzęt:

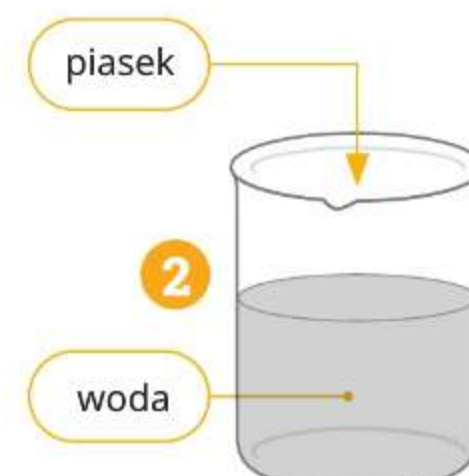
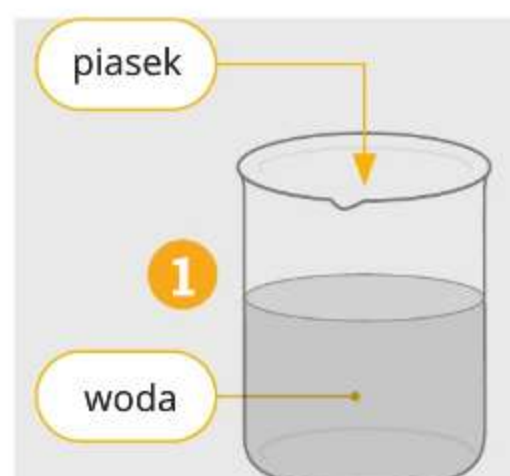
4 zlewki, łyżeczka, bagietka, statyw z kółkiem, lejek, filtr do ekspresu, nożyczki, tryskawka

Odczynniki:

woda, piasek

Wykonanie:

Do dwóch zlewek wlej wodę do 2/3 wysokości naczyń i dodaj po 5 łyżeczek piasku.



↓

a) Zawartość zlewki 1 zamieszaj i odstaw. Obserwuj zachodzące zmiany. Ciecz znad osadu zlej ostrożnie po bagietce do pustej zlewki.

b) Zawartość zlewki 2 zamieszaj i od razu przelej ostrożnie po bagietce do drugiej pustej zlewki przez filtr umieszczony w lejku osadzonym w kółku.

Uwaga: filtr musi być dopasowany do lejka (odpowiednio go przytnij) i zwilżony wodą (np. z tryskawki), aby szczelnie przylegał do ścianek.

Obserwacje:

a) W zlewce 1 początkowo piasek unosił się w wodzie, aż w końcu opadł na dno. Po zlaniu cieczy na dnie zlewki pozostał piasek.



b) Po przesączeniu zawartości zlewki 2 na filtrze pozostał piasek, a w zlewce podstawionej pod lejkiem zebrała się woda.



Wnioski:

Woda z piaskiem tworzy mieszaninę niejednorodną. Do jej rozdzielania wykorzystuje się różnicę w stanie skupienia składników. W zlewce 1 piasek opadł na dno na skutek siły grawitacji (sedymentacja). Do rozdzielania tej mieszaniny zastosowano dekantację. Do rozdzielania mieszaniny w zlewce 2 zastosowano sączenie (filtrację).

Weryfikacja hipotezy: Hipoteza została potwierdzona.

Rozdzielanie mieszanin jednorodnych

Doświadczenie 3



Rozdzielanie mieszaniny wody i acetonu

Problem badawczy:

W jaki sposób rozdzielić mieszaninę wody i acetonu?

Hipoteza:

Mieszaninę wody i acetonu można rozdzielić metodą destylacji.

Sprzęt:

zlewka, bagietka, zestaw do destylacji, statyw z łapą, kamyczki wrzenne

Odczynniki:

woda, aceton

Wykonanie:

W kolbie umieść 5–10 kamyczków wrzennych (zapobiegających miejscowemu przegrzaniu cieczy) oraz mieszaninę wody i acetonu (1 : 1). Zmontuj zestaw do destylacji. Odkręć zimną wodę, aby krążyła w chłodnicy. Ogrzewaj zawartość kolby, aż w odbieralniku pojawi się bezbarwna ciecz.

Obserwacje:

Pod wpływem ogrzewania w całej objętości mieszaniny pojawiają się pęcherzyki. Gdy termometr wskazywał 56 °C, w odbieralniku pojawiła się bezbarwna ciecz o charakterystycznym zapachu. Objętość ogrzewanej mieszaniny się zmniejszyła.



Wnioski:

Ogrzewana ciecz wrzała. Z mieszaniny jako pierwsza wydzielila się substancja o niższej temperaturze wrzenia, czyli aceton. Dzięki znacznej różnicy temperatury wrzenia acetonu i wody mieszaninę można rozdzielić metodą destylacji.

Weryfikacja hipotezy: Hipoteza została potwierdzona.

Zapamiętaj! To ważne!

Rozdzielanie mieszanin

Mieszaniny można rozdzielać na składniki na wiele sposobów. Metodę rozdzielania wybiera się w zależności od właściwości składników mieszaniny.

Metody rozdzielania mieszanin niejednorodnych

- ▶ przesiewanie
- ▶ dekantacja (poprzedzona sedymentacją)
- ▶ sączenie (filtracja)
- ▶ użycie rozdzielnika
- ▶ użycie magnesu

Metody rozdzielania mieszanin jednorodnych

- ▶ odparowanie
- ▶ krystalizacja
- ▶ destylacja

Sprawdź się!

1. Wymień po dwie czynności kuchenne wykorzystujące podane metody rozdzielania mieszanin.

a) odparowanie

b) dekantacja

c) filtracja

2. Którą z metod rozdzielania wybierzesz dla podanych mieszanin? Odpowiedź uzasadnij.

a) Piasek wymieszany ze żwirem.

b) Mieszanina wody i oleju rzepakowego.

c) Mieszanina sproszkowanej siarki i opiłków żelaza.

d) Mieszanina wody i soli kuchennej.

3. Zaproponuj i opisz krok po kroku sposób rozdzielenia na składniki podanych mieszanin.

a) woda, sól kuchenna i piasek

b) woda, cukier i olej rzepakowy



4. Do demakijażu oczu używa się często płynów dwufazowych (jedna z faz ma czasem inną barwę).

Zastanów się i napisz, które z właściwości substancji stosowanych w tych produktach są wykorzystywane i dlaczego zaleca się kilkakrotnie wstrząsnąć butelką przed korzystaniem z tego płynu.

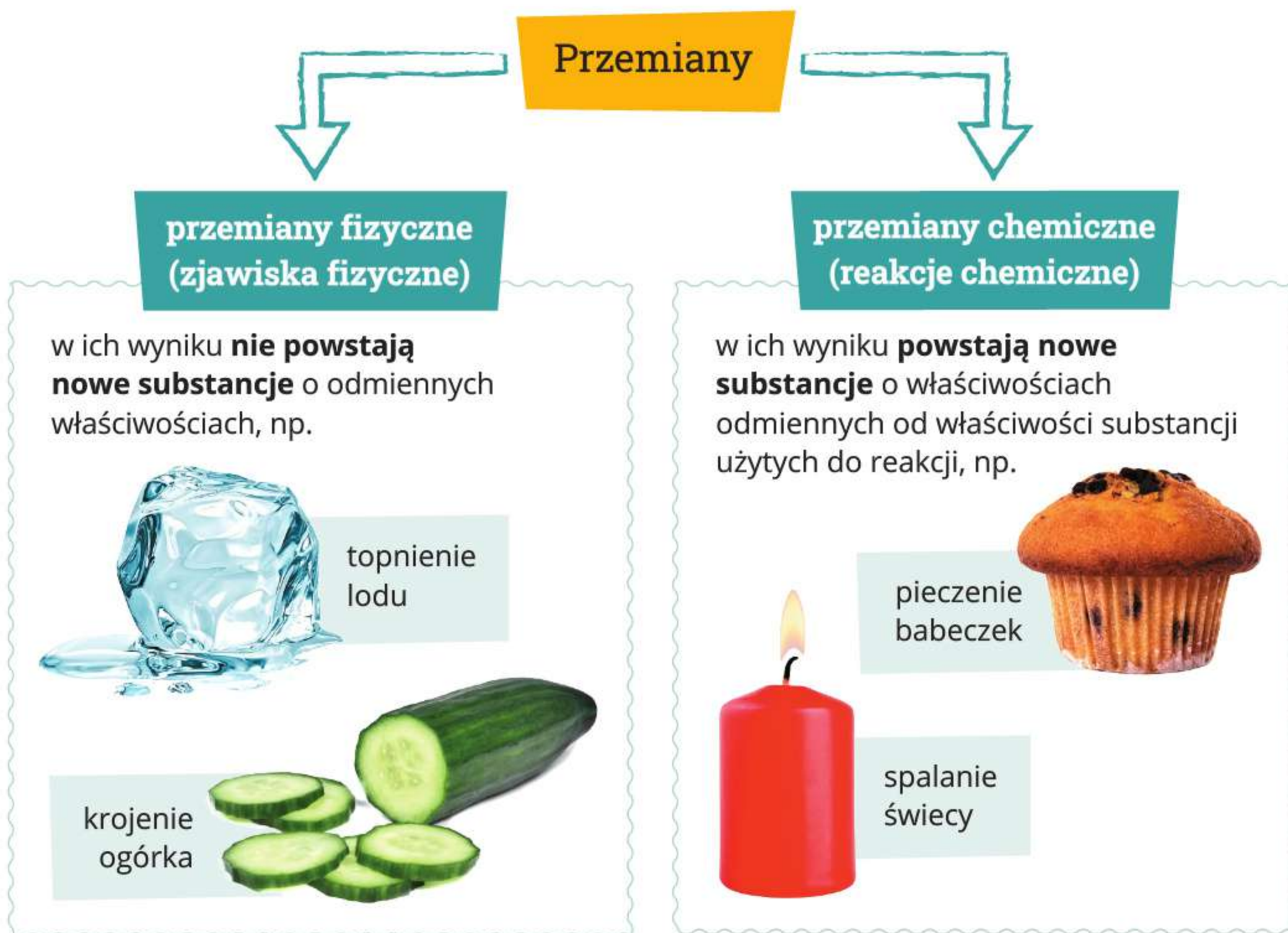
2.5 Zjawiska fizyczne i reakcje chemiczne



Lody są ulubionym deserem wielu z nas. Niestety szybko się topią. Czy można ten proces zahamować lub odwrócić? Tak, służy do tego zamrażarka. Rozmrożonych produktów nie wolno jednak ponownie zamrażać – ich spożycie może spowodować zatrucie pokarmowe. Pamiętaj również, aby nie używać błędnego sformułowania „lody się rozpuściły”. Aby substancja uległa rozpuszczeniu, jest potrzebny rozpuszczalnik. W przypadku lodów działa tylko ciepło.

Przemiany substancji

Substancje ulegają przemianom. Mogą one prowadzić jedynie do zmiany stanu skupienia substancji (**zjawiska fizyczne**) lub do powstania zupełnie nowej substancji (**reakcje chemiczne**). Przemiany zachodzą pod wpływem różnych czynników, np. ciepła, aktywności mikroorganizmów czy wzajemnego oddziaływania różnych substancji.



W wyniku przemian fizycznych można otrzymać mieszaniny, a w wyniku przemian chemicznych – substancje (pierwiastki i/lub związki chemiczne). Mieszanina i związek chemiczny różnią się – otrzymuje się je i rozdziela zupełnie innymi metodami.

Zjawiska fizyczne w naszym otoczeniu

Przykładami zjawisk fizycznych są zmiany stanu skupienia substancji.



Krzepnięcie to zmiana stanu skupienia z ciekłego w stały. Procesem odwrotnym jest **topnienie**, czyli zmiana stanu skupienia ze stałego w ciekły.

Parowanie to zmiana stanu skupienia z ciekłego w gazowy. Procesem odwrotnym jest **skraplanie**, czyli zmiana stanu skupienia z gazowego w ciekły.

Resublimacja to zmiana stanu skupienia z gazowego w stały. Procesem odwrotnym jest **sublimacja**, czyli zmiana stanu skupienia ze stałego w gazowy.

Woda – substancja, która łatwo zmienia swój stan skupienia

Woda **krzepnie**, gdy temperatura spada poniżej 0 °C.



Wiosną, wraz ze wzrostem temperatury, **topnieją** śnieg i lód.



Woda **paruje**, np. z kałuży, i staje się parą wodną.



Para wodna **skrapla się** i opada z chmur na ziemię w postaci deszczu.



Rośliny pokrywają się szronem na skutek **resublimacji** pary wodnej z powietrza.



Pranie można wysuszyć na mrozie dzięki **sublimacji**.



Doświadczenie 1

Zmiany stanu skupienia jodu



Problem badawczy:

Które zmiany stanu skupienia zachodzą w czasie ogrzewania, a następnie schładzania jodu?

Sprzęt:

zlewka, kolba okrągłodenna, trójnóg, siatka z płytką ceramiczną, łyżeczka, palnik, zapalarka

Wykonanie:

Do zlewki wsyp łyżeczkę jodu. Ustaw zlewkę na położonej na trójnogu siatce z płytką ceramiczną. W zlewce umieść kolbę z lodem. Zapal palnik pod zlewką. Obserwuj zmiany zachodzące w zlewce i na zewnętrznej powierzchni dna kolby.

Obserwacje:

W trakcie ogrzewania w zlewce pojawiły się ciemnofioletowe pary oraz ciemna ciecz. Na zewnętrznej powierzchni dna kolby pojawiły się ciemne kryształki, a także ciemne kropelki.

Wnioski:

Pod wpływem ogrzewania stały jod **sublimuje**, a z czasem również **topi się** i następnie **paruje**. Gdy pary jodu zetkną się z zimną powierzchnią dna kolby, to część **resublimuje**, a część się **skrapla**, po czym **krzepnie**.

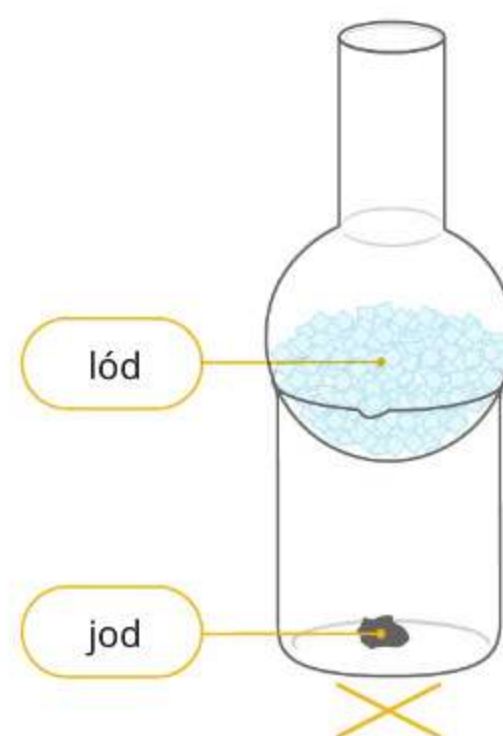
Weryfikacja hipotezy: Hipoteza została potwierdzona.

Hipoteza:

W czasie ogrzewania jodu, a następnie jego schładzania zachodzą wszystkie możliwe zmiany stanu skupienia.

Odczynniki:

jod, lód



Gdy w czasie suszy spadnie deszcz, czuć charakterystyczny woń. Tak pachnie geosmina – substancja będąca produktem ubocznym aktywności promieniowców (bakterii żyjących w glebie). Jest wyczuwalna, ponieważ podczas deszczu jej drobiny ulegają **dyfuzji** – rozprzestrzeniają się w powietrzu.



Dyfuzja to zjawisko fizyczne, w którym drobiny jednej substancji mieszają się z drobinami drugiej substancji. Ten proces może być wymuszony lub przebiegać samorzutnie.

Zjawisko dyfuzji potwierdza, że materia jest zbudowana z niezmiernie małych drobin: atomów, cząsteczek i jonów, między którymi występują puste przestrzenie. O atomach, cząsteczkach i jonach dowiesz się więcej na następnych lekcjach.

Rozpuszczanie manganianu(VII) potasu w wodzie



Problem badawczy:

Które zjawisko fizyczne będzie towarzyszyło rozpuszczaniu manganianu(VII) potasu w wodzie?

Sprzęt:

cylinder miarowy, łyżeczka

Wykonanie:

Do cylindra z wodą o temperaturze pokojowej wrzucić kryształek manganianu(VII) potasu.

Obserwacje:

Kryształek po wrzuceniu do wody opadał na dno naczynia i stawał się coraz mniejszy. Widać było fioletowe pasmo kierujące się w dół, które stopniowo rozmywało się i stawało się coraz mniej widoczne. Wokół opadniętego kryształka woda barwiła się na fioletowo.

Wnioski:

Podczas rozpuszczania uwalniają się drobiny manganianu(VII) potasu. Ulegają one dyfuzji – rozprzestrzeniają się i mieszają z drobinami wody.

Weryfikacja hipotezy:

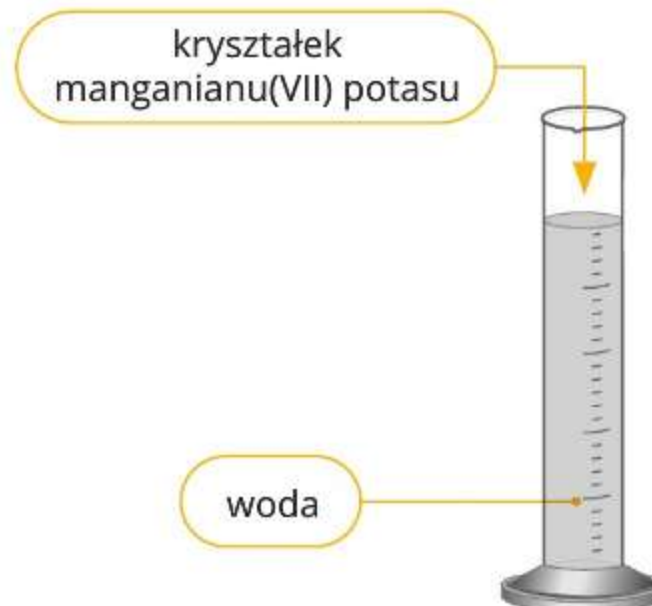
Hipoteza została potwierdzona.

Hipoteza:

Rozpuszczaniu manganianu(VII) potasu w wodzie będzie towarzyszyła dyfuzja.

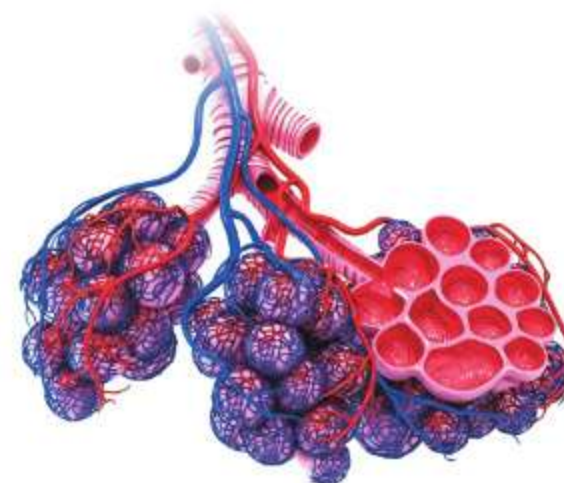
Odczynniki:

woda, manganian(VII) potasu



A to ciekawe!

W organizmie człowieka dyfuzja przebiega m.in. w pęcherzykach płucnych. Są one oplecione gęstą siecią naczyń włosowatych. Podczas wdechu zwiększa się stężenie tlenu w pęcherzykach płucnych. Jest ono wyższe niż we krwi przepływającej przez naczynia włosowate. Tlen dyfunduje do krwi i jest transportowany do tkanek. Gdy stężenie tlenu węgla(IV) we krwi jest większe niż w pęcherzykach płucnych, to dyfunduje on do światła pęcherzyków i jest wydychany.



Pęcherzyki płucne

Zjawisko dyfuzji może przebiegać we wszystkich stanach skupienia. Szybkość tego procesu zależy od stanu skupienia substancji. Najszybciej przebiega między drobinami gazów, a najwolniej – w ciałach stałych.

Ułożenie drobin w różnych stanach skupienia

gaz

- ▶ odległości między drobinami są duże
- ▶ drobin y poruszają się szybko
- ▶ gazy rozprzestrzeniają się w całej dostępnej im objętości



ciecz

- ▶ odległości między drobinami są mniejsze niż w gazach
- ▶ drobin y poruszają się wolniej
- ▶ ciecze przyjmują kształt naczynia, w którym się znajdują



ciało stałe

- ▶ drobin y są gęsto upakowane
- ▶ drobin y wykonują drgania jedynie wokół swojego położenia
- ▶ ciała stałe mają określony kształt



Reakcje chemiczne wokół nas

Oprócz przemian fizycznych w naszym otoczeniu można zaobserwować wiele przemian chemicznych, czyli reakcji chemicznych.

Doświadczenie 3

Badanie przemian stearyny

Problem badawczy:

Której przemianie ulega stearyna?

Sprzęt:

trójnóg, trójkąt, parownica, palnik, zapalarka, szczypce, krystalizator, probówka, łapa do probówek

Hipoteza:

Stearyna może ulegać przemianie zarówno fizycznej, jak i chemicznej.

Odczynniki:

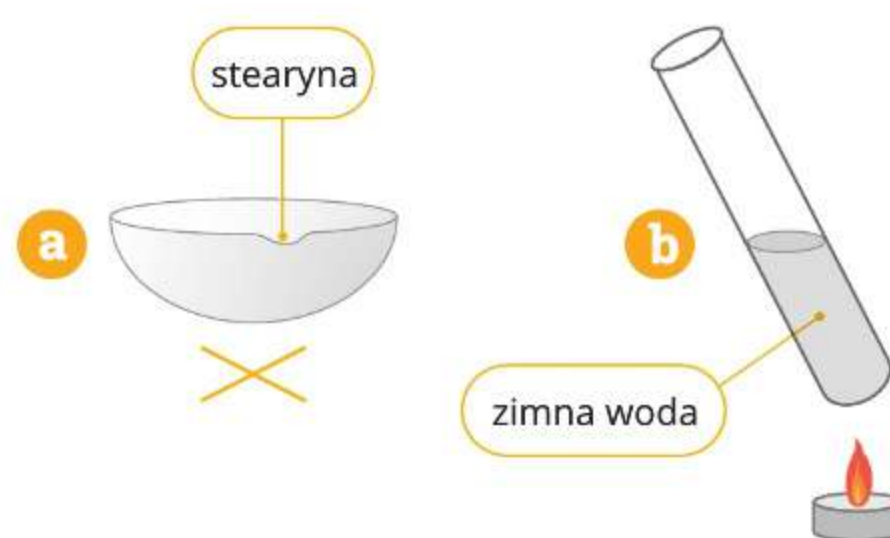
stearyna (kawałki świecy), woda, świeczka typu tealight (podgrzewacz)



Wykonanie:

a) Na trójnogu z trójkątem umieść parownicę z kawałkami świecy. Ogrzewaj ją aż do całkowitego stopienia się stearyny. Następnie przelej zawartość parownicy do krystalizatora z zimną wodą.

b) Zapal świeczkę. Gdy zapali się mocnym płomieniem, umieść nad nim probówkę z zimną wodą. Po ok. minucie obejrzyj dno probówki.



Obserwacje:

a) Stearyna jest białym ciałem stałym. Podczas ogrzewania stała się bezbarwnym oleistym płynem. Po wylaniu do zimnej wody ponownie zrobiła się białym ciałem stałym.



b) Po zapaleniu świeczki pojawił się płomień i było czuć ciepło. Stearyna wokół knotu stała się płynna. Po umieszczeniu probówki z zimną wodą nad świeczką płomień zaczął kopcić. Na zewnętrznej powierzchni dna probówki pojawiło się maziście, czarne ciało stałe.



Wnioski:

a) W wyniku ogrzewania stearyna się **topi**. Po obniżeniu jej temperatury (w wyniku kontaktu z zimną wodą) – **krzepnie**. Stearyna zmieniała jedynie stan skupienia – zaszły dwa zjawiska fizyczne: najpierw topnienie, a potem krzepnięcie.

b) W wyniku spalania świeczki powstaje nowa substancja, która jest mazista i czarna. Ma inne właściwości niż stearyna. Spalanie świeczki jest przemianą chemiczną – reakcją.

Weryfikacja hipotezy: Hipoteza została potwierdzona.

Mieszaniny i związki chemiczne

Gdy zmiesza się dwie różne substancje, to w wyniku przemiany fizycznej można otrzymać ich **mieszaninę** lub na skutek przemiany chemicznej – zupełnie nową substancję, np. **związek chemiczny**.



Aby przewidzieć, czy między co najmniej dwiema różnymi substancjami zajdzie przemiana fizyczna czy przemiana chemiczna, należy znać **właściwości tych substancji oraz warunki, w jakich się znajdują**.

Mieszanina a związek chemiczny

Kategoria różnicująca	Mieszanina	Związek chemiczny
sposób powstawania (rodzaj przemiany)	powstaje w wyniku zmieszania co najmniej dwóch różnych substancji – zjawisko fizyczne	powstaje w wyniku połączenia atomów co najmniej dwóch różnych substancji – reakcja chemiczna
skład	zmienny (składniki są wymieszane w dowolnych proporcjach)	stały (ściśle określony)
połączenie składników	substancje nie są ze sobą połączone, a jedynie wymieszane	atomy pierwiastków są połączone wiązaniami chemicznymi (poznasz je w dziale III)
właściwości	każdy ze składników zachowuje swoje właściwości	ma właściwości inne niż właściwości budujących go substancji
sposób rozdzielania	składniki można rozdzielić metodami fizycznymi	istnieje możliwość rozłożenia na pierwiastki za pomocą reakcji chemicznych
wzór	brak (składniki są wymieszane w dowolnych proporcjach)	istnieje i musi być zgodny z prawami chemicznymi
przykłady	powietrze, woda wodociągowa	tlenek węgla(IV) (dwutlenek węgla) – CO_2 , woda – H_2O

Mieszaniny i związki chemiczne bardzo się różnią. Błędne określenie, czy mamy do czynienia z mieszaniną czy ze związkiem chemicznym, może utrudnić ustalenie właściwości, a więc i wykorzystanie. Woda wodociągowa czy mineralna są mieszaninami, natomiast tlenek wodoru (popularnie zwany wodą) jest związkiem chemicznym.

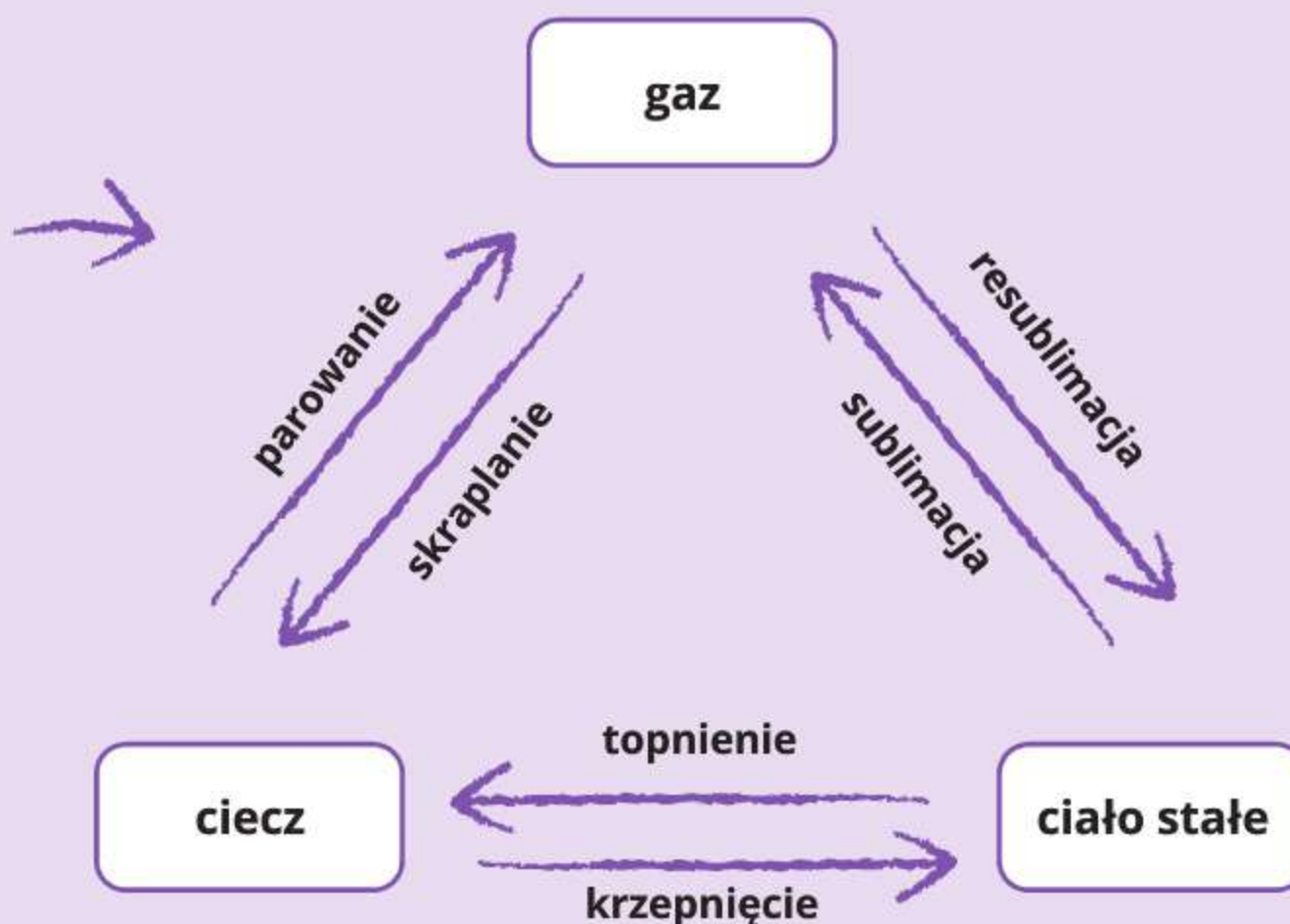
Zapamiętaj! To ważne!

Zjawiska fizyczne

Podczas tych przemian zmieniają się właściwości fizyczne substancji, ale nie powstają żadne nowe substancje.

Reakcje chemiczne

Podczas tych przemian powstają nowe substancje o innych właściwościach i budowie niż substancje wyjściowe.



Sprawdź się!

1. Podziel podane przemiany na fizyczne i chemiczne.

zamarzanie jeziora • pieczenie ciasta • kwaśnienie śmietany • rdzewienie gwoździ • osiadanie szronu • smażenie jajecznicy • cięcie papieru • składanie papieru techniką origami • fotosynteza

2. Przyporządkuj wymienione substancje do pierwiastków, związków chemicznych lub mieszanin.

azot • oranżada • zupa ogórkowa • sól kuchenna • cukier
• brąz • żelazo • ciasto keks • węgiel • tlenek wapnia

3. Na podstawie obserwacji z życia codziennego wytłumacz, czym różni się proces roztopiania substancji od jej rozpuszczania. Do której przemiany zaliczysz te procesy – do zjawiska fizycznego czy reakcji chemicznej?



4. Na przykładzie żelaza, mieszaniny opiłków żelaza ze sproszkowaną siarką oraz siarczku żelaza(II) wyjaśnij różnice między pierwiastkiem, mieszaniną a związkiem chemicznym.

2.6 Gęstość



Na pewno wśród was znajdują się osoby, które lubią zupę pomidorową. Podczas jej gotowania można popełnić błąd – dodać zbyt dużo ryżu. O takiej zupie mówi się, że jest gęsta. Jednak jest to potoczne określenie i odnosi się do płynności substancji, czyli lepkości. Dodanie dużej ilości ryżu spowodowało więc zwiększenie lepkości zupy pomidorowej. **Właściwość fizyczna zwana gęstością oznacza zupełnie coś innego.**

Gęstość – właściwość fizyczna

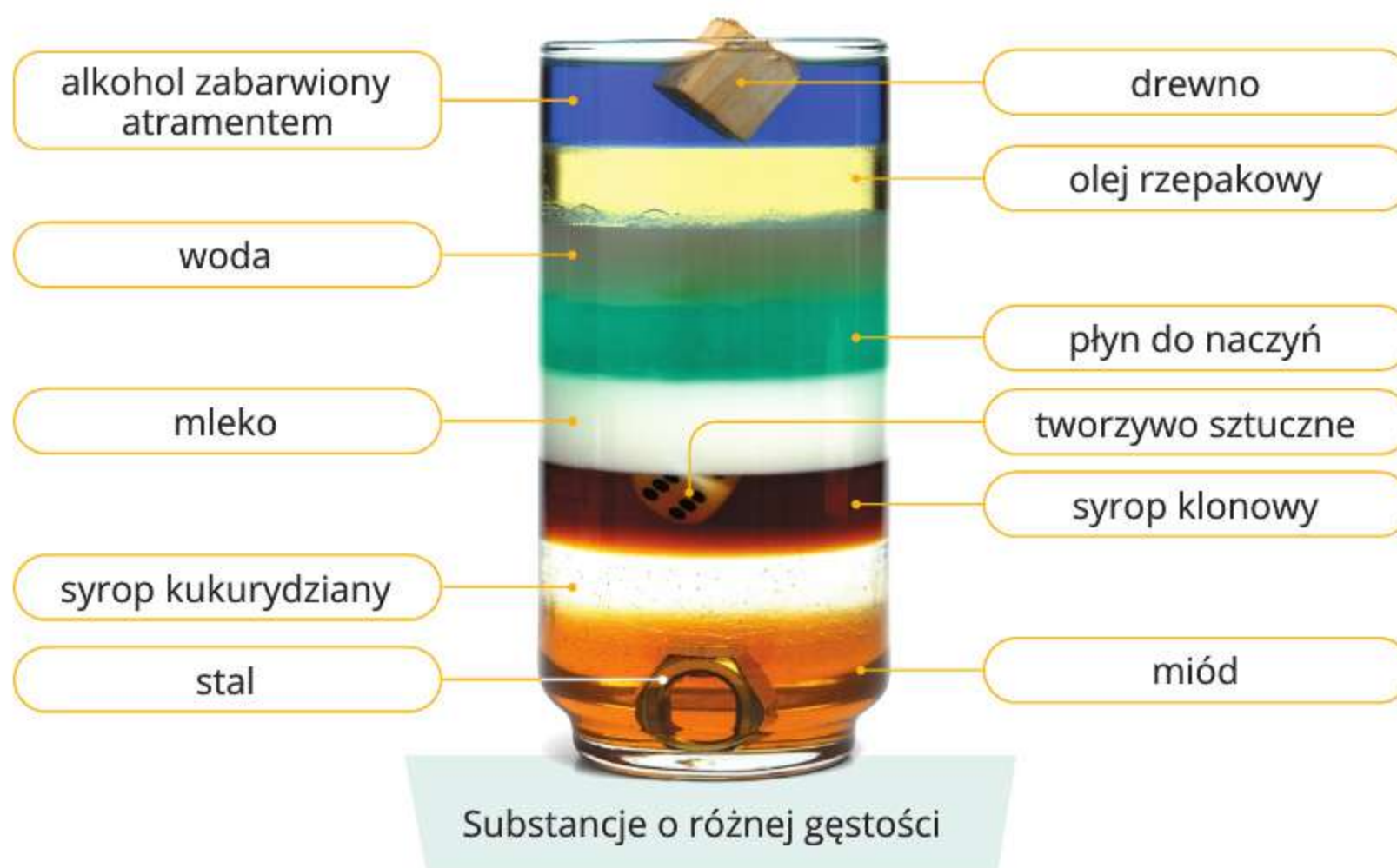
Materia ma różne cechy, które nazywa się właściwościami fizycznymi lub chemicznymi. Jedną z właściwości fizycznych substancji jest **gęstość**. To między innymi ona decyduje o tym, że lód unosi się na powierzchni jeziora, choć wydaje się, że jest „cięższy” od wody w stanie ciekłym.



Gęstość (d) to wielkość fizyczna, która określa, jaka masa materii przypada na jednostkę objętości. Definiuje się ją jako stosunek masy (m) do objętości (V).

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

W Międzynarodowym Układzie Jednostek Miar (układ SI) podstawową jednostką do opisywania gęstości jest **kg/m³**. Zazwyczaj używa się mniejszych jednostek: dla cieczy i ciał stałych **g/cm³**, a dla gazów – **g/dm³**. Wartości gęstości substancji można znaleźć w tablicach chemicznych lub je obliczyć.



Doświadczenie 1



Badanie masy różnych rodzajów materii o takiej samej objętości

Problem badawczy:

Czy różne rodzaje materii o takiej samej objętości mają jednakowe masy?

Hipoteza:

Różne rodzaje materii o takiej samej objętości mają różne masy.

Sprzęt:

3 zlewki, łyżeczka, waga laboratoryjna

Odczynniki:

sól kuchenna, bułka tarta, mąka pszenna

Wykonanie:

Trzy jednakowe zlewki napełnij całkowicie: zlewkę pierwszą – solą, zlewkę drugą – bułką tartą, a zlewkę trzecią – mąką. Zważ kolejno zlewki wraz z zawartościami. Porównaj otrzymane wyniki ważenia.



Obserwacje:

Mimo tej samej objętości próbek wyniki ważenia były różne. Największą masę miała próbka soli kuchennej (1), mniejszą – próbka mąki (3), a najmniejszą – próbka bułki tartej (2).



Wnioski:

Badane rodzaje materii mają różną gęstość. Największą gęstość ma sól kuchenna, ponieważ ma największą masę, a najmniejszą gęstość ma bułka tarta, bo ma najmniejszą masę.

Weryfikacja hipotezy: Hipoteza została potwierdzona.

Przykład 1

Obliczanie gęstości

Obliczmy gęstość siarki, jeżeli z pomiarów wynika, że jej grudka o objętości 2 cm^3 ma masę $4,14 \text{ g}$. Wynik podajmy z dokładnością do drugiego miejsca po przecinku.

Krok 1	Wypisujemy dane i szukane.	Dane: $V = 2 \text{ cm}^3$ $m = 4,14 \text{ g}$	Szukane: $d = ?$
Krok 2	Sprawdzamy, czy wzór na gęstość można wykorzystać bez przekształcenia. Zwracamy uwagę na jednostki, w których wyrażono masę i objętość.	Wzór nie wymaga przekształcenia. Masa jest wyrażona w gramach (g), a objętość w centymetrach sześciennych (cm^3). Jednostką, której można użyć, jest $\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$.	
Krok 3	Obliczamy gęstość siarki.	$d = \frac{m}{V}$ $d = \frac{4,14 \text{ g}}{2 \text{ cm}^3} = 2,07 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$	

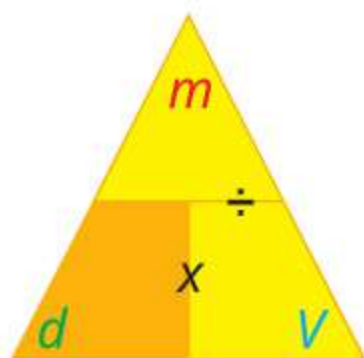
Odpowiedź: Gęstość siarki wynosi $2,07 \text{ g/cm}^3$.

Przekształcanie wzoru na gęstość

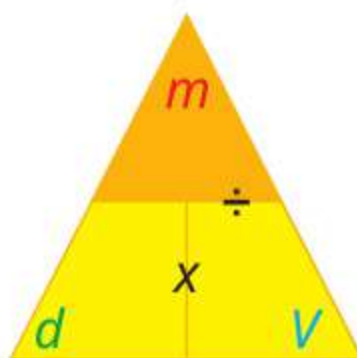
Zadania, w których trzeba obliczyć masę lub objętość, wymagają przekształcenia wzoru na gęstość. Pomóc w tym może zastosowanie metody trójkąta.

Przekształcanie wzoru metodą trójkąta

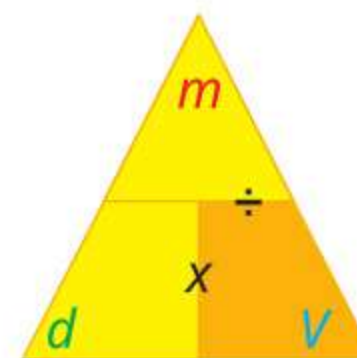
Narysuj trójkąt. Przy jego wierzchołkach zapisz symbole używane we wzorze. Linia pozioma w połowie wysokości trójkąta oznacza iloraz (dzielenie), a linia pionowa – iloczyn (mnożenie).



Aby obliczyć gęstość,
 należy masę podzielić
 przez objętość,
 czyli $d = \frac{m}{V}$



Aby obliczyć masę,
 należy gęstość pomnożyć
 przez objętość,
 czyli $m = d \cdot V$



Aby obliczyć objętość,
 należy masę podzielić
 przez gęstość,
 czyli $V = \frac{m}{d}$

Przykład 2

Obliczanie objętości

Uczeń miał przelać 0,5 kg alkoholu etylowego do kolby o pojemności 1 dm³. Czy tyle etanolu zmieści się w tej kolbie?

Obliczmy, ile cm³ (z dokładnością do pierwszego miejsca po przecinku) zajmie 0,5 kg etanolu. Przyjmijmy, że gęstość alkoholu etylowego wynosi 0,79 g/cm³.

Krok 1	Wypisujemy dane i szukane.	Dane: $m_{\text{alkoholu}} = 0,5 \text{ kg}$ $V_{\text{kolby}} = 1 \text{ dm}^3$ $d_{\text{alkoholu}} = 0,79 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$	Szukane: $V_{\text{alkoholu}} = ?$
Krok 2	Aby obliczyć objętość alkoholu, musimy przekształcić wzór na gęstość.	$d = \frac{m}{V} \Rightarrow V = \frac{m}{d}$	
Krok 3	Sprawdzamy, czy trzeba przeliczyć jednostki.	Zmieniamy jednostkę masy – masę wyrażoną w kilogramach przeliczamy na gramy: skoro 1 kg = 1000 g, to $0,5 \text{ kg} = 0,5 \cdot 1000 \text{ g} = 500 \text{ g}$ Zmieniamy jednostkę objętości – objętość kolby wyrażoną w decymetrach sześciennych przeliczamy na centymetry sześciennie: skoro 1 dm = 10 cm, to $1 \text{ dm}^3 = 10 \text{ cm} \cdot 10 \text{ cm} \cdot 10 \text{ cm} = 1000 \text{ cm}^3$	
Krok 4	Obliczamy objętość, jaką zajmie dana masa alkoholu.	$V = \frac{500 \text{ g}}{0,79 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}} = 632,9 \text{ cm}^3$	

Odpowiedź: Dana masa alkoholu zajmie objętość 632,9 cm³. Taka objętość zmieści się w kolbie o pojemności 1 dm³ (1000 cm³).

ołów



bawełna

Porównanie objętości próbek o takiej samej masie

Przykład 3

Obliczanie masy

Podczas maksymalnego wdechu objętość płuc może wzrosnąć o ok. 4 dm^3 . Obliczmy, ile gramów (z dokładnością do jednośc) powietrza wtedy pobieramy. Przyjmijmy, że gęstość powietrza wynosi $1,29 \text{ kg/m}^3$.

		Dane: $V = 4 \text{ dm}^3$ $d = 1,29 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	Szukane: $m = ?$
Krok 1	Wypisujemy dane i szukane.		
Krok 2	Aby obliczyć masę powietrza, musimy przekształcić wzór na gęstość.	$d = \frac{m}{V} \Rightarrow m = d \cdot V$	
Krok 3	Sprawdzamy, czy trzeba przeliczyć jednostki.	Zmieniamy jednostkę objętości – objętość wyrażoną w decymetrach sześciennych przeliczamy na metry sześcienne: skoro $1 \text{ dm} = 0,1 \text{ m}$, to $4 \text{ dm}^3 = 4 \cdot 0,1 \text{ m} \cdot 0,1 \text{ m} \cdot 0,1 \text{ m} = 0,004 \text{ m}^3$	
Krok 4	Obliczamy masę powietrza.	$m = 1,29 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 0,004 \text{ m}^3$ $m = 0,00516 \text{ kg}$	
Krok 5	Wynik należy podać w gramach, więc przeliczamy jednostkę masy.	$1 \text{ kg} = 1000 \text{ g}$ $0,00516 \text{ kg} = 0,00516 \cdot 1000 \text{ g} = 5,16 \text{ g} \approx 5 \text{ g}$	

Odpowiedź: Podczas maksymalnego wdechu pobieramy ok. 5 g powietrza.

A to ciekawe!

Gęstość jest wielkością fizyczną, która zmienia się pod wpływem zmian energii cieplnej oraz ciśnienia. Zmiany są stosunkowo niewielkie w przypadku ciał stałych oraz cieczy. Inaczej jest z gazami. Spadek ciśnienia powoduje zmniejszenie gęstości gazu i zwiększenie jego objętości. Wzrost energii cieplnej (np. pod wpływem ogrzewania) zazwyczaj zmniejsza gęstość gazu i zwiększa jego objętość.

Zjawiska te obserwuje się podczas otwierania napoju gazowanego czy lotów balonem na ogrzane powietrze.



Ogrzewane powietrze zwiększa swoją objętość, ale zmniejsza gęstość. Balon wznosi się w wyniku różnicy między gęstością ogrzanego powietrza wewnątrz balonu a gęstością powietrza na zewnątrz.

Zapamiętaj! To ważne!

Gęstość (d)

Jedna z właściwości fizycznych substancji.

Wielkość fizyczna, która określa, jaka masa materii (m) przypada na jednostkę objętości (V).

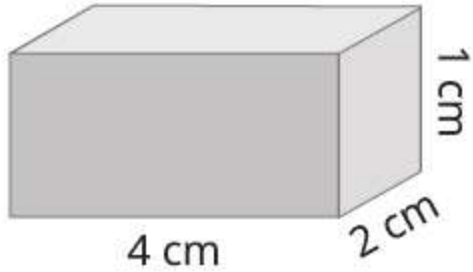
$$d = \frac{m}{V}; \text{ gdzie: } d - \text{gęstość, } m - \text{masa, } V - \text{objętość.}$$

Wzór na gęstość można przekształcać:

- ▶ jeżeli znane są gęstość i objętość substancji, to masę można obliczyć ze wzoru: $m = d \cdot V$;
- ▶ jeżeli znane są gęstość i masa substancji, to objętość można obliczyć ze wzoru: $V = \frac{m}{d}$.

Aby podać poprawny wynik, należy zwrócić uwagę na zgodność jednostek. W razie potrzeby można je przeliczać, np. kilogramy na gramy.

Sprawdź się!

1. Adam znalazł w piwnicy dziadka metalowy przedmiot w kształcie prostopadłościanu o wymiarach podanych na rysunku. Zważył go i okazało się, że jego masa wynosi 21,6 g. Oblicz gęstość metalu, z którego zrobiono ten przedmiot. Sprawdź w tabeli zamieszczonej na końcu podręcznika, który z metali był surowcem do jego wyrobu.

2. Oblicz, ile gramów waży 1 dm³ destylatu ropy naftowej o gęstości 0,72 g/cm³.
3. Na podstawie dostępnych źródeł informacji, np. tabeli zamieszczonej na końcu podręcznika, podaj nazwy metali i niemetalu o największej i o najmniejszej gęstości.
4. Powietrze w pokoju o objętości 30 m³ ($p = 1013 \text{ hPa}$, $t = 0 \text{ °C}$) ma masę 38,7 kg. Oblicz jego gęstość. Wynik podaj z dokładnością do drugiego miejsca po przecinku w jednostkach układu SI.
5. Zaprojektuj i przeprowadź doświadczenie, w którym wyznacysz gęstość blaszki wykonanej z miedzi.
 - a) Zaproponuj tytuł doświadczenia.
 - b) Dobierz odpowiedni sprzęt i odczynniki.
 - c) Opisz wykonanie doświadczenia i przedstaw je w postaci schematu.
 - d) Przeprowadź doświadczenie.
 - e) Sformułuj obserwacje i wyciągnij wnioski.

PODSUMOWANIE DZIAŁU II

Substancje, właściwości i przemiany



Mieszaniny

mieszaniny jednorodne

składników nie można rozróżnić gołym okiem ani za pomocą prostych przyrządów optycznych, np. rozpuszczony cukier w wodzie

mieszaniny niejednorodne

składniki można rozróżnić gołym okiem lub za pomocą prostych przyrządów optycznych, np. mieszanina wody i piasku

Metody rozdzielania mieszanin

metody rozdzielania mieszanin jednorodnych

- ▶ odparowanie
- ▶ krystalizacja
- ▶ destylacja

metody rozdzielania mieszanin niejednorodnych

- ▶ przesiewanie
- ▶ sedymentacja i dekantacja
- ▶ sączenie (filtracja)
- ▶ użycie rozdzielnicy
- ▶ użycie magnesu

Przemiany

przemiany fizyczne (zjawiska fizyczne)

podczas tych przemian **nie powstają nowe substancje**; zmieniają się tylko właściwości fizyczne substancji

przemiany chemiczne (reakcje chemiczne)

podczas tych przemian **powstają nowe substancje** o innych właściwościach fizycznych i chemicznych niż substancje biorące udział w przemianie

Stan skupienia materii

gaz

- ▶ odległości między drobinami są duże
- ▶ drobiny poruszają się szybko
- ▶ rozprzestrzenia się w całej dostępnej objętości

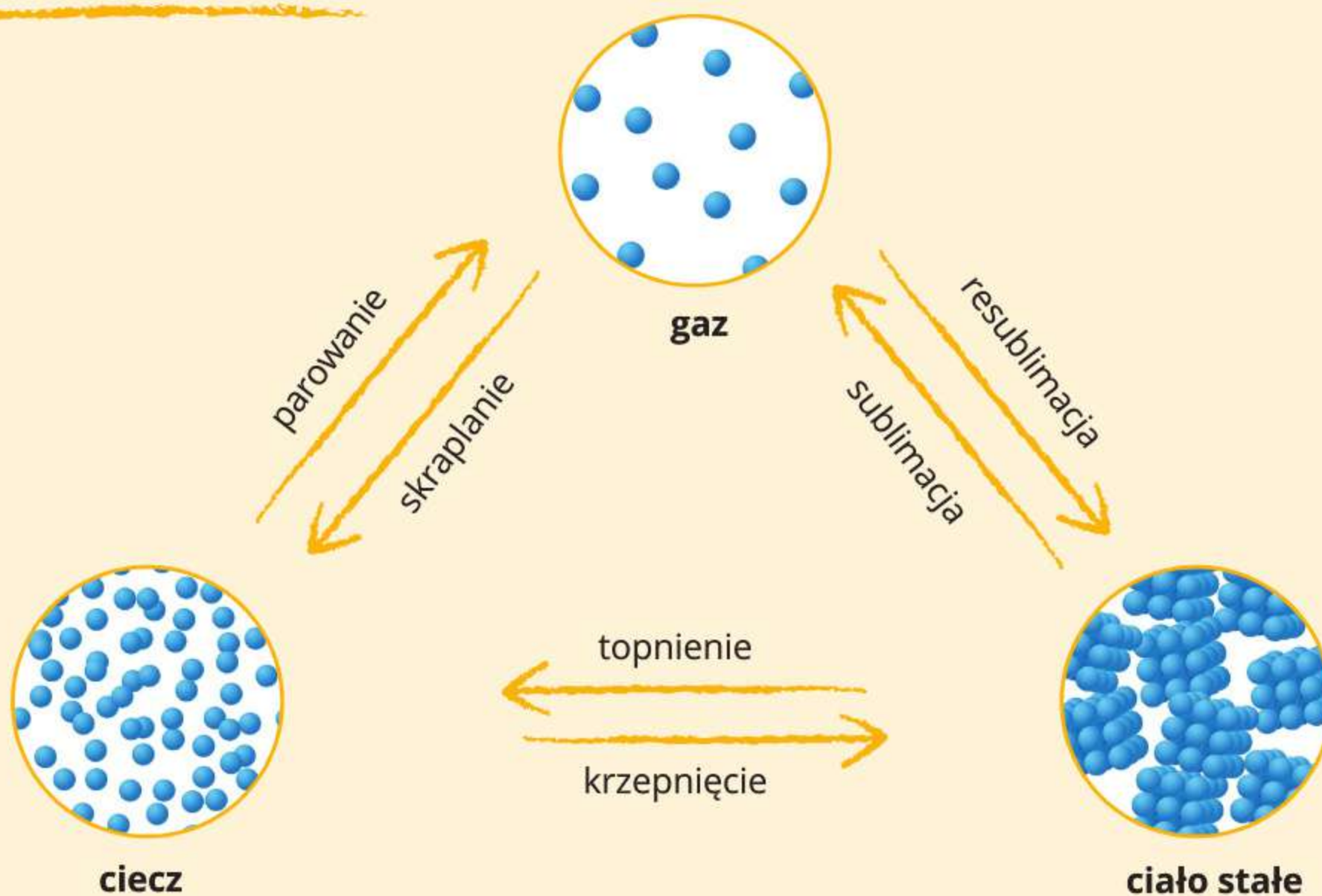
ciecz

- ▶ odległości między drobinami są mniejsze niż w gazach
- ▶ drobiny poruszają się wolniej
- ▶ przyjmuje kształt naczynia, w którym się znajduje

ciało stałe

- ▶ drobiny są gęsto upakowane
- ▶ drobiny wykonują drgania jedynie wokół swojego położenia
- ▶ ma określony kształt

Zmiany stanu skupienia materii



Gęstość (d)

Stosunek masy materii (m) do jej objętości (V):

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

Odpowiedzi zapisz w zeszycie.

1. Podaj nazwę substancji lub mieszaniny, która:
 - a) jest niemetalem i w temperaturze pokojowej ma ciekły stan skupienia,
 - b) jest mieszaniną jednorodną żelaza i węgla,
 - c) w Polsce występuje w sezonie jesienno-zimowym i jest mieszaniną niejednorodną pyłów i powietrza.

2. Przyporządkuj podane przykłady do odpowiednich grup materii: pierwiastki, związki chemiczne, mieszaniny.

piasek z cukrem • wodór • woda • woda z kranu • węgiel • woda z mąką
 • chlorek sodu • magnez • powietrze • cynk • stal • tlenek siarki(IV) • żelazo
 • woda z solą kuchenną • ryż z sosem • tlen • tlenek węgla(IV)

3. Wskaż przemiany, które są zjawiskami fizycznymi.

A. roztopianie czekolady B. topnienie śniegu C. rdzewienie gwoździ	D. spalanie drewna E. kiszenie kapusty F. mielenie pieprzu
--	--

4. Uczeń miał opisać właściwości fizyczne chloru. Wymienił następujące cechy tej substancji: jest gazem o barwie żółtozielonej, jest 2,5 razy cięższy od powietrza, ma charakterystyczny duszący zapach, jest toksyczny, dobrze rozpuszcza się w wodzie i z nią reaguje. Wskaż właściwości, których uczeń nie powinien wymienić.

5. Przerysuj i uzupełnij tabelę. Zaklasyfikuj podane mieszaniny do jednorodnych lub niejednorodnych oraz zaproponuj metody ich rozdzielania. Podaj nazwy właściwości substancji, które można wykorzystać, aby rozdzielić te mieszaniny na składniki.

Składniki mieszaniny	Rodzaj mieszaniny	Metoda rozdzielania	Różnice we właściwościach
ryż i kasza manna			
woda i aceton			
opiłki żelaza i piasek			
woda i brokuły			

6. Oblicz gęstość gliceryny, jeżeli wiesz, że badana próbka ma masę 25 g i objętość 20 cm³. Następnie na podstawie otrzymanego wyniku wyznacz objętość próbki gliceryny o masie 200 g.

7. W tabeli przedstawiono procentową zawartość wybranych pierwiastków budujących ciało człowieka.

Nazwa pierwiastka	Symbol	Zawartość w organizmie człowieka, %
tlen	O	65,0
węgiel	C	18,5
wodór	H	9,5
azot	N	3,2
wapń	Ca	1,5
fosfor	P	1,0
potas	K	0,4
siarka	S	0,3
sód	Na	0,2
chlor	Cl	0,2
magnez	Mg	0,2

- g) Podziel wymienione pierwiastki na metale i niemetale.
- h) Uczniowie analizowali tabelę i stwierdzili, że ciało człowieka zawiera procentowo więcej niemetali niż metali. Rozstrzygnij, czy uczniowie mieli rację. Uzasadnij swoją odpowiedź odpowiednimi obliczeniami.

8. Ciało człowieka zawiera również tzw. pierwiastki śladowe (mikroelementy), które są potrzebne do życia, ale zapotrzebowanie na nie wynosi poniżej 100 mg (0,1 g) na dobę. Zaliczamy do nich: selen, krzem, miedź, chrom, bor, fluor, żelazo, cynk, cynę, wanad, jod, mangan, kobalt i molibden.
Spośród wymienionych pierwiastków wybierz te, które są niemetalami.

9. Stop Wooda ma gęstość 9,7 g/cm³. Topi się już w temperaturze 66,5 °C, dlatego często używa się go do przygotowania pokazowej łyżeczki, która magicznie „znika” w gorącej wodzie. Oblicz, jaką masę będzie miała łyżeczka przygotowana z 4 cm³ tego stopu. Wynik podaj w gramach z dokładnością do pierwszego miejsca po przecinku.

10. Do trzech probówek nalano osobno: 5 cm³ acetonu o gęstości 0,78 g/cm³, 2 cm³ benzenu o gęstości 0,88 g/cm³ i 3 cm³ eteru etylowego o gęstości 0,7 g/cm³.
Na podstawie obliczeń uszereguj substancje według wzrastającej masy próbek.

DZIAŁ



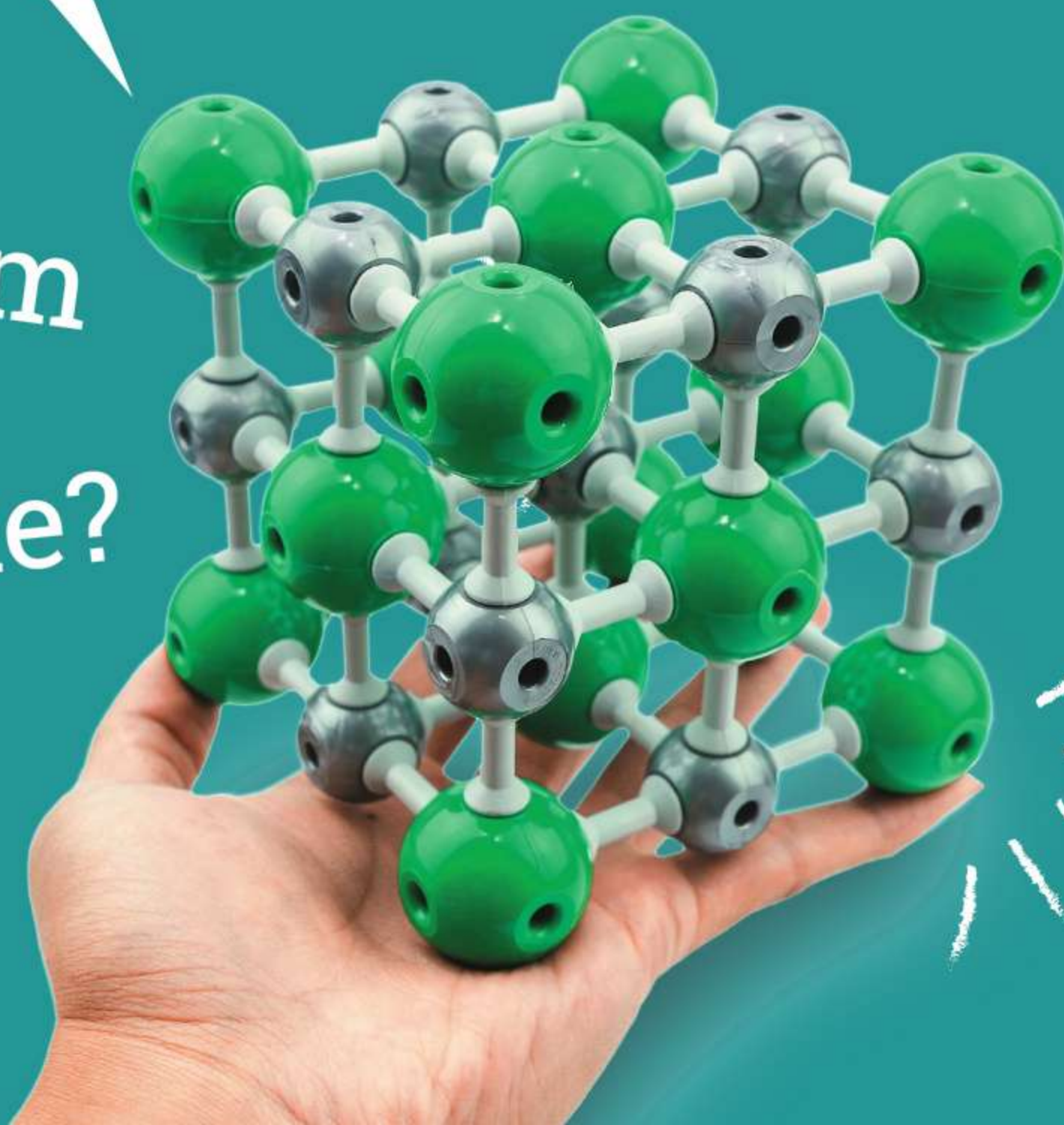
TAJEMNICE UKŁADU OKRESOWEGO

Układ okresowy

Atomy i pierwiastki

Wiązania chemiczne

O czym
to
będzie?



3.1 Symbole i nazwy pierwiastków. Układ okresowy



Codziennie spotykasz różne grafiki, które są nośnikami informacji. Aby je zrozumieć, nie trzeba znać żadnego języka ani nawet umieć czytać. Mają znaczenie symboliczne – charakterystyczne cechy, według których są uporządkowane. **Pierwiastki również mają symbole i sposób systematyzowania.**

Symbole i nazwy pierwiastków

Obecne symbole pierwiastków stworzył Jöns Jacob Berzelius [jons jakob berselias] – szwedzki chemik i lekarz żyjący w XIX w. Opisał je w dziele *O znakach chemicznych i ich zastosowaniu do wyrażania proporcji chemicznych*.

Symbole pierwiastków

- ▶ Pierwiastki są oznaczone za pomocą pierwszej litery nazwy łacińskiej pierwiastka, np. **O** – **Oxygenium**.
- ▶ Jeżeli nazwy kilku pierwiastków zaczynały się na tę samą literę, to dodano do niej drugą literę nazwy, np. **S** – **Sulphur** i **Si** – **Silicium**.
- ▶ Jeżeli druga litera nazwy łacińskiej była taka sama, dodawaną literą była kolejna spółgłoska danej nazwy, np. **Mn** – **Manganum** i **Mg** – **Magnesium**.

Nazwy pierwiastków

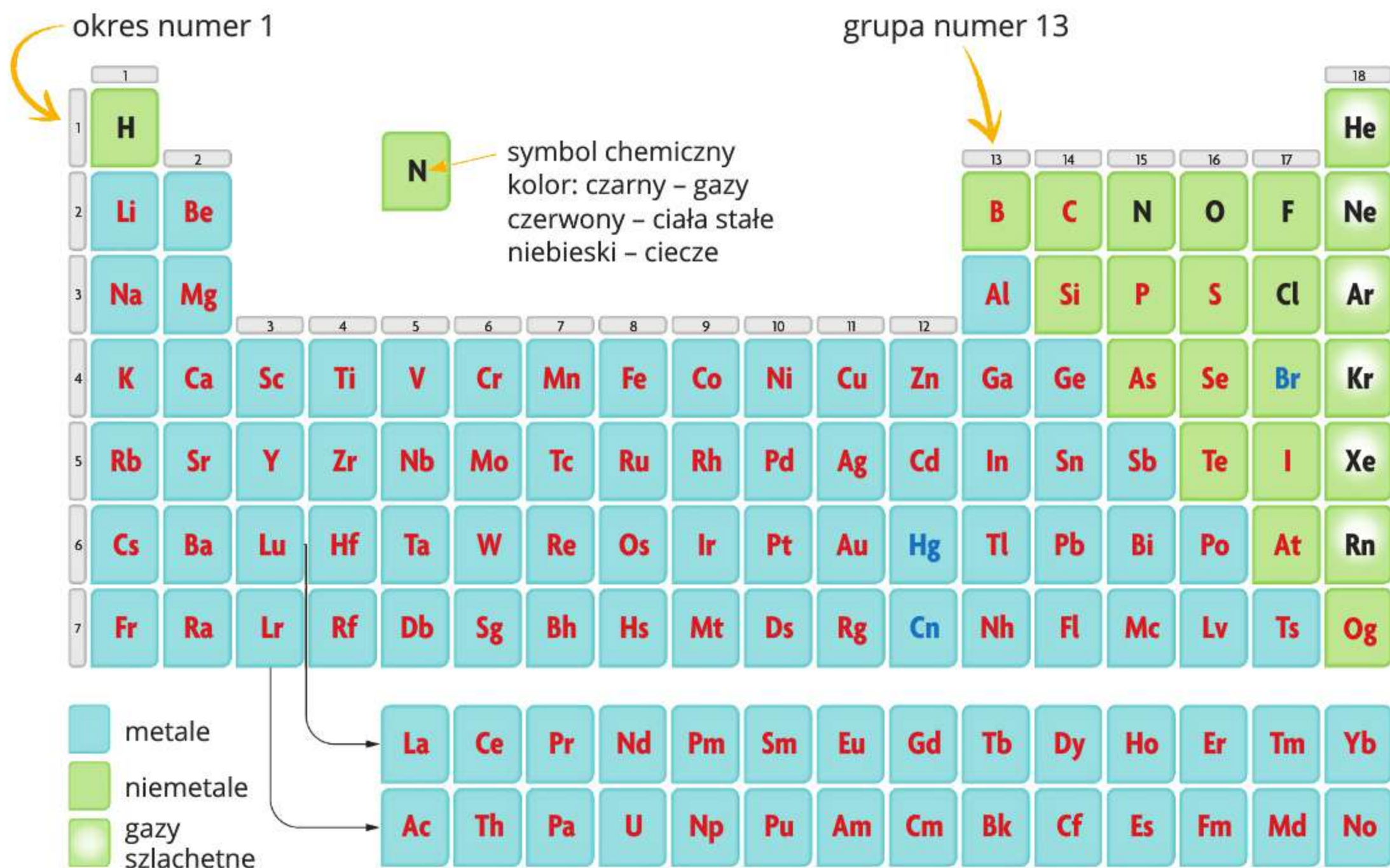
- ▶ Łacińskie nazwy pierwiastków pochodzą m.in. od nazw ciał niebieskich, państw, imion postaci mitologicznych, nazwisk uczonych, właściwości pierwiastków, np. **Helium** – **He** (gr. *helios* – Słońce), **Polonium** – **Po** (Polska).
- ▶ Polskie nazwy pierwiastków częściowo są przetłumaczeniem nazw oryginalnych i zostały zatwierdzone przez Polskie Towarzystwo Chemiczne.

Symbole i nazwy pierwiastków, które musisz znać

H – wodór	Fe – żelazo	Al – glin	P – fosfor
Na – sód	Cu – miedź	C – węgiel	O – tlen
K – potas	Ag – srebro	Si – krzem	S – siarka
Mg – magnez	Au – złoto	Sn – cyna	Cl – chlor
Ca – wapń	Zn – cynk	Pb – ołów	Br – brom
Ba – bar	Hg – rtęć	N – azot	I – jod

Budowa układu okresowego

Pierwiastki są uporządkowane w układzie okresowym. Ma on formę tabeli. Kolumny to **grupy**; mają numery od 1 do 18. Wiersze to **okresy**; mają numery od 1 do 7. Zazwyczaj okres rozpoczyna się metalem, a kończy niemetalem.



Grupy mają również swoje nazwy pochodzące od nazwy pierwszego pierwiastka znajdującego się w danej grupie, np. 2. grupa to **berylowce**, 15. grupa to **azotowce**, 18. grupa to **helowce**. Wyjątkiem jest 1. grupa, która otrzymała nazwę **litowce**, mimo że pierwszy jest w niej wodór.

A to ciekawe!

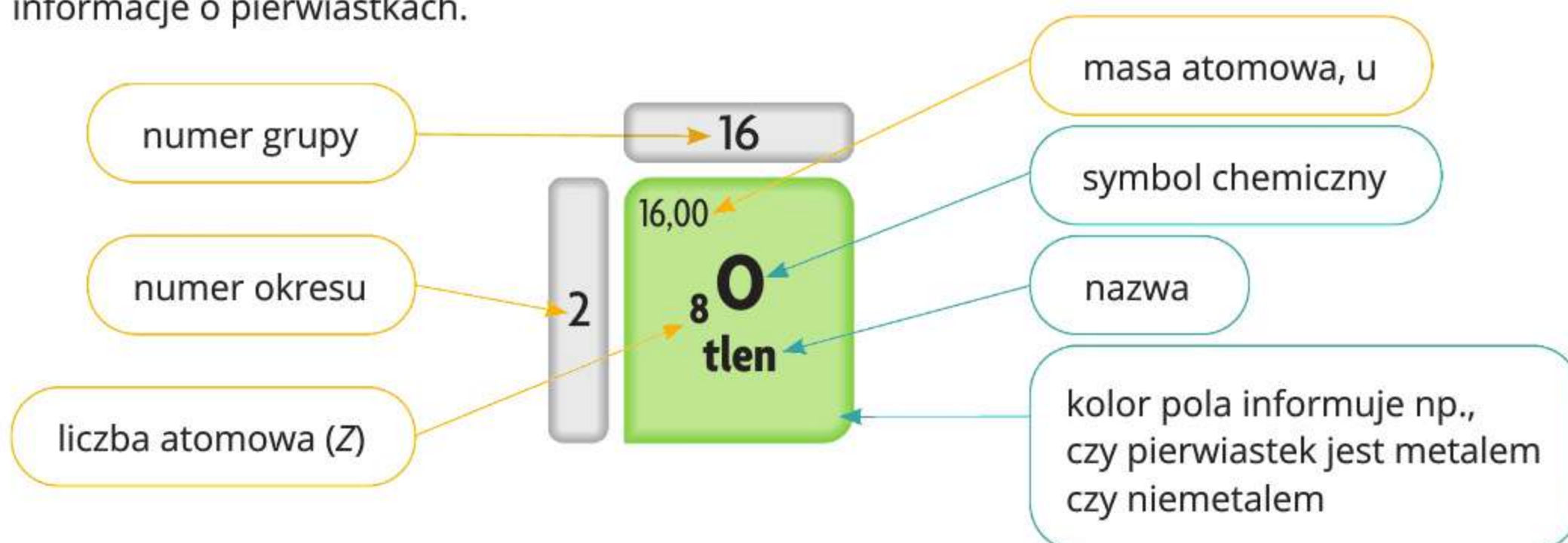
W 1869 r. **Dmitrij Mendelejew** przedstawił próbę usystematyzowania pierwiastków w grupach – ta praca znana jest jako tablica Mendelejewa. Pierwotnie tabela wyglądała inaczej, dlatego współczesnego układu okresowego nie należy nazywać tablicą Mendelejewa. W 1869 r. znano jedynie 63 pierwiastki (do dzisiaj zidentyfikowano ich 118). Geniusz Mendelejewa polegał na tym, że przewidział odkrycie oraz właściwości innych pierwiastków i pozostawił dla nich puste miejsca w swojej tablicy.



Dmitrij Mendelejew (1834–1907)

Zakodowane informacje o pierwiastku

Układ okresowy to najważniejsze narzędzie pracy chemika, ponieważ można z niego odczytywać informacje o pierwiastkach.



Położenie pierwiastka w układzie okresowym

Jeżeli umiesz grać w okréty, to określenie położenia pierwiastka w układzie okresowym nie będzie trudne. Wystarczy, że podasz numer grupy i numer okresu, w których pierwiastek się znajduje.

Przykład 1

Określanie położenia magnezu w układzie okresowym

- | | |
|---------------|---|
| Krok 1 | Znajdujemy symbol magnezu w układzie okresowym. |
| Krok 2 | Przesuwamy palec w górę, aż do krawędzi układu okresowego. Natrafiamy na numer grupy. |
| Krok 3 | Przesuwamy palec w lewo od symbolu magnezu. Natrafiamy na numer okresu. |

Odpowiedź: Magnez, pierwiastek o symbolu Mg, leży w 2. grupie i w 3. okresie.

1	1,008 1H wodór	2
2	6,94 3Li lit	4Be beryl
3	23,00 11Na sód	24,31 12Mg magnez

Prawo okresowości

Opracowanie układu okresowego to jedno z największych osiągnięć w dziedzinie chemii. Dmitrij Mendelejew w trakcie porządkowania pierwiastków zauważył, że co 8. lub co 18. pierwiastek ma podobne właściwości. To odkrycie zostało nazwane **prawem okresowości**.



Pierwiastki są uporządkowane w układzie okresowym wraz ze wzrostem **liczby atomowej (Z)**, która z tego powodu jest również nazywana **liczbą porządkową**. Właściwości pierwiastków powtarzają się okresowo – pierwiastki leżące w tej samej grupie mają podobne właściwości.

Zapamiętaj! To ważne!

Symbole pierwiastków

Są tworzone na podstawie nazw łacińskich pierwiastków, np. **O** – *Oxygenium*.

Układ okresowy

- ▶ Składa się z **18 grup** (kolumn) i **7 okresów** (wierszy).
- ▶ Aby określić położenie pierwiastka w układzie okresowym, należy podać, w której grupie i w którym okresie się on znajduje.
- ▶ W układzie okresowym pierwiastki są uporządkowane wraz ze wzrostem **liczby atomowej (Z)**, zwanej też **liczbą porządkową**. Ich właściwości powtarzają się okresowo.



Każde okienko układu okresowego ma zakodowane informacje o pierwiastku, który przedstawia. Najczęściej jest to **symbol chemiczny**, **nazwa**, **liczba atomowa (Z)**, **masa atomowa** oraz **za pomocą barwy okienka np. charakter pierwiastka (metal lub niemetal)**.

Sprawdź się!

1. Na podstawie dostępnych źródeł informacji podaj nazwę i symbol pierwiastka, którego nazwa pochodzi od:
 - a) nazwiska uczonego,
 - b) nazwy państwa,
 - c) imienia postaci mitologicznej,
 - d) właściwości pierwiastka.
2. Spośród symboli pierwiastków: H, C, N, O, Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl, K, Ca, Fe, Cu, Zn, Br, Ag, Sn, I, Ba, Au, Hg, Pb
 - a) wybierz 12 i podaj ich nazwy,
 - b) określ położenie w układzie okresowym pozostałych pierwiastków.
3. Rozszyfruj zapis wykorzystujący symbole pierwiastków, jeżeli pierwsza cyfra to nr grupy, a druga to nr okresu.

1, 1	16, 2	16, 5	1, 2	1, 4
------	-------	-------	------	------
4. W dostępnych źródłach informacji wyszukaj inne propozycje ułożenia pierwiastków i porównaj je z tablicą Mendelejewa. Którą propozycję uważasz za najlepszą? Odpowiedź uzasadnij.

3.2 Budowa atomu. Właściwości pierwiastka a jego położenie w układzie okresowym



Codziennie doświadczasz sytuacji, które potwierdzają, że materia jest zbudowana z drobin: atomów, cząsteczek i jonów.

To np. rozpuszczanie cukru podczas słodzenia herbaty, rozchodzenie się (dyfuzja) zapachu świeżo upieczonego ciasta czy kontrakcja – zmniejszenie objętości dwóch mieszanych cieczy, np. wody i alkoholu etylowego.

Masa atomowa

Atom to podstawowy składnik pierwiastka, który zachowuje jego właściwości. Atomy są niezwykle małe i lekkie. Nowoczesne technologie pozwalają dokładnie określić wielkości atomów. Wyznaczona za ich pomocą masa atomu wodoru wynosi zaledwie $1,66 \cdot 10^{-24}$ g. Podstawową jednostką masy w układzie SI jest kilogram. Łatwo zauważyć, że gram to już stanowczo za duża jednostka, aby korzystać z niej przy wyrażaniu masy atomu. Dlatego wprowadzono specjalną jednostkę, $6,02 \cdot 10^{23}$ razy mniejszą od grama, i nazwano ją **jednostką masy atomowej (u)**, a potocznie **unitem** (ang. *unit* [junit] – jednostka).



Masa atomowa to masa atomu wyrażona w jednostkach masy atomowej **u**.

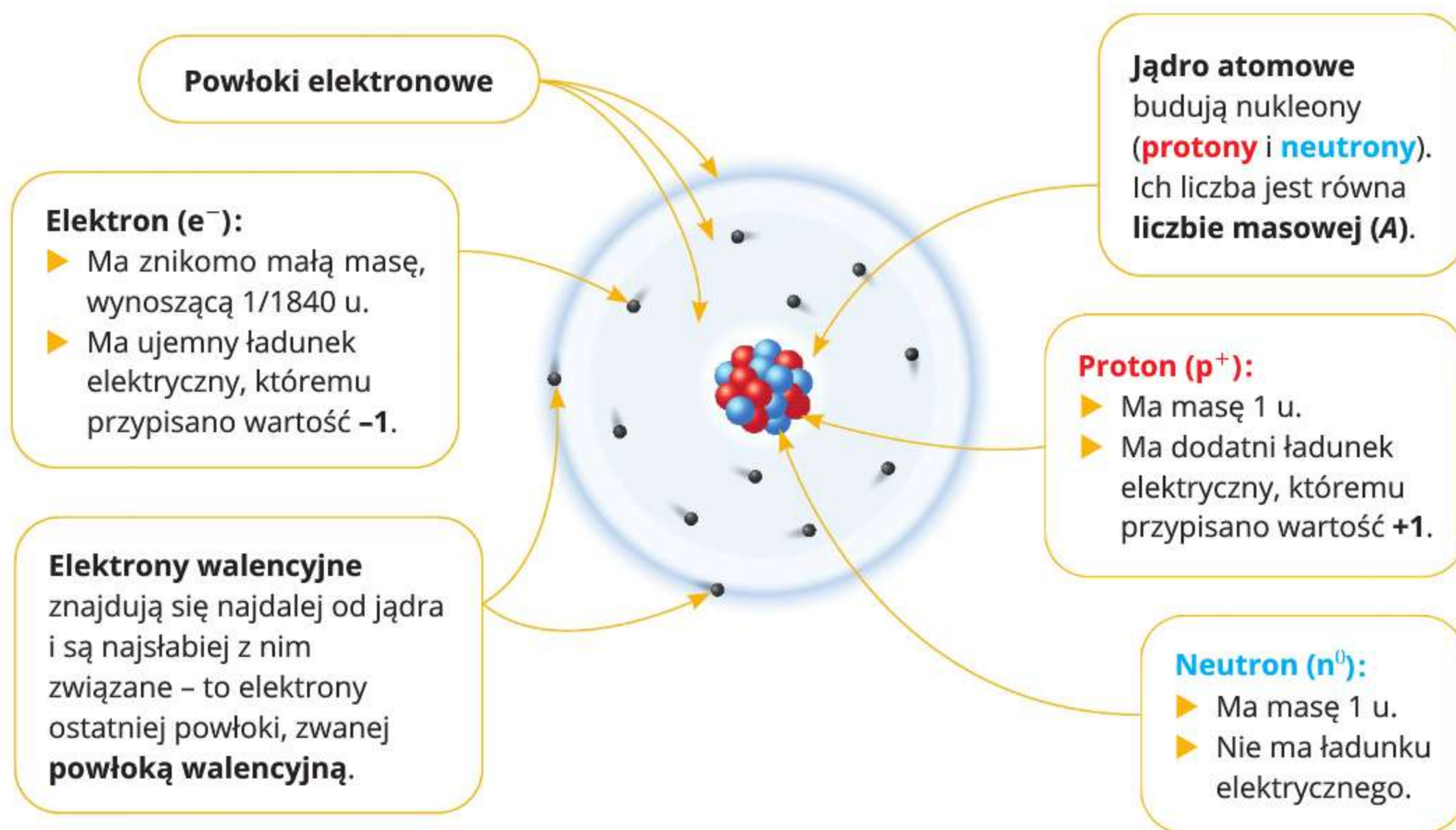
$$1 \text{ u} = 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ g}$$

$$1 \text{ g} = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ u}$$

Budowa atomu

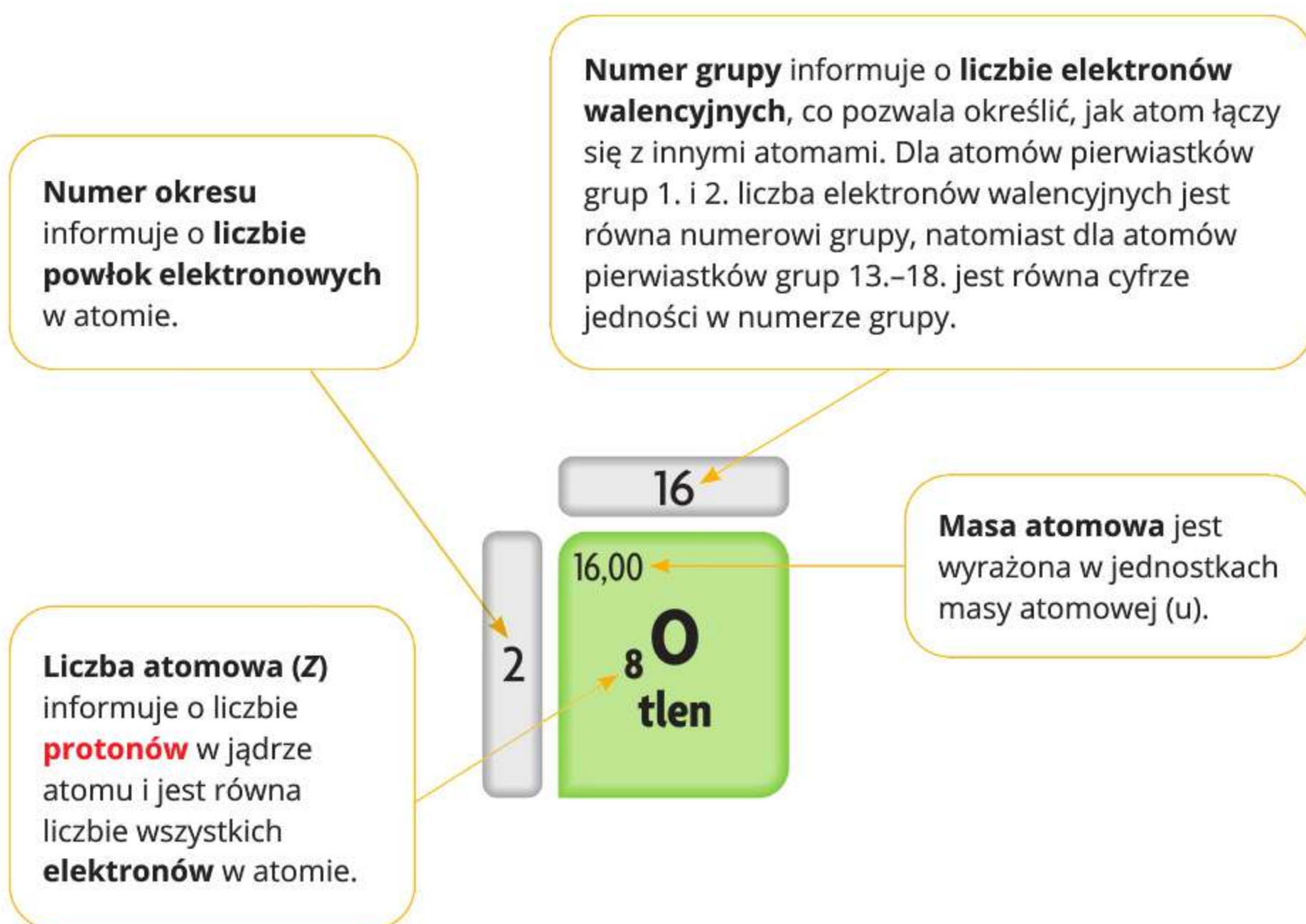
Atom jest zbudowany z **dodatnio naładowanego jądra atomowego** i otaczającej go **chmury elektronowej o ujemnym ładunku elektrycznym**.

- ▶ **Jądro atomowe** skupia ponad 99 % masy całego atomu. Budują go **nukleony: protony** – cząstki o dodatnim ładunku elektrycznym i **neutrony** – cząstki elektrycznie obojętne.
- ▶ **Chmurę elektronową** tworzą **elektrony** – cząstki o ujemnym ładunku elektrycznym, które nieustannie poruszają się w **powłokach elektronowych**.
- ▶ Atom jest **elektrycznie obojętny**, ponieważ liczba elektronów jest równa liczbie protonów. W przeciwnym wypadku ma ładunek i jest nazywany **jonem**.



Zakodowane informacje o atomie

Z układu okresowego można odczytywać informacje o atomach.



Pierwiastek to zbiór atomów o danej liczbie atomowej (Z), czyli takich, które mają taką samą liczbę protonów w jądrze atomowym.

Ustalanie liczby protonów, elektronów i neutronów

Jeżeli znasz symbol pierwiastka (E), jego liczbę masową (A) i liczbę atomową (Z), to skład atomu możesz przedstawić w postaci zapisu ${}^A_Z\text{E}$ i określić dokładną liczbę cząstek, z których jest zbudowany.



${}^A_Z\text{E}$ **liczba masowa (A)** = liczba nukleonów = liczba protonów + liczba neutronów
liczba atomowa (Z) = liczba protonów = liczba elektronów
liczba neutronów = liczba masowa (A) – liczba atomowa (Z)

Liczby masowej (A) nie należy mylić z masą atomową, którą odczytuje się z układu okresowego.

Przykład 1

Obliczanie liczby protonów, elektronów i neutronów w atomie ${}^{27}_{13}\text{Al}$

Krok 1	Ustalamy wartości liczby masowej (A) i liczby atomowej (Z).	$A = 27$ $Z = 13$
Krok 2	Obliczamy liczbę protonów.	liczba protonów = $Z = 13$
Krok 3	Obliczamy liczbę elektronów.	liczba elektronów = $Z = 13$
Krok 4	Obliczamy liczbę neutronów.	liczba neutronów = $A - Z$ liczba neutronów = $27 - 13 = 14$

Odpowiedź: W skład atomu ${}^{27}_{13}\text{Al}$ wchodzi 13 protonów, 13 elektronów i 14 neutronów.

Przykład 2

Zapisywanie w postaci ${}^A_Z\text{E}$ informacji, że atom litu ma 4 neutrony

Krok 1	Zapisujemy symbol litu.	Li
Krok 2	Z układu okresowego odczytujemy liczbę atomową (Z) litu.	$Z = 3$
Krok 3	Obliczamy liczbę masową (A).	$A = \text{liczba protonów} + \text{liczba neutronów}$ $A = 3 + 4 = 7$
Krok 4	Stosujemy zapis ${}^A_Z\text{E}$.	${}^7_3\text{Li}$

Chmura elektronowa

Nie można ściśle określić toru ruchu elektronów, a jedynie prawdopodobieństwo znalezienia ich w różnych obszarach przestrzeni – w różnych odległościach od jądra. **Powłoka elektronowa** to przestrzeń, w której znajdują się elektrony o takiej samej energii.

Powłoki elektronowe oznacza się literami lub odpowiednio numerami. Maksymalną liczbę elektronów, która może znajdować się w obrębie danej powłoki, określa się wzorem $2n^2$, gdzie n oznacza numer powłoki.

Rozmieszczenie elektronów w powłokach

Numer powłoki (n)	1	2	3	4	5	6	7
Symbol powłoki	K	L	M	N	O	P	Q
Maksymalna liczba elektronów	2	8	18	32	50	72	98

Rozmieszczenie elektronów w powłokach zapisuje się za pomocą **konfiguracji elektronowej** – w indeksie górnym i po prawej stronie symbolu powłoki zapisujemy liczbę elektronów w danej powłoce, np. $K^2L^8M^1$ to konfiguracja elektronowa atomu sodu.

Przykład 3

Informacje o atomie pierwiastka

Na podstawie układu okresowego i tabeli rozmieszczenia elektronów w powłokach podajmy wszystkie informacje o atomie magnezu. Zaprojektujmy uproszczony model jego atomu.

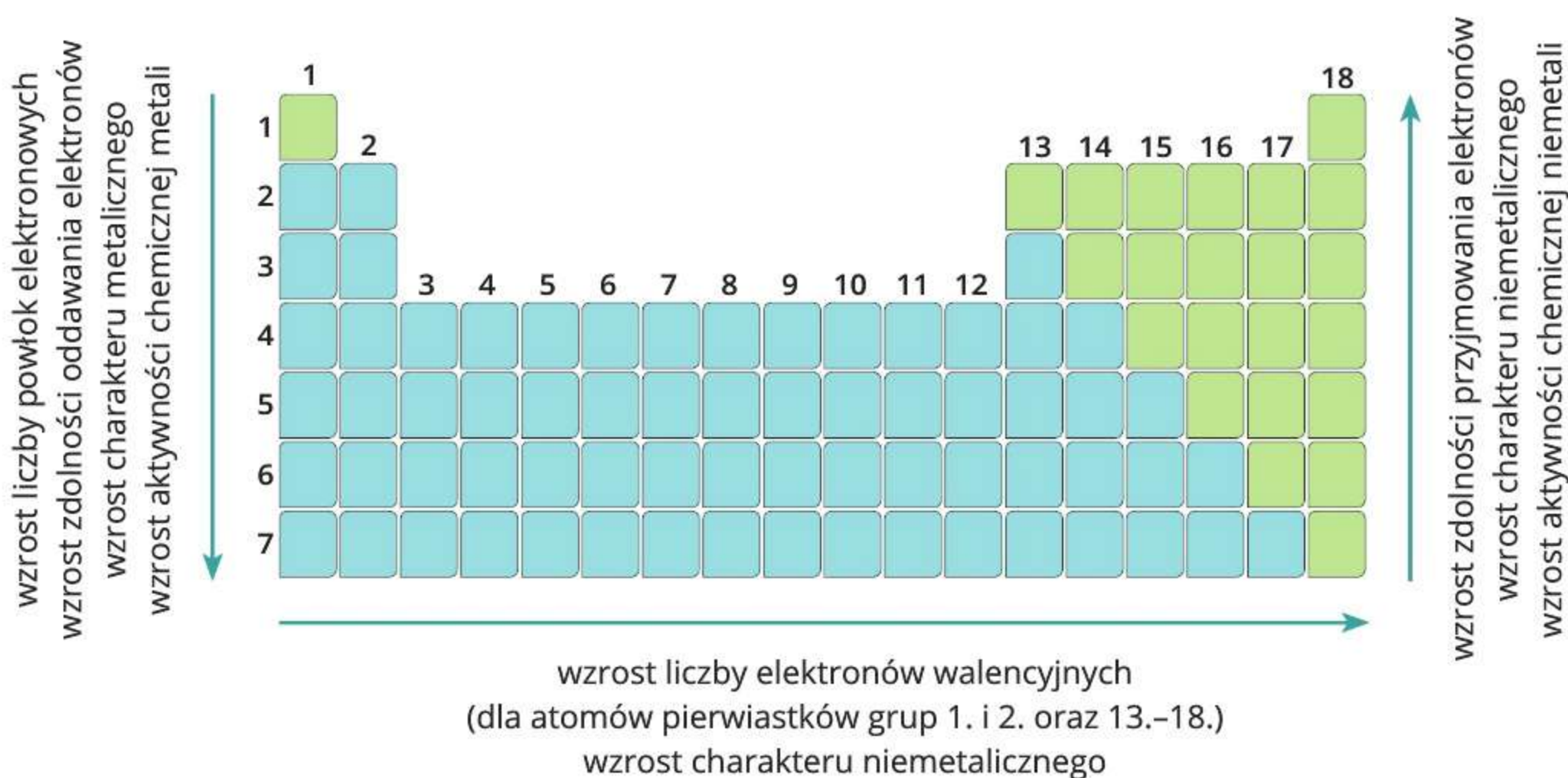
Nazwa pierwiastka	Magnez
Symbol pierwiastka	Mg
Liczba atomowa (Z)	$Z = 12$, czyli atom magnezu ma 12 protonów i 12 elektronów
Masa atomowa	24,31 u
Numer grupy = liczba elektronów walencyjnych	Magnez leży w 2. grupie. W jego atomie są 2 elektrony walencyjne.
Numer okresu = liczba powłok	Magnez leży w 3. okresie. W jego atomie są 3 powłoki: K, L i M.
Konfiguracja elektronowa	$K^2L^8M^2$
Uproszczony model atomu	W jądrze atomowym wpisujemy liczbę protonów. Rysujemy powłoki elektronowe, podpisujemy je i zapisujemy liczbę elektronów. 12p⁺ 2e⁻ 8e⁻ 2e⁻ K L M

1	1,008 1H wodór	2
2	6,94 3Li lit	9,01 4Be beryl
3	23,00 11Na sód	24,31 12Mg magnez
4	39,1 19K potas	40,08 20Ca wapń

Właściwości pierwiastków grup 1. i 2. oraz 13.–18.

Atomy pierwiastków należących do tej samej grupy mają taką samą liczbę elektronów walencyjnych, a więc mają podobne właściwości (prawo okresowości).

- ▶ Aktywność chemiczna metali rośnie w grupie, np. w 1. grupie najbardziej aktywny jest francuski.
- ▶ Aktywność chemiczna niemetali maleje w grupie, np. w 17. grupie najbardziej aktywny jest fluor.
- ▶ W grupie rośnie charakter metaliczny pierwiastków, natomiast charakter niemetaliczny maleje wraz ze wzrostem liczby atomowej (Z).
- ▶ W okresie, wraz ze wzrostem liczby atomowej (Z), rosną właściwości niemetaliczne.



A to ciekawe!

Badacze, którzy interesowali się budową materii:

Demokryt głosił, że Wszechświat składa się z niepodzielnych cząstek – atomów, które poruszają się w próżni.

Joseph J. Thomson [dżosef tomson] odkrył elektrony i stwierdził, że są rozmieszczone w atomie jak rodzyнки w cieście.

Niels Bohr [nils bor] ogłosił, że w atomie elektrony krążą wokół dodatnio naładowanego jądra po orbicie stacjonarnej i nie zmieniają energii. Dopiero przeskoczenie na inną orbitę powoduje pobieranie bądź oddawanie porcji energii.

460–370 r. p.n.e.

1803 r.

1886 r.

1911 r. 1913 r.

John Dalton [dżon dalton] stwierdził, że każdy pierwiastek to zbiór cząstek zwanych atomami, a atomy tego samego pierwiastka mają identyczne właściwości.

Ernest Rutherford [raderford] opracował teorię planetarnego modelu atomu: atom składa się z jądra o ładunku dodatnim i krążących wokół niego ujemnie naładowanych elektronów.

Zapamiętaj! To ważne!

Atom

- ▶ Najmniejsza część pierwiastka zachowująca jego właściwości.
- ▶ Jest zbudowany z jądra atomowego, które składa się z **nukleonów** (dodatnio naładowanych **protonów** i elektrycznie obojętnych **neutronów**).
- ▶ Wokół jądra krążą **elektrony** o ładunku ujemnym.



Liczba masowa (A) to suma liczby protonów i liczby neutronów. **Liczba atomowa (Z)** informuje o liczbie protonów tworzących jądro atomowe i liczbie elektronów krążących wokół jądra.

Powłoka elektronowa

Elektrony o tej samej energii tworzą **powłokę elektronową**. Liczba elektronów w danej powłoce jest ściśle określona.

Elektrony walencyjne

Elektrony, które są najslabiej związane z jądrem atomowym. Dla atomów pierwiastków grup 1. i 2. oraz 13.–18. znajdują się w ostatniej powłoce, zwanej **powłoką walencyjną**.

Pierwiastek

Zbiór atomów o takiej samej liczbie atomowej (Z).

Sprawdź się!

1. Podaj symbole pierwiastków, których atomy zawierają następującą liczbę protonów: 2, 29, 14, 20, 53, 11.
2. Ile protonów, elektronów i neutronów wchodzi w skład atomów $^{56}_{26}\text{Fe}$ i $^{12}_6\text{C}$?
3. Przedstaw w postaci zapisu ^A_ZE poniższe informacje.
 - a) Atom azotu ma w jądrze atomowym 7 neutronów.
 - b) Atom sodu ma w jądrze atomowym 12 neutronów.
4. Ile elektronów znajduje się w atomach wapnia, magnezu, fosforu, azotu i chloru?
5. Z układu okresowego odczytaj wszystkie informacje o atomie sodu. Następnie zaprojektuj model jego atomu.

3.3 Izotopy. Masa atomowa



Jesteśmy zbudowani z atomów – przeciętne ludzkie ciało składa się z około $6,6 \cdot 10^{27}$ atomów, w których jest około $23 \cdot 10^{27}$ elektronów. Obliczono, że taka liczba elektronów waży zaledwie 20 g.

Izotopy

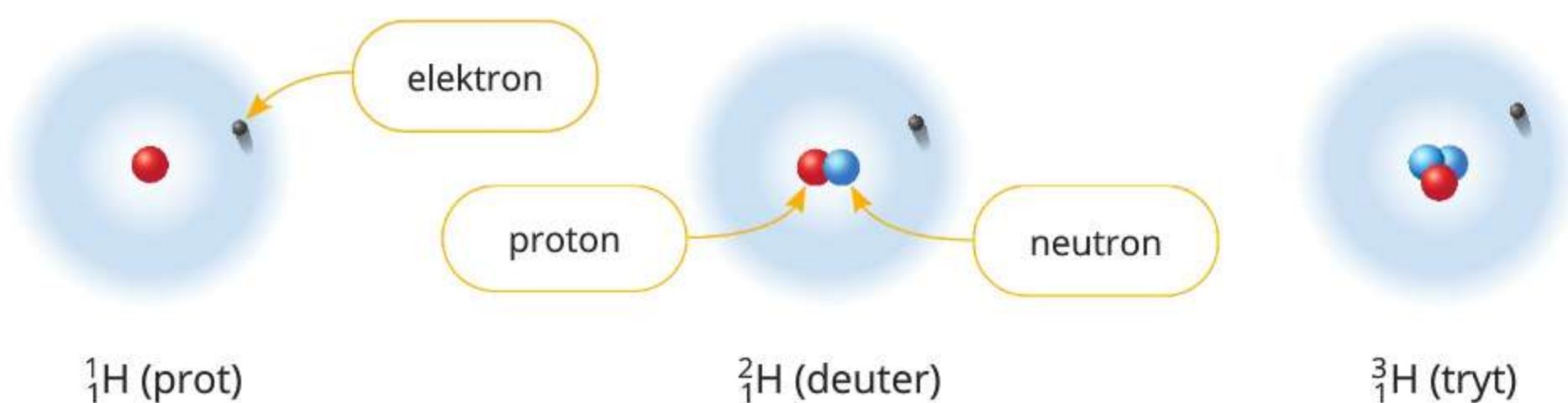
Każdy atom charakteryzuje się dwiema wielkościami: **liczbą atomową (Z)** (liczba protonów) oraz **liczbą masową (A)** (liczba protonów i liczba neutronów).



Izotopy to atomy tego samego pierwiastka, które różnią się liczbą neutronów w jądrze atomowym.

Większość pierwiastków ma nawet do kilkudziesięciu izotopów. Rad ma 34 znane izotopy, natomiast wodór ma 3 izotopy. Aby podać skład izotopu, zwykle zapisuje się jego liczbę masową (A) u góry i po lewej stronie symbolu pierwiastka, np. ^{14}C ; można też stosować zapisy węgiel-14 lub C-14. Większość pierwiastków występuje na Ziemi jako mieszanina izotopów o stałym składzie procentowym.

Modele izotopów wodoru

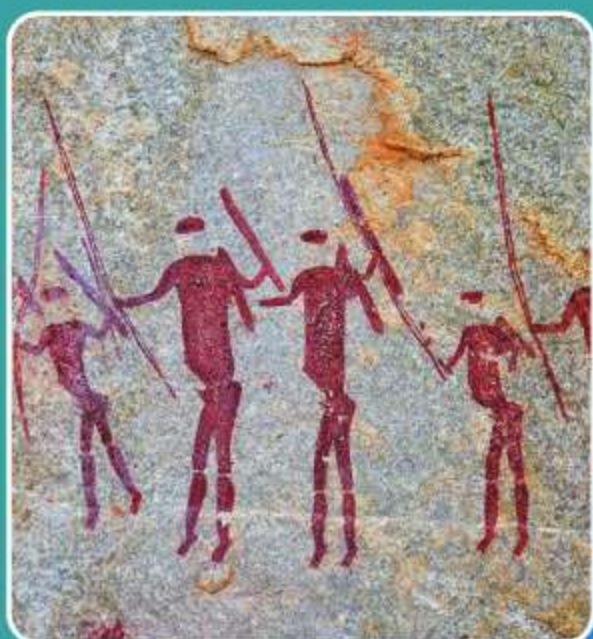


Prot – najczęściej występujący w przyrodzie izotop wodoru – nie ma wcale neutronów w jądrze atomowym, deuter ma 1 neutron, a tryt – 2.

Izotopy mogą być **stabilne** lub **niestabilne**. Jądra atomowe izotopów niestabilnych ulegają przemianom, którym towarzyszy emitowanie promieniowania i zazwyczaj powstawanie nowych atomów. Z tego powodu nazywa się je **izotopami promieniotwórczymi**, a zachodzącą przemianę **radioaktywnością** lub **promieniotwórczością**. Izotopy niestabilne mogą występować naturalnie w przyrodzie (**naturalne**, np. potas ^{40}K , węgiel ^{14}C i polon ^{210}Po) albo być wytworzone przez człowieka (**sztuczne**, np. sód ^{24}Na , krzem ^{31}Si i fosfor ^{32}P).

Ze względu na właściwości izotopy promieniotwórcze mają wiele zastosowań.

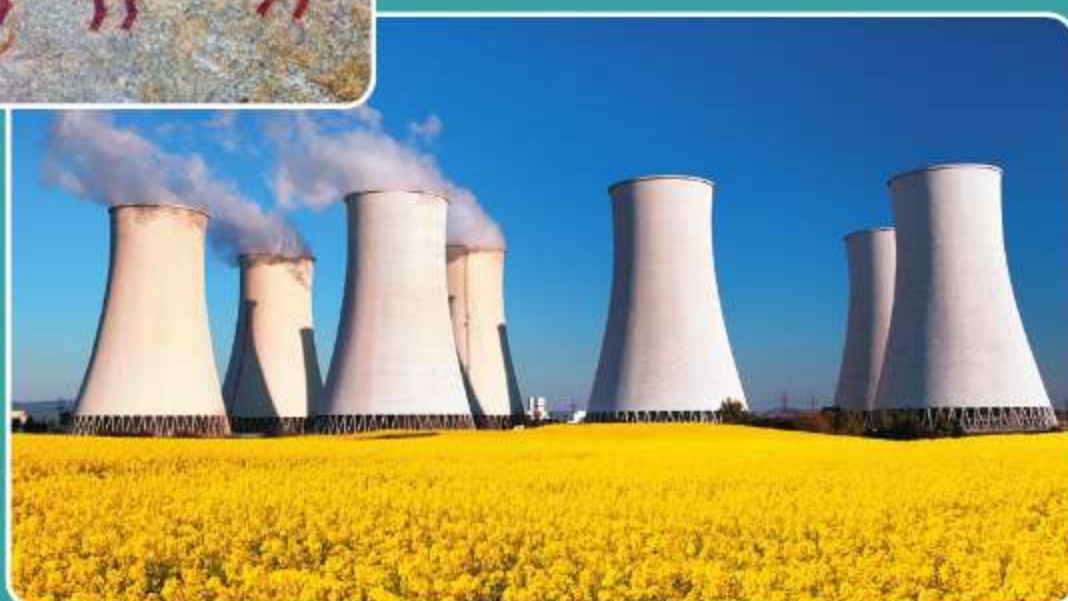
Zastosowania izotopów promieniotwórczych



^{14}C – wyznaczanie wieku skał i próbek archeologicznych



^{241}Am – wykrywanie dymu przez czujniki przeciwpożarowe



^{235}U – wytwarzanie energii elektrycznej w elektrowniach jądrowych



^{131}I , ^{60}Co – diagnostyka i leczenie chorób onkologicznych



^3H , ^{35}S – badanie mechanizmów reakcji chemicznych i synteza niektórych związków organicznych

A to ciekawe!

W naszej diecie banany są źródłem potasu. Potas w naturze ma dwa izotopy stabilne: ^{39}K i ^{41}K oraz jeden izotop promieniotwórczy ^{40}K . **Czy banany są radioaktywne?** Dawka promieniowania, którą otrzymuje się po zjedzeniu jednego banana, jest niewielka. Dopiero spożycie jednorazowo 100 milionów bananów mogłoby dostarczyć do organizmu śmiertelną dawkę promieniowania.



Banany są źródłem potasu

Odczytywanie masy atomowej z układu okresowego

$$m_{\text{at. H}} = 1,008 \text{ u} \approx 1 \text{ u}$$

$$m_{\text{at. Mg}} = 24,31 \text{ u} \approx 24 \text{ u}$$

$$m_{\text{at. Li}} = 6,94 \text{ u} \approx 7 \text{ u}$$

$$m_{\text{at. Al}} = 26,98 \text{ u} \approx 27 \text{ u}$$

$$m_{\text{at. Cl}} = 35,45 \text{ u} \approx 35,5 \text{ u}$$

Masę atomową odczytujemy z układu okresowego i zaokrąglamy do liczby całkowitej.

- ▶ Jeżeli liczba po przecinku jest mniejsza od 5, to odrzucamy wszystkie liczby po przecinku.
- ▶ Jeżeli liczba po przecinku jest większa od 5, to do liczby całkowitej przed przecinkiem dodajemy 1.
- ▶ Wyjątkiem jest chlor, dla którego przyjęto masę atomową równą 35,5 u.

Masy atomowej nie należy mylić z liczbą masową (A), która jest równa liczbie nukleonów w jądrze atomowym.

Średnia masa atomowa

Atomy wchodzące w skład pierwiastka mogą mieć różną masę, ponieważ występują w odmianach różniących się liczbą neutronów w jądrze atomowym.



Masa atomu, którą odczytuje się z układu okresowego, jest średnią ważoną mas atomowych jego odmian izotopowych. Aby ją obliczyć, należy uwzględnić zawartość procentową izotopów danego pierwiastka.

Średnią masę atomową można obliczyć ze wzoru:

$$m_{\text{at.}} = \frac{\%m_1 \cdot m_{\text{at.1}} + \dots + \%m_n \cdot m_{\text{at.n}}}{100 \%}$$

gdzie:

$m_{\text{at.}}$ – średnia masa atomowa pierwiastka,

$\%m_1, \dots, \%m_n$ – zawartości procentowe izotopów,

$m_{\text{at.1}}, \dots, m_{\text{at.n}}$ – masy atomowe izotopów.

Zapamiętaj! To ważne!

Izotopy

Atomy, które mają taką samą liczbę protonów, ale różną liczbę neutronów w jądrze atomowym.



Niektóre pierwiastki mają izotopy naturalne lub otrzymane sztucznie. Ich jądra mogą ulegać **przemianie promieniotwórczej**, która zazwyczaj prowadzi do powstania atomów innych pierwiastków.

Masa atomowa

- ▶ Masa atomu wyrażona w jednostkach masy atomowej (u).
- ▶ Jeżeli znasz masę atomową, to możesz zidentyfikować pierwiastek.
- ▶ Odczytana z układu okresowego jest średnią ważoną mas atomowych izotopów danego pierwiastka.
- ▶ Nie należy mylić masy atomowej z liczbą masową (A), która jest równa liczbie nukleonów w jądrze atomowym.

Sprawdź się!

1. Z układu okresowego odczytaj masy atomowe pierwiastków o symbolach: Fe, N i Ca. Zapisz je w postaci liczby całkowitej.
2. Wyjaśnij, czym różnią się atomy: ^{57}Co , ^{59}Co , ^{60}Co .
3. Przedstaw uproszczone modele izotopów: ^{14}C , ^{32}P i ^{40}K .
4. Na podstawie różnych źródeł informacji zaprojektuj plakat, na którym przedstawisz zastosowania izotopów promieniotwórczych w naszym życiu.
5. W okresie grzewczym zdarzają się pożary. Zaleca się używanie specjalnych czujników dymu. Na podstawie dostępnych źródeł informacji sprawdź, których izotopów się w nich używa i dlaczego.
6.  Maria Skłodowska-Curie [kiuri] jest uważana za matkę medycyny nuklearnej (wykorzystującej izotopy promieniotwórcze w diagnozowaniu i leczeniu chorób). Stworzyła m.in. mobilne aparaty rentgenowskie, które były wykorzystywane we Francji podczas I wojny światowej. Dzięki prześwietleniom szybko i dokładnie lokalizowano kule i odłamki w ciałach rannych żołnierzy oraz diagnozowano złamania. Znajdź w różnych źródłach informacje o innych dokonaniach Marii Skłodowskiej-Curie i podaj uzasadnienie, które potwierdzi słuszność nadania jej tytułu matki medycyny nuklearnej.

3.4 Wiązanie jonowe



Minerał przedstawiony na zdjęciu to halit. Z niego otrzymuje się popularną przyprawę – sól kuchenną. Chemik na pytanie o skład tego minerału odpowie, że głównym składnikiem jest chlorek sodu (NaCl).

Dlaczego halit ma postać sześcianów?

Co sprawia, że atomy sodu i chloru łączą się w ten sposób?

Wiązania chemiczne

W tworzeniu wiązań chemicznych biorą udział elektrony walencyjne. Ich liczba pozwala określić, jak atom łączy się z innymi atomami. Atomy gazów szlachetnych mają trwałą konfigurację elektronową – **hel ma 2 elektrony walencyjne**, a **neon, argon, krypton, ksenon i radon po 8 elektronów walencyjnych**. Helowce nie reagują z innymi atomami – są **biernie chemicznie**. Atomy innych pierwiastków dążą do uwspólniania, oddawania lub przyjmowania elektronów – tworzą **wiązania chemiczne**, ponieważ „chcą” osiągnąć trwałą konfigurację: **dublet** (2 elektrony walencyjne) lub **oktet elektronowy** (8 elektronów walencyjnych), czyli konfiguracje atomów gazów szlachetnych.

Wiązanie chemiczne w chlorku sodu

Pierwiastki tworzące chlorek sodu leżą na przeciwległych krańcach układu okresowego. Sód jest metalem, a chlor – niemetalem. Są to pierwiastki **aktywne chemicznie** – ich atomy łatwo reagują z innymi atomami i tworzą wiązania.

Atom sodu jest **elektrododatni** – wykazuje zdolność do oddawania elektronów celem osiągnięcia trwałej konfiguracji elektronowej.



Atom sodu (Na) oddaje elektron i staje się jonem dodatnim (**Na⁺**).



Jony o przeciwnych znakach przyciągają się, powstaje między nimi **wiązanie jonowe**.

Atom chloru jest **elektroujemny** – wykazuje zdolność do przyjmowania elektronów celem osiągnięcia trwałej konfiguracji elektronowej.



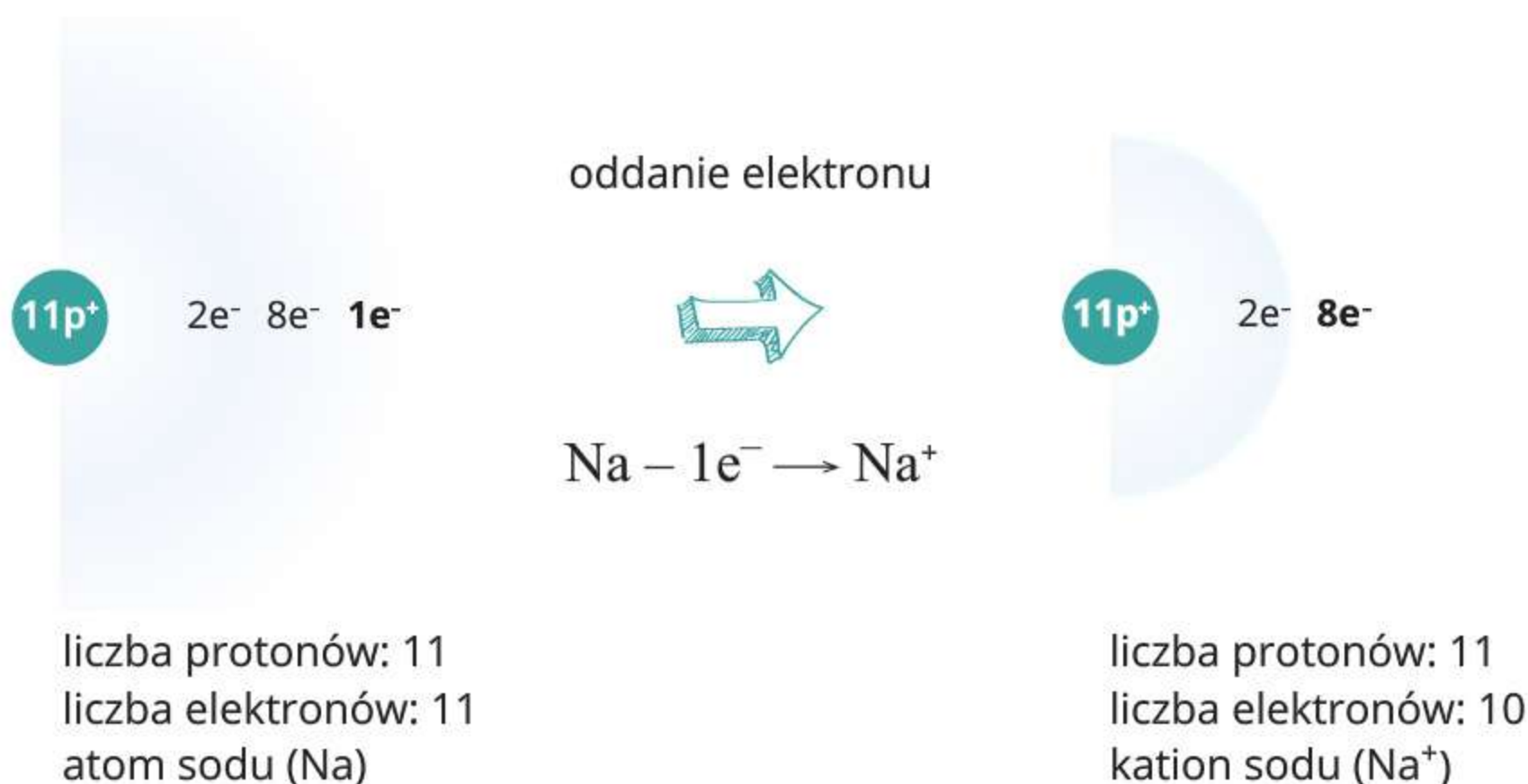
Atom chloru (Cl) przyjmuje elektron i staje się jonem ujemnym (**Cl⁻**).



Wiązanie jonowe to elektrostatyczne oddziaływanie między jonami o przeciwnych znakach: dodatnimi – kationami metali i ujemnymi – anionami niemetalu. W czasie powstawania wiązania jonowego liczba elektronów oddanych przez atomy metali jest równa liczbie elektronów przyjętych przez atomy niemetalu.

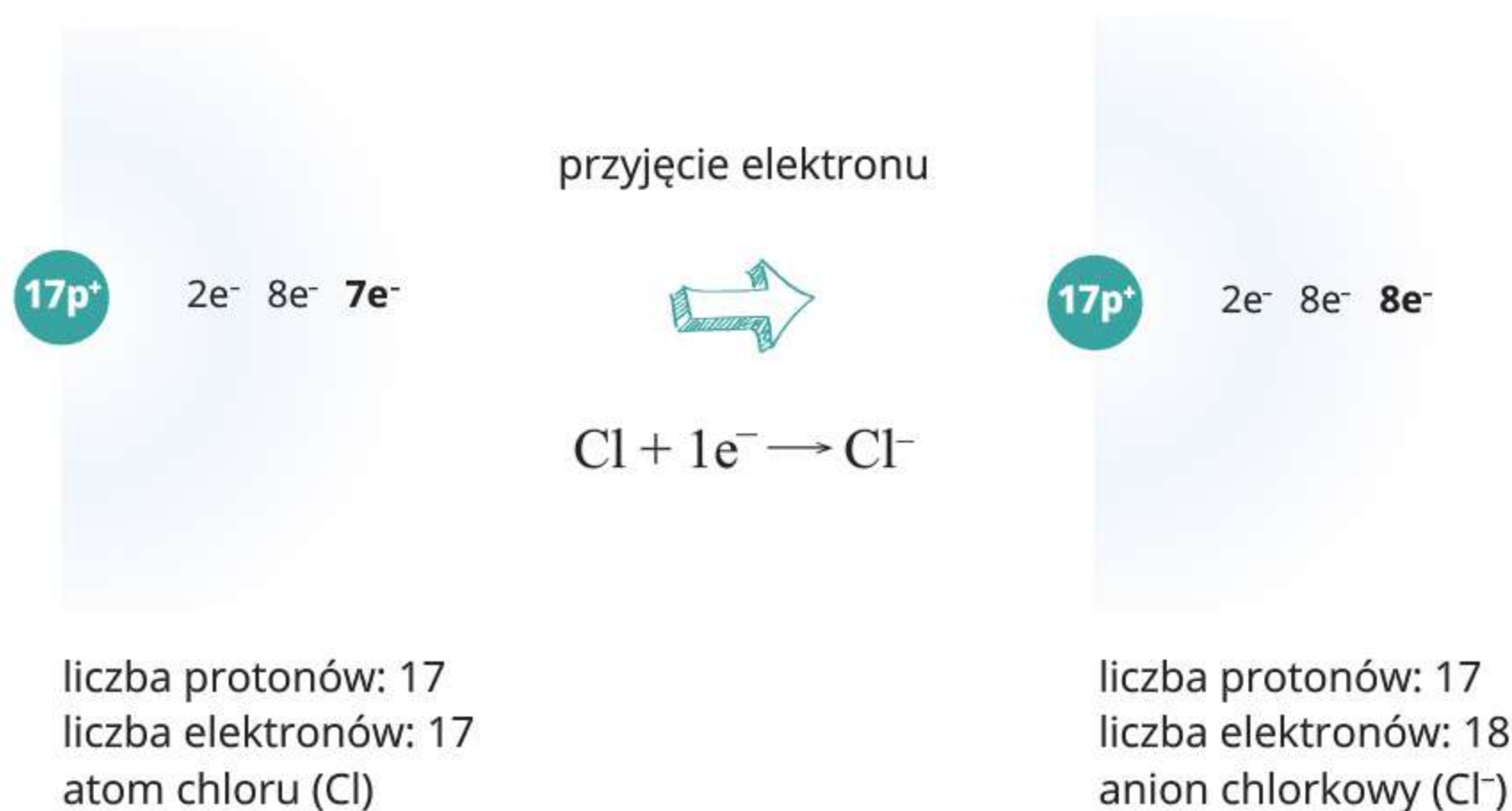
Powstawanie kationu sodu

Sód leży w 1. grupie i 3. okresie. Atom sodu ma 11 elektronów rozmieszczonych w 3 powłokach. W przestrzeni powłoki walencyjnej ma 1 elektron. Atom sodu oddaje 1 elektron i osiąga konfigurację atomu najbliższego gazu szlachetnego (neonu), czyli osiąga trwałą konfigurację elektronową powłoki walencyjnej – **oktet elektronowy**. Atom sodu staje się jonem dodatnim, czyli **kationem**.



Powstawanie anionu chlorkowego

Chlor leży w 17. grupie i 3. okresie. Atom chloru ma 17 elektronów rozmieszczonych w 3 powłokach. W przestrzeni powłoki walencyjnej ma 7 elektronów. Atom chloru przyjmuje 1 elektron i osiąga konfigurację atomu najbliższego gazu szlachetnego (argonu), czyli osiąga trwałą konfigurację elektronową powłoki walencyjnej – **oktet elektronowy**. Atom chloru staje się jonem ujemnym, czyli **anionem**.

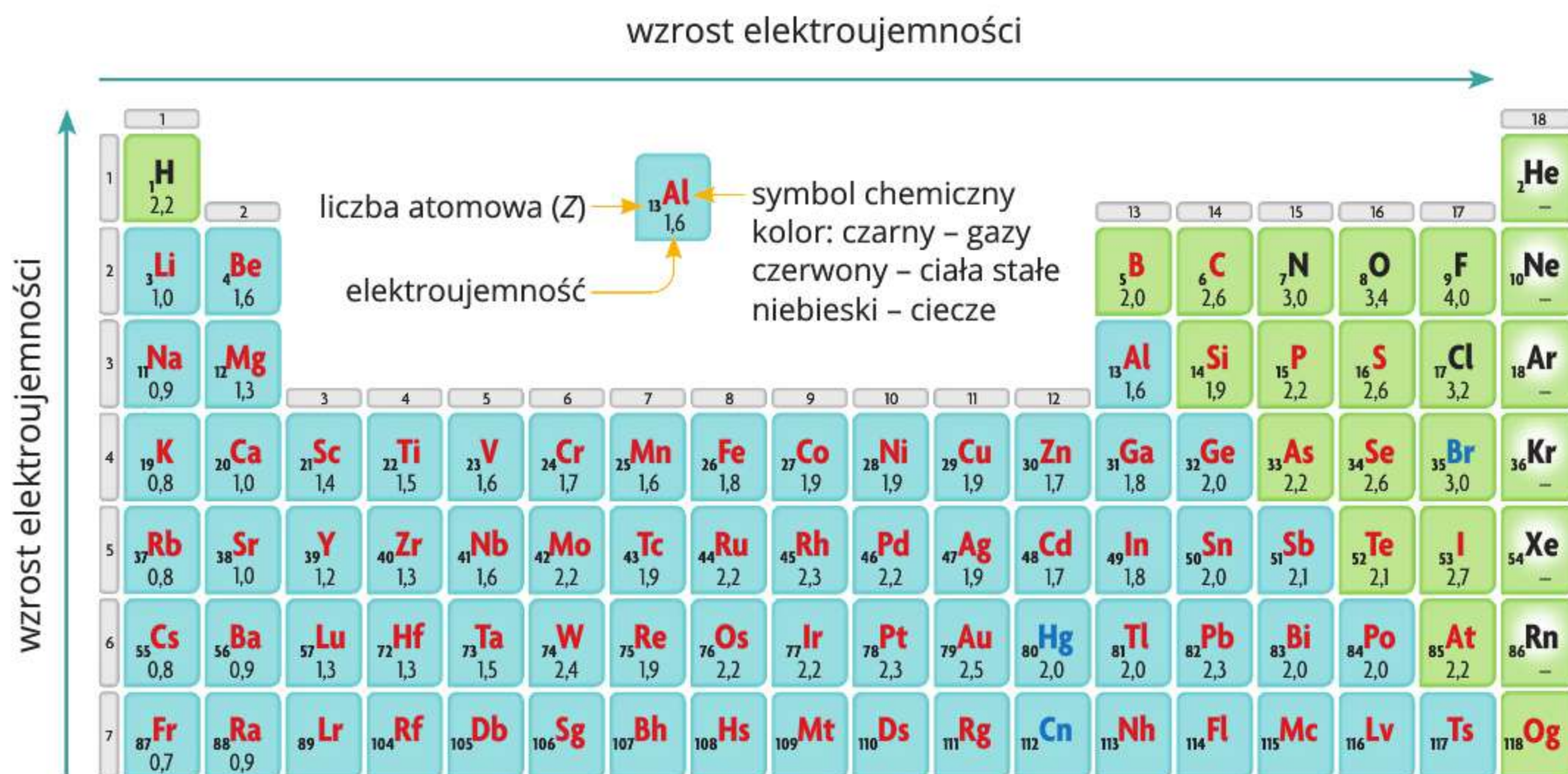


Elektroujemność

To, które atomy „chcą” oddać elektrony, a które „wola” je przyjąć, pokazuje wartość ich cechy, którą nazywa się **elektroujemnością**. Można ją odczytać np. z układu okresowego.



Elektroujemność to cecha, która pokazuje „chęć” atomu do przyjmowania elektronów. Określa, jak silnie atom przyciąga elektrony. Im większa wartość elektroujemności, tym atom silniej przyciąga elektrony. Pierwiastki, których atomy „chcą” oddać elektrony, mają niskie wartości elektroujemności.



Najbardziej elektroujemnym pierwiastkiem jest **fluor**, a najmniej – **frans**. Wartość elektroujemności w okresie rośnie wraz ze wzrostem liczby atomowej (Z), a w grupie maleje.

Skala Paulinga

To najstarsza w historii skala elektroujemności. Jest prosta i użyteczna, ale niezbyt precyzyjna. Na podstawie różnicy wartości elektroujemności dwóch pierwiastków (ΔE) można **oszacować rodzaj wiązania**, które powstanie między atomami tych pierwiastków w związku chemicznym.

Rodzaj wiązania a różnica elektroujemności tworzących je pierwiastków

Różnica elektroujemności	$\Delta E < 0,4$	$0,4 \leq \Delta E \leq 1,7$	$\Delta E > 1,7$
Rodzaj wiązania	kowalencyjne niespolaryzowane	kowalencyjne spolaryzowane	jonowe

Dla różnicy elektroujemności większej niż 1,7 przyjęto umownie, że powstaje wiązanie jonowe. Wiazania kowalencyjne poznasz na następnej lekcji.

Przykład 1

Szacowanie rodzaju wiązania w tlenku wapnia (CaO)

Krok 1

Odszukujemy w układzie okresowym wartości elektroujemności tlenu i wapnia.

$$E_{\text{O}} = 3,4; E_{\text{Ca}} = 1,0$$

Krok 2

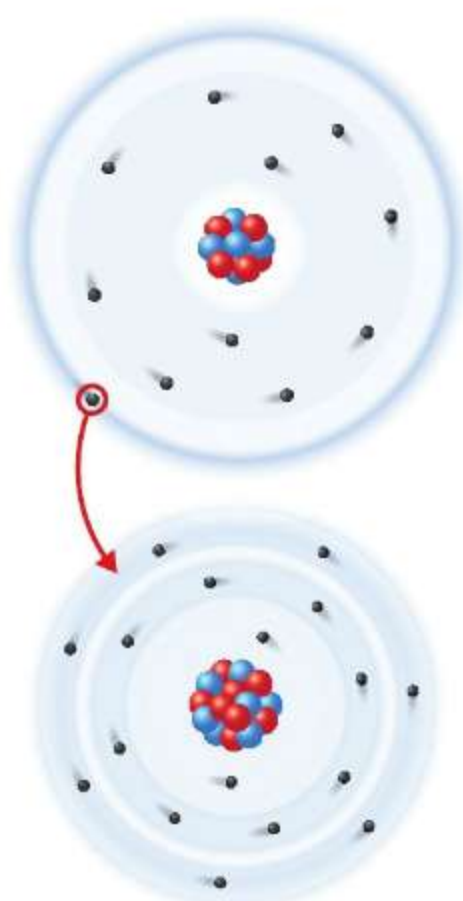
Obliczamy różnicę elektroujemności.

$$\Delta E = E_{\text{O}} - E_{\text{Ca}} = 3,4 - 1,0 = 2,4$$

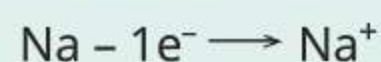
Odpowiedź: W tlenku wapnia najprawdopodobniej występuje wiązanie jonowe.

Powstawanie wiązania w chlorku sodu

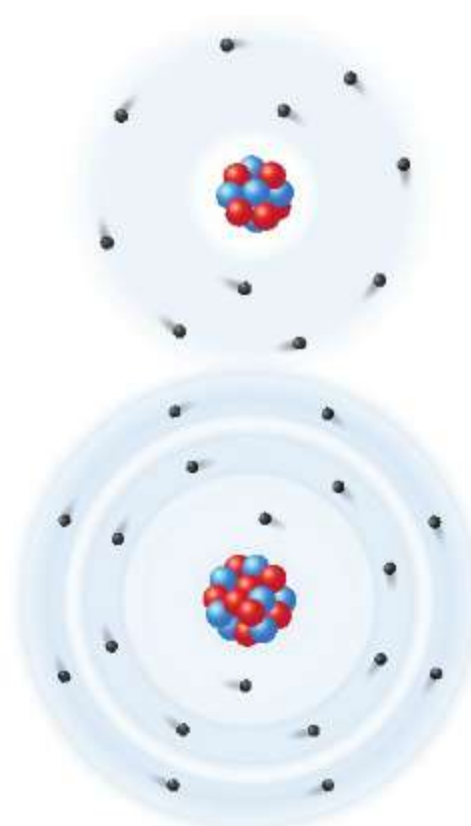
Kation sodu Na^+ i anion chlorkowy Cl^- przyciągają się oddziaływaniem elektrostatycznym, w wyniku czego powstaje związek chemiczny – chlorek sodu.



Sód jest elektrododatni, jego atom odda 1 elektron.



Chlor jest elektroujemny, jego atom przyjmie 1 elektron.



NaCl

$$E_{\text{Na}} = 0,9; E_{\text{Cl}} = 3,2$$
$$\Delta E = E_{\text{Cl}} - E_{\text{Na}}$$
$$\Delta E = 3,2 - 0,9 = 2,3$$

Spodziewane wiązanie: jonowe

Sieć krystaliczna

Związki chemiczne, w których występują wiązania jonowe, to **związki jonowe**. Podczas tworzenia się wiązania jonowego z obojętnych atomów powstają jony o przeciwnych ładunkach. Przeciwnie ładunki przyciągają się i występuje między nimi oddziaływanie elektrostatyczne. Dzięki temu tworzy się sieć krystaliczna, w której kationy metali i aniony niemetalu są połączone w stałych i określonych proporcjach – tworzą się **kryształy jonowe**.



halit



model kryształu jonowego NaCl

anion chlorkowy Cl^-

kation sodu Na^+

Zapamiętaj! To ważne!

Kation

Jon o **elektrycznym ładunku dodatnim**, np. Ca^{2+} , Al^{3+} .

Anion

Jon o **elektrycznym ładunku ujemnym**, np. Cl^- , S^{2-} .

Wiązanie jonowe

Wiązanie chemiczne, którego istotą jest **elektrostatyczne oddziaływanie między jonami o różnoimiennych ładunkach**. Największy jego udział można zaobserwować w związkach metali z niemetalami.

Skala Paulinga

Na podstawie różnicy elektroujemności pierwiastków tworzących związek chemiczny można **oszacować**, który rodzaj wiązania powstał między atomami tych pierwiastków.

Sprawdź się!

1. Atomy pierwiastków chcą osiągnąć konfiguracje elektronowe najbliższej leżących atomów gazów szlachetnych.
Które z gazów szlachetnych są „wzorem” dla baru, tlenu, węgla i jodu?
2. Zaprojektuj schemat ogólny powstawania kationu i anionu (innych niż Na^+ i Cl^-).
3. Jak powstają wiązania jonowe w związkach chemicznych o wzorach: LiCl , CaO i MgBr_2 ?
Przedstaw odpowiedź w postaci rysunków.
4. Wskaż zdania, w których poprawnie podano liczbę protonów i elektronów w jonie.
 - A. Jon H^+ ma 1 proton i 2 elektrony.
 - B. Jon Mg^{2+} ma 12 protonów i 10 elektronów.
 - C. Jon F^- ma 9 protonów i 10 elektronów.
 - D. Jon S^{2-} ma 16 protonów i 16 elektronów.

3.5 Wiązania kowalencyjne



Przedsiębiorcy zawierają umowy biznesowe, tworzą spółki i realizują wiele projektów. Powodem takich działań jest chęć odniesienia korzyści, np. podział zysków. **Podobnie jest z atomami – one też chcą współpracować. Używają do tego elektronów walencyjnych. Efektem takiej współpracy jest utworzenie wiązania chemicznego i osiągnięcie trwałej konfiguracji elektronowej przez atomy.**

Powstawanie wiązań chemicznych

Z poprzednich lekcji pamiętasz, że atomy dążą do uzyskania „korzyści” w postaci trwałej konfiguracji elektronowej – dubletu lub oktetu elektronowego. Prowadzi to do tworzenia wiązań chemicznych – atomy reagują ze sobą, w wyniku czego mogą powstawać nowe substancje.

Wiązanie kowalencyjne

Aby powstało wiązanie kowalencyjne, muszą zostać spełnione określone warunki.

Potrzeba dwóch atomów, zazwyczaj nie-metali, które „chcą” utworzyć co najmniej jedną wspólną parę elektronową, aby zyskać trwałą konfigurację elektronową.



Każdy z atomów oddaje po co najmniej jednym elektronie walencyjnym – elektrony łączą się w pary.



Wspólna para elektronowa znajduje się między jądrami obu atomów i jest obejmowana zasięgiem ich przyciągania.

Połączone wiązaniem kowalencyjnym atomy zachowują się tak, jakby miały konfigurację elektronową atomu najbliższego gazu szlachetnego.



Wiązanie kowalencyjne powstaje w wyniku uwspólnienia jednej lub kilku par elektronowych.

A to ciekawe!

Niektóre pierwiastki mogą występować w takim samym stanie skupienia, ale w odmianach różniących się właściwościami fizycznymi i chemicznymi. Takie zjawisko to **alotropia**. Najpopularniejszą i najtrwalszą odmianą alotropową siarki jest siarka rombowa. Występuje ona jako kryształy zbudowane z ośmioatomowych cząsteczek (S_8). W obrębie utworzonej cząsteczki występują wiązania kowalencyjne.

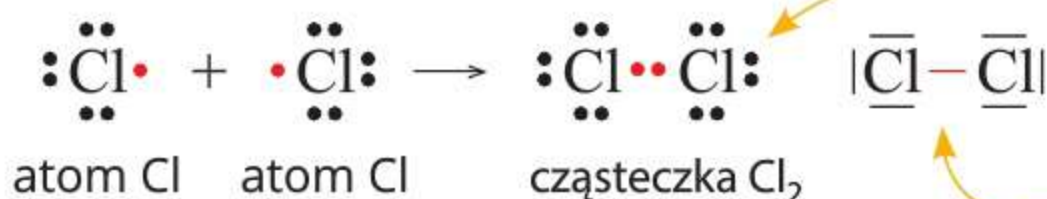
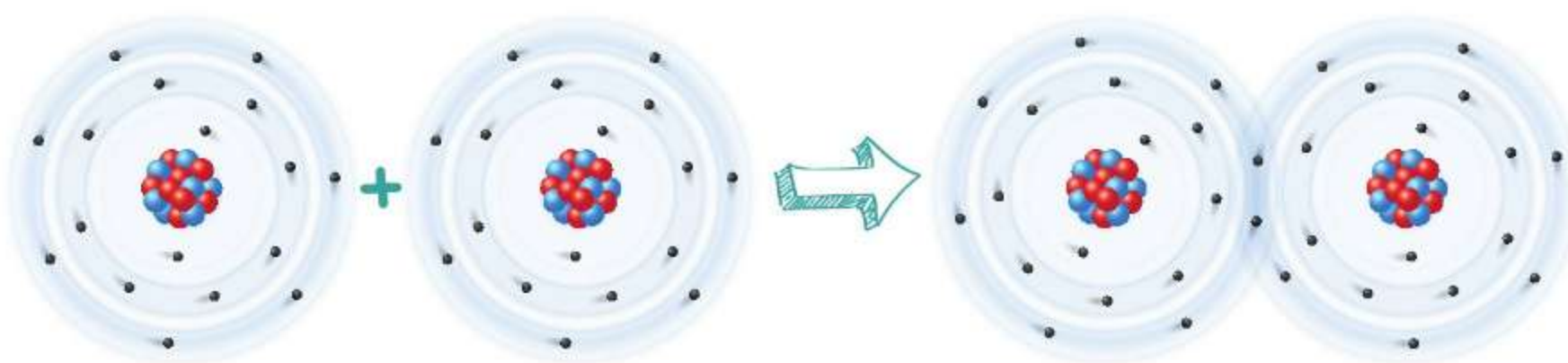


Kryształ siarki rombowej i model jej cząsteczki

Powstawanie wiązania w cząsteczce chloru

Chlor jest gazem, który na Ziemi występuje w postaci dwuatomowych cząsteczek Cl_2 . Jest to **cząsteczka homoatomowa**, czyli zbudowana z atomów tego samego rodzaju.

Powstawanie wiązania między atomami chloru



wzór elektronowy **kropkowy**

wzór elektronowy **kreskowy**

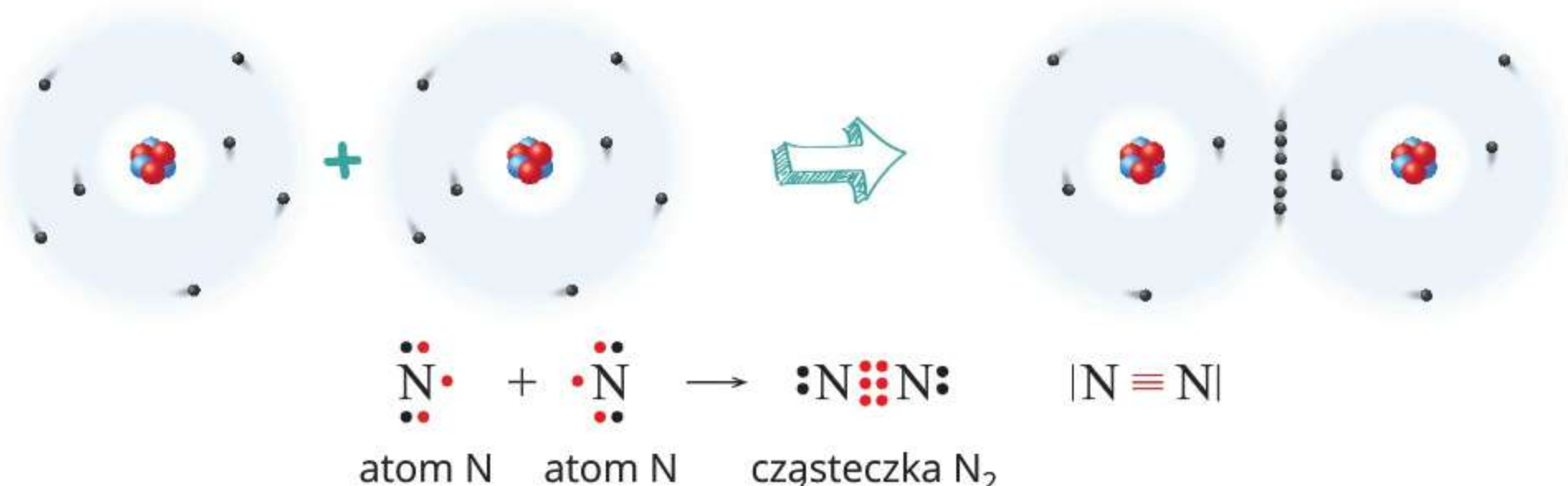
Chlor leży w 17. grupie i 3. okresie. Jego atom ma 17 elektronów rozmieszczonych w 3 powłokach. W powłoce walencyjnej ma 7 elektronów. Atomom chloru brakuje po 1 elektronie, aby uzyskać oktet elektronowy. Dlatego utworzą 1 wspólną parę elektronową. To wiązanie zostało przedstawione jako **jedna para kropek** między symbolami chloru. Pozostałe 12 elektronów zaznaczono parami, symetrycznie dookoła symboli chloru. Każdą z par elektronów można zastąpić kreską, otrzymuje się wtedy **wzór elektronowy kreskowy**.

Każdy z atomów tworzących cząsteczkę Cl_2 ma taką samą elektroujemność, dlatego $\Delta E = 3,2 - 3,2 = 0$. To sugeruje utworzenie wiązania kowalencyjnego.

Wiązania wielokrotne

Jeżeli uwspólnienie jednej pary elektronów nie wystarczy do osiągnięcia oktetu elektronowego, to między atomami tworzy się **wiązanie wielokrotne**, np. potrójne w cząsteczce azotu.

Powstawanie wiązania potrójnego między atomami azotu

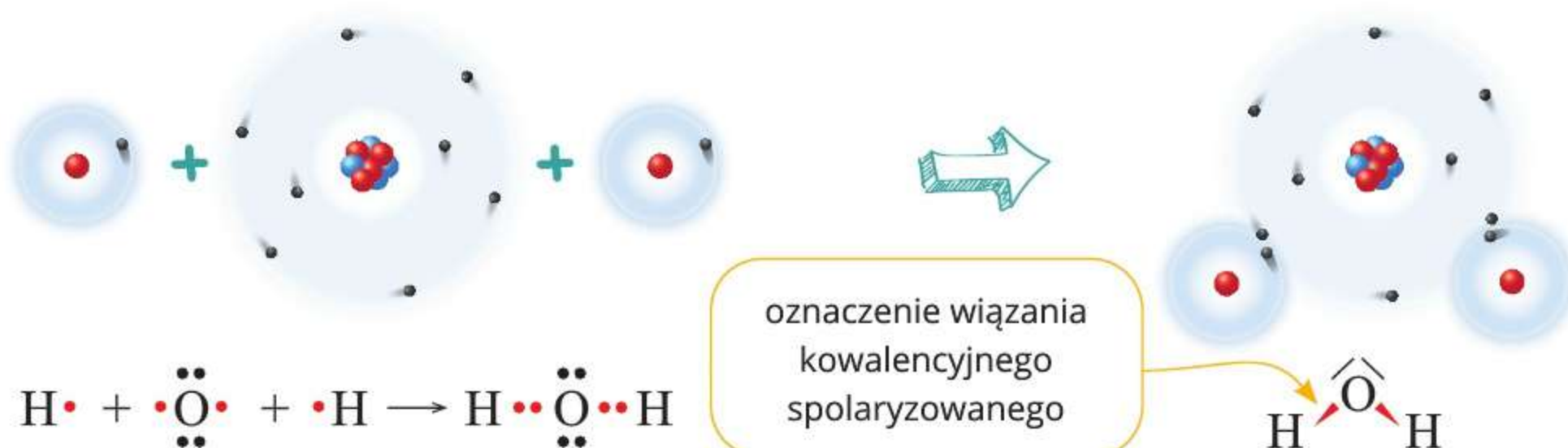


Azot leży w 15. grupie i 2. okresie. Jego atom ma 7 elektronów rozmieszczonych w 2 powłokach. W powłoce walencyjnej ma 5 elektronów. Atomom azotu brakuje po 3 elektrony, aby uzyskać oktet elektronowy. Dlatego utworzą 3 wspólne pary elektronowe. Te wiązania zostały przedstawione jako **trzy pary kropek** lub **trzy kreski** między symbolami azotu. Pozostałe 4 elektrony walencyjne zaznaczono parami, symetrycznie dookoła symboli azotu.

Wiązanie kowalencyjne spolaryzowane

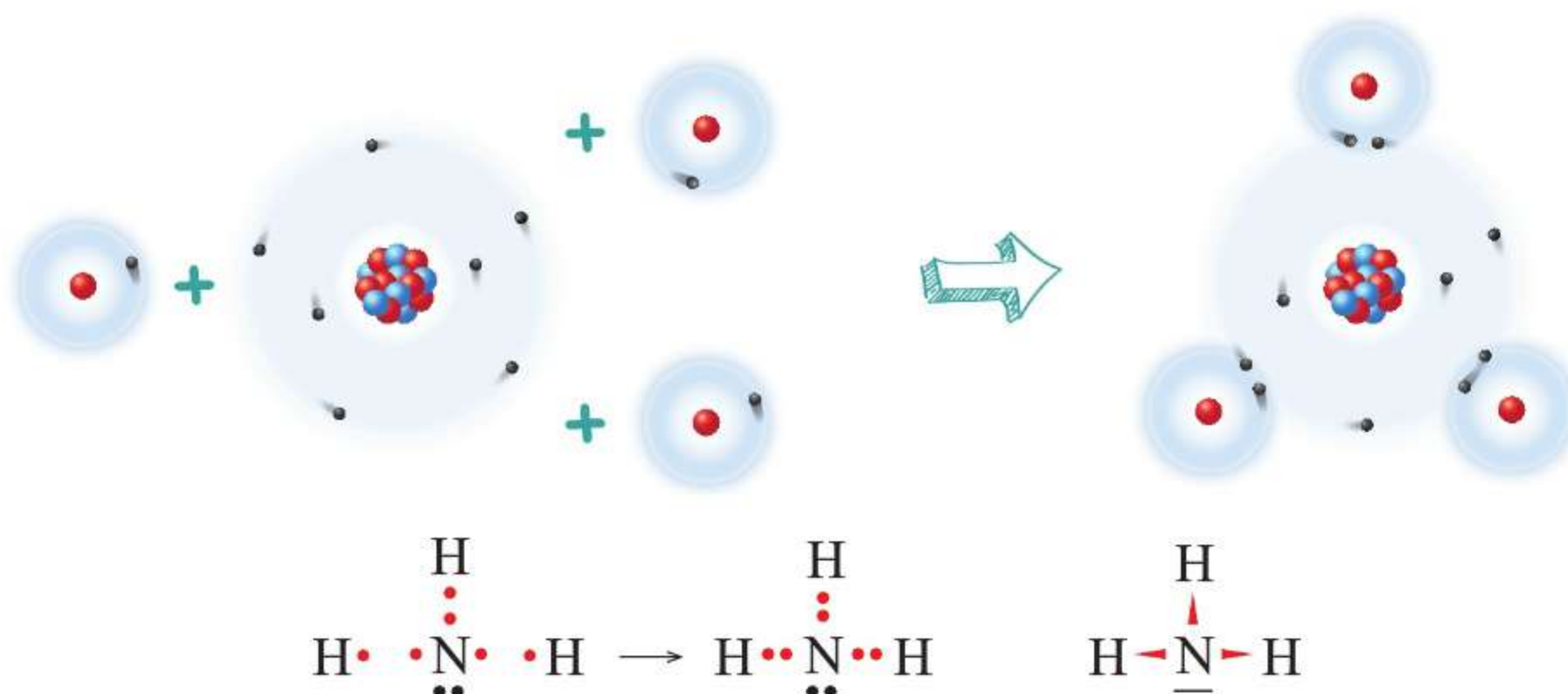
Jeżeli różnica elektroujemności łączących się atomów pierwiastków zawiera się w przedziale między 0,4 a 1,7, to prawdopodobnie utworzy się **wiązanie kowalencyjne spolaryzowane**. Oznacza to, że wspólna para elektronowa jest przesunięta w stronę atomu bardziej elektroujemnego. Taki rodzaj wiązania utworzy się np. w cząsteczce wody – związku wodoru i tlenu, w cząsteczce amoniaku – związku wodoru i azotu oraz w cząsteczce tlenku węgla(IV) – związku węgla i tlenu.

Powstawanie cząsteczki wody



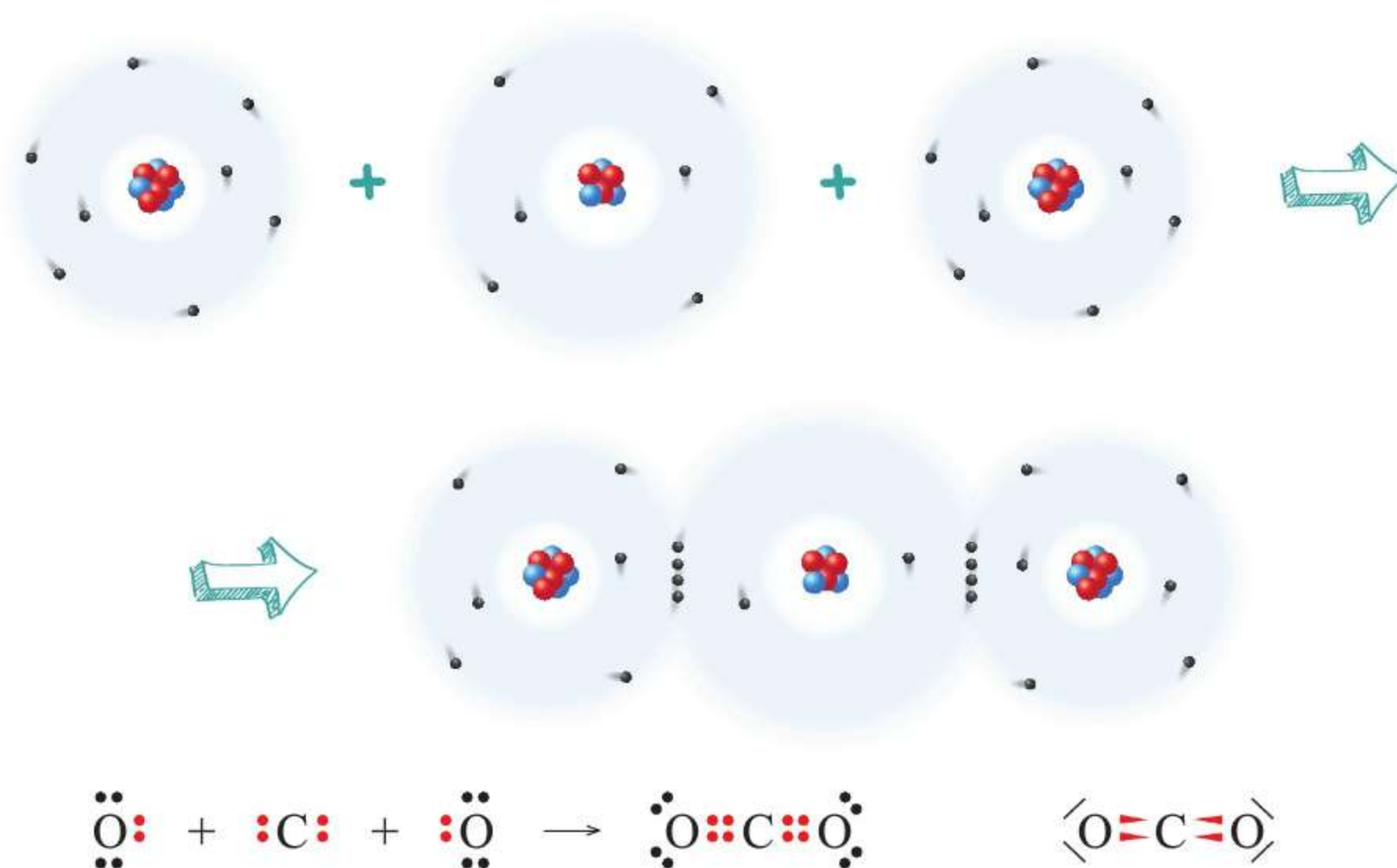
Wodór leży w 1. grupie i 1. okresie. Jego atom ma 1 elektron, który jest jednocześnie elektronem walencyjnym, i do dubletu brakuje mu 1 elektronu. Tlen leży w 16. grupie i 2. okresie. Jego atom ma 8 elektronów rozmieszczonych w 2 powłokach. W powłoce walencyjnej ma 6 elektronów. Atomowi tlenu brakuje 2 elektronów, aby uzyskać oktet elektronowy. W czasie tworzenia wiązań każdy z atomów wodoru tworzy z atomem tlenu po 1 parze elektronowej.

Powstawanie cząsteczki amoniaku



Atom wodoru ma 1 elektron walencyjny i do dubletu brakuje mu 1 elektronu. Atom azotu ma 5 elektronów walencyjnych i do uzyskania oktetu potrzebuje 3 elektronów. W czasie tworzenia wiązań każdy z atomów wodoru tworzy z atomem azotu po 1 parze elektronowej.

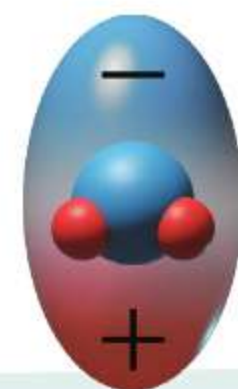
Powstawanie cząsteczki tlenku węgla(IV)



Węgiel leży w 14. grupie i 2. okresie. Jego atom ma 6 elektronów rozmieszczonych w 2 powłokach. W powłoce walencyjnej ma 4 elektrony. Atomowi węgla brakuje 4 elektronów, aby uzyskać oktet elektronowy. Atom tlenu ma 6 elektronów walencyjnych i do oktetu brakuje mu 2 elektronów. W czasie tworzenia wiązań atom węgla tworzy z każdym z atomów tlenu po 2 pary elektronowe.

Dipol

Cząsteczka wody składa się z dwóch atomów wodoru i jednego atomu tlenu. Atom tlenu jest bardziej elektroujemny od atomu wodoru, dlatego silniej przyciąga uwspólnione elektrony. Dzięki temu zyskuje cząstkowy ładunek ujemny, a atomy wodoru cząstkowy ładunek dodatni. Cząsteczka wody ma więc budowę polarną – powstają w niej dwa bieguny: dodatni i ujemny. Taką cząsteczkę nazywa się **dipolem**.



Rozkład ładunku w cząsteczce wody

Atomy i cząsteczki

Cząsteczka to drobina, która powstaje w wyniku połączenia co najmniej dwóch atomów za pomocą wiązania kowalencyjnego. Można ją przedstawić za pomocą wzoru sumarycznego lub wzoru strukturalnego.

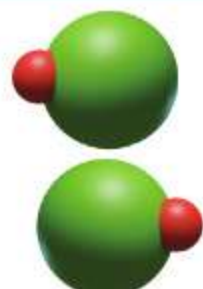
Wzór sumaryczny

We wzorze sumarycznym zapisuje się symbole pierwiastków, których atomy wchodzi w skład cząsteczki, oraz liczbę tych atomów, np. H_2 , HCl , O_2 , N_2 . Wzór sumaryczny związku jonowego informuje o stosunku, w jakim są połączone kationy metali i aniony niemetalu.

Wzór strukturalny

Graficzne przedstawienie budowy cząsteczki. Ilustruje, w jaki sposób są rozmieszczone atomy, a wiązanie chemiczne jest pokazane w postaci kresek, które symbolizują wspólne pary elektronowe, np. $\text{H}-\text{H}$, $\text{H}-\text{Cl}$, $\text{O}=\text{O}$, $\text{N}\equiv\text{N}$. Dla związków jonowych nie rysuje się wzorów strukturalnych, ponieważ nie można wyodrębnić pojedynczej cząsteczki z sieci krystalicznej.

Jak odróżnić, czy w zapisie chodzi o atomy czy o cząsteczki

 cząsteczka wodoru H_2	 2 atomy wodoru 2H
 cząsteczka ozonu O_3	 1 atom tlenu O
 cząsteczka chlorowodoru HCl	 2 cząsteczki chlorowodoru 2HCl

- ▶ Jeżeli cyfra jest za symbolem pierwiastka i w indeksie dolnym, to zapis sygnalizuje, że jest to cząsteczka.
- ▶ Jeżeli cyfra jest przed symbolem pierwiastka, to zapis pokazuje, ile jest atomów tego pierwiastka.
- ▶ Jeżeli cyfra jest przed wzorem sumarycznym, to zapis pokazuje liczbę cząsteczek związku chemicznego.

Zapamiętaj! To ważne!

Wiązanie kowalencyjne

Powstaje przez **uwspólnienie co najmniej jednej pary elektronowej** między atomami. Najczęściej jest tworzone przez atomy niemetalu.



W cząsteczkach homoatomowych (np. Cl_2 , H_2) są **wiązania kowalencyjne niespolaryzowane**. Ich wspólne pary elektronowe w jednakowym stopniu należą do obu atomów tworzących cząsteczkę.



Atomy mogą tworzyć między sobą **wiązania pojedyncze, wiązania podwójne oraz wiązania potrójne**.

W cząsteczkach zbudowanych z atomów różnych niemetalu (np. HCl , H_2O) są **wiązania kowalencyjne spolaryzowane**. Ich wspólne pary elektronowe znajdują się bliżej atomów o większej elektroujemności (i o większej liczbie elektronów walencyjnych).

Cząsteczki

Drobiny zbudowane z atomów połączonych wiązaniem kowalencyjnym.

Wzór sumaryczny

Zapis przedstawiający liczbę i rodzaj atomów budujących cząsteczkę.

Wzór strukturalny

Pokazuje, jak są połączone i rozmieszczone atomy w cząsteczce związku chemicznego.

Sprawdź się!

1. Na podstawie układu okresowego i skali Paulinga wybierz spośród podanych wzorów związków: KCl , MgBr_2 , H_2O , NH_3 , PCl_3 , CaO te, które mogą zawierać wiązanie kowalencyjne.

2. Przerysuj i uzupełnij tabelę.

Zapis		H_2		I_2	$2 \text{H}_2\text{O}$		5O_2
Odczyt	1 cząsteczka chlorowodoru		2 atomy potasu			5 atomów siarki	



3. Do związków, w których występują wiązania kowalencyjne, należy metan o wzorze CH_4 . Zaprojektuj schemat powstawania wiązań w jego cząsteczce.

3.6 Wartościowość pierwiastka



Pewnie trudno ci uwierzyć, że na zdjęciach obok pokazano trzy związki chemiczne tego samego pierwiastka – chromu. **Istnieje cecha pierwiastków, która jest związana z poznanymi przez ciebie informacjami o układzie okresowym i „umiejętnością” tworzenia związków chemicznych przez atomy.**

Wartościowość

W połowie XIX w. badania składu pierwiastkowego związków chemicznych i próby formułowania ich wzorów doprowadziły ówczesnych chemików do wniosku, że podczas tworzenia wiązań chemicznych atomy wykazują pewną prawidłowość. Nazwano ją **wartościowością**.



Wartościowość to liczba wiązań, które tworzy atom pierwiastka z atomami innych pierwiastków w związku chemicznym.

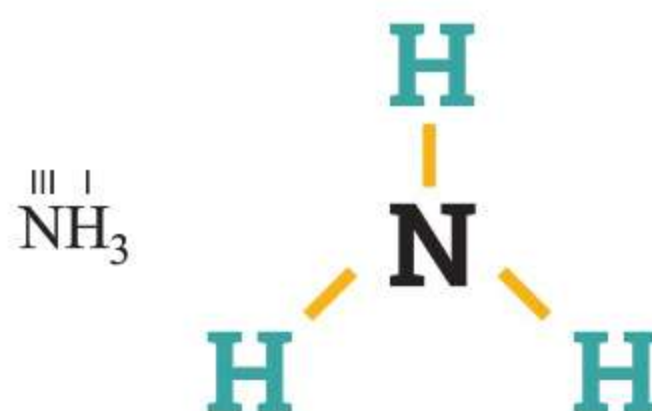
Wartościowość oznacza się cyfrą rzymską. Zapisuje się ją u góry i po prawej stronie symbolu pierwiastka (np. Fe^{III} , O^{II} , C^{IV}) lub nad symbolem pierwiastka (np. $\overset{\text{III}}{\text{Fe}}$, $\overset{\text{II}}{\text{O}}$, $\overset{\text{IV}}{\text{C}}$). Niektóre pierwiastki mają tylko jedną wartościowość, a inne mogą mieć kilka wartościowości, w zależności od budowy związku chemicznego, który tworzą.

Budowa związku chemicznego a wartościowość

Wartościowości pierwiastków, których atomy są połączone wiązaniami kowalencyjnymi, można określić na podstawie wzoru strukturalnego związku chemicznego tworzonego przez te pierwiastki.

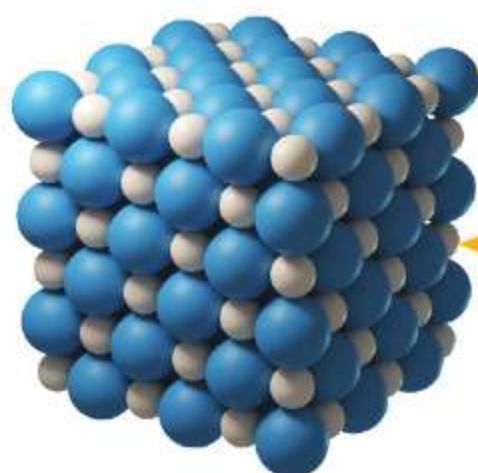
Cząsteczka amoniaku

W cząsteczce amoniaku każdy atom wodoru jest połączony jednym wiązaniem z atomem azotu – wartościowość wodoru w tym związku wynosi I. Atom azotu jest połączony trzema wiązaniami z trzema atomami wodoru – wartościowość azotu w tym związku wynosi III.



W związkach jonowych wartościowość pierwiastka jest równa ładunkowi jego jonu, który występuje w kryształach związku (pomijamy znaki określające ładunek jonu – dodatni lub ujemny).

Kryształ jonowy tlenku magnezu



Mg^{2+}

O^{2-}



Jest zbudowany z kationów magnezu Mg^{2+} i anionów tlenkowych O^{2-} – wartościowość zarówno magnezu, jak i tlenu w tym związku chemicznym wynosi II.



Wodór w związkach chemicznych jest zawsze jednowartościowy. Można to wytłumaczyć następująco: atom wodoru w powłoce walencyjnej ma 1 elektron i do osiągnięcia dubletu elektronowego brakuje mu 1 elektronu, dlatego może utworzyć jedno wiązanie.

Tlen w związkach chemicznych jest zawsze dwuwartościowy. Można to wytłumaczyć następująco: atom tlenu w powłoce walencyjnej ma 6 elektronów i do osiągnięcia oktetu elektronowego brakuje mu 2 elektronów, dlatego może utworzyć dwa wiązania.

Wartościowość pierwiastka w stanie wolnym jest zawsze równa 0.

Położenie pierwiastka w układzie okresowym a wartościowość

Na podstawie układu okresowego można określić budowę atomów oraz właściwości chemiczne pierwiastków. Dla atomów pierwiastków umieszczonych w grupach: 1., 2., 13., 14., 15., 16. i 17. na podstawie numeru grupy można określić liczbę elektronów walencyjnych oraz maksymalną wartościowość pierwiastka względem tlenu i wartościowość pierwiastka względem wodoru.



Maksymalna wartościowość pierwiastka względem tlenu jest równa liczbie elektronów walencyjnych w jego atomie, czyli dla grup 1. i 2. jest taka, jak numer grupy, a dla grup 13.–17. jest taka, jak cyfra jedności w numerze grupy.

Wartościowość pierwiastka względem wodoru może być równa najwyżej IV, a więc dla grup 1. i 2. jest taka, jak numer grupy, dla grup 13. i 14. jest taka, jak cyfra jedności w numerze grupy, natomiast dla grup 15.–17. jest taka, jak liczba elektronów, których brakuje atomom tych pierwiastków, aby uzyskać oktet elektronowy.

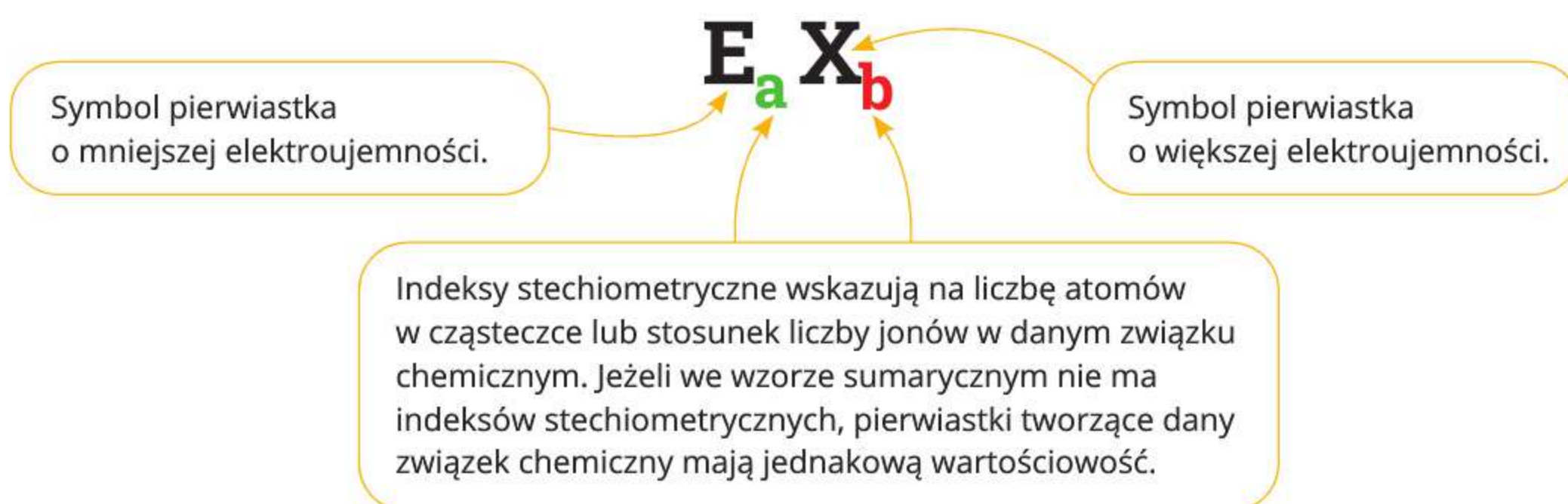
Wartościowości wybranych pierwiastków z grup 1. i 2. oraz 13.–17. względem tlenu oraz wodoru

Numer grupy	Nazwa pierwiastka należącego do danej grupy	Wartościowość	
		maksymalna względem tlenu	względem wodoru
1	lit	I	I
2	beryl	II	II
13	glin	III	III
14	węgiel	IV	IV
15	azot	V	III
16	siarka	VI	II
17	brom	VII	I

- ▶ W związkach chemicznych pierwiastki z 1. grupy układu okresowego mają zawsze wartościowość I, natomiast pierwiastki z 2. grupy mają zawsze wartościowość II.
- ▶ W związkach chemicznych glin ma zawsze wartościowość III.
- ▶ Pierwiastki z pozostałych grup mogą przyjmować różne wartościowości – w zależności od budowy związku chemicznego, który tworzą. Na przykład **fluor we fluorkach, chlor w chlorkach, brom w bromkach i jod w jodkach mają zawsze wartościowość I**, natomiast **siarka w siarczках ma zawsze wartościowość II**.
- ▶ Jeżeli nie jesteśmy pewni, jaką wartościowość może przyjąć pierwiastek, warto skorzystać z tablic fizykochemicznych lub z tabeli zamieszczonej na końcu podręcznika.

Wzór sumaryczny

Wzór sumaryczny związku chemicznego jest tworzony zazwyczaj na podstawie wartości elektroujemności w skali Paulinga.



Jeżeli znasz wartościowości pierwiastków tworzących związek chemiczny, możesz ustalić wzór sumaryczny tego związku. Nie musisz znać rodzaju wiązań w tym związku. Otrzymany wzór sumaryczny pokazuje skład cząsteczki związku kowalencyjnego lub najmniejszy zbiór powtarzających się jonów w związku jonowym.

Ustalanie wzorów sumarycznych związków powstałych z połączenia miedzi i tlenu

Krok 1	Zapisujemy symbole i wartości elektroujemności pierwiastków.	Symbol tlenu to O, $E_O = 3,4$; symbol miedzi to Cu, $E_{Cu} = 1,9$.	
Krok 2	Ustalamy, np. na podstawie tabeli zamieszczonej na końcu podręcznika, wartościowości pierwiastków.	Tlen ma zawsze wartościowość II; miedź ma wartościowość I albo II.	
Krok 3	Zapisujemy we właściwej kolejności symbole pierwiastków. Nad symbolami zapisujemy wartościowości.	$\overset{I}{Cu}\overset{II}{O}$	$\overset{II}{Cu}\overset{II}{O}$
Krok 4	Przenosimy na krzyż wartościowości w miejsca indeksów stechiometrycznych i zamieniamy je na cyfry arabskie.	$\overset{I}{Cu}_2\overset{II}{O}_1$	$\overset{II}{Cu}_2\overset{II}{O}_2$
Krok 5	Upraszczamy indeksy stechiometryczne do najmniejszych możliwych liczb.	We wzorze nie można uprościć indeksów stechiometrycznych. Cu_2O_1	W obu indeksach stechiometrycznych jest cyfra 2, więc je upraszczamy. Cu_1O_1
Krok 6	Podajemy ostateczną postać wzoru.	W zapisach pomijamy cyfrę 1 – nie wpisuje się jej jako indeks stechiometryczny.	
		Cu_2O	CuO

Odpowiedź: Miedź i tlen mogą utworzyć związki o wzorach Cu_2O i CuO .

Cu_2O



CuO



Nazwa związku chemicznego

Aby utworzyć nazwę związku chemicznego, należy najpierw podać nazwę pierwiastka o większej elektroujemności i dodać do niego przyrostek -ek, a następnie dodać nazwę drugiego pierwiastka w dopełniaczu, np. tlenek (czego?) fosforu.



Jeżeli pierwiastek ma tylko jedną wartościowość, w nazwie nie podaje się informacji o jego wartościowości.

Jeżeli pierwiastek może mieć więcej niż jedną wartościowość, w nazwie podaje się informację o jego wartościowości – zapisuje się ją cyfrą rzymską w nawiasie, tuż za nazwą tego pierwiastka.

Przykład 2

Ustalanie nazwy związku o wzorze Cl_2O

Krok 1	Nad symbolami pierwiastków zapisujemy wartościowości. Jeżeli nie znamy wartościowości pierwiastka, oznaczamy ją literą, np. A.	$\overset{\text{A}}{\text{Cl}}_2\overset{\text{II}}{\text{O}}$
Krok 2	Dopisujemy indeksy stechiometryczne o wartości 1.	$\overset{\text{A}}{\text{Cl}}_2\overset{\text{II}}{\text{O}}_1$
Krok 3	Układamy równanie i obliczamy wartościowość oznaczoną literą A.	Iloczyn wartościowości pierwszego pierwiastka i jego indeksu stechiometrycznego musi być równy iloczynowi wartościowości drugiego pierwiastka i jego indeksu stechiometrycznego. $\text{A} \cdot 2 = \text{II} \cdot 1$ $\text{A} = \text{I}$
Krok 4	Ustalamy, np. na podstawie tabeli zamieszczonej na końcu podręcznika, czy chlor może mieć więcej niż jedną wartościowość.	Chlor może mieć różne wartościowości (np. I, III, V, VII), dlatego w nazwie należy podać wartościowość chloru.
Krok 5	Podajemy nazwę związku chemicznego.	tlenek chloru(I)

Odpowiedź: Nazwa związku o wzorze Cl_2O to tlenek chloru(I).

Przykład 3

Ustalanie wzoru sumarycznego związku o nazwie tlenek azotu(IV)

Krok 1	Zapisujemy symbole i wartości elektroujemności pierwiastków wymienionych w nazwie.	Symbol tlenu to O, $E_O = 3,4$; symbol azotu to N, $E_N = 3,0$.
Krok 2	Ustalamy wartościowości pierwiastków.	Tlen ma zawsze wartościowość II. Wartościowość azotu podano w nazwie związku chemicznego – IV.
Krok 3	Zapisujemy we właściwej kolejności symbole pierwiastków. Nad symbolami zapisujemy wartościowości.	$\overset{IV}{N}\overset{II}{O}$
Krok 4	Przenosimy na krzyż wartościowości w miejsca indeksów stechiometrycznych i zamieniamy je na cyfry arabskie.	$\overset{IV}{N}_2\overset{II}{O}_4$
Krok 5	Upraszczamy indeksy stechiometryczne do najmniejszych możliwych liczb.	N_1O_2
Krok 6	Podajemy ostateczną postać wzoru.	NO_2

Odpowiedź: Wzór sumaryczny związku o nazwie tlenek azotu(IV) to NO_2 .

Nazwy i wzory sumaryczne wybranych tlenków, chlorków i siarczków

Grupa związków	Nazwa związku	Wzór sumaryczny
tlenki	tlenek sodu	Na_2O
	tlenek wapnia	CaO
	tlenek żelaza(III)	Fe_2O_3
chlorki	chlorek sodu	$NaCl$
	chlorek wapnia	$CaCl_2$
	chlorek żelaza(III)	$FeCl_3$
siarczki	siarczek sodu	Na_2S
	siarczek wapnia	CaS
	siarczek żelaza(III)	Fe_2S_3



Tworzenie wzoru strukturalnego związku chemicznego

Dla związków chemicznych z wiązaniami jonowymi nie rysuje się wzorów strukturalnych, ponieważ w tym wypadku nie można wyodrębnić pojedynczej cząsteczki z sieci krystalicznej. Dla związków chemicznych o charakterze kowalencyjnym można utworzyć wzór strukturalny.



We wzorze strukturalnym **liczba wiązań utworzonych przez atom lub atomy jednego pierwiastka jest równa liczbie wiązań utworzonych przez atom lub atomy drugiego pierwiastka**. Jedna kreska odpowiada jednemu wiązaniu.

Przykład 4

Tworzenie wzoru strukturalnego związku o nazwie tlenek azotu(V)

Krok 1	Ustalamy wzór sumaryczny tlenku azotu(V).	N_2O_5
Krok 2	Ustalamy wartościowości pierwiastków i zapisujemy je nad symbolami.	Tlen ma zawsze wartościowość II. Wartościowość azotu podano w nazwie związku – V. $\overset{V}{N}_2\overset{II}{O}_5$
Krok 3	Wartościowość informuje, jaką liczbę wiązań utworzy atom danego pierwiastka w związku chemicznym.	Azot ma wartościowość V , a zatem jego atom utworzy pięć wiązań; tlen ma zawsze wartościowość II , więc jego atom utworzy dwa wiązania.
Krok 4	Sprawdzamy liczbę atomów poszczególnych pierwiastków tworzących tlenek azotu(V).	Tlenek azotu(V) jest zbudowany z dwóch atomów azotu i pięciu atomów tlenu.
Krok 5	Uwzględniamy liczbę atomów, które mamy do dyspozycji, i liczbę wiązań, które każdy z nich może utworzyć, i tworzymy wzór strukturalny.	

Zapamiętaj! To ważne!

Wartościowość

Liczba wiązań, które może utworzyć atom pierwiastka w połączeniu z atomami innych pierwiastków.



- ▶ Pierwiastki w stanie wolnym mają wartościowość 0.
- ▶ Tlen jest zawsze dwuwartościowy, a wodór zawsze jednowartościowy.
- ▶ Pierwiastki z 1. grupy układu okresowego są w związkach chemicznych zawsze jednowartościowe, natomiast pierwiastki z 2. grupy – dwuwartościowe.
- ▶ Maksymalna wartościowość względem tlenu dla pierwiastków z grup 13.–17. jest taka, jak cyfra jedności w numerze grupy.
- ▶ Wartościowość względem wodoru dla pierwiastków z grup 13. i 14. jest taka, jak cyfra jedności w numerze grupy, a dla pierwiastków z grup 15.–17. jest taka, jak liczba elektronów potrzebnych atomom tych pierwiastków do osiągnięcia oktetu elektronowego.

Sprawdź się!

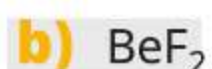
1. Każdej wartościowości: I, II, III, IV, V, VI, VII przypisz symbole pierwiastków wybranych spośród podanych: żelazo, magnez, lit, fosfor, chlor, wapń, glin, siarka, sód, krzem. Skorzystaj z układu okresowego.



2. Podaj wzory sumaryczne związków o następujących nazwach: tlenek wapnia, chlorek litu, siarczek potasu, tlenek węgla(II), tlenek chloru(V), siarczek glinu, tlenek litu.

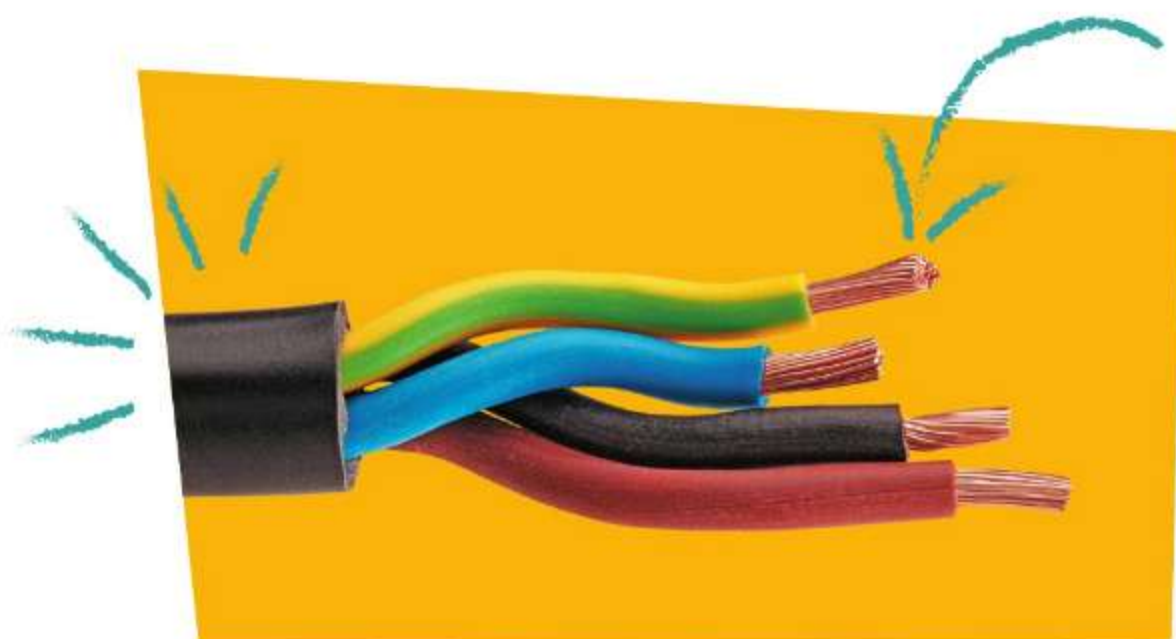


3. Ustal nazwy systematyczne związków o podanych wzorach sumarycznych.



4. Na podstawie dostępnych źródeł informacji podaj wszystkie możliwe wartościowości siarki. Utwórz wzory sumaryczne wszystkich jej połączeń z tlenem. Nadaj tym związkom poprawne nazwy systematyczne i przedstaw ich wzory strukturalne.

3.7 Właściwości związków jonowych i kowalencyjnych



Czy wiesz, z czego składają się przewody elektryczne? Dlaczego tworzywo sztuczne otacza metalowy drut, a nie odwrotnie? **Na podjęcie decyzji o takiej budowie przewodu miały wpływ właściwości substancji użytych przy jego produkcji. Właściwości te zależą od rodzaju wiązań występujących w każdej z tych substancji.**

Właściwości związków jonowych

Stan skupienia	Występują w stałym stanie skupienia. Tworzą kryształy jonowe, w których kationy i aniony są ułożone naprzemiennie, tak aby jak największa liczba jonów jednego znaku otaczała każdy z jonów przeciwnego znaku.	
Przewodnictwo elektryczne	 stały chlorek sodu stopiony chlorek sodu rozpuszczony chlorek sodu Kryształy jonowe nie przewodzą prądu elektrycznego, ale po stopieniu lub rozpuszczeniu w wodzie zaczynają go przewodzić.	
Przewodnictwo cieplne	Wszystkie dobrze przewodzą ciepło.	
Rozpuszczalność	Większość dobrze rozpuszcza się w rozpuszczalnikach polarnych, np. w wodzie, natomiast słabo rozpuszczają się w rozpuszczalnikach niepolarnych, np. w benzynie.	 woda i chlorek sodu benzyna i chlorek sodu
Temperatura topnienia i wrzenia	Mają wysoką temperaturę topnienia i wrzenia, np. temperatura topnienia chlorku sodu wynosi 801 °C, a jego temperatura wrzenia to 1413 °C.	

Właściwości związków kowalencyjnych

Stan skupienia	chlor – gaz woda – ciecz jod – ciało stałe Występują w stanie gazowym, ciekłym lub stałym. Są zbudowane z cząsteczek.
Przewodnictwo elektryczne	Nie przewodzą prądu elektrycznego, są więc izolatorami (wyjątek: grafit).
Przewodnictwo cieplne	Nie wszystkie przewodzą ciepło.
Rozpuszczalność	Wiele związków z wiązaniem kowalencyjnym spolaryzowanym dobrze rozpuszcza się w rozpuszczalnikach polarnych, np. w wodzie, natomiast substancje z wiązaniem kowalencyjnym niespolaryzowanym dobrze rozpuszczają się w rozpuszczalnikach niepolarnych, np. w benzynie.
Temperatura topnienia i wrzenia	Mają niską temperaturę topnienia i wrzenia, np. temperatura topnienia wody wynosi 0 °C, natomiast jej temperatura wrzenia to 100 °C.

Porównanie właściwości związków jonowych i kowalencyjnych

Przekonajmy się, że właściwości związków jonowych i kowalencyjnych są różne. Wykorzystajmy do tego substancje o podobnym wyglądzie, znane z życia codziennego: sól kuchenną (chlorek sodu – związek jonowy) i cukier (sacharoza – związek kowalencyjny).

Sól kuchenna i cukier puder, mimo że wyglądają podobnie, mają różne właściwości.



Doświadczenie 1



Badanie przewodnictwa elektrycznego mieszaniny wody i soli kuchennej oraz mieszaniny wody i cukru pudru

Problem badawczy:

Czy mieszaniny wody i soli kuchennej oraz wody i cukru pudru przewodzą prąd elektryczny?

Sprzęt:

2 zlewki, cylinder miarowy, łyżka, bagietka, 2 elektrody, przewód elektryczny, krokodylki, bateria 4,5 V, żarówka

Odczynniki:

woda destylowana, sól kuchenna, cukier puder

Przebieg badania:

Do dwóch zlewek nalej taką samą objętość wody. Do zlewki 1 wsyp łyżkę soli kuchennej, a do zlewki 2 – łyżkę cukru pudru. Mieszaj zawartości zlewek aż do rozpuszczenia substancji. Za pomocą przewodów elektrycznych połącz elektrody z baterią i żarówką. Zanurz elektrody w kolejnych zlewkach – po każdym pomiarze opłucz elektrody wodą destylowaną.

Obserwacje:

Podczas zanurzania elektrod w zlewce 1 żarówka się zaświeciła. Podczas zanurzania elektrod w zlewce 2 żarówka się nie zaświeciła.

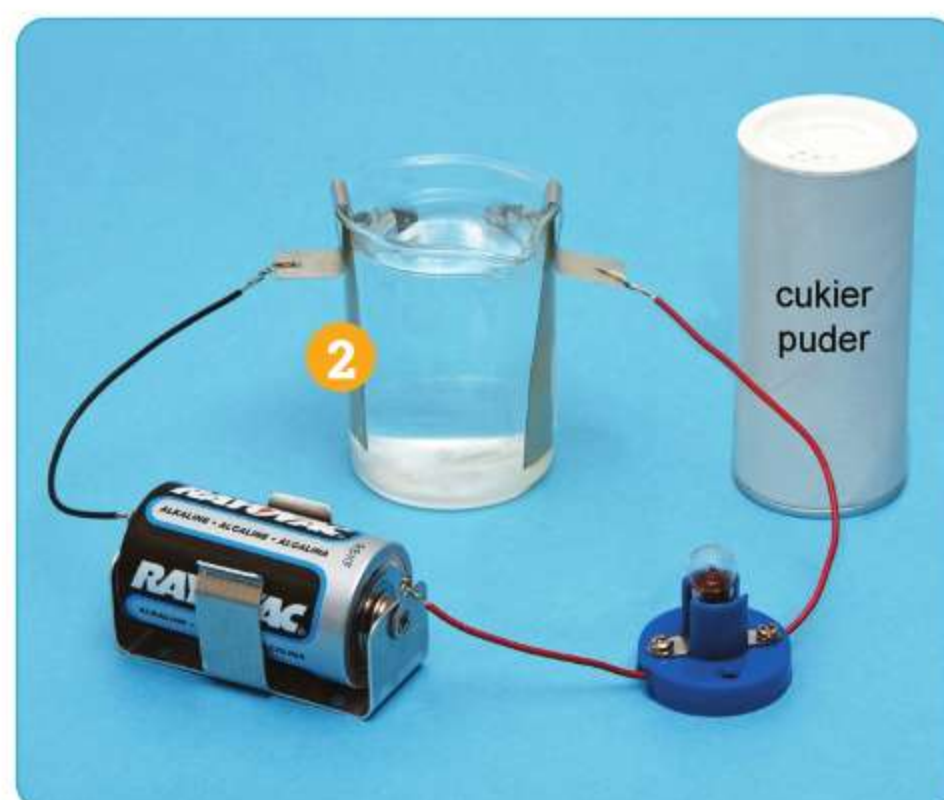
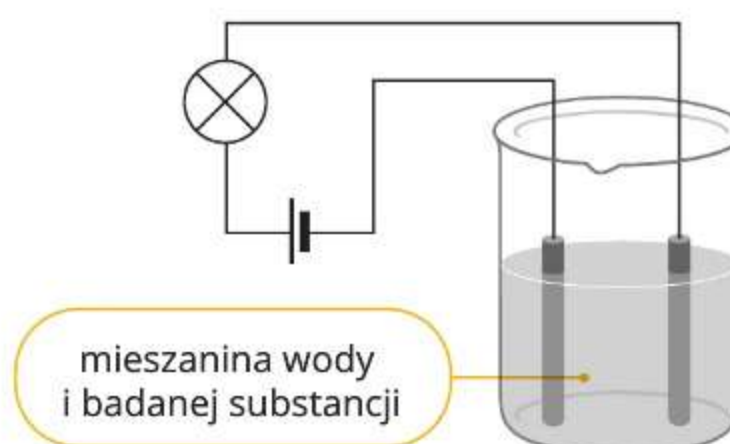
Wnioski:

Mieszanina wody i soli kuchennej przewodzi prąd elektryczny. Mieszanina wody i cukru pudru nie przewodzi prądu elektrycznego.

Weryfikacja hipotezy: Hipoteza została potwierdzona.

Hipoteza:

Mieszanina wody i soli kuchennej przewodzi prąd elektryczny, a mieszanina wody i cukru pudru nie.



Zapamiętaj! To ważne!

Związki jonowe

- ▶ ciała stałe
- ▶ tworzą kryształy jonowe
- ▶ w stałym stanie skupienia nie przewodzą prądu elektrycznego, ale stopione lub rozpuszczone w wodzie są dobrymi przewodnikami elektryczności
- ▶ wszystkie przewodzą ciepło
- ▶ większość dobrze rozpuszcza się w rozpuszczalnikach polarnych; słabo rozpuszczają się w rozpuszczalnikach niepolarnych
- ▶ mają wysoką temperaturę topnienia i wrzenia

Związki kowalencyjne

- ▶ ciała stałe, ciecze lub gazy
- ▶ tworzą cząsteczki
- ▶ nie przewodzą prądu elektrycznego (wyjątek: grafit)
- ▶ nie wszystkie przewodzą ciepło
- ▶ wiele związków z wiązaniem spolaryzowanym dobrze rozpuszcza się w rozpuszczalnikach polarnych; substancje z wiązaniem niespolaryzowanym dobrze rozpuszczają się w rozpuszczalnikach niepolarnych
- ▶ mają niską temperaturę topnienia i wrzenia

Sprawdź się!

1. Spośród podanych substancji: S_2 , Al_2O_3 , SiH_4 , CS_2 , Rb_2O , HI , CCl_4 wybierz te, w których występują:
 - a) wiązania kowalencyjne niespolaryzowane,
 - b) wiązania kowalencyjne spolaryzowane,
 - c) wiązania jonowe.
2. Ułóż zagadkę dla koleżanek i kolegów w klasie. Opisz w niej właściwości fizyczne i chemiczne wybranego związku chemicznego tak, aby odgadli jego nazwę oraz rodzaj wiązań w nim występujących (kowalencyjne czy jonowe).
3. Na podstawie dostępnych źródeł informacji wypisz właściwości sprężonego tlenu i tlenku wapnia, takie jak: stan skupienia, rozpuszczalność w wodzie, temperatura wrzenia i temperatura topnienia. Zastanów się, jakie wiązania występują w wymienionych substancjach.
4. Na podstawie dostępnych źródeł informacji odgadnij nazwę związku opisanego w poniżej.

Jest krystalicznym ciałem stałym. Nie ma barwy, ale ma słodki smak. Dobrze rozpuszcza się w wodzie. Nie jest substancją toksyczną. Topi się w temperaturze 184 °C. Ma niezwykłą cechę – podczas kruszenia jego kryształów dochodzi do emisji światła, co można zaobserwować, gdy oczy przyzwyczajają się do ciemności. To zjawisko tryboluminescencji.

PODSUMOWANIE DZIAŁU III

Tajemnice układu okresowego

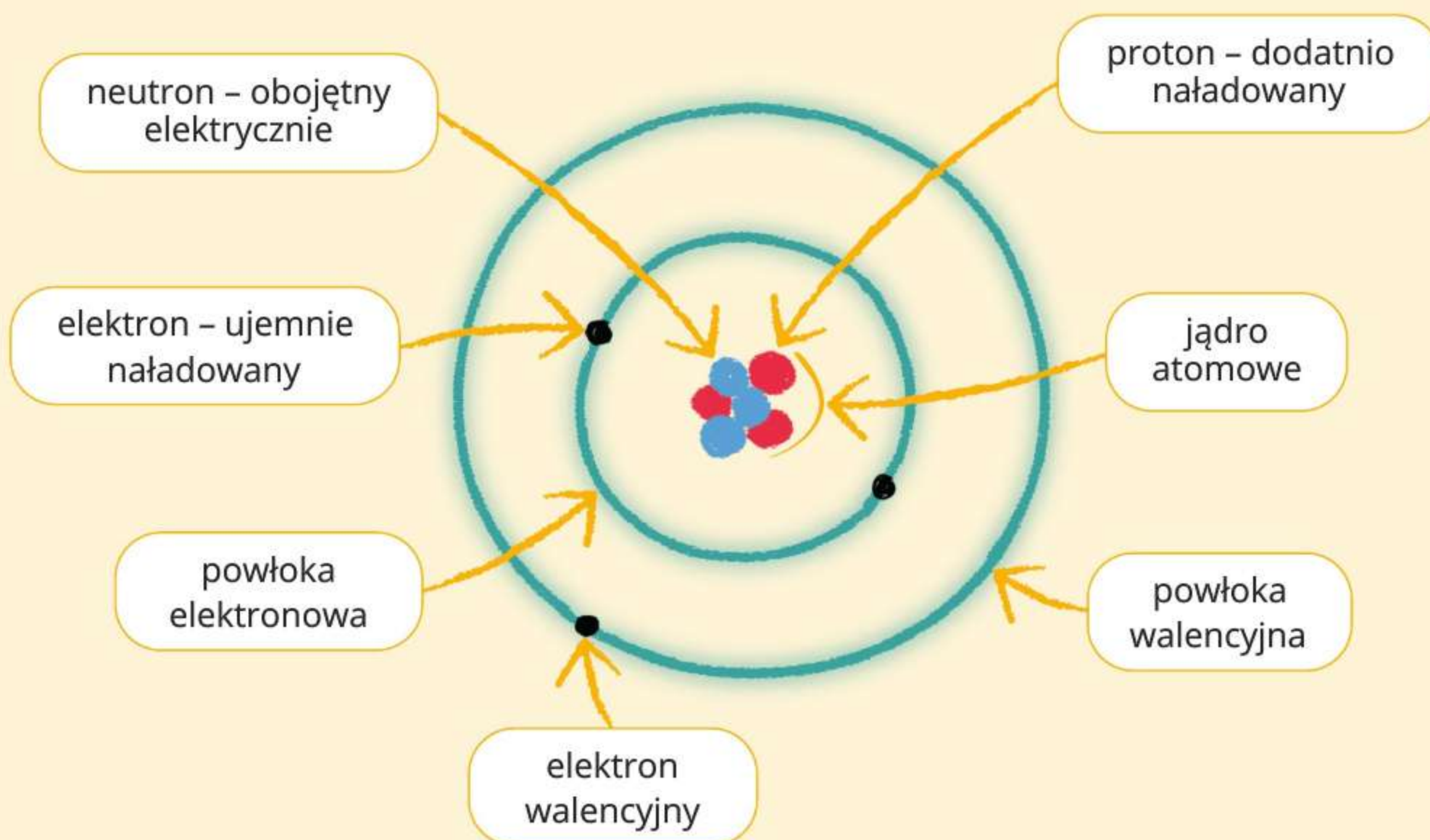
Układ okresowy

- ▶ Składa się z **18 grup** (kolumn) i **7 okresów** (wierszy).
- ▶ Porządkuje pierwiastki wraz ze wzrostem liczby atomowej (Z).
- ▶ Aby określić położenie pierwiastka, należy podać numer grupy i numer okresu.

Pierwiastek

- ▶ Zbiór atomów, których jądra atomowe mają taką samą liczbę protonów, czyli jest to zbiór atomów o takiej samej liczbie atomowej (Z).
- ▶ Ma przypisany symbol, który jest skrótem jego łacińskiej nazwy.

Atom



Izotopy

Atomy mające tę samą liczbę protonów, ale różną liczbę neutronów w jądrze atomowym.

Masa atomowa

Aby ułatwić obliczenia, wprowadzono specjalną jednostkę, $6,02 \cdot 10^{23}$ razy mniejszą od grama, oznaczoną symbolem **u**. **Masę atomu wyrażoną w jednostkach masy atomowej (u) nazywa się masą atomową.**

Wiązanie chemiczne

Powstaje w wyniku **oddania**, **pobrania** lub **uwspólnienia elektronów walencyjnych** przez co najmniej dwa atomy, wskutek czego atomy osiągają konfigurację elektronową atomów gazów szlachejnych (**dublet** lub **oktet elektronowy**).

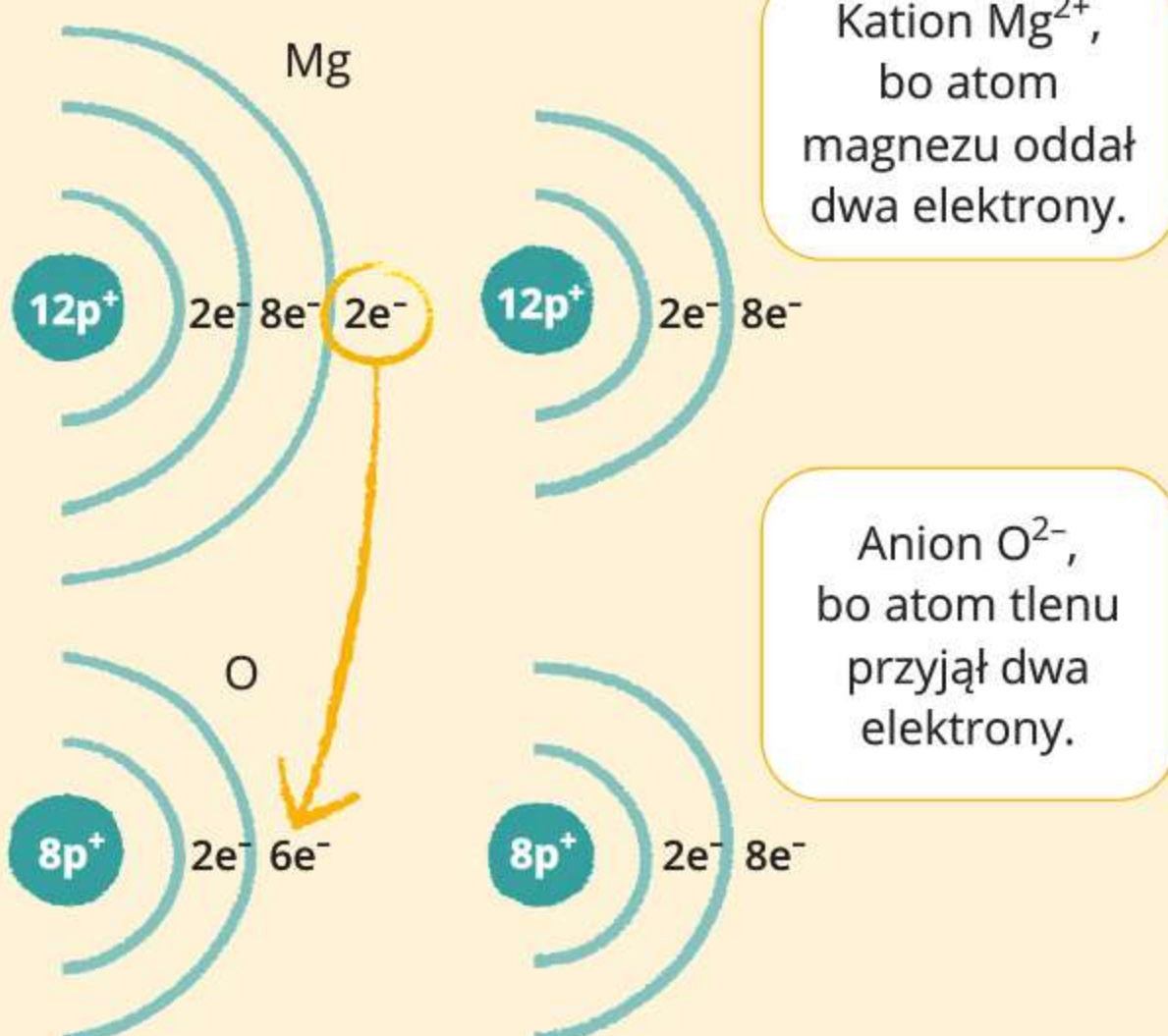
Elektroujemność

- ▶ Zdolność atomu pierwiastka do przyciągania elektronów.
- ▶ Na podstawie różnicy elektroujemności pierwiastków można **oszacować rodzaj wiązania**, które powstanie między atomami tych pierwiastków.



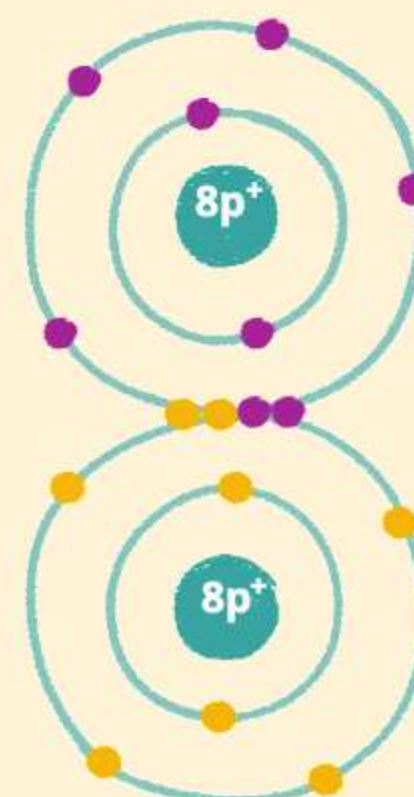
Wiązanie jonowe

Rodzaj wiązania chemicznego, którego istotą jest **elektrostatyczne oddziaływanie między jonami o różnoimiennych ładunkach** (dodatnio naładowanymi kationami i ujemnie naładowanymi anionami). Najczęściej powstaje między kationem metalu a anionem niemetalu, np. MgO.



Wiązanie kowalencyjne

Powstaje w wyniku **uwspólnienia jednej lub kilku par elektronowych** wiążących się atomów niemetalu, w wyniku czego każdy atom zachowuje się tak, jakby miał trwałą konfigurację elektronową (czyli konfigurację atomu gazu szlachetnego), np. O₂.



Wartościowość pierwiastka

- ▶ Liczba wiązań, które może utworzyć atom pierwiastka w połączeniu z innym atomem.
- ▶ Można wyznaczyć na podstawie układu okresowego (maksymalna wartościowość pierwiastka względem tlenu i wartościowość pierwiastka względem wodoru), wzoru sumarycznego lub wzoru strukturalnego.
- ▶ Podaje się przy tworzeniu nazwy systematycznej związku chemicznego tylko wtedy, gdy pierwiastek może przyjmować kilka wartościowości.

Wzór sumaryczny

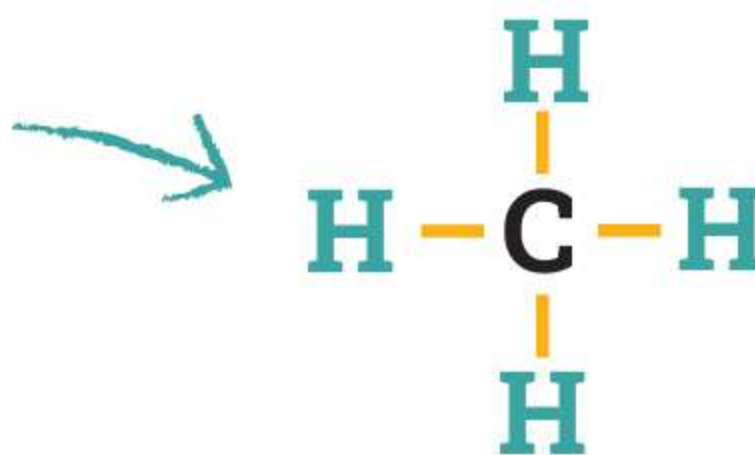
- ▶ Zapis symboli pierwiastków tworzących związek chemiczny, z podaniem liczby atomów każdego z nich.
- ▶ Na ogół po lewej stronie zapisuje się symbol pierwiastka o mniejszej elektroujemności, a po prawej stronie symbol pierwiastka o większej elektroujemności, np.



$$E_S = 2,6; E_O = 3,4$$

Wzór strukturalny

Uwzględnia rodzaj i liczbę atomów tworzących cząsteczkę oraz łączące je wiązania (kolejność, krotność). Stosuje się go tylko do przedstawiania budowy związków kowalencyjnych, np. CH_4 .



Porównanie związków jonowych i kowalencyjnych

Związki jonowe	Związki kowalencyjne
▶ atomy po połączeniu tworzą kryształy zbudowane z jonów ▶ występują w stanie stałym ▶ mają wysoką temperaturę wrzenia i topnienia ▶ większość dobrze rozpuszcza się w rozpuszczalnikach polarnych ▶ po stopieniu lub rozpuszczeniu przewodzą prąd elektryczny ▶ dobrze przewodzą ciepło	▶ atomy po połączeniu tworzą cząsteczki ▶ występują w stanie stałym, ciekłym i gazowym ▶ mają niską temperaturę wrzenia i topnienia ▶ rozpuszczalność w rozpuszczalnikach polarnych substancji z wiązaniem niespolaryzowanym jest słaba, a wielu związków z wiązaniem spolaryzowanym jest dobra ▶ nie przewodzą prądu elektrycznego (wyjątek: grafit) ▶ nie wszystkie dobrze przewodzą ciepło

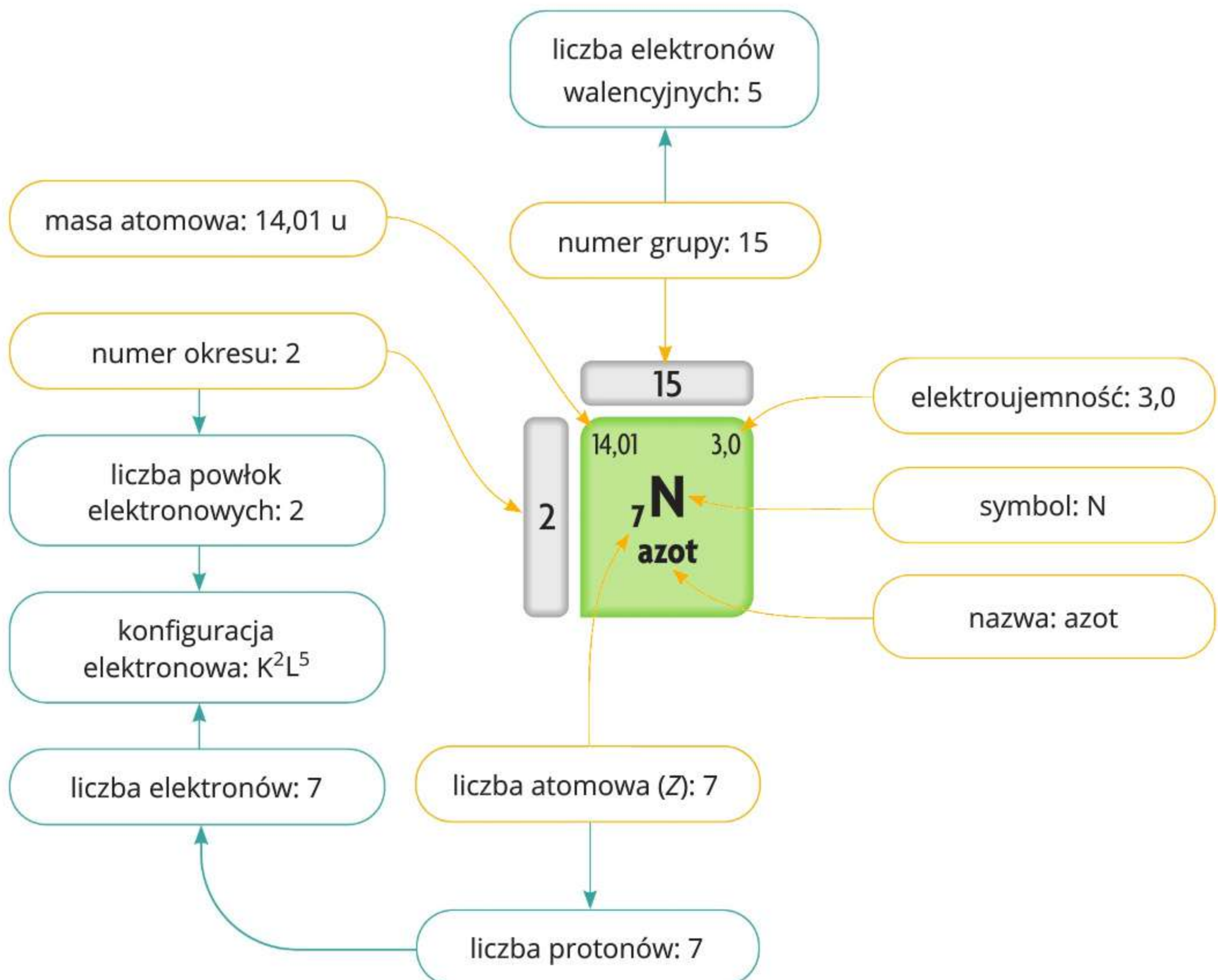
Informacje, które można

odczytać bezpośrednio
z układu okresowego

- ▶ nazwa pierwiastka
- ▶ symbol pierwiastka
- ▶ masa atomowa
- ▶ liczba atomowa (Z)
- ▶ numer grupy
- ▶ numer okresu
- ▶ elektroujemność

określić na podstawie
położenia pierwiastka
w układzie okresowym
(dotyczące budowy atomu)

- ▶ liczba protonów
- ▶ liczba elektronów
- ▶ liczba powłok elektronowych
- ▶ liczba elektronów walencyjnych
- ▶ konfiguracja elektronowa





Odpowiedzi zapisz w zeszycie.

1. Podaj po dwie nazwy pierwiastków o następujących cechach:

- a)** są metalami i leżą w 1. grupie,
- b)** są niemetalami i leżą w 3. okresie,
- c)** w temperaturze pokojowej są cieciami.

2. Wybierz zestaw zawierający symbole pierwiastków, które są metalami.

- A.** Fe, O, Mg **B.** Br, Au, Ag **C.** Hg, Zn, Sn **D.** Li, Na, N

3. Wyjaśnij, na przykładzie wybranych pierwiastków: elektrododatniego i elektroujemnego, czym one się różnią.

4. Podaj wzory jonów, które mogą powstać z atomów pierwiastków o symbolach: Al, Na, Li, Br, Cl, O.

5. Przedstaw schemat powstawania wiązań chemicznych w substancjach o wzorach: KBr, PCl_3 i Al_2O_3 .



6. Ustal wartościowości pierwiastków budujących związki chemiczne o podanych wzorach.

- a)** ZnO **b)** MgS **c)** Cl_2O_7 **d)** Li_2O



7. Ustal nazwy związków chemicznych o podanych wzorach.

- a)** Fe_2O_3 **b)** Cl_2O_5 **c)** MgCl_2 **d)** CaS



8. Podaj wzory sumaryczne związków chemicznych o następujących nazwach systematycznych:

- a)** tlenek wodoru, **c)** tlenek siarki(VI),
b) siarczek żelaza(II), **d)** tlenek azotu(II).



9. Odszukaj w internecie karty charakterystyki wymienionych substancji i na podstawie ich właściwości oszacuj charakter (jonowy lub kowalencyjny) tych związków.

- a)** chlorek potasu **c)** amoniak
b) bromek sodu **d)** metan

10. Określ położenie w układzie okresowym pierwiastków o symbolach: Po, W, Ir, Xe, Sn, Zn, Hg.

11. Pewien pierwiastek leży w 4. okresie i 1. grupie układu okresowego. Podaj symbol chemiczny tego pierwiastka, liczbę powłok oraz liczbę elektronów walencyjnych w jego atomie.

12. Oceń poprawność podanych zdań. Wybierz **P**, jeśli zdanie jest prawdziwe, albo **F** – jeśli jest fałszywe.

1	Chlorek sodu dobrze rozpuszcza się w wodzie. Ma temperaturę topnienia 801 °C i jest krystalicznym ciałem stałym. Te cechy wskazują na obecność wiązania jonowego w tym związku.	P	F
2	W okresie wraz ze wzrostem liczby atomowej pierwiastków obserwujemy wzrost charakteru metalicznego, a spadek liczby elektronów walencyjnych.	P	F

13. Cząsteczka wody jest zbudowana z dwóch atomów wodoru ${}^1_1\text{H}$ i atomu tlenu ${}^{16}_8\text{O}$. Ile protonów i ile neutronów łącznie jest w atomach budujących cząsteczkę wody? Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.

A. 8 protonów i 16 neutronów.

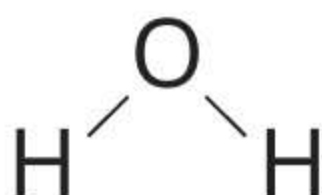
C. 10 protonów i 10 neutronów.

B. 10 protonów i 8 neutronów.

D. 9 protonów i 9 neutronów.

14. Dwa niemetale leżą w sąsiednich grupach i w tym samym okresie. Oba są gazami i głównymi składnikami powietrza. Mogą razem stworzyć pięć tlenków, gdyż jeden z nich może mieć wartościowości: I, II, III, IV i V. Podaj wzory sumaryczne oraz nazwy tych tlenków.

15. Wartościowość wodoru wynosi I, a jego tlenek ma wzór sumaryczny H_2O . Budowę cząsteczki tego tlenku można przedstawić za pomocą wzoru strukturalnego:



Potas jest również jednowartościowy, ale dla struktury tlenku potasu o wzorze K_2O nie utworzy się takiego wzoru strukturalnego.

Wyjaśnij, dlaczego dla tlenku potasu nie można utworzyć takiego wzoru strukturalnego jak dla cząsteczki wody. W odpowiedzi uwzględnij rodzaje wiązań występujących w cząsteczce wody oraz w tlenku potasu.

DZIAŁ

IV

PRAWA I REAKCJE CHEMICZNE

Prawo stałości składu

Prawo
zachowania
masy

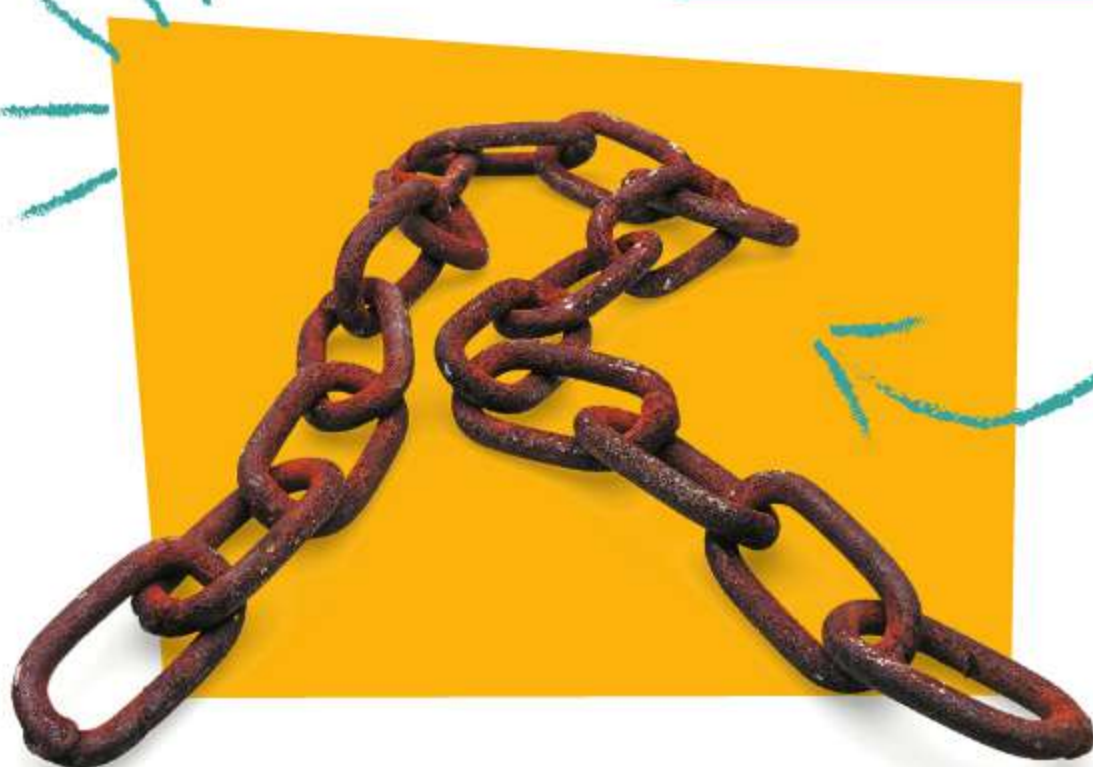
Reakcje chemiczne



O czym
to
będzie?



4.1 Typy reakcji chemicznych



Efekt przemiany pokazany na zdjęciu znasz z życia codziennego. Lśniące, srebrzystoszare przedmioty ze stali z czasem stają się pomarańczowobrazowe i chropowate. Żelazo i węgiel – składniki stali – nie tworzą związku chemicznego. Jednak żelazo reaguje z tlenem z powietrza i na powierzchni przedmiotu powstaje nowa substancja – rdza. **Czy wiesz, jaki to rodzaj przemiany?**

Reakcja chemiczna

Rdzewienie stalowego łańcucha jest **reakcją chemiczną (przemianą chemiczną)**.



Reakcja chemiczna to proces, w czasie którego substancje (lub substancja) ulegają przemianie prowadzącej do powstania nowej substancji (lub nowych substancji) o innych właściwościach fizycznych i chemicznych.

Przebieg reakcji chemicznej zapisuje się najczęściej za pomocą **równania reakcji chemicznej**.

Substraty to substancje, które ulegają reakcji chemicznej. Zapisuje się je zawsze po lewej stronie równania.

Kierunek przemiany wskazuje symbol strzałki. Czasami nad strzałką zapisuje się warunki, w których zachodzi reakcja, np. zapis $\xrightarrow{\text{temp.}}$ oznacza, że reakcja zachodzi w podwyższonej temperaturze.

Produkty to substancje, które powstają w reakcji chemicznej. Zapisuje się je zawsze po prawej stronie równania.



Aby reakcja chemiczna zaszła, niezbędny jest kontakt substratów ze sobą.

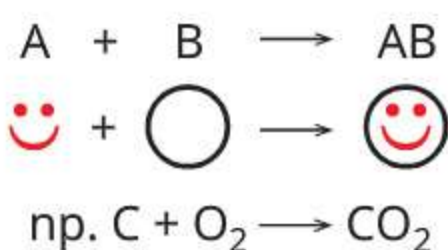
Podział reakcji chemicznych

Reakcje chemiczne różnią się m.in. liczbą substratów i produktów.

Typy reakcji chemicznych

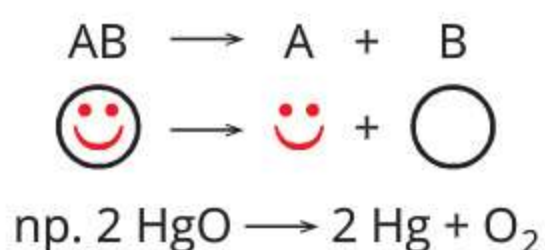
reakcja syntezy (łączenia)

z co najmniej dwóch substratów powstaje jeden produkt



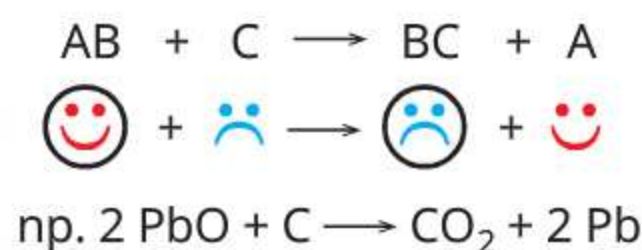
reakcja analizy (rozkładu)

jeden substrat ulega rozkładowi na co najmniej dwa produkty



reakcja wymiany

z dwóch substratów powstają dwa produkty



Doświadczenie 1

Spalanie magnezu w powietrzu



Problem badawczy:

Ile produktów powstanie w reakcji magnezu z tlenem?

Hipoteza:

W reakcji magnezu z tlenem powstanie jeden produkt.

Sprzęt:

palnik, zapalarka, metalowe szczypce

Odczynniki:

wstążka magnezu, tlen (obecny w powietrzu)

Wykonanie:

Zapal palnik. Wstążkę magnezu chwyć szczypcami i wprowadź w płomień palnika. Trzymaj tak długo, aż magnez się zapali.



Obserwacje:

Po chwili magnez zapalił się białym oślepiającym płomieniem. Gdy płomień zgasł, w szczypcach pozostało białe kruche ciało stałe.

Wnioski:

W wyniku reakcji magnezu z tlenem powstał tlenek magnezu: $\text{magnez} + \text{tlen} \rightarrow \text{tlenek magnezu}$.

Magnez i tlen to substraty, a tlenek magnezu to produkt. Z dwóch substratów powstał jeden produkt.



Weryfikacja hipotezy: Hipoteza została potwierdzona.

Rozkład termiczny węglanu sodu

Problem badawczy:

Ile produktów powstanie podczas ogrzewania węglanu sodu?

Sprzęt:

probówka, statyw z łapą, łyżeczka, korek z rurką odprowadzającą, zlewka, palnik, zapalarka

Wykonanie:

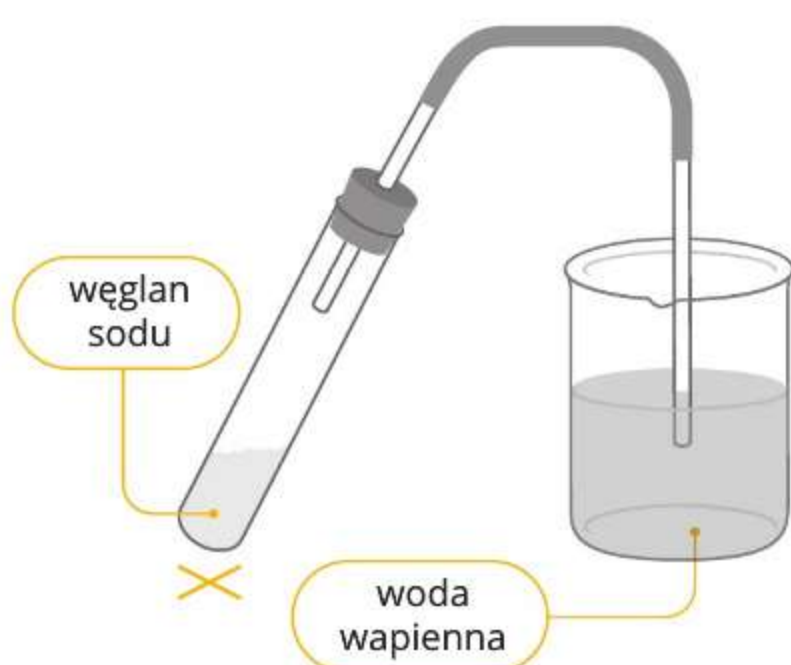
Do probówki wsyp łyżeczkę węglanu sodu i zamknij ją korkiem z rurką do odprowadzania gazów. Drugi koniec rurki umieść w zlewce z wodą wapienną. Ogrzewaj probówkę w płomieniu palnika.

Hipoteza:

Podczas ogrzewania węglanu sodu powstaną dwa produkty.

Odczynniki:

węglan sodu, woda wapienna



Obserwacje:

Podczas ogrzewania biały proszek ciemniał. Wydzielały się pęcherzyki bezbarwnego gazu, które spowodowały zmętnienie wody wapiennej.

Wnioski:

W wyniku reakcji powstał stały tlenek sodu oraz tlenek węgla(IV) (dwutlenek węgla) – gaz, który powoduje mętnienie wody wapiennej. W probówce zaszła reakcja zgodnie z zapisem:



Węglan sodu to substrat, a tlenek sodu i tlenek węgla(IV) to produkty. Z jednego substratu powstały dwa produkty.

Weryfikacja hipotezy: Hipoteza została potwierdzona.

Doświadczenie 3



Reakcja rozcieńczonego kwasu solnego (chlorowodorowego) z żelazem

Problem badawczy:

Ile produktów powstanie w reakcji kwasu solnego z żelazem?

Sprzęt:

probówka, statyw, pipeta, szczypce

Hipoteza:

W reakcji kwasu solnego z żelazem powstaną dwa produkty.

Odczynniki:

żelazo (np. blaszki), rozcieńczony kwas solny (chlorowodorowy)

Wykonanie:

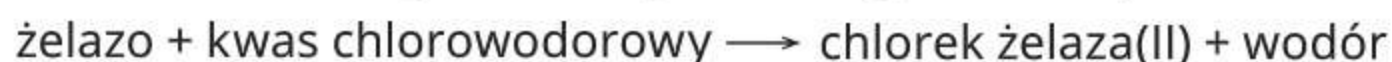
Do probówki nalej 5 cm³ kwasu solnego. Wrzuć kilka żelaznych blaszek.

Obserwacje:

Zawartość probówki przybrała zielonkawą barwę. Pojawiły się pęcherzyki bezbarwnego gazu, które z czasem wydzielały się coraz szybciej.

Wnioski:

W wyniku reakcji powstał chlorek żelaza(II) (nalot) oraz wodór (gaz). Reakcja zaszła zgodnie z zapisem:



Kwas chlorowodorowy i żelazo to substraty, a chlorek żelaza(II) i wodór to produkty. Z dwóch substratów powstały dwa produkty.

Weryfikacja hipotezy: Hipoteza została potwierdzona.



A to ciekawe!

Jeżeli w reakcji wymiany biorą udział dwa różne związki chemiczne, to ma ona bardziej skomplikowany przebieg. Można go porównać do sytuacji, w której dwie koleżanki wybierają się na imprezę i pożyczają sobie nawzajem ubrania.



Reakcje chemiczne wokół nas



Spalanie drewna w kominku



Spalanie benzyny w silniku samochodu



Kwaśnienie mleka



Proces fotosyntezy



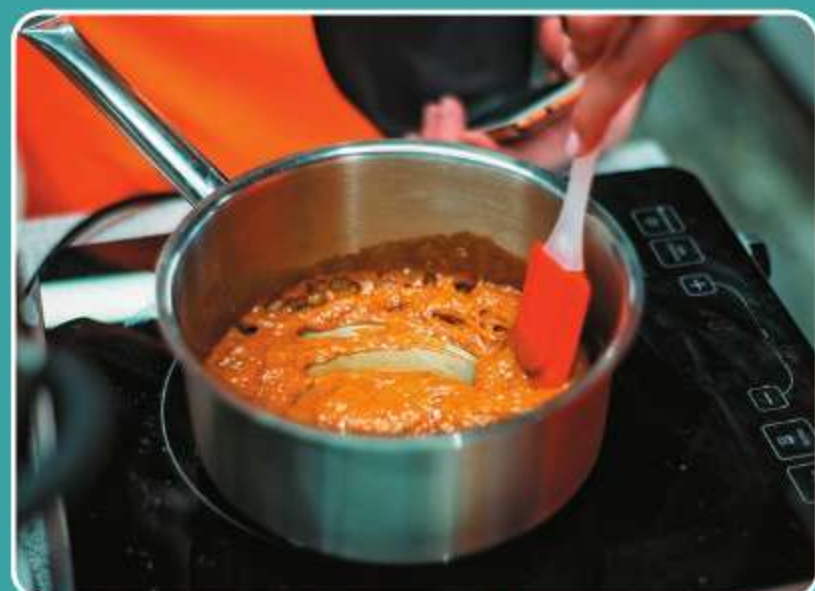
Gotowanie, np. zupy jarzynowej



Trawienie jedzenia
w układzie pokarmowym



Powstawanie osadu,
tzw. kamienia kotłowego,
w czajniku



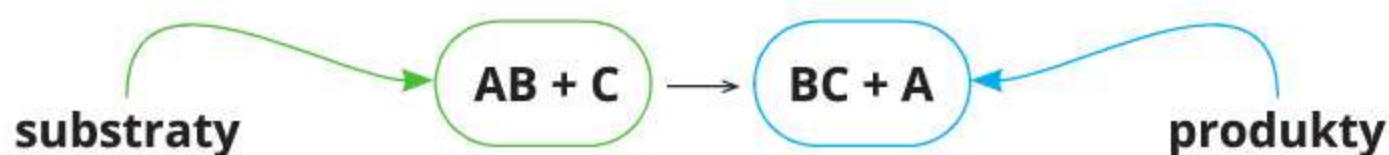
Karmelizacja cukru

Zapamiętaj! To ważne!

Reakcja chemiczna

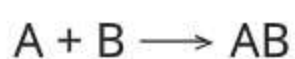
Proces, w którym substancje (lub substancja) ulegają przemianie prowadzącej do powstania nowej substancji (lub nowych substancji) o zupełnie innych właściwościach.

Przebieg reakcji chemicznej zapisuje się zazwyczaj za pomocą **równania reakcji chemicznej**.



Typy reakcji chemicznych

reakcja syntezy



reakcja analizy



reakcja wymiany



Sprawdź się!

1. Określ typy reakcji (synteza, analiza czy wymiana).

- a) sól + woda $\rightarrow$ wodorotlenek sodu + wodór
- b) tlenek magnezu + woda $\rightarrow$ wodorotlenek magnezu
- c) cyna + kwas chlorowodorowy $\rightarrow$ chlorek cyny + wodór
- d) węglan potasu $\rightarrow$ tlenek potasu + tlenek węgla(IV)
- e) węgiel + tlen $\rightarrow$ tlenek węgla(IV)
- f) tlenek rtęci(II) $\rightarrow$ tlen + rtęć
- g) wodorotlenek miedzi(II) $\rightarrow$ tlenek miedzi(II) + woda

2. Podaj nazwy substancji oznaczonych literami A, B, C i D.

- a) $A + B \rightarrow$ tlenek cynku
- b) $B + C \rightarrow$ siarczek cynku
- c) $A + C \rightarrow$ tlenek siarki(IV)
- d) $C + D \rightarrow$ siarkowodór

4.2 Reakcje endotermiczne i egzotermiczne



Kuchnię można nazwać domowym laboratorium. Podczas gotowania zachodzi wiele przemian fizycznych i chemicznych. Aby przygotować ciasto, należy zgodnie z przepisem zmieszać składniki w odpowiednich proporcjach, a powstałą mieszaninę przełożyć do formy. Jaką czynność należy jeszcze wykonać, aby otrzymać nadające się do zjedzenia ciasto?

Efekty reakcji chemicznych

Wiele reakcji chemicznych jest trudnych do zaobserwowania, ponieważ zachodzą one wolno, np. korozja karoserii samochodu jest długotrwała i stopniowa. Czasami jednak łatwo poznać, że zachodzi reakcja chemiczna, a jej efekty są widoczne bardzo szybko.

Efekty towarzyszące reakcjom chemicznym



Widać strącanie się osadu lub jego roztworzenie.

Widać zmianę barwy.



Widać efekty świetlne, np. płomień, rozbłysk.



Czuć charakterystyczny zapach.



Widać wydzielanie się pęcherzyków gazu.



Słychać dźwięki, np. trzask.



Efekty energetyczne reakcji chemicznych

Podczas reakcji chemicznych można obserwować efekty związane ze zmianą energii układu reakcyjnego (przestrzeni ograniczonej np. naczyniem, w której zachodzi przemiana chemiczna).

Reakcje chemiczne

reakcja endotermiczna



podczas jej przebiegu energia w postaci ciepła jest pobierana z otoczenia

otoczenie

przykłady:



smażenie jajecznic



proces fotosyntezy



pieczenie

reakcja egzotermiczna



podczas jej przebiegu energia w postaci ciepła jest oddawana do otoczenia

otoczenie

przykłady:



spalanie gazu ziemnego



palenie się świecy



korozja

Badanie efektów energetycznych reakcji tlenku miedzi(II) z węglem

Problem badawczy:

Czy reakcja tlenku miedzi(II) z węglem jest reakcją endotermiczną czy egzotermiczną?

Sprzęt:

waga, 2 naczynka wagowe, moździerz z tłuczkiem, lejek, łyżeczka, probówka, probówka z boczną rurką, 2 korki, rurka odprowadzająca gaz, statyw z łapą, palnik, zapalarka

Wykonanie:

Odważ 4 g tlenku miedzi(II) i 0,3 g węgla. Substancje umieść w moździerzu i utrzyj. Mieszaninę wsyp do probówki (1). Zamknij ją korkiem z rurką odprowadzającą. Drugi koniec rurki umocuj w probówce z wodą wapienną (2). Obserwuj zachodzące zmiany. Następnie probówkę 1 ogrzewaj w płomieniu palnika.

Obserwacje:

Po umieszczeniu mieszaniny substancji w probówce nie było widać żadnych zmian. Podczas ogrzewania jej zawartość zmieniła barwę z czarnej na brązową. Wydzielały się pęcherzyki bezbarwnego gazu, które spowodowały zmętnienie wody wapiennej.

Wnioski:

Wymieszanie substratów nie wywołało zmian. Dopiero ogrzewanie powodowało powstawanie miedzi oraz wydzielanie się tlenku węgla(IV) (dwutlenku węgla) – gazu, który powoduje mętnienie wody wapiennej. Reakcja zaszła zgodnie z zapisem:



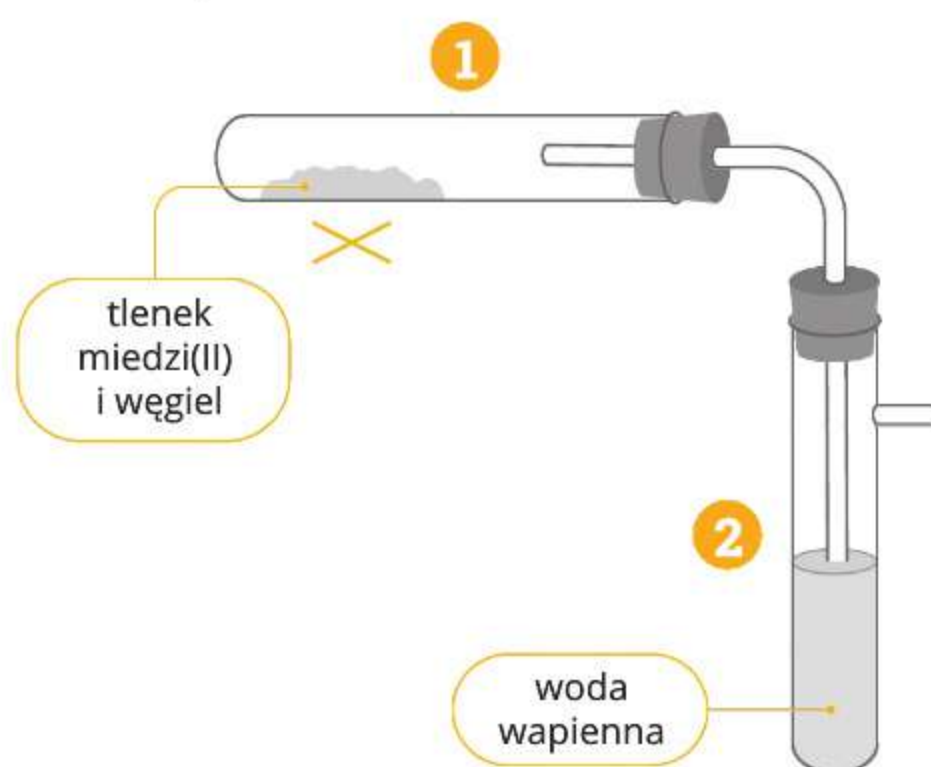
Weryfikacja hipotezy: Hipoteza została potwierdzona.

Hipoteza:

Reakcja tlenku miedzi(II) z węglem jest reakcją endotermiczną.

Odczynniki:

tlenek miedzi(II), węgiel drzewny, woda wapienna



Doświadczenie 2

Badanie efektów energetycznych reakcji sodu z wodą



Problem badawczy:

Czy reakcja sodu z wodą jest reakcją endotermiczną czy egzotermiczną?

Sprzęt:

pęseta, bibuła, szalka Petriego, nóż, krystalizator

Wykonanie:

Suchą pęsetą wyjmij sól z naczynia z naftą. Osusz go na bibule położonej na szalce. Odkrój kawałek sodu wielkości ziarnka ryżu. Ostrożnie umieść go w krystalizatorze wypełnionym do połowy wodą z roztworem fenoloftaleiny. Po zakończeniu reakcji ostrożnie dotknij dna krystalizatora.

Obserwacje:

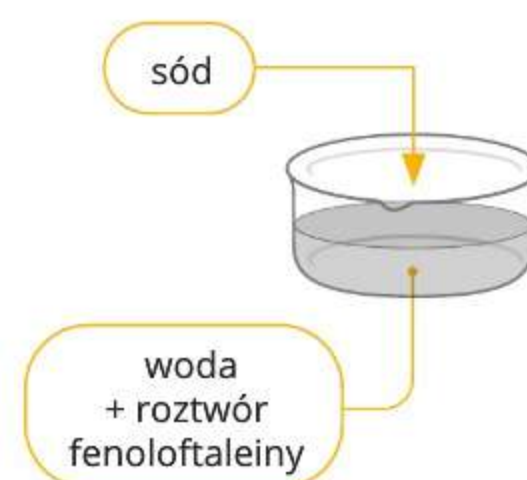
Kawałek sodu gwałtownie poruszał się na powierzchni wody. Intensywnie wydzielały się pęcherzyki bezbarwnego gazu. Zawartość krystalizatora stopniowo zabarwiała się na malinowo. Dno krystalizatora było cieplejsze niż przed reakcją.

Wnioski:

Sól gwałtownie reaguje z wodą. Podczas reakcji wydzielą się ciepło. Powstaje nowa substancja – wodorotlenek sodu, o czym świadczy zmiana zabarwienia zawartości krystalizatora. Wydzielą się gazy – wodór. Reakcja zaszła zgodnie z zapisem:



Weryfikacja hipotezy: Hipoteza została potwierdzona.



A to ciekawe!

Zabarwienie zawartości krystalizatora, które nastąpiło w powyższym doświadczeniu, jest związane z obecnością substancji pomocniczej – wskaźnika chemicznego – fenoloftaleiny. Alkoholowy roztwór fenoloftaleiny tylko w obecności roztworów o odczynie zasadowym, m.in. w wodnym roztworze wodorotlenku sodu, zabarwia się na malinowo. Więcej informacji znajdziesz podczas omawiania tematu 7.3.

Alkoholowy roztwór fenoloftaleiny jest bezbarwny.



Katalizator

Niektóre reakcje chemiczne zachodzą bardzo wolno. Z tego powodu w wielu procesach laboratoryjnych i przemysłowych stosuje się substancje, które zwiększają szybkość reakcji.



Katalizator to substancja, która przyspiesza reakcję, ale się nie zużywa w trakcie jej trwania. Katalizator można więc wykorzystać ponownie. Nazwę, symbol lub wzór katalizatora zapisuje się w równaniu reakcji nad strzałką, np. $\xrightarrow{\text{katalaza}}$, $\xrightarrow{\text{Pt}}$, $\xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4}$.

Doświadczenie 3

Badanie wpływu katalizatora na szybkość reakcji rozkładu nadtlenku wodoru



Problem badawczy:

Jaki wpływ na reakcję rozkładu nadtlenku wodoru ma tlenek manganu(IV)?

Hipoteza:

Tlenek manganu(IV) przyspiesza reakcję rozkładu nadtlenku wodoru.

Sprzęt:

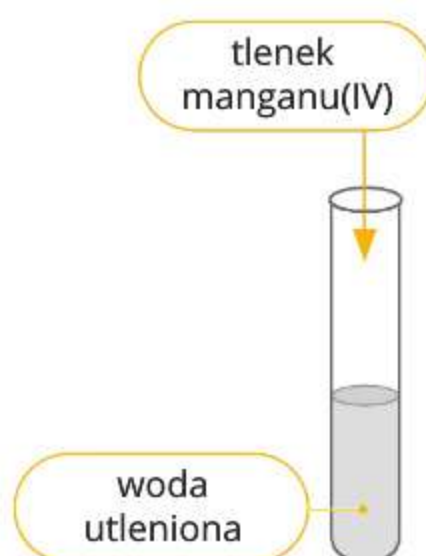
probówka, statyw, pipeta, łyżeczka, łuczywo, zapalarka

Odczynniki:

woda utleniona (roztwór nadtlenku wodoru o stężeniu 3 %), tlenek manganu(IV)

Wykonanie:

Do probówki nalej 5 cm³ wody utlenionej i obserwuj zachodzące zmiany. Następnie dodaj do niej szczyptę tlenku manganu(IV). Po chwili do probówki wprowadź żarzące się łuczywo.



Obserwacje:

Po nalaniu wody utlenionej do probówki nie było widać żadnych zmian. Dopiero dodanie tlenku manganu(IV) spowodowało intensywne wydzielanie się pęcherzyków bezbarwnego gazu. Żarzące się łuczywo, po wprowadzeniu do probówki, zapaliło się jasnym płomieniem.



Wnioski:

Nadtlenek wodoru rozkłada się, ale tak wolno, że nie można tego zauważyć. Dodatek tlenku manganu(IV) – katalizatora – znacząco przyspiesza ten proces. W wyniku reakcji powstała woda oraz – co potwierdza zapalenie się żarzącego łuczywa – tlen. Reakcja zaszła zgodnie z zapisem:



Weryfikacja hipotezy: Hipoteza została potwierdzona.

Zapamiętaj! To ważne!

Reakcje chemiczne

reakcja endotermiczna

przebiega z **pobranie energii**
w postaci ciepła z otoczenia

reakcja egzotermiczna

przebiega z **wydzieleniem energii**
w postaci ciepła do otoczenia

Katalizator

Substancja, która zwiększa szybkość reakcji, ale się nie zużywa w trakcie jej trwania.

Sprawdź się!

1. Podaj po cztery przykłady reakcji egzotermicznych i endotermicznych, które znasz z życia codziennego.
2. Reakcja glinu i tlenu jest reakcją egzotermiczną. Powstaje w niej tlenek glinu. Zapisz słowami równanie tej reakcji chemicznej. Uwzględnij w niej efekt energetyczny.
3. Na podstawie dostępnych źródeł informacji podaj dwa przykłady procesów chemicznych, w których stosuje się katalizatory. Wyjaśnij, na czym polega działanie katalizatora w tych procesach.

4.3 Zapisywanie przebiegu reakcji chemicznej



Jedną z podstawowych umiejętności jest komunikacja, czyli zdolność przekazywania informacji w zrozumiały sposób. Pomagają w tym różne symbole, np. emotikony. Wiesz, że przemiany chemiczne można opisać słowami. Jest to jednak żmudne i pracochłonne. **Z tego powodu do zapisu przebiegu reakcji chemicznej stosuje się najczęściej symbole pierwiastków i wzory związków chemicznych.**

Zapis przebiegu reakcji chemicznej

Sposoby przedstawiania przebiegu reakcji chemicznej

zapis słowny

substraty i produkty są przedstawiane za pomocą słów – nazw pierwiastków i związków chemicznych

równanie reakcji

substraty i produkty są przedstawiane za pomocą symboli pierwiastków i wzorów związków chemicznych, a cyfry oznaczają liczbę atomów lub cząsteczek

schemat modelowy

substraty i produkty są przedstawiane za pomocą kul o zróżnicowanych kolorach i średnicach



W równaniu reakcji liczba atomów pierwiastków, które tworzą substraty, **musi być równa** liczbie atomów pierwiastków tworzących produkty.

liczba i rodzaj atomów
po lewej stronie
równania



liczba i rodzaj atomów
po prawej stronie
równania

Odczytywanie równań reakcji chemicznych

Liczbę atomów lub cząsteczek substratów i produktów zapisuje się za pomocą cyfr – **współczynników stechiometrycznych** i **indeksów stechiometrycznych**. Zrozumienie, co dana cyfra oznacza, pozwala poprawnie zapisywać, uzgadniać i odczytywać równania reakcji chemicznych.

Współczynnik stechiometryczny to cyfra zapisana przed symbolem lub wzorem substratu lub produktu. Określa liczbę atomów pierwiastka lub liczbę cząsteczek związku chemicznego.



Indeks stechiometryczny to cyfra zapisana w indeksie dolnym i z prawej strony symbolu pierwiastka. Określa liczbę atomów pierwiastka w jednej cząsteczce związku chemicznego.

W matematyce mnożenie przez 1 daje tę samą wartość, dlatego nie zapisuje się indeksów i współczynników stechiometrycznych o wartości 1.

Przedstawienie przebiegu reakcji otrzymywania tlenku węgla(IV)

Zapis słowny	węgiel	+	tlen	→	tlenek węgla(IV)
Równanie reakcji	C	+	O ₂	→	CO ₂
Schemat modelowy		+		→	
Sposób odczytu	jeden atom węgla	reaguje z	jedną cząsteczką tlenu	i powstaje	jedna cząsteczka tlenku węgla(IV)

Inaczej odczytuje się przebieg reakcji z udziałem **związków jonowych**. Do określenia nazwy związku jonowego nie używa się pojęcia cząsteczki. Informacje o liczbie jonów, atomów i cząsteczek podaje się w liczbie mnogiej.

Przedstawienie przebiegu reakcji otrzymywania chlorku sodu

Zapis słowny	chlor	+	sód	→	chlorek sodu
Równanie reakcji	Cl ₂	+	2 Na	→	2 NaCl
Schemat modelowy		+		→	
Sposób odczytu	cząsteczki chloru	reagują z	atomami sodu	i powstaje	chlorek sodu zbudowany z jonów

„Wyjątkowe” pierwiastki

Podczas zapisywania równań reakcji należy pamiętać o pierwiastkach, które w stanie wolnym występują w postaci dwuatomowych cząsteczek.

Nazwa pierwiastka	wodór	tlen	azot	chlor	fluor	brom	jod
Wzór cząsteczki	H ₂	O ₂	N ₂	Cl ₂	F ₂	Br ₂	I ₂

Uzgadnianie równań reakcji różnego typu

Każde równanie reakcji chemicznej musi być uzgodnione.



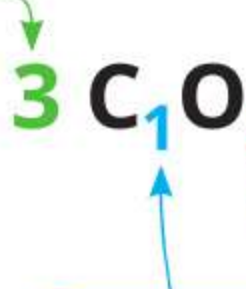
Uzgadnianie równania reakcji chemicznej polega na wpisywaniu współczynników stechiometrycznych przed symbole i wzory substratów i produktów. **Równanie reakcji jest uzgodnione**, gdy liczba atomów poszczególnych pierwiastków jest taka sama po lewej i prawej stronie równania reakcji.

Dzięki współczynnikom i indeksom stechiometrycznym podczas uzgadniania równania reakcji można obliczyć liczbę atomów poszczególnych pierwiastków biorących udział w reakcji, np.

Współczynnik stechiometryczny odnosi się do wszystkich atomów pierwiastków budujących cząsteczkę tlenku węgla(IV).

Liczba atomów węgla: $3 \cdot 1 = 3$

Liczba atomów tlenu: $3 \cdot 2 = 6$



Indeks stechiometryczny określający liczbę atomów tlenu w jednej cząsteczce tlenku węgla(IV).

Indeks stechiometryczny określający liczbę atomów węgla w jednej cząsteczce tlenku węgla(IV). Pamiętaj, że cyfra 1 jest domyślna.

Przykład 1

Reakcja syntezy (łączenia)

Napiszmy, uzgodnijmy i odczytajmy równanie reakcji otrzymywania tlenku wodoru (wody) z tlenu i wodoru.

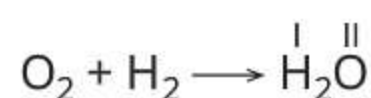
Krok 1

Zapisujemy słownie przebieg reakcji chemicznej.

tlen + wodór $\rightarrow$ tlenek wodoru

Krok 2

Nazwy pierwiastków i związków chemicznych zamieniamy na wzory.





Krok 3	Uzgadniamy równanie reakcji.	Liczba atomów tlenu po obu stronach równania się nie zgadza. Po lewej stronie są 2 atomy tlenu, a po prawej 1. Przed wzór H_2O wpisujemy cyfrę 2. $\text{O}_2 + \text{H}_2 \longrightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$ Liczba atomów wodoru po obu stronach równania się nie zgadza. Po lewej stronie są 2 atomy wodoru, a po prawej 4. Przed wzór H_2 wpisujemy cyfrę 2. $\text{O}_2 + 2 \text{H}_2 \longrightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$ Liczba atomów tlenu i atomów wodoru po obu stronach równania jest taka sama.
Krok 4	Odczytujemy równanie reakcji.	Jedna cząsteczka tlenu łączy się z dwiema cząsteczkami wodoru i powstają dwie cząsteczki tlenku wodoru (wody).

Przykład 2



Reakcja analizy (rozkładu)

Napiszmy, uzgodnijmy i odczytajmy równanie reakcji rozkładu tlenku azotu(IV) na tlenek azotu(II) i tlen.

Krok 1	Zapisujemy słownie przebieg reakcji chemicznej.	tlenek azotu(IV) $\longrightarrow$ tlenek azotu(II) + tlen
Krok 2	Nazwy pierwiastków i związków chemicznych zamieniamy na wzory.	$\overset{\text{IV}}{\text{N}}\overset{\text{II}}{\text{O}}_2 \longrightarrow \overset{\text{II}}{\text{N}}\overset{\text{II}}{\text{O}} + \text{O}_2$
Krok 3	Uzgadniamy równanie reakcji.	Liczba atomów tlenu po obu stronach równania się nie zgadza. Po lewej stronie są 2 atomy tlenu, a po prawej 3. Przed wzór NO_2 i wzór NO wpisujemy cyfrę 2. $2 \text{NO}_2 \longrightarrow 2 \text{NO} + \text{O}_2$ Liczba atomów tlenu i atomów azotu po obu stronach równania jest taka sama.



Krok 4

Odcytujemy
równanie reakcji.

Dwie cząsteczki tlenku azotu(IV)
rozkładają się na dwie cząsteczki tlenku
azotu(II) i jedną cząsteczkę tlenu.

Przykład 3

Reakcja wymiany

Napiszmy, uzgodnijmy i odcytajmy równanie reakcji, w której substratami są metan (o wzorze CH_4) i tlen, a produktami – tlenek węgla(IV) i woda.

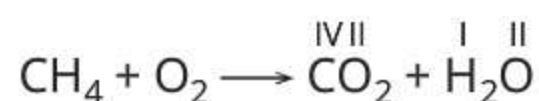
Krok 1

Zapisujemy słownie przebieg
reakcji chemicznej.

metan + tlen $\longrightarrow$ tlenek węgla(IV) + woda

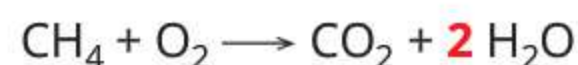
Krok 2

Nazwy pierwiastków i związków
chemicznych zamieniamy na
wzory.

**Krok 3**

Uzgadniamy
równanie reakcji.

Liczba atomów wodoru po obu stronach
równania się nie zgadza. Po lewej stronie
są 4 atomy wodoru, a po prawej 2.
Przed wzór H_2O wpisujemy cyfrę 2.



Liczba atomów tlenu po obu stronach
równania się nie zgadza. Po lewej stronie
są 2 atomy tlenu, a po prawej 4.
Przed wzór O_2 wpisujemy cyfrę 2.



Liczba atomów węgla, atomów wodoru
i atomów tlenu po obu stronach
równania jest taka sama.

Krok 4

Odcytujemy
równanie reakcji.

Cząsteczka metanu reaguje
z dwiema cząsteczkami tlenu i powstaje
jedna cząsteczka tlenku węgla(IV)
i dwie cząsteczki wody.

Zapamiętaj! To ważne!

Równanie reakcji

Zapis przebiegu reakcji chemicznej za pomocą symboli pierwiastków i wzorów związków chemicznych oraz cyfr – współczynników i indeksów stechiometrycznych.

współczynnik
stechiometryczny



symbole chemiczne pierwiastków

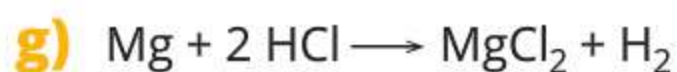
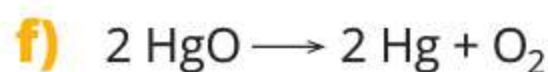
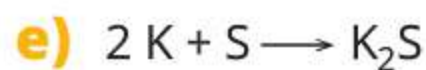
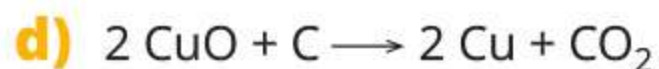
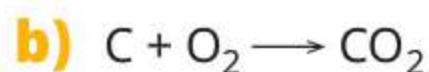
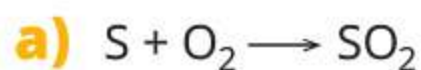
indeksy stechiometryczne

Sprawdź się!

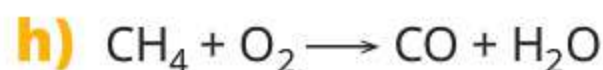
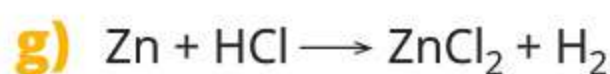
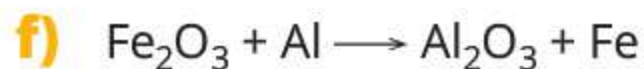
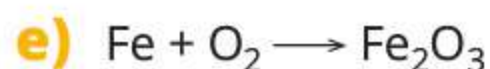
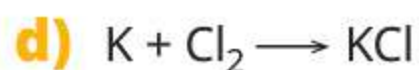
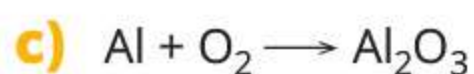
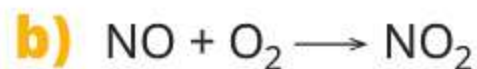
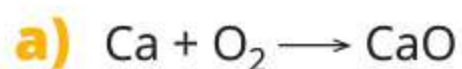
1. Odczytaj poniższe zapisy.



2. Określ typ reakcji chemicznych opisanych poniższymi równaniami, a następnie zaproponuj sposób ich odczytania.



3. Przepisz do zeszytu schematy reakcji chemicznych i uzgodnij je, aby stały się równaniami reakcji.



4. Za pomocą wykałaczek i plasteliny wykonaj schemat modelowy reakcji otrzymywania chlorowodoru z pierwiastków – chloru i wodoru.

4.4 Prawo stałości składu



Każda drużyna siatkarska składa się z co najmniej sześciu osób: wystawiającego, atakującego, dwóch przyjmujących i dwóch środkowych. Skład takiej drużyny siatkarskiej można również zapisać jako 1W : 1A : 2P : 2Ś. O tym, ilu zawodników w danej pozycji liczy zespół, decyduje trener. **Podobnie jest z zależnościami między masami pierwiastków w związkach chemicznych. O tym decyduje prawo stałości składu.**

Prawo stałości składu

Podczas reakcji chemicznych pierwiastki łączą się w ściśle określonych proporcjach, w wyniku czego powstają związki chemiczne.



Każdy związek chemiczny, niezależnie od pochodzenia i metody otrzymywania, **ma stały skład jakościowy i ilościowy**.

obliczyć stosunek masowy
pierwiastków w związku
chemicznym

obliczyć skład procentowy
pierwiastków w związku
chemicznym

obliczyć masę cząsteczkową
związku chemicznego

Dzięki prawu
stałości składu
można

ustalić wzór sumaryczny
prostego związku
chemicznego

Stosunek masowy pierwiastków

Stosunek masowy pierwiastków w związku chemicznym jest stały i ściśle określony.



Stosunek masowy pierwiastków to stosunek mas atomów (dla związków kowalencyjnych) lub jonów (dla związków jonowych) poszczególnych pierwiastków w związku chemicznym.

Przykład 1

Obliczanie stosunku masowego pierwiastków w tlenku potasu

Krok 1	Zapisujemy wzór sumaryczny tlenku potasu.	$\overset{\text{I}}{\text{K}}_2\overset{\text{II}}{\text{O}}$
Krok 2	Z układu okresowego odczytujemy masy atomowe potasu i tlenu.	$m_{\text{at. K}} = 39 \text{ u}$ $m_{\text{at. O}} = 16 \text{ u}$
Krok 3	Obliczamy stosunek masowy pierwiastków w tlenku potasu.	$\frac{m_{\text{K}}}{m_{\text{O}}} = \frac{2 \cdot m_{\text{at. K}}}{1 \cdot m_{\text{at. O}}} = \frac{2 \cdot 39 \text{ u}}{1 \cdot 16 \text{ u}} = \frac{78}{16} = \frac{39}{8}$ $m_{\text{K}} : m_{\text{O}} = 39 : 8$

Odpowiedź: Stosunek masowy potasu do tlenu w tlenku potasu wynosi 39 : 8.

Masa cząsteczkowa

Masa cząsteczkowa zależy od masy atomów lub jonów wchodzących w skład związku chemicznego.



Masa cząsteczkowa to suma mas wszystkich atomów tworzących cząsteczkę (dla związków kowalencyjnych) lub masa najmniejszego zbioru powtarzających się jonów (dla związków jonowych). Wyraża się ją w jednostkach masy atomowej – u.

Przykład 2

Obliczanie masy cząsteczkowej tlenku wodoru (wody)

Krok 1	Zapisujemy wzór sumaryczny tlenku wodoru.	$\overset{\text{I}}{\text{H}}_2\overset{\text{II}}{\text{O}}$
Krok 2	Z układu okresowego odczytujemy masy atomowe wodoru i tlenu.	$m_{\text{at. H}} = 1 \text{ u}$ $m_{\text{at. O}} = 16 \text{ u}$
Krok 3	Obliczamy masę cząsteczkową tlenku wodoru.	$m_{\text{cz. (H}_2\text{O)}} = 2 \cdot m_{\text{at. H}} + 1 \cdot m_{\text{at. O}}$ $m_{\text{cz. (H}_2\text{O)}} = 2 \cdot 1 \text{ u} + 1 \cdot 16 \text{ u} = 18 \text{ u}$

Odpowiedź: Masa cząsteczkowa tlenku wodoru (wody) wynosi 18 u.

Skład procentowy związku chemicznego

Skład procentowy związku chemicznego jest stały i ściśle określony.



Aby obliczyć **zawartość procentową pierwiastka** w związku chemicznym, należy sumę mas atomów danego pierwiastka podzielić przez masę cząsteczkową całego związku i otrzymany wynik pomnożyć przez 100 %.

Przykład 3

Obliczanie składu procentowego tlenku azotu(IV)

Krok 1	Zapisujemy wzór sumaryczny tlenku azotu(IV).	NO_2	
Krok 2	Z układu okresowego odczytujemy masy atomowe azotu i tlenu.	$m_{\text{at. N}} = 14 \text{ u}$ $m_{\text{at. O}} = 16 \text{ u}$	
Krok 3	Obliczamy masę cząsteczkową tlenku azotu(IV).	$m_{\text{cz. (NO}_2)} = 1 \cdot m_{\text{at. N}} + 2 \cdot m_{\text{at. O}}$ $m_{\text{cz. (NO}_2)} = 1 \cdot 14 \text{ u} + 2 \cdot 16 \text{ u} = 46 \text{ u}$	
Krok 4	Obliczamy zawartość procentową azotu. Możemy skorzystać z definicji zawartości procentowej lub metody proporcji.	Sposób I $\%N = \frac{m_{\text{at. N}}}{m_{\text{cz. (NO}_2)}} \cdot 100 \%$ $\%N = \frac{14 \text{ u}}{46 \text{ u}} \cdot 100 \% =$ $= 30,4 \%$	Sposób II $\frac{m_{\text{at. N}}}{m_{\text{cz. (NO}_2)}} = \frac{x}{100 \%}$ $\frac{14 \text{ u}}{46 \text{ u}} = \frac{x}{100 \%}$ $x = \frac{14 \text{ u} \cdot 100 \%}{46 \text{ u}} =$ $= 30,4 \%$
Krok 5	Obliczamy zawartość procentową tlenu. Możemy skorzystać z definicji zawartości procentowej, metody proporcji lub ułożyć równanie.	Sposób I $\%O = \frac{2 \cdot m_{\text{at. O}}}{m_{\text{cz. (NO}_2)}} \cdot 100 \%$ $\%O = \frac{32 \text{ u}}{46 \text{ u}} \cdot 100 \% =$ $= 69,6 \%$	Sposób II $\frac{2 \cdot m_{\text{at. O}}}{m_{\text{cz. (NO}_2)}} = \frac{y}{100 \%}$ $\frac{32 \text{ u}}{46 \text{ u}} = \frac{y}{100 \%}$ $y = 69,6 \%$ Sposób III $\%N + \%O = 100 \%$ $\%O = 100 \% - 30,4 \% = 69,6 \%$

Odpowiedź: Zawartość procentowa azotu w tlenku azotu(IV) wynosi 30,4 %, a tlenu – 69,6 %.

Ustalanie wzoru sumarycznego

Zależności wynikające z prawa stałości składu związku chemicznego można zastosować do ustalania wzoru sumarycznego.

Przykład 4

Ustalanie wzoru sumarycznego prostego związku chemicznego na podstawie stosunku masowego pierwiastków

Stosunek masowy żelaza do tlenu w pewnym tlenku wynosi 7 : 2.
Ustalmy wzór sumaryczny tego tlenku.

Krok 1	Z układu okresowego odczytujemy masy atomowe żelaza i tlenu.	$m_{\text{at. Fe}} = 56 \text{ u}$ $m_{\text{at. O}} = 16 \text{ u}$
Krok 2	Zapisujemy wzór ogólny tlenku.	Fe_xO_y x – liczba kationów żelaza y – liczba anionów tlenkowych
Krok 3	Układamy proporcję.	Stosunek iloczynu liczby kationów żelaza i masy atomowej żelaza do iloczynu liczby anionów tlenkowych i masy atomowej tlenu jest równy stosunkowi masowemu żelaza do tlenu. $\frac{x \cdot 56 \text{ u}}{y \cdot 16 \text{ u}} = \frac{7}{2}$
Krok 4	Obliczamy indeksy stechiometryczne x i y .	Mnożymy obie strony równania przez $\frac{16}{56}$ i wyznaczamy wartości indeksów stechiometrycznych. $\frac{x \cdot 56 \text{ u}}{y \cdot 16 \text{ u}} = \frac{7}{2} \quad \cdot \frac{16}{56}$ $\frac{x}{y} = \frac{112}{112} = \frac{1}{1}$ $x = 1; y = 1$
Krok 5	Zapisujemy wzór sumaryczny tlenku.	Fe_1O_1 , czyli FeO

Odpowiedź: Wzór sumaryczny tego tlenku to FeO.

Przykład 5

Ustalanie wzoru sumarycznego prostego związku chemicznego na podstawie jego składu procentowego

Ustalmy wzór sumaryczny związku chemicznego, który zawiera 40 % siarki i 60 % tlenu.

Krok 1	Z układu okresowego odczytujemy masy atomowe siarki i tlenu.	$m_{\text{at. S}} = 32 \text{ u}$ $m_{\text{at. O}} = 16 \text{ u}$
Krok 2	Zapisujemy wzór ogólny tlenku.	S_xO_y x – liczba atomów siarki y – liczba atomów tlenu
Krok 3	Na podstawie składu procentowego obliczamy stosunek masowy pierwiastków.	$\frac{\%S}{\%O} = \frac{40}{60} = \frac{2}{3}$
Krok 4	Układamy proporcję i obliczamy indeksy stechiometryczne x i y .	$\frac{x \cdot 32 \text{ u}}{y \cdot 16 \text{ u}} = \frac{2}{3} \quad \cdot \frac{16}{32}$ $\frac{x}{y} = \frac{32}{96} = \frac{1}{3}$ $x = 1; y = 3$
Krok 5	Zapisujemy wzór sumaryczny związku chemicznego.	S_1O_3 , czyli SO_3

Odpowiedź: Wzór sumaryczny tego związku chemicznego to SO_3 .

A to ciekawe!

Twórcą prawa stałości składu był francuski chemik **Joseph Louis Proust** [żosef lui prust]. Jako syn aptekarza przywykł do dokładnego odmierzania substancji. Zauważył prawidłowości w masach substancji biorących udział w reakcji. Poprawność prawa stałości składu przez wiele lat kwestionował Claude Berthollet [kłod bertole], jeden z najwybitniejszych ówczesnych chemików. Twierdził on, że skład związku chemicznego zależy m.in. od sposobu jego otrzymania. Prawo stałości składu potwierdził belgijski chemik Jean Stas [żan stas].



Joseph Louis Proust
(1754–1826)

Prawo stałości składu

Skład danego związku chemicznego jest **stały i ściśle określony**, bez względu na pochodzenie i sposób jego otrzymania.



Dla związku chemicznego o znanym wzorze lub nazwie można obliczyć **stosunek masowy pierwiastków, masę cząsteczkową, skład procentowy pierwiastków** oraz ustalić **wzór sumaryczny**.

Sprawdź się!

- Oblicz stosunek masowy pierwiastków w wymienionych związkach chemicznych.
a) tlenek potasu c) tlenek siarki(IV) e) siarczek wapnia
b) siarkowodór d) chlorek magnezu f) tlenek glinu
- Oblicz masę cząsteczkową związków chemicznych o podanych wzorach.
a) HCl c) P_4O_{10} e) Al_2O_3
b) SO_2 d) MgO f) Cl_2O_7
- Oblicz zawartość procentową pierwiastków w bromku wapnia.
- Porównaj zawartość procentową tlenu w tlenku wodoru (wodzie) i tlenku węgla(II) (czadzie). Który z tych związków zawiera procentowo więcej tlenu?
- Oblicz stosunek masowy, w jakim są połączone atomy tlenu i wodoru w nadtlenu wodoru o wzorze H_2O_2 . Ustal zawartość procentową tlenu i wodoru w tym związku chemicznym.
- Ustal wzór sumaryczny związku chemicznego, jeżeli stosunek masowy azotu do wodoru w tym związku wynosi 14 : 3.
- Ustal wzór sumaryczny pewnego tlenku chloru, jeżeli jego masa cząsteczkowa wynosi 119 u. Podczas doświadczeń okazało się, że związek ten zawiera 59,66 % masowych chloru.



4.5 Prawo zachowania masy



Aby przygotować 750 g koktajlu truskawkowego, należy 250 g truskawek zmiksować z 500 g maślanki. **Podobnie jest w chemii. W reakcji chemicznej masa użytych substratów jest zawsze równa masie otrzymanych produktów.**

Prawo zachowania masy

Prawo zachowania masy odkrył w 1756 r. rosyjski uczoney Michaił Łomonosow. Niezależnie od niego prawo to potwierdził w 1785 r. francuski naukowiec Antoine Lavoisier [antuan lawuazje] podczas badania reakcji spalania.



W układzie zamkniętym łączna masa wszystkich substancji przed reakcją (substratów) jest równa łącznej masie wszystkich substancji powstałych w reakcji (produktów).

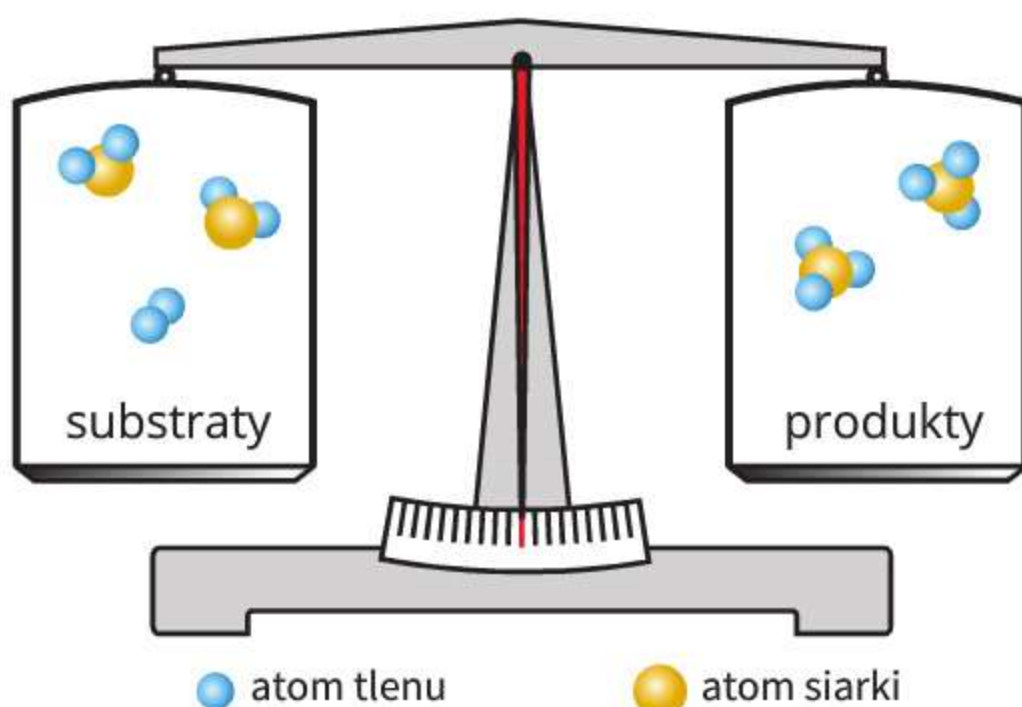
masa substratów = masa produktów



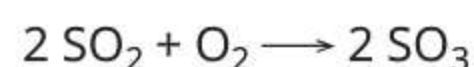
Antoine Lavoisier
(1743–1794)

Układ zamknięty nie wymienia masy z otoczeniem, ale może wymieniać energię, np. w postaci ciepła. Przykładem układu zamkniętego jest probówka zamknięta korkiem, w której zachodzi reakcja chemiczna.

Modelowa interpretacja prawa zachowania masy



Liczba atomów danego pierwiastka i masa atomów nie zmieniają się podczas reakcji chemicznej – łączna liczba atomów i łączna ich masa po reakcji jest taka sama jak przed jej zajściem, np.



Doświadczenie 1



Reakcja siarczanu(VI) miedzi(II) z cynkiem

Problem badawczy:

Czy podczas reakcji siarczanu(VI) miedzi(II) z cynkiem zostanie spełnione prawo zachowania masy?

Sprzęt:

zlewka, cylinder miarowy, waga laboratoryjna, naczynko wagowe, łyżeczka, bagietka, probówka, pipeta, korek, statyw

Hipoteza:

Podczas reakcji siarczanu(VI) miedzi(II) z cynkiem prawo zachowania masy zostanie spełnione.

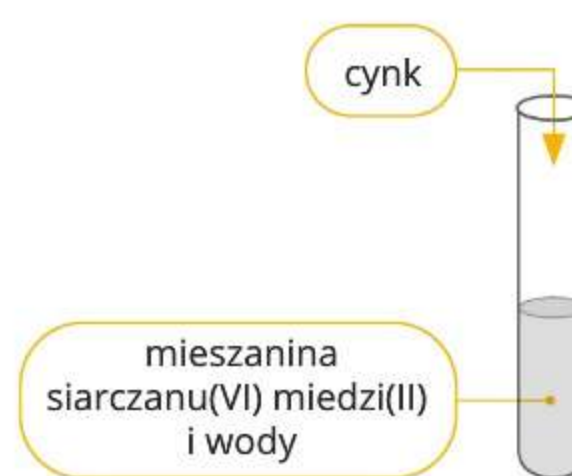
Odczynniki:

woda destylowana, siarczan(VI) miedzi(II), cynk (np. granulki)

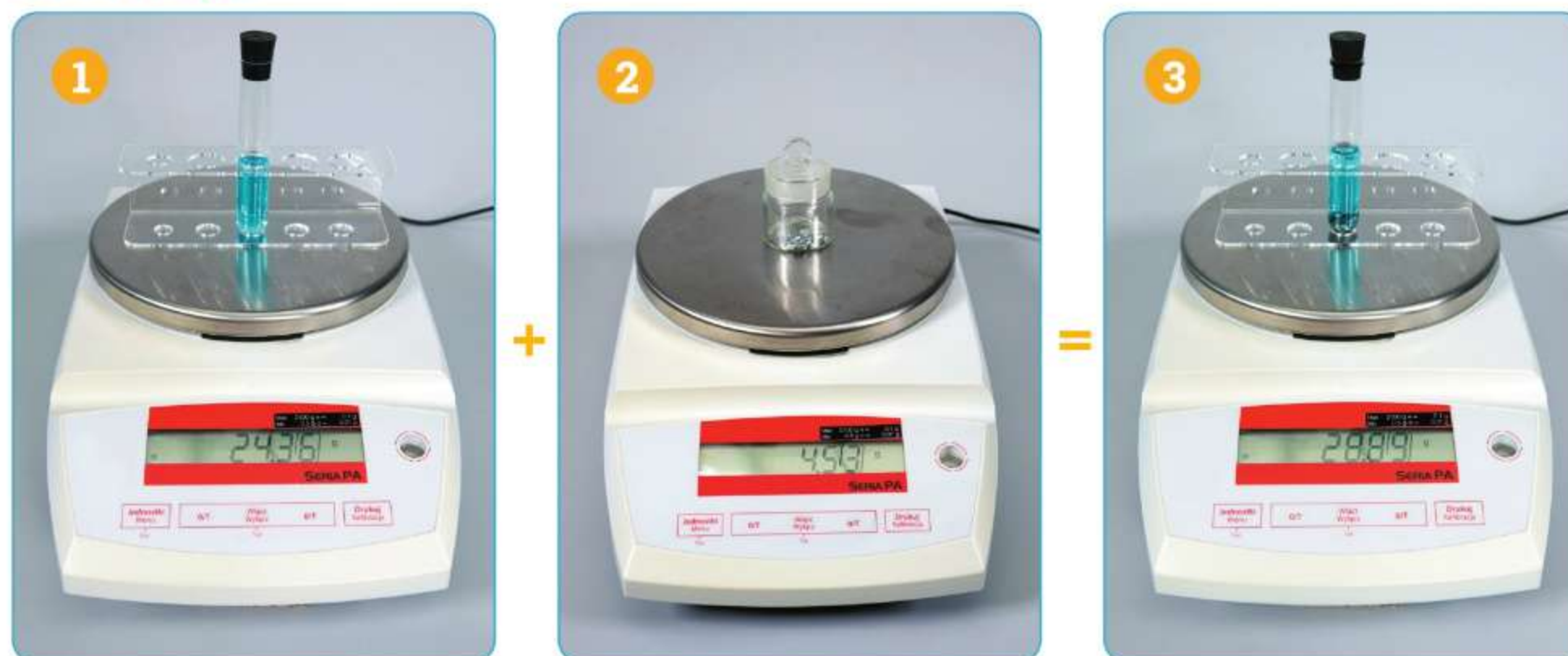
Wykonanie:

Przygotuj mieszaninę: do zlewki z 9 cm^3 wody dodaj 1 g siarczanu(VI) miedzi(II) i całość zamieszaj.

Do probówki nalej 5 cm^3 tej mieszaniny. Zamknij probówkę korkiem i wstaw do statywu. Zważ przygotowany zestaw (1). Następnie zważ próbkę cynku (2). Pamiętaj o wytarowaniu naczynka. Zanotuj pomiary. W probówce z mieszaniną umieść zważoną próbkę cynku. Zamknij probówkę korkiem. Po 5 minutach zważ cały zestaw (3). Otrzymany wynik porównaj z poprzednimi pomiarami.



Obserwacje:



Wnioski:

Porównanie wyników ważenia dowodzi, że w czasie reakcji zostało spełnione prawo zachowania masy.

Weryfikacja hipotezy: Hipoteza została potwierdzona.



Zastosowanie prawa zachowania masy

Prawo zachowania masy można zastosować do interpretacji masowej równania reakcji chemicznej.

Przykład 1

Interpretacja masowa równania reakcji otrzymywania tlenku węgla(IV)

Równanie reakcji	C	+	O ₂	→	CO ₂
Interpretacja masowa	12 u	+	2 · 16 u = 32 u	=	1 · 12 u + + 2 · 16 u = 44 u
	12 u węgla	+	32 u tlenu	=	44 u tlenku węgla(IV)

Łączna masa substratów wynosi 44 u. Masa produktu również wynosi 44 u.
Łączna masa substratów jest równa masie produktu.

Przykład 2

Interpretacja masowa równania reakcji rozkładu tlenku rtęci(II)

Równanie reakcji	2 HgO	→	O ₂	+	2 Hg
Interpretacja masowa	2 · (201 u + + 16 u) = 434 u	=	2 · 16 u = 32 u	+	2 · 201 u = = 402 u
	434 u tlenku rtęci(II)	=	32 u tlenu	+	402 u rtęci

Masa substratu wynosi 434 u. Łączna masa produktów również wynosi 434 u.
Masa substratu jest równa łącznej masie produktów.

Zapamiętaj! To ważne!

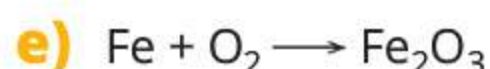
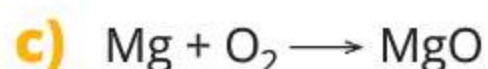
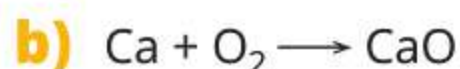
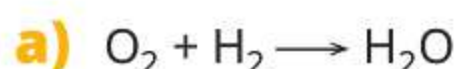
Prawo zachowania masy

Podczas reakcji chemicznej zachodzącej w układzie zamkniętym (takim, który nie wymienia masy z otoczeniem, ale może wymieniać energię) łączna masa substratów jest równa łącznej masie produktów.

$$\text{masa substratów} = \text{masa produktów}$$

Sprawdź się!

- 1.** Przepisz do zeszytu schematy reakcji chemicznych i uzgodnij je, jeśli jest taka potrzeba. Następnie dokonaj interpretacji masowej każdego równania.



- 2.** Przerysuj tabelę do zeszytu i uzupełnij ją.

a)

Zapis słowny	tlenek azotu(II)	+	tlen	$\longrightarrow$	tlenek azotu(IV)
Równanie reakcji		+		$\longrightarrow$	
Sposób odczytu					
Interpretacja masowa		+		=	

b)

Zapis słowny	wodór	+	chlor	$\longrightarrow$	chlorowodór
Równanie reakcji		+		$\longrightarrow$	
Sposób odczytu					
Interpretacja masowa		+		=	



- 3.** Podaj trzy przykłady układów zamkniętych, z których korzystasz w gospodarstwie domowym.



- 4.** Zaprojektuj doświadczenie, które potwierdzi, że prawo zachowania masy obowiązuje w codziennym życiu.

4.6 Obliczenia chemiczne



Organizowanie przyjęcia wymaga wielu logistycznych działań. Trzeba opracować menu, zaprojektować dekoracje, a także ustalić liczbę gości. Co zrobić, gdy liczba zaproszonych gości będzie większa niż liczba ciastek, które można przygotować według przepisu? **Trzeba obliczyć, ile razy zwiększyć porcje składników, aby przygotować wystarczającą liczbę ciastek.**

Obliczenia w chemii są bardzo ważne

Przed przystąpieniem do przeprowadzenia reakcji chemicznej warto wiedzieć, ile substratów należy użyć, aby otrzymać oczekiwaną ilość produktów. Dzięki temu unika się marnowania odczynników, zmniejsza ilość odpadów poreakcyjnych i chroni środowisko. Wykorzystuje się do tego m.in. prawo zachowania masy i prawo stałości składu. Uzyskanie wielu informacji na temat reakcji chemicznej i wykonanie potrzebnych obliczeń jest możliwe jednak tylko pod warunkiem poprawnego zapisania równania tej reakcji.

Przykład 1

Zapisywanie, odczytywanie i interpretacja masowa równania reakcji chemicznej

W reakcji wodoru z azotem powstaje amoniak o wzorze NH_3 .

Przedstawmy przebieg tej reakcji w formie zapisu słownego i równania reakcji. Odczytajmy zapisane równanie reakcji. Dokonajmy jego interpretacji masowej.

Zapis słowny	wodór	+	azot	→	amoniak
Równanie reakcji	3H_2	+	N_2	→	2NH_3
Sposób odczytu	3 cząsteczki wodoru	reagują z	1 cząsteczką azotu	i powstają	2 cząsteczki amoniaku
Interpretacja masowa	$6 \cdot 1 \text{ u} = 6 \text{ u}$	+	$2 \cdot 14 \text{ u} = 28 \text{ u}$	=	$2 \cdot (14 \text{ u} + 3 \cdot 1 \text{ u}) = 34 \text{ u}$
	6 u wodoru	+	28 u azotu	=	34 u amoniaku

Przykład 2

Obliczanie masy substratu

Ile kilogramów tlenu przereagowało z 2,5 kg węgla, jeżeli powstało 9,17 kg tlenku węgla(IV)?

		Dane: $m_C = 2,50 \text{ kg}$ $m_{\text{CO}_2} = 9,17 \text{ kg}$	Szukane: $m_{\text{O}_2} = ?$
Krok 1	Wypisujemy dane i szukane.		
Krok 2	Zapisujemy równanie reakcji.	$\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$	
Krok 3	Na podstawie prawa zachowania masy obliczamy masę tlenu.	$m_C + m_{\text{O}_2} = m_{\text{CO}_2}$ $m_{\text{O}_2} = 9,17 \text{ kg} - 2,50 \text{ kg} = 6,67 \text{ kg}$	

Odpowiedź: W reakcji wzięło udział 6,67 kg tlenu.

Przykład 3

Obliczanie masy produktu

Ile gramów tlenu powstanie w reakcji rozkładu 45 g wody?

		Dane: $m_{\text{H}_2\text{O}} = 45 \text{ g}$	Szukane: $m_{\text{O}_2} = x = ?$
Krok 1	Wypisujemy dane i szukane.		
Krok 2	Zapisujemy równanie reakcji.	$2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{H}_2 + \text{O}_2$	
Krok 3	Obliczamy masy cząsteczkowe wody i tlenu.	$m_{\text{cz. H}_2\text{O}} = 2 \cdot 1 \text{ u} + 16 \text{ u} = 18 \text{ u}$ $m_{\text{cz. O}_2} = 2 \cdot 16 \text{ u} = 32 \text{ u}$	
Krok 4	Zapisujemy informacje wynikające z równania reakcji i treści zadania. Pod wzorami substratów i produktów zapisujemy masy cząsteczkowe , a pod nimi dane z treści zadania .	$\begin{array}{ccc} 2 \text{H}_2\text{O} & \rightarrow & 2 \text{H}_2 + \text{O}_2 \\ \hline 2 \cdot 18 \text{ u} & & 32 \text{ u} \\ 45 \text{ g} & & x \end{array}$	
Krok 5	Układamy proporcję (masy atomowe i/lub cząsteczkowe substratów i produktów, z uwzględnieniem współczynników stechiometrycznych, są proporcjonalne do ich mas biorących udział w reakcji) i obliczamy masę tlenu.	$\begin{array}{l} \text{z } 36 \text{ u H}_2\text{O} \text{ powstaje } 32 \text{ u O}_2 \\ \text{z } 45 \text{ g H}_2\text{O} \text{ powstaje } x \text{ O}_2 \\ \frac{36 \text{ u}}{45 \text{ g}} = \frac{32 \text{ u}}{x} \\ x = \frac{45 \text{ g} \cdot 32 \text{ u}}{36 \text{ u}} = 40 \text{ g} \end{array}$	

Odpowiedź: W reakcji rozkładu 45 g wody powstanie 40 g tlenu.

Obliczanie mas wszystkich substancji biorących udział w reakcji oraz powstałych w jej wyniku

Jednym z procesów chemicznych zachodzących w przyrodzie jest fotosynteza. Polega ona na wytworzeniu przez roślinę glukozy oraz tlenu z tlenku węgla(IV) i wody, zgodnie z równaniem reakcji: $6 \text{CO}_2 + 6 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{O}_2$. Obliczmy, ile gramów wody weźmie udział w reakcji, a ile gramów glukozy i tlenu powstanie, jeżeli przereaguje 10 g tlenku węgla(IV). Wyniki podajmy z dokładnością do pierwszego miejsca po przecinku.

Krok 1	Wypisujemy dane i szukane.	Dane: $m_{\text{CO}_2} = 10 \text{ g}$	Szukane: $m_{\text{H}_2\text{O}} = x = ?$ $m_{\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} = y = ?$ $m_{\text{O}_2} = z = ?$
Krok 2	Zapisujemy równanie reakcji.	$6 \text{CO}_2 + 6 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{O}_2$	
Krok 3	Obliczamy masy cząsteczkowe wszystkich substratów i produktów.	$m_{\text{cz. CO}_2} = 12 \text{ u} + 2 \cdot 16 \text{ u} = 44 \text{ u}$ $m_{\text{cz. H}_2\text{O}} = 2 \cdot 1 \text{ u} + 16 \text{ u} = 18 \text{ u}$ $m_{\text{cz. C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} = 6 \cdot 12 \text{ u} + 12 \cdot 1 \text{ u} + 6 \cdot 16 \text{ u} = 180 \text{ u}$ $m_{\text{cz. O}_2} = 2 \cdot 16 \text{ u} = 32 \text{ u}$	
Krok 4	Zapisujemy informacje wynikające z równania reakcji i z treści zadania.	$\frac{6 \text{CO}_2}{6 \cdot 44 \text{ u}} + \frac{6 \text{H}_2\text{O}}{6 \cdot 18 \text{ u}} \rightarrow \frac{\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}{180 \text{ u}} + \frac{6 \text{O}_2}{6 \cdot 32 \text{ u}}$ $\frac{10 \text{ g}}{x} \qquad \qquad \qquad y \qquad \qquad \qquad z$	
Krok 5	Układamy proporcję i obliczamy masę wody.	$264 \text{ u CO}_2 \text{ reaguje z } 108 \text{ u H}_2\text{O}$ $10 \text{ g CO}_2 \text{ reaguje z } x \text{ H}_2\text{O}$ $\frac{264 \text{ u}}{10 \text{ g}} = \frac{108 \text{ u}}{x} \Rightarrow x = \frac{10 \text{ g} \cdot 108 \text{ u}}{264 \text{ u}} = 4,1 \text{ g}$	
Krok 6	Układamy proporcję i obliczamy masę glukozy.	$z 264 \text{ u CO}_2 \text{ powstaje } 180 \text{ u C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ $z 10 \text{ g CO}_2 \text{ powstaje } y \text{ C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ $\frac{264 \text{ u}}{10 \text{ g}} = \frac{180 \text{ u}}{y} \Rightarrow y = \frac{10 \text{ g} \cdot 180 \text{ u}}{264 \text{ u}} = 6,8 \text{ g}$	
Krok 7	Na podstawie prawa zachowania masy obliczamy masę tlenu.	masa substratów = masa produktów $m_{\text{CO}_2} + m_{\text{H}_2\text{O}} = m_{\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} + m_{\text{O}_2}$ $m_{\text{O}_2} = m_{\text{CO}_2} + m_{\text{H}_2\text{O}} - m_{\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} =$ $= 10 \text{ g} + 4,1 \text{ g} - 6,8 \text{ g} = 7,3 \text{ g}$	

Odpowiedź: W reakcji fotosyntezy z 10 g tlenku węgla(IV) przereaguje 4,1 g wody i powstanie 6,8 g glukozy oraz 7,3 g tlenu.

Obliczenia chemiczne

Wykonuje się je na podstawie praw chemicznych, m.in. prawa zachowania masy i prawa stałości składu. Dzięki tym prawom można uzyskać informację np. o masach substratów i produktów, które wzięły udział w reakcji chemicznej, lub jakie masy substratów należy użyć, aby uzyskać oczekiwaną masę produktów.

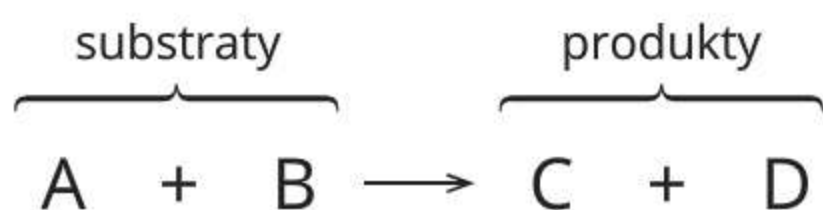
Sprawdź się!

1. Oblicz, ile gramów tlenku wodoru powstanie podczas reakcji 0,05 g wodoru z 0,40 g tlenu. Wynik podaj z dokładnością do drugiego miejsca po przecinku.
2. Oblicz, ile gramów siarczku żelaza(II) powstanie w reakcji 16 g siarki z żelazem.
3. Krzem można otrzymać w reakcji tlenku krzemu(IV) z węglem w piecu elektrycznym, zgodnie z równaniem reakcji: $\text{SiO}_2 + 2 \text{C} \rightarrow \text{Si} + 2 \text{CO}$.
Oblicz, ile kilogramów krzemu otrzymano, jeżeli w reakcji wzięło udział 1,2 kg węgla. Wynik podaj z dokładnością do pierwszego miejsca po przecinku.
4. W reakcji syntezy wodoru z azotem powstaje amoniak, którego wzór sumaryczny to NH_3 .
Oblicz, ile gramów azotu wzięło udział w tej reakcji, jeżeli uzyskano 68 g amoniaku. Wynik podaj z dokładnością do pierwszego miejsca po przecinku.
5. Na podstawie opisów ustal wzory sumaryczne związków chemicznych.
 - a) Ten związek chemiczny jest zbudowany z jednego atomu tlenu oraz dwóch atomów pierwiastka X. Jego masa cząsteczkowa wynosi 94 u.
 - b) Ten związek chemiczny jest zbudowany z trzech atomów siarki i dwóch atomów pierwiastka E. Jego masa cząsteczkowa wynosi 150 u.
6. Żelazo może utworzyć dwa tlenki.
Ustal wzory tych tlenków i oblicz stosunek masowy żelaza do tlenu w tych związkach.
7. Ustal, którego pierwiastka symbol ukrył się pod literą Z we wzorze $\text{Z}_3(\text{PO}_4)_2$. Masa cząsteczkowa tego związku to 262 u.

PODSUMOWANIE DZIAŁU IV

Prawa i reakcje chemiczne

Równanie reakcji



Typy reakcji chemicznych

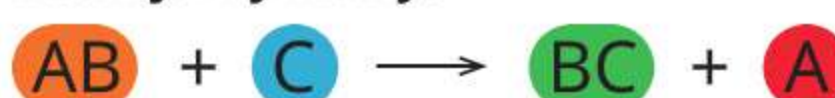
► Reakcja syntezy:



► Reakcja analizy:



► Reakcja wymiany:



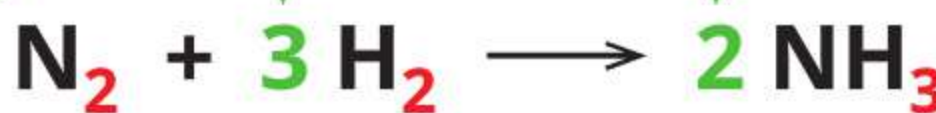
Podział reakcji ze względu na efekty energetyczne

- **Reakcje endotermiczne** – reakcje, podczas których energia jest pobierana z otoczenia.
- **Reakcje egzotermiczne** – reakcje, podczas których energia jest oddawana do otoczenia.

Zapisywanie równań reakcji

Do zapisywania równań reakcji stosuje się zazwyczaj symbole pierwiastków i wzory związków chemicznych. Liczbę atomów pierwiastka we wzorze zapisuje się za pomocą **indeksu stechiometrycznego**. Liczbę atomów lub cząsteczek zapisuje się za pomocą **współczynnika stechiometrycznego**.

współczynniki
stechiometryczne



indeksy
stechiometryczne

Prawo zachowania masy

W układzie zamkniętym łączna masa substratów jest równa łącznej masie produktów.

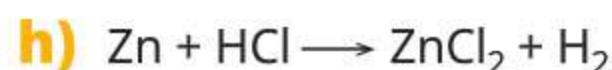
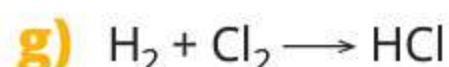
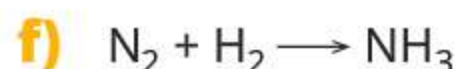
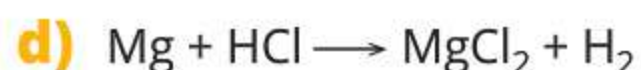
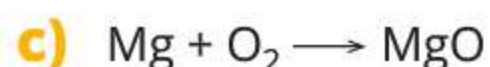
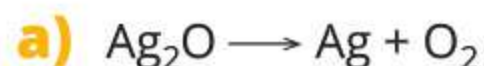


Prawo stałości składu

Stosunek masowy pierwiastków w związku chemicznym jest wielkością stałą i charakterystyczną dla danego związku chemicznego.

Odpowiedzi zapisz w zeszycie.

1. Przepisz do zeszytu schematy reakcji i uzgodnij je. Określ typ każdej reakcji.



2. Rozwiąż chemograf. Przedstaw słownie przebieg reakcji 1 i 2 oraz określ ich typ. Podaj nazwy substancji oznaczonych literami A, B i C.



3. Podaj poprawną informację, której brakuje w poniższym zdaniu.

Reakcja pierwiastków z tlenem jest reakcją syntezy. Jeżeli reakcja ta przebiega z wydzielaniem energii cieplnej, to nazywa się ją reakcją .

4. Oblicz stosunek masowy wodoru do tlenu w związku chemicznym o wzorze H_2O_2 . Czy jest on taki sam jak w wodzie o wzorze H_2O ?

5. W reakcji 2,3 g sodu z pewną ilością chloru otrzymano 5,85 g chlorku sodu. Oblicz, ile gramów chloru wzięło udział w tej reakcji. Wynik podaj z dokładnością do drugiego miejsca po przecinku.

6. Oblicz, ile dm^3 tlenu przereagowało z 2,4 g magnezu, jeżeli powstało 4 g tlenku magnezu. Wynik podaj z dokładnością do drugiego miejsca po przecinku. Gęstość tlenu to $1,43 \text{ g/dm}^3$.

7. Wodór przereagował całkowicie z fosforem, w wyniku czego powstało 3,4 g wodoru fosforu(III) o wzorze PH_3 .

a) Oblicz, ile gramów wodoru wzięło udział w reakcji chemicznej.

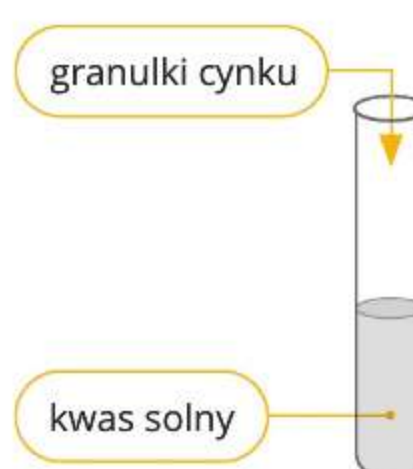
b) Oblicz stosunek masowy fosforu do wodoru w wodoru fosforu(III).

c) Oblicz zawartość procentową wodoru w wodoru fosforu(III).



8. Oblicz, ile gramów tlenu przereagowało z glinem, jeżeli powstało 51 g tlenku glinu.

9. Grzegorz wykonał doświadczenie, którego schemat przedstawiono obok. Podczas doświadczenia poczuł, że dno probówki stało się gorące. Zauważył, że w probówce pojawiły się pęcherzyki bezbarwnego gazu. Rozstrzygnij i uzasadnij, czy w czasie doświadczenia zaszła reakcja endotermiczna czy egzotermiczna.



10. Reakcja termicznego rozkładu węglanu wapnia – związku chemicznego o wzorze CaCO_3 – jest stosowana do otrzymywania materiału budowlanego – wapna palonego.

- a)** Przedstaw przebieg tej reakcji za pomocą równania, jeżeli produktami są tlenek wapnia i tlenek węgla(IV).
- b)** Rozstrzygnij i uzasadnij, czy reakcja rozkładu węglanu wapnia jest endotermiczna czy egzotermiczna.
- c)** Oblicz stosunek masowy wapnia do tlenu w tlenku wapnia.



11. Przygotowano mieszaninę gazów o objętości 2 m^3 . Zawierała ona 156 dm^3 azotu. Oblicz, jaki procent objętościowy zajmuje azot w tej mieszaninie.

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

1	Aby uzyskać 112 g wapna palonego o wzorze CaO , należy wyprażyć 200 g wapienia o wzorze CaCO_3 .	P	F
2	Reakcja analizy polega na łączeniu się substratów w jeden produkt.	P	F
3	Stosunek masowy żelaza do tlenu w tlenku żelaza(II) jest taki sam jak siarki do tlenu w tlenku siarki(II).	P	F

13. Pewien metal leżący w 1. grupie tworzy tlenek. Zawartość procentowa tlenu w tym tlenku wynosi 28,6 %. Podaj symbol i nazwę tego metalu. Ustal wzór sumaryczny tlenku.

14. Uczniowie otrzymali od nauczyciela próbki siarki i żelaza oraz sprzęt: wagę laboratoryjną, probówki, palnik, łyżeczki do odczynników, statyw i łapy do probówek. Uznali, że za pomocą jednego doświadczenia mogą pokazać pewien typ reakcji chemicznej oraz potwierdzić jedno z praw chemicznych.

- a)** Rozstrzygnij i uzasadnij, który typ reakcji chemicznej mogą pokazać uczniowie za pomocą doświadczenia.
- b)** Rozstrzygnij i uzasadnij, które prawo chemiczne mogą potwierdzić uczniowie za pomocą doświadczenia.



DZIAŁ

V

GAZY WOKÓŁ NAS

Tlenki

Powietrze i jego
składniki

Zanieczyszczenia
powietrza



O czym
to
będzie?

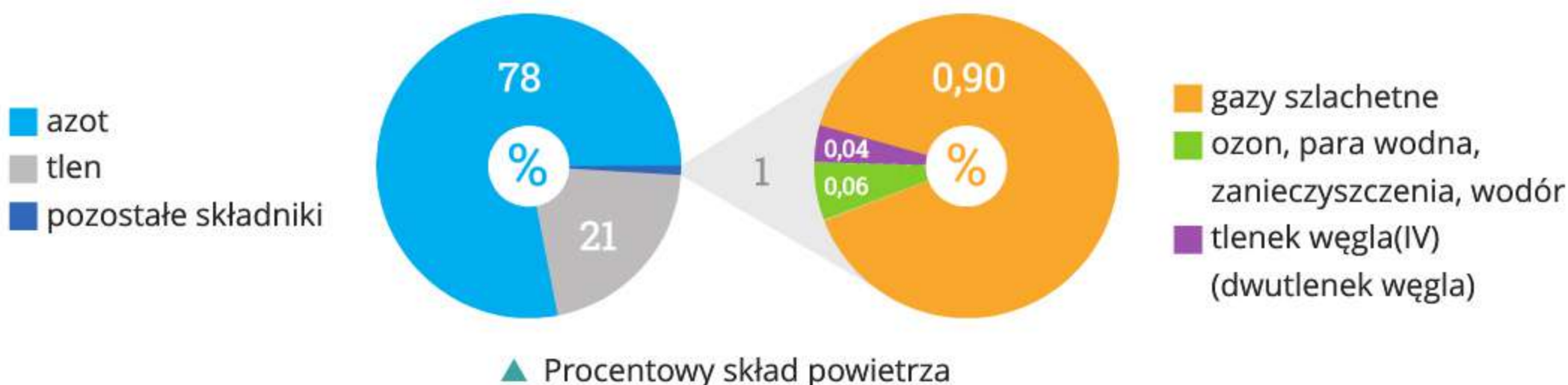
5.1 Powietrze jako mieszanina



Bez czego nie jest możliwe życie? Wiele osób pomyśli, że bez wody. Jednak powietrze, którym oddychamy, jest tak samo ważne. Na dzisiejszej lekcji odtworzymy eksperyment naukowca Johna Mayowa [dżona mejoła], który już w XVII w. badał procesy spalania i oddychania. Doświadczenie to potwierdzi skład powietrza i niektóre jego właściwości.

Skład i właściwości powietrza

Powietrze to jednorodna mieszanina gazów.



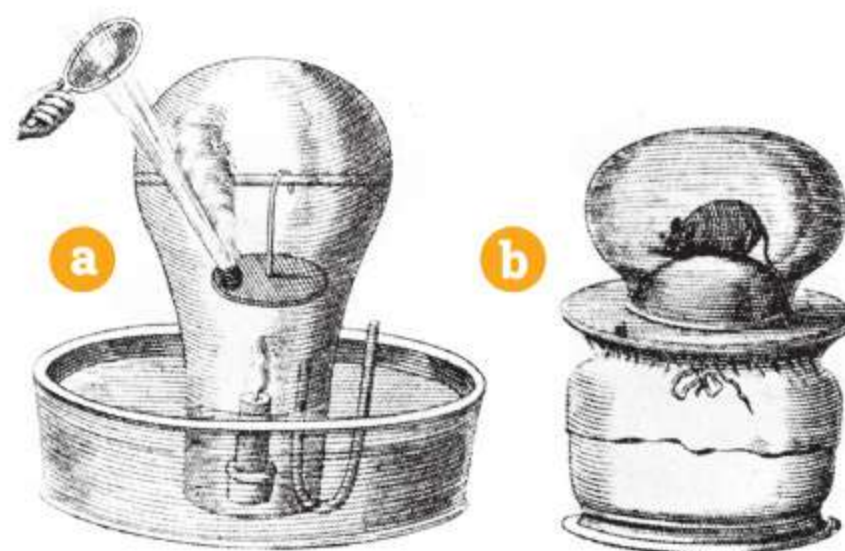
Azot, tlen i gazy szlachetne są **stałymi** składnikami powietrza. Zawartość tlenku węgla(IV), ozonu, pary wodnej, wodoru i zanieczyszczeń w powietrzu jest **zmienna**.

A to ciekawe!

John Mayow podczas eksperymentów zbudował dwa aparaty.

Aparat do badania spalania (a) skupiał światło słoneczne, co powodowało, że podpałka wewnątrz słoja się zapalała. Znajdująca się w środku woda podnosiła swój poziom, co świadczyło o zużywaniu się powietrza podczas spalania.

W aparacie do badania oddychania (b) pod kloszem znajdowała się mysz umieszczona na elastycznej membranie. Zwierzę oddychało, a membrana podnosiła się wraz ze spadkiem ciśnienia w kloszu.



Szkice aparatów do badania spalania (a) i oddychania (b)

Właściwości powietrza

fizyczne (25 °C, 1013 hPa)

- ▶ bezbarwna mieszanina gazów
- ▶ słabo rozpuszcza się w wodzie
- ▶ gęstość $d = 1,2 \text{ g/dm}^3$

chemiczne

- ▶ bez zapachu
- ▶ bez smaku

W poniższym doświadczeniu zostanie zbudowany aparat do badania spalania.

Doświadczenie 1

Badanie składu powietrza

Problem badawczy:

Czy powietrze jest mieszaniną gazów?

Sprzęt:

szalka Petriego, plastelina, świeczka, zapalarka, zlewka

Wykonanie:

Na środku szalki przymocuj świeczkę za pomocą plasteliny. Do szalki wlej wodę (do ok. 3/4 wysokości naczynia) zabarwioną kilkoma kroplami atramentu. Zapal świeczkę i nakryj ją zlewką.

Obserwacje:

Po nakryciu świeczki zlewką płomień palił się mniej intensywnie, aż w końcu zgasł. Do zlewki powoli zasysała się zabarwiona atramentem woda. Jej poziom wzrastał, aż osiągnął ok. 1/5 objętości zlewki.

Wnioski:

Świeczka paliła się, dopóki w zlewce znajdował się gaz podtrzymujący spalanie. Podczas palenia i po zgaśnięciu świeczki, na skutek różnicy ciśnień między zlewką a otoczeniem, w jego miejsce jest zasysana woda. Składnik podtrzymujący spalanie zajmuje ok. 1/5 objętości powietrza. Inne składniki – gazy niepodtrzymujące spalania – zajmują ok. 4/5 objętości powietrza. Powietrze jest jednorodną mieszaniną gazów.

Weryfikacja hipotezy: Hipoteza została potwierdzona.

Hipoteza:

Powietrze jest mieszaniną gazów.

Odczynniki:

woda, atrament, powietrze





Badanie obecności pary wodnej w powietrzu

Problem badawczy:

Czy woda jest składnikiem powietrza?

Sprzęt:

próbówka, łyżeczka, łapa drewniana, palnik, zapalarka, statyw

Hipoteza:

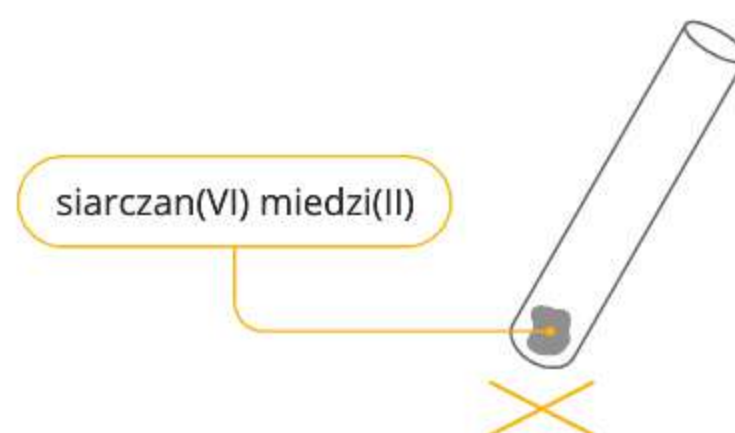
Woda jest składnikiem powietrza.

Odczynniki:

siarczan(VI) miedzi(II) (uwodniony), powietrze

Wykonanie:

Do suchej próbówki wsyp łyżeczkę siarczanu(VI) miedzi(II). Chwyc łapą próbówkę i ogrzewaj jej zawartość w płomieniu palnika do momentu, aż niebieska barwa substancji zmieni się na białą. Następnie próbkę pozostaw w temperaturze pokojowej przez 20 minut. Obserwuj z zachodzące zmiany.

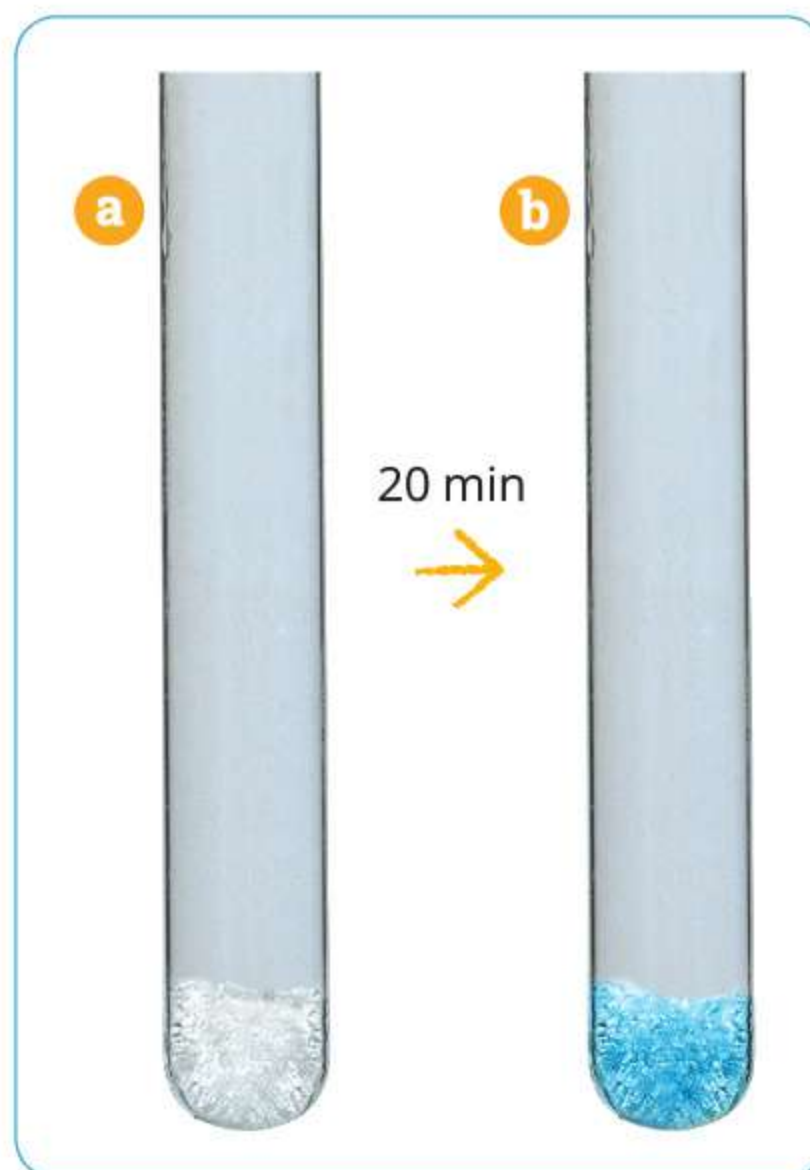


Obserwacje:

Podczas ogrzewania na ściankach próbówki pojawiły się kropelki bezbarwnej cieczy. Niebieskie kryształy się odbarwiły (a). Po upływie czasu nastąpiła zmiana barwy substancji z białej na jasnobłękitną (b).

Wnioski:

Siarczan(VI) miedzi(II) to związek chemiczny, który w swoich niebieskich kryształach zawiera wodę. Podczas ogrzewania tej substancji woda wydziela się w postaci pary wodnej i skrapla się, a związek przekształca się w formę bezwodną o białej barwie. Bezwodny biały siarczan(VI) miedzi(II) pozostawiony na powietrzu zmienia barwę na jasnobłękitną, ponieważ pochłania parę wodną i ponownie staje się uwodniony.



Weryfikacja hipotezy: Hipoteza została potwierdzona.

Obecność pary wodnej w powietrzu potwierdzają również zjawiska atmosferyczne obserwowane w życiu codziennym, np. opady deszczu, śniegu, gradu, powstawanie rosy i tworzenie się szronu.

Doświadczenie 3



35 MIN

Badanie rozpuszczania się powietrza w wodzie o różnej temperaturze

Problem badawczy:

W jakiej wodzie powietrze rozpuszcza się lepiej: w zimnej czy w ciepłej?

Sprzęt:

2 strzykawki, lodówka, ciepłe miejsce (np. rozgrzany kaloryfer)

Hipoteza:

Powietrze lepiej rozpuszcza się w wodzie zimnej.

Odczynniki:

woda wodociągowa

Wykonanie:

Strzykawki napełnij wodą. Jedną strzykawkę umieść w lodówce, a drugą odłóż w ciepłe miejsce. Po upływie 30 minut porównaj wygląd wody w obu strzykawkach.

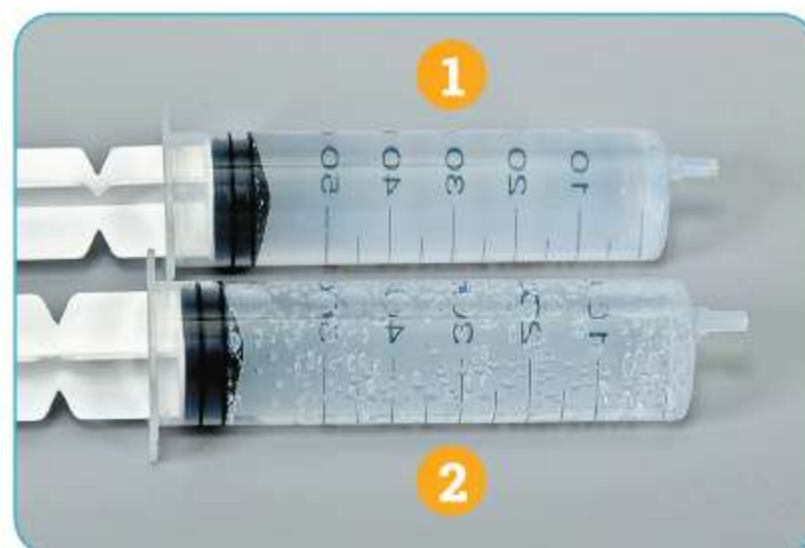
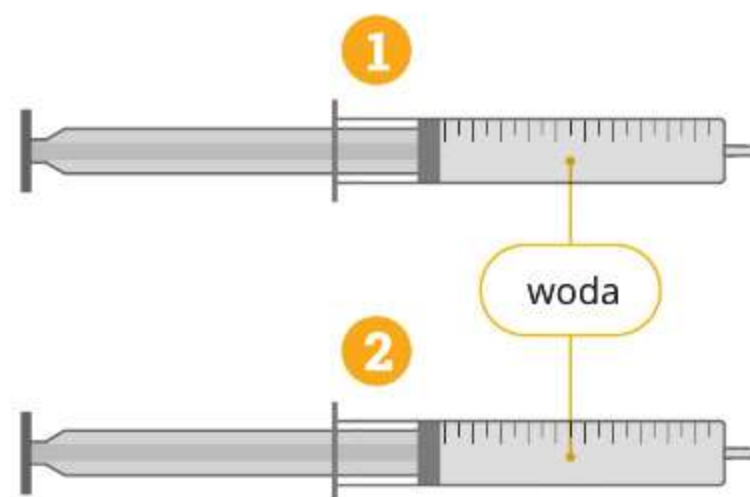
Obserwacje:

W wodzie ze strzykawki z lodówki nie było widać pęcherzyków gazu (1). W wodzie ze strzykawki z ciepłego miejsca było widać dużo pęcherzyków bezbarwnego gazu (2).

Wnioski:

Powietrze lepiej rozpuszcza się w wodzie zimnej niż w ciepłej.

Weryfikacja hipotezy: Hipoteza została potwierdzona.



A to ciekawe!

Powietrze można skroplić w warunkach niskiej temperatury i wysokiego ciśnienia. Składniki powietrza różnią się temperaturą wrzenia, dlatego można je rozdzielić metodą destylacji. Azot i tlen zostały skroplone po raz pierwszy w 1883 r. przez polskich uczonych Karola Olszewskiego i Zygmunta Wróblewskiego.



Zapamiętaj! To ważne!

Powietrze

Jednorodna mieszanina gazów, m.in. azotu (78 %), tlenu (21 %), gazów szlachetnych (0,9 %) i tlenku węgla(IV) (0,04 %).

Właściwości powietrza (25 °C, 1013 hPa)

- ▶ bez smaku, bez zapachu
- ▶ bezbarwne
- ▶ słabo rozpuszczalne w wodzie

Sprawdź się!

1. Wśród podanych informacji wskaż te, które dotyczą powietrza.

- | | |
|---|--------------------------------------|
| A. Jest jednorodną mieszaniną gazów. | D. Jest bezbarwne. |
| B. Ma smak. | E. Ma zapach. |
| C. Dobrze rozpuszcza się w wodzie. | F. W 78 % składa się z azotu. |

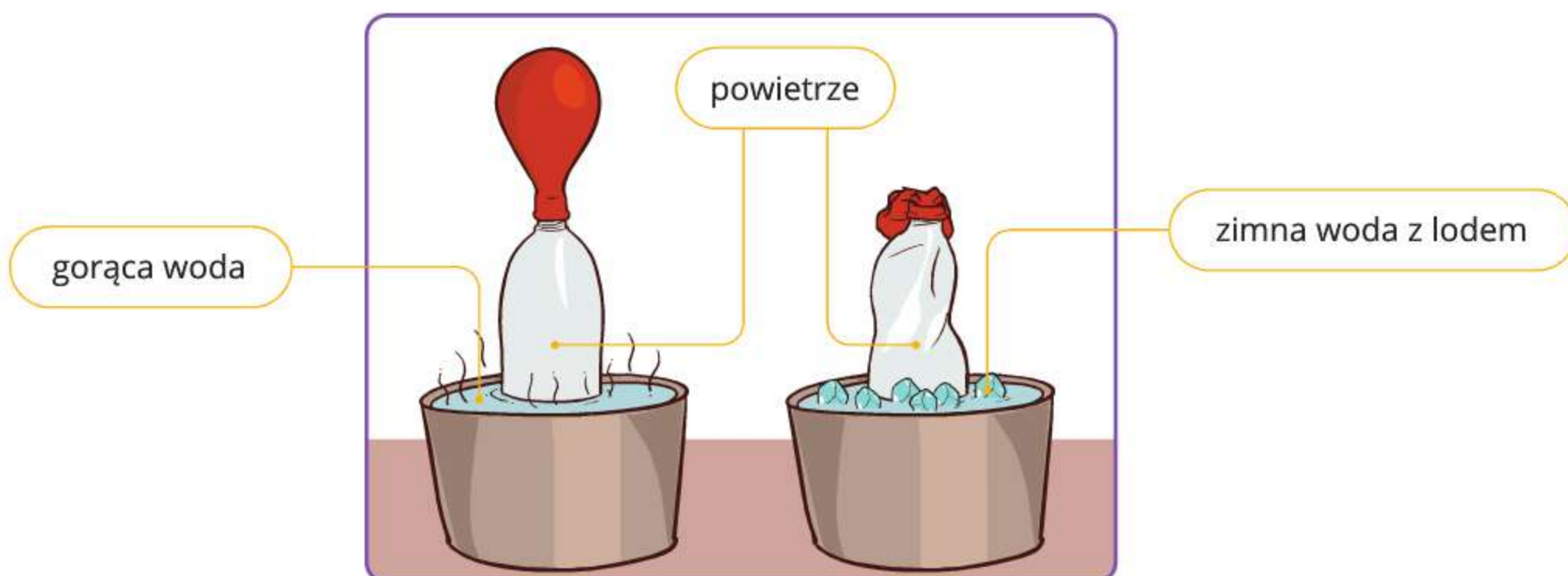
2. Sporządź wykres kolumnowy, na którym przedstawisz procentowy skład powietrza.

3. Oceń prawdziwość podanych stwierdzeń. Wybierz **P**, jeśli stwierdzenie jest prawdziwe, albo **F** – jeśli jest fałszywe.

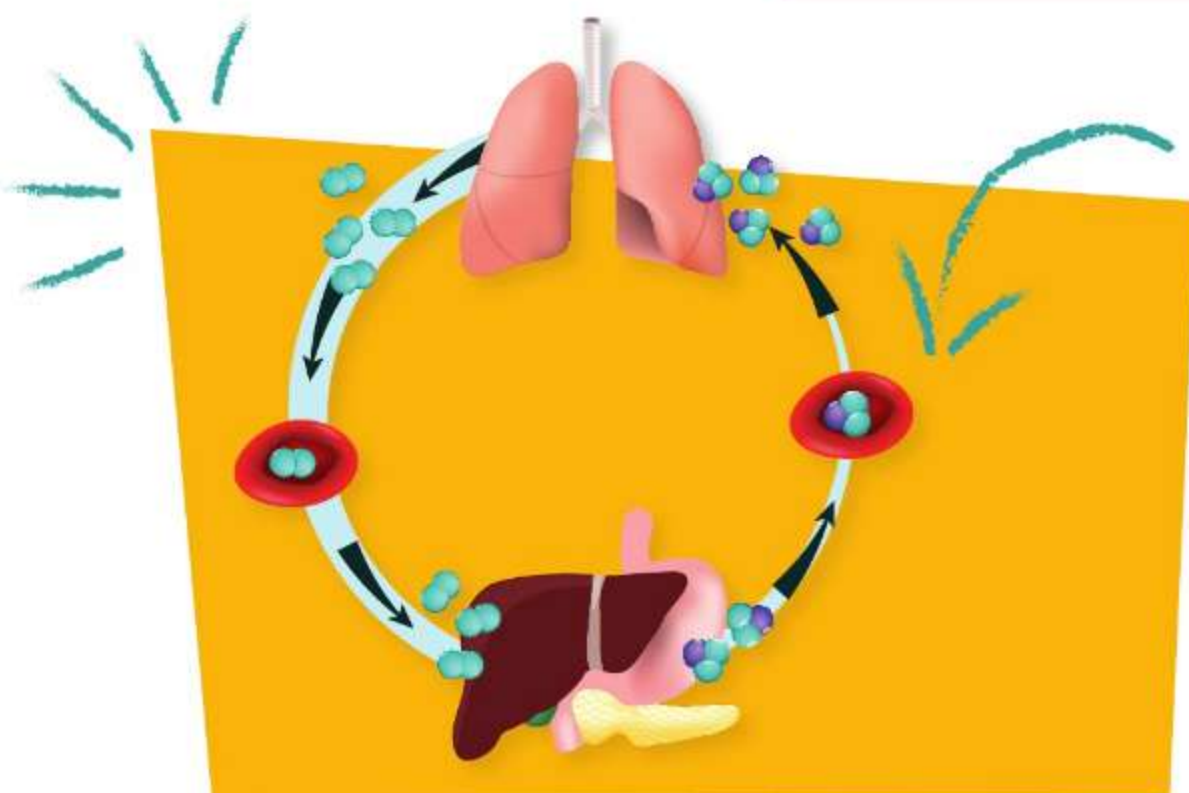
1	Powietrze to niejednorodna mieszanina gazów.	P	F
2	Tlenek węgla(IV) to zmienny składnik powietrza.	P	F



4. Zaproponuj problem badawczy do eksperymentu zilustrowanego poniższym schematem.



5.2 Tlen



Tlen odgrywa ważną rolę w naszym organizmie. Po omówieniu układu krwionośnego na lekcjach biologii wiesz, że tlen jest kluczowym pierwiastkiem podtrzymującym życie. Cząsteczki tego gazu są wiązane przez cząsteczki hemoglobiny znajdującej się w erytrocytach, a następnie dalej transportowane do tkanek i komórek ciała. Odbywa się tutaj wymiana gazowa: tlen przenika do komórek, natomiast z komórek pobierany jest tlenek węgla(IV).

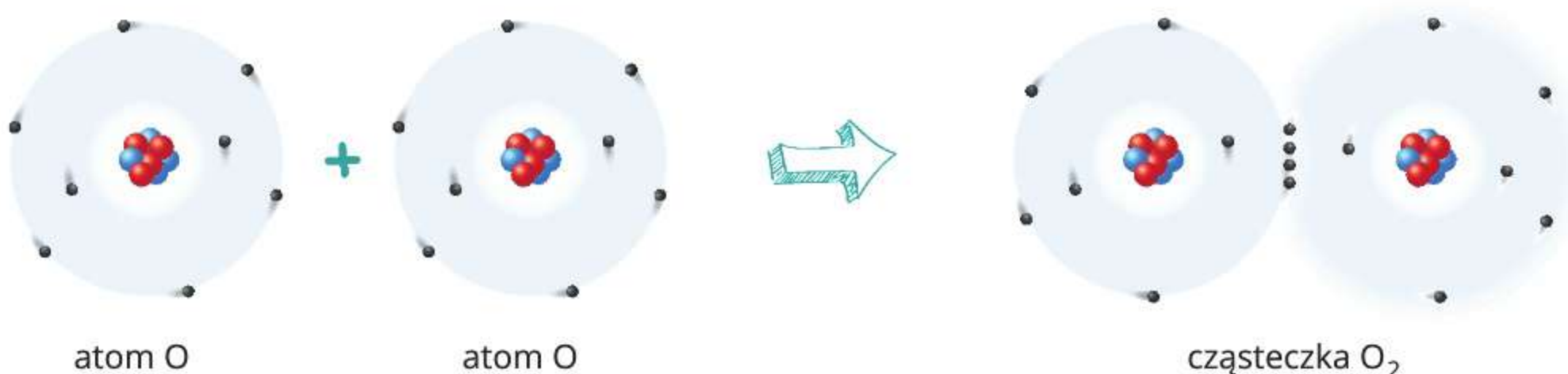
Budowa cząsteczki tlenu



Na podstawie położenia w układzie okresowym wiadomo, że tlen:

- ▶ leży w 16. grupie – jego atom ma 6 elektronów walencyjnych;
- ▶ leży w 2. okresie – jego atom ma 2 powłoki elektronowe;
- ▶ jest niemetalem.

Atomowi tlenu brakuje 2 elektronów, aby uzyskać oktet elektronowy – trwałą konfigurację elektronową powłoki walencyjnej. Z tego powodu atom tlenu tworzy 2 wspólne pary elektronowe z drugim atomem tlenu, czyli wiązania kowalencyjne niespolaryzowane. W ten sposób powstaje cząsteczka tlenu z wiązaniem podwójnym.



Wzór elektronowy kropkowy	Wzór elektronowy kreskowy	Wzór strukturalny	Wzór sumaryczny	Model
$\ddot{\text{O}}:\ddot{\text{O}}$	$\overline{\text{O}}=\overline{\text{O}}$	$\text{O}=\text{O}$	O_2	

Tlen reaguje z metalami i niemetalami, w wyniku czego powstają **tlenki**.

Otrzymywanie i właściwości tlenu

Tlen można otrzymać m.in. w reakcji rozkładu nadtlenu wodoru lub manganianu(VII) potasu.

Doświadczenie 1



Rozkład nadtlenu wodoru

Problem badawczy:

Czy w wyniku rozkładu nadtlenu wodoru powstaje tlen?

Sprzęt:

kolba stożkowa, nóż, łuczywo, zapalarka

Hipoteza:

W wyniku rozkładu nadtlenu wodoru powstaje tlen.

Odczynniki:

woda utleniona (roztwór nadtlenu wodoru o stężeniu 3 %), drożdże

Wykonanie:

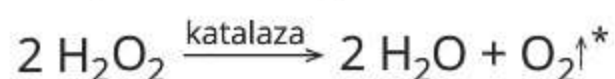
Do kolby wlej wodę utlenioną (do ok. 1/3 wysokości naczynia) i dodaj kawałek drożdży. Gdy zacznie powstawać piana i dojdzie ona do wylotu kolby, rozżarzonem łuczywem przebij kilka pęcherzyków.

Obserwacje:

Po wrzuceniu drożdży do wody utlenionej zaczęły pojawiać się pęcherzyki bezbarwnego gazu, które z czasem wydzielały się coraz szybciej. Utworzyła się piana. Podczas przebijania pęcherzyków rozżarzone łuczywem widać było małe iskry. Rozżarzone łuczywo się zapaliło.

Wnioski:

Nadtlenek wodoru pod wpływem katalazy zawartej w drożdżach rozkłada się na wodę oraz tlen, który powoduje, że rozżarzone łuczywo się zapala. Reakcja zaszła zgodnie z równaniem:



Weryfikacja hipotezy: Hipoteza została potwierdzona.

* Strzałka skierowana w górę oznacza, że tlen jest w stanie gazowym.



A to ciekawe!

Funkcję katalizatora w powyższym doświadczeniu pełni **katalaza** – enzym, który znajduje się w każdej komórce oddychającej tlenowo, m.in. w drożdżach.

Rozkład nadtlenu wodoru pod wpływem katalazy zawartej w ziemniaku



Termiczny rozkład manganianu(VII) potasu

Problem badawczy:

Czy w wyniku rozkładu manganianu(VII) potasu powstaje tlen?

Sprzęt:

probówka, statyw z łapą, łyżeczka, korek z rurką odprowadzającą, cylinder do spalań, krystalizator, palnik, łuczywo, zapalarka

Hipoteza:

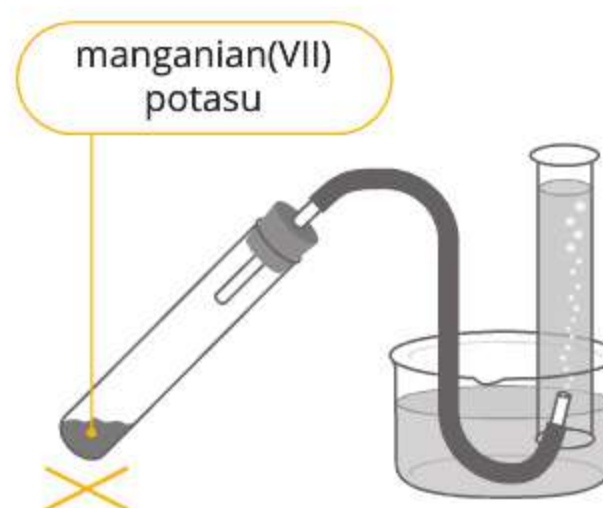
W wyniku rozkładu manganianu(VII) potasu powstaje tlen.

Odczynniki:

manganian(VII) potasu, woda

Wykonanie:

Do suchej probówki wsyp łyżeczkę manganianu(VII) potasu. Probówkę zatkaj korkiem z rurką odprowadzającą. W krystalizatorze z wodą umieść do góry dnem cylinder napełniony wodą. Drugi koniec rurki umieść w cylindrze. Probówkę z manganianem(VII) potasu ogrzewaj w płomieniu. Po napełnieniu cylindra gazem umieść w nim rozżarzone łuczywo.



Obserwacje:

Podczas ogrzewania manganianu(VII) potasu wydzielają się pęcherzyki bezbarwnego gazu, które wypierały wodę z cylindra (a). Rozżarzone łuczywo po wprowadzeniu do cylindra się rozpało (b).



Wnioski:

Manganian(VII) potasu podczas ogrzewania rozkłada się, w wyniku czego powstaje tlen. Tlen słabo rozpuszcza się w wodzie. Jest substancją niepalną, ale podtrzymującą spalanie.

Weryfikacja hipotezy: Hipoteza została potwierdzona.

Właściwości tlenu

fizyczne (25 °C, 1013 hPa)

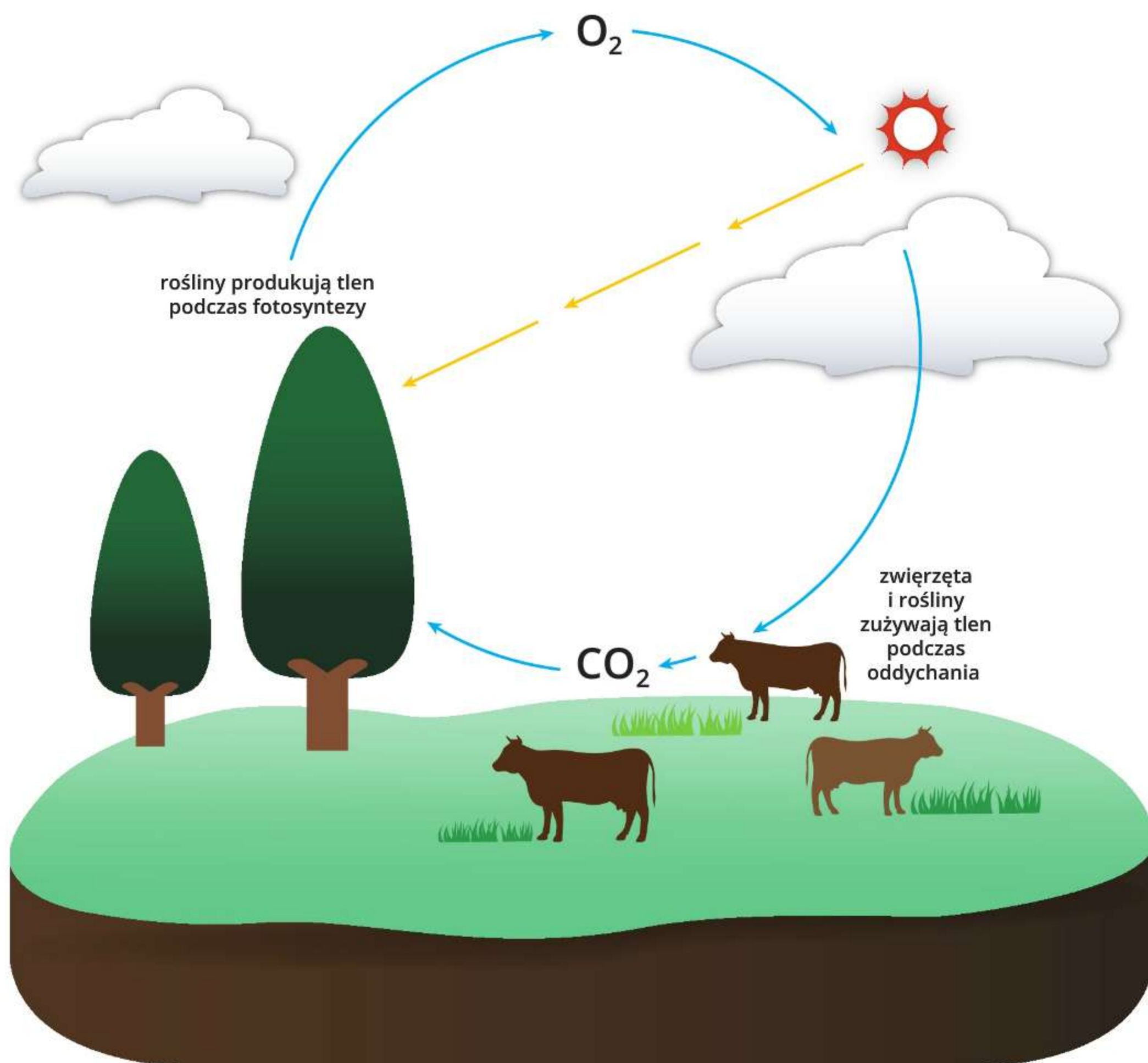
- ▶ bezbarwny gaz
- ▶ słabo rozpuszcza się w wodzie (może być zbierany nad wodą)
- ▶ ma gęstość większą od gęstości powietrza

chemiczne

- ▶ bez zapachu
- ▶ niepalny
- ▶ podtrzymuje spalanie
- ▶ aktywny chemicznie

Obieg tlenu w przyrodzie

Tlen jest niezbędny do życia. Gaz ten produkują rośliny w procesie fotosyntezy – pod wpływem energii słonecznej następuje cykl reakcji chemicznych i z tlenku węgla(IV) oraz wody powstaje glukoza i tlen. Proces trwa niezmiennie od tysięcy lat, jednak niszczenie środowiska naturalnego w dużym stopniu ogranicza produkcję tlenu.



Zastosowania tlenu



W przemyśle spawalniczym jest stosowany w palnikach acetylenowo-tlenowych.



Jest składnikiem mieszanek oddechowych w butlach tlenowych pętkwonurków.

Tlen



Ozon (O_3) – nietrwała odmiana tlenu – jest stosowany do dezynfekcji (ozonowanie).



Jest stosowany w medycynie – terapia tlenowa pomaga w leczeniu np. oparzeń.

A to ciekawe!

Narodowa Agencja Aeronautyki i Przestrzeni Kosmicznej (NASA) ogłosiła, że udało się pozyskać tlen z atmosfery Marsa. Było to możliwe dzięki urządzeniu o nazwie MOXIE, które wbudowano w łazik Perseverance (ang. *perseverance* [persewirens] – wytrwałość). MOXIE podgrzało próbkę marsjańskiej atmosfery, co spowodowało oddzielenie się atomów tlenu od cząsteczek tlenku węgla(IV). Podczas tego eksperymentu urządzenie wytworzyło 5 g tlenu. Taka ilość pozwoliłaby na oddychanie jednej osobie przez ok. 10 minut.



Łazik Perseverance na Marsie

Zapamiętaj! To ważne!

Tlen

Jest niemetalem. W przyrodzie występuje najczęściej w postaci dwuatomowych cząsteczek (O_2), w których są wiązania kowalencyjne niespolaryzowane.

Właściwości tlenu (25 °C, 1013 hPa)

To bezbarwny i bezwonny gaz. Jest niepalny, ale podtrzymuje spalanie. Słabo rozpuszcza się w wodzie. Jego gęstość jest większa od gęstości powietrza.

Przykładowe metody otrzymywania tlenu

- ▶ rozkład nadtlenu wodoru pod wpływem katalizatora
- ▶ termiczny rozkład manganianu(VII) potasu

Sprawdź się!

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

1	Tlen w układzie okresowym znajduje się w 16. grupie i 2. okresie.	P	F
2	Atomy tlenu mogą tworzyć wiązania podwójne i potrójne.	P	F
3	Tlen jest substratem w procesie fotosyntezy.	P	F
4	Tlen ma gęstość mniejszą od gęstości powietrza.	P	F
5	Tlen jest aktywny chemicznie.	P	F

2. W jakim położeniu należy trzymać probówkę, w której znajduje się tlen, tak aby gaz ten zbyt szybko nie opuścił naczynia: dnem do góry czy dnem do dołu? Uzasadnij swoją odpowiedź.

3. Aby rozkład nadtlenu wodoru był możliwy, należy dodać np. drożdże. Czym można je zastąpić w tej reakcji? Jak nazywa się substancję, która sama się nie zużywa podczas reakcji, ale ją umożliwia, przyspiesza lub nadaje jej pożądany kierunek?



4. Na podstawie dostępnych źródeł informacji określ, w jakim celu używa się pulsoksymetrów.

5.3 Związki tlenu z metalami i niemetalami. Tlenek węgla(IV) i jego rola w przyrodzie



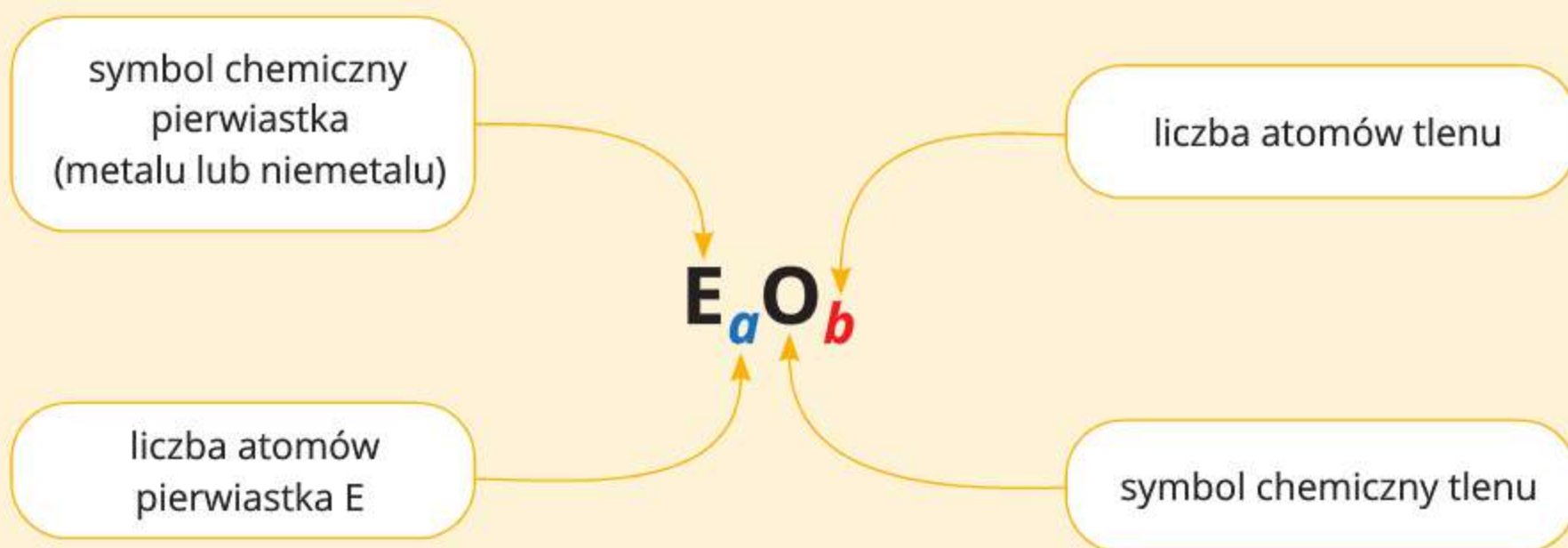
Tlen to pierwiastek aktywny chemicznie. Z niemetalami i wieloma metalami tworzy związki chemiczne, które znalazły wiele zastosowań, m.in. w przemyśle spożywczym, kosmetycznym czy jubilerstwie.

Wzór ogólny tlenków

Tlen jest niemetalem. Może tworzyć związki chemiczne zarówno z metalami, jak i niemetalami.



Tlenki to związki tlenu z metalami i niemetalami.



Przykłady:

Wzór tlenku	Odczyt
K_2O	ka dwa o
CaO	ce a o
N_2O_3	en dwa o trzy

Ustalanie wzoru tlenku na podstawie jego nazwy

Przykład 1

Ustalanie wzoru sumarycznego tlenku magnezu

Krok 1	Zapisujemy wzór ogólny tlenków.	E_aO_b	
Krok 2	Sprawdzamy symbol i wartościowość magnezu.	Zamiast E piszemy symbol magnezu, czyli Mg. Wartościowość II zapisujemy nad symbolem magnezu, a za symbolem tlenu cyfrę 2.	$\overset{II}{Mg}_2\overset{II}{O}_2$
Krok 3	Upraszczamy indeksy stechiometryczne do najmniejszych możliwych cyfr.	W obu indeksach stechiometrycznych jest cyfra 2, więc wzór upraszamy.	Mg_1O_1
Krok 4	Podajemy wzór tlenku magnezu.	Jeżeli w zapisie jest cyfra 1, to ją pomijamy.	MgO

Przykład 2

Ustalanie wzoru sumarycznego tlenku azotu(III)

Krok 1	Zapisujemy wzór ogólny tlenków.	E_aO_b	
Krok 2	Sprawdzamy symbol i wartościowość azotu.	Zamiast E piszemy symbol azotu, czyli N. Wartościowość III zapisujemy nad symbolem azotu, a za symbolem tlenu cyfrę 3.	$\overset{III}{N}_2\overset{II}{O}_3$
Krok 3	Sprawdzamy, czy można uprościć indeksy stechiometryczne do najmniejszych możliwych cyfr.	We wzorze nie można uprościć indeksów stechiometrycznych, a zatem to jest wzór ostateczny.	N_2O_3

Tworzenie wzoru strukturalnego tlenku

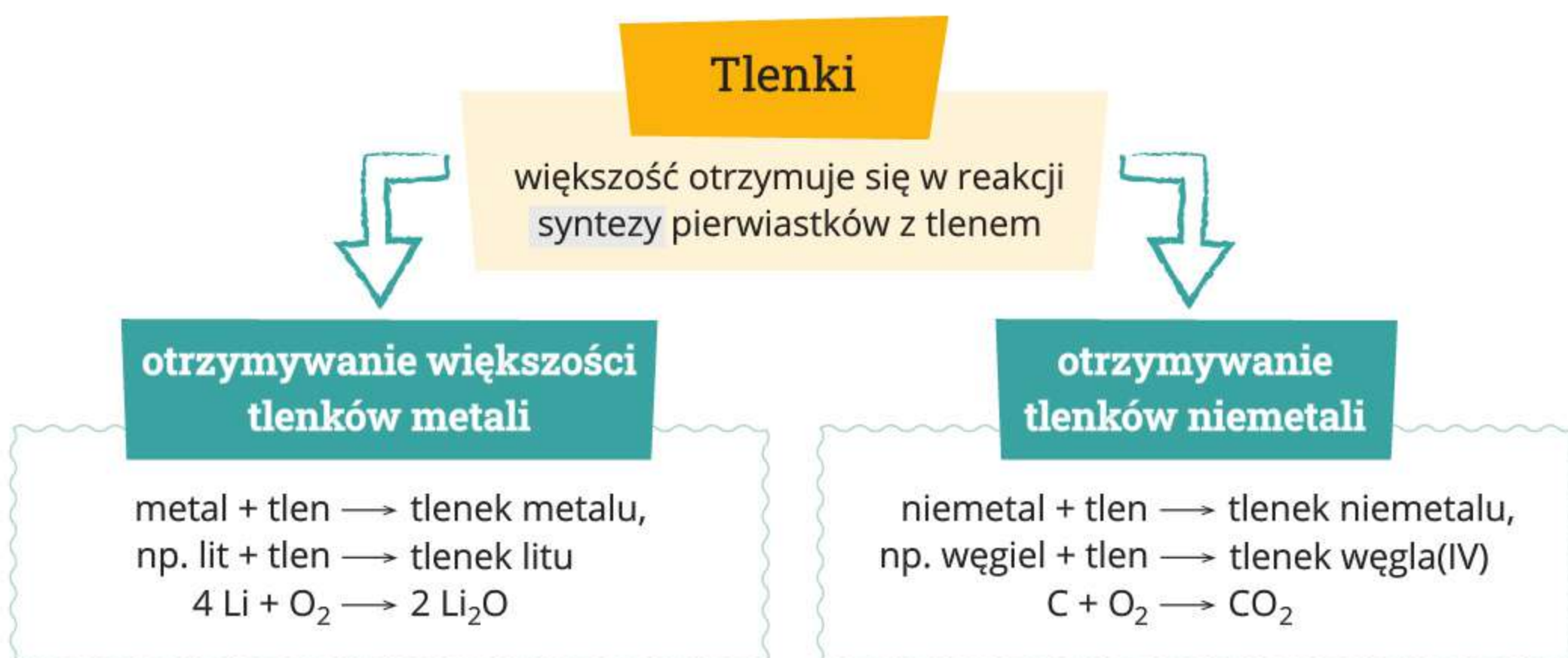
Tlenki metali są związkami o budowie jonowej. Z tego powodu nie rysuje się wzorów strukturalnych tych tlenków. **Tlenki niemetalu** są związkami kowalencyjnymi – można dla nich utworzyć wzory strukturalne.

Przykład 3

Tworzenie wzoru strukturalnego tlenku węgla(IV)

Krok 1	Ustalamy wzór sumaryczny tlenku węgla(IV) i zapisujemy go wraz z wartościami pierwiastków.	Wartościowość węgla podano w nazwie związku chemicznego; wartościowość tlenu zawsze wynosi II. $\overset{\text{IV}}{\text{C}}\overset{\text{II}}{\text{O}}_2$
Krok 2	Wartościowość informuje, jaką liczbę wiązań chemicznych utworzy atom danego pierwiastka w związku chemicznym.	Węgiel ma wartościowość IV , a zatem jego atom utworzy cztery wiązania; tlen ma zawsze wartościowość II , więc jego atom utworzy dwa wiązania.
Krok 3	Sprawdzamy liczbę atomów poszczególnych pierwiastków tworzących tlenek węgla(IV).	Tlenek węgla(IV) jest zbudowany z jednego atomu węgla i dwóch atomów tlenu.
Krok 4	Uwzględniamy liczbę atomów, które mamy do dyspozycji, i liczbę wiązań, które każdy z nich może utworzyć, i tworzymy wzór strukturalny.	$\text{O} ? \text{C} ? \text{O} \Rightarrow \text{O} = \text{C} = \text{O}$

Otrzymywanie tlenków



Otrzymywanie tlenków magnezu, węgla(IV) i siarki(IV)

Problem badawczy:

Czy tlen utworzy związki chemiczne z magnezem, węglem i siarką?

Sprzęt:

3 kolby stożkowe, 3 łyżki do spalań z korkiem, palnik, zapalarka, okulary ochronne

Wykonanie:

Przygotuj trzy kolby wypełnione tlenem. Do jednej z nich wlej dodatkowo ok. 100 cm³ wody wapiennej (2). Łyżkę do spalań z wiórkami magnezu zbliż do płomienia. Kiedy magnez zacznie się palić, wprowadź łyżkę do kolby z tlenem (1). Czynności powtórz dla węgla (2) i siarki (3).

Uwaga: wszystkie czynności wykonuj pod wyciągiem.

Obserwacje:



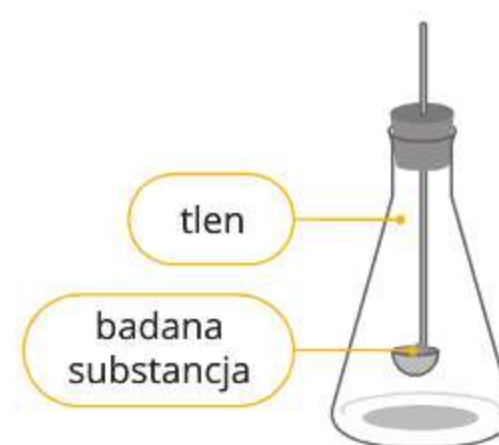
Magnez szybko spalał się intensywnym białym płomieniem (1); na łyżce pozostał biały proszek. Węgiel spalał się jasnoczerwonym płomieniem; widać było iskry; woda wapienna zmętniała (2). Siarka powoli spalała się jasnoniebieskim płomieniem; podczas jej spalania powstawał biały dym (3).

Wnioski:

Tlen reaguje z magnezem, węglem i siarką, w wyniku czego powstaje odpowiednio tlenek magnezu, tlenek węgla(IV) (co potwierdza zmętnienie wody wapiennej) oraz tlenek siarki(IV) (biały dym). Reakcje zaszły zgodnie z równaniami:

w kolbie 1: $2 \text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{MgO}$; w kolbie 2: $\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2\uparrow$; w kolbie 3: $\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_2\uparrow$

Weryfikacja hipotezy: Hipoteza została potwierdzona.



Właściwości i zastosowania wybranych tlenków

Nazwa i wzór tlenku	Właściwości fizyczne (25 °C, 1013 hPa)	Wpływ na organizm człowieka	Zastosowania
tlenek węgla(IV) (dwutlenek węgla) CO_2	▶ bezbarwny i bezwonny gaz ▶ w porównaniu z innymi gazami dobrze rozpuszczalny w wodzie	w wysokim stężeniu trujący	▶ produkcja napojów gazowanych ▶ środek gaśniczy w gaśnicach śniegowych ▶ zestalony (tzw. suchy lód) do głębokiego mrożenia np. szczepionek podczas transportu
tlenek węgla(II) CO	▶ bezbarwny i bezwonny gaz ▶ słabo rozpuszczalny w wodzie	trujący	▶ zmieszany z wodorem tworzy gaz syntezowy stosowany do produkcji np. alkoholu metylowego
tlenek siarki(IV) SO_2	▶ bezbarwny gaz o ostrym, duszącym zapachu ▶ dobrze rozpuszczalny w wodzie	trujący	▶ w przemyśle spożywczym jako konserwant o symbolu E220 ▶ dezynfekcja ▶ w przemyśle tekstylnym i papierniczym do wybielania
tlenek magnezu MgO	▶ białe ciało stałe ▶ słabo rozpuszczalny w wodzie	pozytywny	▶ składnik leków na nadkwasotę ▶ w kosmetyce jako składnik pudrów ▶ w rolnictwie do odkwaszania gleby
tlenek glinu Al_2O_3	▶ białe ciało stałe ▶ nierozpuszczalny w wodzie	w niskich stężeniach pozytywny	▶ materiał ścierny w pastach do zębów ▶ składnik leków na nadkwasotę ▶ produkcja ogniotrwałych elementów ceramicznych
tlenek krzemu(IV) SiO_2	▶ bezbarwne kryształy ▶ nierozpuszczalny w wodzie	neutralny	▶ produkcja szkła ▶ środek suszący, tzw. silikażel ▶ produkcja wyrobów jubilerskich

Badanie właściwości tlenku węgla(IV)

Przeprowadźmy doświadczenia, w których potwierdzimy, że tlenek węgla(IV):

- ▶ można wykryć za pomocą wody wapiennej, która pod wpływem tego gazu mętnieje;
- ▶ nie pali się i nie podtrzymuje spalania.

Doświadczenie 2

Wykrywanie tlenku węgla(IV)



Problem badawczy:

W jaki sposób można wykryć tlenek węgla(IV)?

Sprzęt:

statyw z łapą, probówka, pipeta, korek z rurką odprowadzającą, zlewka

Wykonanie:

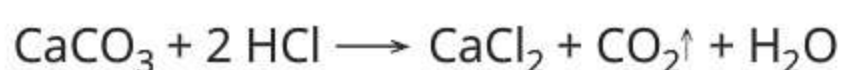
W probówce umieść np. muszlę. Następnie dodaj ok. 2 cm³ rozcieńczonego kwasu chlorowodorowego. Szybko zatkać probówkę korkiem z rurką odprowadzającą. Drugi koniec rurki umieścić w zlewce z wodą wapienną.

Obserwacje:

W probówce intensywnie wydzielają się pęcherzyki bezbarwnego gazu. Woda wapienna w zlewce zmętniała.

Wnioski:

W probówce wydzielał się tlenek węgla(IV), który powodował zmętnienie wody wapiennej. Reakcja w probówce zaszła zgodnie z równaniem:



Weryfikacja hipotezy:

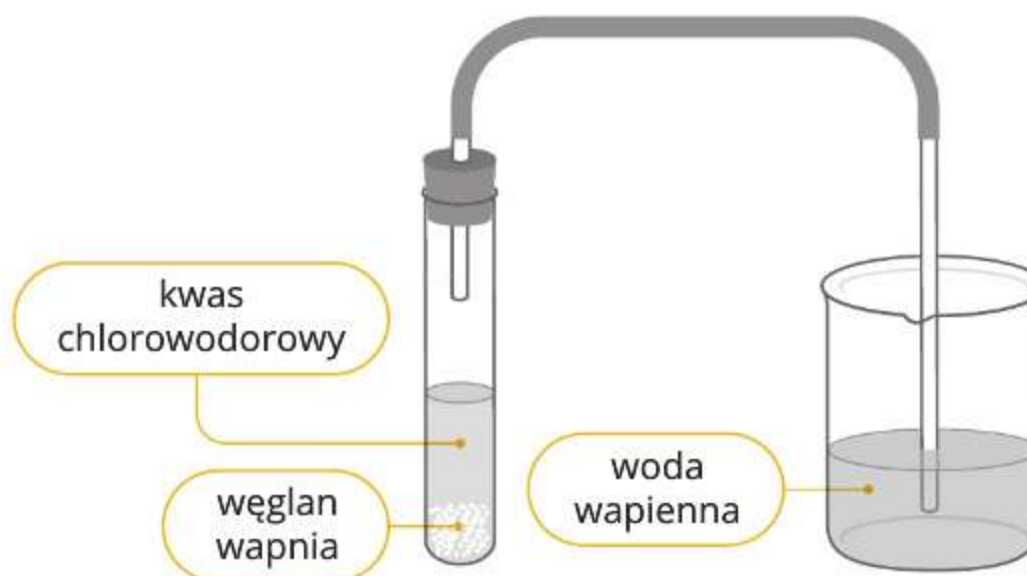
Hipoteza została potwierdzona.

Hipoteza:

Tlenek węgla(IV) można wykryć za pomocą wody wapiennej, która w jego obecności mętnieje.

Odczynniki:

węglan wapnia (zawarty np. w muszlach), rozcieńczony kwas chlorowodorowy, woda wapienna



Doświadczenie 3

Wykrywanie tlenku węgla(IV) w powietrzu wydychanym z płuc



Problem badawczy:

Czy w powietrzu wydychanym z płuc jest obecny tlenek węgla(IV)?

Sprzęt:

kolba stożkowa,
rurka do napojów

Wykonanie:

Do kolby stożkowej wlej wodę wapienną (do ok. 1/3 wysokości naczynia). Umieść w niej rurkę i powoli wdmuchuj powietrze z płuc.

Obserwacje:

Podczas wdmuchiwanie powietrza z płuc woda wapienna zmętniała.

Wnioski:

W powietrzu wydychanym z płuc jest obecny tlenek węgla(IV).

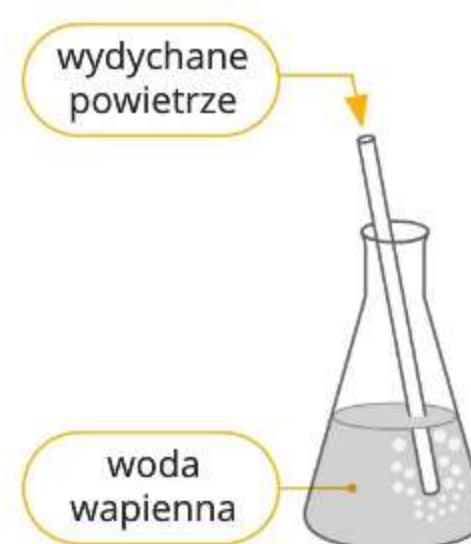
Weryfikacja hipotezy: Hipoteza została potwierdzona.

Hipoteza:

W powietrzu wydychanym z płuc jest obecny tlenek węgla(IV).

Odczynniki:

woda wapienna,
powietrze wydychane z płuc



Doświadczenie 4

Badanie palności tlenku węgla(IV)



Problem badawczy:

Czy tlenek węgla(IV) podtrzymuje spalanie?

Sprzęt:

zlewka, łuczywo, zapalarka

Hipoteza:

Tlenek węgla(IV) nie podtrzymuje spalania.

Odczynniki:

tlenek węgla(IV)

Wykonanie:

Do zlewki wypełnionej tlenkiem węgla(IV) wprowadź zapalone łuczywo.

Uwaga: tlenek węgla(IV) ma gęstość większą od gęstości powietrza, dlatego można go zbierać w otwartym naczyniu. Tlenek węgla(IV) będzie się gromadził na jego dnie.

Obserwacje:

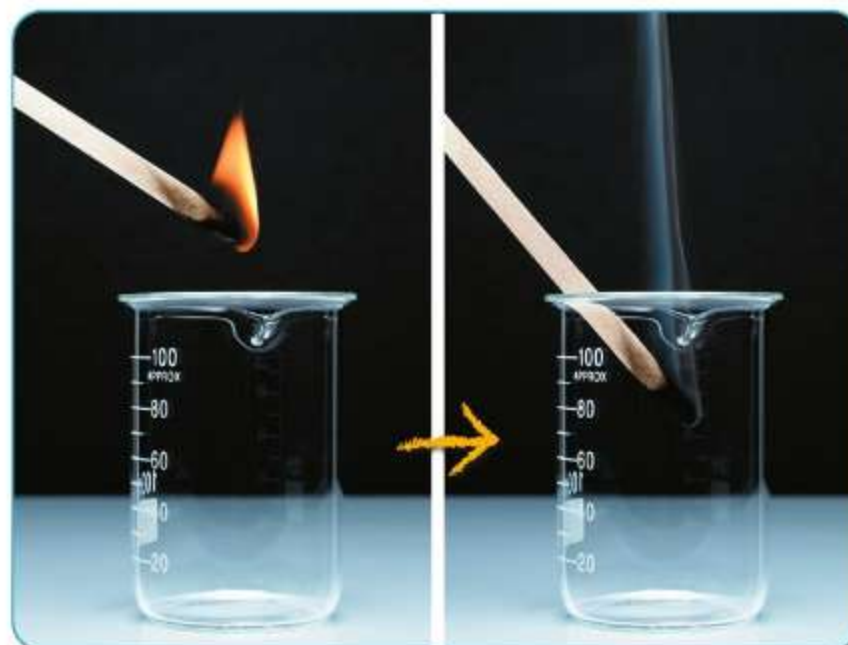
Zapalone łuczywo po wprowadzeniu do zlewki zgaśło.

Wnioski:

Tlenek węgla(IV) nie podtrzymuje spalania. Jest również niepalny.

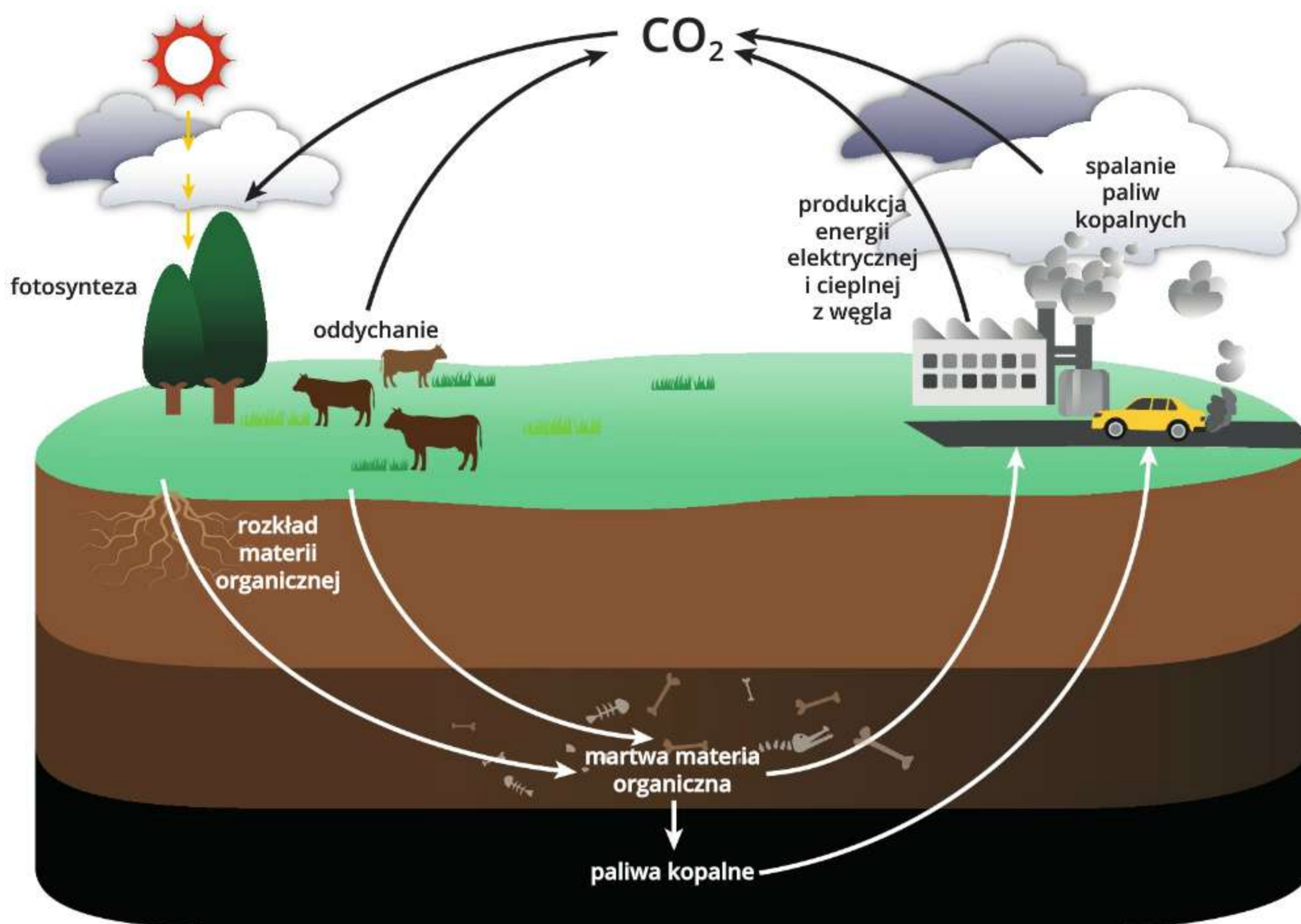
Weryfikacja hipotezy:

Hipoteza została potwierdzona.



Obieg węgla w przyrodzie

Węgiel nieustannie krąży w przyrodzie. Znajduje się w organizmach. Tlenek węgla(IV) bierze udział w procesie fotosyntezy. Naturalnymi źródłami tlenku węgla(IV) są organizmy (oddychanie komórkowe, procesy fermentacyjne), butwienie (rozkład materii organicznej w obecności tlenu pod wpływem bakterii i grzybów) i wybuchy wulkanów. Antropogeniczne źródła tlenku węgla(IV) to m.in. spalanie paliw kopalnych (np. środki transportu) i produkcja energii oparta na spalaniu węgla.



Zapamiętaj! To ważne!

Tlenki

To związki tlenu z metalami i niemetalami. Większość otrzymuje się w reakcji syntezy pierwiastków z tlenem.

Otrzymywanie większości tlenków metali



Otrzymywanie tlenków niemetalu



Tlenek węgla(IV) (w 25 °C, 1013 hPa)

Jest bezbarwnym i bezwonny gazem. W porównaniu z innymi gazami dobrze rozpuszcza się w wodzie. Ma gęstość większą od gęstości powietrza. Jest niepalny i nie podtrzymuje spalania. Można go wykryć za pomocą wody wapiennej, która pod jego wpływem mętnieje.

Sprawdź się!

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

1	Tlen tworzy związki chemiczne z metalami i niemetalami.	P	F
2	Tlenek węgla(IV) jest stosowany w gaśnicach wodnych.	P	F
3	Tlenek węgla(II) powoduje mętnienie wody wapiennej.	P	F

2. Podaj nazwy systematyczne związków chemicznych o następujących wzorach: CO, BaO, SO₂, SO₃, N₂O, Cl₂O, Fe₂O₃, CuO, Li₂O.

3. Podaj wzory sumaryczne związków chemicznych o następujących nazwach: tlenek wapnia, tlenek sodu, tlenek żelaza(II), tlenek azotu(IV), tlenek azotu(V).

4. Wśród substancji o wzorach: CO, Al₂O₃, BaO, SO₃, N₂O, Cl₂O, Fe₂O₃ wskaż te, które są tlenkami metali.



5. Na podstawie dostępnych źródeł informacji ustal nazwy systematyczne oraz wzory związków o podanych nazwach zwyczajowych.

a) magnezja palona

b) czad

c) krzemionka

d) wapno palone

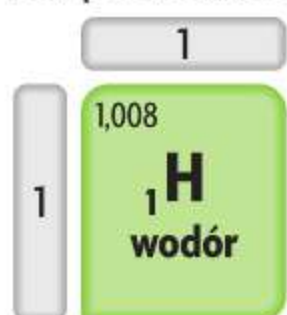
5.4 Wodór – paliwo przyszłości



Ponad 100 lat temu po niebie latały unoszone przez wodór statki powietrzne – sterowce. Niestety w 1937 r. doszło do katastrofy największego ze sterowców – Hindenburga, podczas której zginęło 36 osób. Wodór wypełniający sterowce zyskał miano łatwopalnego gazu. Od tej pory sterowce napełnia się tylko helem. **Obecnie o wodorze mówi się, że jest paliwem przyszłości.**

Budowa cząsteczki wodoru

Na podstawie położenia w układzie okresowym wiadomo, że wodór:



- ▶ znajduje się w 1. grupie – jego atom ma 1 elektron walencyjny;
- ▶ znajduje się w 1. okresie – jego atom ma 1 powłokę elektronową;
- ▶ jest niemetalem.

Atomowi wodoru brakuje 1 elektronu, aby uzyskać dublet elektronowy – trwałą konfigurację elektronową powłoki walencyjnej. Z tego powodu atom wodoru tworzy 1 wspólną parę elektronową z drugim atomem wodoru, czyli wiązanie kowalencyjne niespolaryzowane. W ten sposób powstaje cząsteczka wodoru z wiązaniem pojedynczym.

Wzór elektronowy kropkowy	Wzór elektronowy kreskowy	Wzór strukturalny	Wzór sumaryczny	Model
H••H	H—H	H—H	H ₂	

Wodór reaguje z metalami i niemetalami, w wyniku czego powstają **wodorki**.

Wodorki niemetalu			
wzór	nazwa	otrzymywanie	zastosowanie
NH ₃	amoniak	$\text{N}_2 + 3 \text{H}_2 \xrightarrow{\text{kat.}} 2 \text{NH}_3$	produkcja nawozów mineralnych (tzw. sztucznych)
HCl	chlorowodór	$\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{temp.}} 2 \text{HCl}$	produkcja kwasu chlorowodorowego
H ₂ S	siarkowodór	$\text{H}_2 + \text{S} \xrightarrow{\text{temp.}} \text{H}_2\text{S}$	produkcja siarki i jej związków chemicznych

Otrzymywanie i właściwości wodoru

Wodór można otrzymać różnymi sposobami, m.in.

- ▶ w reakcji rozkładu wody pod wpływem prądu elektrycznego: $2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{H}_2\uparrow + \text{O}_2\uparrow$;
- ▶ w reakcji niektórych metali z kwasami, np. $\text{Mg} + 2 \text{HCl} \rightarrow \text{MgCl}_2 + \text{H}_2\uparrow$.

Doświadczenie 1

Reakcja cynku z kwasem chlorowodorowym



Problem badawczy:

Czy w reakcji cynku z kwasem chlorowodorowym powstanie wodór?

Sprzęt:

2 probówki, statyw z łapą, łyżeczka, pipeta, korek z rurką odprowadzającą, krystalizator, łuczywo, zapalarka

Hipoteza:

W reakcji cynku z kwasem chlorowodorowym powstanie wodór.

Odczynniki:

cynk, rozcieńczony kwas chlorowodorowy, woda

Wykonanie:

Do probówki 1 wsyp kilka granulek cynku i dodaj rozcieńczony kwas chlorowodorowy (do ok. 1/3 wysokości). Szybko zamknij probówkę korkiem z rurką odprowadzającą. Drugi koniec rurki włóż do probówki 2 wypełnionej wodą i umieść ją do góry dnem w krystalizatorze z wodą (a). Gdy probówka 2 wypełni się gazem, ostrożnie wyjmij ją z krystalizatora i cały czas trzymaj do góry dnem. Do jej wylotu zbliż zapalone łuczywo (b).

Obserwacje:

W probówce 1 intensywnie wydzielały się pęcherzyki bezbarwnego gazu, które wypychały wodę z probówki 2 (a). Po zbliżeniu zapalonego łuczywa do wylotu probówki 2 słychać było charakterystyczny dźwięk (b).

Wnioski:

W reakcji cynku z kwasem chlorowodorowym powstaje wodór, co potwierdza charakterystyczny dźwięk, który słychać podczas próby palności. Reakcja w probówce 1 zaszła zgodnie z równaniem:



Weryfikacja hipotezy:

Hipoteza została potwierdzona.



Właściwości wodoru

fizyczne (25 °C, 1013 hPa)

- ▶ bezbarwny gaz
- ▶ bardzo słabo rozpuszcza się w wodzie (może być zbierany nad wodą)
- ▶ ma gęstość mniejszą od gęstości powietrza

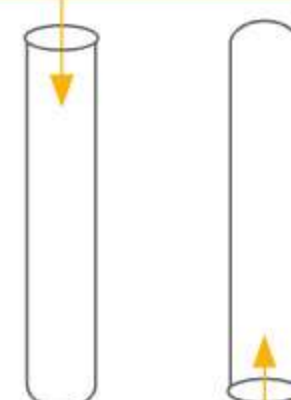
chemiczne

- ▶ bez zapachu
- ▶ palny
- ▶ nie podtrzymuje spalania
- ▶ aktywny chemicznie

Wodór ma gęstość mniejszą od gęstości powietrza, co pozwalało na unoszenie się sterowców w powietrzu. Podczas doświadczeń trzeba pamiętać, aby sposób zbierania gazów powiązać z ich gęstością.

Tlen i tlenek węgla(IV) mają gęstość większą od gęstości powietrza, dlatego te gazy zbiera się **do naczyń skierowanych dnem do dołu**. Wodór ma gęstość mniejszą od gęstości powietrza, dlatego zbiera się go **do naczyń skierowanych dnem do góry**.

kierunek zbierania
tlenu i tlenku węgla(IV)



kierunek zbierania
wodoru

Zastosowania wodoru



W przemyśle spożywczym jest stosowany do produkcji margaryny.



Jako dodatek do gazu osłonowego jest stosowany w tzw. spawaniu łukowym.



Skroplony wodór to składnik paliwa raketowego (w przyszłości planuje się całkowite zastąpienie paliw ropopochodnych wodorem).



Jest substratem w syntezie wielu związków chemicznych, np. amoniaku, z którego produkuje się m.in. nawozy mineralne.

Zapamiętaj! To ważne!

Wodór

Jest niemetalem. W przyrodzie występuje w postaci dwuatomowych cząsteczek (H_2), w których jest wiązanie kowalencyjne niespolaryzowane.

Właściwości wodoru (25 °C, 1013 hPa)

To bezbarwny i bezwonny gaz. Bardzo słabo rozpuszcza się w wodzie. Jego gęstość jest mniejsza od gęstości powietrza. Jest palny, ale nie podtrzymuje spalania.

Przykładowe metody otrzymywania wodoru

- ▶ rozkład wody pod wpływem prądu elektrycznego
- ▶ reakcja niektórych metali z kwasami

Sprawdź się!

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

1	W cząsteczce wodoru występuje wiązanie kowalencyjne spolaryzowane.	P	F
2	Wodór tworzy związki chemiczne z metalami i niemetalami.	P	F
3	Amoniak powstaje w reakcji chloru z wodorem.	P	F
4	Podczas spalania wodoru można usłyszeć charakterystyczny dźwięk.	P	F

2. Która właściwość fizyczna wodoru umożliwia zbieranie tego gazu nad wodą?

3. W dwóch probówkach zebrano osobno tlen i wodór.
W jaki sposób można odróżnić te dwa bezbarwne i bezwonne gazy?

4. Dlaczego zbiorniki z wodorem trzeba przechowywać z dala od źródeł ciepła?



5. Po katastrofie sterowca Hindenburg w 1937 r. przestano używać wodoru w tego typu maszynach. Zaczęto stosować hel, który ma inne właściwości chemiczne niż wodór. Na podstawie dostępnych źródeł informacji podaj, jaka właściwość chemiczna helu wpłynęła na to, że zaczęto go stosować w statkach powietrznych.

5.5 Pozostałe składniki powietrza.

Korozja



Sojusz to układ między co najmniej dwoma państwami. Kraje członkowskie zobowiązują się współpracować i wzajemnie sobie pomagać. **W przyrodzie również obserwuje się współpracę między co najmniej dwoma gatunkami, np. grzybami i korzeniami niektórych roślin czy bakteriami azotowymi i roślinami bobowatymi (tzw. motylkowymi).**

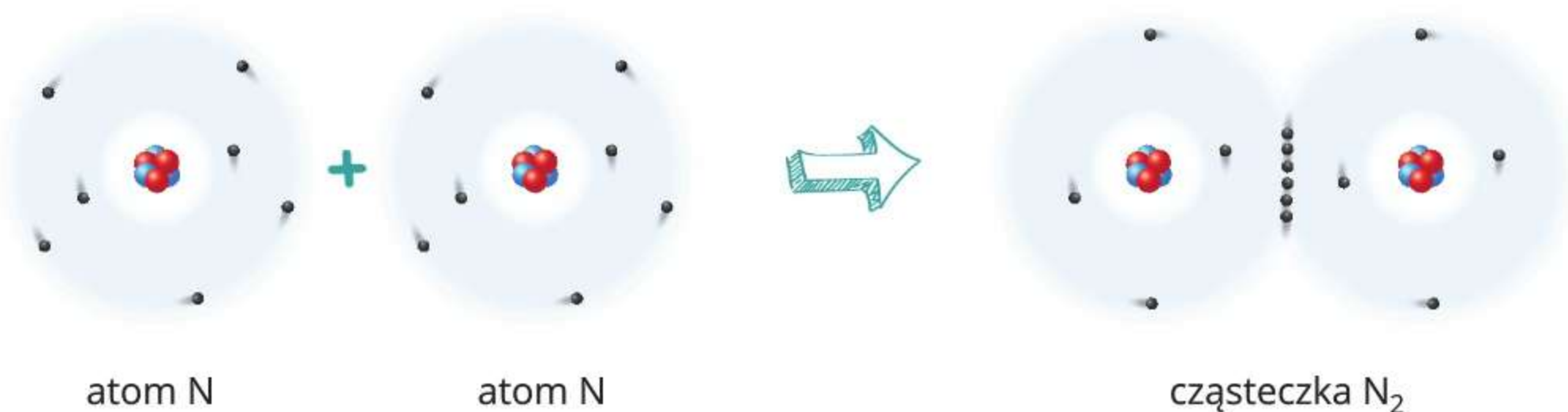
Budowa cząsteczki azotu

15	14,01
2	7 N azot

Na podstawie położenia w układzie okresowym wiadomo, że azot:

- ▶ znajduje się w 15. grupie – jego atom ma 5 elektronów walencyjnych;
- ▶ znajduje się w 2. okresie – jego atom ma 2 powłoki elektronowe;
- ▶ jest niemetalem.

Atomowi azotu brakuje 3 elektronów, aby uzyskać oktet elektronowy – trwałą konfigurację elektronową powłoki walencyjnej. Z tego powodu atom azotu tworzy 3 wspólne pary elektronowe z drugim atomem azotu, czyli wiązania kowalencyjne niespolaryzowane. W ten sposób powstaje cząsteczka azotu z wiązaniem potrójnym.



Wzór elektronowy kropkowy	Wzór elektronowy kreskowy	Wzór strukturalny	Wzór sumaryczny	Model
$\text{:N} \cdot \cdot \cdot \text{N:}$	$ \text{N} \equiv \text{N} $	$\text{N} \equiv \text{N}$	N_2	

Właściwości azotu

Właściwości azotu

fizyczne (25 °C, 1013 hPa)

- ▶ bezbarwny gaz
- ▶ słabo rozpuszcza się w wodzie (może być zbierany nad wodą)
- ▶ ma gęstość mniejszą od gęstości powietrza

chemiczne

- ▶ bez zapachu
- ▶ niepalny
- ▶ nie podtrzymuje spalania
- ▶ mało aktywny chemicznie

Doświadczenie 1

Wykrywanie azotu w fasoli i mięsie



Problem badawczy:

Czy w skład fasoli i mięsa wchodzi azot?

Sprzęt:

2 probówki, łyżeczka, łapa drewniana, palnik, zapalarka, statyw do probówek

Wykonanie:

W jednej probówce umieść ziarno fasoli (1), a w drugiej – kawałek surowego mięsa (2). Do obu probówek dodaj po płaskiej łyżeczce wodorotlenku wapnia. Zawartości probówek ogrzewaj w płomieniu.

Obserwacje:

W czasie ogrzewania próbek było czuć nieprzyjemny zapach.

Wnioski:

Nieprzyjemny zapach pochodzi od amoniaku – związku chemicznego azotu i wodoru. Badane produkty spożywcze zawierają azot.

Weryfikacja hipotezy: Hipoteza została potwierdzona.

Hipoteza:

W skład fasoli i mięsa wchodzi azot.

Odczynniki:

ziarno fasoli, surowe mięso, wodorotlenek wapnia



Zastosowania azotu



Ciekły azot jest stosowany do wymrażania tzw. kurzajek i łagodnych zmian skórnych.



Ciekły azot jest środkiem chłodzącym wykorzystywanym m.in. do przechowywania materiału biologicznego.

Azot



Jest składnikiem mieszanki stosowanej przy pakowaniu próżniowym żywności, np. chipsów.



Jest substratem w produkcji wielu związków chemicznych wykorzystywanych m.in. jako nawozy mineralne (sztuczne).

Azot w przyrodzie

Azot to pierwiastek o dużym znaczeniu biologicznym. Wchodzi w skład aminokwasów i nukleotydów (podstawowych składników m.in. DNA). Zasoby azotu są duże – stanowi on aż 78 % powietrza. Jednak w postaci gazowej, czyli cząsteczek N_2 , jest nieprzyswajalny przez większość organizmów. Zdolność do pobierania azotu z powietrza i przetwarzania go w formy przyswajalne mają tzw. bakterie azotowe. Występują one wolno lub w symbiozie z roślinami bobowatymi, np. łąbinem czy koniczyną. Dzięki temu azot nieustannie krąży w przyrodzie.



Koniczyna



Łubin

Właściwości i zastosowania gazów szlachetnych

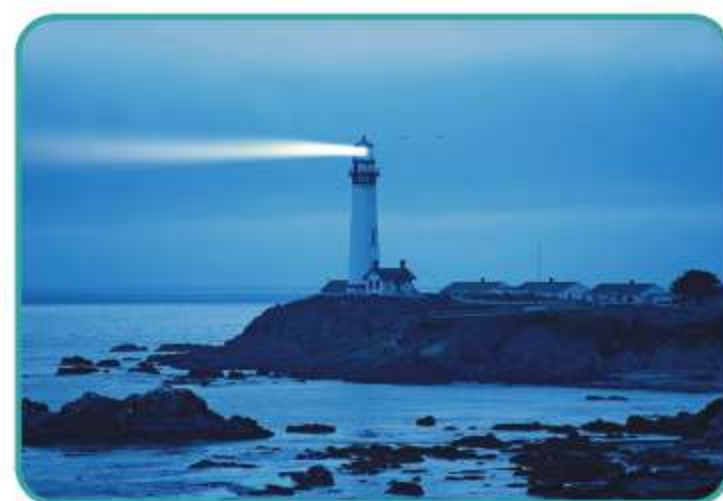
Gazy szlachetne to hel, neon, argon, krypton, ksenon i radon. Są bezbarwne, niepalne i nie podtrzymują spalania. Znajdują się w 18. grupie układu okresowego. Ich atomy mają trwałą konfigurację elektronową powłoki walencyjnej i są bierne chemicznie. Z tego powodu w przyrodzie helowce występują w postaci pojedynczych atomów.



Hel jest stosowany do napełniania sterowców i balonów.



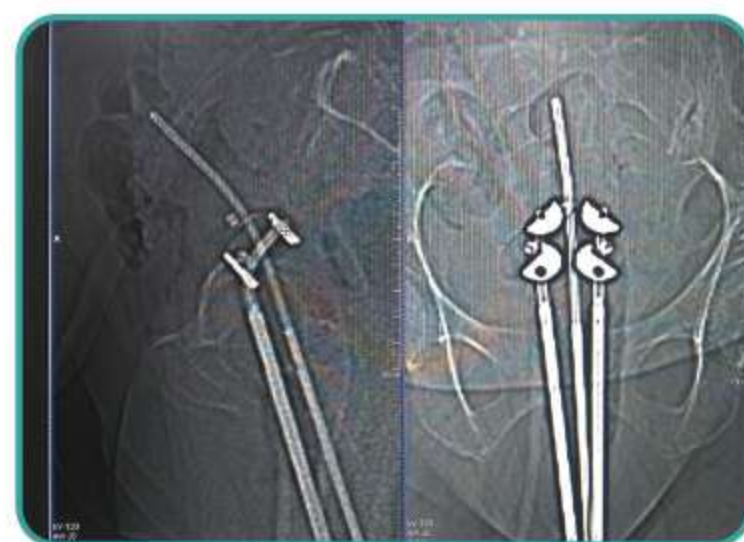
Argon jest wykorzystywany podczas spawania jako gaz ochronny.



Ksenon jest stosowany do wypełniania lamp i żarówek o dużej mocy.



Krypton słabo przewodzi ciepło, dlatego wypełnia się nim np. żarówki.



Radon jest stosowany w radioterapii.

Gazy szlachetne



Hel, neon, argon, krypton i ksenon pod wpływem prądu elektrycznego emitują kolorowe światło, dlatego są stosowane w produkcji lamp i laserów.

Korozja

Powietrze oddziałuje na materię. Na przykład żelazo i jego stopy pod wpływem tlenu z powietrza ulegają **korozji** i pokrywają się **rdzą**.



Korozja to proces stopniowego niszczenia materiału, np. wykonanego z metalu lub stopu, pod wpływem czynników zewnętrznych, np. gazów znajdujących się w powietrzu, czynników atmosferycznych.

Rdza to krucha i brunatna warstwa związków żelaza utworzona na powierzchni przedmiotu wykonanego z żelaza lub jego stopu.

W zależności od czynników występujących w środowisku proces niszczenia materiału może przebiegać w różnym tempie.

Czynniki wpływające na szybkość korozji

- ▶ obecność wody
- ▶ obecność soli, np. chlorku sodu
- ▶ zmiany temperatury otoczenia
- ▶ zmiany ciśnienia otoczenia
- ▶ napężanie materiału
- ▶ zanieczyszczenia środowiska



Korozja karoserii samochodu

Metody ochrony przed korozją

- ▶ izolowanie od czynników zewnętrznych, np. garażowanie samochodu
- ▶ pokrywanie farbami, lakierami lub smarami
- ▶ pokrywanie tworzywem sztucznym
- ▶ pokrywanie warstwą innego metalu, np. niklu, chromu lub cynku



Chromowane elementy motocykla

Doświadczenie 2



Badanie wpływu różnych czynników na szybkość korozji

Problem badawczy:

Jak woda i sól kuchenna wpływają na szybkość korozji?

Sprzęt:

4 probówki, statyw, pipeta, łyżeczka, palnik, zapalarka, łapa drewniana

Hipoteza:

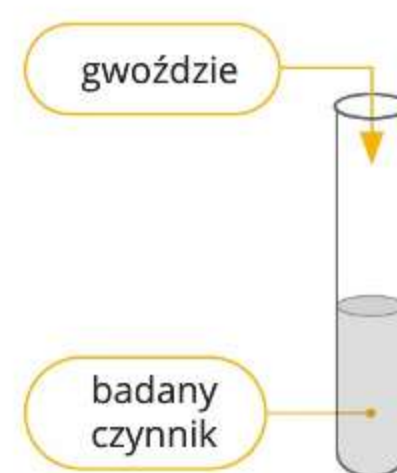
Woda i sól kuchenna przyspieszają korozję.

Odczynniki:

12 stalowych gwoździ, woda wodociągowa, sól kuchenna, środek suszący, olej rzepakowy

Wykonanie:

Probówki napełnij kolejno: pierwszą – ok. 5 cm³ wody (1), drugą – ok. 5 cm³ osolonej wody (2), trzecią – środkiem suszącym (3), a czwartą – wodą z dodatkiem oleju (4). W każdej probówce umieść po trzy gwoździe. Następnie zawartość probówki 4 ogrzej przez ok. 20 minut. Odstaw próbki na 24 godziny.

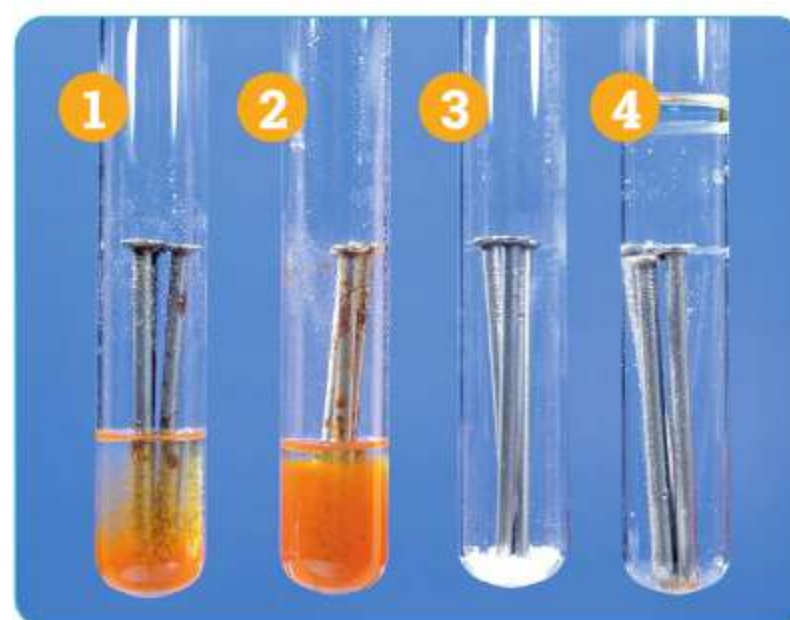


Obserwacje:

Gwoździe znajdujące się w probówkach z wodą (1) oraz osoloną wodą (2) pokryły się brązowym nalotem. W drugim przypadku brązowego nalotu było więcej (2). Na dnie probówek 1 i 2 znajdowała się również brunatna substancja. Gwoździe znajdujące się w probówkach ze środkiem suszącym (3) oraz wodą z olejem (4) nie zmieniły swojego wyglądu.



24 godz.



Wnioski:

Gwoździe w styczności z wodą ulegają korozji pod wpływem tlenu rozpuszczonego w wodzie. Dodatek soli przyspiesza ten proces. Gwoździe nie ulegają korozji w obecności środka suszącego, który pochłania parę wodną z powietrza, oraz w ogrzanej mieszaninie wody i oleju, ponieważ ogrzewanie powoduje usunięcie rozpuszczonego w wodzie tlenu, a warstwa oleju zapobiega ponownemu rozpuszczeniu tego gazu.

Weryfikacja hipotezy: Hipoteza została potwierdzona.

Zapamiętaj! To ważne!

Azot (w 25 °C, 1013 hPa)

To bezbarwny i bezwonny gaz. Słabo rozpuszcza się w wodzie. Jego gęstość jest mniejsza od gęstości powietrza. Jest niepalny i nie podtrzymuje spalania.

Gazy szlachetne (w 25 °C, 1013 hPa)

To bezbarwne gazy. Są niepalne i nie podtrzymują spalania. Ich atomy mają trwałą konfigurację elektronów walencyjnych, dlatego są bierne chemicznie.

Czynniki wpływające na szybkość korozji

- ▶ obecność wody
- ▶ obecność soli
- ▶ zmiany temperatury i ciśnienia otoczenia
- ▶ naprężenie materiału
- ▶ zanieczyszczenia środowiska

Ochrona przed korozją

- ▶ izolowanie od czynników zewnętrznych
- ▶ pokrywanie lakierami, farbami, smarami
- ▶ pokrywanie tworzywem sztucznym
- ▶ pokrywanie warstwą innego metalu

Sprawdź się!

1. Na podstawie układu okresowego podaj masy atomowe wszystkich gazów szlachetnych.
2. Określ położenie kryptonu w układzie okresowym. Podaj liczbę elektronów walencyjnych atomu kryptonu.
3. Wyjaśnij, dlaczego gazy szlachetne są bierne chemicznie.
4. Hel ma gęstość mniejszą od gęstości powietrza. Balony wypełnione tym gazem szybko unoszą się w powietrzu.
W jakim położeniu należy trzymać probówkę, w której znajduje się hel, tak aby gaz ten zbyt szybko nie opuścił naczynia: dnem do góry czy dnem do dołu? Uzasadnij swoją odpowiedź.
5. Kompostowanie to metoda przetwarzania odpadów organicznych pochodzenia roślinnego. Polega na przekształceniu materii organicznej przez bakterie, grzyby i dżdżownicowate w próchnicę.
Na podstawie dostępnych źródeł informacji podaj pięć przykładów odpadów organicznych (roślin lub ich części), które zawierają dużo azotu.

5.6 Zanieczyszczenia powietrza

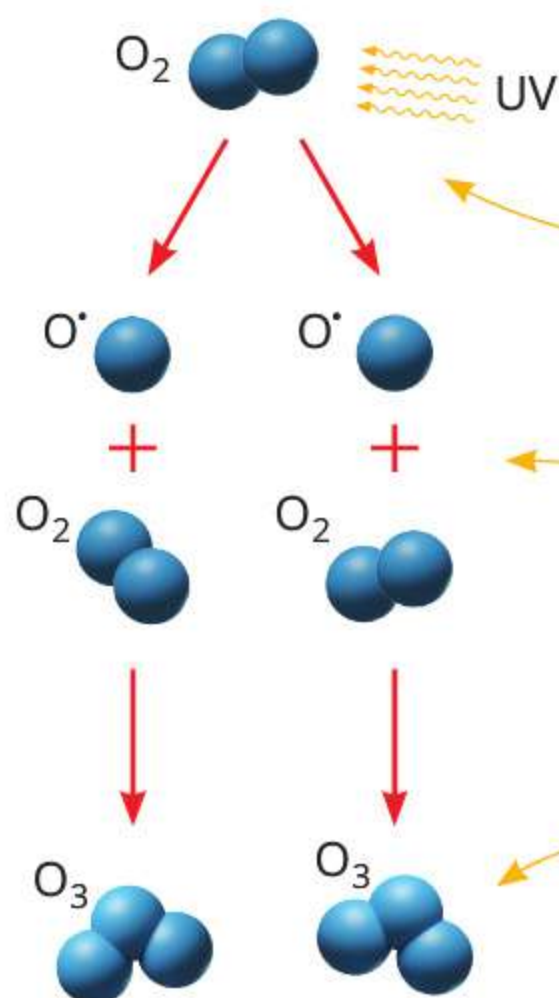


Gwałtowne zmiany pogody, powstawanie smogu czy wyginięcie wielu gatunków zwierząt są spowodowane zanieczyszczeniami środowiska. Ziemia jest tylko jedna. Nie ma planety B (ang. *there's no planet B* [ders no! planet bi]). Musimy dbać o Ziemię – nasz dom. **Zmiana naszych codziennych, nawet – wydawałoby się – mało znaczących nawyków, np. rezygnacja z plastikowych woreczków czy z wody butelkowanej, będzie miała ogromny wpływ na stan środowiska.**

Ozon – naturalny słoneczny filtr

Przypuszcza się, że w początkowym okresie istnienia atmosfera ziemską składała się głównie z tlenku węgla(IV), azotu, pary wodnej i gazów szlachetnych. Gdy para wodna skropliła się, powstały morza i oceany. W tym czasie natężenie promieniowania ultrafioletowego (UV) było bardzo wysokie. Życie istniało tylko pod powierzchnią wody. Z czasem w morzach i oceanach pojawiły się prymitywne sinice, które w procesie fotosyntezy wykorzystywały energię słoneczną i tlenek węgla(IV). Powstający tlen znajdował się nie tylko w wodzie, lecz także zaczął przedostawać się do atmosfery. Tam działało na niego promieniowanie UV, w wyniku czego powstała odmiana tlenu – **ozon (O_3)**.

Schemat modelowy powstawania ozonu



Promieniowanie UV jest pochłanianie przez cząsteczki tlenu. Wiązania chemiczne między atomami tlenu się rozrywają. Powstają atomy tlenu.

Atomy tlenu wiążą się z cząsteczkami tlenu.

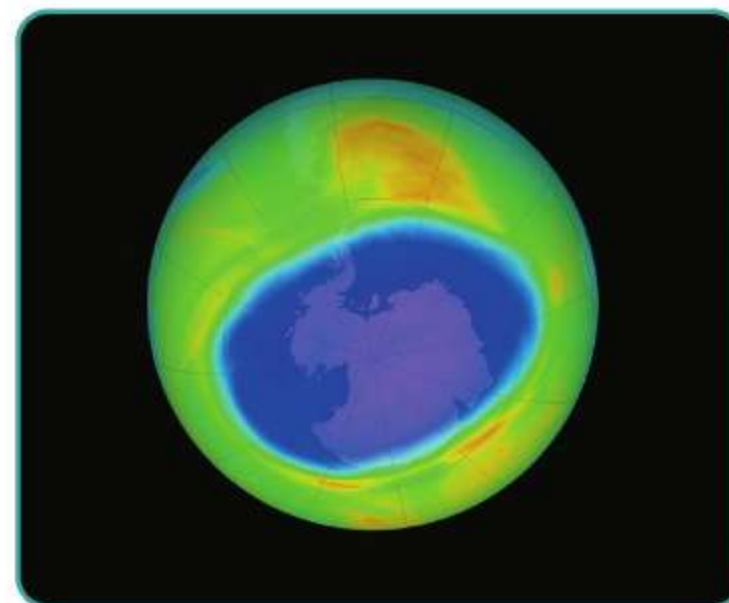
Powstają trójatomowe cząsteczki ozonu.

Dziura ozonowa

Ozon jest naturalnym słonecznym filtrem. W stratosferze tworzy warstwę – **ozonosferę**, która zatrzymuje szkodliwe promieniowanie UV.

Od 1912 r. naukowcy obserwowali nietypowo wyglądające chmury tworzące się wiosną w obszarach bieguna południowego. Już wtedy oszacowali, że warstwa ozonu nad tym rejonem jest bardzo cienka. Na początku lat 80. XX w. badacze stwierdzili, że z roku na rok ozonosfera robi się coraz cieńsza, zwłaszcza w rejonie Antarktydy. Zjawisko to nazwano **dziurą ozonową**.

Zwiększanie się dziury ozonowej było spowodowane wzrostem zawartości chloru i bromu w stratosferze. Oba pierwiastki pochodziły z **freonów i halonów** – związków chemicznych wykorzystywanych m.in. w gaśnicach, cieczeniach chłodniczych i aerozolach. Brom i chlor w wyższych partiach atmosfery wchodziły w reakcje z ozonem, w wyniku czego warstwa ozonowa się zmniejszała. W 1978 r. zakazano używania substancji powodujących niszczenie ozonosfery.



Zdjęcie satelitarne zasięgu dziury ozonowej nad Antarktydą w 2020 r.



Przedwczesne starzenie się skóry



Nowotwory skóry

Skutki nadmiernej ekspozycji
na promieniowanie ultrafioletowe (UV)



Osłabienie odporności

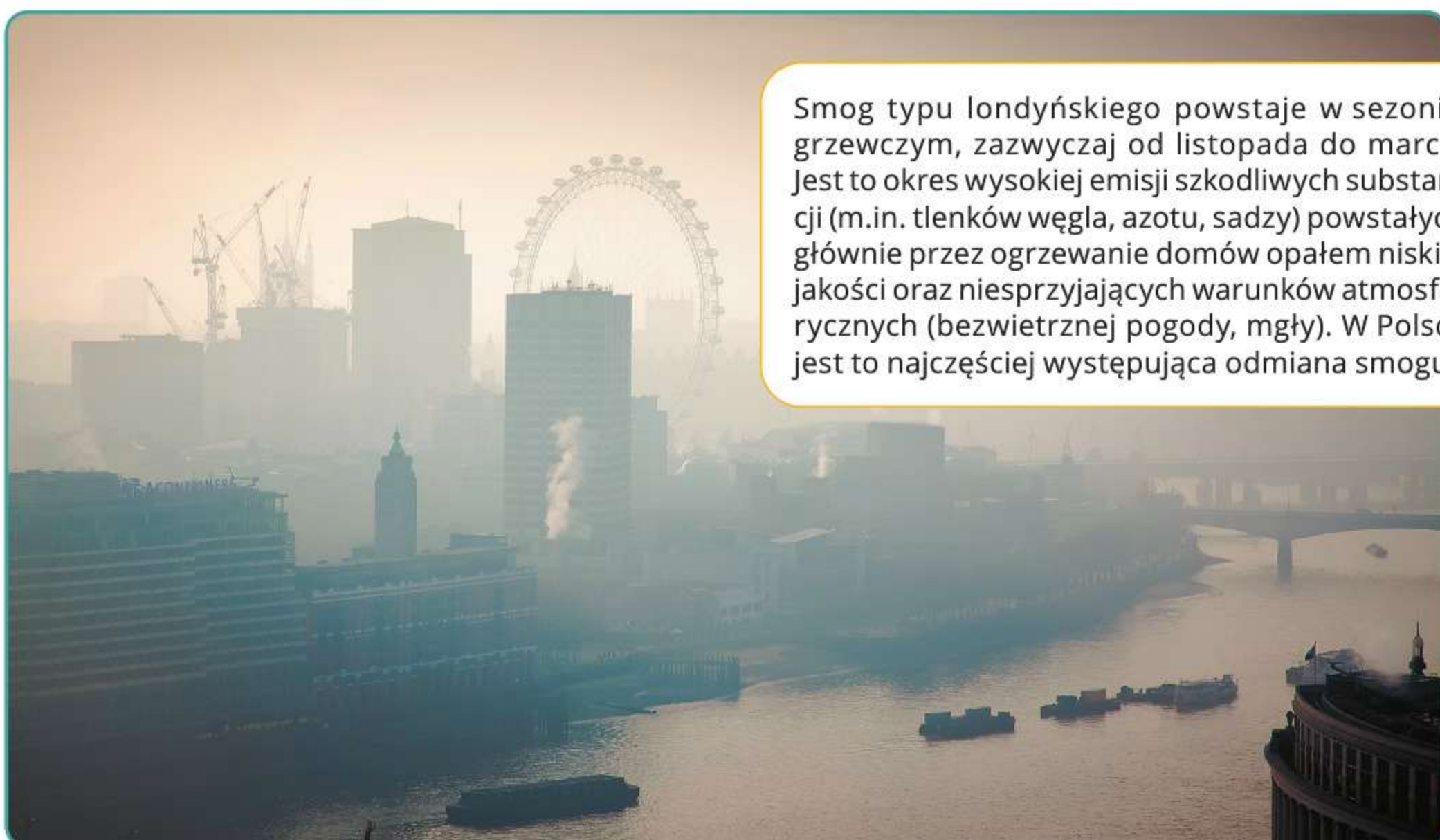


Niszczenie organizmów

Smog

Wskutek działalności człowieka emisja zanieczyszczeń do atmosfery rozpoczęła się już w XVIII w. podczas wielkiej rewolucji przemysłowej.

Rozwój cywilizacji wiązał się z zapotrzebowaniem gospodarki na ogromne dostawy energii. Najlepszym paliwem okazał się węgiel. Niestety, wskutek jego eksploatacji w Wielkiej Brytanii doszło do kataklizmu. W grudniu 1952 r. w Londynie znacznie spadła temperatura powietrza. Dodatkowo pojawiła się gęsta mgła. W całym mieście znacząco zwiększyło się zużycie węgla do ogrzewania domów. Powstający dym mieszał się z powietrzem i powodował jego skażenie. Tak powstał **smog** (ang. *smoke* [smołk] – dym, *fog* – mgła), czyli mieszanina mgły i zanieczyszczeń (tlenków węgla, siarki i azotu oraz pyłów). **Wielki smog londyński** spowodował śmierć kilkudziesięciu tysięcy osób.



Smog typu londyńskiego powstaje w sezonie grzewczym, zazwyczaj od listopada do marca. Jest to okres wysokiej emisji szkodliwych substancji (m.in. tlenków węgla, azotu, sadzy) powstałych głównie przez ogrzewanie domów opałem niskiej jakości oraz niesprzyjających warunków atmosferycznych (bezwietrznej pogody, mgły). W Polsce jest to najczęściej występująca odmiana smogu.

Do 2015 r. z powodu smogu rocznie umierało prawie 10 000 londyńczyków.

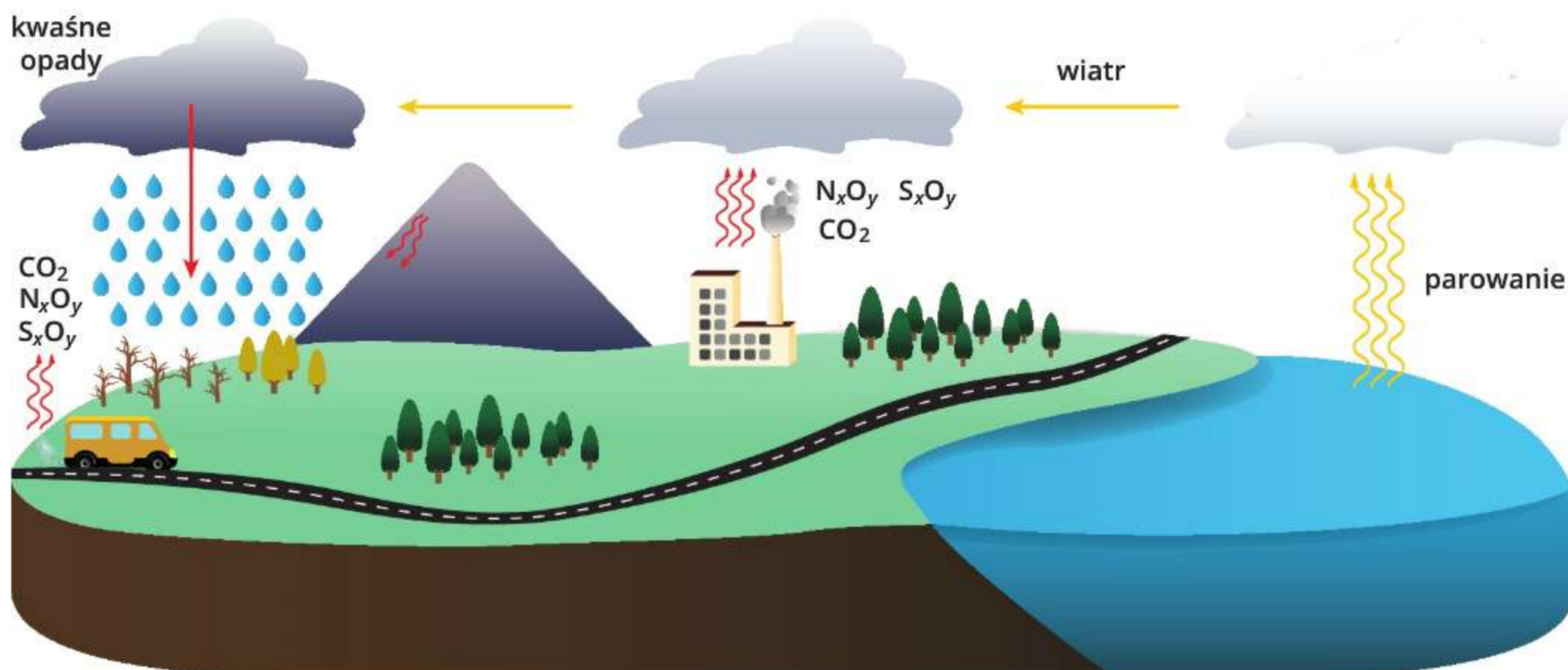
Problem smogu dotyczy również Polski, zwłaszcza południa naszego kraju. Głównymi jego przyczynami są:

- ▶ instalacje grzewcze, które nie spełniają norm środowiskowych;
- ▶ spalanie niskiej jakości węgla (np. z dużą zawartością siarki lub wilgotnego), odpadów z tworzywa sztucznego, kolorowego papieru, drewna pokrytego farbami, lakierami i impregnatem;
- ▶ transport drogowy (głównie pojazdy z silnikiem diesla, stare autobusy i maszyny budowlane);
- ▶ zakłady przemysłowe, np. huty, koksownie i elektrownie ciepłowne.

Skutkiem wdychania smogu jest większe prawdopodobieństwo zapadalności na choroby nowotworowe (np. płuc), choroby układu oddechowego (np. astmę), choroby układu krążenia (np. miażdżycę), choroby układu nerwowego (np. padaczkę) i choroby układu rozrodczego (np. niepłodność).

Kwaśne opady

Tlenki siarki i azotu oraz tlenek węgla(IV) to gazy, które powstają m.in. wskutek działalności człowieka. W górnych partiach atmosfery reagują z wodą, w wyniku czego powstają kwasy. Powstałe związki chemiczne wraz z opadami wracają na Ziemię w postaci kwaśnych opadów.



Zakwaszanie zbiorników wodnych i gleby



Niszczenie budynków i konstrukcji stalowych



Obumieranie drzew



Choroby układu oddechowego, np. zapalenie płuc

Skutki
kwaśnych
opadów

Wzrost efektu cieplarnianego

Utrzymywanie ciepła na Ziemi, czyli **naturalny efekt cieplarniany**, jest spowodowane obecnością w atmosferze tzw. **gazów cieplarnianych**, do których zalicza się m.in. freony, metan, tlenek węgla(IV) i tlenki azotu. Zatrzymują one ciepło, dzięki czemu na Ziemi panuje temperatura odpowiednia do życia. Wzrost ilości gazów cieplarnianych powoduje zatrzymywanie większej ilości ciepła w atmosferze, dlatego na naszej planecie rośnie temperatura – wzrasta efekt cieplarniany. Skutkuje to globalnym ociepleniem i zmianami klimatu.



Powodzie



Pożary lasów

Skutki wzrostu
efektu cieplarnianego



Huragany



Masowe wymieranie
gatunków roślin i zwierząt

Poprawa stanu środowiska

Zanieczyszczenia spowodowały ogromne, często nieodwracalne straty w środowisku przyrodniczym. Skala tych strat jest tak duża, że natura nie jest już w stanie sobie sama z nimi poradzić. Dlatego tak ważne jest, aby każdy z nas przyczynił się do poprawy stanu środowiska.



Tworzenie zielonych terenów w miastach



Ograniczenie nadmiernej wycinki lasów i sadzenie nowych drzew

Sposoby ograniczania zanieczyszczeń powietrza



Korzystanie z rowerów, komunikacji miejskiej, aut elektrycznych



Korzystanie z odnawialnych źródeł energii



Segregowanie odpadów

Tlenek azotu(IV)

Tlenek azotu(IV) to brunatny, toksyczny gaz o ostrym zapachu. Jest jednym z najgroźniejszych związków chemicznych skażających powietrze. Jego głównym źródłem są spaliny pochodzące z silników, które napędzają samochody, statki i inne maszyny ciężkie. Wysokie stężenie tlenku azotu(IV) jest bardzo niebezpieczne dla zdrowia.

Doświadczenie 1



Działanie tlenku azotu(IV) na rośliny

Problem badawczy:

Czy tlenek azotu(IV) powoduje niszczenie roślin?

Sprzęt:

eksykator próżniowy, probówka z boczną rurką, pipeta, statyw z łapą, rurka odprowadzająca, szczypce, korek

Hipoteza:

Tlenek azotu(IV) powoduje niszczenie roślin.

Odczynniki:

drut miedziany, stężony kwas azotowy(V), roślina w doniczce

Wykonanie:

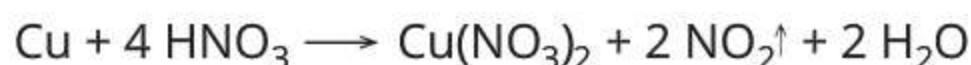
W ekcykatorze umieść roślinę i zamknij go. Do probówki wlej ok. 5 cm³ stężonego kwasu azotowego(V) i wrzuć kawałek miedzianego drutu. Naczynie szybko zamknij korkiem. Rurką połącz probówkę z ekcykatorem. Obserwuj zawartość probówki, a po ok. 5 godzinach oceń wygląd liści.

Obserwacje:

Zawartość probówki stała się zielona. Wydzielał się brunatny gaz, który przemieszczał się do ekcykatora. Po 5 godzinach liście były zwiędnięte. Pojawiły się na nich żółte i brązowe plamy.

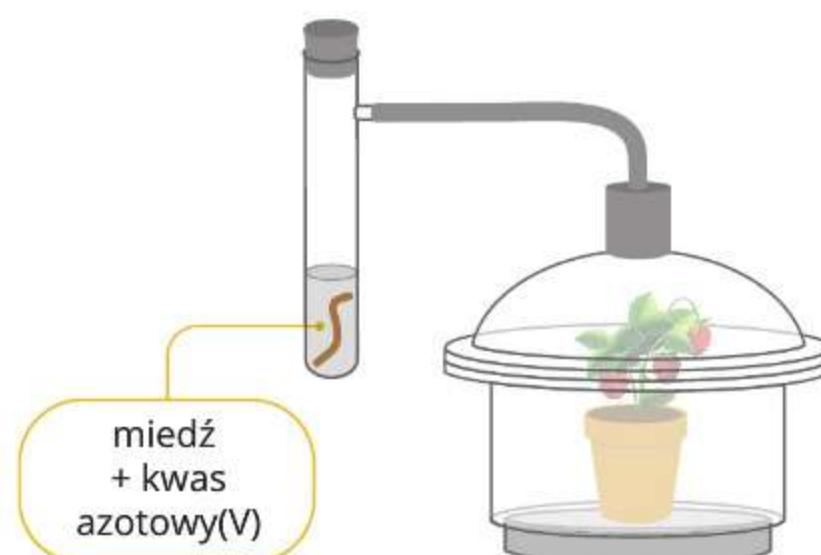
Wnioski:

W probówce wydzielił się tlenek azotu(IV), który spowodował niszczenie rośliny. Reakcja w probówce zaszła zgodnie z równaniem:



Weryfikacja hipotezy:

Hipoteza została potwierdzona.



Zapamiętaj! To ważne!

Dziura ozonowa

Zjawisko zmniejszenia się ilości ozonu w stratosferze.

Smog

Mieszanina mgły i zanieczyszczeń (tlenków węgla, siarki i azotu oraz pyłów).

Skutki zanieczyszczeń powietrza

Kwaśne opady

Opady atmosferyczne, które zawierają kwasy powstające w reakcji wody i tlenków siarki oraz azotu.

Wzrost efektu cieplarnianego

Wzrost temperatury spowodowany zatrzymywaniem ciepła w atmosferze przez gazy cieplarniane.

Sprawdź się!

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

1	Wzór sumaryczny ozonu to O_3 .	P	F
2	Smog jest przyczyną chorób układu oddechowego.	P	F
3	Przyczyną zwiększania się dziury ozonowej jest zwiększona emisja spalin.	P	F
4	Tlenek azotu(IV) powoduje szybszy wzrost roślin.	P	F

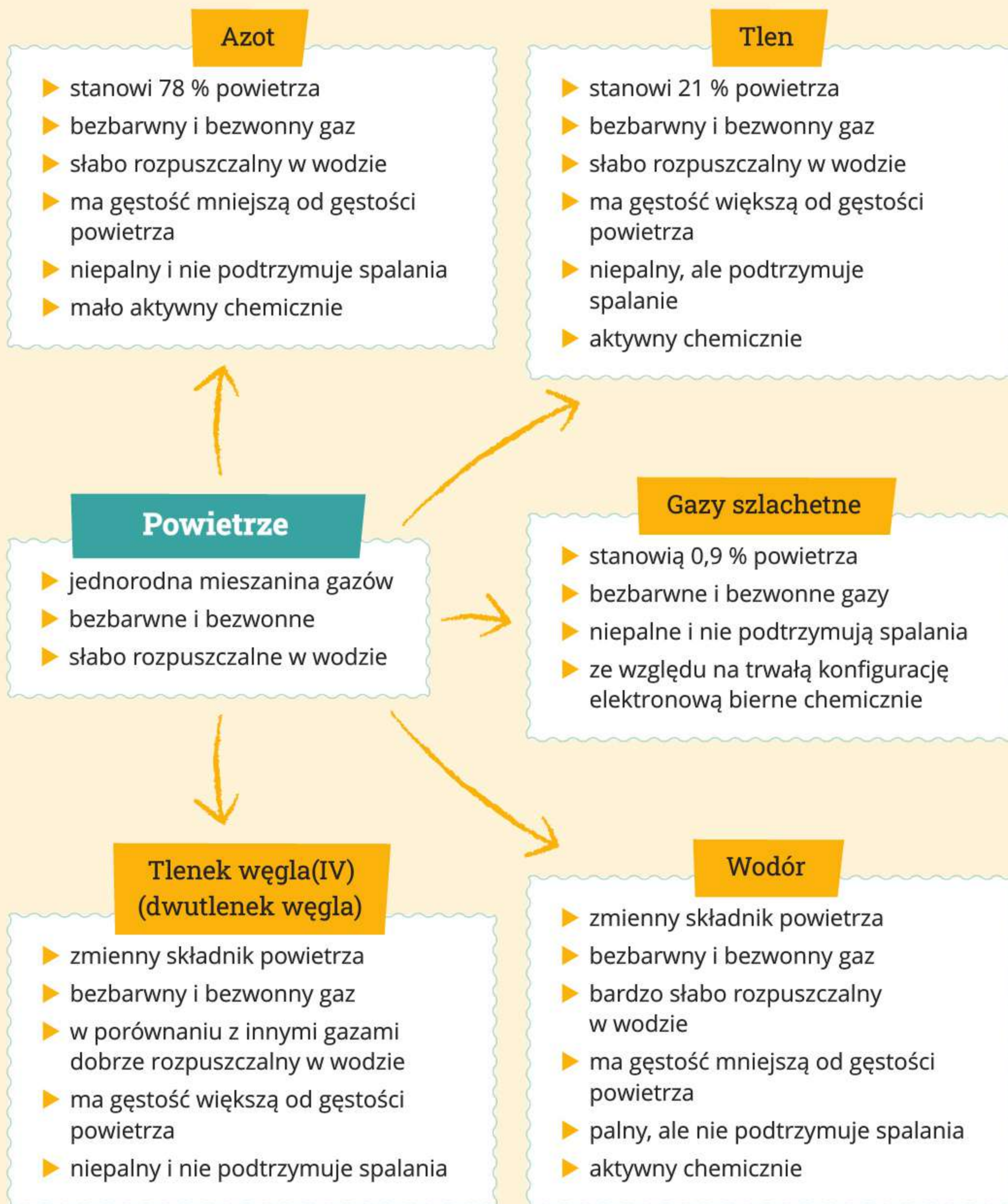
2. Podaj nazwy zakładów przemysłowych w twojej okolicy, które mogą przyczyniać się do zwiększenia emisji tlenku węgla(IV) do atmosfery.

3. Wykonaj plakat, na którym przedstawisz sposoby ograniczania zanieczyszczeń powietrza.



4. Na podstawie karty charakterystyki tlenku azotu(IV) opisz, jak należy postępować z osobą, która została narażona na wdychanie tego związku chemicznego.

Powietrze i jego składniki (w 25 °C, 1013 hPa)



Tlenki

związki tlenu z metalami i niemetalami

otrzymywanie większości
tlenków metali

$\text{metal} + \text{tlen} \longrightarrow \text{tlenek metalu}$

otrzymywanie
tlenków niemetalu

$\text{niemetal} + \text{tlen} \longrightarrow \text{tlenek niemetalu}$

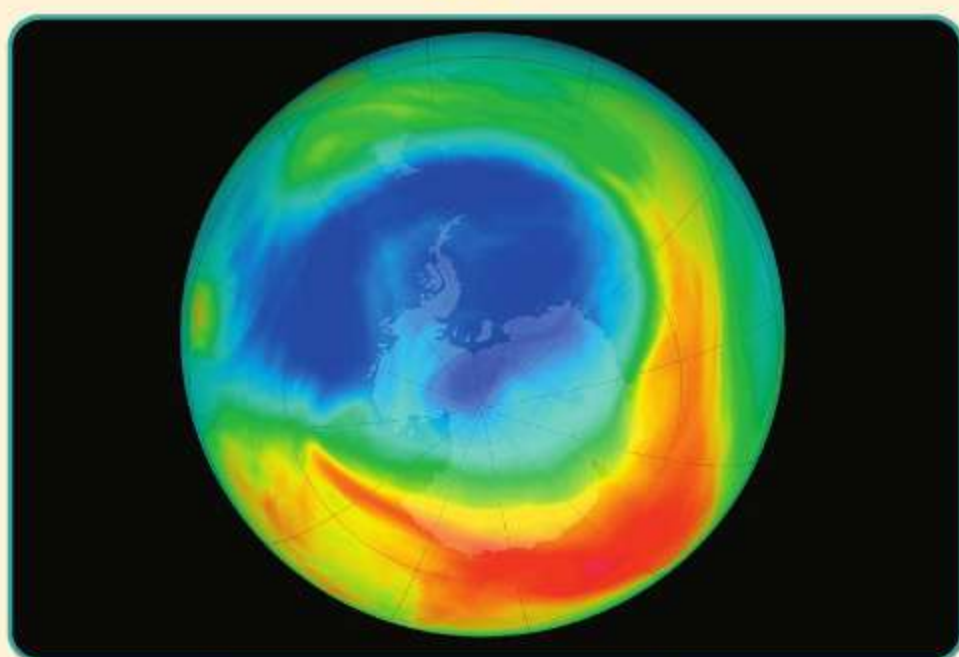


Smog



Kwaśne opady

Skutki
zanieczyszczenia
powietrza



Dziura ozonowa



Wzrost efektu cieplarnianego

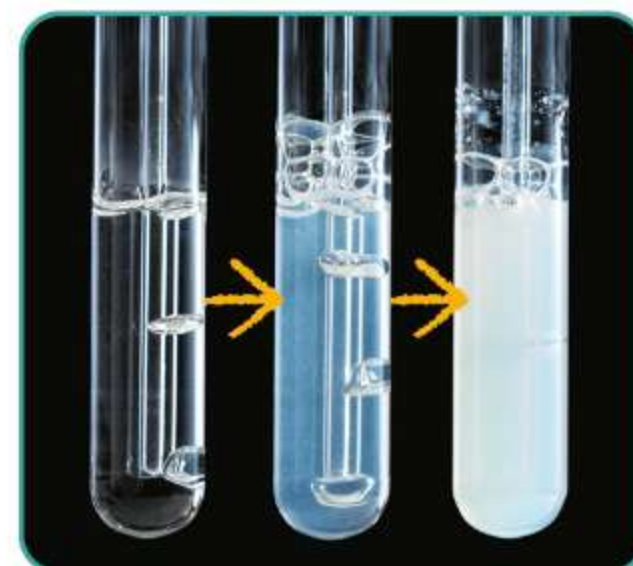
Odpowiedzi zapisz w zeszycie.

1. Która właściwość fizyczna tlenu umożliwia zbieranie tego gazu nad wodą?

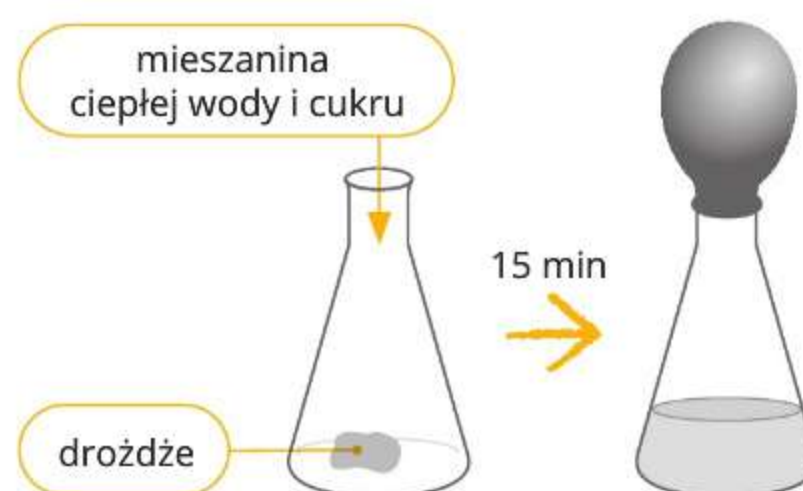
2. Wskaż poprawne dokończenie zdania.

Na zdjęciu obok przedstawiono identyfikację

- A. wodoru.
- B. tlenku węgla(IV).
- C. tlenu.
- D. azotu.



3. Na schemacie obok przedstawiono przebieg doświadczenia. Do kolby z drożdżami wiano mieszaninę sporządzoną z połowy szklanki ciepłej wody i łyżki cukru. Następnie na wylot naczynia nałożono balon. Po 15 minutach balon wypełnił się gazem. Zaproponuj metodę, dzięki której zidentyfikujesz powstający gaz.



4. Ustal nazwy systematyczne związków chemicznych o podanych wzorach.

- | | | |
|--------------|--------------|------------|
| a) K_2O | d) Al_2O_3 | g) CuO |
| b) CaO | e) CO_2 | h) SiO_2 |
| c) Cl_2O_3 | f) CrO | i) HgO |

5. Ustal wzory sumaryczne związków chemicznych o podanych nazwach.

- | | |
|---------------------|---------------------|
| a) tlenek magnezu | d) tlenek miedzi(I) |
| b) tlenek baru | e) tlenek arsenu(V) |
| c) tlenek węgla(II) | f) tlenek rtęci(I) |

6. Tlenek żelaza(III) ma intensywną czerwoną barwę, dlatego wykorzystuje się go jako barwnik. Podaj wzór sumaryczny tego tlenku i oblicz jego masę cząsteczkową.

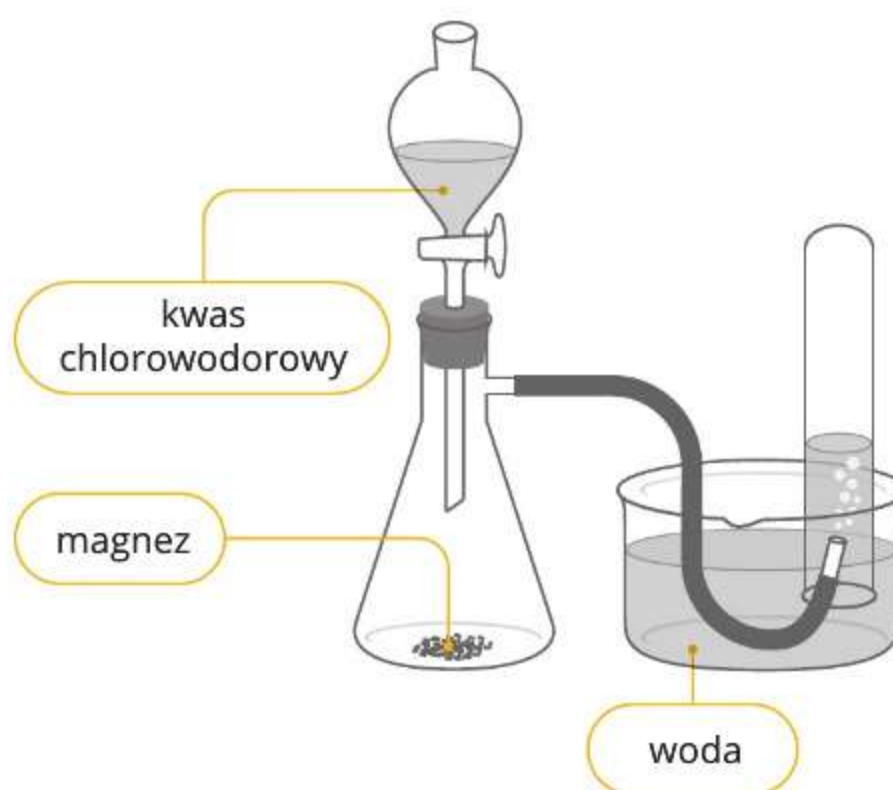
7. Wymień czynniki wpływające na szybkość korozji.

8. Podaj poprawne informacje, których brakuje w zdaniach.

- I. _____ ma wzór sumaryczny O_3 . Jego warstwa w stratosferze chroni organizmy przed szkodliwym działaniem _____.
- II. _____ to mieszanina mgły i zanieczyszczeń. Na terenach, gdzie długotrwale utrzymuje się to zjawisko, obserwuje się wzrost zachorowalności ludzi na choroby układu _____, _____ i _____.

9. Uczennica wykonała doświadczenie zilustrowane schematem obok. W wyniku reakcji w probówce zebrał się gaz. Po zbliżeniu zapalonego łuczywa do wylotu tej probówki słychać było charakterystyczny dźwięk.

- a) Podaj nazwę gazu, który zebrał się w probówce.
- b) Jaka właściwość fizyczna tego gazu umożliwia zbieranie go nad wodą?



10. Rozstrzygnij i uzasadnij, w jakim położeniu należy trzymać probówkę, w której znajduje się tlenek węgla(IV) o gęstości większej od gęstości powietrza: dnem do góry czy dnem do dołu.

11. Skład procentowy zanieczyszczeń powodujących smog w pewnej miejscowości jest następujący:

- ▶ 51 % – gazy i pyły pochodzące ze spalania surowców kopalnych, np. do ogrzewania gospodarstw domowych;
- ▶ 34 % – niezidentyfikowane cząstki materii, np. gleba i pył drogowy;
- ▶ 15 % – gazy pochodzące ze spalin komunikacyjnych.

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

1	Smog w tej miejscowości powstaje głównie w wyniku zmieszania się powietrza ze spalinami.	P	F
2	Smog może powodować m.in. choroby układów oddechowego i nerwowego oraz przyczyniać się do zwiększenia zachorowalności na choroby nowotworowe.	P	F

- b) Wyjaśnij, dlaczego smog jest najczęściej obserwowany zimą.
- c) Zaproponuj trzy sposoby ograniczenia zanieczyszczeń powietrza.

DZIAŁ

VI

WODA I ROZTWORY WODNE

Roztwór, koloid, zawiesina

Odczyn roztworu

Rozpuszczalność
i stężenie
procentowe

O czym
to
będzie?



6.1 Woda – właściwości i rola w przyrodzie

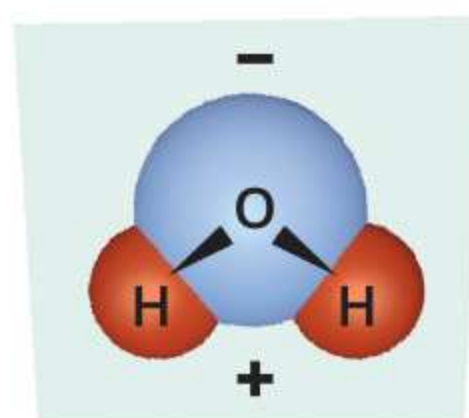


Woda to związek chemiczny niezbędny do utrzymania procesów życiowych zachodzących w ciele człowieka.

Jeśli jej brakuje, w krótkim czasie następuje śmierć organizmu. To właśnie woda była pierwszą substancją, której poszukiwali geofizycy na Marsie, bo to by oznaczało, że może istnieć tam życie.

Budowa cząsteczki wody

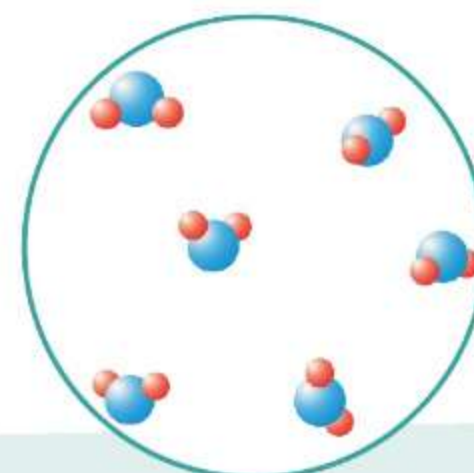
Cząsteczka wody (H_2O) jest zbudowana z jednego atomu tlenu oraz dwóch atomów wodoru (dlatego inna nazwa wody to monotlenek diwodoru; gr. *mono* – jeden, *di* – dwa) połączonych ze sobą wiązaniami kowalencyjnymi spolaryzowanymi ($\Delta E_{\text{O-H}} = 3,4 - 2,2 = 1,2$).



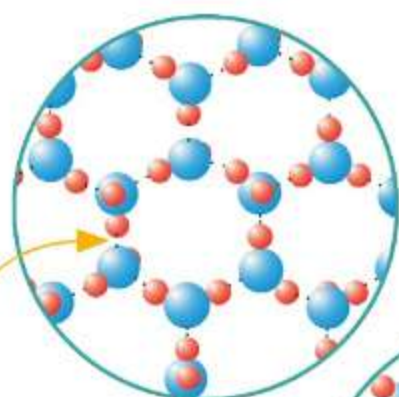
Cząsteczki wody są **dipolami**. Z tego powodu w stanie ciekłym oraz stałym występują między nimi słabe oddziaływania elektrostatyczne polegające na tym, że atom wodoru jednej cząsteczki wody jest przyciągany przez wolną parę elektronową atomu tlenu sąsiadującej cząsteczki wody. Te oddziaływania są nazywane **wiązaniami wodorowymi**.

Ułożenie cząsteczek wody w zależności od stanu skupienia

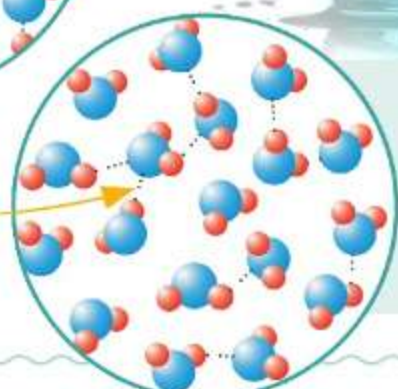
W stanie stałym cząsteczki wody tworzą regularne struktury, które utrzymują się dzięki wiązanom wodorowym. Odległości między cząsteczkami wody są większe niż w stanie ciekłym.



W stanie gazowym odległości między cząsteczkami wody są duże, dlatego słabo ze sobą oddziałują.



wiązanie wodorowe



W stanie ciekłym cząsteczki wody są ułożone blisko siebie. Między nimi nieustannie pękają i powstają wiązania wodorowe.

Doświadczenie 1

Rozkład wody pod wpływem prądu elektrycznego



Problem badawczy:

Ile wynosi stosunek ilościowy tlenu do wodoru w cząsteczce wody?

Hipoteza:

Stosunek ilościowy tlenu do wodoru w cząsteczce wody wynosi 1 : 2.

Sprzęt:

zlewka, 2 probówki, 2 elektrody, 2 przewody z krokodylkami, bateria 4,5 V, statyw

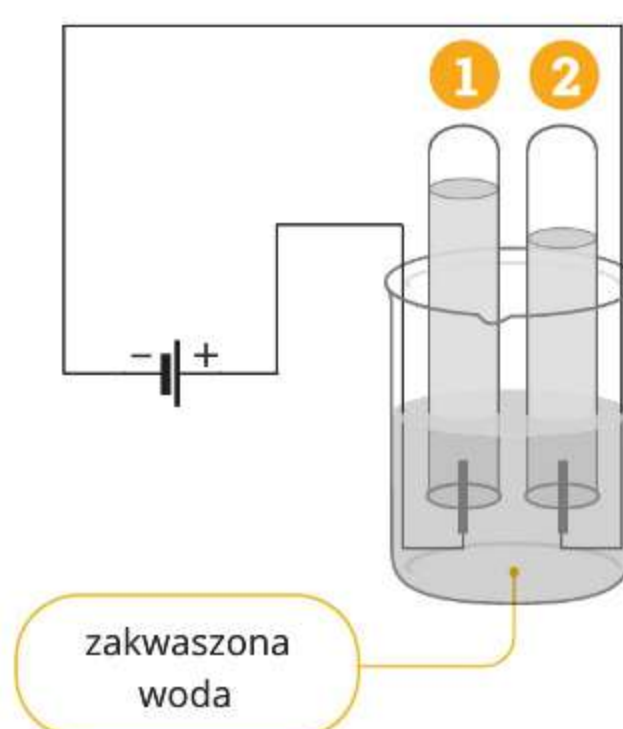
Odczynniki:

woda, kwas siarkowy(VI)

Wykonanie:

Do zlewki z wodą zakwaszoną kwasem siarkowym(VI) (lekko zakwaszona woda przewodzi prąd) włoż do góry dnem dwie probówki napełnione tą samą mieszaniną. W probówkach umieść elektrody połączone przewodami z baterią.

Porównaj objętości gazów zebranych w probówkach. Następnie do wylotu probówki zawierającej mniejszą ilość gazu zbliż rozżarzone łuczywo, a do wylotu probówki zawierającej większą ilość gazu zbliż zapalone łuczywo.

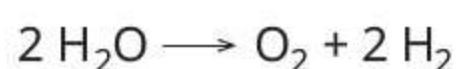


Obserwacje:

Podczas przepuszczania prądu przez zakwaszoną wodę w obu probówkach intensywnie wydzielają się pęcherzyki bezbarwnych gazów. Po zakończeniu wydzielania się gazów w probówce, w której znajdowała się elektroda połączona z dodatnim biegunem baterii, zebrało się dwa razy mniej gazu (1) niż w probówce, w której znajdowała się elektroda połączona z ujemnym biegunem baterii (2). Rozżarzone łuczywo po zbliżeniu do wylotu probówki 1 się zapaliło. Gaz z probówki 2 pod wpływem zapalonego łuczywa spalał się z charakterystycznym dźwiękiem.

Wnioski:

W probówkach zebrały się dwie substancje: tlen – gaz podtrzymujący spalanie – i wodór – gaz spalający się z charakterystycznym dźwiękiem. Objętość zebranego tlenu jest dwa razy mniejsza od objętości zebranego wodoru, zgodnie z równaniem reakcji:



Weryfikacja hipotezy: Hipoteza została potwierdzona.



Właściwości wody

- ▶ Woda jest substancją bezbarwną, bezwoną i bez smaku.
- ▶ Pod ciśnieniem 1013,25 hPa (normalne ciśnienie atmosferyczne) woda wrze w $t = 100\text{ }^{\circ}\text{C}$, a zamarza w $t = 0\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- ▶ Gęstość wody rośnie wraz ze wzrostem temperatury, aż w $t = 4\text{ }^{\circ}\text{C}$ osiąga wartość 1 g/cm^3 . Powyżej $t = 4\text{ }^{\circ}\text{C}$ gęstość wody maleje.

Właściwości fizyczne wody zależą od warunków atmosferycznych



Wraz ze spadkiem ciśnienia temperatura wrzenia wody maleje. Na szczycie Tatr – Rysach – gdzie panuje ciśnienie ok. 740 hPa, woda wrze w $t = 92\text{ }^{\circ}\text{C}$. Na szczycie Mount Everest, przy ciśnieniu 310 hPa, woda zacznie wrzeć jeszcze szybciej, bo już w $t = 68\text{ }^{\circ}\text{C}$.



Wraz ze spadkiem temperatury gęstość wody maleje, a objętość rośnie. Podczas zamarzania wody w zamkniętym szklanym naczyniu można zaobserwować, że zwiększa się jej objętość, co może spowodować pęknięcie szkła.

A to ciekawe!

W czasie zamarzania woda zwiększa swoją objętość przy równoczesnym zmniejszeniu gęstości. Lód ma więc mniejszą gęstość od gęstości wody. Unosi się na powierzchni wody, nie tonie. Ta nietypowa zmiana gęstości wody pozwala również na utrzymanie życia zimą w zbiornikach wodnych.



Podczas mrozów woda o temperaturze $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ gromadzi się na dnie, ponieważ ma ona wówczas największą gęstość. Zapewnia to odpowiednie warunki do życia dla roślin i zwierząt.



Ogromne góry lodowe – mimo dużej masy – unoszą się na powierzchni wody i dryfują.

Doświadczenie 2



24 GODZ.

Badanie wpływu spadku temperatury otoczenia na objętość wody

Problem badawczy:

Co się stanie z wodą podczas zamarzania?

Hipoteza:

Podczas zamarzania woda zwiększy swoją objętość.

Sprzęt:

2 jednakowe strzykawki, np. o pojemności 1 cm^3 , plastelina, zamrażarka

Odczynniki:

woda

Wykonanie:

Strzykawki napełnij do połowy wodą ($0,5\text{ cm}^3$). Wyloty strzykawkę zatkaj plasteliną. Jedną strzykawkę włóż do zamrażalnika, w którym panuje temperatura $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$, a drugą pozostaw w temperaturze pokojowej ($20\text{ }^{\circ}\text{C}$). Na następnej lekcji porównaj objętości wody w obu strzykawkach.

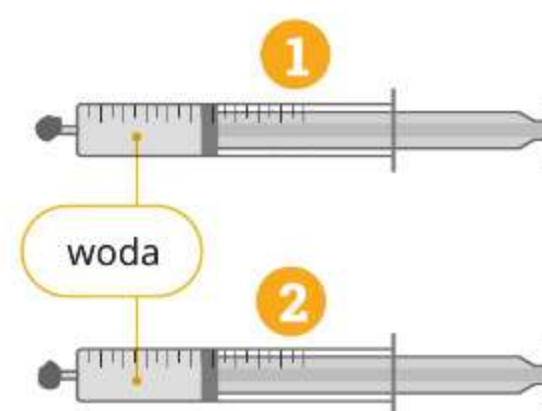
Obserwacje:

Woda umieszczona w zamrażalniku zamarzła i zwiększyła swoją objętość (1), co potwierdza przesunięcie tłoku strzykawki. Woda pozostawiona w temperaturze pokojowej nie zmieniła swojej objętości (2).

Wnioski:

Podczas zmiany stanu skupienia z ciekłego w stały struktura wody ulega zmianie. W czasie zamarzania gęstość wody maleje, co powoduje zwiększenie jej objętości.

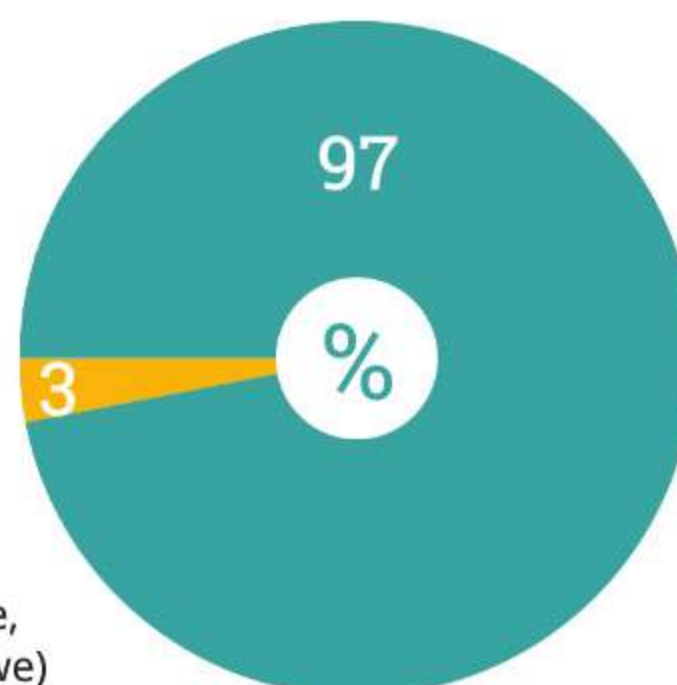
Weryfikacja hipotezy: Hipoteza została potwierdzona.



Występowanie wody na Ziemi

Woda jest najczęściej występującą substancją na naszej planecie. Zajmuje ponad 70 % powierzchni Ziemi.

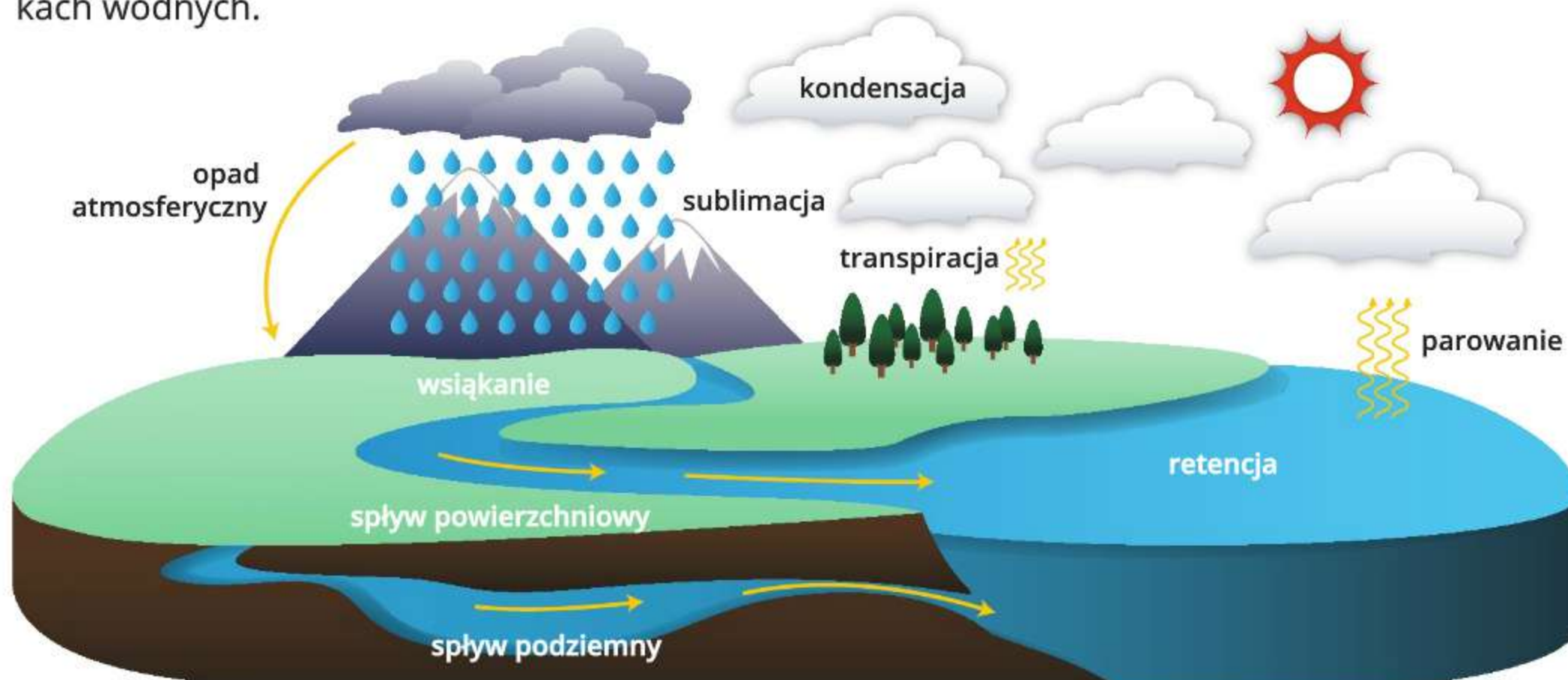
- wody słone (np. morza i oceany)
- wody słodkie (np. jeziora, rzeki, lodowce, wody gruntowe)



▲ Zasoby wody na Ziemi

Obieg wody w przyrodzie

Woda nieustannie krąży w przyrodzie. Obieg wody składa się z takich procesów, jak: **parowanie**, **transpiracja** (parowanie wody z powierzchni roślin), **sublimacja**, **kondensacja** (skraplanie), **opady**, np. w postaci deszczu i śniegu, **wsiąkanie** oraz **spływ powierzchniowy** i **podziemny**. Część zasobów wody nie podlega temu cyklowi i jest czasowo gromadzona (**retencja**), np. w zbiornikach wodnych.



Racjonalna gospodarka wodna

Stale zwiększająca się populacja ludzi wymaga dostarczenia coraz większej ilości wody w coraz krótszym czasie. Niestety, część ludzkości jest zmuszona korzystać z zanieczyszczonych zasobów. Z tego powodu cały czas doskonalą się procesy mające na celu szybsze i dokładniejsze oczyszczanie wody oraz jej oszczędzanie. Ochrona zasobów wody pitnej jest związana również z prowadzeniem racjonalnej gospodarki wodnej.

Sposoby oszczędzania wody w domu



- ▶ Zakręcaj kran podczas mycia zębów.
- ▶ Wybieraj kąpiel pod prysznicem i zakręcaj kran podczas mydlenia się. Ogranicz kąpiele w wannie.
- ▶ Korzystaj z funkcji oszczędzania wody w spłuczce toalety.
- ▶ Uruchamiaj pralkę dopiero po zapełnieniu bębna.
- ▶ Uruchamiaj zmywarkę dopiero po zapełnieniu komory.
- ▶ Instaluj perlatory – specjalne nakładki montowane na końcu kranu, zwiększające napowietrzenie wody.
- ▶ Montuj baterie z mieszaczem, który pozwoli na szybsze ustalanie pożądanej temperatury wody.
- ▶ Wykorzystuj wodę opadową (tzw. deszczówkę) w gospodarstwie domowym, np. do podlewania roślin w ogrodzie albo do spłukiwania toalety.

Zapamiętaj! To ważne!

Woda (H_2O)

- ▶ Cząsteczka wody jest zbudowana z atomów dwóch pierwiastków: tlenu i wodoru. W każdej cząsteczce wody jest dwa razy więcej wodoru niż tlenu.
- ▶ Występuje w trzech stanach skupienia: gazowym, ciekłym i stałym.
- ▶ Wrze w temperaturze $100\text{ }^{\circ}\text{C}$, a zamarza w temperaturze $0\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- ▶ W temperaturze $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ma największą gęstość, równą 1 g/cm^3 .

Występowanie wody na Ziemi

Woda zajmuje ok. 70 % powierzchni naszej planety. Jednak woda słodka jest trudno dostępna w wielu miejscach na Ziemi. Z tego powodu racjonalna gospodarka wodna powinna być prowadzona przez każdego z nas.

Sprawdź się!

1. Na fotografiach przedstawiono fragment obiegu wody w przyrodzie w małej skali. Kolbka wypełniona wodą do $1/3$ wysokości znajduje się w zlewce odwróconej do góry dnem. Ten zestaw stoi na intensywnym źródle ciepła (fot. 1).



- a) Jaki czynnik spowodował zmianę stanu skupienia wody widoczną na fot. 2?
- b) Którego procesu efekt pokazano na fot. 3?

2. Przedstaw równanie reakcji rozkładu wody na tlen i wodór.

3. W temperaturze $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ woda ma największą gęstość, równą 1 g/cm^3 . Oblicz, ile kilogramów waży 1 m^3 wody o temperaturze $4\text{ }^{\circ}\text{C}$.

4. W jakim położeniu należy trzymać probówkę, w której znajduje się wodór o gęstości mniejszej od gęstości powietrza: dnem do góry czy dnem do dołu?

6.2 Rodzaje mieszanin. Roztwory



W otaczającym świecie najczęściej spotykasz związki chemiczne i mieszaniny. Chlorek sodu jest związkiem chemicznym. Powietrze to mieszanina jednorodna gazów. Świeżo wyciśnięty sok pomarańczowy z miąższem to mieszanina niejednorodna.

Rodzaje mieszanin

Woda z innymi substancjami tworzy różnego rodzaju mieszaniny.

Mieszaniny

podział ze względu na wielkość cząstek substancji znajdującej się w cieczy

mieszanina jednorodna

jej składników nie można odróżnić gołym okiem

roztwór właściwy

mieszanina, w której nie widać cząstek substancji rozpuszczonej – są mniejsze od 1 nm

Ocet



mieszanina niejednorodna

jej składniki można odróżnić gołym okiem lub za pomocą prostych przyrządów optycznych

koloid

mieszanina, w której cząstki substancji rozpuszczanej (1–500 nm) są rozproszone w postaci skupisk

Majonez



zawiesina

mieszanina, w której cząstki substancji rozpuszczanej można zobaczyć nawet gołym okiem – są większe od 500 nm

Zupa krem



Doświadczenie 1



Rozpuszczanie cukru, agaru i rozkruszonej kredy w wodzie

Problem badawczy:

Czy cukier, agar* i rozkruszona kreda dobrze rozpuszczają się w wodzie?

Sprzęt:

3 probówki, 3 korki, pipeta, łyżeczka, statyw

Wykonanie:

Do trzech probówek nalej po 5 cm³ wody o temperaturze pokojowej. Następnie dodaj do nich po łyżeczce: do pierwszej – cukru (1), do drugiej – agaru (2), a do trzeciej – rozkruszonej kredy (3). Zamknij probówki korkami i intensywnie wytrząsaj. Odstaw je do statywu.

Obserwacje:

W probówce 1 podczas wytrząsania stopniowo malała ilość cukru, aż mieszanina stała się jednorodna, bezbarwna i przejrzysta. W probówce 2 agar zaczął pęcznieć i zwiększył swoją objętość. Utworzył substancję o galaretowatej konsystencji, która opadła na dno naczynia. Zawartość probówki 3 miała mleczną barwę. Wraz z upływem czasu na dnie tej probówki było widać biały osad.

Wnioski:

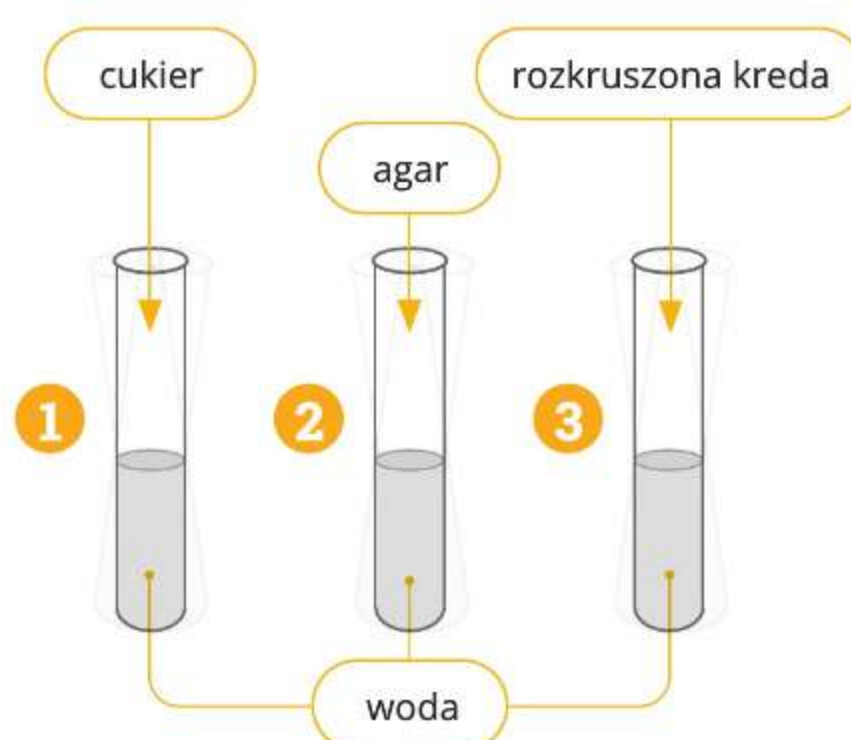
Cukier dobrze rozpuścił się w wodzie i utworzył mieszaninę jednorodną – roztwór właściwy. Agar i rozkruszona kreda nie rozpuściły się w wodzie tak dobrze jak cukier – utworzyły mieszaniny niejednorodne. W probówce 2 można było dostrzec drobne ziarenka spęczniałego agaru – powstał koloid. W probówce 3 drobiny były większe niż w probówce 2 – powstała zawiesina.

Hipoteza:

Cukier dobrze rozpuszcza się w wodzie, a agar i rozkruszona kreda nie rozpuszczają się dobrze w wodzie.

Odczynniki:

woda, cukier, agar (lub żelatyna), rozkruszona kreda (lub mąka)



Weryfikacja hipotezy: Hipoteza została potwierdzona.

* Substancja żelująca pochodzenia roślinnego. Jest zamiennikiem żelatyny w kuchni wegańskiej.

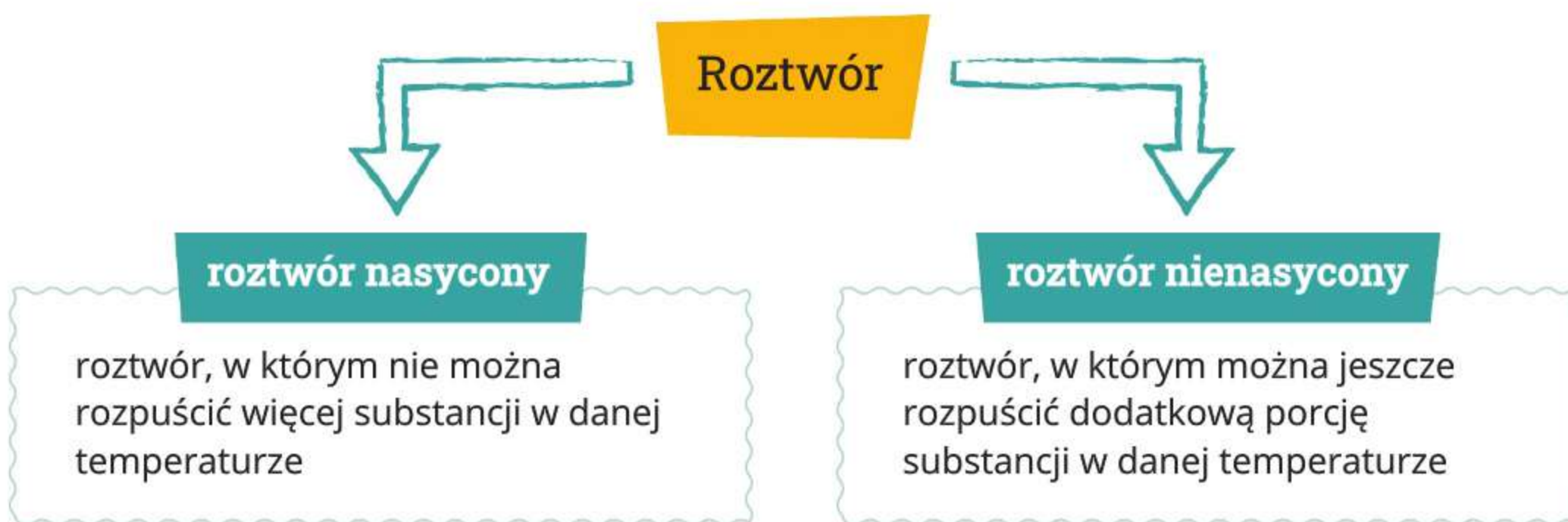
Roztwory

Roztwór składa się z rozpuszczalnika i substancji w nim rozpuszczanej.



roztwór = rozpuszczalnik + substancja rozpuszczana

Rozpuszczalnik (np. woda) jest zazwyczaj substancją dominującą w roztworze. Substancją rozpuszczaną może być ciecz, ciało stałe lub gaz. Niektóre substancje dobrze rozpuszczają się w rozpuszczalniku, a inne rozpuszczają się w nim tylko w niewielkim stopniu.



Doświadczenie 2

Otrzymywanie nasyconego roztworu siarczanu(VI) miedzi(II)



Problem badawczy:

Ile gramów siarczanu(VI) miedzi(II) rozpuści się w 10 cm³ wody o $t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$?

Sprzęt:

cylinder miarowy, probówka, statyw, waga laboratoryjna, naczynko wagowe, bagietka

Wykonanie:

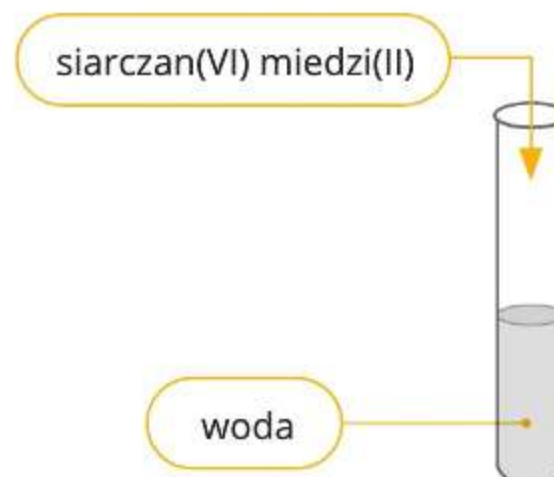
Do probówki z 10 cm³ wody dodawaj po 1 g siarczanu(VI) miedzi(II) i za każdym razem mieszaj do całkowitego rozpuszczenia substancji. Czynności powtarzaj do momentu, aż mimo mieszania w probówce będą widoczne kryształy siarczanu(VI) miedzi(II).

Hipoteza:

W 10 cm³ wody o $t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ rozpuści się mniej niż 3 g siarczanu(VI) miedzi(II).

Odczynniki:

woda destylowana, siarczan(VI) miedzi(II)



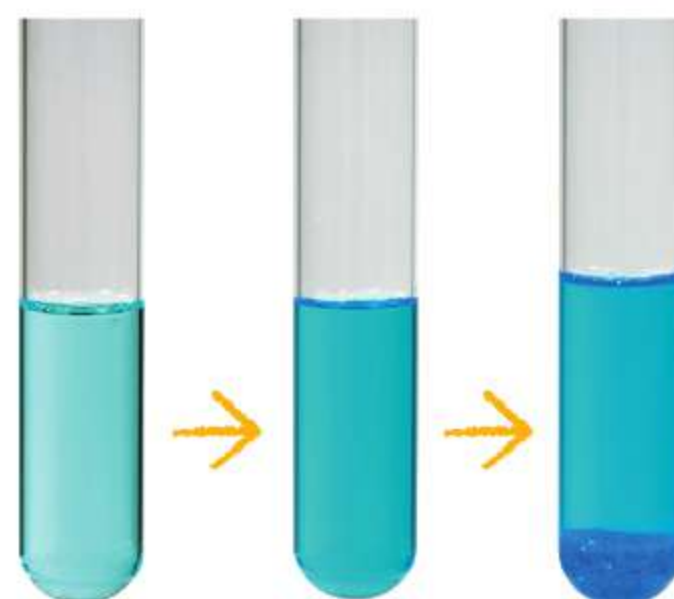
Obserwacje:

Po dodaniu pierwszej porcji siarczanu(VI) miedzi(II) do wody powstał jasnoniebieski roztwór. Po dodaniu drugiej porcji tej substancji roztwór miał bardziej intensywną niebieską barwę. Po dodaniu trzeciej porcji substancji roztwór stał się jeszcze ciemniejszy, a na dnie naczynia było widać niebieskie kryształki.

Wnioski:

Zarówno po dodaniu pierwszej porcji (1 g) siarczanu(VI) miedzi(II) do wody, jak i drugiej porcji, substancja rozpuściła się całkowicie – powstał roztwór nienasycony. Dopiero trzecia porcja tej substancji nie rozpuściła się w całości, co oznacza, że powstał roztwór nasycony.

Weryfikacja hipotezy: Hipoteza została potwierdzona.



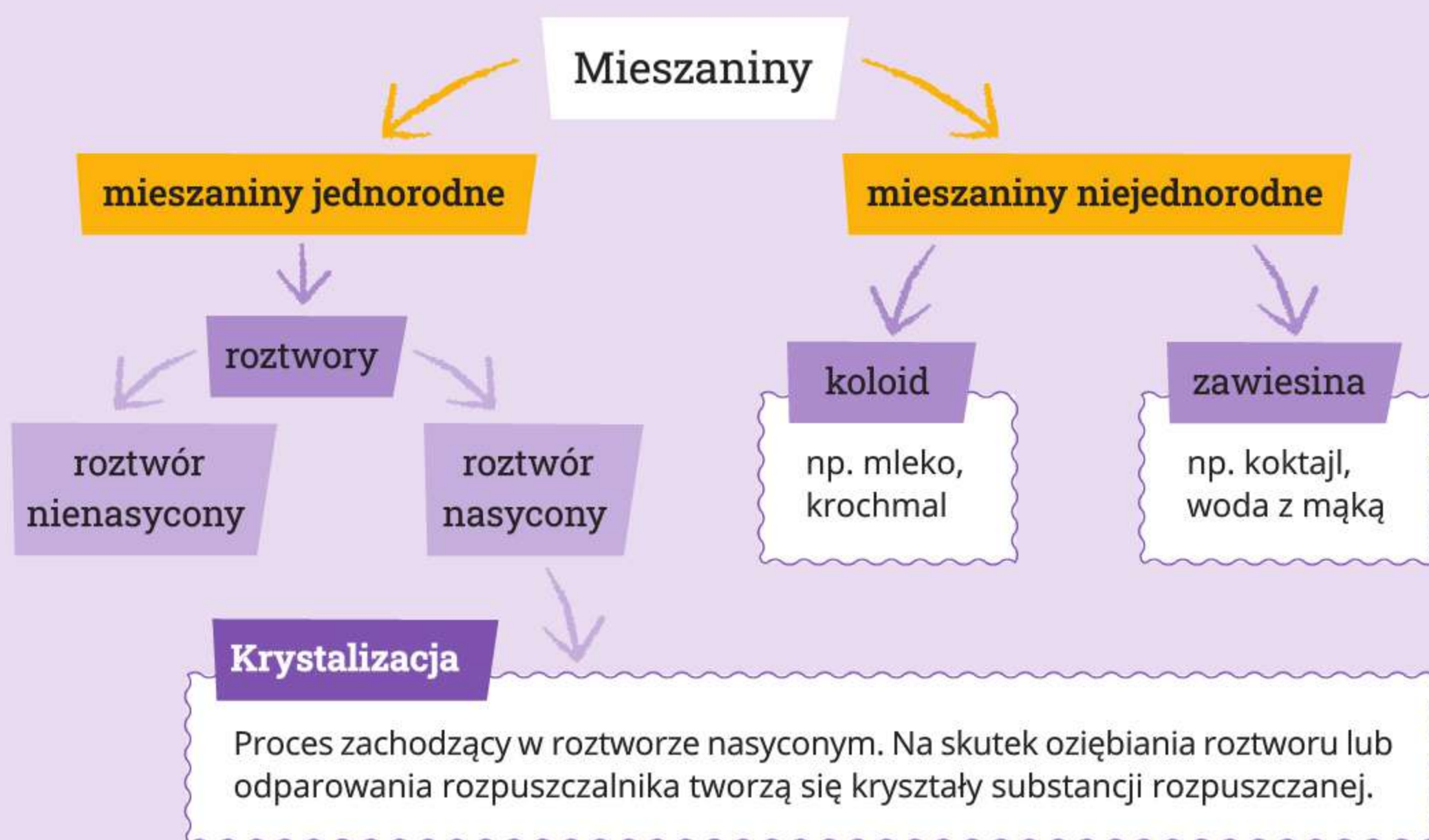
Krystalizacja

Jeśli roztwór nasycony podda się oziębieniu lub pozostawi do odparowania rozpuszczalnika, to na dnie naczynia z tą mieszaniną powoli zaczną tworzyć się drobne, a z czasem większe kryształy substancji rozpuszczanej.

Etapy powstawania kryształów



Zapamiętaj! To ważne!



Sprawdź się!

- 1.** Oceń prawdziwość zdań. Wybierz **P**, jeśli zdanie jest prawdziwe, albo **F** – jeśli zdanie jest fałszywe.

1	Substancja rozpuszczana jest zazwyczaj składnikiem dominującym w roztworze.	P	F
2	Mieszaniny dzieli się na jednorodne i niejednorodne.	P	F
3	Odparowanie rozpuszczalnika może sprawić, że w roztworze nasyconym rozpoczyna się proces krystalizacji.	P	F
4	Zawiesiny są zawsze przejrzyste.	P	F

- 2.** Zaprojektuj i przeprowadź doświadczenie, dzięki któremu odpowiesz na pytanie: Jakie mieszaniny utworzy woda z: solą kuchenną, białkiem jaja kurzego i piaskiem?

- a) Zaproponuj tytuł doświadczenia.
- b) Sformułuj problem badawczy oraz hipotezę.
- c) Dobierz odpowiedni sprzęt oraz odczynniki.
- d) Opisz przebieg doświadczenia i przedstaw go w postaci schematu.
- e) Przeprowadź doświadczenie.
- f) Sformułuj obserwacje, wyciągnij wnioski oraz zweryfikuj hipotezę.

6.3 Rozpuszczalność substancji w wodzie

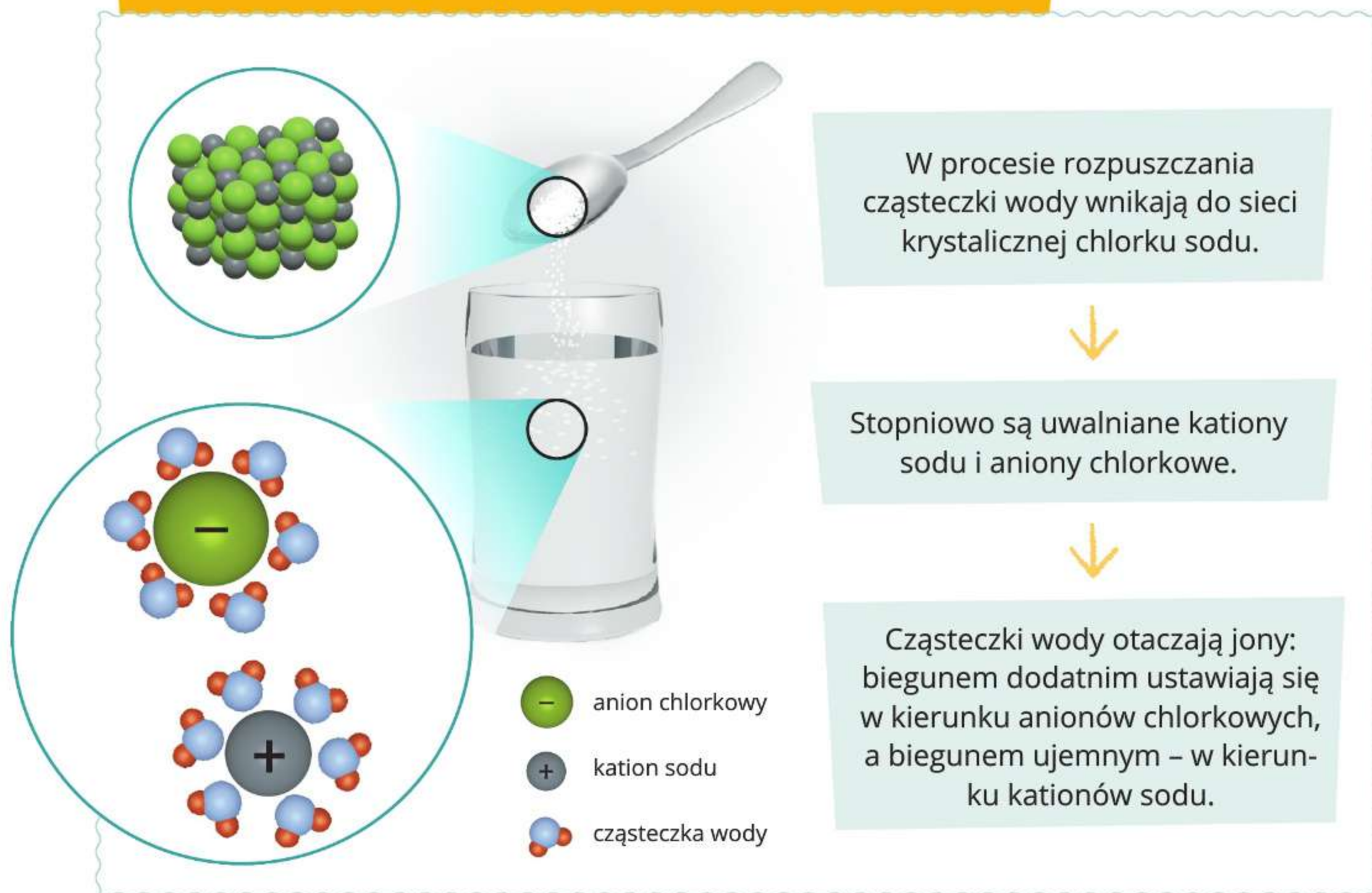


Woda jest najbardziej powszechnym rozpuszczalnikiem. Dobrze rozpuszcza się w niej wiele substancji. Dzięki temu powstają roztwory np. o właściwościach leczniczych (woda zdrojowa) lub trujących (woda zmieszana z siarkowodorem uwalnianym podczas erupcji wulkanu). Aby zwiększyć przyswajalność leków, wiele z nich podaje się choremu dopiero po rozpuszczeniu w wodzie.

Woda jako rozpuszczalnik

W wodzie dobrze rozpuszczają się związki jonowe oraz związki o budowie polarnej. Substancje o budowie niepolarnej słabo rozpuszczają się w wodzie lub nie rozpuszczają się w niej wcale.

Schemat modelowy rozpuszczania chlorku sodu w wodzie



Sprawdźmy, czy woda jest dobrym rozpuszczalnikiem dla cukru, soli kuchennej, oleju rzepakowego i benzyny. Na tej podstawie będzie można wywnioskować, jaką budowę mają rozpuszczane substancje i jak te cechy wykorzystać w życiu codziennym.

Doświadczenie 1

Rozpuszczanie wybranych produktów w wodzie



Problem badawczy:

Czy woda jest dobrym rozpuszczalnikiem dla cukru spożywczego, soli kuchennej, oleju rzepakowego i benzyny?

Sprzęt:

4 probówki, pipeta, waga, bagietka, statyw

Wykonanie:

Do czterech probówek z 5 cm³ wody dodaj: do pierwszej – 1 g cukru (1), do drugiej – 1 g soli kuchennej (2), do trzeciej – 2 cm³ oleju rzepakowego (3), a do czwartej – 2 cm³ benzyny (4). Zawartość każdej probówki zamieszaj bagietką i odstaw do statywu na kilka minut.

Obserwacje:

Po odstaniu zawartości probówek 1 i 2 były jednorodne i przejrzyste. Zawartości probówek 3 i 4 natomiast nie były jednorodne – zmieszane składniki bardzo szybko rozdzieliły się na dwie warstwy. W obu tych probówkach górne warstwy miały mniejszą objętość niż dolne.

Wnioski:

W próbkach 1 i 2 powstały roztwory. Woda jest rozpuszczalnikiem polarnym, dlatego cukier – jako związek polarny – i sól kuchenna – jako związek jonowy – dobrze się w niej rozpuszczają.

W probówkach 3 i 4 nie powstały roztwory. Olej rzepakowy i benzyna nie zmieszały się z wodą, ponieważ są cieczami o budowie niepolarnej. Obie ciecz znalazły się w górnej warstwie mieszaniny niejednorodnej, co oznacza, że mają gęstość mniejszą od gęstości wody.

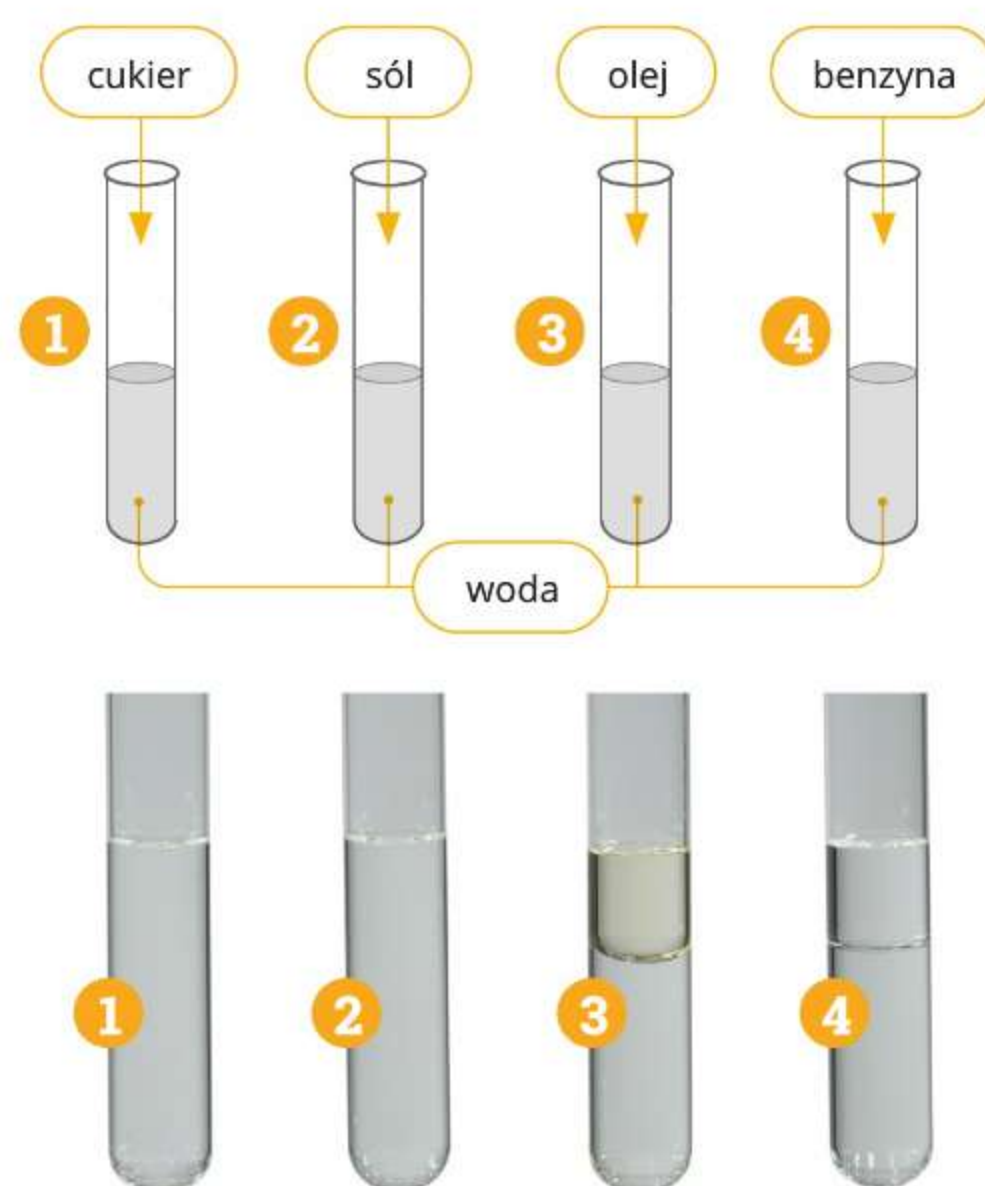
Weryfikacja hipotezy: Hipoteza została potwierdzona.

Hipoteza:

Woda jest dobrym rozpuszczalnikiem dla cukru spożywczego i soli kuchennej, ale nie jest dobrym rozpuszczalnikiem dla oleju rzepakowego i benzyny.

Odczynniki:

woda, cukier spożywczy, sól kuchenna, olej rzepakowy, benzyna



Wpływ różnych czynników na szybkość rozpuszczania się substancji stałych w wodzie

Czynniki wpływające na szybkość rozpuszczania się substancji stałych w wodzie

temperatura wody

mieszanie

stopień rozdrobnienia substancji stałej

Doświadczenie 2

Wpływ różnych czynników na szybkość rozpuszczania się cukru spożywczego w wodzie



Problem badawczy:

Czy temperatura wody, mieszanie i stopień rozdrobnienia cukru mają wpływ na szybkość jego rozpuszczania się w wodzie?

Sprzęt:

7 probówek, pipeta, łyżeczka, waga, korek, statyw

Hipoteza:

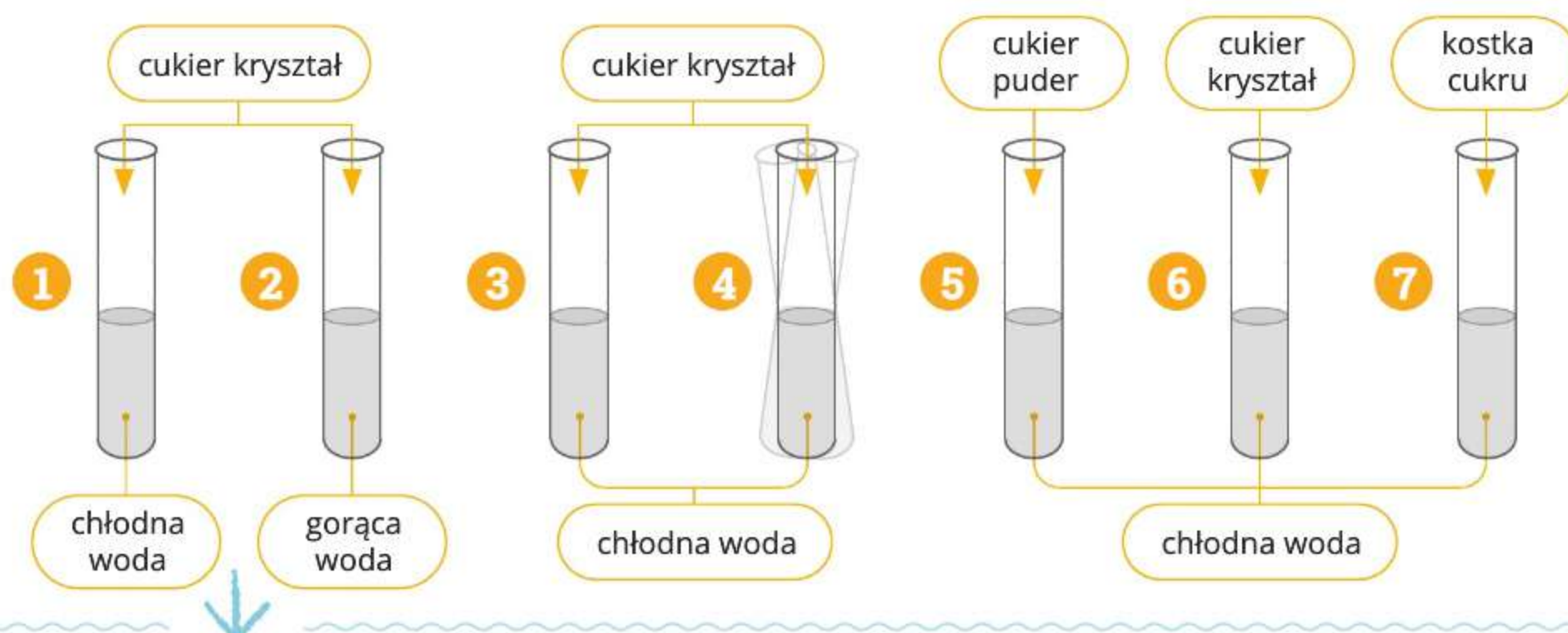
Temperatura wody, mieszanie i stopień rozdrobnienia cukru mają wpływ na szybkość jego rozpuszczania się w wodzie.

Odczynniki:

chłodna woda (o temperaturze pokojowej, tj. 20 °C), gorąca woda, cukier kryształ, cukier puder, kostki cukru

Wykonanie:

- ▶ Do probówki 1 nalej 5 cm³ chłodnej wody, a do probówki 2 – 5 cm³ gorącej wody. Do obu probówek w tym samym momencie dodaj po łyżeczce (ok. 5 g) cukru kryształu.
- ▶ Do probówek 3 i 4 nalej po 5 cm³ chłodnej wody. Do obu probówek w tym samym momencie dodaj po łyżeczce (ok. 5 g) cukru kryształu. Zawartość probówki 4 wytrząśnij.
- ▶ Do probówek 5, 6 i 7 nalej po 5 cm³ chłodnej wody. W tym samym momencie dodaj do nich taką samą masę (ok. 5 g) odpowiednio: cukru pudru, cukru kryształu i cukru w kostkach.



Obserwacje:

W probówce:

- 1 – część kryształków cukru nie rozpuściła się.
- 2 – cała porcja cukru rozpuściła się.
- 3 – część kryształków cukru nie rozpuściła się.
- 4 – cała porcja cukru rozpuściła się.
- 5 – cukier puder rozpuścił się.
- 6 – kryształki cukru w dużej części rozpuściły się.
- 7 – kostka cukru w niewielkiej części rozpuściła się.



Wnioski:

Ogrzanie wody, mieszanie i rozdrobnienie cukru zwiększają szybkość jego rozpuszczania się w wodzie.

Weryfikacja hipotezy: Hipoteza została potwierdzona.

Rozpuszczalność

Jedną z właściwości fizycznych każdej substancji jest jej zdolność do rozpuszczania się w danym rozpuszczalniku.



Rozpuszczalność (R) to największa liczba gramów substancji, którą można rozpuścić w 100 g rozpuszczalnika w danej temperaturze.

rozpuszczalność

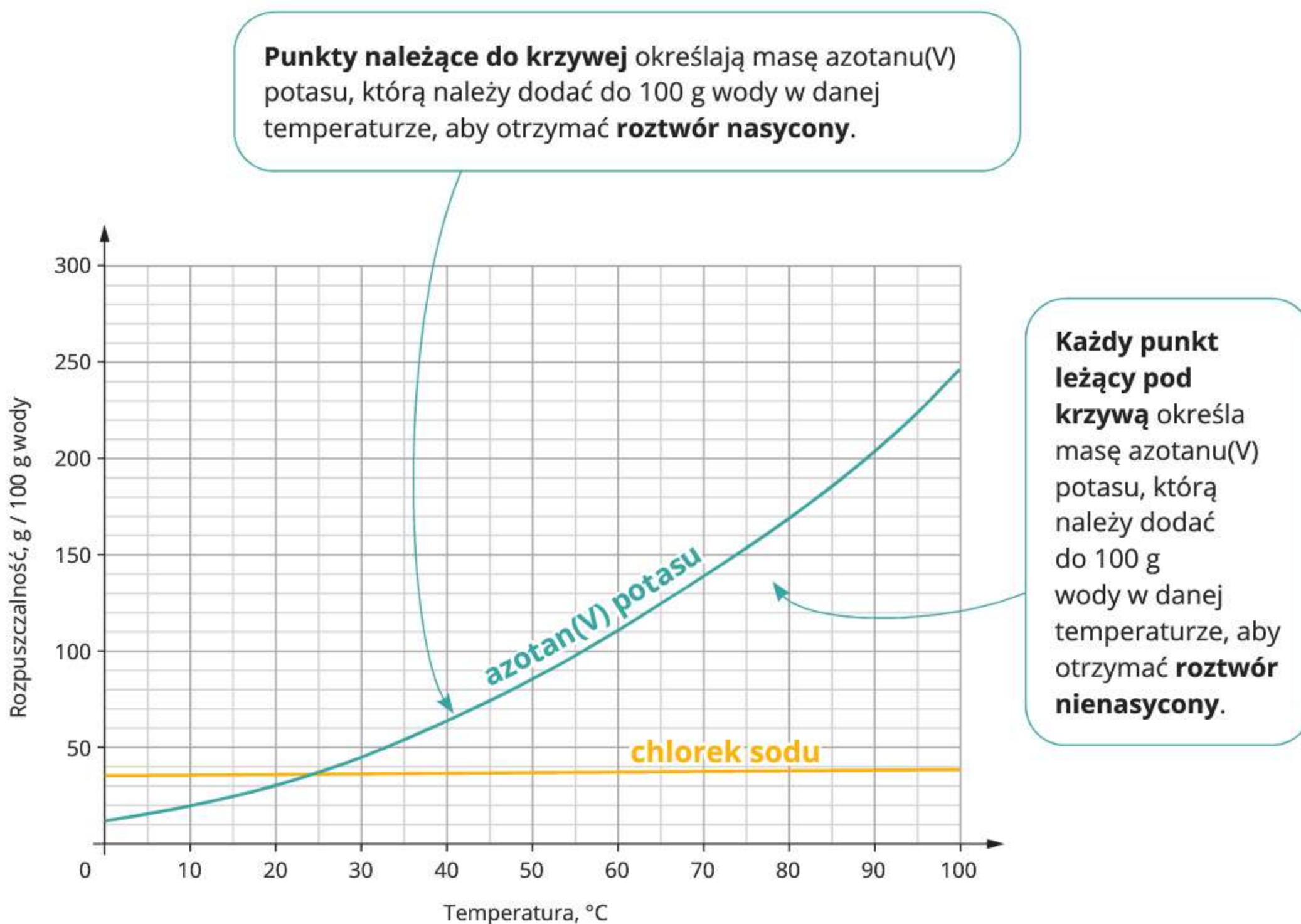
$$R_{20^{\circ}\text{C}} = 36,3 \text{ g} / 100 \text{ g wody}$$

temperatura
rozpuszczalnika

Zależność rozpuszczalności substancji stałych oraz gazów w wodzie od temperatury najczęściej jest przedstawiana za pomocą wykresu, tzw. **krzywych rozpuszczalności**, oraz w tabeli. W laboratoriach, gdzie sporządza się roztwory, dane dotyczące rozpuszczalności substancji zazwyczaj odczytuje się z karty charakterystyki.

Rozpuszczalność substancji stałych w wodzie

Rozpuszczalność większości substancji stałych rośnie wraz ze wzrostem temperatury wody.



▲ Krzywe rozpuszczalności azotanu(V) potasu i chlorku sodu

Na podstawie krzywej rozpuszczalności można

analizować

rozpuszczalność substancji w 100 g wody w różnej temperaturze
np. rozpuszczalność chlorku sodu nieznacznie rośnie wraz ze wzrostem temperatury ($R_{20\text{ }^{\circ}\text{C}} = 36,0 \text{ g / 100 g wody}$, $R_{100\text{ }^{\circ}\text{C}} = 39,8 \text{ g / 100 g wody}$), z kolei rozpuszczalność azotanu(V) potasu znacznie rośnie wraz ze wzrostem temperatury ($R_{20\text{ }^{\circ}\text{C}} = 31,6 \text{ g / 100 g wody}$, $R_{100\text{ }^{\circ}\text{C}} = 246,0 \text{ g / 100 g wody}$)

obliczać

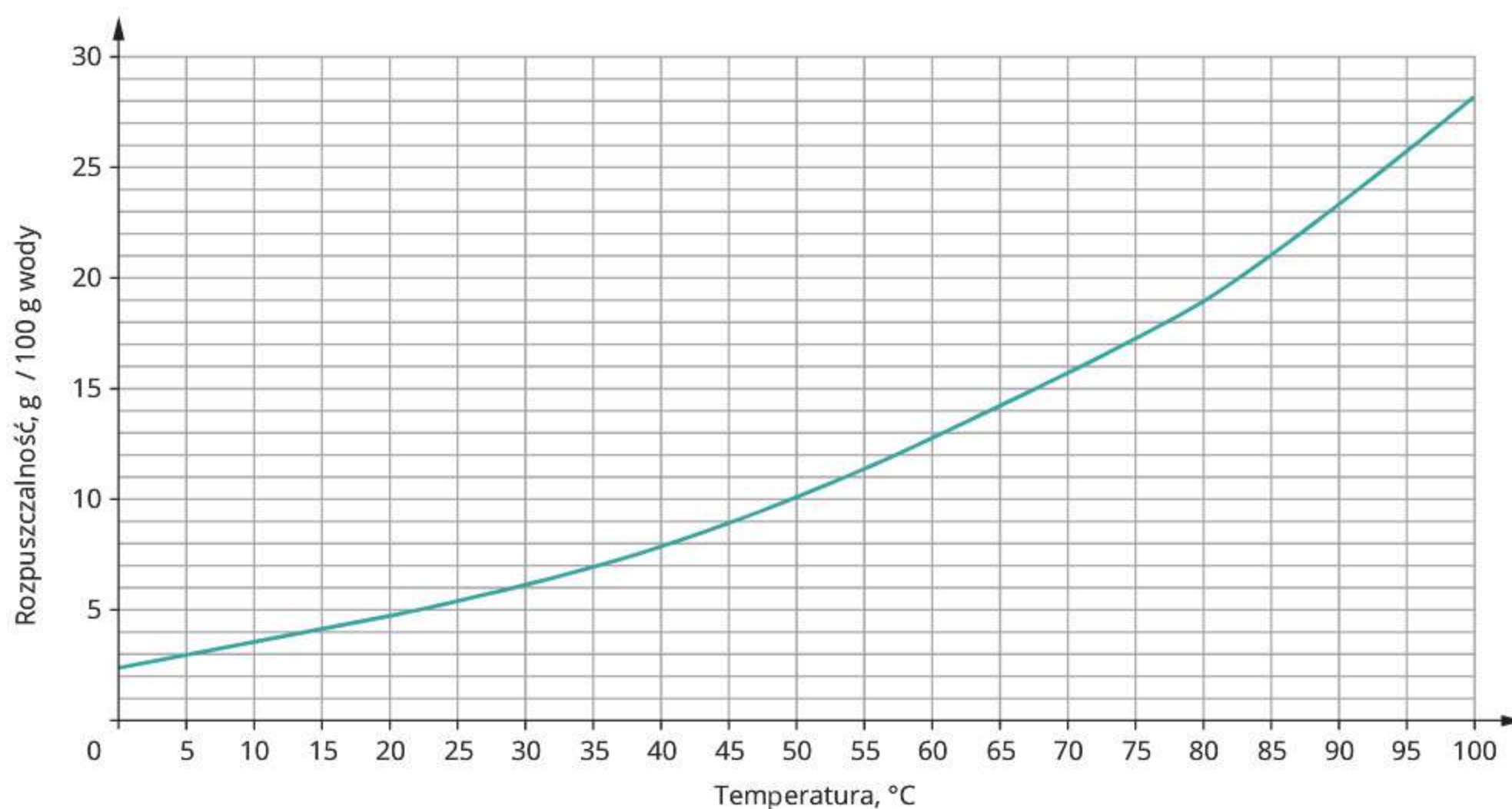
ile gramów substancji należy rozpuścić w 100 g wody w określonej temperaturze, aby otrzymać roztwór nienasycony lub roztwór nasycony

Przykład 1

Obliczenia z wykorzystaniem krzywej rozpuszczalności

Kwas borowy jest powszechnie stosowany podczas chemicznej obróbki zdjęć. W kosmetologii chroni przed zakażeniem kremu bakteriami. W życiu codziennym wykorzystuje się go m.in. do wykonania plastycznych mas – slime'ów.

Na wykresie przedstawiono zależność rozpuszczalności kwasu borowego w wodzie od temperatury.



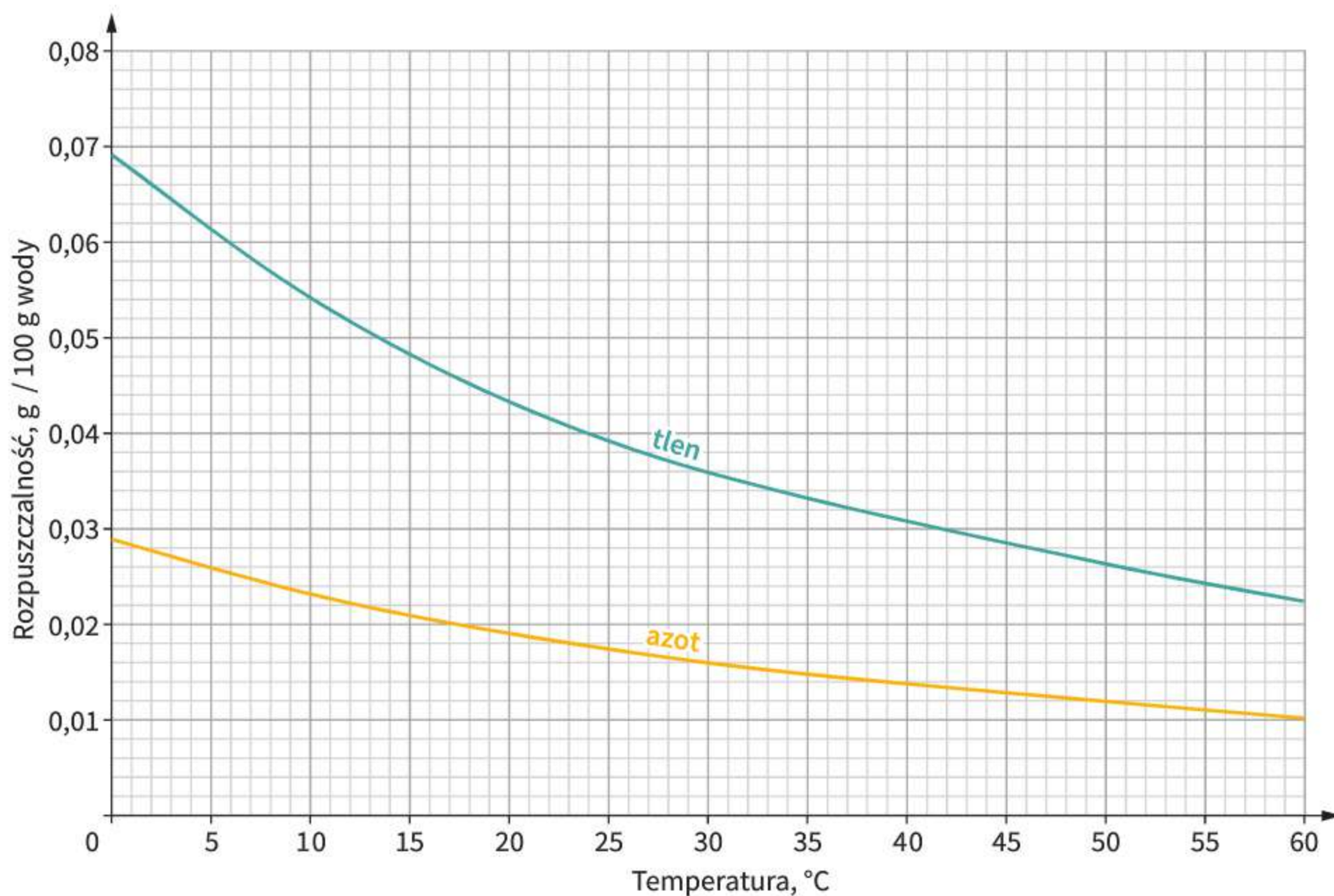
Obliczmy, ile gramów kwasu borowego można maksymalnie rozpuścić w 500 g wody w $t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Krok 1	Wypisujemy dane i szukane.	Dane: $t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ $m_w = 500\text{ g}$ Szukane: $m_s = ?$
Krok 2	Z wykresu odczytujemy wartość rozpuszczalności kwasu borowego w wodzie w $t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$.	$R_{20\text{ }^{\circ}\text{C}} = 4,8\text{ g} / 100\text{ g wody}$ To oznacza, że w 100 g wody w $t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ rozpuści się maksymalnie 4,8 g kwasu borowego.
Krok 3	Układamy proporcję i obliczamy masę kwasu, która rozpuści się w 500 g wody w $t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$.	$\begin{array}{l} 4,8\text{ g kwasu} - 100\text{ g wody} \\ x\text{ kwasu } (m_s) - 500\text{ g wody} \\ x = \frac{4,8\text{ g} \cdot 500\text{ g}}{100\text{ g}} = 24\text{ g} \end{array}$

Odpowiedź: W 500 g wody w $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ można rozpuścić maksymalnie 24 g kwasu borowego.

Rozpuszczalność gazów w wodzie

Zależność rozpuszczalności gazów w wodzie od temperatury jest odwrotna niż w wypadku większości substancji stałych. Wraz ze wzrostem temperatury wody rozpuszczalność gazów maleje.



▲ Krzywe rozpuszczalności tlenu i azotu

Przykład 2

Rozpuszczalność tlenu w wodzie

Dla wielu gatunków ryb optymalna temperatura wody w akwarium to ok. 25 °C. Na podstawie krzywej rozpuszczalności tlenu odpowiedzmy na pytanie: Dlaczego, gdy temperatura wody w akwarium wzrośnie do 35 °C, ryby pływają tuż przy jej powierzchni?

Z krzywej rozpuszczalności tlenu odczytujemy, ile gramów tlenu maksymalnie rozpuści się w 100 g wody w $t = 25\text{ °C}$ i $t = 35\text{ °C}$:

- ▶ w 100 gramach wody w $t = 25\text{ °C}$ rozpuści się 0,039 g tlenu,
- ▶ w 100 gramach wody w $t = 35\text{ °C}$ rozpuści się 0,033 g tlenu.

Odpowiedź: Wraz ze wzrostem temperatury wody rozpuszczalność tlenu maleje. Gdy rozpuszczonego w wodzie tlenu jest za mało, ryby pływają przy powierzchni wody i próbują pobierać powietrze atmosferyczne.

Woda jako mieszanina

Ciało człowieka w ok. 60 % składa się z wody. Z tego powodu stanowi ona ważny składnik diety. W wodzie, którą pijemy, są rozpuszczone sole mineralne, np. jony magnezu i wapnia. Sprawdźmy, czy w wodzie wodociągowej, którą powszechnie stosuje się w domu, są rozpuszczone inne substancje.

Doświadczenie 3

Badanie składu wody wodociągowej



Problem badawczy:

Czy w wodzie wodociągowej są rozpuszczone inne substancje?

Sprzęt:

3 szkiełka zegarkowe, pipeta, metalowe szczypce, palnik, zapalarka

Wykonanie:

Na szkiełko zegarkowe wlej ok. 3 cm³ wody demineralizowanej. Chwyć szkiełko szczypcami. Podgrzewaj zawartość naczynia do całkowitego odparowania cieczy (1). Te same czynności powtórz dla wody mineralnej (2) i wody wodociągowej (3).

Obserwacje:

Po odparowaniu wody demineralizowanej na szkiełku nie pozostał żaden osad (1). Po odparowaniu wody mineralnej (2) oraz wody wodociągowej (3) na szkiełkach pozostał biały osad. Na szkiełku 3 było go znacznie więcej.

Wnioski:

Woda wodociągowa jest mieszaniną jednorodną, w której skład wchodzi woda oraz inne substancje w niej rozpuszczone.

Weryfikacja hipotezy: Hipoteza została potwierdzona.

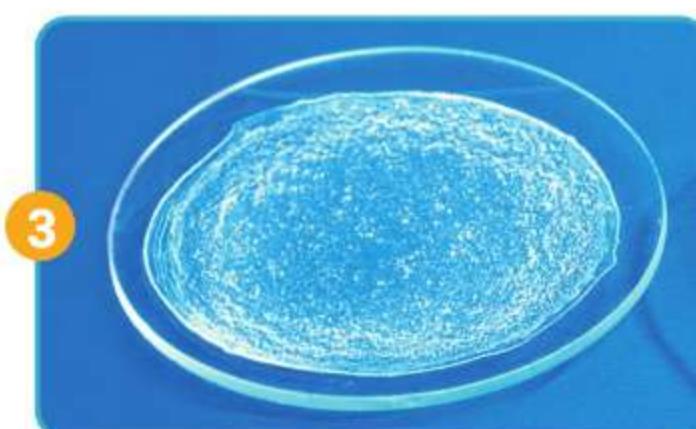
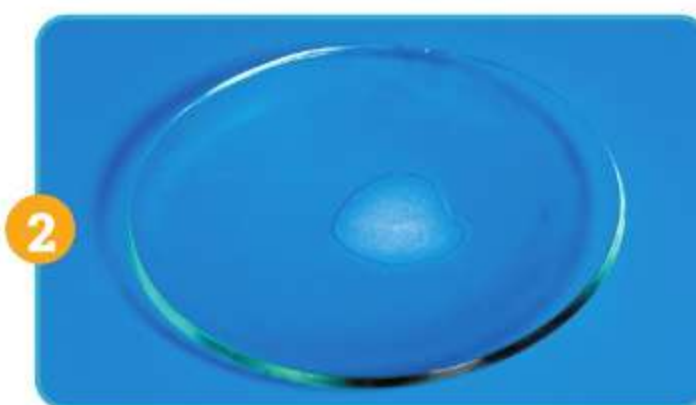
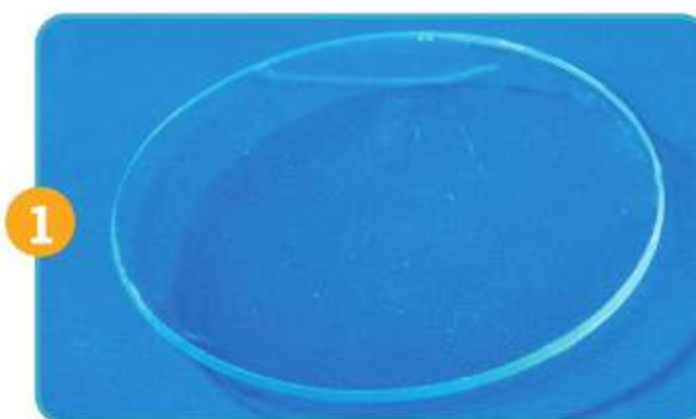
Hipoteza:

W wodzie wodociągowej są rozpuszczone inne substancje.

Odczynniki:

woda demineralizowana, woda mineralna niegazowana, woda wodociągowa

badany rodzaj wody



Zapamiętaj! To ważne!

Woda jako rozpuszczalnik

Cząsteczka wody jest dipolem, dlatego **woda jest dobrym rozpuszczalnikiem dla substancji jonowych oraz substancji o budowie polarnej.**

Rozpuszczanie substancji

Na szybkość rozpuszczania się substancji stałych w wodzie mają wpływ **temperatura wody, mieszanie, stopień rozdrobnienia substancji stałej.**

Rozpuszczalność

Zależność rozpuszczalności substancji stałych oraz gazowych w wodzie od temperatury przedstawiają **krzywe rozpuszczalności**. Na ich podstawie można określić, ile gramów substancji maksymalnie rozpuści się w 100 g rozpuszczalnika (najczęściej wody) w danej temperaturze. **Wraz ze wzrostem temperatury wody rozpuszczalność większości substancji stałych rośnie, a gazów maleje.**

Sprawdź się!

1. Odczytaj z krzywej rozpuszczalności azotanu(V) potasu, ile gramów tej substancji maksymalnie rozpuści się w 100 g wody w $t = 60\text{ }^{\circ}\text{C}$.
2. Skorzystaj z krzywej rozpuszczalności chlorku sodu i oblicz, ile gramów tej substancji maksymalnie rozpuści się w:
a) 150 g wody w $t = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$,
b) 200 g wody w $t = 90\text{ }^{\circ}\text{C}$.
3. Skorzystaj z krzywej rozpuszczalności tlenu i oblicz, ile gramów tego gazu maksymalnie rozpuści się w:
a) 400 g wody w $t = 4\text{ }^{\circ}\text{C}$,
b) 500 g wody w $t = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$.
4. Na podstawie krzywej rozpuszczalności azotanu(V) potasu oceń prawdziwość zdań. Wybierz **P**, jeśli zdanie jest prawdziwe, albo **F** – jeśli zdanie jest fałszywe.

1	W 200 g wody o $t = 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ rozpuści się maksymalnie 20 g azotanu(V) potasu.	P	F
2	Jeżeli 100 g azotanu(V) potasu doda się do 100 g wody o $t = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$, to otrzyma się roztwór nasycony.	P	F

6.4 Stężenie procentowe roztworu



Każdy produkt ma etykietę, z której można odczytać m.in. wykaz składników. Na etykiecie antybakteryjnego żelu do dezynfekcji rąk jest informacja, że zawiera on 70 % alkoholu. Na metce swetra jest napisane: wełna 100 %. Na opakowaniach czekolady widnieją wartości, np. 50 %, 64 % albo 90 %. **Czy wiesz, co te napisy oznaczają?**

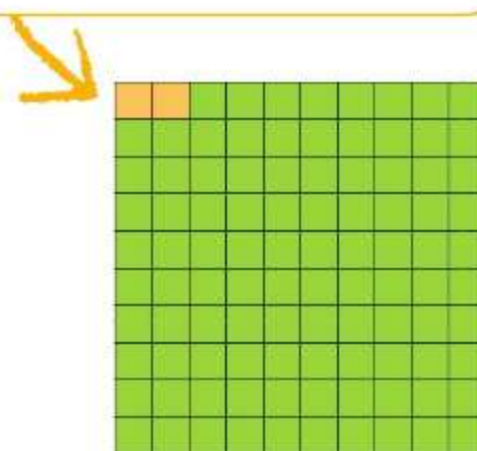
Stężenie procentowe

Słowo procent (łac. *per centum* – na sto) oznacza setną część całości. Wartości wyrażone w procentach, podane na etykietach, oznaczają **procentową zawartość** substancji w produkcie.



Napis 64 % na opakowaniu czekolady odnosi się do zawartości kakao i oznacza, że 64 % masy czekolady stanowi kakao. Z tego wynika, że tabliczka czekolady o masie 100 g składa się z 64 g kakao i 36 g pozostałych składników.

Graficzna ilustracja 2 %



W taki sam sposób określa się zawartość substancji w roztworze, czyli **stężenie procentowe roztworu**.

Stężenie procentowe roztworu (c_p) określa, ile gramów substancji rozpuściło się w 100 g roztworu.



$$c_p = \frac{m_s}{m_r} \cdot 100 \%$$

$$m_r = m_s + m_{\text{rozp.}}$$

$$c_p = \frac{m_s}{m_s + m_{\text{rozp.}}} \cdot 100 \%$$

gdzie:

m_s – masa substancji rozpuszczonej w roztworze,

m_r – masa roztworu, która jest sumą masy substancji oraz masy rozpuszczalnika,

$m_{\text{rozp.}}$ – masa rozpuszczalnika.

Symbol c_p pochodzi od angielskich słów *concentration percent* [konsentrejszyn persent] – stężenie procentowe.

Podczas obliczeń należy pamiętać o **ujednoliceniu jednostek**:

- ▶ jeżeli w zadaniu występują kg i g, to kg przelicza się na g (pamiętaj, że **1 kg = 1000 g**);
- ▶ jeżeli w zadaniu występują dm^3 i cm^3 , to dm^3 przelicza się na cm^3 (pamiętaj, że **1 $\text{dm}^3 = 1000 \text{ cm}^3$**).

Przykład 1

Obliczanie stężenia procentowego roztworu

Obliczmy stężenie procentowe roztworu o masie 100 g, który zawiera 2 g cukru.

Krok 1	Wypisujemy dane i szukane.	Dane: $m_s = 2 \text{ g}$ $m_r = 100 \text{ g}$	Szukane: $c_p = ?$
Krok 2	Obliczamy stężenie procentowe roztworu za pomocą wzoru lub metodą proporcji.	Sposób I $c_p = \frac{m_s}{m_r} \cdot 100 \%$ $c_p = \frac{2 \text{ g}}{100 \text{ g}} \cdot 100 \%$ $c_p = 2 \%$	Sposób II $\begin{array}{l} 100 \text{ g roztworu} - 100 \% \\ 2 \text{ g cukru} - x (c_p) \\ x = \frac{2 \text{ g} \cdot 100 \%}{100 \text{ g}} \\ x = 2 \% \end{array}$

Odpowiedź: Stężenie procentowe roztworu wynosi 2 %.

Przykład 2

Obliczanie masy substancji zawartej w roztworze o danym stężeniu

Sól fizjologiczna to 0,9-procentowy roztwór chlorku sodu. W postaci kroplówki jest podawana odwodnionym pacjentom, ponieważ jej skład odpowiada składowi płynów ustrojowych. Obliczmy, ile gramów chlorku sodu jest zawarte w 1 kg soli fizjologicznej.

Krok 1	Wypisujemy dane i szukane.	Dane: $c_p = 0,9 \%$ $m_r = 1 \text{ kg}$	Szukane: $m_s = ?$
Krok 2	Przeliczamy jednostkę masy.	$1 \text{ kg} = 1000 \text{ g}$	



**Krok 3**

Obliczamy masę substancji za pomocą wzoru lub metodą proporcji.

Sposób I

$$c_p = \frac{m_s}{m_r} \cdot 100 \%$$

$$m_s = \frac{c_p \cdot m_r}{100 \%}$$

$$m_s = \frac{0,9 \% \cdot 1000 \text{ g}}{100 \%}$$

$$m_s = 9 \text{ g}$$

Sposób II

0,9 g NaCl – 100 g roztworu
 $x (m_s)$ – 1000 g roztworu

$$x = \frac{0,9 \text{ g} \cdot 1000 \text{ g}}{100 \text{ g}}$$

$$x = 9 \text{ g}$$

Odpowiedź: W 1 kg soli fizjologicznej jest zawarte 9 g chlorku sodu.

Przykład 3

Obliczanie stężenia procentowego roztworu sporządzonego z określonej masy substancji i masy rozpuszczalnika

Aby przygotować ekologiczny płyn do płukania tkanin, należy w 190 g ciepłej wody rozpuścić 10 g kwasu cytrynowego. Obliczmy stężenie procentowe płynu do płukania tkanin.



Kwasek cytrynowy jest bezpiecznym środkiem czyszczącym.

Krok 1

Wypisujemy dane i szukane.

Dane:

$$m_s = 10 \text{ g}$$

$$m_{\text{rozp.}} = 190 \text{ g}$$

Szukane:

$$c_p = ?$$

Krok 2

Obliczamy masę roztworu.

$$m_r = m_s + m_{\text{rozp.}}$$

$$m_r = 10 \text{ g} + 190 \text{ g} = 200 \text{ g}$$

Krok 3

Obliczamy stężenie procentowe roztworu za pomocą wzoru lub metodą proporcji.

Sposób I

$$c_p = \frac{m_s}{m_r} \cdot 100 \%$$

$$c_p = \frac{10 \text{ g}}{200 \text{ g}} \cdot 100 \%$$

$$c_p = 5 \%$$

Sposób II

200 g roztworu – 100 %
 10 g substancji – $x (c_p)$

$$x = \frac{10 \text{ g} \cdot 100 \%}{200 \text{ g}}$$

$$x = 5 \%$$

Odpowiedź: Stężenie procentowe płynu do płukania tkanin wynosi 5 %.

Przykład 4

Obliczanie stężenia procentowego roztworu sporządzonego z określonej masy substancji oraz objętości i gęstości rozpuszczalnika

Kwas migdałowy, ze względu na swoje właściwości antybakteryjne, jest składnikiem wielu kosmetyków. Kremy z kwasem migdałowym są przeznaczone do pielęgnacji cery wrażliwej i trądzikowej. Aby przygotować fazę wodną* takiego kremu, należy do $0,125 \text{ dm}^3$ wody dodać 6,6 g kwasu migdałowego.

Obliczmy stężenie procentowe fazy wodnej. Gęstość wody to 1 g/cm^3 . Wynik podajmy z dokładnością do liczby całkowitej.



Kwas migdałowy jest pozyskiwany z gorzkich migdałów.

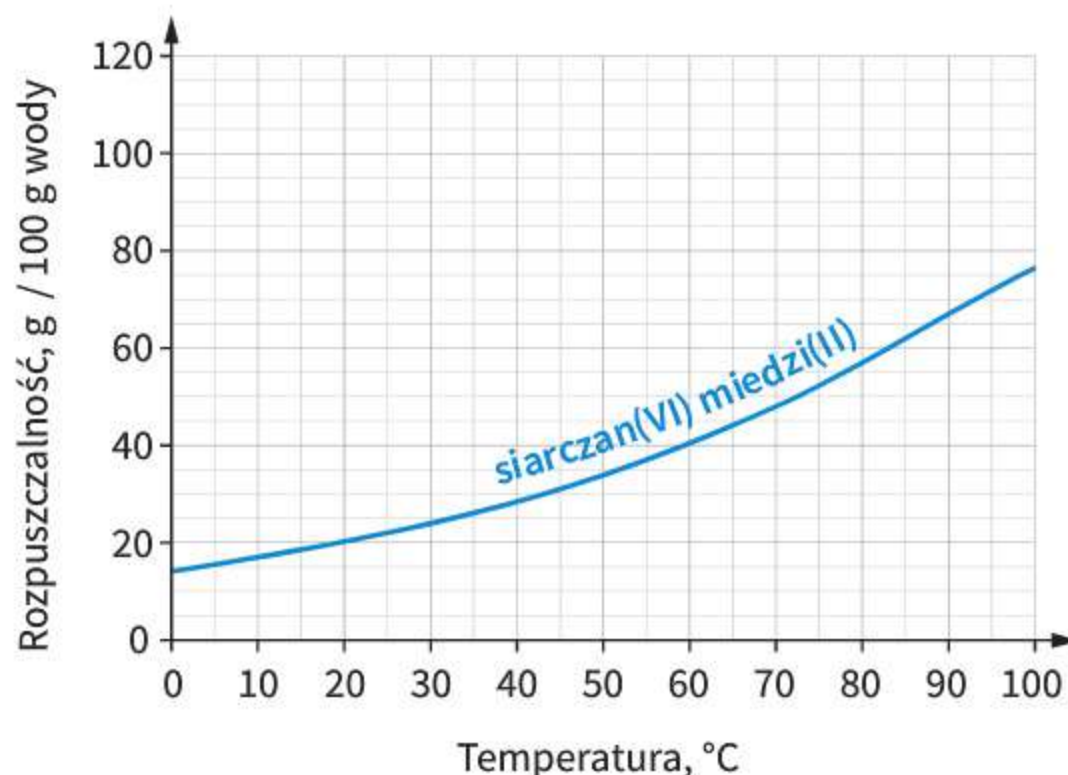
		Dane:	Szukane:
Krok 1	Wypisujemy dane i szukane.	$m_s = 6,6 \text{ g}$ $V_w = 0,125 \text{ dm}^3$ $d_w = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$	$c_p = ?$
Krok 2	Przeliczamy jednostkę objętości.		$1 \text{ dm}^3 = 1000 \text{ cm}^3$ $0,125 \text{ dm}^3 = 125 \text{ cm}^3$
Krok 3	Obliczamy masę wody, czyli masę rozpuszczalnika.		$d = \frac{m}{V} \Rightarrow m_{\text{rozp.}} = d_w \cdot V_w$ $m_{\text{rozp.}} = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \cdot 125 \text{ cm}^3$ $m_{\text{rozp.}} = 125 \text{ g}$
Krok 4	Obliczamy masę roztworu.		$m_r = m_s + m_{\text{rozp.}}$ $m_r = 6,6 \text{ g} + 125 \text{ g} = 131,6 \text{ g}$
Krok 5	Obliczamy stężenie procentowe roztworu za pomocą wzoru lub metodą proporcji.	Sposób I $c_p = \frac{m_s}{m_r} \cdot 100 \%$ $c_p = \frac{6,6 \text{ g}}{131,6 \text{ g}} \cdot 100 \%$ $c_p = 5,015 \% \approx 5 \%$	Sposób II $131,6 \text{ g roztworu} - 100 \%$ $6,6 \text{ g substancji} - x (c_p)$ $x = \frac{6,6 \text{ g} \cdot 100 \%}{131,6 \text{ g}}$ $x = 5,015 \% \approx 5 \%$

Odpowiedź: Stężenie procentowe fazy wodnej wynosi 5 %.

* Faza wodna kremu składa się z wody i rozpuszczonych w niej substancji aktywnych.

Obliczanie stężenia procentowego roztworu z wykorzystaniem krzywej rozpuszczalności substancji rozpuszczanej

Obliczmy stężenie procentowe nasyconego roztworu siarczanu(VI) miedzi(II) w $t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Wynik podajemy z dokładnością do pierwszego miejsca po przecinku. Skorzystamy z krzywej rozpuszczalności siarczanu(VI) miedzi(II).



Krok 1	Wypisujemy dane i szukane.	Dane: $t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$	Szukane: $c_p = ?$
Krok 2	Z krzywej rozpuszczalności siarczanu(VI) miedzi(II) odczytujemy wartość rozpuszczalności tej substancji w wodzie w $t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$.	$R_{20\text{ }^{\circ}\text{C}} = 20,3\text{ g} / 100\text{ g wody}$	
Krok 3	Z wartości rozpuszczalności wynikają wartości masy substancji i masy rozpuszczalnika (wody).	$m_s = 20,3\text{ g}$ $m_w = 100\text{ g}$	
Krok 4	Obliczamy masę roztworu.	$m_r = m_s + m_w$ $m_r = 20,3\text{ g} + 100\text{ g} = 120,3\text{ g}$	
Krok 5	Obliczamy stężenie procentowe roztworu za pomocą wzoru lub metodą proporcji.	Sposób I $c_p = \frac{m_s}{m_r} \cdot 100\%$ $c_p = \frac{20,3\text{ g}}{120,3\text{ g}} \cdot 100\%$ $c_p = 16,87\% \approx 16,9\%$	Sposób II $120,3\text{ g roztworu} - 100\%$ $20,3\text{ g substancji} - x(c_p)$ $x = \frac{20,3\text{ g} \cdot 100\%}{120,3\text{ g}}$ $x = 16,87\% \approx 16,9\%$

Odpowiedź: Stężenie procentowe nasyconego roztworu siarczanu(VI) miedzi(II) w $t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ wynosi 16,9 %.

A to ciekawe!

Siarczan(VI) miedzi(II) (CuSO_4) to związek chemiczny, który w postaci uwodnionej (czyli po wbudowaniu do swojej sieci krystalicznej cząsteczek wody) przybiera barwę niebieską. Z kolei w postaci bezwodnej (czyli po usunięciu cząsteczek wody, np. przez ogrzanie) jest biały. Tę właściwość można wykorzystać do napisania tajnego listu.



Sporządzamy nasycony wodny roztwór siarczanu(VI) miedzi(II) i piszemy nim na papierze. Czekamy, aż napis wyschnie i zniknie. Aby odczytać wiadomość, rozprowadzamy po kartce odrobinę wody. Pod jej wpływem litery staną się znów niebieskie.

Roztwory stężone i rozcieńczone

W zależności od tego, jaka masa substancji rozpuszczanej jest w roztworze, wyróżnia się **roztwory stężone** i **roztwory rozcieńczone**.



Roztwór rozcieńczony

Zawartość substancji rozpuszczanej jest dużo mniejsza niż jej rozpuszczalność.

dodanie porcji substancji rozpuszczanej i/lub odparowanie części rozpuszczalnika

zateężanie

rozcieńczanie

dolanie rozpuszczalnika



Roztwór stężony

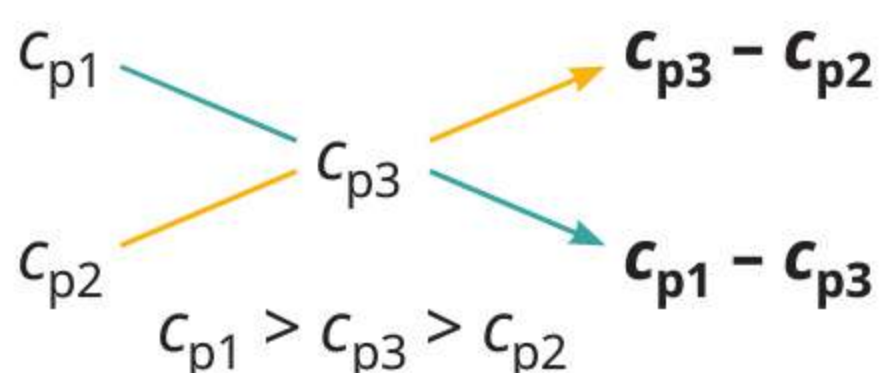
Zawartość substancji rozpuszczanej jest bliska jej rozpuszczalności.

Nadtlenek wodoru (H_2O_2) to przykład substancji stosowanej w życiu codziennym, która z wodą tworzy roztwory zarówno rozcieńczone, jak i stężone.



A to ciekawe!

Jeśli zmiesza się dwa roztwory tej samej substancji, ale o różnych stężeniach, powstanie roztwór o stężeniu pośrednim między stężeniami roztworów wyjściowych. Aby obliczyć stosunek masowy ($m_{r1} : m_{r2}$), w jakim należy mieszać roztwory wyjściowe, można zastosować tzw. **metodę krzyżową**:



$$\frac{c_{p3} - c_{p2}}{c_{p1} - c_{p3}} = \frac{m_{r1}}{m_{r2}}$$

gdzie:

c_{p1}, c_{p2} – stężenia roztworów wyjściowych 1 i 2;

c_{p3} – stężenie otrzymanego roztworu 3;

m_{r1} – masa roztworu 1;

m_{r2} – masa roztworu 2.

Zapamiętaj! To ważne!

Stężenie procentowe roztworu

Określa, ile gramów substancji rozpuściło się w 100 g roztworu.

$$c_p = \frac{m_s}{m_r} \cdot 100 \%$$

$$m_r = m_s + m_{\text{rozp.}}$$

Roztwory

roztwór rozcieńczony

masa substancji rozpuszczanej jest dużo mniejsza niż jej rozpuszczalność

roztwór stężony

masa substancji rozpuszczanej jest bliska jej rozpuszczalności

Sprawdź się!

1. Test obciążenia glukozą jest stosowany w diagnostyce cukrzycy. Podczas tego badania pacjent na czczo musi wypić roztwór składający się z 75 g glukozy i 250 g wody. Oblicz stężenie procentowe tego roztworu. Wynik podaj z dokładnością do liczby całkowitej.
2. Oblicz, ile gramów azotanu(V) litu należy rozpuścić w 30 g wody, aby otrzymać roztwór o stężeniu 10 %. Wynik podaj z dokładnością do liczby całkowitej.
3. Uczeń chciał sporządzić roztwór chlorku rubidu o stężeniu 5 %. Miał do dyspozycji 0,377 g tego związku.
Oblicz, ile gramów wody uczeń potrzebuje do sporządzenia tego roztworu. Wynik podaj z dokładnością do trzeciego miejsca po przecinku.
4. Chlorek żelaza(III) jest krystalicznym ciałem stałym, którego jasnożółty roztwór w połączeniu z kwasem salicylowym tworzy produkt o ciemnofioletowej barwie. Tę reakcję można wykorzystać do wywabienia niewidzialnej wiadomości. Do napisania listu nadawca musi użyć roztworu FeCl_3 o stężeniu 2 %. Aby odczytać ukrytą treść, adresat musi rozproszdzić po kartce kwas salicylowy.
Oblicz, ile gramów FeCl_3 należy dodać do 10 cm^3 wody ($d_w = 1 \text{ g/cm}^3$), aby otrzymać pożądany roztwór. Wynik podaj z dokładnością do pierwszego miejsca po przecinku.
5. Uwodniony chlorek kobaltu(II) jest związkiem, który pod wpływem ciepła zmienia barwę z różowej na niebieską. Roztworem sporządzonym z 1 g tej substancji rozpuszczonej w 49 cm^3 wody ($d_w = 1 \text{ g/cm}^3$) można napisać niewidzialną notatkę. Aby ją potem odczytać, wystarczy kartkę z notatką ogrzać, np. ciepłym powietrzem z suszarki do włosów.
Oblicz stężenie procentowe roztworu CoCl_2 . Wynik podaj z dokładnością do liczby całkowitej.

6.5 Skala pH i odczyn roztworu



W 1909 r. duński biochemik Søren Sørensen [soren sorensen] opracował skalę, która określała odczyn roztworu. Nazwał ją skalą pH. Wykazał jej znaczenie w reakcjach biochemicznych, np. związanych z warzeniem piwa. Od tej pory nie tylko muzycy czy geografowie posiadają swoją skalę – zyskali ją także chemicy. Skala pH znalazła zastosowanie m.in. w produkcji kosmetyków. Odpowiednia wartość pH kremu wpływa na działanie substancji aktywnych, które pielęgnują i nawilżają skórę.

Skala pH

Nazwa **pH** jest skrótem, który wywodzi się z dwóch składowych. Litera **p** pochodzi od niemieckiego słowa *Potenz* [potenc] – moc, z kolei litera **H** jest symbolem chemicznym wodoru. W dosłownym tłumaczeniu pH oznacza moc wodoru.



Skala pH to miara odczynu roztworu. Ma zakres wartości od 0 do 14.

Odczyn roztworu

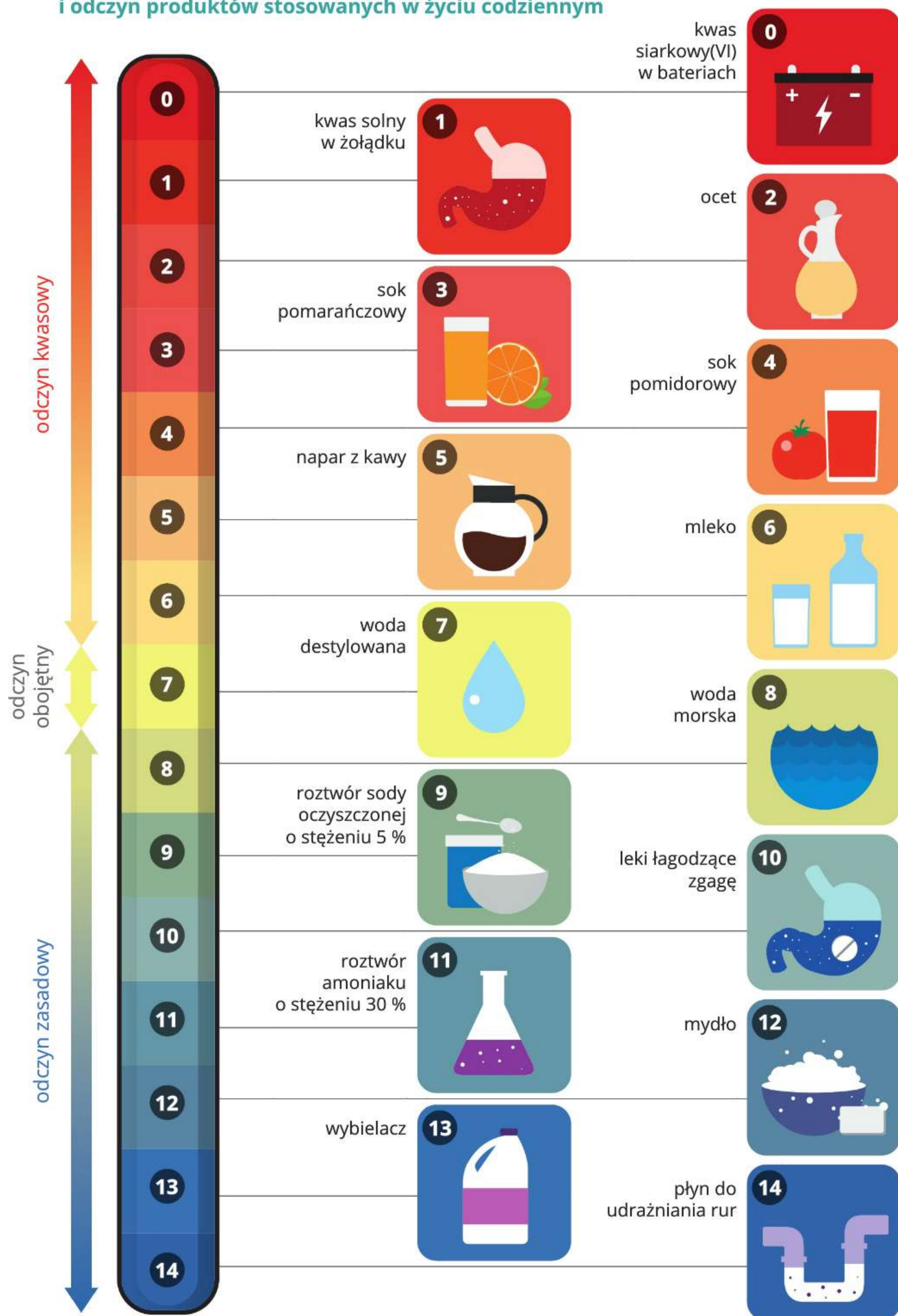
Codziennie stykamy się z substancjami o różnym odczynie: **kwasowym (pH < 7)**, **obojętnym (pH = 7)** lub **zasadowym (pH > 7)**. Dotyczy to produktów zarówno spożywczych (np. pH soku pomidorowego to 4, a mleka – 6), jak i przemysłowych (np. pH zwilżonego wodą mydła w kostce to 12, a płynu do udrażniania rur – 14).

Organizm człowieka także ma różne pH. Jedyny kwas, który jest wytwarzany w żołądku, nieprzypadkowo ma bardzo niskie pH, tj. 1,0–2,5. Takie warunki gwarantują odpowiednią obróbkę spożytego pokarmu przed jego dalszą wędrówką do jelit. Substancje o odczynie obojętnym są dla człowieka bezpieczne, natomiast substancje o silnie kwasowym lub zasadowym odczynie – bardzo drażniące.

Skóra ma pH od 4,7 do 5,5. Zapewnia to właściwą ochronę organizmu przed czynnikami zewnętrznymi, np. bakteriami.



Skala pH z barwami wskaźnika uniwersalnego i odczyn produktów stosowanych w życiu codziennym



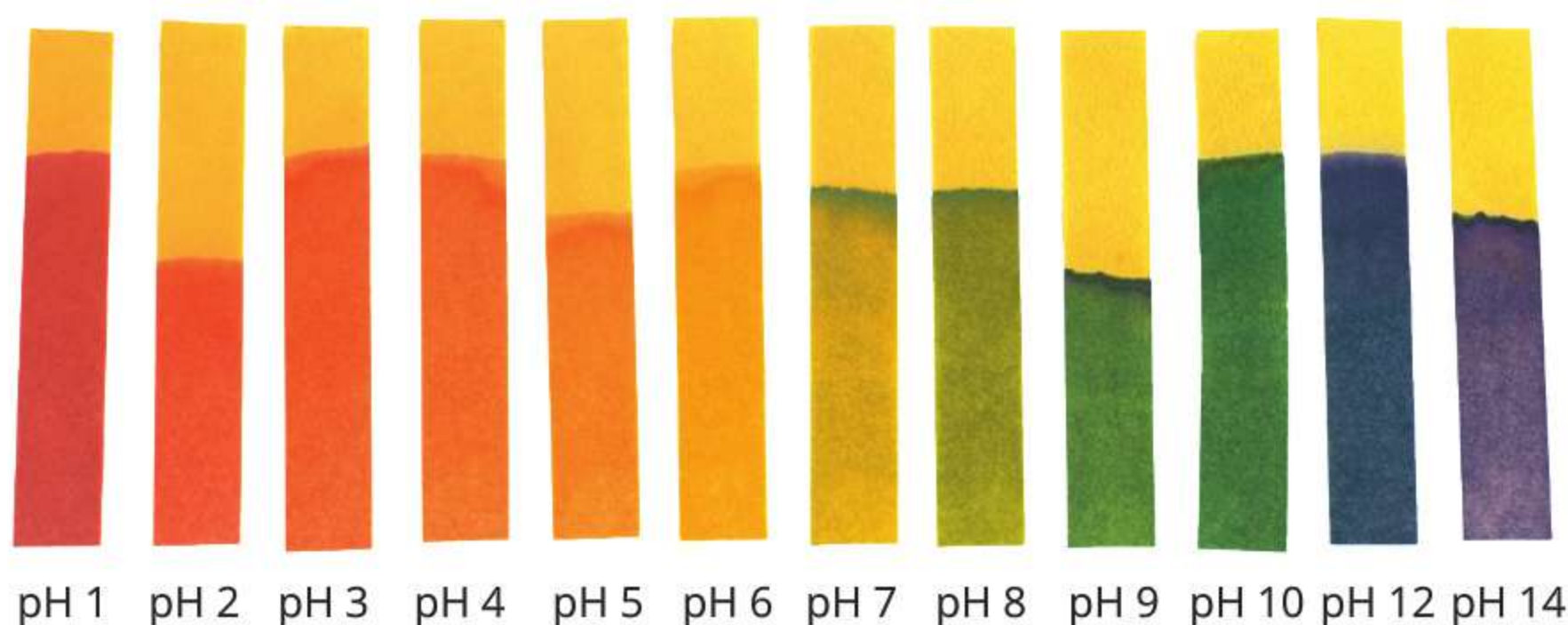
Wskaźniki kwasowo-zasadowe

Do pomiaru pH roztworu służą **wskaźniki kwasowo-zasadowe**, zwane **indykatorami** (ang. *to indicate* [tu indikejt] – wskazywać).



Wskaźniki kwasowo-zasadowe przyjmują charakterystyczne barwy w roztworach o różnych wartościach pH. Barwy skali zależą od wskaźników.

Wskaźnikami są najczęściej mieszaniny substancji barwiących. Jeśli nasączy się nimi paski bibuły, powstaną tzw. **papierki wskaźnikowe**. Służą one głównie do badania odczynu roztworu. W laboratoriach stosuje się głównie **wskaźniki sztuczne**, np. oranż metylowy i fenoloftaleinę (ich działanie poznasz w dziale VII), natomiast w laboratoriach biochemicznych używa się elektronicznych urządzeń, tzw. **pehametrów**.



Skala pH z barwami wskaźnika uniwersalnego

W doświadczeniach można używać **wskaźników naturalnych**, np. wywaru z czerwonej kapusty, soków z aronii, czarnej porzeczki czy naparów z czarnej herbaty lub klitorii – niebieskiej herbaty.



Skala pH (1–14)
z barwami wywaru
z czerwonej kapusty

Skala pH (1–14)
z barwami naparu
z klitorii



Odczyn produktów codziennego użytku

Zbadajmy odczyn produktów, które można znaleźć w domu. Wykorzystajmy do tego naturalny wskaźnik – napar z kwiatów klitorii.

Doświadczenie 1

Badanie odczynu produktów codziennego użytku



Problem badawczy:

Jaki odczyn mają produkty codziennego użytku?

Sprzęt:

9 probówek, pipeta Pasteura, statyw

Hipoteza:

Produkty codziennego użytku mają różne odczyny.

Odczynniki:

napar z klitorii, ocet, sok z cytryny, zmywacz do paznokci z acetonem, woda wodociągowa, płyn do mycia naczyń, płyn do mycia toalet, wybielacz do tkanin, roztwór sody oczyszczonej, woda z rozpuszczonym mydłem

Wykonanie:

W probówkach umieść po ok. 3 cm³ badanych produktów. Następnie do każdej probówki dodaj pipetą po kilka kropli naparu z klitorii.

Obserwacje:



Zawartości wszystkich probówek zmieniły zabarwienie.

Wnioski:

Odczyn badanych produktów jest różny. Ocet (1), sok z cytryny (2) i zmywacz do paznokci (3) mają odczyn kwasowy. Woda wodociągowa (4) ma odczyn obojętny. Płyn do mycia naczyń (5), płyn do mycia toalet (6), wybielacz do tkanin (7), roztwór sody oczyszczonej (8) oraz woda z rozpuszczonym mydłem (9) mają odczyn zasadowy.

Weryfikacja hipotez: Hipoteza została potwierdzona.

Zapamiętaj! To ważne!

Skala pH

Miara odczynu roztworu. Przyjmuje wartości od 0 do 14. Roztwór o $\text{pH} < 7$ ma odczyn kwasowy, o $\text{pH} = 7$ odczyn obojętny, a o $\text{pH} > 7$ odczyn zasadowy.



Wskaźniki

Do pomiaru pH służą **wskaźniki kwasowo-zasadowe (indykatory)**, np. uniwersalny papierek wskaźnikowy, wywar z czerwonej kapusty czy napar z klitorii.

Sprawdź się!

1. Podaj poprawne informacje, których brakuje w poniższym tekście.

Odczyn kwasowy mają roztwory o wartości pH od 7. Roztwory niektórych substancji mają odczyn obojętny. Należy do nich np. . Płyny do udrażniania toalet mają odczyn silnie , dlatego podczas ich stosowania należy używać rękawic ochronnych.

2. Jakie wartości pH mają sok żołądkowy i skóra człowieka? Wyjaśnij znaczenie tych wartości pH dla naszego organizmu.

3. Sprawdź, jakie piktogramy znajdują się na opakowaniu płynu do czyszczenia toalet. Wyjaśnij, z jakiego powodu zostały one umieszczone.

4. Wykonaj eksperyment, w którym użyjesz pasty do zębów, szamponu, proszku do prania oraz wywaru z czerwonej kapusty (kilka liści czerwonej kapusty gotuj aż do uzyskania fioletowego wywaru). Następnie stwórz tabelę zawierającą:

- | | |
|-------------------------|---------------------------|
| a) tytuł doświadczenia, | f) opis wykonania, |
| b) problem badawczy, | g) schemat doświadczenia, |
| c) hipotezę, | h) obserwacje, |
| d) nazwy sprzętu, | i) wnioski, |
| e) nazwy odczynników, | j) weryfikację hipotezy. |



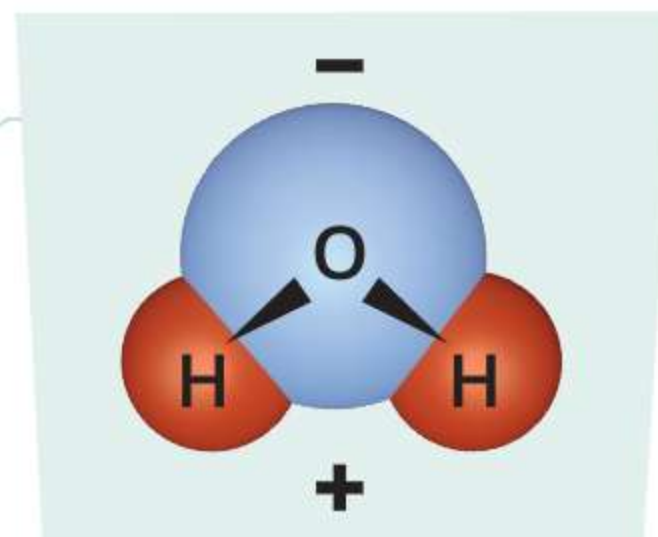
5. Wykaż doświadczalnie, ile cm^3 wody należy dodać do 5 cm^3 octu o odczynie kwasowym, aby odczyn roztworu stał się obojętny. W doświadczeniu możesz posłużyć się łyżeczką do herbaty, na której zmieści się ok. 5 cm^3 cieczy, oraz dowolnym wskaźnikiem naturalnym. Notatkę z doświadczenia przedstaw w zeszycie – pamiętaj o zachowaniu kolejności poszczególnych etapów. Przed rozpoczęciem eksperymentu wykonaj próbę kontrolną przeprowadzoną dla wody i octu.

PODSUMOWANIE DZIAŁU VI

Woda i roztwory wodne

Budowa cząsteczki wody

Cząsteczka wody jest zbudowana z dwóch atomów wodoru i jednego atomu tlenu połączonych ze sobą **wiązaniem kowalencyjnym spolaryzowanym**. Cząsteczka wody jest **dipolem**.



Stany skupienia wody

gaz (para wodna)

odległości między cząsteczkami wody są duże, dlatego słabo ze sobą oddziałują

ciecz

cząsteczki wody są ułożone blisko siebie; między nimi nieustannie pękają i powstają wiązania wodorowe

ciało stałe (lód)

cząsteczki wody są ułożone regularnie i połączone wiązaniami wodorowymi

Podział mieszanin ze względu na wielkość cząstek substancji znajdującej się w cieczy

Mieszanina jednorodna	Mieszaniny niejednorodne	
roztwór właściwy	koloid	zawiesina
cząstki substancji rozpuszczonej są mniejsze od 1 nm	cząstki substancji rozpuszczonej są większe od 1 nm, ale mniejsze od 500 nm	cząstki substancji rozpuszczonej są większe od 500 nm

Roztwory

roztwór nasycony

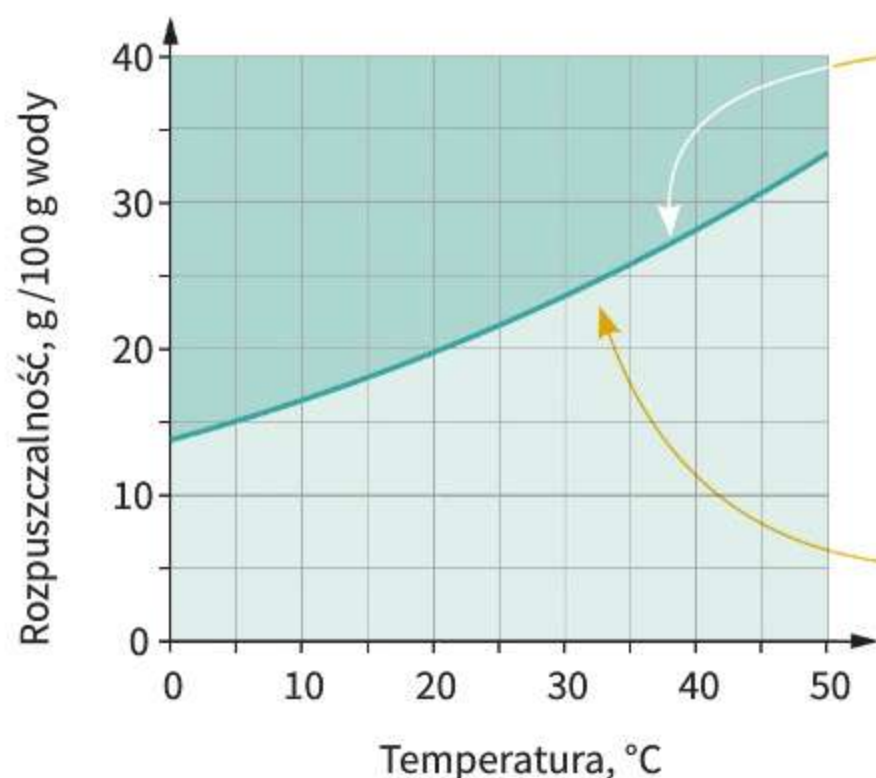
roztwór, w którym **nie można** rozpuścić więcej substancji w danej temperaturze

roztwór nienasycony

roztwór, w którym **można** rozpuścić dodatkową porcję substancji w danej temperaturze

Rozpuszczalność

Maksymalna liczba gramów substancji, którą można rozpuścić w 100 g rozpuszczalnika (najczęściej wody) w danej temperaturze. Zależność rozpuszczalności substancji stałych oraz gazów w wodzie od temperatury jest najczęściej przedstawiana za pomocą **krzywej rozpuszczalności**.



Punkty należące do krzywej określają największą masę substancji, która się rozpuści w 100 g wody w danej temperaturze. Powstanie wówczas **roztwór nasycony**.

Każdy punkt leżący pod krzywą określa masę substancji, która po dodaniu do 100 g wody w danej temperaturze spowoduje, że powstanie **roztwór nienasycony**.

Krystalizacja

Proces krystalizacji rozpoczyna się tylko w roztworach nasyconych. W wyniku oziębiania roztworu lub powolnego odparowania rozpuszczalnika, zaczynają tworzyć się coraz większe kryształy substancji rozpuszczanej.



Etapy krystalizacji siarczanu(VI) miedzi(II)

Stężenie procentowe roztworu

Określa, ile gramów substancji rozpuściło się w 100 g roztworu.

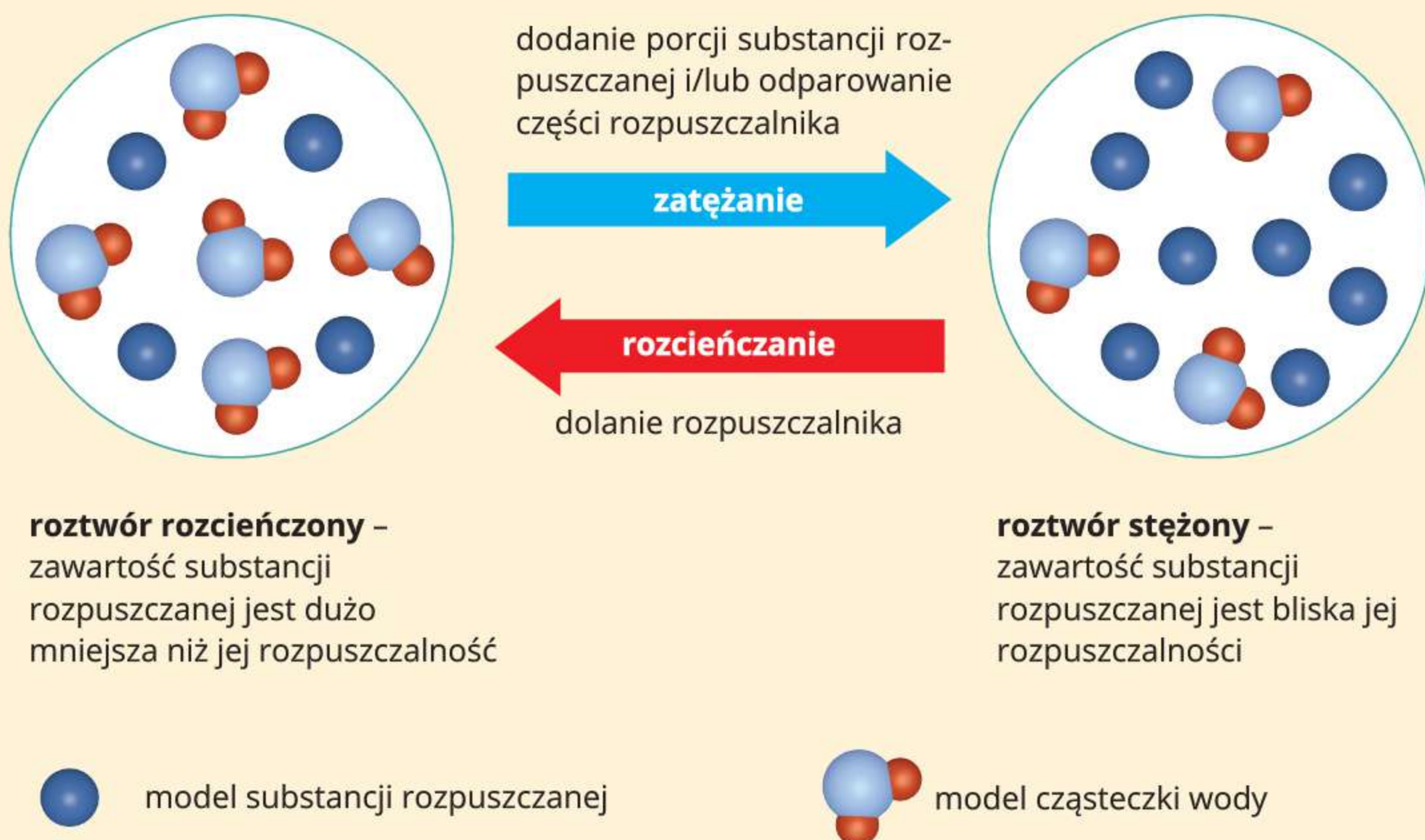
$$c_p = \frac{m_s}{m_r} \cdot 100 \%$$

stężenie procentowe roztworu

masa substancji

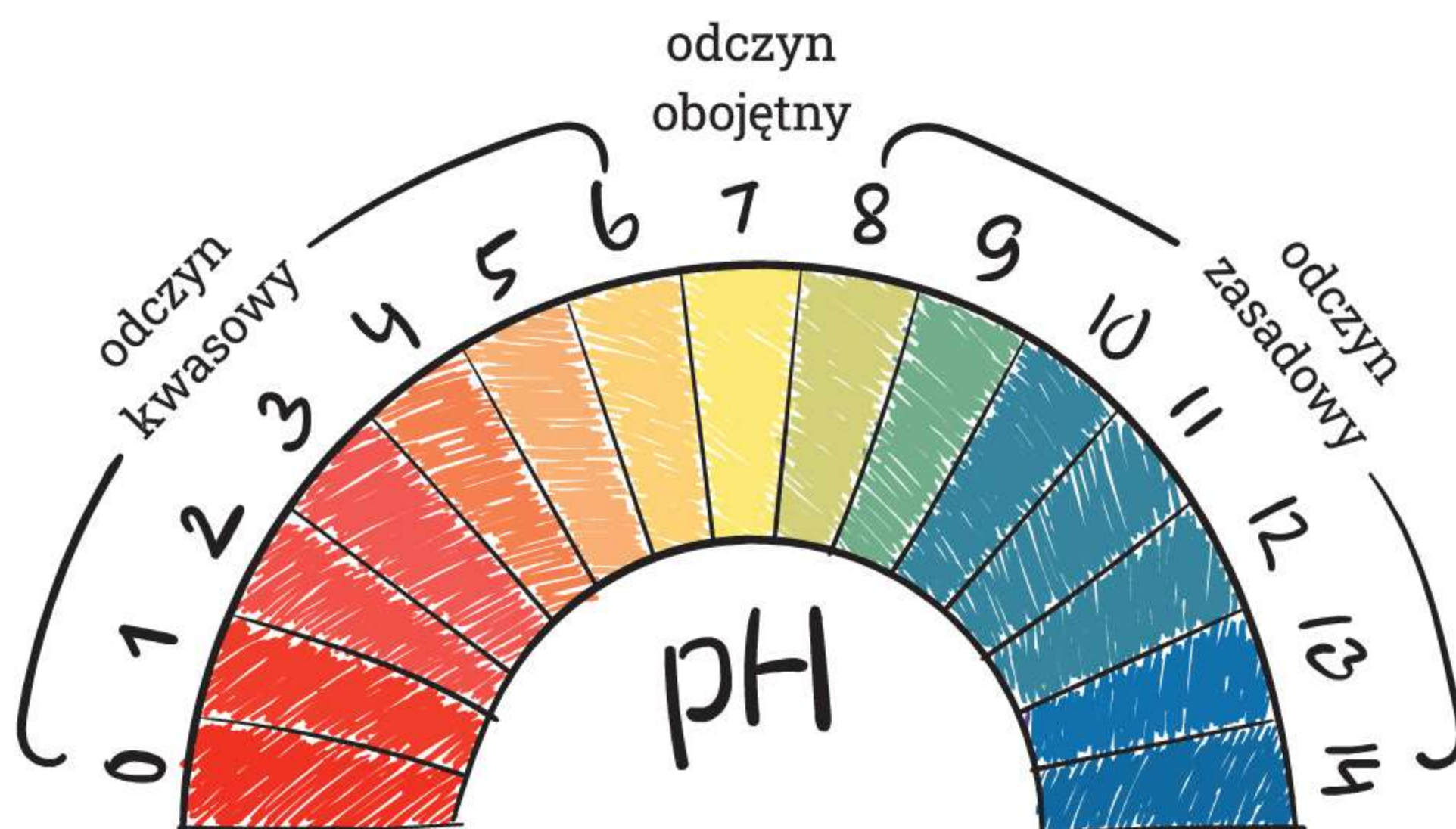
masa roztworu ($m_r = m_s + m_{\text{rozp.}}$)

Zmiana stężenia roztworu



Skala pH

Miara odczynu roztworu. Ma zakres wartości od 0 do 14.



Wskaźniki kwasowo-zasadowe (indykatory)

służą do pomiaru pH roztworu

wskaźniki naturalne

przykłady:

- ▶ wywar z czerwonej kapusty
- ▶ sok z aronii
- ▶ sok z czarnej porzeczki
- ▶ napar z kwiatów klitorii
- ▶ napar z czarnej herbaty

wskaźniki sztuczne

przykłady:

- ▶ wskaźnik uniwersalny
- ▶ oranż metylowy
- ▶ fenoloftaleina

Barwy wskaźników w roztworach o różnym odczynie

Wskaźnik	Odczyn		
	kwasowy	obojętny	zasadowy
uniwersalne papierki wskaźnikowe 			
wywar z czerwonej kapusty 			
napar z klitorii 			



Odpowiedzi zapisz w zeszycie.

1. Przedstaw równanie reakcji analizy wody.



2. Wymień trzy sposoby oszczędzania wody w domu.

3. W poniższych zdaniach wskaż jedno określenie spośród podanych w każdym nawiasie, tak aby powstały poprawne informacje.

- I. W mieszaninach (*jednorodnych / niejednorodnych*) składników nie można odróżnić gołym okiem.
- II. Cząstki substancji rozpuszczanej w zawiesinie są (*większe / mniejsze*) niż w koloidzie.
- III. W roztworze (*nasyconym / nienasyconym*) nie można rozpuścić więcej substancji w danej temperaturze.
- IV. Proces krystalizacji rozpoczyna się tylko w roztworze (*nasyconym / nienasyconym*). Jeżeli taki roztwór pozostawi się do powolnego odparowania, to rozpuszczalnika będzie coraz (*więcej / mniej*), natomiast kryształy substancji rozpuszczonej będą coraz większe.
- V. Woda jest dobrym rozpuszczalnikiem dla substancji o budowie (*jonowej / kowalencyjnej*) i dla substancji o budowie (*niepolarnej / polarnej*).

4. Wymień czynniki wpływające na szybkość rozpuszczania się substancji stałych w wodzie.

5. W tabeli podano wartości rozpuszczalności azotanu(V) sodu w zależności od temperatury.

Temperatura, °C	0	10	20	30	40	50	60
Rozpuszczalność NaNO_3 , g / 100 g wody	73	80	88	96	104	114	124

- a) Przedstaw wykres punktowy zależności rozpuszczalności azotanu(V) sodu od temperatury.
- b) Oblicz, ile gramów azotanu(V) sodu można maksymalnie rozpuścić w 300 g wody w $t = 40\text{ °C}$.
- c) Oblicz stężenie procentowe nasyconego roztworu azotanu(V) sodu w $t = 10\text{ °C}$. Wynik podaj z dokładnością do pierwszego miejsca po przecinku.

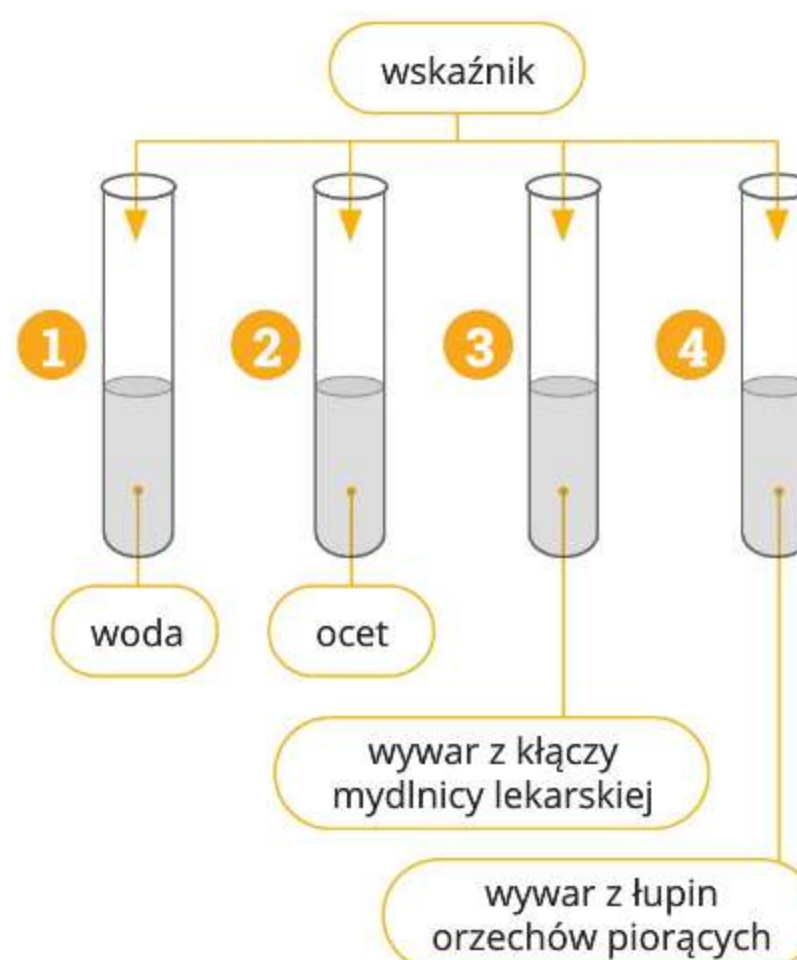
6. Oblicz, ile gramów cukru trzcinowego należy dodać do $0,16\text{ dm}^3$ wody, aby otrzymać roztwór o stężeniu 20 %. Gęstość wody to 1 g/cm^3 .

7. Na zdjęciu obok przedstawiono efekt pewnego procesu.

- a) Podaj nazwę tego procesu.
- b) Jaki warunek musi spełniać roztwór, aby można było uzyskać widoczne na zdjęciu kryształy?



8. Zdrowa skóra ma pH od 4,7 do 5,5. Takie pH powinny mieć kosmetyki wykonywane własnoręcznie. Michalina postanowiła wykonać dwa szampony na bazie naturalnych składników. Zastanawiała się, czy wyprodukowane przez nią preparaty będą bezpieczne w użytkowaniu. Sformułowała problem badawczy: Czy szampony wykonane z kłączy mydlnicy lekarskiej i z łupin orzechów piorących mają pH odpowiednie dla ludzkiej skóry? Następnie przygotowała cztery probówki i napełniła je do połowy: wodą destylowaną (1), octem (2), wywarem z kłączy mydlnicy lekarskiej (3) i wywarem z łupin orzechów piorących (4). Kolejnym etapem doświadczenia było dodanie po pięć kropli wskaźnika do każdej probówki.



- a) Dokończ zdanie. Wybierz odpowiedź A albo B i jej uzasadnienie 1., 2. albo 3.

Aby sprawdzić, czy szampony mają odczyn lekko kwasowy, należy po dodaniu wskaźnika porównać barwy zawartości probówek 3 i 4 z barwą zawartości

A.	probówki 1,	ponieważ wartość pH zawartości tej probówki będzie	1.	większa od 7.
			2.	równa 7.
B.	probówki 2,		3.	mniejsza od 7.

- b) W tabeli zapisano barwy dwóch wskaźników w occie i w wodzie destylowanej.

Wskaźnik	Barwa wskaźnika	
	w occie	w wodzie destylowanej
wywar z czerwonej kapusty	czerwona	fioletowa
fenoloftaleina	bezbarwna	bezbarwna

Rozstrzygnij, którego wskaźnika Michalina powinna użyć do rozwiązania problemu badawczego. Odpowiedź uzasadnij.

DZIAŁ

VII

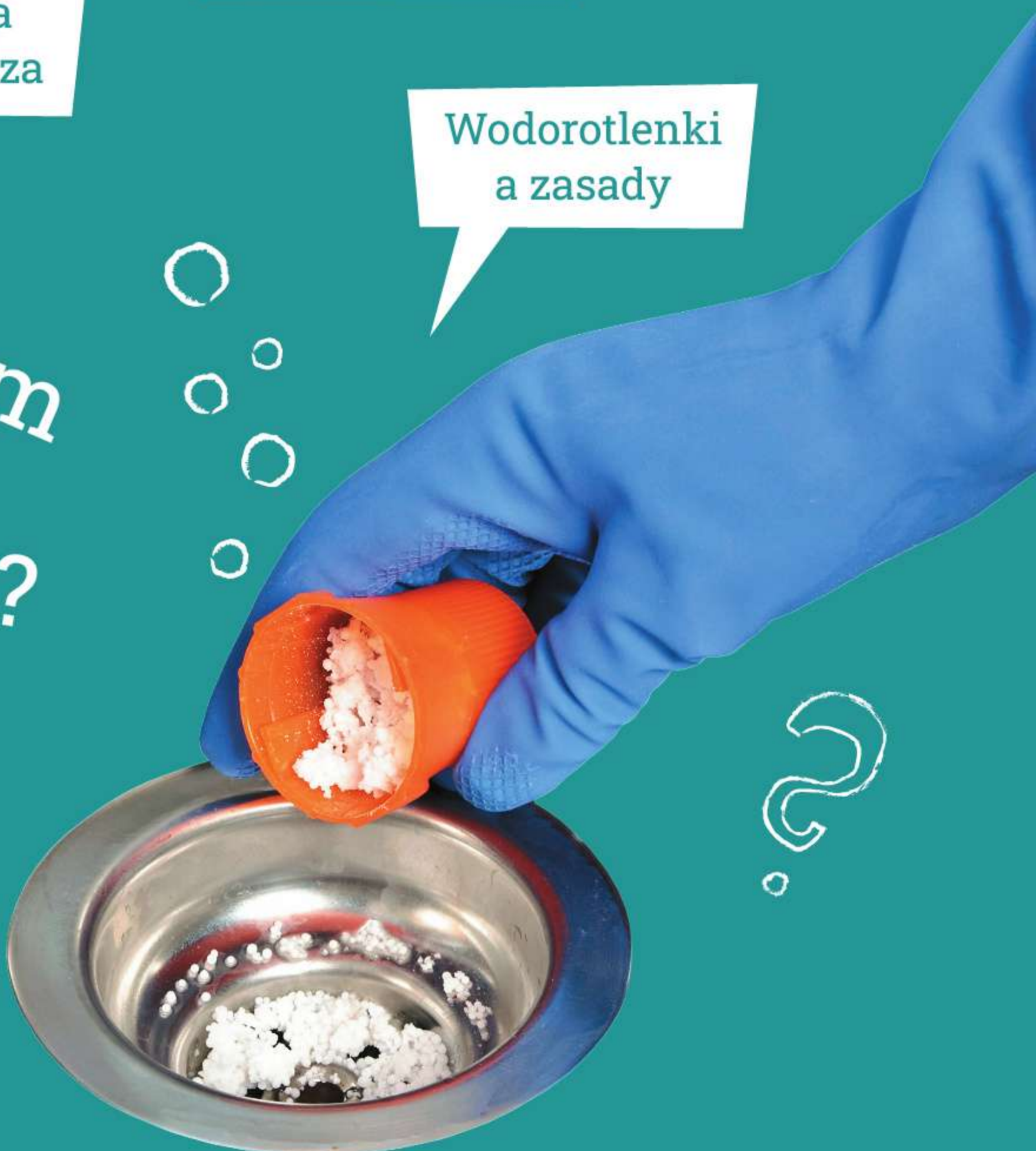
WODOROTLENKI

Dysocjacja
elektrolityczna

Tabela
rozpuszczalności

Wodorotlenki
a zasady

O czym
to
będzie?



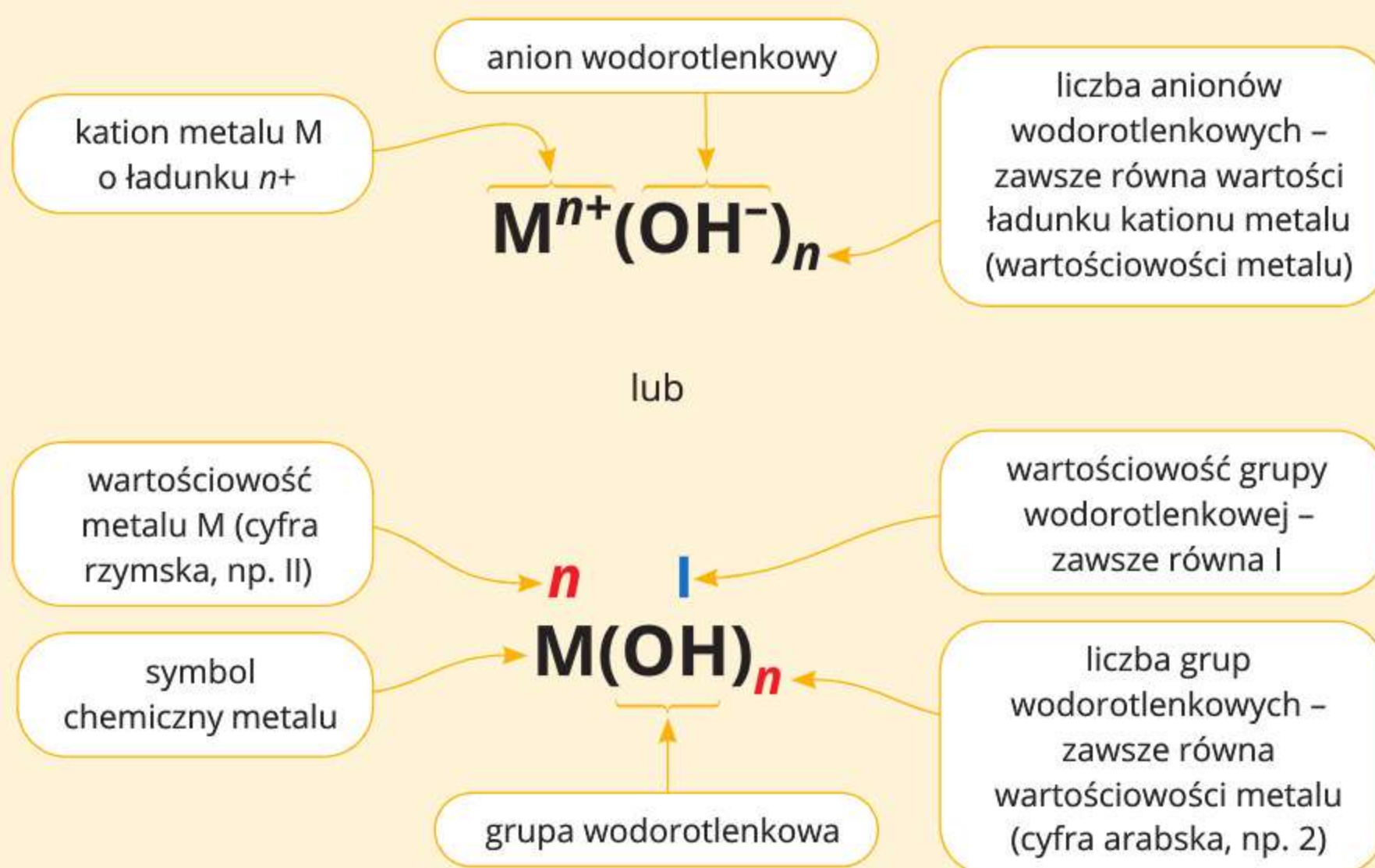
7.1 Wzory i nazewnictwo wodorotlenków



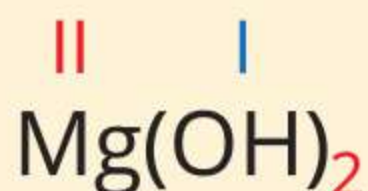
Gdy przeanalizujesz etykiety popularnych środków czystości, to wśród składników znajdziesz m.in. wodorotlenek sodu. Substancja ta dobrze usuwa pozostałości, które zbierają się np. w syfonach umywalek i odpływach kanalizacyjnych. **Wodorotlenek sodu należy do grupy związków zwanych wodorotlenkami.**

Wzór ogólny wodorotlenków

Wodorotlenki to związki chemiczne zbudowane z kationów metali i anionów wodorotlenkowych. Są zatem związkami o **budowie jonowej**. Z tego powodu nie rysuje się wzorów strukturalnych wodorotlenków.



Przykład:



Wzory, w których występują nawiasy, np. $Mg(OH)_2$, czyta się następująco: em gie o ha dwa razy wzięte.

Ustalanie wzoru wodorotlenku na podstawie jego nazwy

Przykład 1

Ustalanie wzoru wodorotlenku potasu

Krok 1	Zapisujemy wzór ogólny wodorotlenków.	$\begin{array}{c} n \quad \\ M(OH)_n \end{array}$	
Krok 2	Sprawdzamy symbol i wartościowość potasu.	Zamiast M piszemy symbol potasu, czyli K. Wartościowość I zapisujemy nad symbolem potasu, a za nawiasem cyfrę 1.	$\begin{array}{c} I \quad \\ K(OH)_1 \end{array}$
Krok 3	Podajemy wzór wodorotlenku potasu.	Jeśli we wzorze za nawiasem jest cyfra 1, to ją pomijamy; rezygnujemy również z nawiasu.	KOH

Odpowiedź: Wzór wodorotlenku potasu to KOH.

Przykład 2

Ustalanie wzoru wodorotlenku wapnia

Krok 1	Zapisujemy wzór ogólny wodorotlenków.	$\begin{array}{c} n \quad \\ M(OH)_n \end{array}$	
Krok 2	Sprawdzamy symbol i wartościowość wapnia.	Zamiast M piszemy symbol wapnia, czyli Ca. Wartościowość II zapisujemy nad symbolem wapnia, a za nawiasem cyfrę 2.	$\begin{array}{c} II \quad \\ Ca(OH)_2 \end{array}$
Krok 3	Podajemy wzór wodorotlenku wapnia.	Za nawiasem jest cyfra 2, więc we wzorze pozostawiamy nawias.	Ca(OH) ₂

Odpowiedź: Wzór wodorotlenku wapnia to Ca(OH)₂.

Przykład 3

Ustalanie wzoru wodorotlenku glinu

Krok 1	Zapisujemy wzór ogólny wodorotlenków.	$\begin{matrix} n & I \\ M(OH)_n \end{matrix}$	
Krok 2	Sprawdzamy symbol i wartościowość glinu.	Zamiast M piszemy symbol glinu, czyli Al. Wartościowość III zapisujemy nad symbolem glinu, a za nawiasem cyfrę 3 .	$\begin{matrix} III & I \\ Al(OH)_3 \end{matrix}$
Krok 3	Podajemy wzór wodorotlenku glinu.	Za nawiasem jest cyfra 3, więc we wzorze pozostawiamy nawias.	$Al(OH)_3$

Odpowiedź: Wzór wodorotlenku glinu to $Al(OH)_3$.

Ustalanie nazwy wodorotlenku na podstawie jego wzoru

Nazwy wodorotlenków są dwuczłonowe. Tworzy się je przez dodanie do słowa „wodorotlenek” nazwy metalu w dopełniaczu, np. wodorotlenek (czego?) litu.



W nazwach wodorotlenków metali, które mają tylko jedną wartościowość, **nie podaje się informacji o wartościowości metalu**.

Przykład 4

Ustalanie nazwy wodorotlenku o wzorze NaOH

Krok 1	Zapisujemy wzór wodorotlenku.	$NaOH$
Krok 2	Ustalamy wartościowość sodu.	We wzorze jest tylko jedna grupa OH, zatem wartościowość sodu to I. Sód znajduje się w 1. grupie, więc jego wartościowość to zawsze I. W nazwie nie podaje się jego wartościowości.
Krok 3	Podajemy nazwę wodorotlenku.	wodorotlenek sodu

Odpowiedź: Nazwa związku o wzorze NaOH to wodorotlenek sodu.

Przykład 5

Ustalanie nazwy wodorotlenku o wzorze $\text{Mg}(\text{OH})_2$

Krok 1	Zapisujemy wzór wodorotlenku.	$\text{Mg}(\text{OH})_2$
Krok 2	Ustalamy wartościowość magnezu.	We wzorze są dwie grupy OH, zatem wartościowość magnezu to II. Magnez znajduje się w 2. grupie, więc jego wartościowość to zawsze II. W nazwie nie podaje się jego wartościowości.
Krok 3	Podajemy nazwę wodorotlenku.	wodorotlenek magnezu

Odpowiedź: Nazwa związku o wzorze $\text{Mg}(\text{OH})_2$ to wodorotlenek magnezu.



Niektóre metale mają kilka wartościowości. Z tego powodu **informację o wartościowości metalu** w danym związku należy podać w nawiasie, tuż za nazwą tego metalu, np. wodorotlenek ołowiu(II).

Przykład 6

Ustalanie nazwy wodorotlenku o wzorze $\text{Cu}(\text{OH})_2$

Krok 1	Zapisujemy wzór wodorotlenku.	$\text{Cu}(\text{OH})_2$
Krok 2	Ustalamy wartościowość miedzi.	We wzorze są dwie grupy OH, zatem wartościowość miedzi w tym związku to II. Miedź może mieć różne wartościowości (np. I albo II), dlatego w nazwie należy podać wartościowość miedzi.
Krok 3	Podajemy nazwę wodorotlenku.	wodorotlenek miedzi(II)

Odpowiedź: Nazwa związku o wzorze $\text{Cu}(\text{OH})_2$ to wodorotlenek miedzi(II).

A to ciekawe!

Indygo to naturalny barwnik pozyskiwany z rośliny – indygowca barwierskiego. Ma ciemnoniebieski kolor. Podczas farbowania przędzy przy użyciu tego barwnika ważna jest kolejność dodawania składników. Do wody najpierw dodaje się indygo, następnie wodorotlenek wapnia (aby wzmocnić i utrwalić kolor włókien materiału), a na końcu cukier, np. glukozę lub fruktozę (aby zwiększyć rozpuszczalność indygo w wodzie). Wstępna barwa cieczy, w której barwi się przędzę, jest zielona. Po wyjęciu przędzy następuje powolna przemiana do barwy niebieskiej.



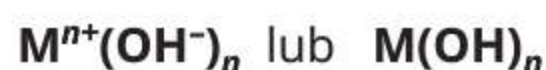
Przędza barwiona indygo

Zapamiętaj! To ważne!

Wodorotlenki

Związki jonowe zbudowane z kationów metali i anionów wodorotlenkowych.

Wzór ogólny wodorotlenków



Nazwy wodorotlenków

Są dwuwyrazowe. Do słowa „wodorotlenek” dodaje się nazwę metalu w dopełniaczu. Jeżeli metal może mieć kilka wartościowości, to informację o jego wartościowości w tym związku zapisuje się w nawiasie, tuż za nazwą metalu.

Sprawdź się!

1. Ustal wzory wodorotlenków o podanych nazwach.

a) wodorotlenek sodu

c) wodorotlenek berylu

e) wodorotlenek żelaza(III)

b) wodorotlenek cezu

d) wodorotlenek żelaza(II)

f) wodorotlenek ołowiu(II)

2. Ustal nazwy wodorotlenków o podanych wzorach.

a) LiOH

c) Zn(OH)₂

e) Mn(OH)₂

b) Ca(OH)₂

d) Sr(OH)₂

f) Hg(OH)₂

7.2 Właściwości i zastosowania wodorotlenków



Do przygotowania naturalnych mydeł jest potrzebny tłuszcz (np. oliwa), wodorotlenek sodu, woda destylowana i kompozycje zapachowe lub olejki eteryczne. Praca z wodorotlenkiem sodu wymaga jednak stosowania rękawic i okularów ochronnych oraz fartucha. **Jakie właściwości wodorotlenku sodu wpływają na to, że podczas domowego wyrobu mydeł jest wymagane zachowanie szczególnej ostrożności?**

Właściwości wodorotlenków

Wodorotlenki mają wiele wspólnych właściwości.

Wodorotlenek sodu NaOH

- ▶ białe ciało stałe
- ▶ żrący
- ▶ dobrze rozpuszczalny w wodzie

Wodorotlenek potasu KOH

- ▶ białe ciało stałe
- ▶ żrący
- ▶ dobrze rozpuszczalny w wodzie

Wodorotlenek wapnia Ca(OH)_2

- ▶ białe ciało stałe
- ▶ żrący
- ▶ średnio rozpuszczalny w wodzie

Doświadczenie 1

Badanie właściwości higroskopijnych wodorotlenku sodu

Problem badawczy:

Dlaczego wodorotlenek sodu należy przechowywać w szczelnie zamkniętych pojemnikach?

Sprzęt:

szkiełko zegarkowe, łyżeczka, zegarek

Hipoteza:

Wodorotlenek sodu należy przechowywać w szczelnie zamkniętych pojemnikach, ponieważ pochłania parę wodną z powietrza.

Odczynniki:

wodorotlenek sodu



Wykonanie:

Na szkiełku zegarkowym umieść kilka pastylek wodorotlenku sodu. Próbkę pozostaw w temperaturze pokojowej przez 5 minut. Obserwuj zachodzące zmiany.

Obserwacje:

Po wyłożeniu na szkiełko pastylki wodorotlenku sodu były sypkie. Po upływie czasu się rozpuściły.

Wnioski:

Wodorotlenek sodu pochłania parę wodną z powietrza – jest **higroskopijny**.

Weryfikacja hipotezy: Hipoteza została potwierdzona.



Doświadczenie 2

Działanie wodorotlenku sodu na bibułę



Problem badawczy:

Dlaczego wodorotlenek sodu niszczy bibułę?

Sprzęt:

szkiełko zegarkowe, łyżeczka, zegarek, szczypce

Wykonanie:

Na szkiełku zegarkowym połóż bibułę zwilżoną wodą. Nasyp na nią łyżeczkę wodorotlenku sodu. Bibułę pozostaw na działanie wodorotlenku przez 5 minut. Następnie chwyć szczypcami krawędź bibuły i spróbuj ją przesunąć na szkiełku.

Obserwacje:

Podczas próby przesunięcia bibuły doszło do jej rozerwania. W miejscach bezpośredniego kontaktu wodorotlenku sodu z bibułą pojawiły się ubytki.

Wnioski:

Wodorotlenek sodu jest substancją żrącą.

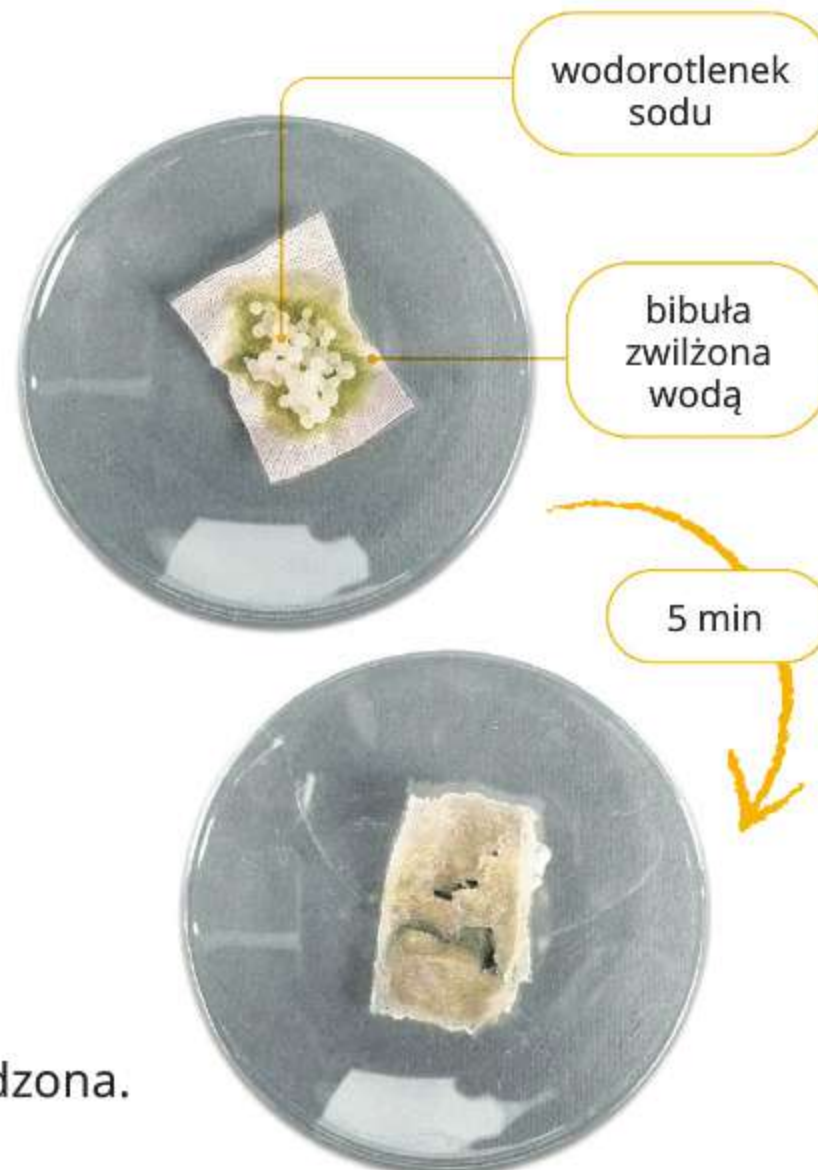
Weryfikacja hipotezy: Hipoteza została potwierdzona.

Hipoteza:

Wodorotlenek sodu niszczy bibułę, ponieważ ma właściwości żrące.

Odczynniki:

woda, wodorotlenek sodu, kawałek bibuły



Rozpuszczalność wodorotlenków w wodzie

Wodorotlenki to grupa związków chemicznych, wśród których tylko niektóre dobrze rozpuszczają się w wodzie ($t = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$).



Wodne roztwory wodorotlenków to **zasady**, np. wodny roztwór wodorotlenku sodu to zasada sodowa.

Doświadczenie 3

Badanie rozpuszczalności wodorotlenków sodu i wapnia w wodzie



Problem badawczy:

Czy wodorotlenki sodu i wapnia dobrze rozpuszczają się w wodzie?

Sprzęt:

2 probówki, pipeta, łyżeczka, bagietka, statyw

Wykonanie:

Do probówek z 5 cm^3 wody dodaj po łyżeczce: do pierwszej – wodorotlenku sodu (1), a do drugiej – wodorotlenku wapnia (2). Zamieszaj zawartości probówek i ostrożnie dotknij ich dna. Odstaw probówki do statywu i obserwuj zachodzące zmiany.

Obserwacje:

Zawartość probówki 1 była przejrzysta, a jej dno było gorące. Zawartość probówki 2 nie była przejrzysta, ale jej dno było gorące. Po dłuższym czasie w probówce 2 biała substancja stała opadła na dno naczynia.

Wnioski:

Wodorotlenek sodu dobrze rozpuszcza się w wodzie.
Wodorotlenek wapnia nie rozpuszcza się dobrze w wodzie.

Weryfikacja hipotezy: Hipoteza została potwierdzona.

Hipoteza:

Wodorotlenek sodu dobrze rozpuszcza się w wodzie, a wodorotlenek wapnia nie.

Odczynniki:

woda destylowana, wodorotlenek sodu, wodorotlenek wapnia

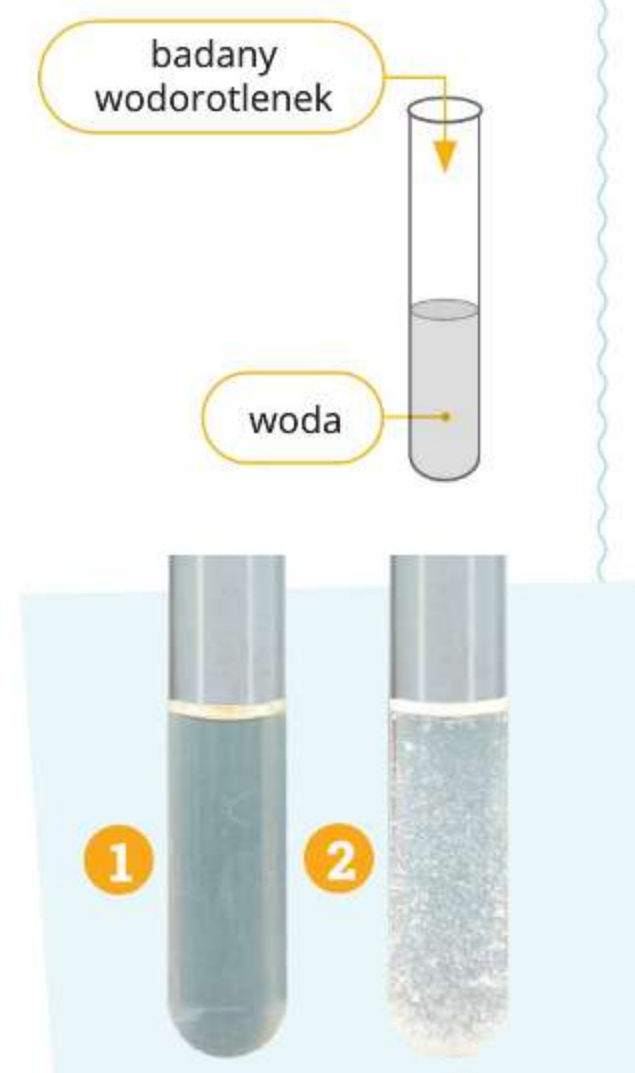


Tabela rozpuszczalności

Informacje o rozpuszczalności wodorotlenków w wodzie w $t = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ są umieszczone w **tabeli rozpuszczalności soli i wodorotlenków w wodzie**. Na podstawie znajomości rodzaju kationów i anionów budujących związek chemiczny można określić, jak dana substancja rozpuszcza się w wodzie.

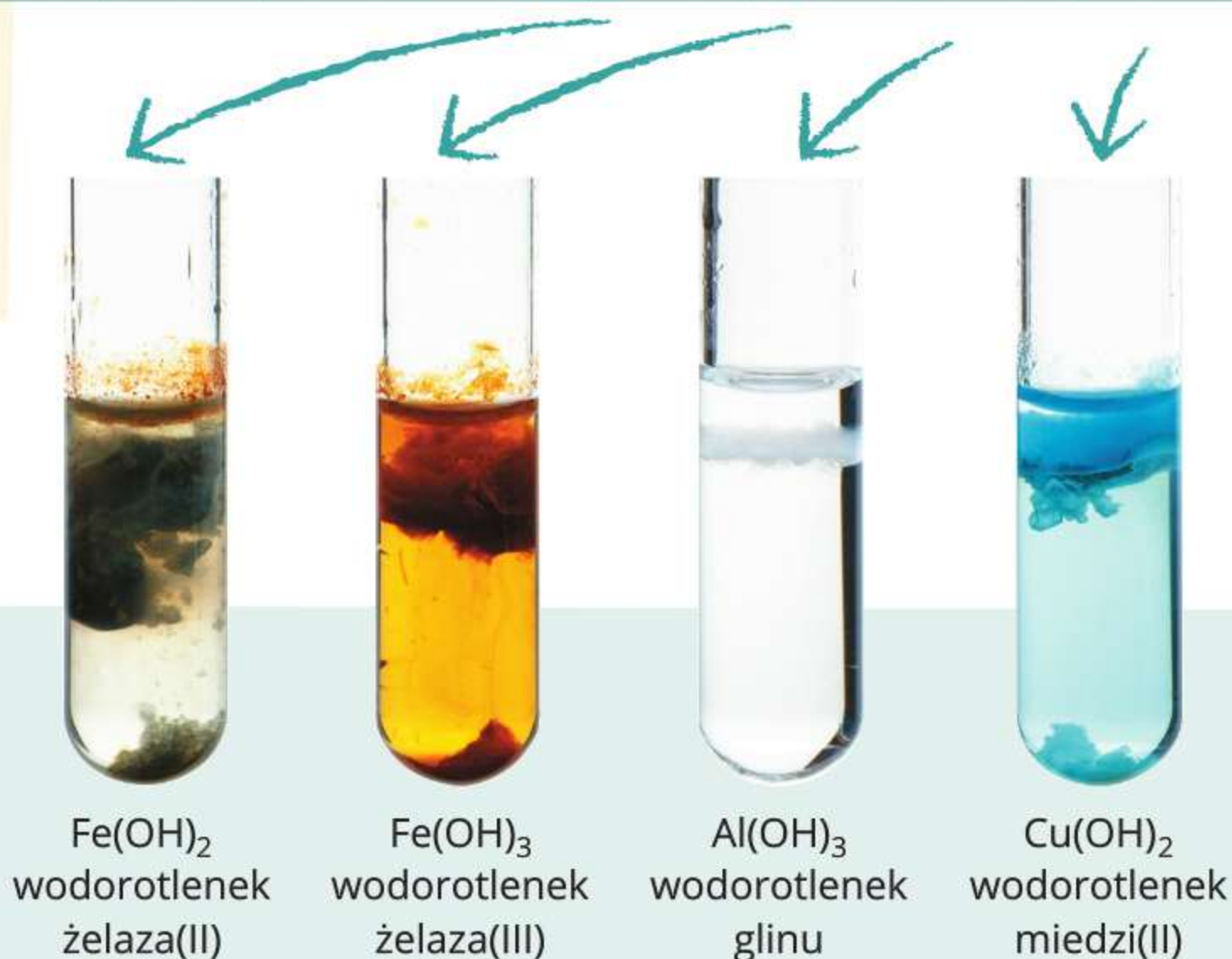
Fragment tabeli rozpuszczalności wodorotlenków w wodzie

Aniony \ Kationy	Na^+	K^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}	Fe^{2+}	Fe^{3+}	Al^{3+}	Cu^{2+}
OH^-	R	R	T	S	T	T	T	T

Substancja:

R – dobrze rozpuszczalna,
S – średnio rozpuszczalna,
T – trudno rozpuszczalna.

Barwy osadów
wodorotlenków
trudno
rozpuszczalnych
w wodzie



A to ciekawe!

Wodny roztwór wodorotlenku sodu znalazł zastosowanie w kryminalistyce do wykrywania śladów krwi. Mieszaniną zasady sodowej, fluoresceiny (barwnika, który świeci na żółtozielono pod wpływem promieniowania ultrafioletowego) i 3-procentowego roztworu nadtlenku wodoru spryskuje się powierzchnię, na której mogą być ślady krwi. Składniki mieszaniny reagują z jonami żelaza wchodzącymi w skład hemoglobiny.



Jeżeli spryskaną powierzchnię naświetli się światłem ultrafioletowym, to będzie widać fluorescencję śladów krwi.

Zastosowania wybranych wodorotlenków

wodorotlenek sodu



W reakcji z tłuszczami tworzy związki rozpuszczalne w wodzie, dlatego jest głównym składnikiem środków do udrażniania rur i syfonów.



Jest stosowany w produkcji mydła i proszków do prania.



To dobry środek odkażający, dlatego jego rozcieńczony roztwór jest stosowany do dezynfekcji, np. ramek pszczelich.

wodorotlenek potasu



Pochłania parę wodną z powietrza, dlatego stosuje się go w pochłaniaczach wilgoci.



Jest regulatorem kwasowości w produktach czekoladowych.



Jest stosowany w produkcji tzw. szarego mydła.

wodorotlenek wapnia



Jest surowcem do wyrobu zaprawy wapiennej stosowanej w budownictwie – pełni w niej funkcję spoiwa.



W garbarstwie jest wykorzystywany do usuwania włosów ze skór zwierzęcych oraz jako środek wybielający.



Jego wodny roztwór jest stosowany do bielenia pni drzew w celu ochrony przed szkodnikami i uszkodzeniami spowodowanymi nagłymi zmianami temperatury zimą i wczesną wiosną.

Właściwości wybranych wodorotlenków

Substancja Właściwość	wodorotlenek sodu NaOH	wodorotlenek potasu KOH	wodorotlenek wapnia Ca(OH)_2
stan skupienia	stały (pastylki, granulki)	stały (pastylki, granulki)	stały (proszek)
barwa	biała	biała	biała
rozpuszczalność w wodzie	dobra	dobra	średnia
charakter związku	żrący	żrący	żrący

Sprawdź się!

- Wymień trzy wspólne właściwości wodorotlenku sodu i wodorotlenku potasu.
- Oblicz stężenie procentowe roztworu wodorotlenku sodu użytego do dezynfekcji ramek pszczelich, jeżeli do jego przygotowania użyto 6 g wodorotlenku sodu i 194 cm^3 wody. Gęstość wody to 1 g/cm^3 .
- Oceń prawdziwość podanych zdań. Wybierz **P**, jeśli zdanie jest prawdziwe, albo **F** – jeśli zdanie jest fałszywe.

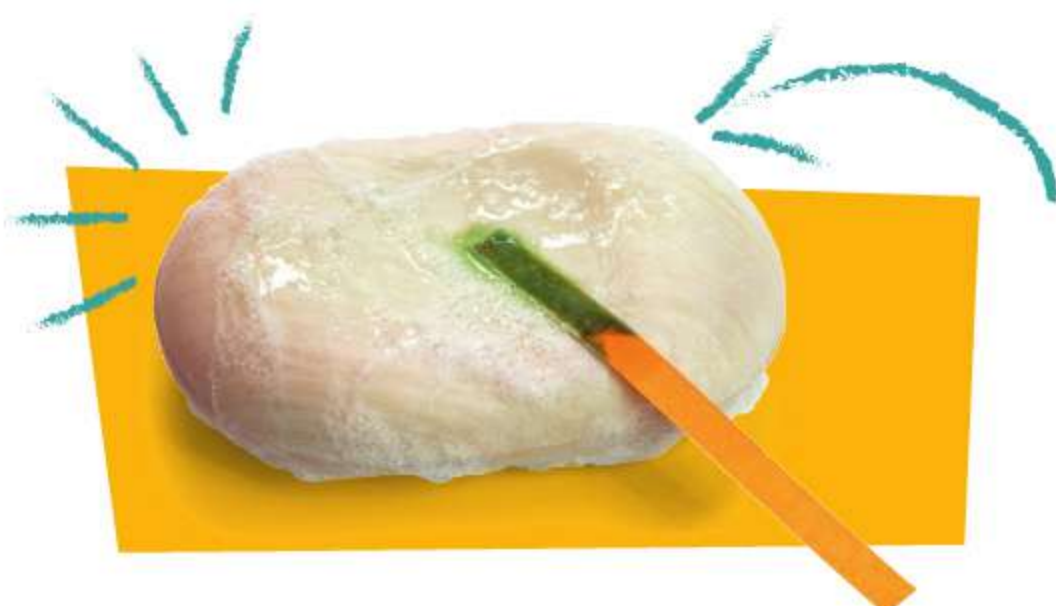
1	Wodny roztwór wodorotlenku potasu jest nazywany zasadą potasową.	P	F
2	Wodorotlenek potasu trudno rozpuszcza się w wodzie.	P	F
3	Wodorotlenek sodu jest higroskopijny.	P	F

- Wymień trzy produkty stosowane w domu, do których produkcji wykorzystano wodorotlenek sodu.



- Środek do udrażniania rur kanalizacyjnych składa się w 99 % z wodorotlenku sodu. Na podstawie dostępnych źródeł informacji wyjaśnij, dlaczego nie można go stosować do czyszczenia rur aluminiowych.

7.3 Otrzymywanie wodorotlenków. Barwy wskaźników w roztworach wodorotlenków



Mydło bezpośrednio po wyrobie nie jest gotowe do używania, ponieważ może być żrące. Z tego powodu w procesie dojrzewania mydła ważną czynnością jest sprawdzenie jego odczynu. Mydło o odczynie słabo zasadowym dobrze oczyszcza, nawilża i pielęgnuje skórę.

Sztuczne wskaźniki kwasowo-zasadowe

Podczas przeprowadzania doświadczeń stosuje się wskaźniki zarówno sztuczne, jak i naturalne. W obu grupach są takie, które zmieniają barwę tylko w roztworach o odczynie kwasowym lub tylko w roztworach o odczynie zasadowym.

Fenoloftaleina

Jest sztucznym wskaźnikiem, który zmienia barwę tylko w roztworach o **odczynie zasadowym**. Alkoholowy roztwór fenoloftaleiny o stężeniu 1 % w roztworach o odczynie zasadowym zabarwia się na **kolor malinowy**. W roztworach o odczynie kwasowym lub obojętnym pozostaje bezbarwny.



Barwa fenoloftaleiny w roztworze o **odczynie obojętnym** lub **kwasowym**.

Barwa fenoloftaleiny w roztworze o **odczynie zasadowym**.

Oranż metylowy

Jest sztucznym wskaźnikiem, który zmienia barwę tylko w roztworach o **odczynie kwasowym**. Wodny roztwór oranżu metylowego w roztworach o odczynie kwasowym ma **barwę czerwoną**. Z kolei w roztworach o odczynie zasadowym lub obojętnym ma barwę pomarańczową.



Barwa oranżu metylowego w roztworze o **odczynie obojętnym** lub **zasadowym**.

Barwa oranżu metylowego w roztworze o **odczynie kwasowym**.

Otrzymywanie wodorotlenków

Wodorotlenki rozpuszczalne w wodzie otrzymuje się w reakcji metali 1. i 2. grupy układu okresowego (oprócz berylu), tzw. aktywnych metali, lub tlenków tych metali z wodą. Wodorotlenki trudno rozpuszczalne w wodzie otrzymuje się w reakcji wymiany.



Metody otrzymywania wodorotlenków:

- ▶ aktywny metal + woda $\rightarrow$ wodorotlenek + wodór, np. $2\text{K} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{KOH} + \text{H}_2\uparrow$
- ▶ tlenek aktywnego metalu + woda $\rightarrow$ wodorotlenek, np. $\text{MgO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Mg(OH)}_2$
- ▶ reakcja wymiany, np. $2\text{NaOH} + \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Cu(OH)}_2$



Do aktywnych metali należą m.in. lit, sód i potas – pierwiastki leżące w 1. grupie układu okresowego. Przechowuje się je pod warstwą nafty, ponieważ dość szybko reagują z parą wodną i tlenem z powietrza. Z tego powodu te metale w przyrodzie występują wyłącznie w postaci związków chemicznych.

Reakcje aktywnych metali z wodą

Sprawdźmy przebieg reakcji sodu (metal z 1. grupy układu okresowego) z wodą.

Doświadczenie 1

Reakcja sodu z wodą



Problem badawczy:

Czy w roztworze wodorotlenku sodu fenoloftaleina zabarwi się na malinowo, a oranż metylowy nie zmieni swojego zabarwienia?

Sprzęt:

3 probówki, statyw, pipeta, pęseta, nóż, szalka Petriego, bibuła

Wykonanie:

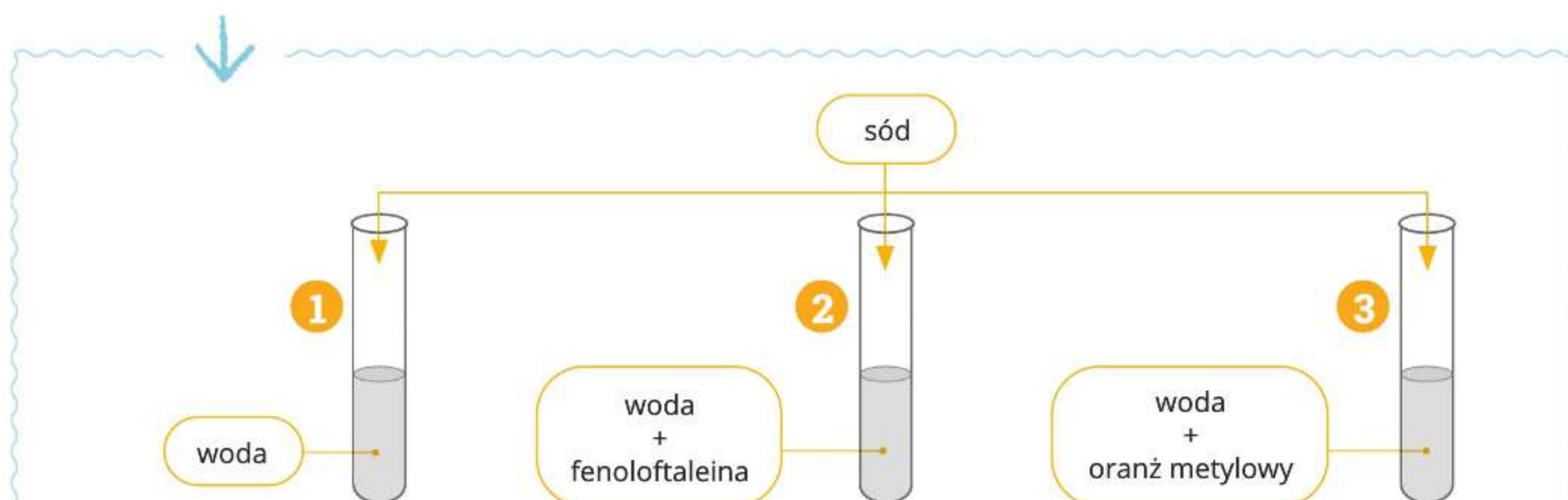
Do trzech probówek nalej po 5 cm^3 wody. Do probówki 2 dodaj kilka kropli roztworu fenoloftaleiny, a do probówki 3 – kilka kropli roztworu oranżu metylowego. Suchą pęsetą wyjmij sód z nafty i odsącz go na bibule położonej na szalce. Odkrój trzy kawałki sodu wielkości główki od szpilki. Do każdej probówki dodaj po jednym kawałku tego metalu. Po zakończeniu reakcji ostrożnie dotknij dna probówek.

Hipoteza:

W roztworze wodorotlenku sodu fenoloftaleina zabarwi się na malinowo, a oranż metylowy nie zmieni zabarwienia.

Odczynniki:

woda destylowana, sód, alkoholowy roztwór fenoloftaleiny, roztwór oranżu metylowego



Obserwacje:

We wszystkich probówkach kawałki sodu utrzymywały się na powierzchni cieczy; szybko odbijały się od ścianek probówek i przybrały kształt kuli; po kilku sekundach kawałki sodu zniknęły. Przez cały czas intensywnie wydzielały się pęcherzyki bezbarwnego gazu. Dna probówek były gorące. Zawartość probówki:

- 1 – nie zmieniła barwy – pozostała bezbarwna,
- 2 – zmieniła barwę na malinową,
- 3 – nie zmieniła barwy – pozostała pomarańczowa.



Wnioski:

Sód gwałtownie reaguje z wodą. W probówkach powstał wodorotlenek sodu oraz gaz – wodór. Reakcja we wszystkich probówkach zaszła zgodnie z równaniem:



Reakcja jest egzotermiczna. Roztwór wodorotlenku sodu ma odczyn zasadowy.

Weryfikacja hipotezy: Hipoteza została potwierdzona.

Sprawdźmy przebieg reakcji magnezu (metalu z 2. grupy układu okresowego) z wodą.

Doświadczenie 2

Reakcja magnezu z wodą



Problem badawczy:

Czy w roztworze wodorotlenku magnezu fenoloftaleina zabarwi się na malinowo, a oranż metylowy nie zmieni swojego zabarwienia?

Sprzęt:

3 probówki, statyw, pipeta, łyżeczka

Hipoteza:

W roztworze wodorotlenku magnezu fenoloftaleina zabarwi się na malinowo, a oranż metylowy nie zmieni zabarwienia.

Odczynniki:

woda destylowana, wstążki magnezowe, alkoholowy roztwór fenoloftaleiny, roztwór oranżu metylowego

Wykonanie:

Do trzech probówek nalej po 5 cm³ wody. Do probówki 2 dodaj kilka kropli roztworu fenoloftaleiny, a do probówki 3 – kilka kropli roztworu oranżu metylowego. Do każdej probówki dodaj po kawałku wstążki magnezowej. Po zakończeniu reakcji ostrożnie dotknij dna probówek.



Obserwacje:

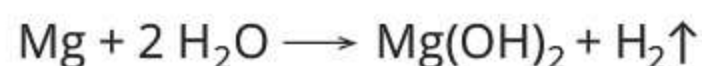
W probówkach początkowo nie było widać zmian. Po kilku minutach zaczęły wydzielać się pęcherzyki bezbarwnego gazu. Po ociepleniu probówek w dłoni pęcherzyki wydzielały się intensywniej. Dna probówek nie były gorące. Zawartość probówek:

- 1 – nie zmieniła barwy – pozostała bezbarwna,
- 2 – zmieniła barwę na malinową,
- 3 – nie zmieniła barwy – pozostała pomarańczowa.



Wnioski:

Reakcja magnezu i wody przebiega powoli. W probówkach powstał wodorotlenek magnezu oraz gaz – wodór. Reakcja we wszystkich probówkach zaszła zgodnie z równaniem:



Reakcja nie jest egzotermiczna. Roztwór wodorotlenku magnezu ma odczyn zasadowy.

Weryfikacja hipotezy: Hipoteza została potwierdzona.

Na podstawie przebiegu reakcji aktywnych metali z wodą można stwierdzić, że:

- ▶ reakcje metali 1. grupy układu okresowego z wodą przebiegają dość gwałtownie; inne metale tej grupy reagują z wodą podobnie jak sód, jednak szybkość reakcji rośnie w grupie litowców wraz ze wzrostem liczby atomowej;
- ▶ metale 2. grupy układu okresowego nie reagują z wodą tak gwałtownie jak metale 1. grupy (beryl nie reaguje z nią wcale); szybkość reakcji rośnie w grupie berylowców wraz ze wzrostem liczby atomowej;
- ▶ wskaźnikiem wykrywającym obecność wodorotlenków jest fenoloftaleina; za pomocą oranżu metylowego nie można potwierdzić odczynu zasadowego.

Litowce	wzrost aktywności	Berylowce
Li		Be
Na		Mg
K		Ca
Rb		Sr
Cs		Ba

Reakcje tlenków aktywnych metali z wodą

Sprawdźmy przebieg reakcji tlenków potasu i magnezu z wodą.

Doświadczenie 3

Reakcje tlenku potasu i tlenku magnezu z wodą



Problem badawczy:

Czy w reakcji tlenków aktywnych metali z wodą można otrzymać wodorotlenki?

Hipoteza:

W reakcji tlenków aktywnych metali z wodą można otrzymać wodorotlenki.

Sprzęt:

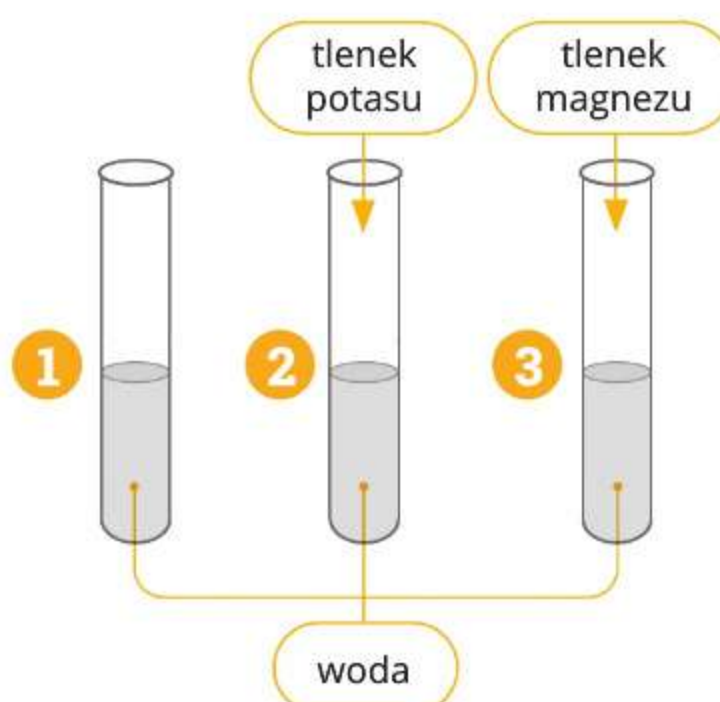
3 probówki, statyw, pipeta, łyżeczka, bagietka, szkiełko zegarkowe

Odczynniki:

woda destylowana, tlenek potasu, tlenek magnezu, uniwersalne papierki wskaźnikowe

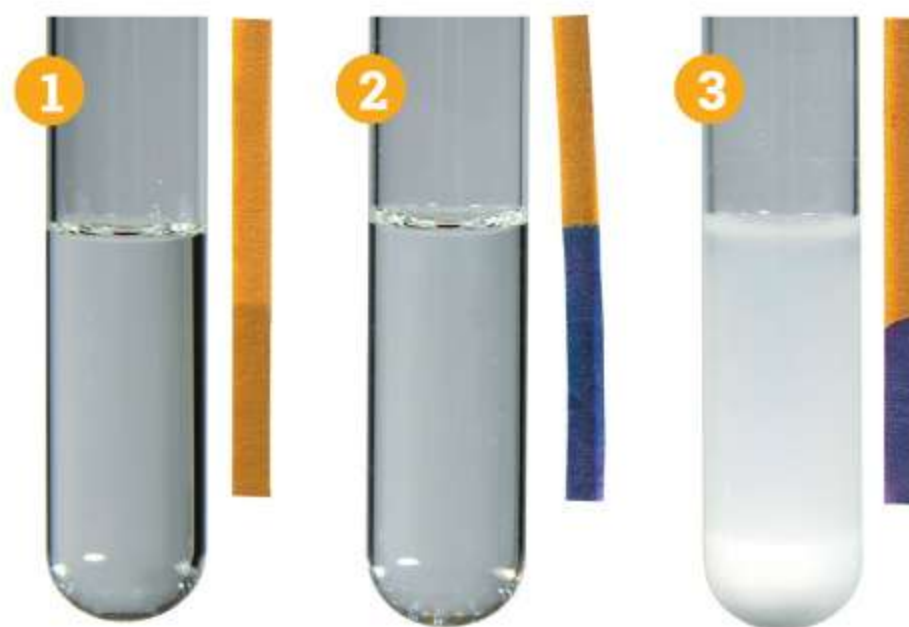
Wykonanie:

Do trzech probówek nalej po 5 cm³ wody. Do probówki 2 dodaj pół łyżeczki tlenku potasu, a do probówki 3 – tlenku magnezu. Zawartości probówek 2 i 3 zamieszaj. Na szkiełku połóż trzy uniwersalne papierki wskaźnikowe. Na pierwszy papierik nanieś bagietką kroplę cieczy z probówki 1, na drugi papierik – kroplę cieczy z probówki 2, a na trzeci – kroplę cieczy z probówki 3. Za każdym razem przejmij bagietkę wodą destylowaną.



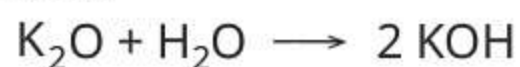
Obserwacje:

Zawartości probówek 1 i 2 były przejrzyste. Zawartość probówki 3 była mętna i na dnie było widać biały osad. Pierwszy papierik nie zmienił zabarwienia; drugi i trzeci zabarwił się na granatowo.



Wnioski:

W probówce 2 powstał wodorotlenek potasu, który dobrze rozpuszcza się w wodzie. Reakcja zaszła zgodnie z równaniem:



W probówce 3 powstał wodorotlenek magnezu, który trudno rozpuszcza się w wodzie. Reakcja zaszła zgodnie z równaniem:



Woda ma odczyn obojętny. Roztwory wodorotlenku potasu i wodorotlenku magnezu mają odczyn zasadowy.

Weryfikacja hipotezy: Hipoteza została potwierdzona.

Na podstawie przebiegu reakcji tlenków aktywnych metali z wodą można stwierdzić, że:

- ▶ tlenki metali 1. grupy układu okresowego reagują z wodą i tworzą wodorotlenki dobrze rozpuszczalne w wodzie;
- ▶ tlenki metali 2. grupy układu okresowego (oprócz berylu) reagują z wodą i tworzą wodorotlenki średnio i trudno rozpuszczalne w wodzie;
- ▶ odczyn zasadowy roztworów wodorotlenków można wykryć również za pomocą uniwersalnego papierka wskaźnikowego.

Reakcja wymiany

Doświadczenie 4

Reakcja wodorotlenku sodu z siarczanem(VI) miedzi(II)



Problem badawczy:

Czy w reakcji wodorotlenku sodu z siarczanem(VI) miedzi(II) powstanie wodorotlenek trudno rozpuszczalny w wodzie?

Hipoteza:

W reakcji wodorotlenku sodu z siarczanem(VI) miedzi(II) powstanie wodorotlenek trudno rozpuszczalny w wodzie.

Sprzęt:

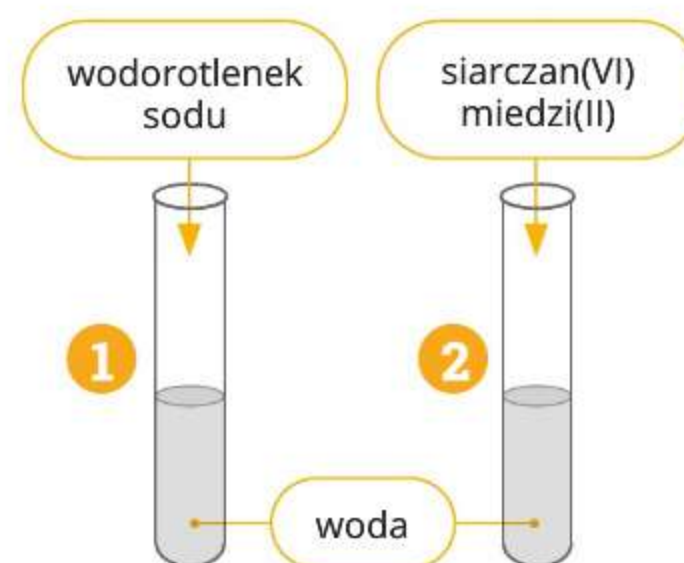
3 probówki, statyw, łyżeczka, bagietka, pipeta

Odczynniki:

woda destylowana, wodorotlenek sodu, siarczan(VI) miedzi(II)

Wykonanie:

Do dwóch probówek nalej po 5 cm³ wody. Do probówki 1 dodaj łyżeczkę wodorotlenku sodu, a do probówki 2 – łyżeczkę siarczanu(VI) miedzi(II). Zawartości probówek zamieszaj. Do probówki 3 przenieś 2 cm³ cieczy z probówki 2, a następnie dolej tyle samo cieczy z probówki 1. Obserwuj zawartość probówki 3.

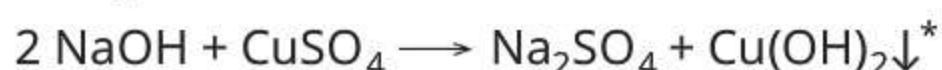


Obserwacje:

Zawartość probówki 1 była przejrzysta i bezbarwna, a probówki 2 – przejrzysta i niebieska. W probówce 3 utworzył się niebieski galaretowaty osad.

Wnioski:

W probówce 1 powstał roztwór wodorotlenku sodu, w probówce 2 – roztwór siarczanu(VI) miedzi(II), a w probówce 3 – siarczan(VI) sodu i wodorotlenek miedzi(II), który jest trudno rozpuszczalny w wodzie. Reakcja w probówce 3 zaszła zgodnie z równaniem:



Weryfikacja hipotezy: Hipoteza została potwierdzona.



* Strzałka skierowana do dołu oznacza, że wodorotlenek miedzi(II) wydziela się w postaci osadu.

Zapamiętaj! To ważne!

Otrzymywanie wodorotlenków

rozpuszczalnych w wodzie

- ▶ aktywny metal + woda $\rightarrow$ wodorotlenek + wodór
- ▶ tlenek aktywnego metalu + woda $\rightarrow$ wodorotlenek

trudno rozpuszczalnych w wodzie

- ▶ reakcja wymiany

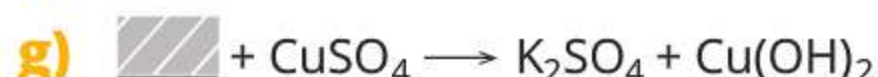
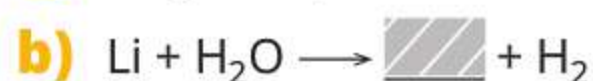
Odczyn roztworów wodorotlenków można badać za pomocą wskaźników

fenoloftaleiny

uniwersalnych papierków wskaźnikowych

Sprawdź się!

1. Przepisz do zeszytu schematy reakcji i uzupełnij je. Pamiętaj o współczynnikach stechiometrycznych.



2. Pan Aleksander pracuje w laboratorium biotechnologicznym. Sporządził roztwór o pH 6,2. Do roztworu dodał kilka kropli zasady sodowej o stężeniu 10 %. Ponownie zmierzył wartość pH. Jaki odczyn roztworu próbował uzyskać pan Aleksander? Uzasadnij odpowiedź.

3. Odczyn roztworów wodorotlenków można badać za pomocą 1-procentowego alkoholowego roztworu fenoloftaleiny.

Podaj przykład naturalnego wskaźnika, który mógłby zostać użyty do badania odczynu roztworów wodorotlenków. Uzasadnij swój wybór. Określ jego przypuszczalną barwę lub zakres barw w roztworze o odczynie zasadowym.

4. Wodorotlenki można otrzymać w reakcji metali z 1. i 2. grupy układu okresowego z wodą. Powstaje wtedy również wodór. Zaproponuj doświadczenie, które pozwoli wykryć ten gaz.

7.4 Dysocjacja elektrolityczna wodorotlenków



Baterie to źródło prądu elektrycznego używane np. w latarkach. W sklepie najczęściej można kupić tzw. baterie alkaliczne, w których elektrolitem jest wodorotlenek potasu. Są trwałe, wydajne i mogą pracować w skrajnych temperaturach, np. $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$. **Czy wiesz, jaką właściwością charakteryzują się elektrolity?**

Dysocjacja elektrolityczna

Niektóre substancje rozpuszczalne w wodzie ulegają dysocjacji elektrolitycznej.



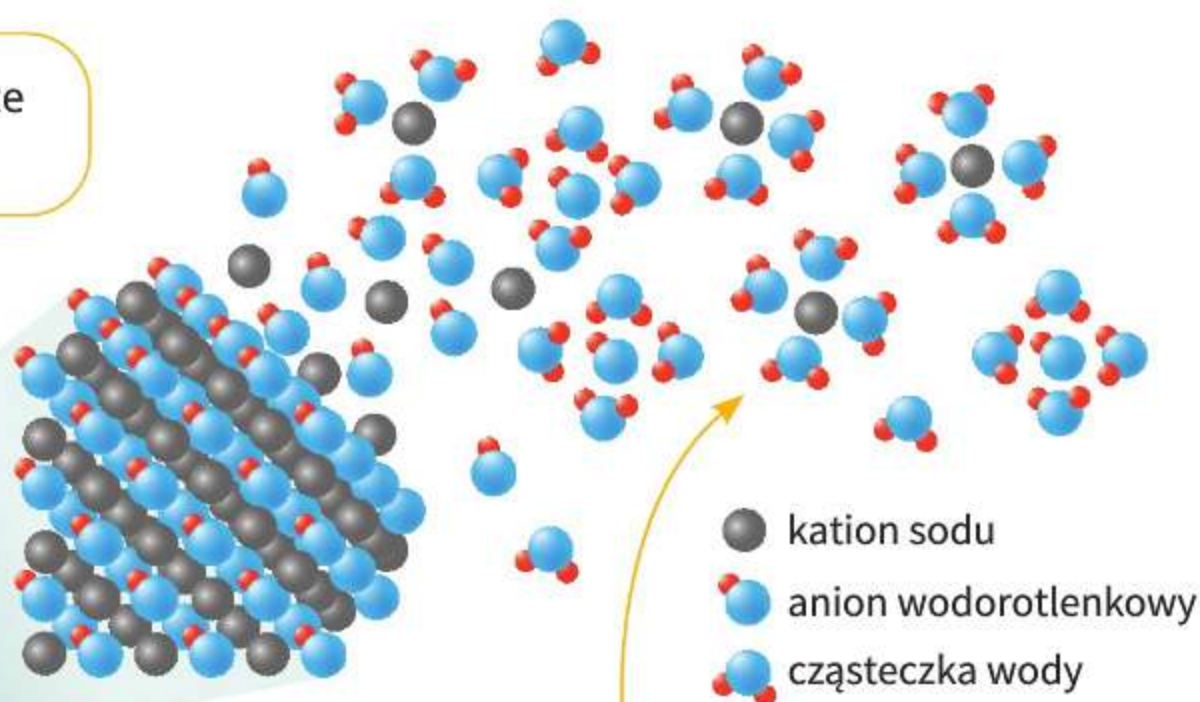
Dysocjacja elektrolityczna (jonowa) to rozpad związku chemicznego na jony pod wpływem wody.

Wodorotlenki metali 1. i 2. grupy układu okresowego (oprócz wodorotlenków berylu i magnezu) rozpuszczają się w wodzie. Podczas tego procesu cząsteczki wody wnikają do sieci krystalicznej wodorotlenku i osłabiają wiązania między kationami metali a anionami wodorotlenkowymi. Jony są uwalniane z sieci krystalicznej stopniowo.

Schemat modelowy dysocjacji elektrolitycznej wodorotlenku sodu



Wodorotlenek sodu dobrze rozpuszcza się w wodzie.



Cząsteczki wody otaczają uwolnione jony. Biegunem ujemnym ustawiają się w kierunku kationu sodu, natomiast biegunem dodatnim – w kierunku anionu wodorotlenkowego.

Jeśli w roztworze wodorotlenku umieści się elektrody (np. grafitowe) połączone ze źródłem prądu stałego (np. baterią), to przez roztwór przepłynie prąd elektryczny. Jony będą się przemieszczać do odpowiednich elektrod: kationy do elektrody ujemnej, a aniony do elektrody dodatniej.



Elektrolit to substancja, której wodny roztwór przewodzi prąd elektryczny.

Nieelektrolit to substancja, której wodny roztwór nie przewodzi prądu elektrycznego.

Doświadczenie 1

Badanie przewodnictwa elektrycznego wybranych substancji



Problem badawczy:

Czy woda destylowana, wodorotlenek sodu i chlorek sodu są elektrolitami?

Sprzęt:

4 szalki Petriego, pipeta, detektor przewodnictwa elektrycznego

Wykonanie:

Do szalek wlej kolejno: wodę destylowaną (1), roztwór wodorotlenku sodu (2) i roztwór chlorku sodu (3). Zanurz elektrody detektora przewodnictwa w każdej z cieczy. Po każdym pomiarze przemyj elektrody wodą destylowaną.

Obserwacje:

Po zanurzeniu elektrod w wodzie destylowanej dioda detektora nie świeciła (1). Po zanurzeniu elektrod w roztworze wodorotlenku sodu (2) i roztworze chlorku sodu dioda detektora świeciła (3).

Hipoteza

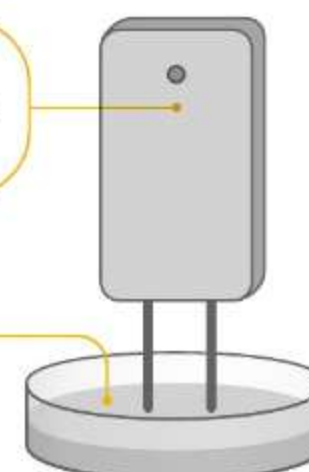
Wodorotlenek sodu i chlorek sodu to elektrolity, a woda destylowana jest nieelektrolitem.

Odczynniki:

woda destylowana, roztwór wodorotlenku sodu, roztwór chlorku sodu

detektor przewodnictwa elektrycznego

badana substancja



Wnioski:

Woda destylowana jest nieelektrolitem. Wodorotlenek sodu i chlorek sodu są elektrolitami.

Weryfikacja hipotezy: Hipoteza została potwierdzona.

Równanie dysocjacji elektrolitycznej wodorotlenków

Dysocjacji elektrolitycznej (jonowej) ulegają wodorotlenki rozpuszczalne w wodzie.



Ogólne równanie dysocjacji elektrolitycznej wodorotlenków:



Wodorotlenki pod wpływem wody dysocjują na kationy metali i aniony wodorotlenkowe.

Równanie dysocjacji	Sposób odczytu
$\text{NaOH} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{Na}^+ + \text{OH}^-$	Wodorotlenek sodu pod wpływem wody dysocjuje na kationy sodu i aniony wodorotlenkowe. Liczba kationów sodu jest równa liczbie anionów wodorotlenkowych.
$\text{KOH} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{K}^+ + \text{OH}^-$	Wodorotlenek potasu pod wpływem wody dysocjuje na kationy potasu i aniony wodorotlenkowe. Liczba kationów potasu jest równa liczbie anionów wodorotlenkowych.
$\text{Ca(OH)}_2 \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{Ca}^{2+} + 2 \text{OH}^-$	Wodorotlenek wapnia pod wpływem wody dysocjuje na kationy wapnia i aniony wodorotlenkowe. Liczba kationów wapnia jest dwa razy mniejsza od liczby anionów wodorotlenkowych.
$\text{Sr(OH)}_2 \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{Sr}^{2+} + 2 \text{OH}^-$	Wodorotlenek strontu pod wpływem wody dysocjuje na kationy strontu i aniony wodorotlenkowe. Liczba kationów strontu jest dwa razy mniejsza od liczby anionów wodorotlenkowych.

Uwolnione aniony wodorotlenkowe odpowiadają za odczyn zasadowy roztworów wodorotlenków.

A to ciekawe!

Zjawisko dysocjacji elektrolitycznej po raz pierwszy opisał **Svante Arrhenius** [swante arenius], szwedzki fizykochemik i astrofizyk. Było to w 1887 r. Arrhenius badał również zmiany klimatyczne, które zachodziły w przeszłości na Ziemi. Na podstawie obliczeń ocenił, że wzrost ilości tlenku węgla(IV) w atmosferze powoduje wzrost temperatury panującej na Ziemi. Dzięki temu przewidział, że nadmierne wytwarzanie tlenku węgla(IV) może przyczynić się do globalnego ocieplenia.



Svante Arrhenius
(1859–1927)

Zapamiętaj! To ważne!

Dysocjacja elektrolityczna (jonowa)

Rozpad związku chemicznego pod wpływem wody na jony: kationy i aniony.

Dysocjacja elektrolityczna wodorotlenków

Wodorotlenki rozpuszczalne w wodzie pod wpływem wody dysocjują na kationy metali i aniony wodorotlenkowe: $M(OH)_n \xrightarrow{H_2O} M^{n+} + n OH^-$.

Elektrolit

Substancja, której wodny roztwór **przewodzi** prąd elektryczny.

Nieelektrolit

Substancja, której wodny roztwór **nie przewodzi** prądu elektrycznego.

Sprawdź się!

1. Wskaż poprawne dokończenie zdania.

Prądu elektrycznego nie będzie przewodzić

A. roztwór wodorotlenku sodu.

B. roztwór wodorotlenku potasu.

C. woda destylowana.

D. roztwór chlorku sodu.

2. Podaj poprawne informacje, których brakuje w poniższym tekście.

Większość wodorotlenków aktywnych metali  w wodzie. Podczas tego procesu cząsteczki wody wnikają do sieci krystalicznej związku i osłabiają wiązania między  metali i  wodorotlenkowymi. Dipole wody  uwolnione jony, co powoduje powolny rozpad związku. Jeśli do takiego układu zostanie podłączone źródło , jony w roztworze rozpoczną wędrówkę. Kationy metali będą się przemieszczały w kierunku elektrody , a aniony wodorotlenkowe – w kierunku elektrody .

3. Przedstaw równania dysocjacji wodorotlenków o podanych wzorach.

a) LiOH

b) CsOH

c) Mg(OH)₂

d) Ba(OH)₂

PODSUMOWANIE DZIAŁU VII

Wodorotlenki

Wodorotlenki

Związki chemiczne zbudowane z kationów metali i anionów wodorotlenkowych.

Zasady

Wodne roztwory wodorotlenków.

Wzór ogólny wodorotlenków



lub



gdzie:

M^{n+} – kation metalu M o ładunku $n+$

OH^- – anion wodorotlenkowy

n – liczba anionów wodorotlenkowych

gdzie:

M – symbol metalu

OH – grupa wodorotlenkowa

n – liczba grup wodorotlenkowych

Nazwy wodorotlenków

- ▶ Są dwuwyrzowe. Tworzy się je przez dodanie do słowa „wodorotlenek” nazwy metalu w dopełniaczu, np. wodorotlenek litu.
- ▶ Jeżeli metal ma tylko jedną wartościowość, to w nazwie wodorotlenku nie podaje się informacji o jego wartościowości.
- ▶ Jeżeli metal może mieć kilka wartościowości, to informację o jego wartościowości w danym związku podaje się w nawiasie, tuż za nazwą tego metalu, np. wodorotlenek ołowiu(II).

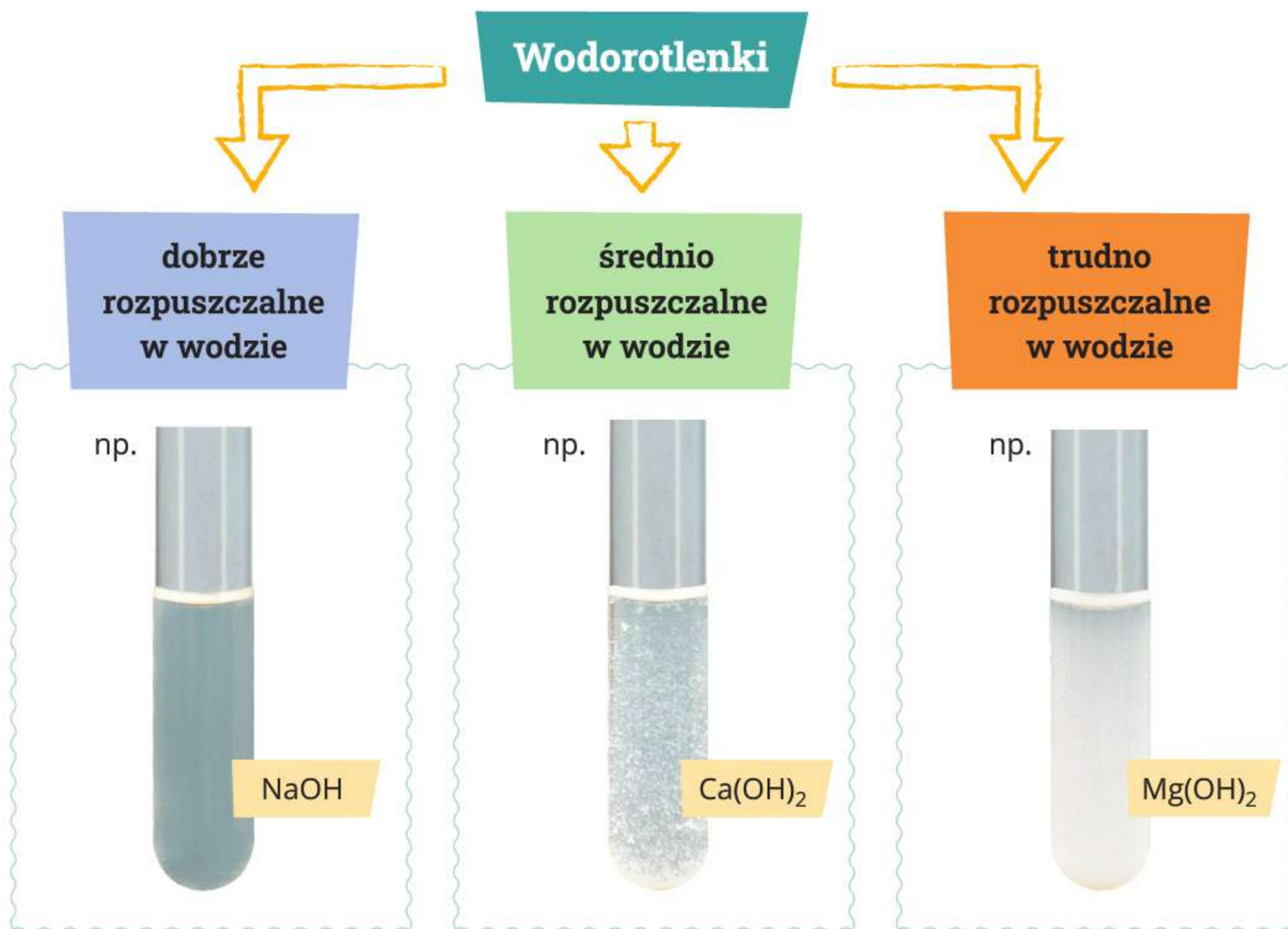
Otrzymywanie wodorotlenków

rozpuszczalnych w wodzie

- ▶ aktywny metal + woda $\longrightarrow$ wodorotlenek + wodór
np. $2 \text{Na} + 2 \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2 \text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow$
- ▶ tlenek aktywnego metalu + woda $\longrightarrow$ wodorotlenek
np. $\text{MgO} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Mg}(\text{OH})_2$

trudno rozpuszczalnych w wodzie

- ▶ reakcja wymiany
np. $2 \text{NaOH} + \text{CuSO}_4 \longrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow$



Dysocjacja elektrolityczna (jonowa)

- ▶ Rozpad związku chemicznego pod wpływem wody na jony (kationy i aniony).
- ▶ Ulegają jej niektóre substancje rozpuszczalne w wodzie.

Dysocjacja elektrolityczna wodorotlenków

- ▶ Wodorotlenki pod wpływem wody dysocjują (rozpadają się) na kationy metali i aniony wodorotlenkowe: $M(OH)_n \xrightarrow{H_2O} M^{n+} + n OH^-$.

Wodorotlenek
rozpuszcza się
w wodzie.



Dipole wody
wnikają do
sieci krystalicznej
i osłabiają wiązania
chemiczne.



Jony są
uwalniane z sieci
krystalicznej
stopniowo.



Dipole wody
otaczają kationy
metali i aniony
wodorotlenkowe.

Elektrolit

Substancja, która po rozpuszczeniu w wodzie **przewodzi** prąd elektryczny.

Nieelektrolit

Substancja, która po rozpuszczeniu w wodzie **nie przewodzi** prądu elektrycznego.

Wodorotlenek sodu

właściwości

- ▶ białe ciało stałe
- ▶ żrący i higroskopijny
- ▶ dobrze rozpuszczalny w wodzie
- ▶ elektrolit
- ▶ dysocjuje pod wpływem wody
- ▶ wodny roztwór wodorotlenku sodu ma odczyn zasadowy

zastosowania

- ▶ dezynfekcja, np. ramek pszczelich
- ▶ składnik środków do udrażniania rur i syfonów
- ▶ produkcja mydła i środków piorących

Wodorotlenek potasu

właściwości

- ▶ białe ciało stałe
- ▶ żrący i higroskopijny
- ▶ dobrze rozpuszczalny w wodzie
- ▶ elektrolit
- ▶ dysocjuje pod wpływem wody
- ▶ wodny roztwór wodorotlenku potasu ma odczyn zasadowy

zastosowania

- ▶ stosowany w pochłaniaczach wilgoci
- ▶ regulator kwasowości w produktach czekoladowych
- ▶ produkcja tzw. szarego mydła

Barwy wskaźników w roztworach o odczynie zasadowym

fenoloftaleina



uniwersalny papierek wskaźnikowy

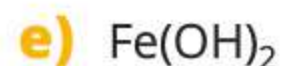


oranż metylowy



Odpowiedzi zapisz w zeszycie.

1. Ustal nazwy wodorotlenków o podanych wzorach.



2. Ustal wzory wodorotlenków o podanych nazwach.

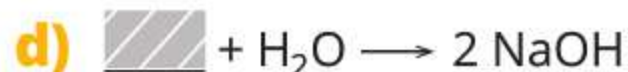
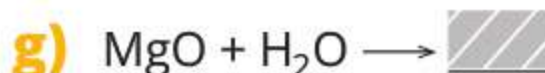
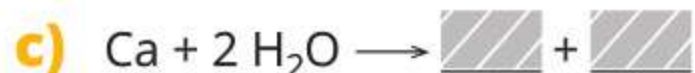
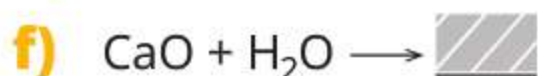
a) wodorotlenek sodu

c) wodorotlenek baru

b) wodorotlenek wapnia

d) wodorotlenek ołowiu(II)

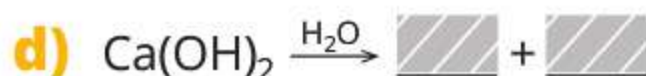
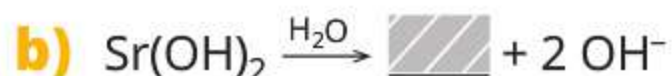
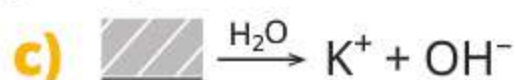
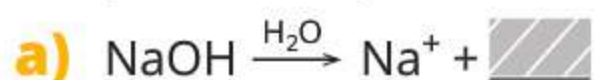
3. Przepisz do zeszytu schematy reakcji i uzupełnij je.



4. Podaj poprawne informacje, których brakuje w poniższym zdaniu.

Higroskopijność związku jest to jego zdolność do $\square$ z otoczenia.

5. Przepisz do zeszytu schematy dysocjacji elektrolitycznej wodorotlenków i uzupełnij je.



6. Roztwór wodorotlenku sodu o stężeniu 3 % ma zastosowanie w dezynfekcji ramek pszczelich. W ciągu zaledwie 4–5 minut są zabijane bakterie, wirusy i pasożyty bytujące na pszczołach. Aby zdezynfekować ramkę pszczelą, należy przygotować większą ilość zasady sodowej, w której ramki będą zanurzane.

Oblicz masę NaOH (w kg z dokładnością do pierwszego miejsca po przecinku), której należy użyć, aby przygotować 50 kg zasady sodowej o stężeniu 3 %.

7. Za pomocą uniwersalnych papierków wskaźnikowych zbadano odczyn trzech roztworów. Wygląd papierków po badaniu przedstawiono obok.

Podaj numer papierka, którym badano odczyn roztworu wodorotlenku potasu. Uzasadnij swoją odpowiedź.



8. W dwóch probówkach oznaczonych numerami 1 i 2 znajdują się roztwór wodorotlenku potasu oraz woda destylowana. Aby rozróżnić zawartości probówek, użyto alkoholowego roztworu fenoloftaleiny. Barwy zawartości probówek po dodaniu tego wskaźnika przedstawiono obok.

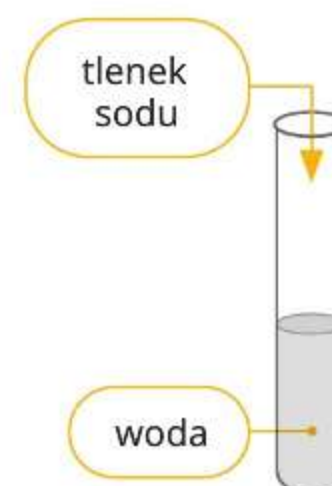


Rozstrzygnij, w której probówce znajdował się roztwór wodorotlenku potasu. Uzasadnij swoją odpowiedź.

9. Wykonano doświadczenie, którego schemat przedstawiono na rysunku obok.

- a) Oceń prawdziwość podanych zdań. Wybierz **P**, jeśli zdanie jest prawdziwe, lub **F** – jeśli zdanie jest fałszywe.

1	W probówce powstał wodorotlenek sodu.	P	F
2	Temperatura probówki wzrosła. Jest to przykład reakcji endotermicznej.	P	F

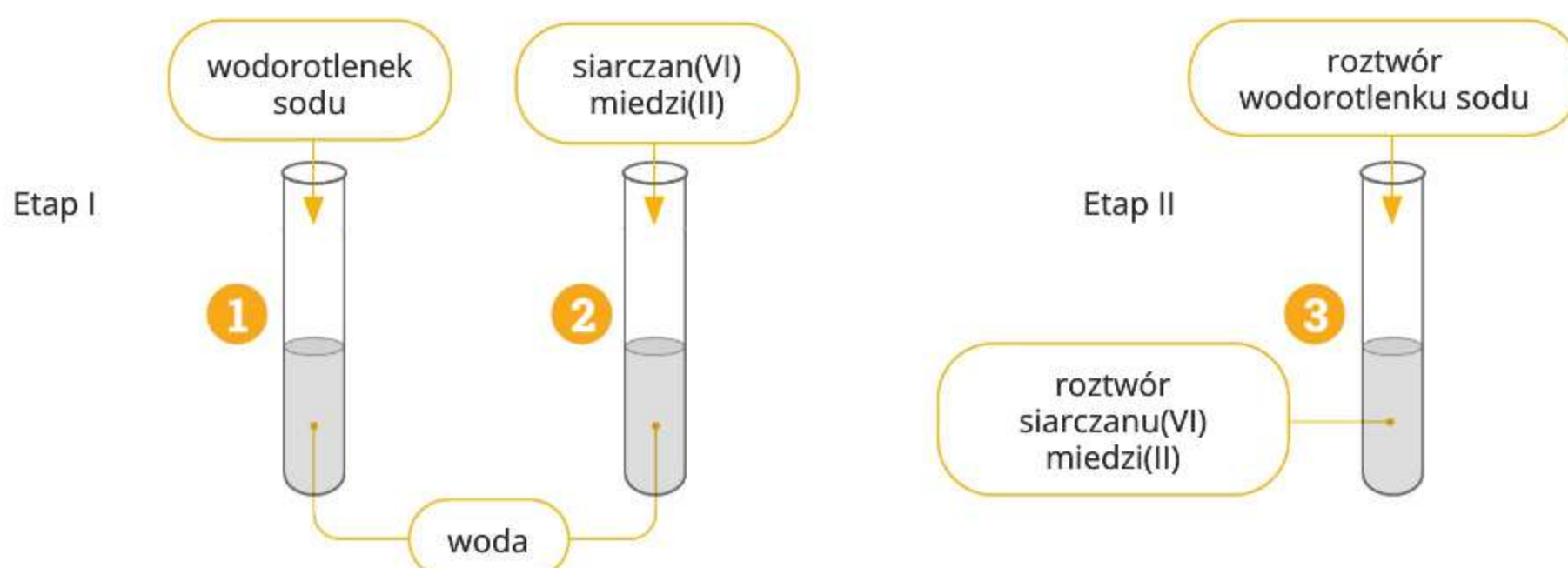


- b) Przedstaw równanie reakcji zachodzącej w probówce.

10. Poniżej zamieszczono fragment tabeli rozpuszczalności substancji w wodzie o $t = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Jony	Na^+	Cu^{2+}	T – substancja trudno rozpuszczalna R – substancja dobrze rozpuszczalna
SO_4^{2-}	R	R	
OH^-	R	T	

W celu otrzymania wodorotlenku miedzi(II) przeprowadzono dwuetapowe doświadczenie, którego schemat przedstawiono poniżej. W drugim etapie doświadczenia zaobserwowano strącenie się niebieskiego galaretowatego osadu.



Wskaż równanie reakcji, które poprawnie opisuje proces zachodzący w probówce 3.

- A. $2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
 B. $\text{NaOH} + \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Cu}(\text{OH})_2\downarrow$
 C. $2\text{NaOH} + \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Cu}(\text{OH})_2\downarrow$
 D. $\text{NaOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$

Odpowiedzi do zadań rachunkowych

s. 63

1. $2,7 \text{ g/cm}^3$; glin

2. 720 g

4. $1,29 \text{ g/dm}^3$

s. 68

6. $1,25 \text{ g/cm}^3$; 160 cm^3

9. 38,8 g

10. próbka acetonu > próbka eteru
etylowego > próbka benzenu

s. 79

2. $^{56}_{26}\text{Fe}$: $I_p = 26$, $I_e = 26$, $I_n = 30$;

$^{12}_6\text{C}$: $I_p = 6$, $I_e = 6$, $I_n = 6$

s. 137

1. a) 39 : 8; **b)** 1 : 16; **c)** 1 : 1;
d) 24 : 71; **e)** 5 : 4; **f)** 27 : 24

2. a) 36,5 u; **b)** 64 u; **c)** 284 u; **d)** 40 u;
e) 102 u; **f)** 183 u

3. %Ca = 20 %; %Br = 80 %

4. tlenek wodoru: %O = 89 %;
tlenek węgla(II): %O = 57 %

5. 1 : 16; %O = 94 %; %H = 6 %

s. 145

1. 0,45 g

2. 44 g

3. 1,4 kg

4. 56 g

6. 7 : 3; 7 : 2

s. 147

4. 1 : 16

5. 3,55 g

6. 1,6 g; $1,12 \text{ dm}^3$

7. a) 0,3 g; **b)** 31 : 3; **c)** 8,8 %

s. 148

8. 24 g

10. c) 5 : 2

11. 7,8 %

s. 191

6. 160 u

s. 199

3. 1000 kg

s. 213

2. a) 55,5 g; **b)** 78 g

3. a) 0,252 g; **b)** 0,195 g

s. 221

1. 23 %

2. 3 g

3. 7,163 g

4. 0,2 g

5. 2 %

s. 231

5. b) 312 g; **c)** 44,4 %

6. 40 g

s. 244

2. 3 %

s. 259

6. 1,5 kg

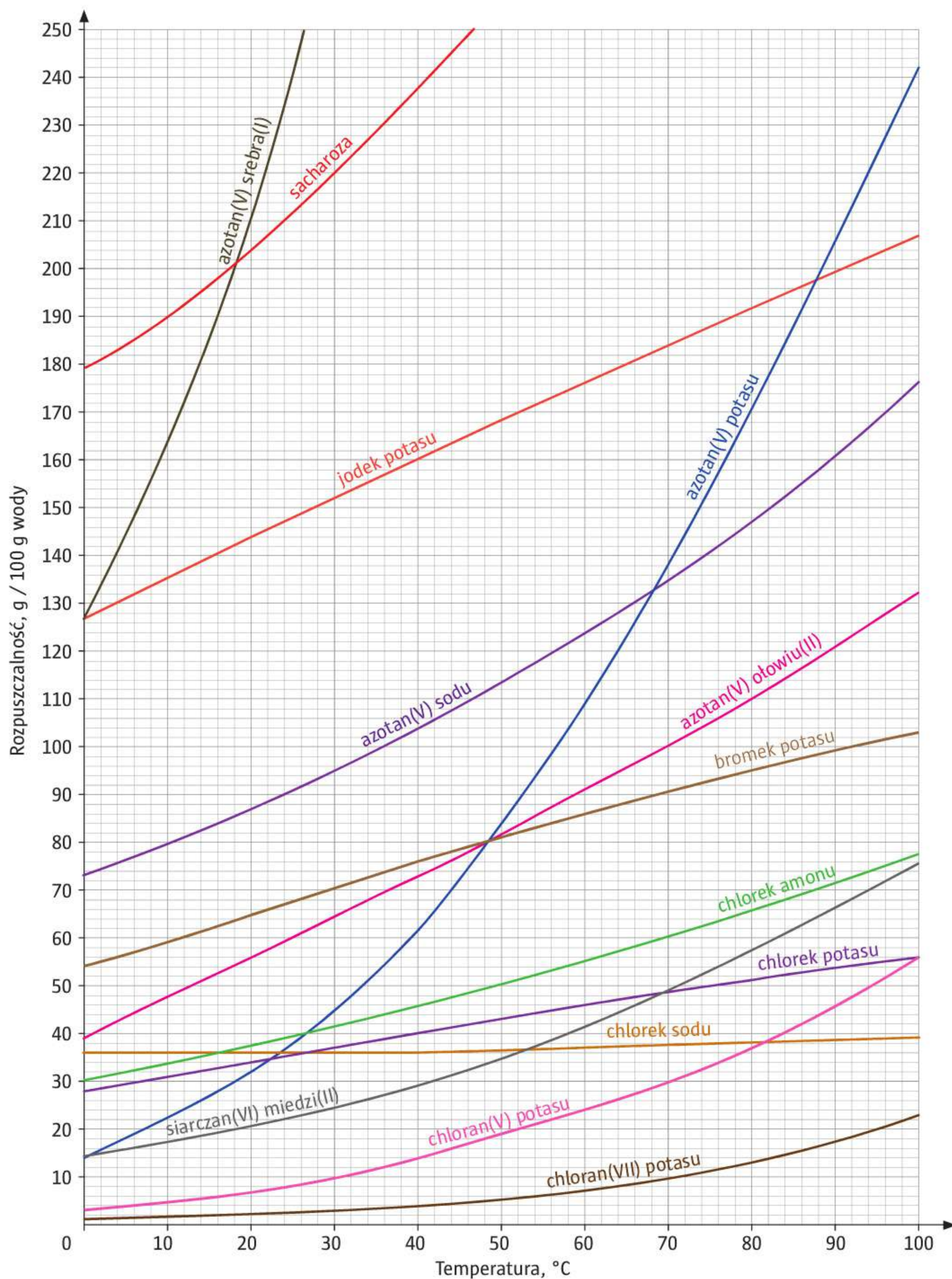
Polskie, angielskie i łacińskie nazwy oraz symbole wybranych pierwiastków

Nazwa pierwiastka			Symbol pierwiastka
polska	angielska	łacińska	
azot	nitrogen [najtrodżyn]	nitrogenium [nitrodżenium]	N
bar	barium [berieum]	barium [barjum]	Ba
brom	bromine [bromin]	bromum [bromum]	Br
chlor	chlorine [klorin]	chlorum [klorum]	Cl
cyna	tin [tyn]	stannum [stanum]	Sn
cynk	zinc [zingk]	zincum [zinkum]	Zn
fosfor	phosphorus [fosforas]	phosphorus [fosforus]	P
glin	aluminium [aleminjum]	aluminium [aluminjum]	Al
jod	iodine [ajodin]	iodum [jodum]	I
krzem	silicon [sylikon]	silicium [siliczjum]	Si
magnez	magnesium [magnizjum]	magnesium [maniezjum]	Mg
miedź	copper [kaper]	cuprum [kuprum]	Cu
ołów	lead [lid]	plumbum [plumbum]	Pb
potas	potassium [potesjum]	kalium [kaljum]	K
rtęć	mercury [merkjuri]	hydrargyrum [ajdrargirum]	Hg
siarka	sulfur [solfer]	sulphur [sulfur]	S
sód	sodium [sodjem]	natrium [natrjum]	Na
srebro	silver [sylwer]	argentum [ardżentum]	Ag
tlen	oxygen [aksydżen]	oxygenium [oksidżenium]	O
wapń	calcium [kalsjum]	calcium [kelsjum]	Ca
węgiel	carbon [karben]	carboneum [karboneum]	C
wodór	hydrogen [hajdrodżyn]	hydrogenium [idrodżenium]	H
złoto	gold [gold]	aurum [aurum]	Au
żelazo	iron [ajron]	ferrum [ferum]	Fe

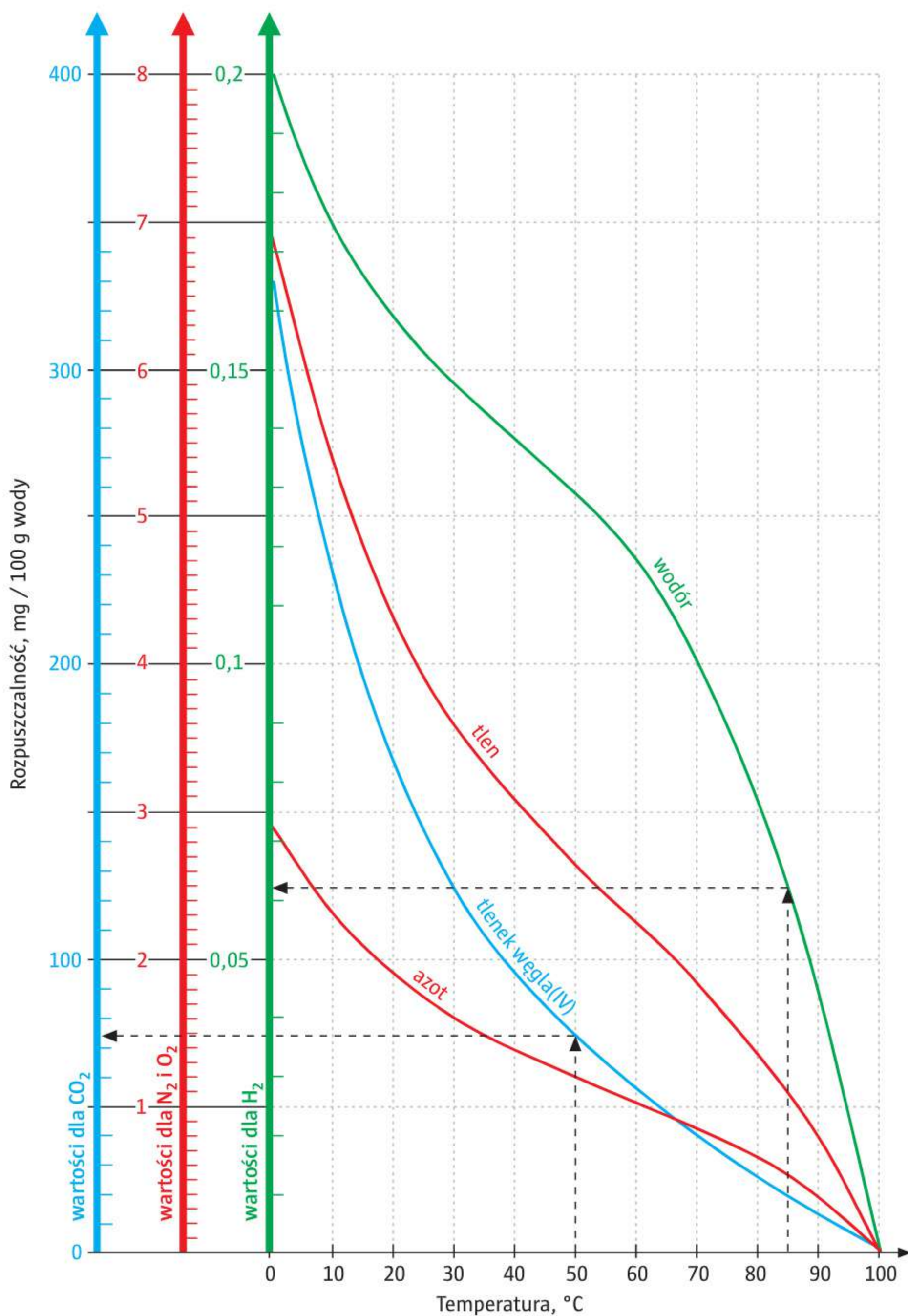
Właściwości wybranych pierwiastków (25 °C, 1013,25 hPa)

Nazwa	Wartościowość	Stan skupienia	Gęstość, g/cm ³ (ciecze, ciała stałe) lub g/dm ³ (gazy)	Temperatura	
				topnienia, °C	wrzenia, °C
azot	I, II, III, IV, V	gazowy	1,17	-209,86	-195,8
bar	II	stały	3,65	725	1640
brom	I, III, V, VII	ciekły	3,14	-7,2	58,78
chlor	I, III, V, VII	gazowy	2,95	-100,98	-34,6
cyna	II, IV	stały	7,29	232	2270
cynk	II	stały	7,14	419,6	907
fosfor	III, V	stały	1,82	44,1	280
glin	III	stały	2,70	660,37	2467
jod	I, III, V, VII	stały	4,94	113,5	184,4
krzem	II, IV	stały	2,33	1410	2355
magnez	II	stały	1,74	648,8	1090
miedź	I, II	stały	8,92	1083	2567
ołów	II, IV	stały	1,34	327,5	1740
potas	I	stały	0,86	63,65	774
rtęć	I, II	ciekły	13,55	-38,84	356,6
siarka	II, IV, VI	stały	2,06	112,8	444,67
sód	I	stały	0,97	97,81	882,9
srebro	I, II	stały	10,49	961,9	2212
tlen	II	gazowy	1,33	-218,4	-182,96
wapń	II	stały	1,54	839	1484
węgiel	II, IV	stały	3,51	3550	4827
wodór	I	gazowy	0,084	-259,14	-252,87
złoto	I, III	stały	19,32	1064	2807
żelazo	II, III	stały	7,87	1535	2750

Krzywe rozpuszczalności ciał stałych w wodzie w zależności od temperatury



Krzywe rozpuszczalności gazów w wodzie w zależności od temperatury



----- sposób korzystania z wykresu

Tabela rozpuszczalności soli i wodorotlenków w wodzie

Jony	OH^-	Cl^-	I^-	NO_3^-	CO_3^{2-}	S^{2-}	SO_3^{2-}	SO_4^{2-}	PO_4^{3-}	CH_3COO^-
NH_4^+										
Na^+										
K^+										
Mg^{2+}										
Ca^{2+}										
Ba^{2+}										
Fe^{2+}										
Fe^{3+}										
Cu^{2+}										
Ag^+										
Zn^{2+}										
Al^{3+}										
Pb^{2+}										
Powstaje osad bardzo trudno rozpuszczalny Powstaje osad trudno rozpuszczalny Osad się nie strąca Proces złożony										

Indeks

a

aktywny metal 246
alotropia 90
amoniak 92, 170
anion 84–85
argentan 35
atom 30, 74–75
azot 91, 174–176

c

chlorowodór 170
chmura elektronowa 77
ciało stałe 54
ciecz 54
cząsteczka 30, 93

d

daktyloskopia 8
dekantacja 20, 44, 46–47
destylacja 22, 44, 48
deuter 80
dipol 93, 194
doświadczenie 24–26
dublet elektronowy 84, 89
dyfuzja 52–53
dysocjacja elektrolityczna (jonowa) 252
– wodorotlenków 252, 254
dziura ozonowa 182

e

efekt cieplarniany 185
– –, wzrost 185
elektrododatniość 84

elektrolit 253
elektron 74–75
elektrony walencyjne 75
elektroujemność 84, 86
emulgator 46
emulsja 46

f

fenoloftaleina 123, 224, 245
filtracja → sączenie

g

galinstan 35
gaz 54
gazy cieplarniane 185
– szlachetne 84, 177
gęstość 58–62
grupa 71, 75

h

higroskopijność 239–240
hydrolat 22

i

indeks stechiometryczny 97, 127
izotopy 80
– naturalne 81
– promieniotwórcze 81
– sztuczne 81

j

jądro atomowe 74–75
jednostka masy atomowej 74
jon 84

k

karta charakterystyki 12
katalizator 124
kation 84–85
koloid 200
kondensacja 198
konfiguracja elektronowa 77
korozja 178–179
kryminalistyka 8
krystalizacja 21, 203
kryształ jonowy 87
krzepnięcie 51
krzywa rozpuszczalności 208–211
kwaśne opady 184

l

laboratorium chemiczne 10
liczba atomowa (*Z*) 72, 75–76
– masowa (*A*) 75–76

m

masa atomowa 74–75, 82
– cząsteczkowa 133
– substratów i produktów, obliczanie 143–144
materia 30
metale 34–35
mieszanina 40, 56
– jednorodna 40
– niejednorodna 40
–, rozdzielanie 44–48
mosiądz 35

n

nadtlenek wodoru 220

nanotechnologia 9

neutron 74–75

nieelektrolit 253

niemetale 34–35

nukleony 75

o

odczyn roztworu 222–255

odparowanie 21

okres 71

oktet elektronowy 84

oranż metylowy 224, 245

ozon 181–182

p

papierek wskaźnikowy 224

parowanie 51

pierwiastek 30

–, symbole 70

–, nazwy 70

pierwiastki gazowe 128

piktogram 13

powietrze 150–153

powłoka elektronowa 75, 77

– walencyjna 75

prawo okresowości 72

– stałości składu 132

– zachowania masy 138

produkty 114

promieniotwórczość 81

prot 80

proton 75

przemiany chemiczne 50, 114

– fizyczne 50

r

radioaktywność 81

rdza 178

reakcja chemiczna 114

– analizy (rozkładu) 115

– egzotermiczna 121

– endotermiczna 121

– syntezy (łączenia) 115

– wymiany 115

reaktywność 31

resublimacja 51

retencja 198

rozdzielanie magnezem 21

– rozdzielaczem 21, 45

– strzykawką 21

rozpuszczalnik 202

rozpuszczalność 208

roztwór 200, 202

– nasycony 202

– nienasycony 202

– rozcieńczony 219

– stężony 219

– właściwy 200

równanie reakcji 114, 126

s

sączenie (filtracja) 21, 46–47

sedymencja 20, 46–47

siarkowodór 170

sieć krystaliczna 87

skala Paulinga 86

skala pH 222–225

skład procentowy 134

skraplanie 51

smog 183

stal 35

stężenie procentowe
roztworu 214

stopy metali 35

stosunek masowy
pierwiastków 132–133

sublimacja 51

substancja 30

– niepolarna 43

– polarna 43

– prosta 30, 34

– złożona 30

substraty 114

ś

średnia masa atomowa 82

t

tabela rozpuszczalności 242

tlen 155–159

tlenek azotu(IV) 187

– glinu 165

– krzemu(IV) 165

– magnezu 165

– siarki(IV) 165

– węgla(II) 165

– węgla(IV) 165

tlenki 161–163

– metali 163

– niemetali 163

topnienie 51

transpiracja 198

tryt 80

U

układ okresowy 30, 71

– zamknięty 138

W

wartościowość 95–97

wiązanie

– jonowe 84–87

– kowalencyjne 89

– – niespolaryzowane 90–91

– – spolaryzowane 92

wiązanie podwójne 91

– potrójne 91

– wodorowe 194

właściwości substancji 31

– chemiczne 31

– fizyczne 31

woda 194–198

wodorki 170

wodorotlenki 234

wodór 170–172

wskaźniki 224

współczynnik

stechiometryczny 127

wzór elektronowy kreskowy
90

– – kropkowy 90

– strukturalny 93

– sumaryczny 93, 97

– –, ustalanie 135–136

Z

zasady 241

zawiesina 200

związek chemiczny 31, 56

– jonowy 103

– kowalencyjny 104

Źródła fotografii i ilustracji

Okładka: (grafiki w tle) M_G_Celal/Shutterstock.com, (dziewczyna) ViChizh/Shutterstock.com, (prawa ręka) Karramba Production/Shutterstock.com, (lewa ręka) macniak/iStockphoto/Getty Images, (szklana buteleczka) ggw/Shutterstock.com, (szkło laboratoryjne) Africa Studio/Shutterstock.com, (kryształ) wacomka/Shutterstock.com; (laptop) ifong/Shutterstock.com

Strony działowe: s. 5 (kolba) Ołeksandr Łysenko/Shutterstock.com; s. 29 (świece) Aksenova Natalya/Shutterstock.com; s. 69 (model kryształu NaCl) TOP-STOCKER/Shutterstock.com; s. 113 (zardzewiałe klucze) Nik Merkulov/Shutterstock.com; s. 149 (balony) KK Tan/Shutterstock.com; s. 193 (herbata) Vit_Os/Shutterstock.com; s. 233 (wsypywanie środka do udrażniania rur) MCH/Science Photo Library/East News

Tekst główny: s. 6 (grill) Jag_cz/Shutterstock.com, (mycie rąk) skynesher/E+/Getty Images, (wywabianie plamy) FotoDuets/iStockphoto/Getty Images, (sprzątanie) Pixel-Shot/Shutterstock.com, (spalanie gazu) Anne Greenwood/Shutterstock.com, (ciasto drożdżowe) elfgradost/iStockphoto/Getty Images, (zgniłe jabłko) Nataly Studio/Shutterstock.com; s. 7 (ludzie biegnący w deszczu) Maridav/Shutterstock.com, (geolog) Science Photo Library/East News, (implant stawu biodrowego) Alex Mit/Shutterstock.com, (celnik i pies) Svitlana Hulko/Shutterstock.com; s. 8 (daktyloskopia) New Africa/Shutterstock.com, (Titanic) Everett Collection/Shutterstock.com; s. 9 (nanorurka) Mopic/Shutterstock.com; s. 10 (znak przejścia dla pieszych) merko/Shutterstock.com, (prysznic bezpieczeństwa i myjka do oczu) alacatr/iStockphoto/Getty Images; s. 11 (reakcja sodu i wody) ER Degginger/SCIENCE SOURCE/East News; s. 13 (odczynniki) MCH/Science Photo Library/East News; s. 14 (znak informujący o położeniu apteczki, znak informujący o położeniu gaśnicy, znak informujący o położeniu prysznica bezpieczeństwa) Standard Studio/Shutterstock.com; s. 15 (dziewczyna w laboratorium) sirtravelalot/Shutterstock.com; s. 17 (składniki na ciasto) RESTOCK images/Shutterstock.com, (książka kucharska) goir/Shutterstock.com (robot kuchenny) WakoPako/Shutterstock.com, (moździej) NIKCOA/Shutterstock.com, (tygry, parownica) Endorphin_SK/Shutterstock.com, (trójkąt) Sara Sadler/Alamy Stock Photo/BE&W, (siatka z płytką ceramiczną) PixelSquid3d/Shutterstock.com; s. 18 (próbówka) gloverk/Shutterstock.com, (cylinder miarowy, kolba płaskodenna, zlewka, kolba stożkowa) pukach/Shutterstock.com (kolba okrągłodenna) Shuttertum/Shutterstock.com, (szalka Petriego) FabrikaSimf/Shutterstock.com, (chłodnica, rozdzielacz) Q15/Shutterstock.com, (lejek) wacpan/Shutterstock.com, (bagietka) Chadchai Krisadapong/Shutterstock.com, (termometr) Galushko Sergey/Shutterstock.com; s. 19 (statyw) Wojciech Wójtowicz/WSiP, (szczotka do probówek) Ailisa/Shutterstock.com, (palnik spirytusowy) sirastock/Shutterstock.com, (palnik gazowy) Rabbitmindphoto/Shutterstock.com, (trójnóg) Mehmet Cetin/Shutterstock.com, (szczypce) BeataGFX/Shutterstock.com, (łyżeczki i szpatułki) asikk/iStockphoto/Getty Images, (waga laboratoryjna) Dudaeva/Shutterstock.com, (czasza grzejna) Rabbitmindphoto/Shutterstock.com, (pipeta Pasteura) Paket/Shutterstock.com, (strzykawka) prapann/Shutterstock.com, (tryskawka) James Jeong/Shutterstock.com, (statyw do probówek) creativesunday/Shutterstock.com; s. 20 (sedymentacja) Turtle Rock Scientific/SCIENCE SOURCE/East News, (dekantacja, sączenie) Piotr Kubat/WSiP; s. 21 (odparowanie, rozdzielanie w rozdzielaczu) Piotr Kubat/WSiP, (krystalizacja) Wojciech Wójtowicz/fotoputto.com/WSiP, (rozdzielanie w strzykawce) Robert Wolski/WSiP, (rozdzielanie za pomocą magnesu) Łukasz Opaliński/WSiP; s. 22 (destylacja) Piotr Kubat/WSiP, (krwawnik pospolity) AmyLv/Shutterstock.com; s. 24 (pisanie w notesie) Pakhnyushchy/Shutterstock.com, (Röntgen/Library of Congress, pierwsze zdjęcie rentgenowskie) Science Photo Library/East News, (aparat rentgenowski) Terelyuk/Shutterstock.com; s. 26 (zlewka) Piotr Kubat/WSiP; s. 27 (wąchanie substancji) exopixel/Shutterstock.com; s. 30 (materiały) Kostikova Natalia/Shutterstock.com; s. 31 (próbówka z pomarańczowymi oparami) R3M/Science Photo Library/East News; s. 32 (badanie właściwości substancji) Robert Wolski/WSiP; s. 34 (znajomi) Africa Studio/Shutterstock.com, (żelazo) Marcin Karelus/WSiP, (rtęć) MarcelClemens/Shutterstock.com, (miedź) RHJPhotos/Shutterstock.com, (brom, chlor, krzem) Wojciech Wójtowicz/WSiP; s. 35 (zegarek) maxstockphoto/Shutterstock.com, (termometr) Suppakij1017/Shutterstock.co,m, (garnek) vitals/Shutterstock.com, (medal) Taigi/Shutterstock.com; s. 36 (badanie właściwości metali i niemetali) Robert Wolski/WSiP; s. 35 (badanie przewodnictwa cieplnego metali – 3 zdjęcia) Robert Wolski/WSiP; s. 38 (przewody elektryczne) L-51/Shutterstock.com, (żarówka) focal point/Shutterstock.com, (implanty zębowe) peterschreiber.media/Shutterstock.com, (tabletki do czyszczenia basenu) Denis Klimov 3000/Shutterstock.com, (nawóz sztuczny) Criniger kolio/Shutterstock.com, (zapałki) siam.pukkato/Shutterstock.com; s. 40 (butla z powietrzem) Bruce Works/Shutterstock.com, (czyste powietrze) M Jaaske/Shutterstock.com, (smog) fotohuta/Shutterstock.com; s. 41 (szklanki z sokiem malinowym) Boiko Y/Shutterstock.com; s. 42 (różne mieszaniny) Robert Wolski/WSiP; s. 43 (woda z olejem) malialeon/Shutterstock.com; s. 44 (groch z kapustą) Arkadiusz Fajer/Shutterstock.com; s. 45 (rozdzielanie mieszaniny wody i oleju) Alexandre Dotta/SCIENCE SOURCE/BE&W; s. 46 (płyn do demakijażu – 3 zdjęcia) svetlana_2/Shutterstock.com; s. 47 (sedymentacja, dekantacja, 2 zlewki, filtracja, sączek i zlewka) Łukasz Opaliński/WSiP; s. 48 (destylacja) Łukasz Opaliński/WSiP; s. 50 (roztopiające się lody) photoschmidt/Shutterstock.com, (roztopiająca się kostka lodu) M. Unal Ozmen/Shutterstock.com, (pokrojony ogórek) Eivaisla/Shutterstock.com, (babeczka) David Franklin/Shutterstock.com, (zapalona świeca) Anatoliy Sadoskiy/Shutterstock.com; s. 51 (lód) Leonid Ikan/Shutterstock.com, (kałuża, topnienie śniegu) ElenaBukharina/Shutterstock.com, (osazoniona roślina) yanikap/Shutterstock.com, (deszcz) ritasilence/Shutterstock.com, (suszenie prania) Nataliaia Politova/Shutterstock.com; s. 52 (zmiany stanu skupienia jodu) CHARLES WINTERS/SCIENCE SOURCE/BE&W; s. 53 (rozpuszczanie manganianu(VII) potasu) Łukasz Opaliński/WSiP, (pęcherzyk płucny) PIXOLOGICSTUDIO/Science Photo Library RF/Getty Images; s. 54 (balon) Nataliaia Kachkovska/Shutterstock.com, (szklanka z pomarańczową zawartością) Africa Studio/Shutterstock.com, (kostki cukru) Yeti studio/Shutterstock.com; s. 55 (przemiany stearyny – 3 zdjęcia) Robert Wolski/WSiP; s. 58 (zupa pomidorowa) joanna wnuk/Shutterstock.com, (substancje o różnej gęstości) GIPhotoStock Images/SCIENCE SOURCE/BE&W; s. 59 (ważenie różnych substancji – 3 zdjęcia) Robert Wolski/WSiP; s. 61 (ważenie ołowiu, ważenie bawełny) Alexandre Dotta/SCIENCE SOURCE/BE&W; s. 62 (wznoszenie balonu) Yuri-D3/Shutterstock.com; s. 66 (zmiany stanu skupienia) MicroOne/Shutterstock.com; s. 70 (znak wyrzucania do kosza) reprodukcja, (znaki zakazu) Anannapa Kuenun/Shutterstock.com, (butelka z trucizną) BeataGFX/Shutterstock.com, (metka) YummyBuum/Shutterstock.com; s. 71 (Mendelejew/Public Domain; s. 74 (rozpuszczanie cukru w herbacie) bazilpp/Shutterstock.com; s. 80 (atom w dłoni) Ezume Images/Shutterstock.com; s. 81 (malowidło naskalne) Yury Birukov/Shutterstock.com, (wykrywacz dymu) tanikewak/Shutterstock.com, (elektrownia) Daniel Prudek/Shutterstock.com, (radioterapia) Mark_Kostich/Shutterstock.com, (reakcje chemiczne) anyaivanova/Shutterstock.com; s. 82 (banany) PixaHub/Shutterstock.com; s. 84 (halit w dłoni) Cagla Acikgoz/Shutterstock.com; s. 87 (halit) jonnysek-jiri/Shutterstock.com; s. 89 (dokument, pióro, okulary) Supagrit Ninkaesorn/Shutterstock.com; s. 90 (siarka) Bjoern Wylezich/Shutterstock.com; s. 93 (tlenki chromu) Robert Wolski/WSiP; s. 98 (tlenki miedzi) GIPhotoStock Images/Turtle Rock Scientific/

SCIENCE SOURCE/BE&W; s. 103 (przewód elektryczny) vldkont/Shutterstock.com, (halit) Albert Russ/Shutterstock.com, (rozpuszczalność chlorku sodu w wodzie i w benzynie) Robert Wolski/WSiP; s. 104 (woda i cukier, benzyna i olej) Robert Wolski/WSiP, (sól i cukier puder) MAHATHIR MOHD YASIN/Shutterstock.com; s. 105 (badanie przewodnictwa elektrycznego roztworu soli kuchennej, badanie przewodnictwa elektrycznego roztworu cukru) GIPhotoStock Images/SCIENCE SOURCE/East News; s. 114 (zardzewiały łańcuch) rgbdigital/iStockphoto/Getty Images; s. 115 (spalanie magnezu) Łukasz Opaliński/Zamkor/WSiP, (spalanie magnezu – po reakcji) Wojciech Wójtowicz/WSiP; s. 116 (ogrzewanie węglanu wapnia) Robert Wolski/WSiP; s. 117 (reakcja kwasu solnego i żelaza) Robert Wolski/WSiP; s. 118 (kominek) DiLiDon/Shutterstock.com, (samochody) LanaElcova/Shutterstock.com, (zsiadłe mleko) M.i.c.c.a/Shutterstock.com, (pomidory) fotohunter/Shutterstock.com, (gotowanie) Nitr/Shutterstock.com, (kamień w czajniku) andriano.cz/Shutterstock.com, (układ pokarmowy) Magic3D/Shutterstock.com, (karmelizacja) Vyshnova/Shutterstock.com; s. 120 (składniki ciasta) baibaz/Shutterstock.com, (strącanie wodorotlenku żelaza(III), spalanie żelaza) Robert Wolski/WSiP, (zmiana barwy w probówkach) Łukasz Opaliński/Zamkor/WSiP, (spalanie wełny) Piotr Jagodziński, Robert Wolski/WSiP, (reakcja kwasu i cynku, spalanie wodoru) Wojciech Wójtowicz/WSiP; s. 121 (rysunek kolby) Design tech art/Shutterstock.com, (smażenie jajecznic) nortonrsx/iStockphoto/Getty Images, (buraki cukrowe) Maksud/Shutterstock.com, (pieczenie) Africa Studio/Shutterstock.com, (spalanie gazu ziemnego) Marian Weyo/Shutterstock.com, (palenie się świecy) prapann/Shutterstock.com, (korozja) noomcpk/Shutterstock.com; s. 122 (reakcja tlenku miedzi(II) i węgla) Wojciech Wójtowicz/WSiP; s. 123 (reakcja sodu i wody) Turtle Rock Scientific/GIPhotoStock Images/SCIENCE SOURCE/BE&W, (fenoloftaleina) Wojciech Wójtowicz/WSiP; s. 124 (rozkład nadtlenu wodoru) Robert Wolski/WSiP; s. 126 (emotikony) Rendix Alextian/Shutterstock.com; s. 132 (siatkarka) Boris Ryaposov/Shutterstock.com; s. 136 (Proust/Wikipedia [Public Domain]); s. 138 (koktajl truskawkowy) New Africa/Shutterstock.com, (Lavoisier) Public Domain; s. 139 (reakcja siarczanu(VI) miedzi(II) i cynku – 3 fot.) Robert Wolski/WSiP; s. 142 (książka kucharska); s. 146 (waga) Ryszard Piątkowski/WSiP; s. 150 (dziewczynka dmucha bańki) Viacheslav Iakobchuk/Alamy Stock Photo/BE&W, (doświadczenia Mayowa) IML/Science Photo Library/East News; s. 151 (badanie składu powietrza) DKI/Science Photo Library/East News; s. 152 (badanie obecności pary wodnej w powietrzu – 2 próbówki) Piotr Kubat/WSiP; s. 153 (2 strzykawki) Robert Wolski/WSiP; s. 149 (ważenie balonów) Alexandre Dotta/Science Source/BE&W; s. Drp8/Shutterstock.com; s. 154 (grafika w zadaniu) Drp8/Shutterstock.com; s. 155 (wymiana gazowa) Designua/Shutterstock.com; s. 156 (rozkład wody utlenionej) Jacek Wieczorek/WSiP, (rozkład nadtlenu wodoru) Alexandre Dotta/Science Source/BE&W; s. 157 (rozkład manganianu(VII) potasu, badanie palności tlenu) Barbara Wrzos-Koczwara, Łukasz Opaliński/Zamkor/WSiP; s. 158 (obieg tlenu w przyrodzie – krowy) VectorMine/Shutterstock.com; s. 159 (spawanie) artasiStock/Getty Images Plus, (nurkowanie) MaFelipe/iStockphoto/Getty Images, (ozonowanie) Invisible Eye/Shutterstock.com, (terapia tlenowa) Nakleyka/Shutterstock.com, (łazik) Triff/Shutterstock.com; s. 161 (butelka) Production Perig/Shutterstock.com, (puder) annadeba/Shutterstock.com, (cyrkonie) DiamondGalaxy/Shutterstock.com; s. 164 (otrzymywanie tlenków – 3 zdjęcia) Wojciech Wójtowicz/WSiP; s. 166 (wykrywanie tlenku węgla(IV)) Piotr Kubat/WSiP; s. 167 (wykrywanie tlenku węgla(IV) w powietrzu wydychanym z płuc) Łukasz Opaliński/Zamkor/WSiP; s. 168 (badanie palności tlenku węgla(IV)) GIPhotoStock Images/Science Source/BE&W; s. 170 (sterowiec) MR1805/iStockphoto/Getty Images; s. 171 (reakcja cynku i kwasu chlorowodorowego) ALM/Science Photo Library/East News, (badanie palności wodoru) TCL/Science Photo Library/East News; s. 172 (margaryna) JPC-PROD/Shutterstock.com, (rakietka) Vera Larina/Shutterstock.com, (spawanie) Tong_stocker/Shutterstock.com, (nawożenie) Charles Brutlag/Shutterstock.com; s. 174 (ręce) jakkaje879/Shutterstock.com; s. 175 (wykrywanie azotu) Robert Wolski/WSiP; s. 176 (wypalanie kurzajek) Alim Yakubov/Shutterstock.com, (przechowywanie materiału biologicznego) Ekaterina Georgievskaja/Shutterstock.com, (chipsy) macondo/Shutterstock.com, (nawóz) Criniger kolio/Shutterstock.com, (koniczyna) Volosina/Shutterstock.com, (łubin) vilax/Shutterstock.com; s. 177 (sterowiec) Charles Shapiro/Shutterstock.com, (latarnia morska) Virrage Images/Shutterstock.com, (radioterapia) chandrasekar28/Shutterstock.com, (spawanie) Sherbak_photo/Shutterstock.com, (żarówka) Vladimir Sukhachev/Shutterstock.com, (hel, neon, argon, krypton, ksenon) Marcin Karelus/Zamkor/WSiP; s. 178 (korozja) OgnjenO/Shutterstock.com, (chromowane elementy motocykla) PeterVrabel/Shutterstock.com; s. 179 (badanie wpływu różnych czynników na szybkość korozji – 2 zdjęcia) ALM/Science Photo Library/East News; s. 181 (plakat) nicostock/Shutterstock.com; s. 182 (zdjęcie satelitarne dziury ozonowej) NAS/Science Photo Library/East News, (starzenie się skóry) sruilk/Shutterstock.com, (nowotwór skóry) Nasekomoe/Shutterstock.com, (chore dziecko) Pixel-Shot/Shutterstock.com, (uschnięte liście) K.D.S.85/Shutterstock.com; s. 183 (smog) Melinda Nagy/Shutterstock.com; s. 184 (zielona kałuża) AkulininaOlga/Shutterstock.com, (zniszczony budynek) Monica Schroeder/Science Source/BE&W, (obumieranie drzew) Mary Terriberly/Shutterstock.com, (chore płuca) Magic mine/Shutterstock.com; s. 185 (powódź) Łukasz Motyka/Shutterstock.com, (pożar) Toa55/Shutterstock.com, (huragan) FotoKina/Shutterstock.com, (nosorożce) Lance van de Vyver/Shutterstock.com; s. 186 (sadzenie drzew) Dmytro Zinkevych/Shutterstock.com, (rowerzyści) StockphotoVideo/Shutterstock.com, (kosze na śmieci) Daniel Sztork/Shutterstock.com, (wiatraki) Vladimka production/Shutterstock.com, (fotowoltaika) manfredxy/Shutterstock.com, (park) sevenke/Shutterstock.com, (segregacja) Daniel Sztork/Shutterstock.com; s. 187 (uschnięty liść truskawki) Alena Brozova/Shutterstock.com; s. 190 (smog) studioflara/Shutterstock.com, (obumieranie drzew) Anticiclo/Shutterstock.com, (zdjęcie satelitarne dziury ozonowej) NAS/Science Photo Library/East News, (niebo i termometr) Todja/Shutterstock.com; s. 191 (3 próbówki) R3F/Science Photo Library/East News; s. 194 (wzór wody) Pineapple studio/Shutterstock.com, (szklanka z wodą i z lodem) Bernd Schmidt/Shutterstock.com; s. 195 (elektroliza wody) Charles D. Winters/SCIENCE SOURCE/East News; s. 196 (gotowanie wody w górach) Mny-Jhee/Shutterstock.com, (pęknięta butelka) MCH/Science Photo Library/East News, (szczupak) Martin Prochazkacz/Shutterstock.com, (góra lodowa) nesrin ozdemiir/Shutterstock.com; s. 197 (dwie strzykawki) Robert Wolski/WSiP; s. 198 (obieg wody w przyrodzie) Ody_Stocker/Shutterstock.com, (symbole dotyczące oszczędzania wody) shopplaywood/Shutterstock.com; s. 199 (obieg wody w małej skali – 3 fot.) Robert Wolski/WSiP; s. 200 (sok pomarańczowy) Tanya_mtv/Shutterstock.com, (ocet) hsagencia/Shutterstock.com, majonez (bigacis/Shutterstock.com), zupa (Julie208/Shutterstock.com); s. 201 (rozpuszczanie cukru, agaru i rozkruszonej kredy w wodzie) Robert Wolski/WSiP; s. 203 (sporządzanie roztworu nasyconego – 3 fot.) Robert Wolski/WSiP, (przygotowanie roztworu CuSO_4 – 3 fot.) GIPhotoStock Images/SCIENCE SOURCE/BE&W, (kryształy CuSO_4) R3M/Science Photo Library/East News; s. 205 (rozpuszczanie tabletki w wodzie) Ivan Volozhanin/Shutterstock.com; s. 206 (rozpuszczanie cukru, soli, oleju i benzyny w wodzie) Robert Wolski/WSiP; s. 208 (rozpuszczanie cukru w wodzie – 3 fot.) Robert Wolski/WSiP; s. 212 (odparowanie wody destylowanej i wody mineralnej) ALM/Science Photo Library/East News, (odparowanie wody wodociągowej) MCH/Science Photo Library/East News; s. 214 (procent) Sashkin/Shutterstock.com, (czekolada) Oksancia/Shutterstock.com; s. 216 (kwasek cytrynowy) NIKCOA/Shutterstock.com; s. 217 (kwas migdałowy) NIKCOA/Shutterstock.com; s. 219 (niewidzialny list) Robert Wolski/WSiP, (zlewki z pomarańczowymi cieczami) Turtle Rock Scientific/GIPhotoStock Images/SCIENCE SOURCE/BE&W; s. 220 (woda utleniona) Skye Studio LK/

Shutterstock.com, (przygotowanie farby do włosów) Lena Ogurtsova/Shutterstock.com, (papier)/Anton Starikov/Shutterstock.com; s. 222 (krem) imagehub/Shutterstock.com; (dziewczyna z kremem do twarzy) Romariolen/Shutterstock.com; s. 223 (skala pH) Tuksaporn/Shutterstock.com; s. 224 (uniwersalne papierki wskaźnikowe) R3M/Science Photo Library/East News, (skala pH z barwami wywaru z czerwonej kapusty, skala pH z barwami naparu z klitorii) Robert Wolski/WSiP; s. 225 (badanie odczynu produktów codziennego użytku) Robert Wolski/WSiP; s. 228 (etapy krystalizacji CuSO_4) Turtle Rock Scientific/GIPhotoStock Images/SCIENCE SOURCE/BE&W; s. 229 (rysunek skali pH) nazmullhasann/Shutterstock.com; s. 230 (papierki wskaźnikowe 1) Anton Starikov/Shutterstock.com, (papierki wskaźnikowe 2) R3M/Science Photo Library/East News, (zlewki w tabeli) Wojciech Wójtowicz/WSiP, (czerwona kapusta) Olga Guchek/Shutterstock.com, (klitoria) Photour.1904/Shutterstock.com; s. 232 (krystalizacja CuSO_4) Mia Garrett/Shutterstock.com; s. 234 (środki czystości) AtlasStudio/Shutterstock.com; s. 238 (barwienie przędzy indygo) Mint Images/AFP/East News; s. 239 (mydło lawendowe) nadianb/Shutterstock.com; s. 240 (higroskopijność wodorotlenku sodu) Piotr Kubat/WSiP, (działanie wodorotlenku sodu na bibułę) Andrzej Danel/Zamkor/WSiP; s. 241 (rozpuszczalność wodorotlenków) Andrzej Danel/Zamkor/WSiP; s. 242 (barwy osadów wodorotlenków) GIPhotoStock Images/SCIENCE SOURCE/BE&W, (śląd stopy w UV) Couperfield/Shutterstock.com; s. 243 (udrażnianie zlewu) Dmitry Galaganov/Shutterstock.com, (wsypywanie proszku do prania) TanyaRozhnovskaya/Shutterstock.com, (pszczoły) Tatyana Molchan/Schutterstock.com, (pochłaniacz wilgoci) Jeka/Shutterstock.com, (czekolada) avs/Shutterstock.com, (szare mydło) Vova Shevchuk/Shutterstock.com, (zaprawa wapienna) Dmitry Kalinovsky/Shutterstock.com, (garbowanie skóry) cineuno/Shutterstock.com, (bielenie drzew) Serhii Fedoruk/Shutterstock.com, (bielenie drzew) Serhii Fedoruk/Shutterstock.com; s. 245 (pH mydła) MilanB/Shutterstock.com, (fenoloftaleina, oranż metylowy) Wojciech Wójtowicz/WSiP; s. 246 (litowce) MARTYN F. CHILLMAID/Science Photo Library/East News; s. 247 (reakcja sodu i wody w obecności wskaźników) Robert Wolski/WSiP; s. 248 (reakcja magnezu i wody w obecności wskaźników) Robert Wolski/WSiP; s. 249 (reakcja tlenków potasu i magnezu z wodą) Robert Wolski/WSiP; s. 246 (wodorotlenek miedzi(II)) Wojciech Wójtowicz/WSiP; s. 252 (baterie) Konjushenko Vladimir/Shutterstock.com, (rozpuszczanie wodorotlenku sodu w wodzie) Turtle Rock Scientific/GIPhotoStock Images/SCIENCE SOURCE/BE&W; s. 253 (detektor przewodnictwa – 3 zdjęcia) ŁUKASZ OPALINSKI/Zamkor/WSiP; s. 254 (Arrhenius) IML/Science Photo Library/East News; s. 257 (rozpuszczanie wodorotlenków w wodzie – 3 probówki) Andrzej Danel/Zamkor/WSiP; s. 258, 260 (fenoloftaleina, oranż metylowy) Wojciech Wójtowicz/WSiP; s. 258, 259 (uniwersalne papierki wskaźnikowe) R3M/Science Photo Library/East News; s. 260 (fenoloftaleina) Wojciech Wójtowicz/WSiP

Ilustracje wykonane przez: Verde, Kraków; Wiesław Dojlidko (s. 87, 90, 93, 96, 103, 104); Mariusz Koszuta (s. 117, 158, 168, 184)

Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne oświadczają, że podjęły starania, mające na celu dotarcie do właścicieli i dysponentów praw autorskich wszystkich zamieszczonych utworów. Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, przytaczając w celach dydaktycznych utwory lub fragmenty, postępują zgodnie z art. 27¹ ustawy o prawie autorskim. Jednocześnie Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne oświadczają, że są jedynym podmiotem właściwym do kontaktu autorów tych utworów lub innych podmiotów uprawnionych w wypadkach, w których twórcy przysługuje prawo do wynagrodzenia.

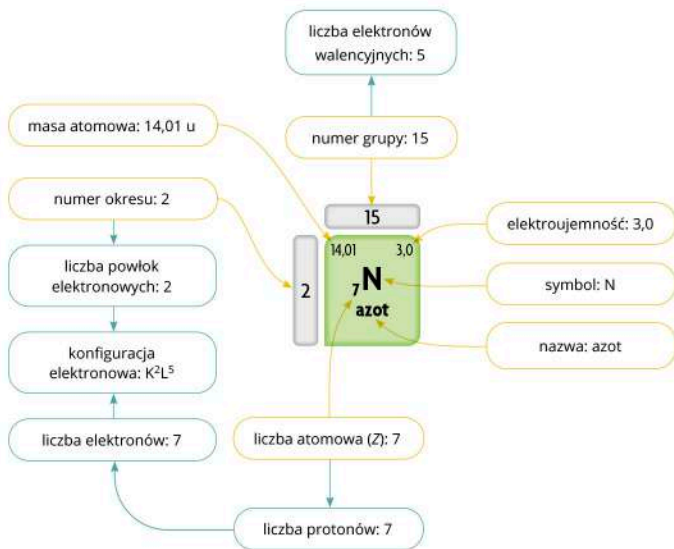
Odczytywanie informacji z układu okresowego

Informacje, które można odczytać bezpośrednio z układu okresowego

- ▶ nazwa pierwiastka
- ▶ symbol pierwiastka
- ▶ masa atomowa
- ▶ liczba atomowa (Z)
- ▶ numer grupy
- ▶ numer okresu
- ▶ elektroujemność

Informacje o budowie atomu, które można określić na podstawie położenia pierwiastka w układzie okresowym

- ▶ liczba protonów
- ▶ liczba elektronów
- ▶ liczba powłok elektronowych
- ▶ liczba elektronów walencyjnych
- ▶ konfiguracja elektronowa



UKŁAD OKRESOWY PIERWIASTKÓW CHEMICZNYCH

UKŁAD OKRESOWY PIERWIASTKÓW CHEMICZNYCH

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1,008 H wodor	6,94 Li lit	23,00 Na sód	47,87 Sc skand	50,94 Ti tytan	52,00 V wanad	54,94 Mn mangan	55,85 Fe żelazo	58,93 Co kobalt	58,93 Ni nikiel	63,55 Cu miedź	65,38 Zn cynk	69,72 Ga gal	72,63 Ge german	74,92 As arsen	78,96 Se selen	79,90 Br brom	83,80 Kr krypton
9,01 Be beryl	9,01 Li lit	24,31 Mg magnez	44,96 Sc skand	47,87 Ti tytan	50,94 V wanad	52,00 Cr chrom	54,94 Mn mangan	58,93 Co kobalt	58,93 Ni nikiel	63,55 Cu miedź	65,38 Zn cynk	69,72 Ga gal	72,63 Ge german	74,92 As arsen	78,96 Se selen	79,90 Br brom	83,80 Kr krypton
39,09 K potas	40,08 Ca wapń	88,91 Sc skand	91,22 Zr cyrkon	92,91 Nb niob	95,94 Mo molibden	98,91 Tc technet	101,07 Ru ruten	102,91 Rh rod	106,42 Pd pallad	107,87 Ag srebro	112,41 Cd kadm	114,82 In ind	118,71 Sn cyna	121,76 Sb antymon	127,60 Te tellur	126,91 I jod	131,29 Xe ksenon
85,47 Rb rubid	87,62 Sr stryc	88,91 Sc skand	91,22 Zr cyrkon	92,91 Nb niob	95,94 Mo molibden	98,91 Tc technet	101,07 Ru ruten	102,91 Rh rod	106,42 Pd pallad	107,87 Ag srebro	112,41 Cd kadm	114,82 In ind	118,71 Sn cyna	121,76 Sb antymon	127,60 Te tellur	126,91 I jod	131,29 Xe ksenon
132,91 Cs cez	137,33 Ba bar	138,91 La lancet	140,91 Ce cer	140,91 Pr praseodym	140,91 Nd neodym	140,91 Pm promet	150,36 Sm samaryt	151,96 Eu europ	157,25 Gd gadolin	158,93 Tb terb	162,50 Dy dyzproz	164,93 Ho holm	167,26 Er erb	173,04 Tm tul	176,49 Yb terb	176,49 Lu lutec	176,49 Lu lutec
223,02 Fr franc	226,02 Ra rad	227,03 Ac aktyn	232,04 Th tor	231,04 Pa protaktyn	238,03 U uran	238,03 Np neptun	244,06 Pu pluton	244,06 Am ameryk	244,06 Cm kuri	247,07 Bk berkel	251,08 Cf kaliforn	252,08 Es einstein	252,08 Fm ferm	258,10 Md mendelew	259,10 No nobel	259,10 Lr lutec	259,10 Lr lutec

masa atomowa, u
liczba atomowa
nazwa pierwiastka
typowe wartościowości

elektryczność (wg Paulinga)
symbol chemiczny
kolory: czarny – gazy
czerwony – ciała stałe
niebieski – ciecze

liczba masowa najtrwalszego izotopu

metale
niemetale
gazy szlachetne

metale
niemetale
gazy szlachetne

Pierwiaszki 110-118 – wiaściwošci przewidywane na podstawie obliczeń i eksperymentów (stan na dzień 17.10.2022 r.).

UKŁAD OKRESOWY PIERWIASTKÓW CHEMICZNYCH

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
1 1,008 H wodor	2 6,94 He hel	3 44,06 Sc skand	4 47,87 Ti tytan	5 50,94 V wanad	6 52,00 Cr chrom	7 54,94 Mn mangan	8 55,85 Fe żelazo	9 58,93 Co kobalt	10 58,69 Ni nikel	11 63,55 Cu miedź	12 65,38 Zn <th>13 10,81 B bor</th> <th>14 12,01 C węgiel</th> <th>15 14,01 N azot</th> <th>16 16,00 O tlen</th> <th>17 19,00 F fluor</th> <th>18 20,18 Ne neon</th>	13 10,81 B bor	14 12,01 C węgiel	15 14,01 N azot	16 16,00 O tlen	17 19,00 F fluor	18 20,18 Ne neon	
9 23,00 Na sód	10 24,31 Mg magnez	11 44,96 Sc skand	12 47,87 Ti tytan	13 50,94 V wanad	14 52,00 Cr chrom	15 54,94 Mn mangan	16 55,85 Fe żelazo	17 58,93 Co kobalt	18 58,69 Ni nikel	19 63,55 Cu miedź	20 65,38 Zn cynk	21 26,98 Al glin	22 28,09 Si krzem	23 30,97 P fosfor	24 32,06 S siarka	25 35,45 Cl chlor	26 39,90 Kr krypton	
19 39,09 K potas	20 39,09 Ca wapń	21 88,91 Y itry	22 91,22 Zr cyrkon	23 92,91 Nb niob	24 95,95 Mo molibden	25 97,91 Tc technet	26 101,07 Ru ruten	27 102,91 Rh rod	28 106,42 Pd pallad	29 107,87 Ag srebro	30 112,41 Cd kadm	31 72,63 Ga gal	32 74,92 Ge german	33 75,94 As arsen	34 78,96 Se selen	35 79,90 Br brom	36 83,80 Kr krypton	
21 85,47 Rb rubid	22 87,62 Sr stront	23 74,47 Lu lutet	24 75,93 Hf hafn	25 78,94 Ta tantal	26 81,84 W wolfram	27 85,21 Re ren	28 101,07 Os osm	29 102,91 Ir iryd	30 106,42 Pt platyna	31 107,87 Au złoto	32 200,59 Hg rtęć	33 204,38 Tl tal	34 207,20 Pb ołow	35 208,98 Bi bismut	36 209,99 Po polon	37 222,02 Rn radon	38 131,29 Xe ksenon	
23 132,91 Cs cez	24 137,33 Ba bar	25 140,91 Lu lutet	26 140,91 Hf hafn	27 180,95 Ta tantal	28 183,84 W wolfram	29 186,21 Re ren	30 190,23 Os osm	31 192,22 Ir iryd	32 195,08 Pt platyna	33 196,97 Au złoto	34 285,11 Cn kopernik	35 284,81 Nh nihon	36 289,10 Fl flerow	37 289,10 Mc moskow	38 293,10 Lv livermor	39 294,10 Ts tenes	40 294,10 Og oganeson	
25 223,02 Fr frans	26 223,02 Ra rad	27 223,02 Ac akty	28 223,02 Rf rutherford	29 223,02 Db dubn	30 223,02 Sg seaborg	31 223,02 Bh boh	32 223,02 Hs has	33 223,02 Mt meitner	34 223,02 Ds darmstadt	35 223,02 Rg roentgen	36 223,02 Cn kopernik	37 223,02 Nh nihon	38 223,02 Fl flerow	39 223,02 Mc moskow	40 223,02 Lv livermor	41 223,02 Ts tenes	42 223,02 Og oganeson	
27 223,02 Ac akty	28 223,02 Rf rutherford	29 223,02 Db dubn	30 223,02 Sg seaborg	31 223,02 Bh boh	32 223,02 Hs has	33 223,02 Mt meitner	34 223,02 Ds darmstadt	35 223,02 Rg roentgen	36 223,02 Cn kopernik	37 223,02 Nh nihon	38 223,02 Fl flerow	39 223,02 Mc moskow	40 223,02 Lv livermor	41 223,02 Ts tenes	42 223,02 Og oganeson	43 223,02 Yb iterb	44 223,02 No nobel	
29 140,91 Pr prazeodym	30 140,91 Ce cer	31 140,91 La lantan	32 140,91 Pr prazeodym	33 140,91 Ce cer	34 140,91 La lantan	35 140,91 Pr prazeodym	36 140,91 Ce cer	37 140,91 La lantan	38 140,91 Pr prazeodym	39 140,91 Ce cer	40 140,91 La lantan	41 140,91 Pr prazeodym	42 140,91 Ce cer	43 140,91 La lantan	44 140,91 Pr prazeodym	45 140,91 Ce cer	46 140,91 La lantan	47 140,91 Pr prazeodym
31 140,91 Pr prazeodym	32 140,91 Ce cer	33 140,91 La lantan	34 140,91 Pr prazeodym	35 140,91 Ce cer	36 140,91 La lantan	37 140,91 Pr prazeodym	38 140,91 Ce cer	39 140,91 La lantan	40 140,91 Pr prazeodym	41 140,91 Ce cer	42 140,91 La lantan	43 140,91 Pr prazeodym	44 140,91 Ce cer	45 140,91 La lantan	46 140,91 Pr prazeodym	47 140,91 Ce cer	48 140,91 La lantan	49 140,91 Pr prazeodym
33 140,91 Pr prazeodym	34 140,91 Ce cer	35 140,91 La lantan	36 140,91 Pr prazeodym	37 140,91 Ce cer	38 140,91 La lantan	39 140,91 Pr prazeodym	40 140,91 Ce cer	41 140,91 La lantan	42 140,91 Pr prazeodym	43 140,91 Ce cer	44 140,91 La lantan	45 140,91 Pr prazeodym	46 140,91 Ce cer	47 140,91 La lantan	48 140,91 Pr prazeodym	49 140,91 Ce cer	50 140,91 La lantan	51 140,91 Pr prazeodym
35 140,91 Pr prazeodym	36 140,91 Ce cer	37 140,91 La lantan	38 140,91 Pr prazeodym	39 140,91 Ce cer	40 140,91 La lantan	41 140,91 Pr prazeodym	42 140,91 Ce cer	43 140,91 La lantan	44 140,91 Pr prazeodym	45 140,91 Ce cer	46 140,91 La lantan	47 140,91 Pr prazeodym	48 140,91 Ce cer	49 140,91 La lantan	50 140,91 Pr prazeodym	51 140,91 Ce cer	52 140,91 La lantan	53 140,91 Pr prazeodym
37 140,91 Pr prazeodym	38 140,91 Ce cer	39 140,91 La lantan	40 140,91 Pr prazeodym	41 140,91 Ce cer	42 140,91 La lantan	43 140,91 Pr prazeodym	44 140,91 Ce cer	45 140,91 La lantan	46 140,91 Pr prazeodym	47 140,91 Ce cer	48 140,91 La lantan	49 140,91 Pr prazeodym	50 140,91 Ce cer	51 140,91 La lantan	52 140,91 Pr prazeodym	53 140,91 Ce cer	54 140,91 La lantan	55 140,91 Pr prazeodym
39 140,91 Pr prazeodym	40 140,91 Ce cer	41 140,91 La lantan	42 140,91 Pr prazeodym	43 140,91 Ce cer	44 140,91 La lantan	45 140,91 Pr prazeodym	46 140,91 Ce cer	47 140,91 La lantan	48 140,91 Pr prazeodym	49 140,91 Ce cer	50 140,91 La lantan	51 140,91 Pr prazeodym	52 140,91 Ce cer	53 140,91 La lantan	54 140,91 Pr prazeodym	55 140,91 Ce cer	56 140,91 La lantan	57 140,91 Pr prazeodym
41 140,91 Pr prazeodym	42 140,91 Ce cer	43 140,91 La lantan	44 140,91 Pr prazeodym	45 140,91 Ce cer	46 140,91 La lantan	47 140,91 Pr prazeodym	48 140,91 Ce cer	49 140,91 La lantan	50 140,91 Pr prazeodym	51 140,91 Ce cer	52 140,91 La lantan	53 140,91 Pr prazeodym	54 140,91 Ce cer	55 140,91 La lantan	56 140,91 Pr prazeodym	57 140,91 Ce cer	58 140,91 La lantan	59 140,91 Pr prazeodym
43 140,91 Pr prazeodym	44 140,91 Ce cer	45 140,91 La lantan	46 140,91 Pr prazeodym	47 140,91 Ce cer	48 140,91 La lantan	49 140,91 Pr prazeodym	50 140,91 Ce cer	51 140,91 La lantan	52 140,91 Pr prazeodym	53 140,91 Ce cer	54 140,91 La lantan	55 140,91 Pr prazeodym	56 140,91 Ce cer	57 140,91 La lantan	58 140,91 Pr prazeodym	59 140,91 Ce cer	60 140,91 La lantan	61 140,91 Pr prazeodym
45 140,91 Pr prazeodym	46 140,91 Ce cer	47 140,91 La lantan	48 140,91 Pr prazeodym	49 140,91 Ce cer	50 140,91 La lantan	51 140,91 Pr prazeodym	52 140,91 Ce cer	53 140,91 La lantan	54 140,91 Pr prazeodym	55 140,91 Ce cer	56 140,91 La lantan	57 140,91 Pr prazeodym	58 140,91 Ce cer	59 140,91 La lantan	60 140,91 Pr prazeodym	61 140,91 Ce cer	62 140,91 La lantan	63 140,91 Pr prazeodym
47 140,91 Pr prazeodym	48 140,91 Ce cer	49 140,91 La lantan	50 140,91 Pr prazeodym	51 140,91 Ce cer	52 140,91 La lantan	53 140,91 Pr prazeodym	54 140,91 Ce cer	55 140,91 La lantan	56 140,91 Pr prazeodym	57 140,91 Ce cer	58 140,91 La lantan	59 140,91 Pr prazeodym	60 140,91 Ce cer	61 140,91 La lantan	62 140,91 Pr prazeodym	63 140,91 Ce cer	64 140,91 La lantan	65 140,91 Pr prazeodym
49 140,91 Pr prazeodym	50 140,91 Ce cer	51 140,91 La lantan	52 140,91 Pr prazeodym	53 140,91 Ce cer	54 140,91 La lantan	55 140,91 Pr prazeodym	56 140,91 Ce cer	57 140,91 La lantan	58 140,91 Pr prazeodym	59 140,91 Ce cer	60 140,91 La lantan	61 140,91 Pr prazeodym	62 140,91 Ce cer	63 140,91 La lantan	64 140,91 Pr prazeodym	65 140,91 Ce cer	66 140,91 La lantan	67 140,91 Pr prazeodym
51 140,91 Pr prazeodym	52 140,91 Ce cer	53 140,91 La lantan	54 140,91 Pr prazeodym	55 140,91 Ce cer	56 140,91 La lantan	57 140,91 Pr prazeodym	58 140,91 Ce cer	59 140,91 La lantan	60 140,91 Pr prazeodym	61 140,91 Ce cer	62 140,91 La lantan	63 140,91 Pr prazeodym	64 140,91 Ce cer	65 140,91 La lantan	66 140,91 Pr prazeodym	67 140,91 Ce cer	68 140,91 La lantan	69 140,91 Pr prazeodym
53 140,91 Pr prazeodym	54 140,91 Ce cer	55 140,91 La lantan	56 140,91 Pr prazeodym	57 140,91 Ce cer	58 140,91 La lantan	59 140,91 Pr prazeodym	60 140,91 Ce cer	61 140,91 La lantan	62 140,91 Pr prazeodym	63 140,91 Ce cer	64 140,91 La lantan	65 140,91 Pr prazeodym	66 140,91 Ce cer	67 140,91 La lantan	68 140,91 Pr prazeodym	69 140,91 Ce cer	70 140,91 La lantan	71 140,91 Pr prazeodym
55 140,91 Pr prazeodym	56 140,91 Ce cer	57 140,91 La lantan	58 140,91 Pr prazeodym	59 140,91 Ce cer	60 140,91 La lantan	61 140,91 Pr prazeodym	62 140,91 Ce cer	63 140,91 La lantan	64 140,91 Pr prazeodym	65 140,91 Ce cer	66 140,91 La lantan	67 140,91 Pr prazeodym	68 140,91 Ce cer	69 140,91 La lantan	70 140,91 Pr prazeodym	71 140,91 Ce cer	72 140,91 La lantan	73 140,91 Pr prazeodym
57 140,91 Pr prazeodym	58 140,91 Ce cer	59 140,91 La lantan	60 140,91 Pr prazeodym	61 140,91 Ce cer	62 140,91 La lantan	63 140,91 Pr prazeodym	64 140,91 Ce cer	65 140,91 La lantan	66 140,91 Pr prazeodym	67 140,91 Ce cer	68 140,91 La lantan	69 140,91 Pr prazeodym	70 140,91 Ce cer	71 140,91 La lantan	72 140,91 Pr prazeodym	73 140,91 Ce cer	74 140,91 La lantan	75 140,91 Pr prazeodym
59 140,91 Pr prazeodym	60 140,91 Ce cer	61 140,91 La lantan	62 140,91 Pr prazeodym	63 140,91 Ce cer	64 140,91 La lantan	65 140,91 Pr prazeodym	66 140,91 Ce cer	67 140,91 La lantan	68 140,91 Pr prazeodym	69 140,91 Ce cer	70 140,91 La lantan	71 140,91 Pr prazeodym	72 140,91 Ce cer	73 140,91 La lantan	74 140,91 Pr prazeodym	75 140,91 Ce cer	76 140,91 La lantan	77 140,91 Pr prazeodym
61 140,91 Pr prazeodym	62 140,91 Ce cer	63 140,91 La lantan	64 140,91 Pr prazeodym	65 140,91 Ce cer	66 140,91 La lantan	67 140,91 Pr prazeodym	68 140,91 Ce cer	69 140,91 La lantan	70 140,91 Pr prazeodym	71 140,91 Ce cer	72 140,91 La lantan	73 140,91 Pr prazeodym	74					



**WYDAWNICTWA
SZKOLNE
i PEDAGOGICZNE**

wsip.pl

sklep.wsip.pl

infolinia: 801 220 555

