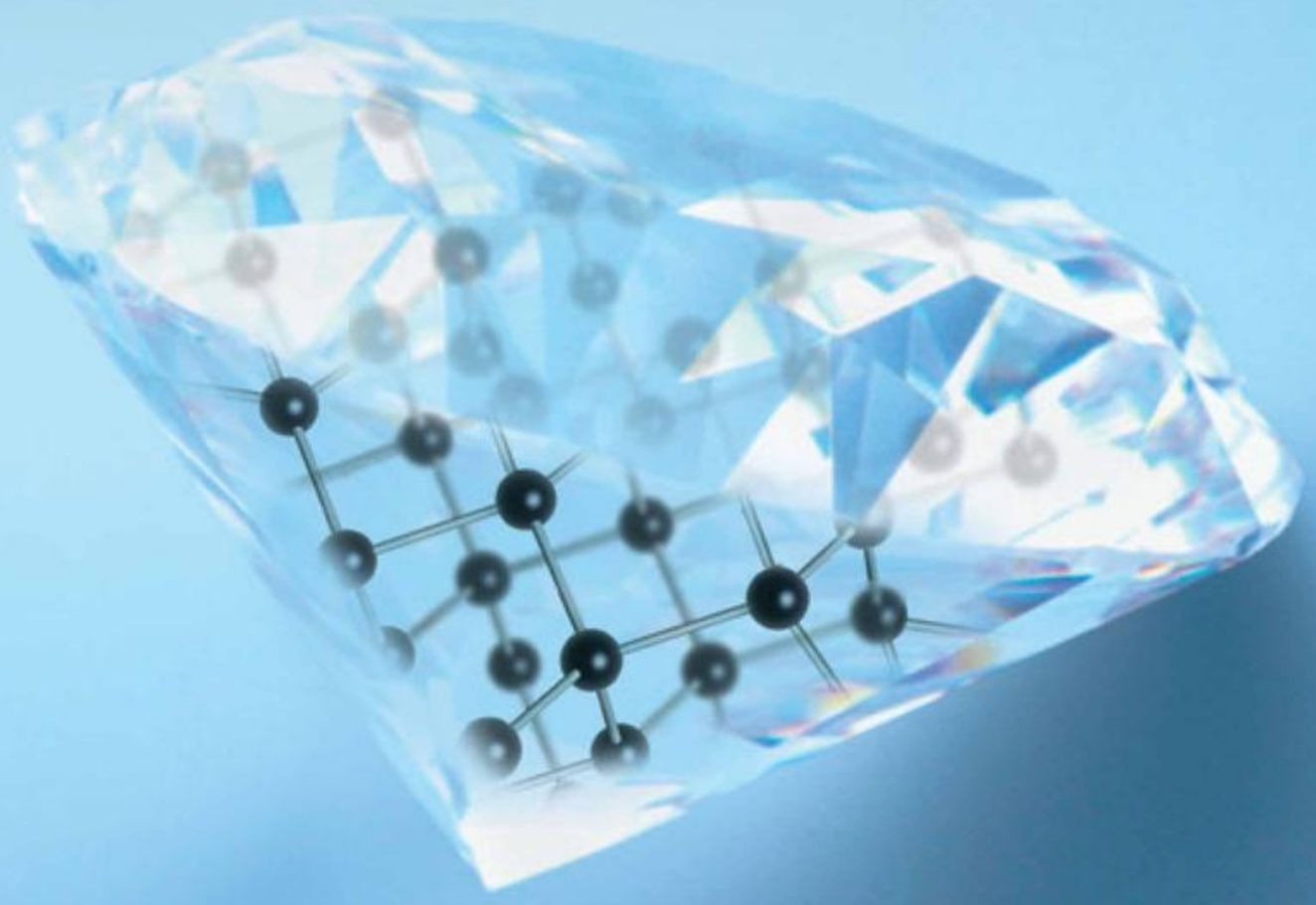
NOWOŚĆ!
EDYCJA 2024–2026

8

Chemia

Nowej Ery

PODRĘCZNIK DO CHEMII
DLA KLASY ÓSMEJ SZKOŁY PODSTAWOWEJ



neon

W wersji cyfrowej znajdziesz oznaczenia usuniętych treści z podstawy w 2024



nowa era

Droga Nowa Ero,

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

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

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

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

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

Dbajmy o środowisko, zróbmy to dla młodych pokoleń.

8

Jan Kulawik
Teresa Kulawik
Maria Litwin

Chemia Nowej Ery

PODRĘCZNIK DO CHEMII
DLA KLASY ÓSMEJ SZKOŁY PODSTAWOWEJ

OZNACZENIA W E-PODRĘCZNIKU

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

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

Tak zaznaczono treści, o których realizacji decyduje nauczyciel.

nowa era
Twoje mocne strony

Chemia
Nowej Ery

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

Etap edukacyjny: II
Typ szkoły: szkoła podstawowa
Rok dopuszczenia: 2024

Numer ewidencyjny w wykazie MEiN: 785/2/2024/z1

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

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

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

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

© Copyright by Nowa Era Sp. z o.o. 2024
ISBN 978-83-267-4959-9

Współpraca autorska: Małgorzata Mańska, Adrianna Palińska-Saadi, Karol Dudek-Różycki, Michał Płotek, Tomasz Wichur, Honorata Piłasiewicz (projekty edukacyjne).
Konsultacja merytoryczna: Aleksandra Grabowska, Romuald Hassa, Adriana Palińska-Saadi.

Opracowanie redakcyjne: Gabriela Biełaga.
Redakcja merytoryczna: Małgorzata Cholewińska, Magdalena Bartosik-Bruzda, Gabriela Biełaga.
Współpraca redakcyjna: Justyna Poliszkiewicz, Patrycja Ściślewska.
Redakcja językowa: Aleksandra Hofman, Dorota Rzeszewska.
Nadzór artystyczny: Kaia Pichler. **Opieka graficzna**: Ewa Kaletyn.
Projekt okładki: Maciej Galiński. **Projekt graficzny**: Ewa Kaletyn.
Ilustracje: Ewelina Baran, Rafał Buczkowski, Zuzanna Dudzic, Marcin Oleksak, Ewa Sowulewska, Wojciech Sendal.
Opracowanie graficzne: Enzo Di Giacomo, Klaudia Jarocka, Ewa Kaletyn, Konrad Klee, Marcin Kołacz, Ewa Pawińska, Sławomir Włodarczyk, Dorota Umińska, Elena Grikurova-Wojnowska.
Realizacja projektu graficznego: Dorota Sameć. **Fotoedycja**: Beata Chromik, Katarzyna Iwan-Malawska.

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

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

Jak korzystać z podręcznika

Potrzebujesz tłumaczenia krok po kroku?

Przykład

wyjaśnione krok po kroku rozwiązania zadań problemowych i obliczeniowych

Podobieństwa i różnice

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

Przeczytaj – zrozumiesz!

procesy wyjaśnione krok po kroku, przedstawione w postaci infografik

Ważne oznaczenia

Doświadczenie

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

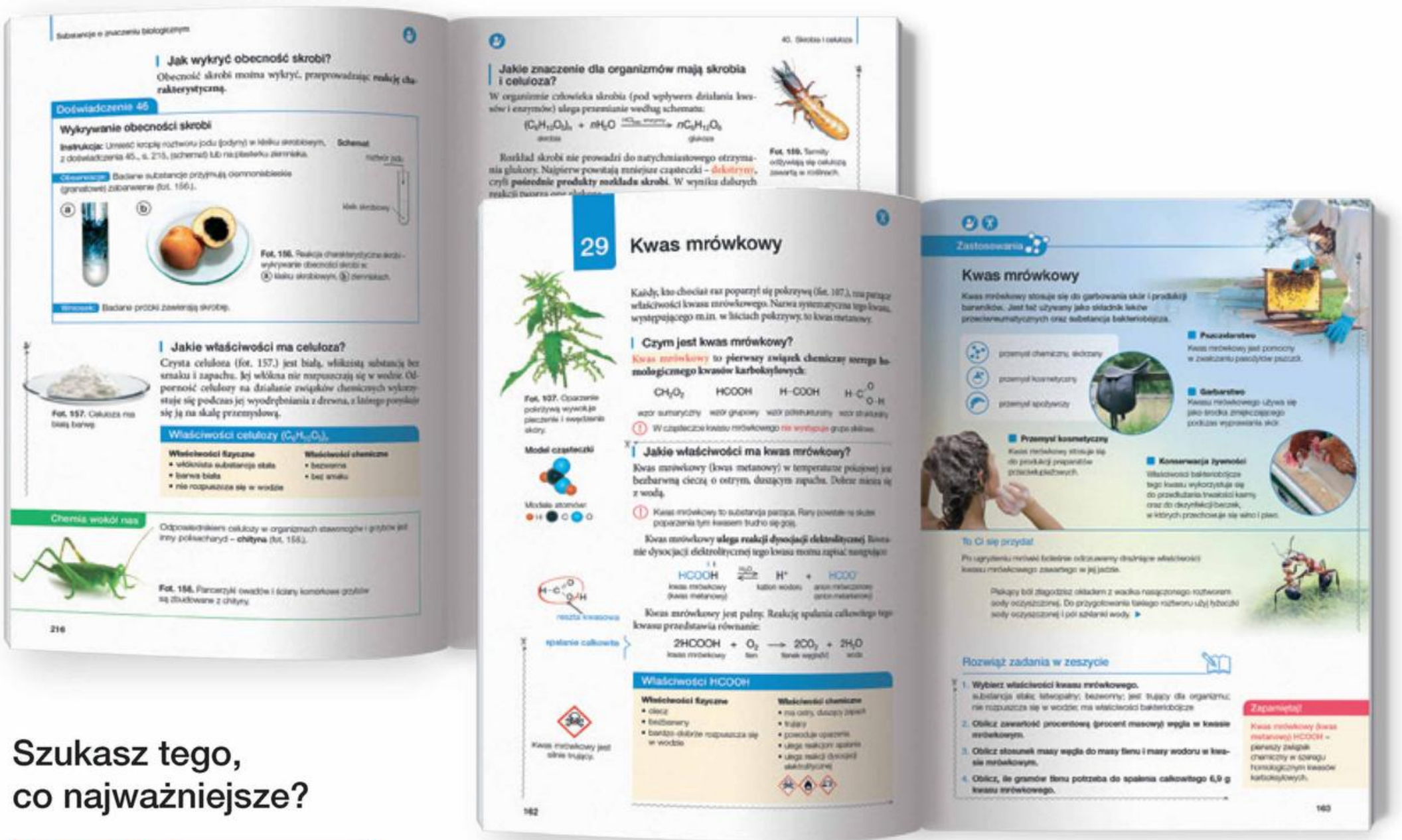
zadania do rozwiązania

doświadczenia chemiczne do wykonania wyłącznie przez nauczyciela

substancje o niebezpiecznych właściwościach

ważne informacje, dotyczące m.in. zasad BHP

doświadczenia **do samodzielnego wykonania**



Szukasz tego, co najważniejsze?

Zapamiętaj!

definicje nowych pojęć, które pojawiły się w temacie

Podsumowanie

najważniejsze treści w dziale, w formie pytań i odpowiedzi

Skojarz i zapamiętaj!

krótkie informacje, które ułatwiają zapamiętanie ważnych treści

Chcesz wiedzieć więcej?

Chemia wokół nas

wyjaśnienia reakcji i zjawisk zachodzących w najbliższym otoczeniu

Dla dociekliwych

informacje i zadania poszerzające wiedzę

Chcesz sprawdzić wiadomości i poćwiczyć umiejętności?

Rozwiąż zadania w zeszycie – na końcu każdego tematu

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

Spis treści

Pierwiastki i związki chemiczne – to było w klasie 7. Powtórzenie 6
Tlenki i wodorotlenki – to było w klasie 7. Powtórzenie 8
Regulamin pracowni chemicznej i oznaczenia BHP 14

Dział 1. Kwasy

1. Wzory i nazwy kwasów 16
2. Kwasy beztlenowe 19
3. Kwas siarkowy(IV) i kwas siarkowy(VI) – kwasy tlenowe siarki 25
4. Przykłady innych kwasów tlenowych 35
5. Proces dysocjacji elektrolitycznej kwasów 43
6. Porównanie właściwości kwasów 49
7. Odczyn roztworu – skala pH 53

Podsumowanie 58
Sprawdź, czy wiesz i umiesz… 60

Dział 2. Sole

8. Wzory i nazwy soli 62
9. Proces dysocjacji elektrolitycznej soli 66
10. Reakcje zobojętniania 71
11. Reakcje metali z kwasami 75
12. Reakcje tlenków metali z kwasami 80
13. Reakcje wodorotlenków metali z tlenkami niemetali 82
14. Reakcje strąceniowe 84
15. Inne reakcje otrzymywania soli 88
16. Porównanie właściwości soli i ich zastosowań 90

Podsumowanie 94
Sprawdź, czy wiesz i umiesz… 96

Dział 3. Związki węgla z wodorem

17. Naturalne źródła węglowodorów 98
18. Szereg homologiczny alkanów 103
19. Metan i etan 110
20. Porównanie właściwości alkanów i ich zastosowań 115
21. Szereg homologiczny alkenów. Eten 120
22. Szereg homologiczny alkinów. Etyn 127
23. Porównanie właściwości alkanów, alkenów i alkinów 133

Podsumowanie 136
Sprawdź, czy wiesz i umiesz… 138

Dział 4. Pochodne węglowodorów

24. Szereg homologiczny alkoholi 140
25. Metanol i etanol – alkohole monohydroksylowe 144

26. Glicerol – alkohol polihydroksylowy 152
27. Porównanie właściwości alkoholi 156
28. Szereg homologiczny kwasów karboksylowych 158
29. Kwas mrówkowy 162
30. Kwas octowy 164
31. Wyższe kwasy karboksylowe 170
32. Porównanie właściwości kwasów karboksylowych 176
33. Estry 178
34. Aminokwasy 184
Podsumowanie 188
Sprawdź, czy wiesz i umiesz… 190

Dział 5. Substancje o znaczeniu biologicznym

35. Tłuszcze 192
36. Białka 198
37. Cukry 204
38. Glukoza i fruktoza 206
39. Sacharoza 210
40. Skrobia i celuloza 214
Podsumowanie 220
Sprawdź, czy wiesz i umiesz… 222

Spojrzenie w przeszłość – projekty edukacyjne

Wybitne osiągnięcia w chemii – laureaci Nagrody Nobla 224
Wkład Polaków w rozwój chemii 226
Historia odkrycia materiałów pirotechnicznych i wybuchowych 228

Tabele

Właściwości wybranych pierwiastków chemicznych 230
Właściwości fizyczne wybranych związków nieorganicznych 231
Właściwości fizyczne wybranych związków organicznych 232
Najważniejsze grupy węglowodorów i ich wybranych pochodnych 233
Nazwy i wzory grup alkilowych 233
Najważniejsze zastosowania wybranych związków organicznych 234
Krzywe rozpuszczalności substancji stałych 236
Krzywe rozpuszczalności gazów 237
Elementy wyposażenia laboratorium chemicznego 238
Poznane rodzaje reakcji chemicznych 240
Reakcje charakterystyczne związków organicznych 247
Podsumowanie wiadomości. Substancje nieorganiczne 248
Podsumowanie wiadomości. Związki organiczne 250
Odpowiedzi do zadań 252
Bibliografia 256
Indeks 258

tlenki*

$\overset{n}{E_2}\overset{II}{O_n}$

np. Na_2O, MgO

wodorotlenki

$\overset{n}{M}(\overset{I}{OH})_n$

np. $NaOH$, $Mg(OH)_2$

związek chemiczny

pierwiastek chemiczny

niemetale

np. O, C

metale

np. Na, Fe

kation

np. Na^+

anion

np. Cl^-

jon

atom

izotopy

różnią się liczbą masową, mają taką samą liczbę atomową

^1_1H np. prot — ^2_1H deuter — ^3_1H tryt

elektrony walencyjne

biorą udział w tworzeniu wiązań chemicznych

elektrony

e^-

nukleony
(jądro atomowe)

neutrony

n^0

protony

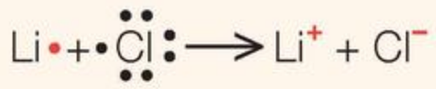
p^+

wiązania chemiczne

wiązania jonowe

różnica elektroujemności atomów pierwiastków większa lub równa 1,7

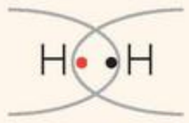
np. LiCl



wiązanie kowalencyjne niespolaryzowane

różnica elektroujemności równa 0

np. H_2



wiązanie kowalencyjne spolaryzowane

różnica elektroujemności większa od 0 i mniejsza od 1,7

np. HCl



Wyjaśnienie oznaczeń:
E – symbol pierwiastka chemicznego,
M – symbol metalu,
n – wartościowość.

* Jeśli wartościowość ***n*** jest liczbą parzystą (np. 2, 4, 6), to liczby atomów we wzorze można skrócić.

zjawisko fizyczne

substancja nie zmienia właściwości, np. zmiana kształtu



proces

reakcja chemiczna

powstaje nowa substancja o nowych właściwościach, np. rdza



reakcja syntezy

np. $C + O_2 \longrightarrow CO_2$

kilka substratów → jeden produkt

reakcja analizy

np. $2H_2O \longrightarrow 2H_2 + O_2$

jeden substrat → kilka produktów

reakcja wymiany

np. $2Mg + CO_2 \longrightarrow 2MgO + C$

kilka substratów → kilka produktów

prawa dotyczące reakcji chemicznych

prawo zachowania masy

W reakcji chemicznej łączna masa substratów jest równa sumie mas produktów.

prawo zachowania ładunku

Sumaryczny ładunek elektryczny substratów musi być równy sumarycznemu ładunkowi elektrycznemu produktów.

Kluczowe pojęcia

Atom – najmniejsza cząstka pierwiastka chemicznego, zachowująca jego właściwości chemiczne. Atom składa się z jądra atomowego o ładunku dodatnim i otaczających to jądro elektronów o ładunku ujemnym.

Pierwiastek chemiczny – zbiór atomów o tej samej liczbie atomowej.

Związek chemiczny – substancja złożona z co najmniej dwóch różnych, połączonych ze sobą pierwiastków chemicznych. Związek chemiczny można rozłożyć na pierwiastki lub substancje prostsze.

Wiązanie chemiczne – trwały sposób połączenia atomów pierwiastków chemicznych dzięki oddziaływaniom elektronów walencyjnych.

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

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

Prawo stałości składu związku chemicznego – stosunek mas pierwiastków w każdym związku chemicznym jest stały i charakterystyczny dla danego związku chemicznego.

Co to są tlenki?

Tlenki to związki chemiczne o wzorze ogólnym $\overset{n}{E_2}\overset{II}{O_n}$, zbudowane z tlenu i metalu lub niemetalu. We wzorze ogólnym *n* to wartościowość metalu lub niemetalu równa liczbie atomów tlenu. Wartościowość tlenu w tlenkach wynosi II. Jeśli wartościowość *n* jest liczbą parzystą (np. 2, 4, 6), to liczby atomów we wzorze można skrócić.

Jak ustalić rodzaj wiązania w tlenku?

Rodzaj wiązania w tlenku można ustalić na podstawie różnicy elektroujemności pierwiastków chemicznych, które go tworzą.



Rodzaj wiązania w tlenku a różnica elektroujemności

Nazwa i wzór tlenku	tlenek sodu Na_2O		tlenek węgla(IV) CO_2	
Symbole chemiczne pierwiastków tworzących tlenek	0,9 11 Na sód	3,4 8 O tlen	2,6 6 C węgiel	3,4 8 O tlen
Różnica elektroujemności w tlenku	3,4 – 0,9 = **2,5** **2,5** > 1,7		3,4 – 2,6 = **0,8** **0,8** < 1,7	
Rodzaj wiązania w tlenku	wiązanie jonowe		wiązanie kowalencyjne spolaryzowane	

Jakie są rodzaje tlenków?

Tlenki

niemetali, np.:

I II
N_2O **tlenek** azotu(I)

IV II
SO_2 **tlenek** siarki(IV)

VI II
SO_3 **tlenek** siarki(VI)

metali, np.:

I II
Na_2O **tlenek** sodu

II II
CaO **tlenek** wapnia

IV II
PbO_2 **tlenek** ołowiu(IV)

Związkiem chemicznym tworzącym piasek jest tlenek krzemu(IV) SiO_2.

Jak się tworzy nazwy tlenków?

Nazwy systematyczne tlenków tworzy się **przez dodanie do słowa *tlenek* nazwy metalu lub niemetalu**, podanej w dopełniaczu. Jeśli metal lub niemetal w związkach chemicznych przyjmuje różne wartościowości, to jego wartościowość uwzględnia się w nazwie tlenku, np.: tlenek żelaza(II) – FeO, tlenek żelaza(III) – Fe_2O_3.

Jak otrzymać tlenki?

Jedną z metod otrzymywania tlenków jest **reakcja syntezy** (reakcja łączenia) tlenu z metalem lub niemetalem, np.:

$$\underset{\text{siarka}}{S} + \underset{\text{tlen}}{O_2} \longrightarrow \underset{\text{tlenek siarki(IV)}}{SO_2}$$

Niektóre tlenki mogą też być substratami w reakcjach otrzymywania innych tlenków, np.:

$$\underset{\text{tlenek siarki(IV)}}{2SO_2} + \underset{\text{tlen}}{O_2} \xrightarrow{\text{katalizator}} \underset{\text{tlenek siarki(VI)}}{2SO_3}$$

Co to są katalizatory?

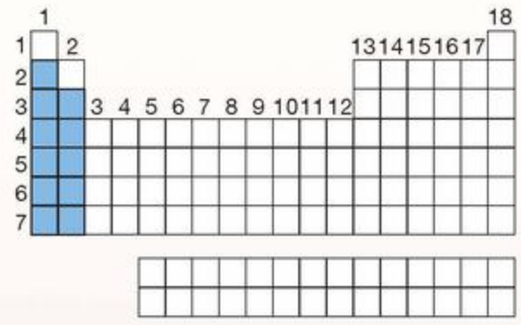
Katalizatory to substancje, które **zwiększają szybkość reakcji chemicznej**. Jako katalizatory są stosowane niektóre tlenki, np.: tlenek cynku ZnO, tlenek manganu(IV) MnO_2, tlenek chromu(III) Cr_2O_3.

Co to są elektrolity?

Elektrolity to substancje ulegające dysocjacji elektrolitycznej po rozpuszczeniu w wodzie lub stopieniu. Elektrolity w roztworach wodnych lub elektrolity stopione **przewodzą prąd elektryczny**.

Które tlenki metali, reagując z wodą, tworzą wodorotlenki?

Tlenki metali aktywnych (tlenki metali **1. grupy i niektóre tlenki metali 2. grupy** układu okresowego pierwiastków chemicznych) w reakcji z wodą tworzą wodorotlenki, np. Na_2O, CaO.



Co to są wodorotlenki?

Wodorotlenki to związki chemiczne o wzorze ogólnym $\overset{n}{M}(OH)_n^{I}$, zbudowane z kationów metalu i anionów wodorotlenkowych. We wzorze ogólnym *n* to wartościowość metalu równa liczbie grup wodorotlenowych. Wartościowość grupy wodorotlenowej wynosi I.

Jak się tworzy nazwy wodorotlenków?

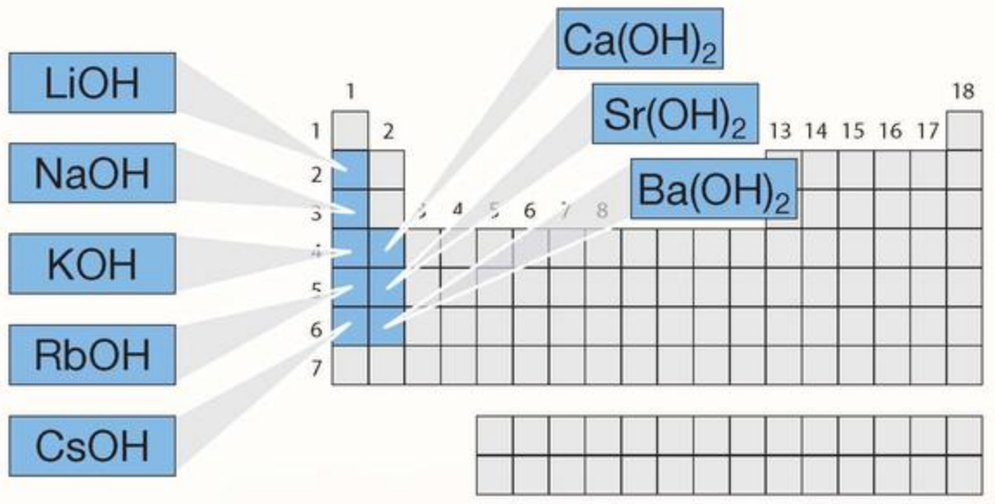
Nazwa każdego wodorotlenku rozpoczyna się od słowa **wodorotlenek** i kończy **nazwą metalu** występującego w cząsteczce wodorotlenku, podaną w dopełniaczu. Jeżeli metal tworzy kilka wodorotlenków, to w ich nazwach podaje się wartościowość tego metalu w danym wodorotlenku, np.: $Fe(OH)_3$ – **wodorotlenek żelaza(III)**.

Nazwy i wzory wybranych wodorotlenków

Nazwa wodorotlenku	Wzór sumaryczny wodorotlenku
wodorotlenek sodu	NaOH
wodorotlenek potasu	KOH
wodorotlenek wapnia	$Ca(OH)_2$
wodorotlenek glinu	$Al(OH)_3$
wodorotlenek miedzi(II)	$Cu(OH)_2$

Co to są zasady?

Zasady to **wodorotlenki rozpuszczalne w wodzie** – wszystkie wodorotlenki metali 1. grupy układu okresowego pierwiastków chemicznych i wodorotlenki niektórych metali 2. grupy. Do zasad zalicza się też wodny roztwór amoniaku.



Do bielenia pni drzew owocowych stosuje się wodny roztwór wodorotlenku wapnia $Ca(OH)_2$.

Jak odczytywać informacje z tabeli rozpuszczalności?

1. **Znajdź kation i anion** wchodzące w skład związku chemicznego, którego rozpuszczalność chcesz odczytać, np. $Ba(OH)_2$.
2. W miejscu **przecięcia się kolumny z wierszem** odczytaj symbol.
3. **Znajdź znaczenie** symbolu w legendzie.

R – substancja dobrze rozpuszczalna w wodzie
S – substancja średnio rozpuszczalna w wodzie
T – substancja trudno rozpuszczalna w wodzie

Jon	OH^-
Al^{3+}	**T**
Ba^{2+}	**R**
Ca^{2+}	**S**

Jak można otrzymać wodorotlenki?

Wodorotlenki rozpuszczalne w wodzie otrzymuje się w reakcjach chemicznych:

metal aktywny + woda ⟶ wodorotlenek metalu + wodór

$2Na + 2H_2O \longrightarrow 2NaOH + H_2\uparrow$
sód — woda — wodorotlenek sodu — wodór

$Ca + 2H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2 + H_2\uparrow$
wapń — woda — wodorotlenek wapnia — wodór

tlenek metalu aktywnego + woda ⟶ wodorotlenek metalu

$Na_2O + H_2O \longrightarrow 2NaOH$
tlenek sodu — woda — wodorotlenek sodu

$BaO + H_2O \longrightarrow Ba(OH)_2$
tlenek baru — woda — wodorotlenek baru

Wodorotlenki trudno rozpuszczalne w wodzie można otrzymać w reakcji chemicznej:

sól 1 (rozpuszczalna w wodzie) + zasada ⟶ wodorotlenek↓ (trudno rozpuszczalny w wodzie) + sól 2

$CuCl_2 + 2NaOH \longrightarrow Cu(OH)_2\downarrow + 2NaCl$
chlorek miedzi(II) — zasada sodowa — wodorotlenek miedzi(II) — chlorek sodu

$FeCl_3 + 3KOH \longrightarrow Fe(OH)_3\downarrow + 3KCl$
chlorek żelaza(III) — zasada potasowa — wodorotlenek żelaza(III) — chlorek potasu

Jakie właściwości i zastosowania mają wodorotlenki sodu, potasu i wapnia?

Wodorotlenek sodu

Biała substancja stała, dobrze rozpuszczalna w wodzie (podczas rozpuszczania wydziela się energia na sposób ciepła). Ma właściwości higroskopijne.

Przykłady zastosowań

- przemysł chemiczny (produkcja środków piorących, produkcja barwników, szkła wodnego)
- przemysł papierniczy (produkcja papieru)
- przemysł kosmetyczny (produkcja płynów do kąpieli, mydeł, kosmetyków do pielęgnacji włosów i paznokci)



NaOH
wodorotlenek sodu

Wodorotlenek potasu

Biała substancja stała, dobrze rozpuszczalna w wodzie (podczas rozpuszczania wydziela się energia na sposób ciepła). Ma właściwości higroskopijne.

Przykłady zastosowań

- przemysł kosmetyczny (mydła w płynie i kosmetyki myjące)
- przemysł spożywczy (produkcja wyrobów kakaowych i czekolady)



KOH
wodorotlenek potasu

Wodorotlenek wapnia

Biała substancja stała, średnio rozpuszczalna w wodzie.

Przykłady zastosowań

- przemysł spożywczy (produkcja cukru)
- przemysł budowlany (zaprawa wapienna)
- medycyna (pasty do wypełnień stomatologicznych)
- przemysł skórzany (usuwanie włosia ze skór)



$Ca(OH)_2$
wodorotlenek wapnia



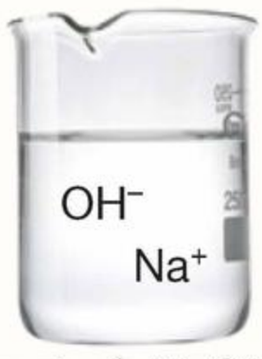
Roztwory wodne tych wodorotlenków przewodzą prąd elektryczny, zatem te wodorotlenki są **elektrolitami**.

Co to jest dysocjacja elektrolityczna?

Dysocjacja elektrolityczna (dysocjacja jonowa) to proces polegający na rozpadzie elektrolitów na jony dodatnie (kationy) i jony ujemne (aniony) pod wpływem cząsteczek wody.

Zasada sodowa dysocjuje na kationy sodu i aniony wodorotlenkowe:

$$\underset{\text{wodorotlenek sodu}}{NaOH} \xrightarrow{H_2O} \underset{\text{kation sodu}}{Na^+} + \underset{\text{anion wodorotlenkowy}}{OH^-}$$



roztwór NaOH

Zasada potasowa dysocjuje na kationy potasu i aniony wodorotlenkowe:

$$\underset{\text{wodorotlenek potasu}}{KOH} \xrightarrow{H_2O} \underset{\text{kation potasu}}{K^+} + \underset{\text{anion wodorotlenkowy}}{OH^-}$$



roztwór KOH

Co to są wskaźniki?

Wskaźnikami są substancje zmieniające swoją barwę w zależności od odczynu roztworu. Roztwory mogą mieć **odczyn kwasowy**, **zasadowy** lub **obojętny**.

Jak zmienia się barwa wskaźników w zależności od odczynu roztworu?

Odczyn kwasowy	 Uniwersalny papierek wskaźnikowy przyjmuje barwy od pomarańczowej do czerwonej.	 Roztwór fenoloftaleiny jest bezbarwny.	 Roztwór oranżu metylowego ma barwę **czerwoną**.
Odczyn obojętny	 Uniwersalny papierek wskaźnikowy ma barwę żółtą.	 Roztwór fenoloftaleiny jest bezbarwny.	 Roztwór oranżu metylowego ma barwę żółtą*.
Odczyn zasadowy	 Uniwersalny papierek wskaźnikowy przyjmuje barwy od zielonej do niebieskiej.	 Roztwór fenoloftaleiny ma barwę **malinową** (różowoczerwoną).	 Roztwór oranżu metylowego ma barwę żółtą*.

* Intensywność barwy wskaźnika zależy od stężenia roztworu.

Jak wykryć obecność wodorotlenku w roztworze?

Obecność wodorotlenku w roztworze można wykryć za pomocą wskaźników. W roztworach wodnych wodorotlenków wskaźniki zmieniają barwę. Fenoloftaleina barwi się na malinowo (różowoczerwono), a uniwersalne papierki wskaźnikowe przyjmują barwy od zielonej do niebieskiej.

Błękitny kolor kwiatów chabra bławatka świadczy o odczynie zasadowym gleby.

Regulamin pracowni chemicznej i oznaczenia BHP

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

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



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

Zagrożenia fizykochemiczne



substancje wybuchowe | substancje łatwopalne | substancje utleniające | gazy pod ciśnieniem | substancje korodujące metale

Zagrożenia dla zdrowia



substancje toksyczne | substancje drażniące | substancje rakotwórcze, mutagenne | substancje żrące

Zagrożenia dla środowiska



substancje niebezpieczne dla środowiska | substancje niebezpieczne dla warstwy ozonowej



1 Kwasy

1. Wzory i nazwy kwasów

Cele lekcji: Poznanie pojęć: **kwas**, **reszta kwasowa**. Omówienie budowy tej grupy związków chemicznych. Poznanie rodzajów kwasów (beztlenowe i tlenowe).

2. Kwasy beztlenowe

Cele lekcji: Poznanie sposobów otrzymywania, właściwości oraz zastosowań kwasów chlorowodorowego i siarkowodorowego.

3. Kwas siarkowy(IV) i kwas siarkowy(VI) – kwasy tlenowe siarki

Cele lekcji: Poznanie sposobów otrzymywania, właściwości oraz zastosowań kwasów siarkowego(IV) i siarkowego(VI).

4. Przykłady innych kwasów tlenowych

Cele lekcji: Poznanie sposobów otrzymywania, właściwości oraz zastosowań kwasów: azotowego(V), węglowego i fosforowego(V).

5. Proces dysocjacji elektrolitycznej kwasów

Cele lekcji: Omówienie procesu dysocjacji elektrolitycznej (jonowej) kwasów. Zapisywanie równań reakcji dysocjacji elektrolitycznej kwasów. Definiowanie kwasów zgodnie z teorią Arrheniusa.

6. Porównanie właściwości kwasów

Cele lekcji: Porównanie budowy cząsteczek i sposobów otrzymywania kwasów beztlenowych i tlenowych. Analizowanie przyczyn i skutków występowania kwaśnych opadów oraz sposobów, w jaki można im zapobiegać.

7. Odczyn roztworu – skala pH

Cele lekcji: Wyjaśnienie pojęcia **pH roztworu**. Posługiwanie się skalą pH.

1 Wzory i nazwy kwasów



Fot. 1. Odczucie kwaśnego smaku wywołują kwasy występujące m.in. w owocach.

Określenia *kwas* czy *kwaśny* są powszechnie znane i używane do nazywania smaku (fot. 1.) np. cytrusów, rabarbaru, jabłek. Kwasy są też wykorzystywane w przetwórstwie warzyw, np. do ich konserwacji bądź zmiany smaku. Różnica między smakiem ogórków kiszonych a konserwowych jest efektem zastosowania różnych technologii przetwórstwa i obecności innych kwasów. Sery, jogurty czy kefiry też zawdzięczają swój smak obecności kwasu.

Jak rozpoznać kwasy w pracowni chemicznej?

W pracowni chemicznej **obecność kwasu można wykryć za pomocą wskaźników, np. oranżu metylowego**. W roztworach kwasów oranż metylowy zmienia barwę z żółtej na czerwoną (fot. 2.), a uniwersalny papierek wskaźnikowy przyjmuje barwy od pomarańczowej do czerwonej.



Fot. 2. Barwa oranżu metylowego w roztworze kwasu.

W pracowni chemicznej nigdy nie należy badać smaku substancji.

Jak są zbudowane kwasy?

Kwasy to związki chemiczne, których cząsteczki są zbudowane **z atomu** (lub atomów) **wodoru** i **reszty kwasowej**.

Wzór ogólny kwasów:

wartościowość wodoru — $H_m^{I}R^{m}$ — wartościowość reszty kwasowej równa liczbie atomów wodoru

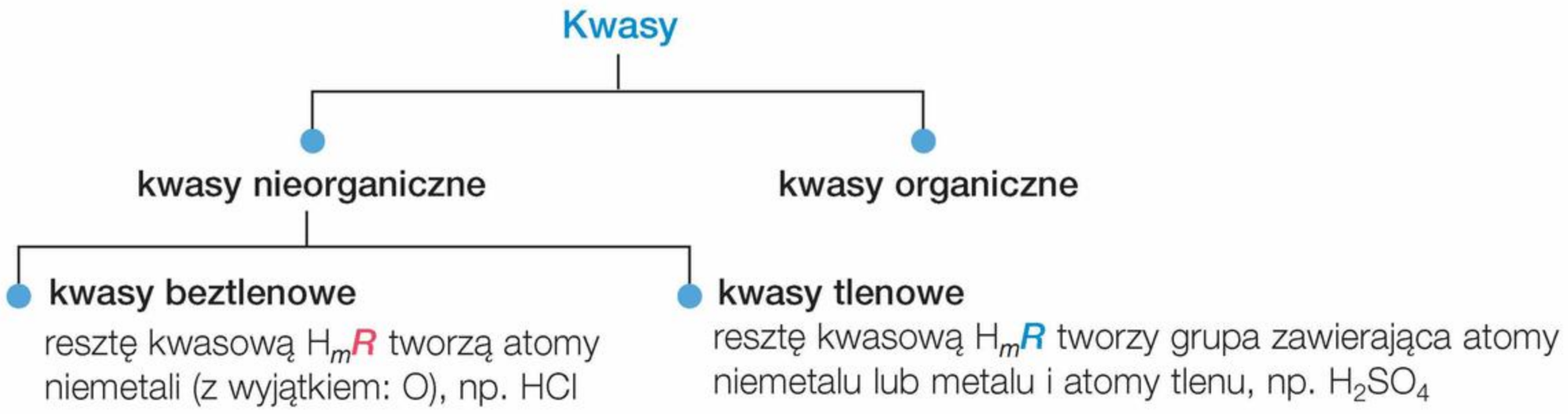
liczba atomów wodoru — symbol reszty kwasowej

Reszta kwasowa to atom lub grupa atomów znajdujących się w cząsteczce kwasu obok atomu (lub atomów) wodoru.

Jakie są rodzaje kwasów?

Kwasy można podzielić na kwasy nieorganiczne i organiczne (dowiesz się o nich więcej w dziale 4.).

Kwasy ze względu na budowę reszty kwasowej można podzielić na:



Jeśli w reszcie kwasowej *R* nie występują atomy tlenu, to taki kwas należy do **kwasów beztlenowych**. Gdy w reszcie kwasowej występują atomy tlenu, jest to **kwas tlenowy**.

Jak się tworzy nazwy kwasów beztlenowych?

Nazwy kwasów beztlenowych (tabela 1.) tworzy się, **dodając do słowa *kwas* nazwę niemetalu**, który występuje w reszcie kwasowej, łącznik -o- i końcówkę **-wodorowy**, np.:

HCl — *kwas* **chloro**wodorowy

H_2S — *kwas* **siarko**wodorowy

Tabela 1. Nazwy i wzory wybranych kwasów beztlenowych

Nazwa kwasu beztlenowego	Wzór sumaryczny kwasu beztlenowego
kwas siarkowodorowy	H_2S
kwas bromowodorowy	HBr

Jak się tworzy nazwy kwasów tlenowych?

Nazwy kwasów tlenowych (tabela 2.) tworzy się, **dodając do słowa *kwas* nazwę niemetalu lub metalu**, który występuje w reszcie kwasowej, i końcówkę **-owy**, np.:

H_2CO_3 — *kwas* **węg**lowy

H_2CrO_4 — *kwas* **chrom**owy(VI)

Jeśli niemetal lub metal w związkach chemicznych przyjmuje różne wartościowości, to jego wartościowość uwzględnia się w nazwie kwasu, np.:

$H_2\overset{IV}{S}O_3$ — *kwas* **siark**owy(IV)

$H_2\overset{VI}{S}O_4$ — *kwas* **siark**owy(VI)

Tabela 2. Nazwy i wzory wybranych kwasów tlenowych

Nazwa kwasu tlenowego	Wzór sumaryczny kwasu tlenowego
kwas azotowy(V)	$HN\overset{V}{O}_3$
kwas fosforowy(V)	$H_3P\overset{V}{O}_4$

Przykład 1

Jak ustalić nazwę kwasu na podstawie jego wzoru sumarycznego?

Krok 1

Określ wartościowość reszty kwasowej w tym kwasie.

Podaj nazwę kwasu o wzorze sumarycznym HNO_3.

$\overset{\text{I}}{H}NO_3$

reszta kwasowa

Ze wzoru ogólnego kwasów $\overset{\text{I}}{H}_m\overset{m}{R}$ wynika, że reszta kwasowa jest jednowartościowa, ponieważ we wzorze tego kwasu występuje jeden atom wodoru:

$\overset{\text{I}\ \text{I}}{HR}$

Krok 2

Określ wartościowość pierwiastków chemicznych w reszcie kwasowej.

$\overset{\text{I}}{H}\overset{\text{I}\ x\ \text{II}}{NO_3}$

Wartościowość azotu oblicza się następująco: $x = (3 \cdot \text{II}) - \text{I}$

$x = \text{V}$

Wartościowość azotu wynosi V:

$\overset{\text{I}\ \text{V}\ \text{II}}{HNO_3}$

Krok 3

Podaj nazwę kwasu.

Azot może przyjmować różne wartościowości w związkach chemicznych, zatem jego wartościowość należy uwzględnić w nazwie.

Nazwa kwasu: kwas azotowy(V)

Zapamiętaj!

Kwasy – związki chemiczne, których cząsteczki są zbudowane z atomu (lub atomów) wodoru i reszty kwasowej.

Reszta kwasowa – atom lub grupa atomów znajdujące się w cząsteczce kwasu obok atomu (lub atomów) wodoru.

Kwas beztlenowy – kwas, w którego reszcie kwasowej nie występują atomy tlenu.

Kwas tlenowy – kwas, w którego reszcie kwasowej występują atomy tlenu.

Rozwiąż zadania w zeszycie

1. **Wskaż wzory sumaryczne kwasów.**
   CuO, HBr, $CaCO_3$, H_2S, $Al(OH)_3$, H_3PO_4, $ZnCl_2$, $HClO_3$, $Fe(OH)_2$, HCl

2. **Wskaż wzory sumaryczne kwasów beztlenowych.**
   HBr, H_2SiO_3, H_3BO_3, HI, $HClO_4$, H_3AsO_4, HCN, H_2S, HIO, HF

3. **Przepisz wzory sumaryczne kwasów, podkreśl reszty kwasowe i określ ich wartościowość.**
   HF, HNO_2, H_4SiO_4, HBr, $HClO$, H_2SeO_4, HCN, HIO_3, H_3PO_3, $H_4P_2O_7$

4. Pewien pierwiastek chemiczny E tworzy kwas o wzorze H_2EO_n i masie cząsteczkowej 82 u. Zawartość procentowa (procent masowy) tlenu w tym kwasie wynosi 58,5 %. **Napisz wzór sumaryczny i nazwę tego kwasu.**

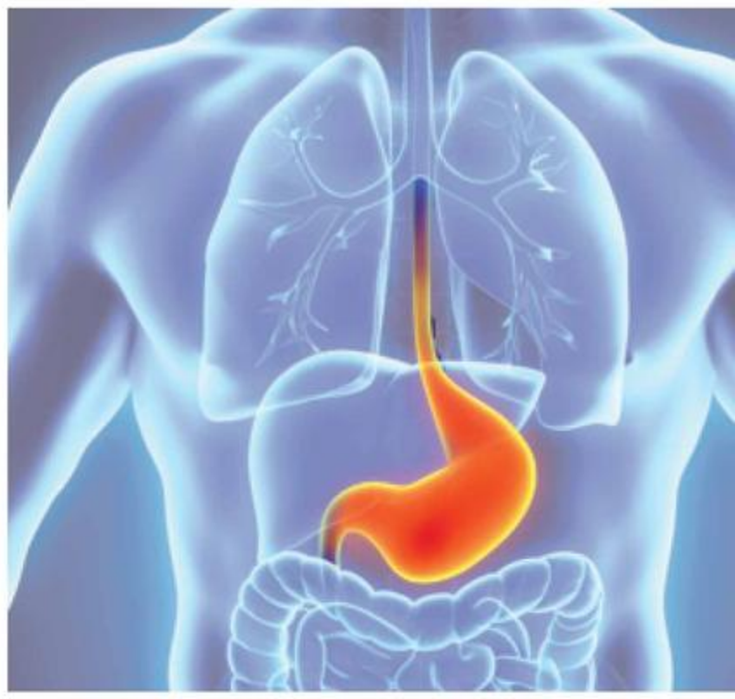
Dla dociekliwych

5. **Ustal nazwy kwasów o podanych wzorach sumarycznych, wiedząc, że niemetale w resztach kwasowych tych kwasów przyjmują różne wartościowości.**
   $HBrO_3$, $HClO_4$, HNO_2, HBO_3, H_3PO_3, H_3AsO_4, HIO

2 Kwasy beztlenowe

Jeden z kwasów beztlenowych – **kwas chlorowodorowy** – jest składnikiem soku żołądkowego ssaków (fot. 3.). Odgrywa on ważną rolę w procesie trawienia, a także zabija bakterie chorobotwórcze i inne drobnoustroje znajdujące się w pokarmie. Nadmiar tego kwasu jest przyczyną „nadkwasoty", a niedobór – „niedokwasoty".

Oprócz kwasu chlorowodorowego do kwasów beztlenowych zalicza się m.in. **kwas siarkowodorowy**.



Fot. 3. Kwas chlorowodorowy jest jednym z najważniejszych składników soku żołądkowego.

Jak otrzymać kwas chlorowodorowy?

Jednym ze sposobów otrzymywania kwasu chlorowodorowego jest **rozpuszczanie chlorowodoru** – gazu – **w wodzie**.

Doświadczenie 1

Otrzymywanie kwasu chlorowodorowego

Instrukcja: Do probówki z chlorowodorem nalej wody z roztworem oranżu metylowego (schemat). Zamknij probówkę korkiem i wstrząśnij.



Schemat

Obserwacje: Roztwór po nalaniu do probówki zmienił barwę z żółtej na czerwoną (fot. 4.).





Fot. 4. Czerwona barwa oranżu metylowego świadczy o obecności kwasu.

Wniosek: Kwas chlorowodorowy otrzymuje się, rozpuszczając gazowy chlorowodór w wodzie.

Chlorowodór potrzebny do przeprowadzenia doświadczenia 1. można otrzymać w reakcji:

- wodoru z chlorem:

$$\underset{\text{wodór}}{H_2} + \underset{\text{chlor}}{Cl_2} \longrightarrow \underset{\text{chlorowodór}}{2HCl\uparrow}$$

! Strzałka (↑), np. przy HCl↑, oznacza produkt gazowy.

- chlorku sodu ze stężonym roztworem kwasu siarkowego(VI):

$$2NaCl + H_2SO_4 \longrightarrow 2HCl\uparrow + Na_2SO_4$$

W przypadku tej reakcji można wykorzystać sól kamienną (NaCl jako minerał). Od nazwy tego substratu pochodzi często stosowana, potoczna nazwa kwasu chlorowodorowego – **kwas solny**.

Symbol **aq** oznacza substancję rozpuszczoną w wodzie.

W doświadczeniu 1. na s. 19. chlorowodór rozpuszcza się w wodzie:

gaz — roztwór wodny

$$HCl_{(g)} \xrightarrow{H_2O} HCl_{(aq)}$$

chlorowodór — kwas chlorowodorowy

Jak otrzymać kwas siarkowodorowy?

Kwas siarkowodorowy, podobnie jak kwas chlorowodorowy, można otrzymać, **rozpuszczając w wodzie gaz – siarkowodór**.

Doświadczenie 2

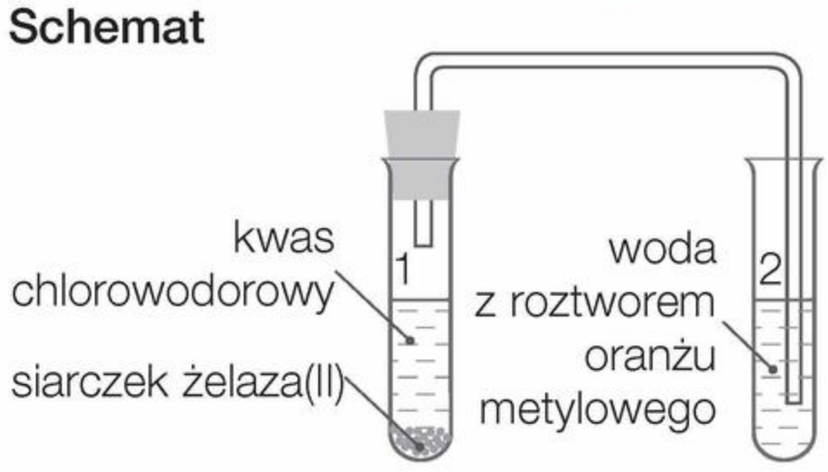
Otrzymywanie kwasu siarkowodorowego



$H_2S_{(g)}$

Instrukcja: Do probówki 1. wsyp małą ilość siarczku żelaza(II) i dodaj kwas chlorowodorowy. Otrzymasz w ten sposób siarkowodór (gaz). Probówkę 1. zamknij korkiem z rurką odprowadzającą. Wprowadź rurkę do probówki 2. z wodą i roztworem oranżu metylowego (schemat).

Schemat



Obserwacje: W probówce ① wydzielają się pęcherzyki bezbarwnego gazu. Zawartość probówki ② zmieniła barwę z żółtej na czerwoną (fot. 5.).

Doświadczenie wykonaj pod wyciągiem (dygestorium). **Siarkowodór jest gazem silnie trującym** o bardzo nieprzyjemnym zapachu zgniłych jaj, dlatego probówka ① musi być szczelnie zamknięta.



Fot. 5. Czerwona barwa oranżu metylowego świadczy o otrzymaniu kwasu siarkowodorowego.

Wniosek: Kwas siarkowodorowy otrzymuje się, rozpuszczając gazowy siarkowodór w wodzie.

W doświadczeniu 2. w probówce 1. zaszła reakcja, którą można przedstawić równaniem:

$$\underset{\text{siarczek żelaza(II)}}{FeS} + \underset{\text{kwas chlorowodorowy}}{2HCl} \longrightarrow \underset{\text{chlorek żelaza(II)}}{FeCl_2} + \underset{\text{siarkowodór}}{H_2S\uparrow}$$

W probówce 2. siarkowodór rozpuszcza się w wodzie:

gaz — roztwór wodny

$$H_2S_{(g)} \xrightarrow{H_2O} H_2S_{(aq)}$$

siarkowodór — kwas siarkowodorowy

Siarkowodór, podobnie jak chlorowodór, można otrzymać w reakcji wodoru z siarką. Zachodzi wówczas reakcja chemiczna, którą przedstawia równanie:

$$\underset{\text{wodór}}{H_2} + \underset{\text{siarka}}{S} \longrightarrow \underset{\text{siarkowodór}}{H_2S\uparrow}$$

Siarkowodór jest produktem procesów gnilnych białek zawierających siarkę. Występuje również w gazach wulkanicznych oraz – w małej ilości – jako składnik niektórych leczniczych wód mineralnych.

Jak przedstawić budowę cząsteczki kwasu chlorowodorowego?

Do przedstawienia budowy cząsteczki kwasu chlorowodorowego stosuje się wzory sumaryczne i strukturalne. Cząsteczkę chlorowodoru można przedstawić w postaci modelu:



Jakie właściwości ma kwas chlorowodorowy?

Wodny roztwór chlorowodoru to kwas chlorowodorowy.

Właściwości $HCl_{(aq)}$

Właściwości fizyczne
- ciecz
- bezbarwny

Właściwości chemiczne
- stężony roztwór jest żrący



Stężony kwas chlorowodorowy niszczy tkaniny, papier, skórę, dlatego podczas jego używania należy zachować szczególną ostrożność. Maksymalne stężenie kwasu chlorowodorowego, jakie można uzyskać, to 38 %.

Mgła unosząca się po otwarciu naczynia ze stężonym kwasem chlorowodorowym to jego drobne kropelki. Chlorowodór wydobywający się z naczynia tworzy z parą wodną z powietrza kwas chlorowodorowy. W kontakcie z powietrzem „dymi".

Dla dociekliwych

Kwas solny, czyli kwas chlorowodorowy o stężeniu około 0,4 %, jest składnikiem soku żołądkowego. Wypicie kwasu solnego o takim stężeniu spowodowałoby poparzenie przełyku.

Jak przedstawić budowę cząsteczki kwasu siarkowodorowego?

Do przedstawienia budowy cząsteczki kwasu siarkowodorowego stosuje się wzory sumaryczne i strukturalne. Cząsteczkę siarkowodoru można przedstawić w postaci modelu:



wzór sumaryczny



wzór strukturalny



model cząsteczki $H_2S_{(g)}$

Modele atomów:

H S

Jakie właściwości ma kwas siarkowodorowy?

Wodny roztwór siarkowodoru to kwas siarkowodorowy.

Właściwości $H_2S_{(aq)}$

Właściwości fizyczne
- ciecz
- bezbarwny

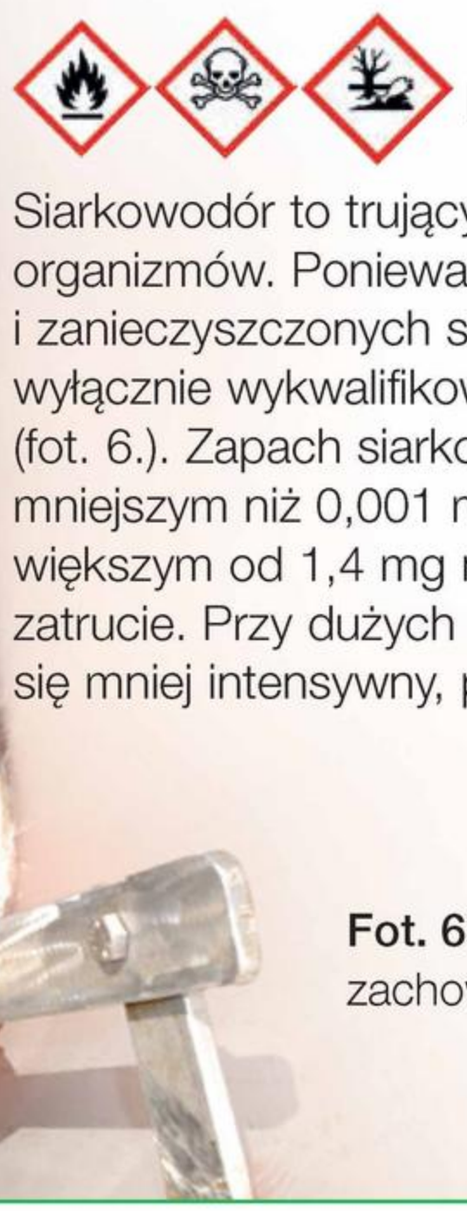
Właściwości chemiczne
- ostry zapach zgniłych jaj
- trujący



Siarkowodór jest gazem trującym.

Siarkowodór, podobnie jak chlorowodór, tworzy z parą wodną z powietrza kwas siarkowodorowy. Mimo że gęstość siarkowodoru jest większa od gęstości powietrza, nie wolno zbierać go w otwartym, stojącym naczyniu.

Chemia wokół nas



$H_2S_{(g)}$

Siarkowodór to trujący gaz powstający podczas rozkładu szczątków organizmów. Ponieważ zalega nad powierzchnią m.in. szamb i zanieczyszczonych studni, przy ich oczyszczaniu mogą pracować wyłącznie wykwalifikowani pracownicy w maskach przeciwgazowych (fot. 6.). Zapach siarkowodoru można wyczuć nawet przy stężeniu mniejszym niż 0,001 mg na 1 dm^3 powietrza, a przy stężeniu większym od 1,4 mg na 1 dm^3 powietrza następuje śmiertelne zatrucie. Przy dużych stężeniach siarkowodoru jego zapach wydaje się mniej intensywny, ponieważ zostają porażone receptory węchu.

Fot. 6. Przy oczyszczaniu szamb i studni są zachowywane szczególne środki ostrożności.

Zastosowania

Chlorowodór i kwas chlorowodorowy

Chlorowodór $HCl_{(g)}$ stosuje się przede wszystkim do produkcji kwasu chlorowodorowego $HCl_{(aq)}$, który jest jednym z najważniejszych surowców w przemyśle chemicznym. Wykorzystuje się go też w przemyśle spożywczym m.in. do produkcji sztucznego miodu i przypraw do zup.



przemysł chemiczny, metalurgiczny

przemysł tworzyw sztucznych



Przemysł chemiczny

Barwniki produkowane przy użyciu $HCl_{(aq)}$ są składnikami niektórych kosmetyków.

Przemysł metalurgiczny

Dużych ilości kwasu chlorowodorowego używa się do otrzymywania metali z rud i oczyszczania powierzchni metalowych.

Przemysł tworzyw sztucznych

Związki chemiczne otrzymane w reakcji z chlorowodorem służą do produkcji włókien i tworzyw sztucznych.



Zastosowania

Siarkowodór i kwas siarkowodorowy

Kwas siarkowodorowy $H_2S_{(aq)}$ wykorzystuje się głównie jako odczynnik w laboratoriach do wykrywania kationów niektórych metali, np.: miedzi, cyny, ołowiu, rtęci. Kwas ten jest także składnikiem wód leczniczych.



przemysł chemiczny

przemysł kosmetyczny

Przemysł chemiczny

Siarkowodór jest stosowany do produkcji siarki.

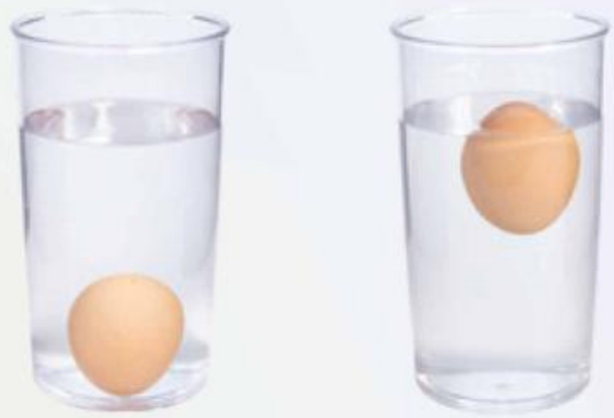
Przemysł kosmetyczny

Kwas siarkowodorowy wykorzystuje się do produkcji depilatorów chemicznych.

To Ci się przyda!

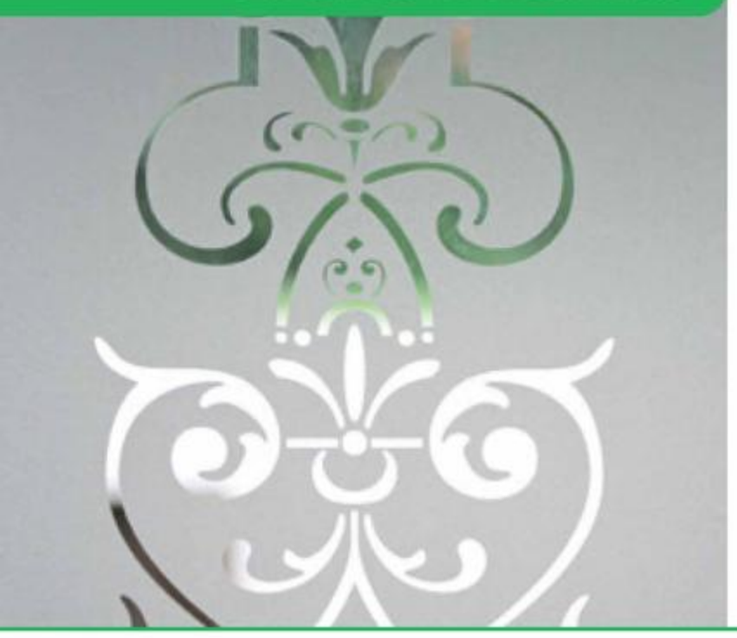
Nieświeże jajka mają charakterystyczny, nieprzyjemny zapach, pochodzący od powstającego w nich siarkowodoru.

Umieść jajko w szklance z wodą. Jeśli opadnie na dno, jest świeże i nadaje się do spożycia. ▶



świeże jajko — nieświeże jajko

Chemia wokół nas





$HF_{(aq)}$

Do kwasów beztlenowych zalicza się też silnie trujący kwas fluorowodorowy HF. Po oparzeniu tym kwasem powstają trudno gojące się rany.

$HF_{(aq)}$ reaguje ze szkłem. Tę właściwość wykorzystuje się w przemyśle szklarskim (fot. 7.). Z tego też powodu nie można go przechowywać w szklanych opakowaniach, a jedynie w takich z tworzyw sztucznych.

Fot. 7. Kwas fluorowodorowy stosuje się do wytrawiania wzorów na szkle.

Rozwiąż zadania w zeszycie

1. Wybierz informacje, które dotyczą:

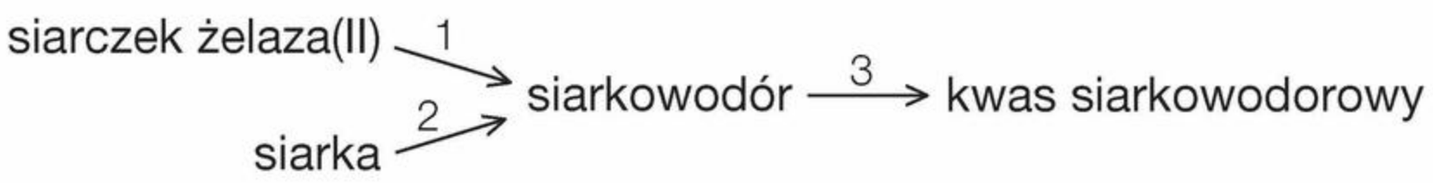
a) tylko kwasu chlorowodorowego;

b) tylko kwasu siarkowodorowego;

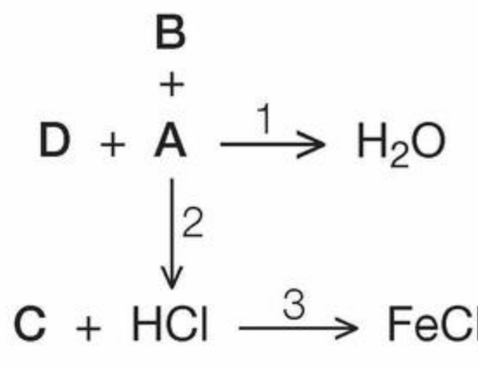
c) zarówno kwasu chlorowodorowego, jak i kwasu siarkowodorowego.

ciecz, jego rozcieńczony roztwór występuje w soku żołądkowym ssaków, uniwersalny papierek wskaźnikowy barwi na czerwono, zmienia barwę oranżu metylowego z żółtej na czerwoną, jego stężony roztwór ma właściwości żrące, składnik niektórych wód leczniczych

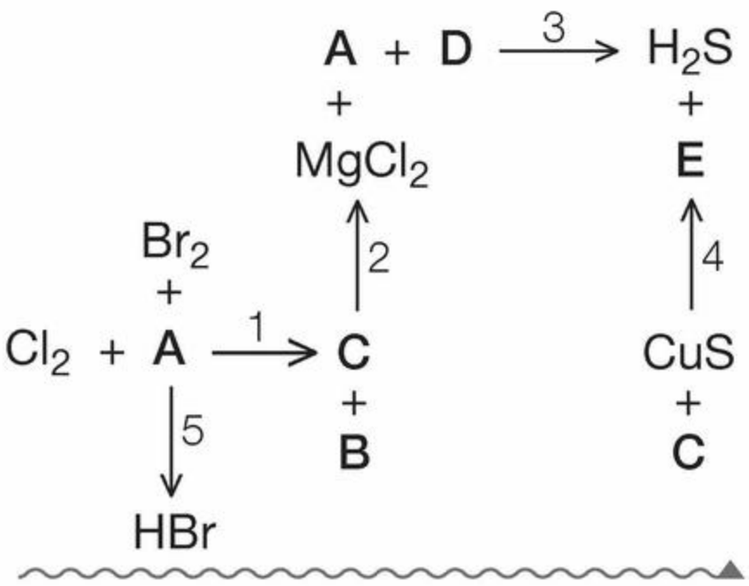
2. Napisz równania reakcji chemicznych oznaczonych na schemacie cyframi (1–3)**.**



3. Napisz wzory (lub symbole chemiczne) i nazwy substancji oznaczonych literami (A–D) **oraz równania reakcji chemicznych** (1–3) **przedstawionych za pomocą chemografu.**



4. Napisz wzory (lub symbole chemiczne) i nazwy substancji oznaczonych literami (A–E) **oraz równania reakcji chemicznych** (1–5) **przedstawionych za pomocą chemografu.**



5. Oblicz, ile gramów chlorowodoru powstanie w reakcji 142 g chloru z wodorem.

Dla dociekliwych

6. Podaj nazwy i właściwości kwasów beztlenowych: HF, HBr, HI. Skorzystaj z różnych źródeł informacji.

3 Kwas siarkowy(IV) i kwas siarkowy(VI) – kwasy tlenowe siarki

Źródłem prądu w samochodach (fot. 8.) jest akumulator ołowiowy, w którym elektrolitem jest roztwór kwasu siarkowego(VI). Kwas siarkowy(VI) należy do kwasów tlenowych siarki.



Fot. 8. Elektrolit to związek chemiczny, którego wodny roztwór przewodzi prąd elektryczny.

Jak otrzymać kwasy tlenowe?

Kwasy tlenowe otrzymuje się m.in. **w reakcji tlenków kwasowych z wodą**.

Ogólny zapis otrzymywania kwasów tlenowych:

tlenek kwasowy + woda ⟶ kwas tlenowy

Co to są tlenki kwasowe?

Tlenki, które w reakcji z wodą tworzą kwasy, należą do tlenków kwasowych (tabela 3.).

Tabela 3. Nazwy i wzory wybranych tlenków kwasowych

Nazwa tlenku kwasowego	Wzór sumaryczny tlenku kwasowego
tlenek siarki(IV)	SO_2
tlenek siarki(VI)	SO_3
tlenek azotu(V)	N_2O_5
tlenek węgla(IV)	CO_2
tlenek fosforu(V)	P_4O_{10}

! **Wartościowość** niemetali i metali **w tlenku kwasowym** i **w kwasie** jest zawsze taka sama.

Tlenek siarki(VI) SO_3 powstaje w reakcji, która zachodzi jedynie w obecności katalizatora (platyny lub tlenku wanadu(V) – V_2O_5):

$$\underset{\text{tlenek siarki(IV)}}{2SO_2} + \underset{\text{tlen}}{O_2} \xrightarrow{\text{katalizator}} \underset{\text{tlenek siarki(VI)}}{2SO_3}$$

Tlenku siarki(VI), który reagując z wodą, tworzy kwas siarkowy(VI), nie można otrzymać tak jak w przypadku tlenku siarki(IV) – spalając siarkę w tlenie.

Jak otrzymać kwas siarkowy(IV)?

Tlenek siarki(IV) **SO_2 jest tlenkiem kwasowym** kwasu siarkowego(IV).

Doświadczenie 3

Otrzymywanie kwasu siarkowego(IV)



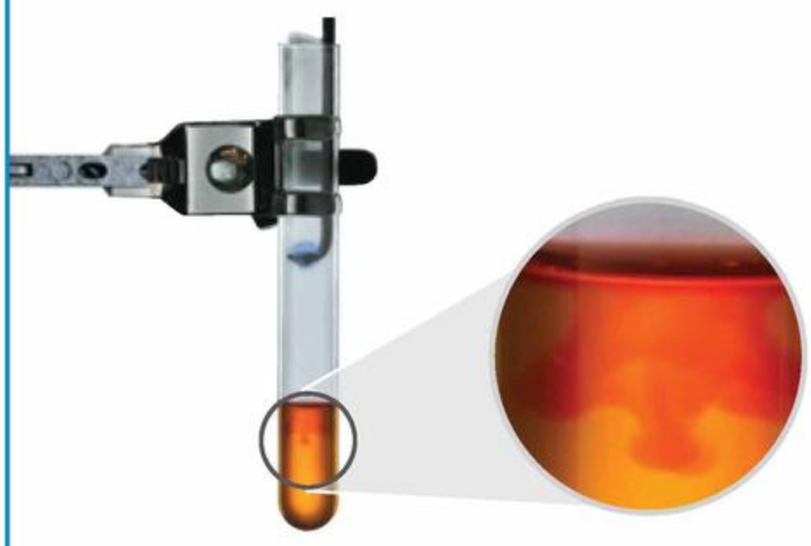
S

Instrukcja: Do dużej probówki wlej wodę z roztworem oranżu metylowego i umieść nad nią łyżkę do spalań z płonącą siarką (schemat). Po zakończeniu spalania siarki wyjmij łyżkę, probówkę zamknij korkiem i wstrząsaj jej zawartością.

Schemat



Obserwacje: Powstaje biały dym o ostrym zapachu. Roztwór w probówce zmienił barwę z żółtej na czerwoną (fot. 9.).



oranż metylowy zmienia barwę z żółtej na czerwoną

Fot. 9. Otrzymywanie kwasu siarkowego(IV).

Wniosek: Siarka reaguje z tlenem, tworząc tlenek siarki(IV), który w reakcji z wodą tworzy kwas siarkowy(IV).

Przebieg reakcji chemicznych, które zaszły w doświadczeniu 3., można przedstawić równaniami:

$$\underset{\text{siarka}}{S} + \underset{\text{tlen}}{O_2} \longrightarrow \underset{\text{tlenek siarki(IV)}}{SO_2\uparrow}$$

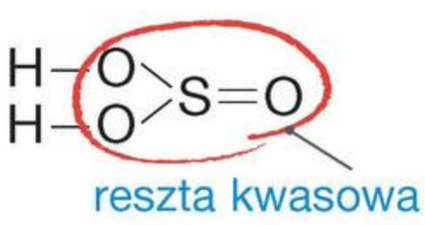
$$\underset{\text{tlenek siarki(IV)}}{SO_2} + \underset{\text{woda}}{H_2O} \longrightarrow \underset{\text{kwas siarkowy(IV)}}{H_2SO_3}$$

Jak przedstawić budowę cząsteczki kwasu siarkowego(IV)?

Do przedstawienia budowy cząsteczki kwasu siarkowego(IV) stosuje się wzory sumaryczne i strukturalne lub model:



wzór sumaryczny



wzór strukturalny



model cząsteczki

Modele atomów:



Jakie właściwości ma kwas siarkowy(IV)?

Właściwości kwasu siarkowego(IV) można zbadać, wykonując doświadczenie 4.

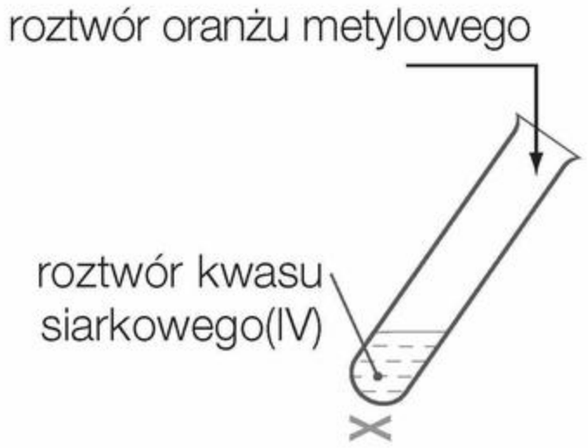
Doświadczenie 4

Rozkład kwasu siarkowego(IV)

H_2SO_3

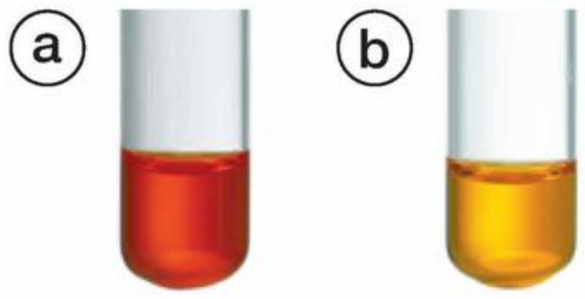
Instrukcja: Do probówki z roztworem kwasu siarkowego(IV), otrzymanym w doświadczeniu 3. (s. 26), dodaj kroplę roztworu oranżu metylowego i ogrzewaj probówkę w płomieniu palnika (schemat).

Schemat



! Doświadczenie wykonaj pod wyciągiem (dygestorium).

Obserwacje: Podczas ogrzewania roztwór w probówce zmienia barwę z czerwonej (fot. 10.a) na żółtą (fot. 10.b.). Wyczuwalny jest charakterystyczny drażniący zapach.



Fot. 10. Barwa roztworu przed ogrzaniem probówki (a) i po zakończeniu ogrzewania (b).

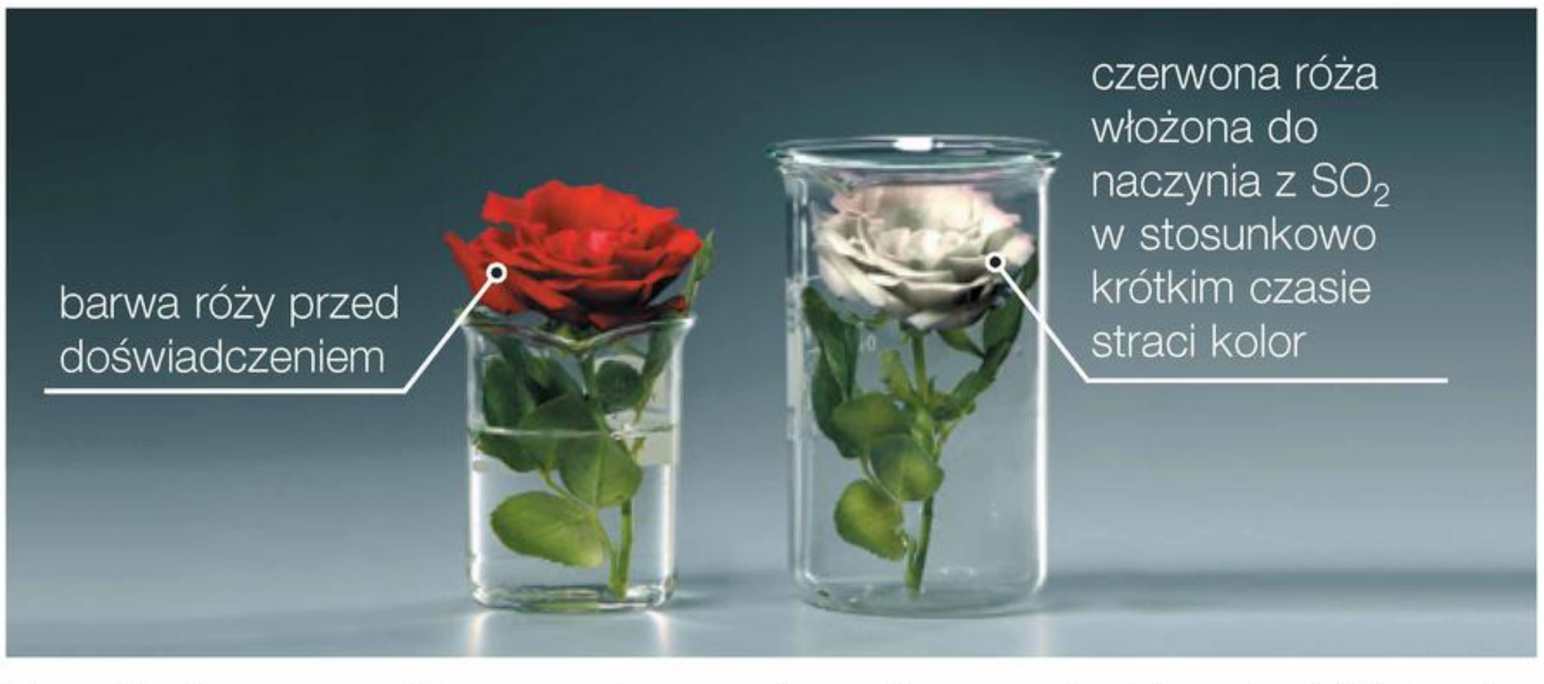
Wniosek: Kwas siarkowy(IV) jest nietrwały i rozkłada się z wydzieleniem tlenku siarki(IV).

Reakcję chemiczną zachodzącą w doświadczeniu 4. można przedstawić równaniem:

$$\underset{\text{kwas siarkowy(IV)}}{H_2SO_3} \longrightarrow \underset{\text{woda}}{H_2O} + \underset{\text{tlenek siarki(IV)}}{SO_2\uparrow}$$

Przez odparowanie wody nie można więc otrzymać stężonego roztworu kwasu siarkowego(IV). Jego rozkład zachodzi nawet w temperaturze pokojowej, dlatego wyczuwa się zapach tlenku siarki(IV).

Tlenek siarki(IV) ma właściwości wybielające – może odbarwiać zarówno tkaniny, jak i np. kwiaty (fot. 11.).



Fot. 11. Czerwona róża po umieszczeniu w zlewce z tlenkiem siarki(IV) traci swój kolor.

Właściwości H_2SO_3

Właściwości fizyczne

- ciecz
- bezbarwny

Właściwości chemiczne

- ma właściwości wybielające
- nietrwały – łatwo ulega rozkładowi
- ma charakterystyczny drażniący zapach tlenku siarki(IV)



Jak otrzymać kwas siarkowy(VI)?

Kwas siarkowy(VI) otrzymuje się w reakcji tlenku siarki(VI) z wodą:

$$\underset{\text{tlenek siarki(VI)}}{SO_3} + \underset{\text{woda}}{H_2O} \longrightarrow \underset{\text{kwas siarkowy(VI)}}{H_2SO_4}$$

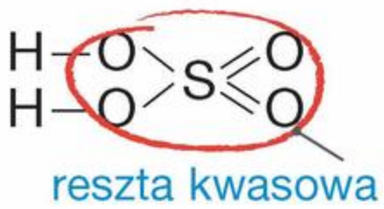
Tlenek siarki(VI) **SO_3 jest tlenkiem kwasowym** kwasu siarkowego(VI).

Jak przedstawić budowę cząsteczki kwasu siarkowego(VI)?

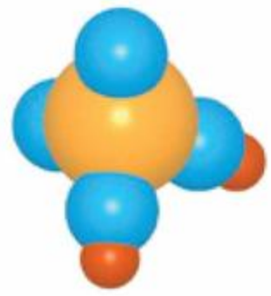
Do przedstawienia budowy cząsteczki kwasu siarkowego(VI) stosuje się wzory sumaryczne i strukturalne lub model:



wzór sumaryczny



wzór strukturalny



model cząsteczki

Modele atomów:



Na późniejszym etapie edukacji dowiesz się, że wzory strukturalne niektórych kwasów, np. kwasu siarkowego(VI), zapisuje się inaczej.

Dla dociekliwych



Oleum to roztwór tlenku siarki(VI) SO_3 w bezwodnym kwasie siarkowym(VI) H_2SO_4. Inną nazwą tej mieszaniny, używaną w przemyśle chemicznym, jest dymiący kwas siarkowy(VI). Jest gęstą, oleistą cieczą, silnie żrącą i trującą. Rozcieńczając oleum wodą (fot. 12.), można otrzymać roztwór kwasu siarkowego(VI) o dowolnym stężeniu.

Fot. 12. Ze względu na właściwości oleum doświadczenia chemiczne z jego udziałem należy wykonywać pod wyciągiem.

Jakie właściwości ma kwas siarkowy(VI)?

Właściwości kwasu siarkowego(VI) można zbadać, wykonując doświadczenie 5.

Doświadczenie 5

Rozcieńczanie stężonego roztworu kwasu siarkowego(VI)



H_2SO_4

Instrukcja: Do dużej zlewki (około 400 cm^3) nalej wody do $\frac{1}{3}$ objętości. Zmierz jej temperaturę (schemat). Odłóż termometr. Następnie bardzo ostrożnie, wlewając po bagietce, dodaj około 5 cm^3 stężonego roztworu kwasu siarkowego(VI). Zamieszaj roztwór bagietką i ponownie zmierz temperaturę.

Schemat



! Podczas rozcieńczania stężonego roztworu H_2SO_4 należy zachować szczególną ostrożność i **zawsze wlewać kwas do wody**.

Obserwacje: Stężony roztwór kwasu siarkowego(VI), wlany do wody, spływa na dno zlewki. Po wymieszaniu powstaje klarowny, bezbarwny roztwór. Temperatura roztworu wzrasta (fot. 13.).



Fot. 13. Rozcieńczanie stężonego roztworu kwasu siarkowego(VI).

Wniosek: Stężony roztwór kwasu siarkowego(VI) (98-procentowy) ma gęstość większą od gęstości wody. **Rozcieńczanie roztworu H_2SO_4 zachodzi z wydzieleniem energii.**

Rozcieńczanie stężonego roztworu kwasu siarkowego(VI) jest zjawiskiem egzoenergetycznym. Energia jest wydzielana na sposób ciepła, więc zalicza się je do **zjawisk egzotermicznych**.

Dla dociekliwych

Oprócz kwasów H_2SO_3 i H_2SO_4 istnieją również inne tlenowe kwasy siarki, np.: H_2SO_2, $H_2S_2O_3$, $H_2S_2O_4$, $H_2S_2O_5$, $H_2S_2O_7$, $H_2S_2O_8$, H_2SO_5.

Jak bezpiecznie używać kwasów?

Proces mieszania stężonego roztworu kwasu siarkowego(VI) z wodą przebiega z wydzieleniem dużej ilości ciepła, dlatego – gdy rozcieńcza się stężony roztwór kwasu siarkowego(VI) – **należy powoli wlewać kwas do wody, ciągle mieszając roztwór**!

ZASADA 1.:
badanie zapachu
Pary badanej substancji kierujemy wachlującym ruchem dłoni w stronę nosa.

ZASADA 2.:
odmierzanie objętości kwasu
Precyzyjniej niż cylindrem miarowym objętość cieczy odmierza się za pomocą pipety.



! Nie należy zbliżać do twarzy naczynia z badaną substancją.

Kwas wlewa się do wody.

podczas mieszania się roztworu H_2SO_4 z wodą zachodzi **zjawisko egzotermiczne** – energia wydziela się na sposób ciepła

H_2SO_4 ma gęstość większą od gęstości wody, dlatego spływa na dno naczynia

stęż. H_2SO_4

ZASADA 3.:
rozcieńczanie roztworu
Stężony roztwór kwasu siarkowego(VI) należy wlewać do wody powoli, po bagietce. Jeśli postąpimy odwrotnie – będziemy dolewać wodę do roztworu kwasu – proces przekazywania energii zajdzie wyłącznie na powierzchni zetknięcia się wody ze stężonym roztworem kwasu. Woda zacznie wrzeć, a krople roztworu kwasu wraz z wodą wyprysną poza naczynie. Jest to bardzo niebezpieczne, ponieważ grozi poparzeniem.

Doświadczenie 6

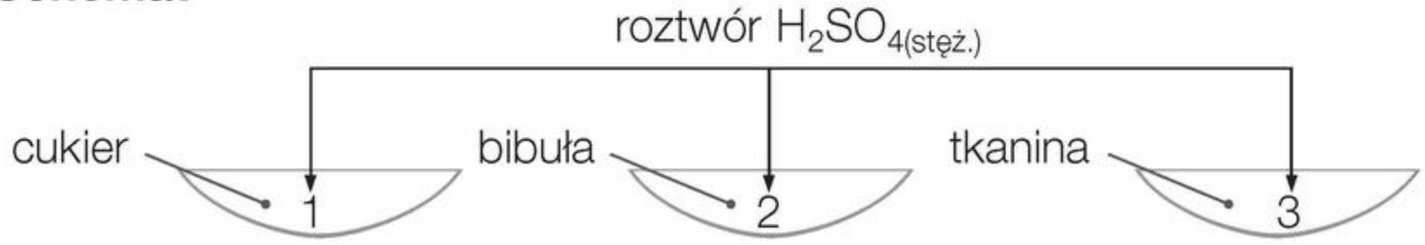
Badanie właściwości stężonego roztworu kwasu siarkowego(VI)



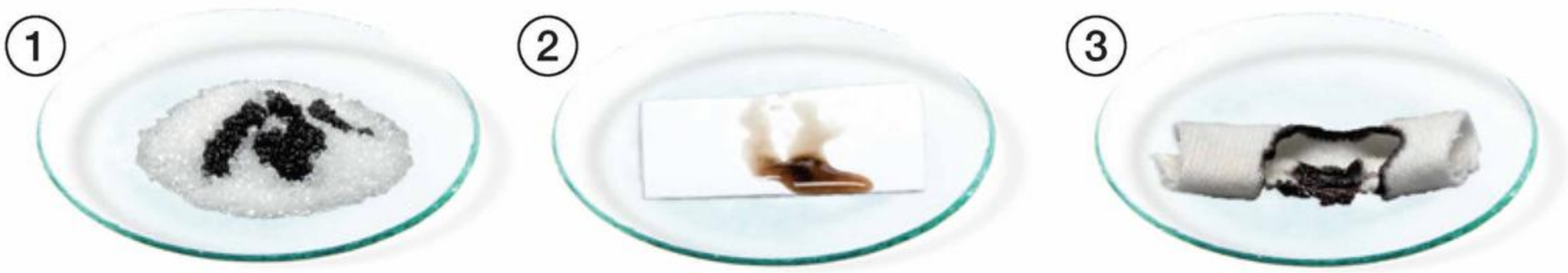
H_2SO_4

Instrukcja: Na trzech szkiełkach zegarkowych umieść kolejno: na 1. – cukier, na 2. – skrawek bibuły, a na 3. – kawałek tkaniny. Nanieś ostrożnie na cukier, bibułę i tkaninę po 2 krople stężonego roztworu kwasu siarkowego(VI) (schemat). Po chwili tkaninę ze szkiełka 3. chwyć szczypcami i wypłucz pod bieżącą wodą.

Schemat



Obserwacje: Cukier ①, bibuła ② i tkanina ③ czernieją (fot. 14.). Na tkaninie wypłukanej w wodzie widać dziury w miejscach poddanych działaniu stężonego roztworu H_2SO_4.



Fot. 14. Wpływ stężonego roztworu H_2SO_4 na ① cukier, ② bibułę i ③ tkaninę.

Wniosek: Stężony roztwór kwasu siarkowego(VI) ma właściwości żrące i powoduje zwęglenie cukru, bibuły oraz tkaniny.

Podczas badania właściwości stężonego roztworu kwasu siarkowego(VI) należy zachować szczególną ostrożność oraz przestrzegać zasad BHP, ponieważ można się nim poparzyć.

Właściwości $H_2SO_{4(stęż.)}$

Właściwości fizyczne

- oleista ciecz
- bezbarwny
- ma gęstość większą od gęstości wody
- higroskopijny

Właściwości chemiczne

- bezwonny
- żrący
- zwęgla substancje organiczne

Chemia wokół nas



Powierzchnia skóry człowieka jest zawsze wilgotna. Żrące działanie stężonego roztworu kwasu siarkowego(VI) polega na tym, że kwas (substancja higroskopijna) pochłania wodę podczas kontaktu ze skórą. Powoduje ciężkie poparzenia, a nawet zwęglenie skóry, dlatego podczas używania roztworów stężonych kwasów należy zakładać m.in. rękawice ochronne (fot. 15.).

Fot. 15. Podczas używania stężonych roztworów kwasów należy zachować szczególną ostrożność.

Zastosowania

Kwas siarkowy(IV)

Kwas siarkowy(IV) w przemyśle chemicznym wykorzystuje się do produkcji innych kwasów – chlorowodorowego, fluorowodorowego i fosforowego(V).

- przemysł włókienniczy i papierniczy
- rolnictwo
- przemysł chemiczny



Rolnictwo

Kwas siarkowy(IV) stosuje się do produkcji nawozów sztucznych.



Dezynfekcja

Właściwości bakteriobójcze H_2SO_3 są wykorzystywane do dezynfekcji beczek przeznaczonych do przechowywania wina lub kiszonek.

Przemysł włókienniczy i papierniczy

Kwas siarkowy(IV) i tlenek siarki(IV) mają właściwości wybielające, dlatego kwas siarkowy(IV) stosuje się np. do bielenia wełny i papieru.

Kwas siarkowy(VI)

Kwas siarkowy(VI) to jeden najważniejszych surowców przemysłu chemicznego. Służy m.in. do produkcji innych kwasów, wyrobu barwników, włókien sztucznych, materiałów wybuchowych, nawozów sztucznych. Jest odczynnikiem często używanym w laboratoriach.

- motoryzacja
- przemysł farmaceutyczny
- przemysł kosmetyczny



Środki czystości

H_2SO_4 stosuje się do produkcji środków piorących i myjących.



Przemysł farmaceutyczny

Przy użyciu H_2SO_4 produkuje się wiele leków, np. polopirynę.

Motoryzacja

Karoserie samochodów przed malowaniem oczyszcza się roztworem H_2SO_4.

To Ci się przyda!

Jest prosty sposób na to, aby sztuczny jedwab – do którego produkcji używa się kwasu siarkowego(VI) – odróżnić od naturalnego.

Wystarczy, że zgnieciesz materiał w dłoni. Naturalny jedwab jest elastyczny, więc zagniecenia będą słabo widoczne. ▶



Rozwiąż zadania w zeszycie

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

1.	Kwasy siarkowy(IV) i siarkowy(VI) to kwasy tlenowe.	**P**	**F**
2.	Stężony roztwór H_2SO_4 jest żrący.	**P**	**F**
3.	Kwas siarkowy(IV) jest trwały i nie ulega rozkładowi.	**P**	**F**
4.	Tlenek siarki(IV) ma właściwości wybielające i bakteriobójcze.	**P**	**F**

2. Wymień środki bezpieczeństwa, jakie należy zachować podczas rozcieńczania stężonych roztworów kwasów.

3. Ustal wartościowość siarki w związkach chemicznych o podanych wzorach sumarycznych.

a) SO_2 **b)** H_2SO_4 **c)** SO_3 **d)** H_2SO_3

4. Napisz równania reakcji chemicznych oznaczonych na schemacie cyframi (1–3).

$$S \xrightarrow{1} SO_2 \xrightarrow{2} SO_3 \xrightarrow{3} H_2SO_4$$

5. Oblicz, który z kwasów: siarkowy(IV) czy siarkowy(VI), ma większą zawartość procentową (procent masowy) siarki.

6. Na fotografii przedstawiono działanie stężonego roztworu H_2SO_4 na cukier. **Podane informacje podziel na obserwacje i wniosek.**

Cukier zwęgla się pod wpływem stężonego roztworu H_2SO_4. Produktami reakcji zwęglania cukru pod wpływem H_2SO_4 są węgiel i woda. Cukier po zmieszaniu z H_2SO_4 zaczął żółknąć, następnie brunatnieć, czernieć i pęcznieć. H_2SO_4 zwęgla substancje organiczne.



Dla dociekliwych

7. Oblicz, ile centymetrów sześciennych roztworu kwasu siarkowego(VI) o stężeniu 70 % i gęstości równej 1,61 $\frac{g}{cm^3}$ należy rozcieńczyć wodą, aby otrzymać 100 g roztworu o stężeniu 20 %. Wynik końcowy napisz z dokładnością do jedności.

Zapamiętaj!

Zjawisko egzotermiczne – zjawisko egzoenergetyczne, przebiegające z wydzielaniem się energii na sposób ciepła.

Tlenek kwasowy – tlenek, który w reakcji z wodą tworzy kwas.

4 Przykłady innych kwasów tlenowych

Kwasy tlenowe, m.in. azotowy(V) i fosforowy(V), są powszechnie wykorzystywane do produkcji nawozów sztucznych (fot. 16.), które dostarczają roślinom niezbędne do rozwoju pierwiastki chemiczne. Jeśli zawartość azotu w glebie jest niewystarczająca, wówczas rośliny przestają rosnąć i się rozwijać.



Fot. 16. Niedobór fosforu można rozpoznać po fioletowych przebarwieniach na łodygach i ogonkach liści.

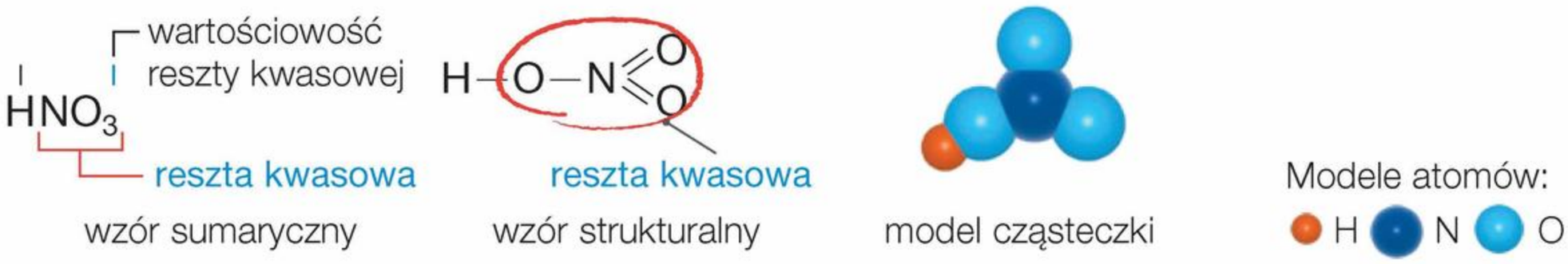
Jak otrzymać kwas azotowy(V)?

Kwas azotowy(V), podobnie jak kwasy siarkowy(IV) i siarkowy(VI), można otrzymać w reakcji tlenku kwasowego z wodą. **Tlenkiem kwasowym** kwasu azotowego(V) **jest tlenek azotu(V)**:

$$\underset{\text{tlenek azotu(V)}}{N_2O_5} + \underset{\text{woda}}{H_2O} \longrightarrow \underset{\text{kwas azotowy(V)}}{2HNO_3}$$

Jak przedstawić budowę cząsteczki kwasu azotowego(V)?

Do przedstawienia budowy cząsteczki kwasu azotowego(V) stosuje się wzory sumaryczne i strukturalne lub model:



Jakie właściwości ma kwas azotowy(V)?

Właściwości kwasu azotowego(V) można zbadać, wykonując doświadczenie 7.

Doświadczenie 7

Działanie stężonego roztworu kwasu azotowego(V) na białko



Instrukcja: Do parowniczki lub na szkiełko zegarkowe wlej białko jaja i dodaj ostrożnie 1–2 krople stężonego roztworu kwasu azotowego(V) (schemat).

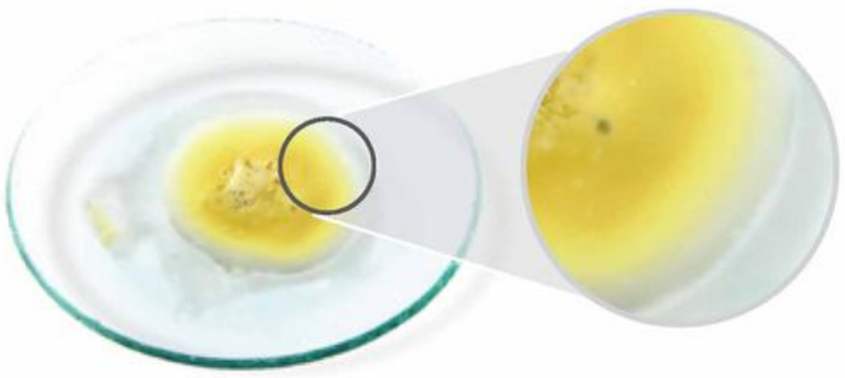
Schemat



Obserwacje: Białko jaja ścina się i barwi się na intensywnie żółty kolor (fot. 17., s. 36).

Dalszy ciąg doświadczenia na s. 36.

Początek doświadczenia na s. 35.



białko jaja żółknie pod wpływem stężonego roztworu kwasu azotowego(V)

Fot. 17. Wpływ stężonego roztworu HNO_3 na białko.

Wniosek: Pojawienie się żółtego zabarwienia świadczy o zajściu **reakcji ksantoproteinowej**. Jest to reakcja charakterystyczna białek (patrz s. 199). Wykorzystuje się ją do ich identyfikacji.

Stężony (68-procentowy) roztwór kwasu azotowego(V) powoduje żółknięcie piór, wełny (patrz fot. 137., s. 199) i skóry. Niszczy także tkanki organizmów, wywołując bardzo bolesne oparzenia.

Kwas azotowy(V) ma silne właściwości utleniające, dzięki czemu reaguje z takimi metalami jak miedź, srebro i rtęć.

Właściwości $HNO_{3(stęż.)}$

Właściwości fizyczne

- ciecz
- bezbarwny
- stężony roztwór ma gęstość większą od gęstości wody

Właściwości chemiczne

- ma charakterystyczny ostry zapach
- żrący
- powoduje żółknięcie białek w reakcji ksantoproteinowej
- ma silne właściwości utleniające



Jak otrzymać kwas węglowy?

Kwas węglowy można otrzymać w doświadczeniu 8.

Doświadczenie 8

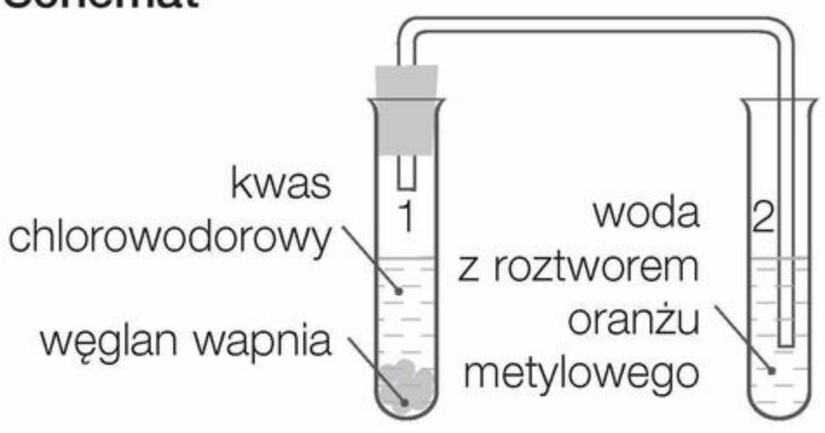
Otrzymywanie kwasu węglowego

Instrukcja: Do probówki 1. wsyp małą ilość węglanu wapnia. Nalej kwasu chlorowodorowego i zamknij probówkę korkiem z rurką odprowadzającą. Wydzielający się gaz – tlenek węgla(IV) – wprowadzaj do probówki 2., w której znajduje się woda z roztworem oranżu metylowego (schemat).



$HCl_{(aq)}$

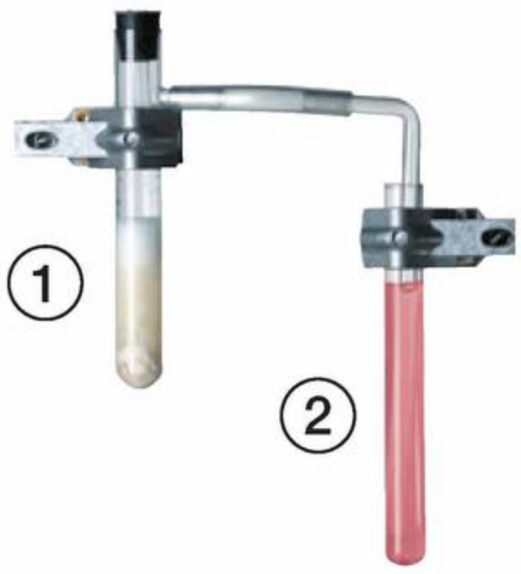
Schemat



Dalszy ciąg doświadczenia na s. 37.

Początek doświadczenia na s. 36.

Obserwacje: W probówce ① gwałtownie wydzielają się bezbarwne pęcherzyki gazu, a zawartość probówki ② zmienia barwę z żółtej na czerwoną (fot. 18.).



Fot. 18. Otrzymywanie H_2CO_3.

Wniosek: Kwas węglowy powstaje przez rozpuszczenie tlenku węgla(IV) w wodzie. O odczynie kwasowym roztworu świadczy czerwona barwa oranżu metylowego.

Tlenek węgla(IV) jest tlenkiem kwasowym kwasu węglowego.

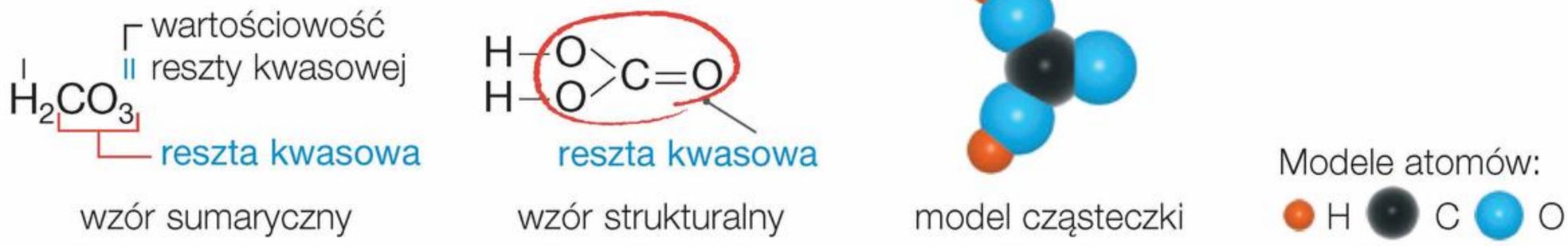
Przebieg reakcji chemicznej w doświadczeniu 8. w probówce 2. przedstawia równanie:

$$\underset{\text{tlenek węgla(IV)}}{CO_2} + \underset{\text{woda}}{H_2O} \longrightarrow \underset{\text{kwas węglowy}}{H_2CO_3}$$

! Tylko około 1 % wprowadzonego do wody CO_2 reaguje z nią, tworząc H_2CO_3.

Jak przedstawić budowę cząsteczki kwasu węglowego?

Do przedstawienia budowy cząsteczki kwasu węglowego stosuje się wzory sumaryczne i strukturalne lub model:



Chemia wokół nas

W 1776 roku szwedzki producent otworzył pierwszą fabrykę wód gazowanych. Napój uzyskiwano tam w wyniku przepuszczenia przez wodę tlenku węgla(IV) otrzymywanego z kwasu i sody, czyli wodorowęglanu sodu. Ze względu na sposób produkcji nazwano ten produkt **wodą sodową** (fot. 19.). Woda sodowa nie zawiera już dziś sodu, ale jej nazwa przetrwała.



Fot. 19. Obecnie wodę sodową, czyli roztwór kwasu węglowego, można otrzymać w warunkach domowych przez nasycenie wody tlenkiem węgla(IV).



Fot. 20. Pęcherzyki gazu to tlenek węgla(IV), który uwalnia się z gazowanej wody mineralnej pod wpływem delikatnego ogrzewania.

Jakie właściwości ma kwas węglowy?

Kwas węglowy **jest bardzo nietrwały**, tzn. łatwo ulega reakcji rozkładu:

$$\underset{\text{kwas węglowy}}{H_2CO_3} \longrightarrow \underset{\text{woda}}{H_2O} + \underset{\text{tlenek węgla(IV)}}{CO_2\uparrow}$$

Nie można więc otrzymać stężonego roztworu H_2CO_3.

Właściwości H_2CO_3

Właściwości fizyczne
- ciecz
- bezbarwny

Właściwości chemiczne
- bezwonny
- bardzo nietrwały – łatwo ulega reakcji rozkładu

Rozpuszczalność tlenku węgla(IV) w wodzie, podobnie jak innych gazów, zmniejsza się wraz ze wzrostem temperatury. Ciepła woda zawiera więc mniej rozpuszczonych gazów niż woda zimna (fot. 20.).

Jak otrzymać kwas fosforowy(V)?

Kwas fosforowy(V) można otrzymać, wykonując doświadczenie 9.

Doświadczenie 9

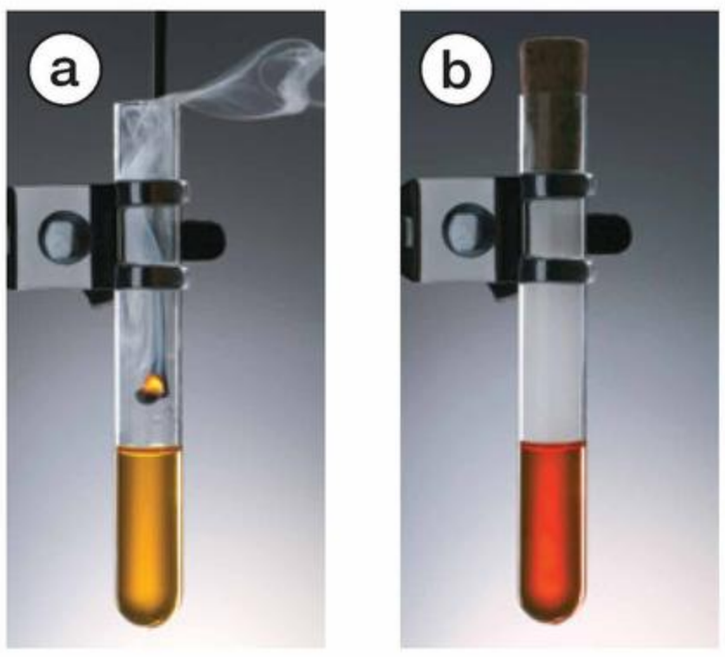
Otrzymywanie kwasu fosforowego(V)

Instrukcja: Do dużej probówki wlej wodę z roztworem oranżu metylowego i umieść nad nią łyżkę do spalań z odrobiną płonącego fosforu czerwonego (schemat). Po zakończeniu spalania fosforu wyjmij łyżkę, probówkę zamknij korkiem i wstrząsaj jej zawartością.

Schemat



Obserwacje: Fosfor czerwony spala się żółtym płomieniem. Powstaje biały dym (fot. 21.a) o charakterystycznym zapachu. Roztwór w probówce zmienia barwę z żółtej na czerwoną (fot. 21.b).



Fot. 21. Tlenek fosforu(V) powstaje w wyniku spalania fosforu czerwonego (a). Czerwona barwa wody z roztworem oranżu metylowego (b) świadczy o powstaniu kwasu fosforowego(V).

Wniosek: Fosfor czerwony reaguje z tlenem, tworząc tlenek fosforu(V) (probówka (a)), który w reakcji z wodą tworzy kwas fosforowy(V) (probówka (b)).

Rzeczywisty skład tlenku fosforu(V) przedstawia wzór: P_4O_{10}, a reakcję spalania fosforu równanie:

$$\underset{\text{fosfor}}{4P} + \underset{\text{tlen}}{5O_2} \longrightarrow \underset{\text{tlenek fosforu(V)}}{P_4O_{10}}$$

Tlenkiem kwasowym kwasu fosforowego(V) **jest tlenek fosforu(V)**. Reakcję tlenku fosforu(V) z wodą można przedstawić równaniem:

$$\underset{\text{tlenek fosforu(V)}}{P_4O_{10}} + \underset{\text{woda}}{6H_2O} \longrightarrow \underset{\text{kwas fosforowy(V)}}{4H_3PO_4}$$

Jak przedstawić budowę cząsteczki kwasu fosforowego(V)?

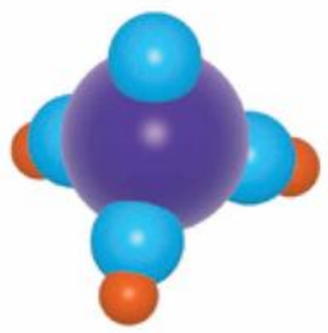
Do przedstawienia budowy cząsteczki kwasu fosforowego(V) stosuje się wzory sumaryczne i strukturalne lub model:



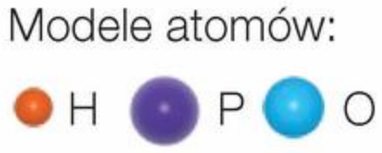
wzór sumaryczny



wzór strukturalny



model cząsteczki



Jakie właściwości ma kwas fosforowy(V)?

Kwas fosforowy(V), nazywany kwasem ortofosforowym, **jest substancją stałą**, ale w sprzedaży jest dostępny w postaci wodnego stężonego roztworu (85-procentowego).

Właściwości H_3PO_4

Właściwości fizyczne

- substancja stała
- bezbarwny
- krystaliczny
- dobrze rozpuszcza się w wodzie

Właściwości chemiczne

- stężony roztwór jest żrący

Chemia wokół nas

Kwas fosforowy(V) jest składnikiem napojów typu cola. Jego inna nazwa to kwas ortofosforowy. Ich picie może się przyczynić do powstawania próchnicy zębów. Powodem tego są pewne właściwości H_3PO_4 (rozpuszcza on szkliwo zębów), a także duża zawartość cukru w napojach typu cola (fot. 22).



Fot. 22. Na etykietach napojów, których składnikiem jest kwas fosforowy(V), można znaleźć go pod nazwą kwas ortofosforowy.

Zastosowania

Kwas azotowy(V)

Kwas azotowy(V) to jeden z najważniejszych surowców przemysłu chemicznego. Wykorzystuje się go m.in. do produkcji nawozów sztucznych, materiałów wybuchowych i tkanin z włókien sztucznych.

przemysł chemiczny, rakietowy

przemysł kosmetyczny

Produkcja lakierów i farb do drewna



Paliwa rakietowe

Kwas azotowy(V) jest składnikiem paliw rakietowych.

Produkcja perfum

Substancje zapachowe będące składnikami wielu perfum to wytworzone w laboratoriach chemicznych syntetyczne ambra i piżmo. Do ich produkcji wykorzystuje się HNO_3.



Zastosowania

Kwas węglowy

Kwas węglowy powstaje przez rozpuszczenie w wodzie CO_2, zwykle w temperaturze pokojowej i pod niewielkim ciśnieniem. Woda gazowana jest to wodny roztwór kwasu węglowego.

Przemysł spożywczy

Tlenek węgla(IV) jest używany przede wszystkim do produkcji gazowanych napojów orzeźwiających.



medycyna

przemysł spożywczy



Medycyna

W uzdrowiskach kwas węglowy jest wykorzystywany do tzw. kąpieli kwasowęglowych, leczących choroby skórne.

Kwas fosforowy(V)

Kwas fosforowy(V) jest stosowany przede wszystkim do produkcji nawozów sztucznych.

- medycyna
- motoryzacja
- rolnictwo
- przemysł spożywczy



Przemysł spożywczy

Kwas fosforowy(V) znajduje się w napojach typu cola oraz w galaretkach.



Stomatologia

Kwas fosforowy(V) jest wykorzystywany w preparatach stomatologicznych – porcelanie i cementie dentystycznym.



Motoryzacja

H_3PO_4 jest składnikiem preparatów do czyszczenia obręczy (felg).

Nawozy sztuczne

Najbardziej znanym nawozem fosforowym jest Superfosfat.



To Ci się przyda!

Jednym ze składników napojów typu cola jest kwas fosforowy(V). Ze względu na jego właściwości możesz użyć takiego napoju jako odrdzewiacza.

Wystarczy, że włożysz zardzewiały przedmiot do szklanki z napojem typu cola i pozostawisz go tam na kilkanaście godzin. Rdza zniknie. ▶



Rozwiąż zadania w zeszycie

1. Wybierz informacje, które dotyczą:

a) kwasu azotowego(V);

b) kwasu węglowego;

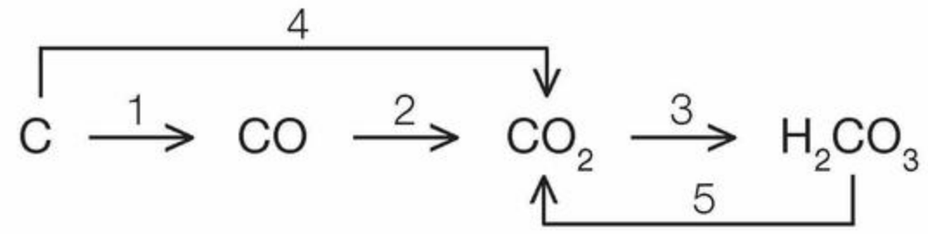
c) kwasu fosforowego(V).

substancja stała, jest składnikiem wód mineralnych, pod jego wpływem białko barwi się na żółto, służy do produkcji nawozów sztucznych, ciecz, ulega reakcji rozkładu, ma silne właściwości utleniające, nie można uzyskać stężonego roztworu tego kwasu, jego stężony roztwór ma właściwości żrące

2. Spośród podanych tlenków wybierz te, które w wyniku reakcji z wodą utworzą kwasy: azotowy(V), węglowy i fosforowy(V). Napisz równania reakcji otrzymywania tych kwasów.

$CO \bullet N_2O \bullet P_4O_{10} \bullet NO \bullet CO_2 \bullet N_2O_3 \bullet P_4O_6 \bullet N_2O_5$

3. Napisz równania reakcji chemicznych oznaczonych na schemacie cyframi (1–5)**.**



4. Przyporządkuj kwasom o wzorach podanych w punkcie a) ich zastosowania podane w punkcie b).

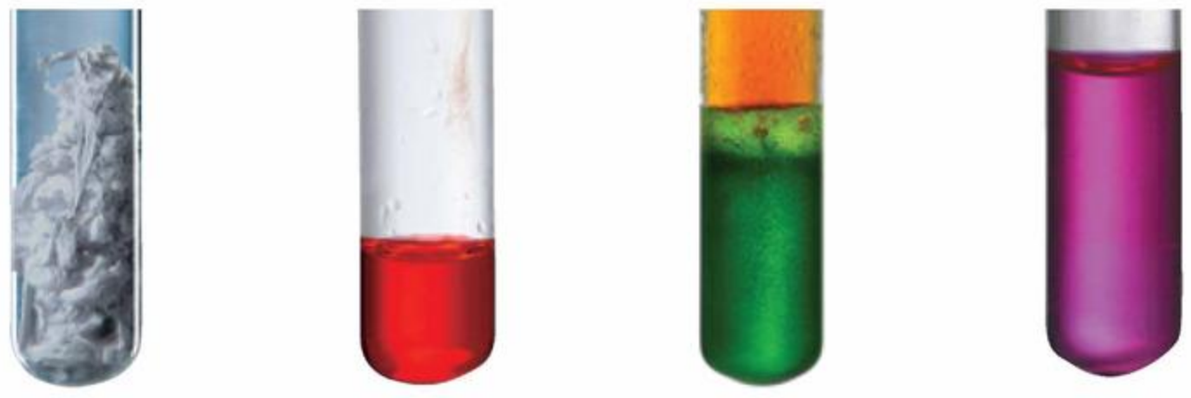
a) H_2CO_3, HNO_3, H_3PO_4

b) produkcja nawozów sztucznych, produkcja wody gazowanej, składnik paliw rakietowych, składnik preparatów stomatologicznych

5. Wybierz wzory sumaryczne kwasów nietrwałych w temperaturze pokojowej: H_2SO_3, H_2SO_4, H_2CO_3, HNO_3, H_3PO_4. **Uzasadnij swój wybór, pisząc odpowiednie równania reakcji chemicznych.**

7. Wskaż zdjęcie przedstawiające wynik doświadczenia chemicznego, w którym otrzymano kwas fosforowy(V).

A. B. C. D.



8. Wykonaj doświadczenie. Do naczynia nalej wody gazowanej i sprawdź jej smak. Naczynie ogrzewaj przez chwilę i obserwuj zmiany. Po ostudzeniu ponownie sprawdź smak wody. **Podaj obserwacje i sformułuj wniosek.**

Zapamiętaj!

Reakcja ksantoproteinowa – reakcja charakterystyczna białek ze stężonym roztworem kwasu azotowego(V).

5 Proces dysocjacji elektrolitycznej kwasów

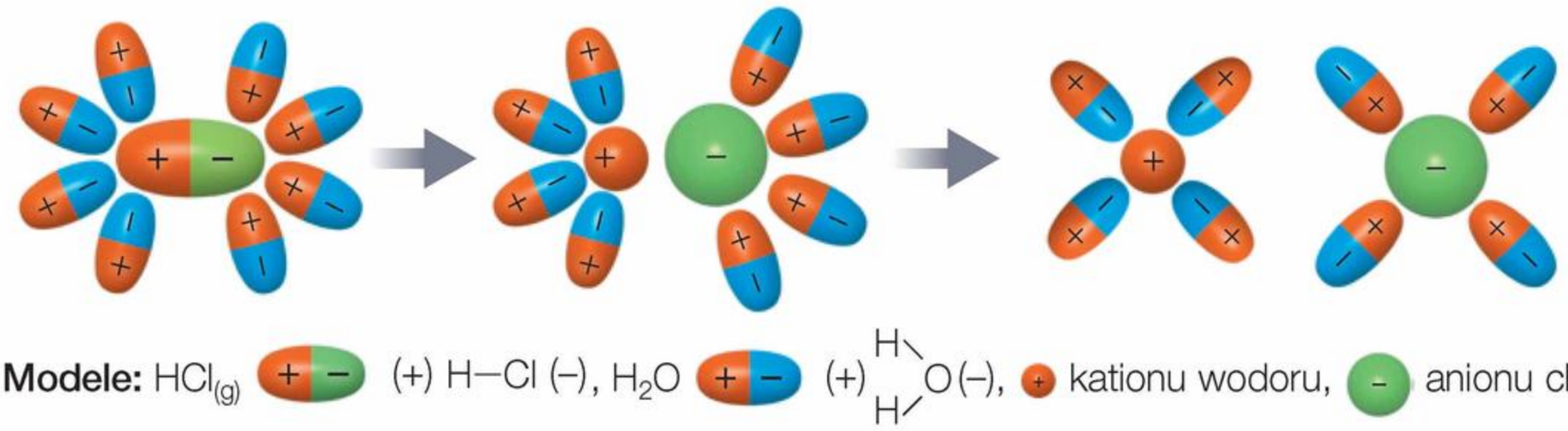
Dysocjacja elektrolityczna (jonowa) to rozpad elektrolitów na jony dodatnie (kationy) i ujemne (aniony) pod wpływem cząsteczek wody. Wszystkie poznane w podręczniku kwasy są elektrolitami, ponieważ ich wodne roztwory przewodzą prąd elektryczny (fot. 23.).



Fot. 23. O przewodzeniu prądu świadczy świecąca żarówka. Cząsteczki kwasów pod wpływem wody dysocjują na jony.

Na czym polega dysocjacja elektrolityczna kwasów?

Dysocjacja elektrolityczna (jonowa) kwasów polega na rozpadzie cząsteczek kwasów na **kationy wodoru** i **aniony reszty kwasowej** pod wpływem cząsteczek wody. W roztworze wodnym wiązania w cząsteczce kwasu ulegają osłabieniu, a w końcu – rozerwaniu. Jony, które powstają w wyniku tego procesu, przewodzą prąd elektryczny, ponieważ mają ładunek dodatni (+) lub ujemny (–) (rys. 1.).



Rys. 1. Cząsteczki chlorowodoru i wody są dipolami, czyli są polarne. Cząsteczki wody ustawiają się tak, by biegun dodatni był jak najbliżej jonu Cl^-, a biegun ujemny – jonu H^+.

Dysocjacja elektrolityczna większości kwasów **jest reakcją odwracalną**. Oznacza to, że cząsteczki rozpadają się na jony, które mogą się łączyć, tworząc ponownie cząsteczki.

Jak zapisać ogólne równanie reakcji dysocjacji elektrolitycznej kwasów?

Ogólne równanie reakcji dysocjacji elektrolitycznej kwasów:

$$\overset{I}{H}_{\overset{m}{m}}\overset{m}{R} \xrightleftharpoons{H_2O} m H^+ + R^{m-}$$

⇌ oznaczenie reakcji odwracalnej

gdzie:
R – symbol reszty kwasowej,
m – wartościowość reszty kwasowej równa liczbie atomów wodoru w cząsteczce kwasu.

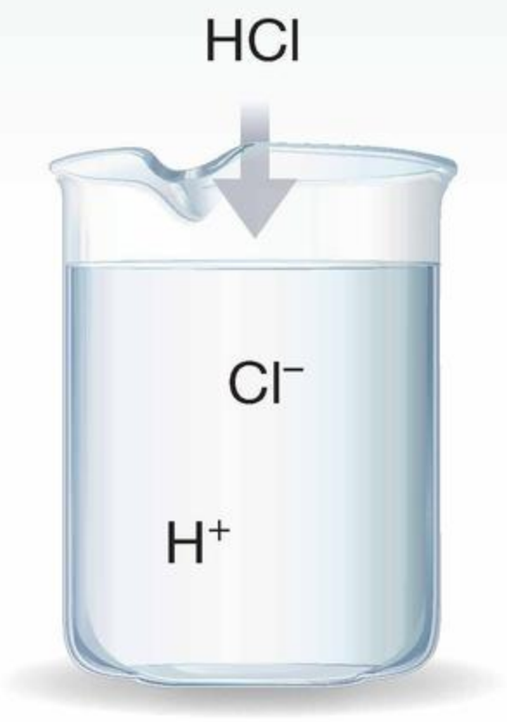
Co to są kwasy?

Kwasy są to substancje, których cząsteczki w wodnych roztworach dysocjują na **kationy wodoru** i **aniony reszty kwasowej**.

Przeczytaj – zrozumiesz!

Jak dysocjują kwasy beztlenowe?

Kwasy beztlenowe w roztworze wodnym dysocjują na **kationy wodoru** i **aniony reszty kwasowej**. Cząsteczki, które mają więcej niż jeden atom wodoru, dysocjują stopniowo. **Sumaryczny zapis** równania reakcji dysocjacji **nie uwzględnia produktów dysocjacji stopniowej**, a jedynie końcowe produkty.

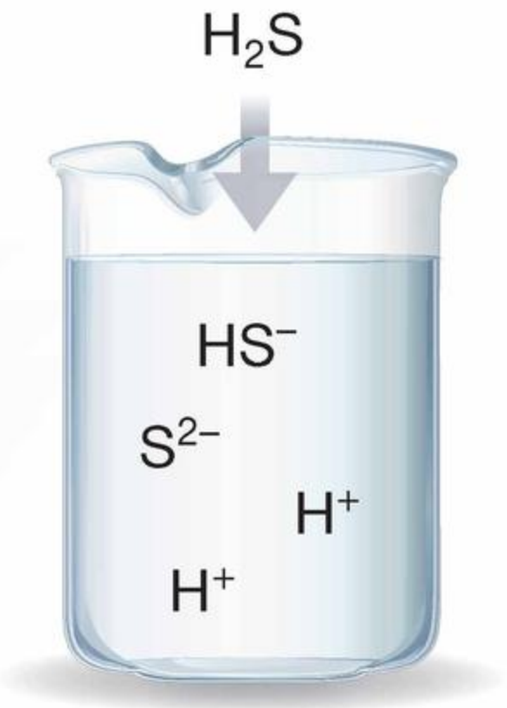


Kwas chlorowodorowy ulega dysocjacji jednostopniowej:

$$\overset{\text{I I}}{HCl} \xrightarrow{H_2O} H^+ + Cl^-$$

kwas chlorowodorowy — kation wodoru — anion chlorkowy

W kwasie HCl znajdują się jony: H^+ i Cl^-.



Kwas siarkowodorowy ulega dysocjacji dwustopniowej:

1. $\overset{\text{I II}}{H_2S} \rightleftharpoons[H_2O] H^+ + HS^-$

kwas siarkowodorowy — kation wodoru — anion wodorosiarczkowy

2. $HS^- \rightleftharpoons[H_2O] H^+ + S^{2-}$

anion wodorosiarczkowy — kation wodoru — anion siarczkowy

W kwasie H_2S znajdują się jony: H^+, HS^- i S^{2-}.

Sumaryczny zapis reakcji dysocjacji:

$$\overset{\text{I II}}{H_2S} \rightleftharpoons[H_2O] 2H^+ + S^{2-}$$

$\rightleftharpoons$ oznaczenie reakcji odwracalnej

Dlaczego roztwory kwasów przewodzą prąd elektryczny?

Roztwory kwasów przewodzą prąd elektryczny, ponieważ **są w nich obecne jony**, które są nośnikami ładunku elektrycznego. Powstają one w wyniku rozerwania wiązań w cząsteczkach kwasów pod wpływem wody. Kwasy zalicza się więc do elektrolitów.

Jakie produkty powstają w wyniku dysocjacji elektrolitycznej kwasów?

W wyniku dysocjacji elektrolitycznej w roztworach wszystkich kwasów powstają **kationy wodoru** i **aniony reszt kwasowych** (tabela 4.), np.:

H_2S



Kwas siarkowodorowy dysocjuje na kationy H^+ i aniony HS^- oraz S^{2-}.

H_2SO_4



Kwas siarkowy(VI) dysocjuje na kationy H^+ i aniony HSO_4^- oraz SO_4^{2-}.

Skojarz i zapamiętaj!

$$H_2SO_4 \xrightarrow{H_2O} 2H^+ + SO_4^{2-}$$

(2+) + (2–) = 0

Liczba powstających w wyniku dysocjacji elektrolitycznej **ładunków dodatnich jest równa liczbie** powstających **ładunków ujemnych**.

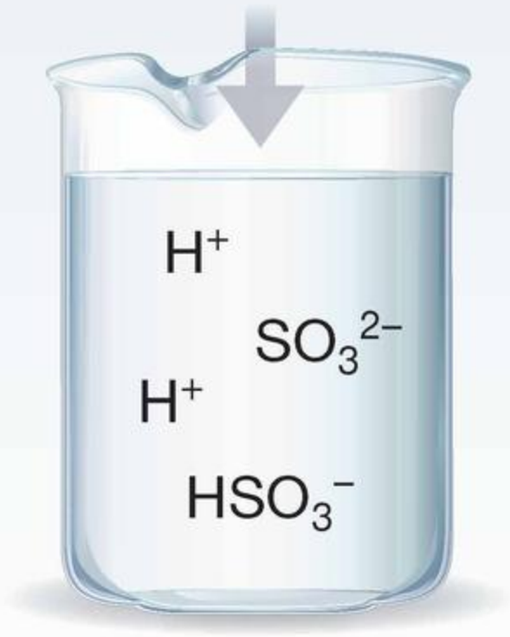
Tabela 4. Nazwy i wzory wybranych jonów

Nazwa jonu	Wzór jonu
anion azotanowy(V)	NO_3^-
anion bromkowy	Br^-
anion chlorkowy	Cl^-
anion diwodorofosforanowy(V)	$H_2PO_4^-$
anion fosforanowy(V)	PO_4^{3-}
anion siarczkowy	S^{2-}
anion siarczanowy(VI)	SO_4^{2-}
anion wodorofosforanowy(V)	HPO_4^{2-}
anion wodorosiarczanowy(VI)	HSO_4^-
kation wodoru	H^+

Jak dysocjują kwasy tlenowe?

Kwasy tlenowe w roztworze wodnym dysocjują na kationy wodoru i aniony reszty kwasowej. Cząsteczki, które mają więcej niż jeden atom wodoru, ulegają **dysocjacji stopniowej**. W roztworze występują wszystkie jony, które powstają podczas dysocjacji elektrolitycznej.

H_2SO_3



Kwas siarkowy(IV) ulega dysocjacji dwustopniowej:

1. $H_2SO_3 \rightleftarrows H^+ + HSO_3^-$
   kwas siarkowy(IV) — kation wodoru — anion wodorosiarczanowy(IV)

2. $HSO_3^- \rightleftarrows H^+ + SO_3^{2-}$
   anion wodorosiarczanowy(IV) — kation wodoru — anion siarczanowy(IV)

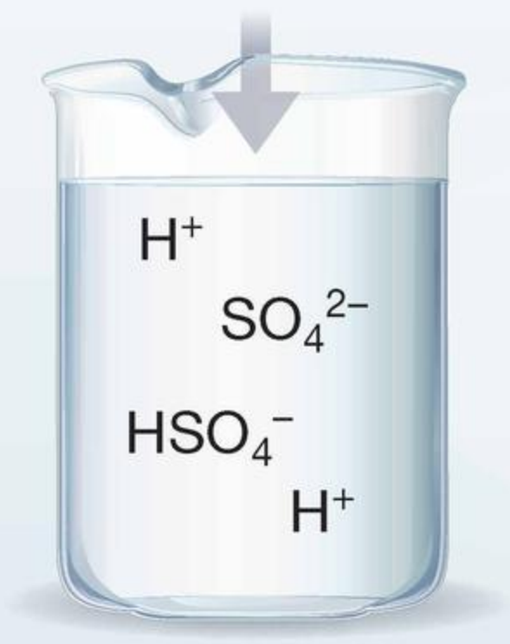
W roztworze H_2SO_3 znajdują się jony: H^+, HSO_3^- i SO_3^{2-}.

Sumaryczny zapis reakcji dysocjacji:

$$\overset{I}{H_2}\overset{II}{SO_3} \rightleftarrows 2H^+ + SO_3^{2-}$$

$\rightleftarrows$ oznaczenie reakcji odwracalnej

H_2SO_4



Kwas siarkowy(VI) ulega dysocjacji dwustopniowej:

1. $H_2SO_4 \rightarrow H^+ + HSO_4^-$
   kwas siarkowy(VI) — kation wodoru — anion wodorosiarczanowy(VI)

2. $HSO_4^- \rightleftarrows H^+ + SO_4^{2-}$
   anion wodorosiarczanowy(VI) — kation wodoru — anion siarczanowy(VI)

W roztworze H_2SO_4 znajdują się jony: H^+, HSO_4^- i SO_4^{2-}.

Sumaryczny zapis reakcji dysocjacji:

$$\overset{I}{H_2}\overset{II}{SO_4} \rightarrow 2H^+ + SO_4^{2-}$$



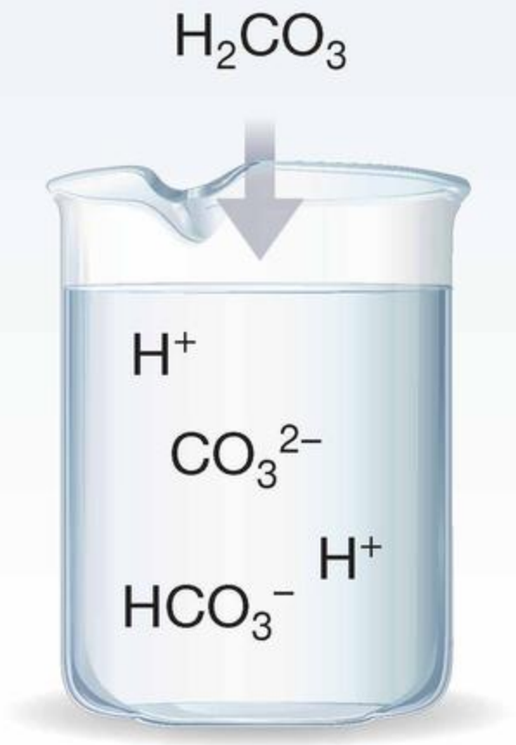
Kwas azotowy(V) ulega dysocjacji jednostopniowej:

$$\overset{I}{H}\overset{I}{NO_3} \xrightarrow{H_2O} H^+ + NO_3^-$$

kwas azotowy(V) — kation wodoru — anion azotanowy(V)

W roztworze HNO_3 znajdują się jony: H^+ i NO_3^-.

Kwas węglowy ulega dysocjacji dwustopniowej:



1. $H_2CO_3 \rightleftharpoons[H_2O] H^+ + HCO_3^-$

kwas węglowy — kation wodoru — anion wodorowęglanowy

2. $HCO_3^- \rightleftharpoons[H_2O] H^+ + CO_3^{2-}$

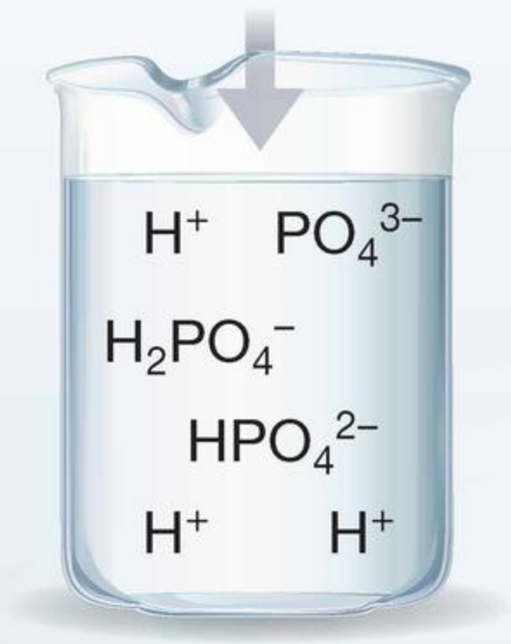
anion wodorowęglanowy — kation wodoru — anion węglanowy

W roztworze H_2CO_3 znajdują się jony: H^+, HCO_3^- i CO_3^{2-}.

Sumaryczny zapis reakcji dysocjacji:

$$\overset{I}{H_2}\overset{II}{CO_3} \rightleftharpoons[H_2O] 2H^+ + CO_3^{2-}$$

Kwas fosforowy(V) ulega dysocjacji trójstopniowej:



1. $H_3PO_4 \rightleftharpoons[H_2O] H^+ + H_2PO_4^-$

kwas fosforowy(V) — kation wodoru — anion diwodorofosforanowy(V)

2. $H_2PO_4^- \rightleftharpoons[H_2O] H^+ + HPO_4^{2-}$

anion diwodorofosforanowy(V) — kation wodoru — anion wodorofosforanowy(V)

3. $HPO_4^{2-} \rightleftharpoons[H_2O] H^+ + PO_4^{3-}$

anion wodorofosforanowy(V) — kation wodoru — anion fosforanowy(V)

W roztworze H_3PO_4 znajdują się jony: H^+, $H_2PO_4^-$, HPO_4^{2-} i PO_4^{3-}.

Sumaryczny zapis reakcji dysocjacji:

$$\overset{I}{H_3}\overset{III}{PO_4} \rightleftharpoons[H_2O] 3H^+ + PO_4^{3-}$$

Dla dociekliwych

Każdy elektrolit można opisać wielkością zwaną **stopniem dysocjacji** α:

$$\alpha = \frac{\text{liczba cząsteczek zdysocjowanych}}{\text{całkowita liczba cząsteczek}}$$

Od wartości stopnia dysocjacji zależy **moc elektrolitu**. Elektrolity dzieli się na **elektrolity mocne** (dysocjujące całkowicie lub prawie całkowicie) i **elektrolity słabe** (dysocjujące w niewielkim stopniu).

Do elektrolitów mocnych należą m.in.:
kwas chlorowodorowy HCl, kwas azotowy(V) HNO_3,
kwas siarkowy(VI) H_2SO_4, kwas chlorowy(VII) $HClO_4$,
kwas chlorowy(V) $HClO_3$, kwas jodowodorowy HI.

Rozwiąż zadania w zeszycie

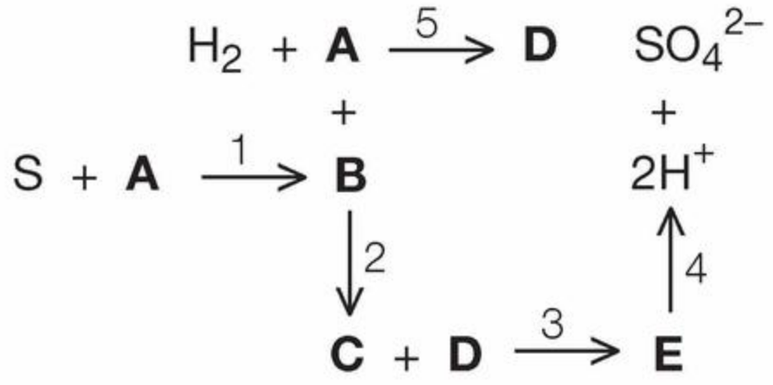
1. **Napisz sumaryczne równania reakcji dysocjacji elektrolitycznej kwasów o podanych wzorach:**
   HI, HNO_2, $HClO_4$, $H_2S_2O_3$.
   Które z kwasów o podanych wzorach ulegają dysocjacji stopniowej? Napisz odpowiednie równania reakcji chemicznych.

2. **Wybierz zestaw zawierający wzory wszystkich jonów pochodzących z dysocjacji elektrolitycznej kwasu, które znajdują się w roztworze wodnym kwasu węglowego.**
   a) H^+, CO_3^{2-} **b)** H^+, HCO_3^- **c)** H^+, HCO_3^-, CO_3^{2-}

3. Zmieszano kwas chlorowodorowy i rozcieńczony roztwór kwasu azotowego(V). **Napisz wzory i nazwy jonów obecnych w tym roztworze.**

4. W roztworze znajdują się jony: H^+, ClO_4^-, I^-, HSO_3^-, SO_3^{2-}. **Napisz wzory kwasów, które zmieszano.**

5. **Napisz wzory (lub symbole chemiczne) i nazwy substancji oznaczonych literami** (A–E) **oraz równania reakcji chemicznych** (1–5) **przedstawionych za pomocą chemografu.**



Dla dociekliwych

6. **Napisz, na którym etapie najłatwiej zachodzi proces dysocjacji elektrolitycznej w kwasach dysocjujących stopniowo. Odpowiedź uzasadnij.**

7. **Oblicz stopień dysocjacji elektrolitycznej kwasu. Wiadomo, że liczba cząsteczek zdysocjowanych jest cztery razy mniejsza od liczby cząsteczek tego kwasu wprowadzonych do roztworu.**

8. Stopień dysocjacji elektrolitycznej pewnego kwasu wynosi 80 %. **Oblicz, ile razy liczba cząsteczek zdysocjowanych jest większa od liczby cząsteczek niezdysocjowanych.**

Zapamiętaj!

Dysocjacja elektrolityczna (jonowa) kwasów – rozpad cząsteczek kwasów na kationy wodoru i aniony reszt kwasowych pod wpływem cząsteczek wody.

Kwasy – substancje, których cząsteczki w wodnych roztworach kwasów dysocjują na kationy wodoru i aniony reszty kwasowej.

6

Porównanie właściwości kwasów

Kwasy to związki chemiczne, w których cząsteczkach występują wiązania kowalencyjne. Ponieważ cząsteczki kwasów są zbudowane w zbliżony sposób, kwasy mają podobne właściwości (fot. 24.). Związki te są zdolne do rozpadu na jony. Kwasy nieorganiczne nie występują powszechnie w przyrodzie, wyjątkiem są poznane kwasy beztlenowe – kwas chlorowodorowy HCl jest składnikiem soku żołądkowego, a kwas siarkowodorowy H_2S składnikiem wód leczniczych.



Fot. 24. Barwa oranżu metylowego w roztworach kwasów.

Jakie są podobieństwa i różnice kwasów nieorganicznych?

W temperaturze pokojowej **większość kwasów nieorganicznych to ciecze**. **Nieliczne są substancjami stałymi**, np. kwas fosforowy(V) i kwas borowy.



! Stężone roztwory kwasów są żrące! Dlatego należy zachować szczególną ostrożność. Pamiętaj, że podczas ich rozcieńczania **wlewa się kwas do wody**!

Podobieństwa i różnice

Kwasy

Jakie właściwości mają wspólne?

- ciekły stan skupienia w temperaturze pokojowej (wyjątek: kwas fosforowy(V) – substancja stała)
- pod wpływem cząsteczek wody dysocjują na kationy wodoru i aniony reszt kwasowych
- roztwory kwasów przewodzą prąd elektryczny
- powodują zmianę barwy oranżu metylowego z żółtej na czerwoną oraz czerwone zabarwienie uniwersalnego papierka wskaźnikowego

Czym się różnią?

- sposób otrzymywania:

kwasy beztlenowe – rozpuszczenie w wodzie związku chemicznego powstającego w reakcji wodoru z niemetalem:

$$\text{wodór + niemetal} \xrightarrow{\text{rozpuszczanie w } H_2O} \text{kwas beztlenowy}$$

$$\text{np. } H_2 + Cl_2 \xrightarrow{\text{rozpuszczanie w } H_2O} 2HCl_{(aq)}$$

! W reakcji wodoru z niemetalem powstaje **gaz**, który **po rozpuszczeniu w wodzie tworzy kwas beztlenowy**.

kwasy tlenowe – reakcja tlenku kwasowego z wodą:

$$\text{tlenek kwasowy + woda} \longrightarrow \text{kwas tlenowy}$$

$$\text{np. } SO_2 + H_2O \longrightarrow H_2SO_3$$

Sposoby otrzymywania kwasów beztlenowych i tlenowych zostały zebrane w tabeli 5.

Tabela 5. Porównanie sposobów otrzymywania poznanych kwasów

Rodzaj kwasów	Wzór sumaryczny i nazwa		Sposób otrzymywania kwasu
	kwasu	tlenku kwasowego	
Kwasy beztlenowe	I I HCl kwas chlorowodorowy	—	$H_2 + Cl_2 \longrightarrow 2HCl\uparrow$ chlorowodór (gaz) $HCl_{(g)} \xrightarrow{H_2O} HCl_{(aq)}$ chlorowodór (gaz) → kwas chlorowodorowy (roztwór wodny)
	I II H_2S kwas siarkowodorowy	—	$H_2 + S \longrightarrow H_2S\uparrow$ siarkowodór (gaz) $H_2S_{(g)} \xrightarrow{H_2O} H_2S_{(aq)}$ siarkowodór (gaz) → kwas siarkowodorowy (roztwór wodny)
Kwasy tlenowe	I II H_2SO_3 kwas siarkowy(IV)	IV SO_2 tlenek siarki(IV)	$SO_2 + H_2O \longrightarrow H_2SO_3$
	I II H_2SO_4 kwas siarkowy(VI)	VI SO_3 tlenek siarki(VI)	$SO_3 + H_2O \longrightarrow H_2SO_4$
	I I HNO_3 kwas azotowy(V)	V N_2O_5 tlenek azotu(V)	$N_2O_5 + H_2O \longrightarrow 2HNO_3$
	I II H_2CO_3 kwas węglowy	IV CO_2 tlenek węgla(IV)	$CO_2 + H_2O \longrightarrow H_2CO_3$
	I III H_3PO_4 kwas fosforowy(V)	V P_4O_{10} tlenek fosforu(V)	$P_4O_{10} + 6H_2O \longrightarrow 4H_3PO_4$

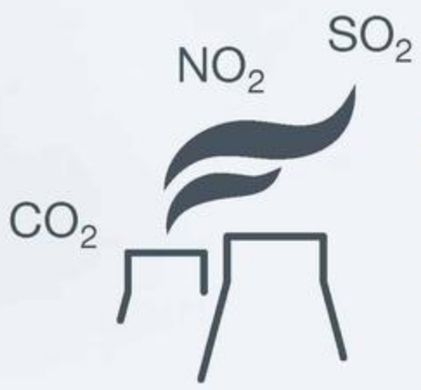
Dla dociekliwych

Mieszanina stężonego kwasu chlorowodorowego HCl i stężonego roztworu kwasu azotowego(V) HNO_3 w stosunku objętościowym 3 : 1 to tzw. **woda królewska**. Ma ona szczególne właściwości – reaguje nawet ze złotem, które jest odporne na działanie innych kwasów.

Przeczytaj – zrozumiesz!

Jak powstają kwaśne opady?

Rozwój przemysłu i motoryzacji sprawił, że do atmosfery dostają sie duże ilości tlenków będących przyczyną kwaśnych opadów. Tlenki siarki powstają w wyniku spalania węgla kamiennego, ropy naftowej i gazu ziemnego, a tlenki azotu – w wyniku spalania benzyny. Kwaśne opady występują także poza miejscami, w których emitowane były toksyczne gazy lub pyły, ponieważ zanieczyszczenia mogą być przenoszone z wiatrem na duże odległości.



1 **Do atmosfery są emitowane duże ilości gazów – m.in. tlenków siarki, azotu i węgla** (SO_2, NO_2, CO_2).

2 **Tlenki łączą się w atmosferze z parą wodną.**

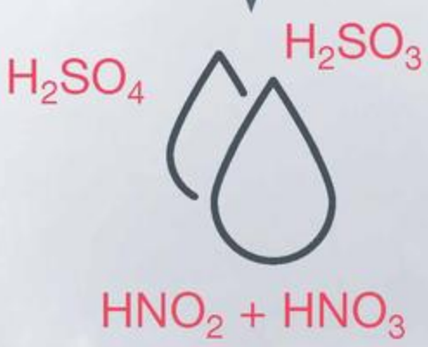
$$\underset{\text{tlenek siarki(IV)}}{SO_2} + \underset{\text{woda}}{H_2O} \longrightarrow \underset{\text{kwas siarkowy(IV)}}{H_2SO_3}$$

Zawarte w pyłach metale – Al, Fe i Mn – mogą być katalizatorami reakcji utleniania tlenku siarki(IV) do tlenku siarki(VI):

$$\underset{\text{tlenek siarki(IV)}}{2SO_2} + \underset{\text{tlen}}{O_2} \xrightarrow{\text{katalizator}} \underset{\text{tlenek siarki(VI)}}{2SO_3}$$

$$\underset{\text{tlenek siarki(VI)}}{SO_3} + \underset{\text{woda}}{H_2O} \longrightarrow \underset{\text{kwas siarkowy(VI)}}{H_2SO_4}$$

$$* \underset{\text{tlenek azotu(IV)}}{2NO_2} + \underset{\text{woda}}{H_2O} \longrightarrow \underset{\text{kwas azotowy(III)}}{HNO_2} + \underset{\text{kwas azotowy(V)}}{HNO_3}$$



3 Woda deszczowa, mgła i śnieg mają wówczas odczyn lekko kwasowy. Są to tzw. **kwaśne opady**.

* Reakcje tego typu poznasz na późniejszym etapie edukacji.

Jak kwaśne opady wpływają na środowisko przyrodnicze?

Kwaśne opady negatywnie wpływają na stan środowiska przyrodniczego. W ich wyniku zostają **zakwaszone** m.in.:

- **zbiorniki wodne**, ponieważ woda z kwaśnych opadów spływa do rzek, jezior, mórz i oceanów. W zakwaszonych zbiornikach wodnych zniszczeniu ulegają flora i fauna (fot. 25.),
- **gleba**, ponieważ kwaśne opady wsiąkają w glebę. Zakwaszoną wodę pobierają korzenie roślin, w wyniku czego ich tkanki ulegają zniszczeniu i zostaje wstrzymany proces fotosyntezy. Niszczone są trawy, mchy, płatki kwiatów oraz drzewa (fot. 26.).

Kwaśne opady wpływają też na stan budynków i rzeźb – przyspieszają ich niszczenie.



Fot. 25. Zakwaszenie zbiorników wodnych powoduje śmierć organizmów, które tam żyją.



Fot. 26. Drzewa pobierają kwas też z chmur i mgły.

Jak można ograniczyć powstawanie kwaśnych opadów?

Powstawanie kwaśnych opadów można ograniczyć m.in. poprzez zmniejszenie ilości spalanych paliw – węgla kamiennego, ropy naftowej i gazu ziemnego, odsiarczanie paliw oraz stosowanie filtrów i odpylaczy gazów przemysłowych. **Zamiast tradycyjnych źródeł energii warto** w większym stopniu **wykorzystywać energię słoneczną, wody i wiatru**.

Rozwiąż zadania w zeszycie

1. **Wskaż wzory tlenków kwasowych i napisz równania ich reakcji z wodą.**
   SO_3, CaO, Fe_2O_3, CO_2, Na_2O, N_2O_5, ZnO, P_4O_{10}
2. **Wskaż wzory kwasów, które nie mają tlenków kwasowych. Uzasadnij swój wybór.**
   HI, HNO_3, $H_4P_2O_6$, HCl, $HClO_3$, H_2S, HNO_2, HF, HCN
3. **Napisz, które z tlenków o podanych wzorach mogą powodować kwaśne opady. Odpowiedź uzasadnij.**
   MgO, SO_2, CO_2, SiO_2, Na_2O, NO_2, FeO, NO
4. Zakłady przemysłowe emitują do atmosfery m.in. tlenek węgla(IV). **Oblicz masę tlenku węgla(IV) powstałego w wyniku spalenia 2 t węgla. Wiadomo, że to paliwo zawiera 80 % czystego węgla.**

7

Odczyn roztworu – skala pH

W zależności od odczynu roztworu substancje nazywane wskaźnikami przyjmują określoną barwę. Do naturalnych wskaźników należą barwniki występujące w wielu roślinach. Na przykład płatki kwiatów chabra bławatka czy też hortensji (fot. 27.) różnią się kolorem w zależności od tego, jaki odczyn ma gleba, na której te rośliny rosną.



Fot. 27. Płatki hortensji rosnącej na glebie o odczynie zasadowym mają barwę różową, a na glebie o odczynie kwasowym – niebieską.

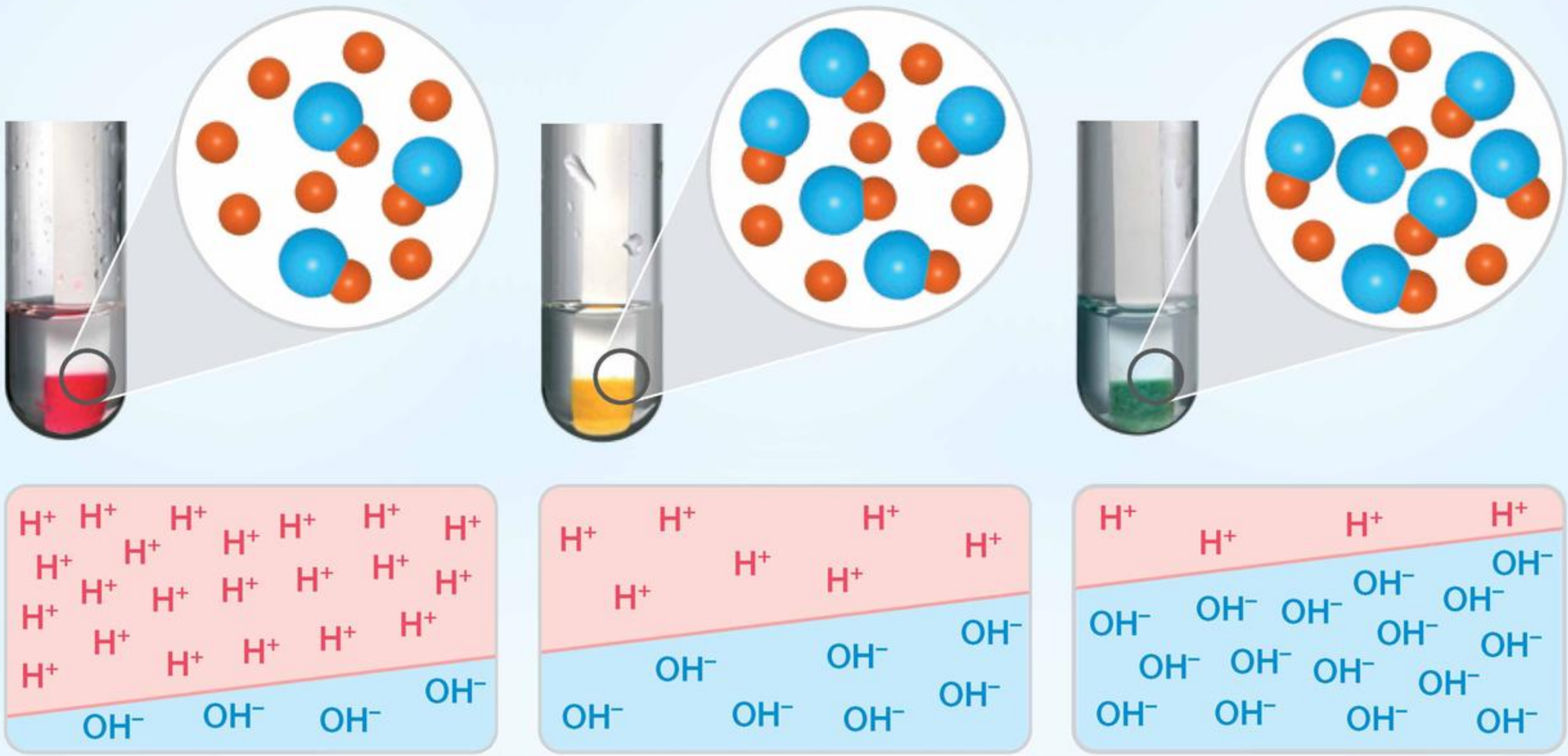
Czym jest odczyn roztworu?

Odczyn roztworu to cecha określająca, czy w roztworze znajduje się nadmiar kationów wodoru H^+, anionów wodorotlenkowych OH^-, czy też ich stężenia są sobie równe. Do określania odczynu roztworu służą wskaźniki, m.in. oranż metylowy i fenoloftaleina.

Przeczytaj – zrozumiesz!

Jak liczba kationów wodoru i anionów wodorotlenkowych wpływa na odczyn roztworu?

Odczyn wodnego roztworu substancji można określić na podstawie barwy zanurzonego w nim uniwersalnego papierka wskaźnikowego.



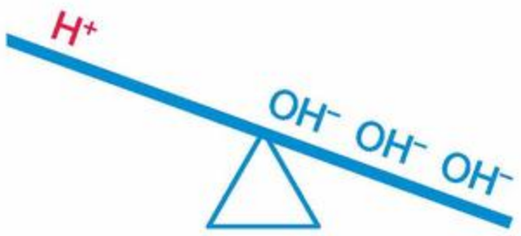
odczyn kwasowy
liczba H^+ **>** liczba OH^-

odczyn obojętny
liczba H^+ **=** liczba OH^-

odczyn zasadowy
liczba H^+ **<** liczba OH^-

Modele: ● kationu wodoru H^+ ● anionu wodorotlenkowego OH^-

Skojarz i zapamiętaj!



ODCZYN ZASADOWY



ODCZYN OBOJĘTNY



ODCZYN KWASOWY

Czy woda ulega dysocjacji elektrolitycznej?

Woda dysocjuje na jony zgodnie z równaniem:

$$H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$$

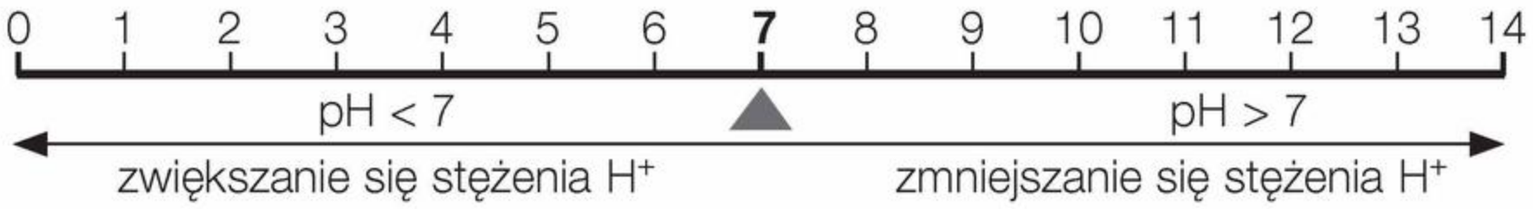
Dysocjacji ulega jednak niewielka liczba cząsteczek wody. Oznacza to, że zawsze w wodzie i roztworach o odczynie obojętnym występuje pewna bardzo mała liczba kationów wodoru i anionów wodorotlenkowych pochodzących z dysocjacji wody. Liczby obu tych rodzajów jonów są sobie równe.

Co to jest pH roztworu?

pH [czytaj: pe ha] roztworu jest **miarą kwasowości roztworu** zależną od stężenia jonów wodoru H^+ w tym roztworze.

Co to jest skala pH?

Skala pH jest to skala liczbowa, która obejmuje wartości od 0 do 14. Liczby te informują o stężeniu kationów H^+ w roztworze (rys. 2.).



Rys. 2. Skala pH.

Chemia wokół nas

W niektórych jeziorach woda ma bardzo niską wartość pH. Na przykład w trzech jeziorach w kraterze wulkanu Kelimutu w Indonezji przyjmuje wartości pH 0,4–3,1. Każde z tych jezior ma inny kolor: turkusowy, czerwony i czarny (fot. 28.).



Fot. 28. Wody jezior w kraterze wulkanu Kelimutu zmieniają barwę – raz są turkusowe, czasem zielone lub czarne, a kiedy indziej brązowe, białe albo czerwone.

Jak wyznaczyć wartość pH roztworu?

Do określenia pH roztworu używa się tzw. **wskaźników kwasowo-zasadowych**, czyli substancji, których barwa zmienia się zależnie od odczynu roztworu.

Stosowane w laboratoriach wskaźniki kwasowo-zasadowe obejmują szeroki zakres pH i umożliwiają jedynie oszacowanie wartości pH. Znacznie dokładniej wartość pH roztworu można zmierzyć za pomocą urządzenia nazywanego pehametrem (fot. 29.).



Fot. 29. Pehametr jest urządzeniem, które najdokładniej wyznacza wartość pH roztworu.

Jakie znaczenie ma odczyn roztworu?

Wiedza o tym, jaki odczyn ma roztwór, ma **duże znaczenie w wielu dziedzinach życia**.

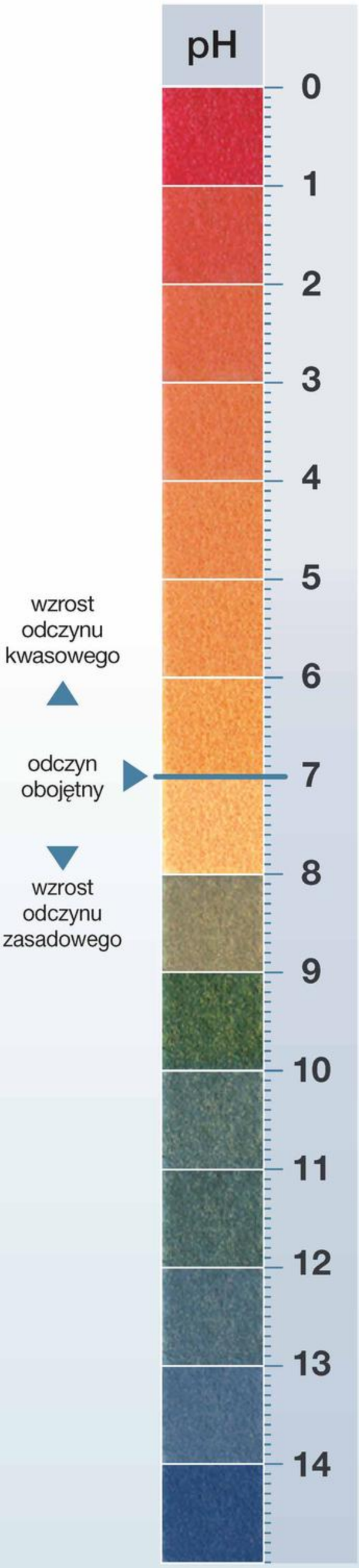
- **Rolnictwo** – odczyn gleby wpływa na wzrost i rozwój uprawianych na niej roślin. Znając wartość pH gleby, można ustalić, jakie rośliny warto na niej uprawiać, a także jakich nawozów trzeba użyć, aby zmienić jej odczyn, czyli podwyższyć lub obniżyć jej pH (fot. 30.).
- **Medycyna** – nawet nieznaczna zmiana wartości pH krwi świadczy o zaburzeniach funkcjonowania organizmu. Dlatego podczas analizy krwi określa się wartość jej pH.
- **Przemysł farmaceutyczny** – kapsułki, w których jest zamknięty lek, rozpuszczają się w roztworze o określonym pH.
- **Ochrona środowiska przyrodniczego** – rekultywację wysypisk śmieci, czyli przywracanie im funkcji przyrodniczych przez zalesianie, rozpoczyna się od określenia m.in. wartości pH składowanych odpadów. Dzięki temu możliwe jest odpowiednie dobranie minerałów i kompostu niezbędnych do posadzenia na hałdzie roślin.



Fot. 30. pH gleby można zbadać kwasomierzem.

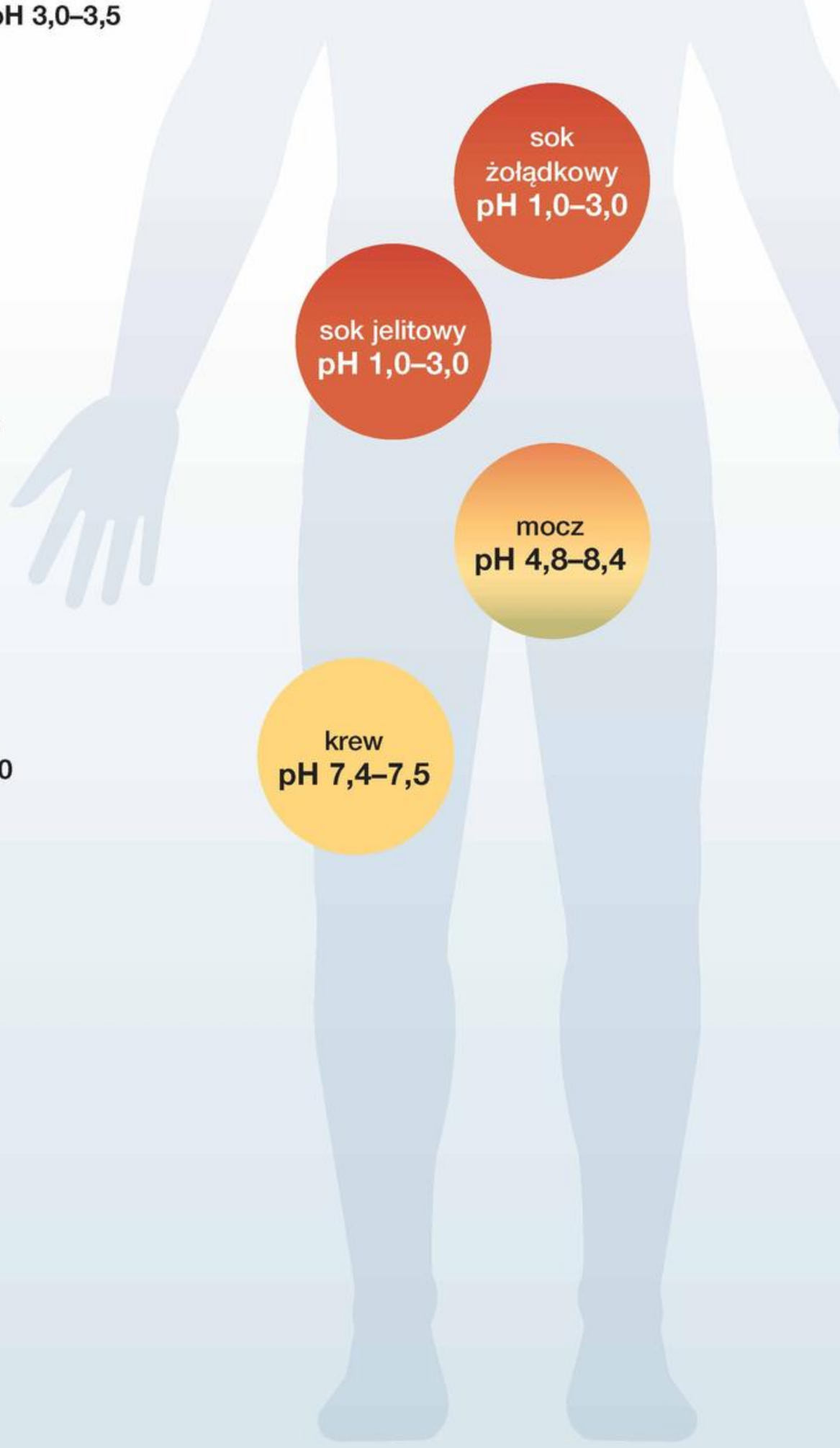
Jakie wartości pH mają substancje w naszym otoczeniu?

Roztwór wodny każdej substancji ma określoną wartość pH. Zmiana o 1 wartości pH (ang. ***p**ower of **H**ydrogen*) oznacza 10-krotną zmianę stężenia jonów H^+ w roztworze. A ponieważ odczyn roztworu ma bardzo duże znaczenie m.in. w procesach fizjologicznych, to już odchylenie pH krwi o 0,2 jednostki świadczy o tym, że organizm jest chory.



barwa uniwersalnego papierka wskaźnikowego w zależności od odczynu roztworu

Płyny ustrojowe człowieka



Rozwiąż zadania w zeszycie

1. Po dodaniu kilku kropel roztworu oranżu metylowego zawartość probówki zabarwiła się na czerwono. **Wybierz nazwy substancji lub mieszanin, które mogły się znajdować w probówce.**
   kwas solny, sok z cytryny, woda destylowana, kwas siarkowodorowy, zasada potasowa, woda gazowana, sok jabłkowy, woda wapienna

2. W szklance znajduje się sok porzeczkowy. **Wskaż zakres wartości pH takiego napoju.**
   a) pH 2–3
   b) pH 6–8
   c) pH 8–11

3. Do roztworu o pH = 5 dodano substancję, która spowodowała zmianę wartości pH tego roztworu na 11. **Określ, jaki był odczyn dodanej substancji.**

4. Do roztworu o pH = 12 dodano substancję, która spowodowała obniżenie pH tego roztworu o 4. **Określ wartość pH otrzymanego roztworu i jego odczyn.**

5. W trzech probówkach znajdują się: kwas chlorowodorowy, roztwór wodorotlenku potasu oraz woda. Do identyfikacji zawartości probówek użyto uniwersalnego papierka wskaźnikowego, roztworu oranżu metylowego, a także roztworu fenoloftaleiny. **Oceń prawdziwość podanych zdań. Wybierz P, jeśli zdanie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.**

1.	Uniwersalny papierek wskaźnikowy po zanurzeniu w probówce z wodą przyjmuje barwę czerwoną.	**P**	**F**
2.	Oranż metylowy w probówce z kwasem chlorowodorowym zmienia barwę z żółtej na czerwoną.	**P**	**F**
3.	Roztwór fenoloftaleiny w probówce z roztworem wodorotlenku potasu barwi się na malinowo (różowoczerwono), a w pozostałych probówkach nie zmienia zabarwienia.	**P**	**F**
4.	Roztwór oranżu metylowego w probówce z roztworem wodorotlenku potasu oraz w probówce z wodą nie zmienił swojego zabarwienia – pozostał żółty.	**P**	**F**

6. **Wykonaj doświadczenie.** Przygotuj sok z liści czerwonej kapusty. Drobno pokrojoną czerwoną kapustę wrzuć do naczynia, zalej wrzątkiem, wymieszaj wszystko i szczelnie przykryj naczynie. Gdy wywar ostygnie, przecedź go. W otrzymanym roztworze zanurz białe filtry do kawy. Poczekaj, aż dokładnie nasiąkną, a następnie wyjmij je z roztworu i osusz. Całkowicie suche filtry potnij na cienkie paski. Za pomocą tak uzyskanych papierków wskaźnikowych zbadaj odczyn dowolnych produktów spożywczych i kosmetycznych. **Napisz obserwacje i sformułuj wniosek.**

Zapamiętaj!

Odczyn roztworu – cecha roztworu określająca, czy w roztworze znajduje się nadmiar kationów wodoru H^+, anionów wodorotlenkowych OH^-, czy też ich stężenia są równe.

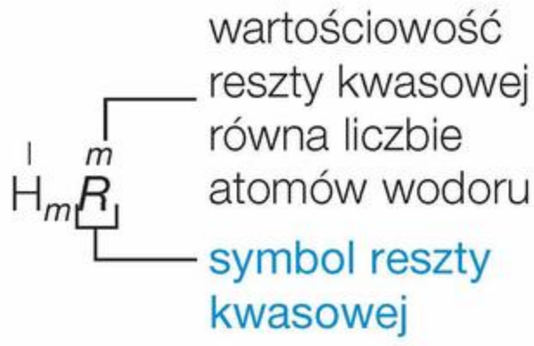
Skala pH – skala liczbowa, która obejmuje wartości od 0 do 14. Liczby te informują o stężeniu kationów wodoru H^+ w roztworze.

Wskaźniki kwasowo-zasadowe – substancje, których barwa zmienia się w zależności od odczynu roztworu.

Podsumowanie

Co to są kwasy?

Kwasy to substancje, których cząsteczki w wodnych roztworach dysocjują na **kationy wodoru** i **aniony reszt kwasowych**.

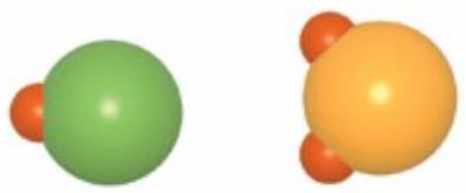


Jakie są rodzaje kwasów?

Wyróżnia się kwasy organiczne i nieorganiczne. Kwasy nieorganiczne dzielą się na kwasy tlenowe i beztlenowe:

Kwasy

- beztlenowe, np. kwas chlorowodorowy HCl
- tlenowe, np. kwas siarkowy(VI) H_2SO_4



modele cząsteczek kwasów chlorowodorowego i siarkowodorowego

Co to jest kwas beztlenowy?

Kwas beztlenowy to kwas, w którego reszcie kwasowej **nie występują atomy tlenu**, np. HCl.

Jak można otrzymać kwasy beztlenowe?

Kwasy beztlenowe można otrzymać w reakcji:

wodór + niemetal ⟶ wodorek niemetalu
(np. S, Cl, Br)

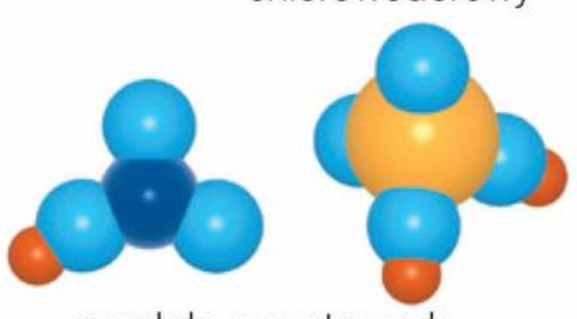
wodorek niemetalu $\xrightarrow[\text{w } H_2O]{\text{rozpuszczanie}}$ **kwas beztlenowy**

$H_2 + Cl_2 \longrightarrow 2HCl_{(g)}$

$HCl_{(g)} \xrightarrow{H_2O} HCl_{(aq)}$
chlorowodór → kwas chlorowodorowy

Co to jest kwas tlenowy?

Kwas tlenowy to kwas, w którego reszcie kwasowej **występują atomy tlenu**, np.: H_2SO_4, H_2SO_3, HNO_3, H_2CO_3, H_3PO_4.



modele cząsteczek kwasów azotowego(V) i siarkowego(VI)

Jak można otrzymać kwasy tlenowe?

Kwasy tlenowe można otrzymać w reakcji:

tlenek kwasowy + woda ⟶ kwas tlenowy

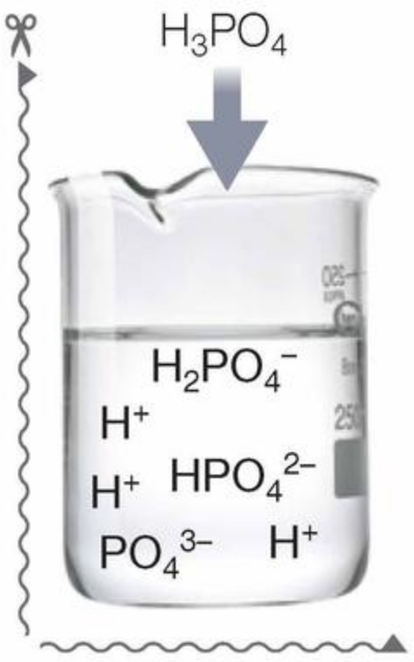
$N_2O_5 + H_2O \longrightarrow 2HNO_3$
tlenek azotu(V) + woda → kwas azotowy(V)

Na czym polega dysocjacja elektrolityczna kwasów?

Kwasy w roztworach wodnych **dysocjują na kationy wodoru i aniony reszty kwasowej**:

$H_mR \xrightleftharpoons{H_2O} mH^+ + R^{m-}$

Kwasy zawierające w cząsteczkach więcej niż jeden atom wodoru **dysocjują stopniowo**.



Czy woda ulega dysocjacji elektrolitycznej?

Tak, co prawda w bardzo niewielkim stopniu, ale woda ulega dysocjacji elektrolitycznej. Zachodzi ona zgodnie z równaniem:

$H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$
woda → kation wodoru + anion wodorotlenkowy

Co to są kwaśne opady?

Kwaśne opady to zjawisko powodujące **degradację środowiska przyrodniczego**. Ich przyczyną są tlenki SO_2 i NO_2, które dostają się do atmosfery. Powstają one w wyniku spalania węgla kamiennego, ropy naftowej i gazu ziemnego, zawierających m.in. związki siarki i azotu. Tlenki te reagują w atmosferze z wodą, w wyniku czego powstające opady mają odczyn kwasowy.

$$\underset{\text{tlenek siarki(IV)}}{SO_2} + \underset{\text{woda}}{H_2O} \longrightarrow \underset{\text{kwas siarkowy(IV)}}{H_2SO_3}$$

Jakie właściwości mają kwasy?

Właściwości kwasów: kwasy w roztworach wodnych **dysocjują na kationy wodoru** i **aniony reszty kwasowej**. Ich wodne roztwory **przewodzą prąd elektryczny** (kwasy są elektrolitami) i **barwią tak samo dany wskaźnik**.



elektrolit przewodzi prąd elektryczny

Jak wykryć obecność kwasów w roztworze?

W roztworach kwasów:

- **oranż metylowy** zmienia barwę z żółtej na czerwoną,
- **uniwersalne papierki wskaźnikowe** przyjmują barwy od pomarańczowej do czerwonej.



barwa oranżu metylowego w roztworze o odczynie kwasowym

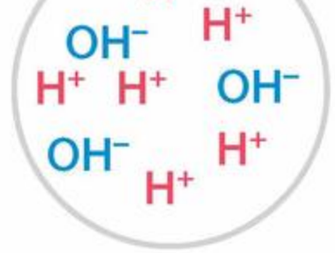


Czym jest odczyn roztworu?

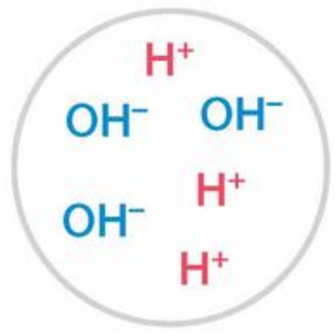
Odczyn roztworu jest cechą roztworu określającą, czy znajduje się w nim nadmiar **kationów wodoru H^+**, **anionów wodorotlenkowych OH^-**, czy też ich stężenia są sobie równe:

- **odczyn kwasowy**
  liczba H^+ > liczba OH^-
- **odczyn obojętny**
  liczba H^+ = liczba OH^-
- **odczyn zasadowy**
  liczba H^+ < liczba OH^-

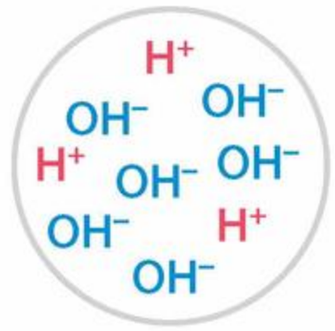
Odczyn roztworu określa się za pomocą wskaźników.



odczyn kwasowy



odczyn obojętny



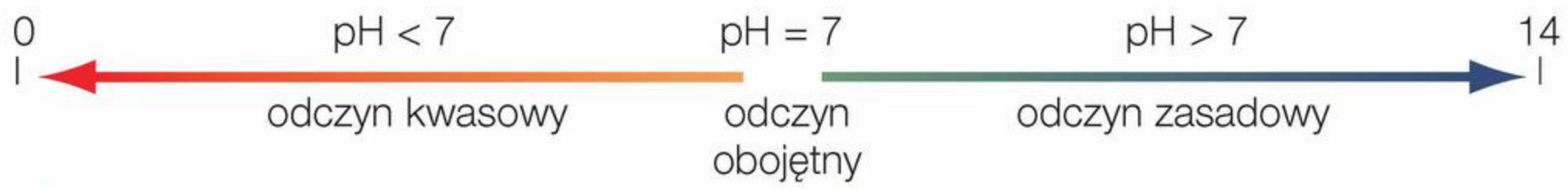
odczyn zasadowy

Co to jest pH roztworu?

pH roztworu jest **miarą kwasowości roztworu**, zależną od stężenia jonów H^+ w tym roztworze.

Czym jest skala pH?

Skala pH to **skala liczbowa** o zakresie od 0 do 14. Wartości liczbowe informują o **stężeniu kationów wodoru** w roztworze.



- zwiększa się stężenie jonów H^+
- zmniejsza się stężenie jonów OH^-
- zwiększa się kwasowość roztworu

- zmniejsza się stężenie jonów H^+
- zwiększa się stężenie jonów OH^-
- zwiększa się zasadowość roztworu

Sprawdź, czy wiesz i umiesz...

Rozwiąż zadania w zeszycie

1. Napisz nazwy kwasów o podanych wzorach sumarycznych.

HCl, H_2SO_4, H_2S, H_3PO_4, HBr

2. Napisz wzory sumaryczne kwasów o podanych nazwach.

kwas węglowy, kwas jodowodorowy, kwas azotowy(V), kwas siarkowy(IV)

3. Uzupełnij równania reakcji chemicznych.

a) $N_2O_5 + H_2O \longrightarrow$?

b) ? + ? $\longrightarrow 2HCl_{(g)}$

c) $H_2 + S \longrightarrow$?

d) ? + ? $\longrightarrow H_3PO_4$

4. Uzupełnij i uzgodnij równania reakcji dysocjacji elektrolitycznej kwasów.

a) ? $\xrightarrow{H_2O} H^+ + HSO_4^-$

b) $H_2S_{(aq)} \overset{H_2O}{\rightleftharpoons}$? + ?

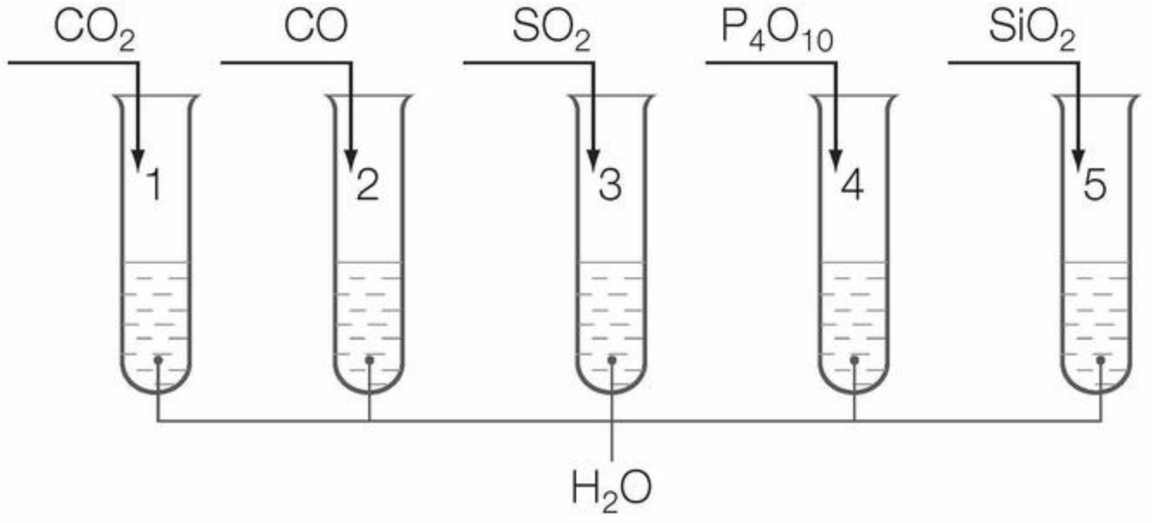
c) ? $\xrightarrow{H_2O}$? $+ NO_3^-$

d) $H_2PO_4^- \overset{H_2O}{\rightleftharpoons}$? + ?

5. Przeprowadzono doświadczenie chemiczne przedstawione na schemacie.

a) Wskaż, w których probówkach zaszły reakcje chemiczne.

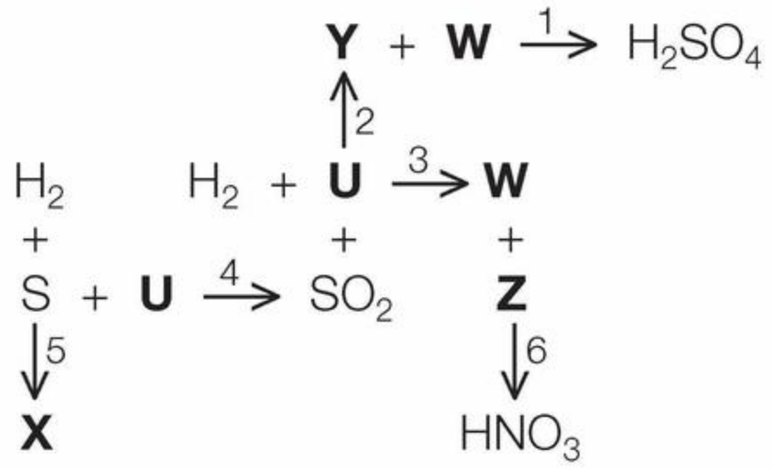
b) Napisz odpowiednie równania reakcji chemicznych.



6. Uzupełnij poniższe zdania tak, aby powstała poprawna informacja. Wybierz jedno określenie spośród podanych w każdym nawiasie.

Tlenkami, które po reakcji z parą wodną wywołują kwaśne opady, są tlenki (*kwasowe / zasadowe*), m.in. (*SO_2 / Na_2O*) i (*CuO / NO_2*). Kiedy produkty ich reakcji z parą wodną dostaną się do wód opadowych, wody te wykazują odczyn lekko (*zasadowy / kwasowy*).

7. Napisz równania reakcji chemicznych oznaczonych na chemografie cyframi (1–6)**. Napisz wzory sumaryczne i nazwy substancji oznaczonych literami** (U–Z)**.**



8. Kwas siarkowodorowy jest składnikiem niektórych wód leczniczych. Mimo charakterystycznego nieprzyjemnego zapachu tych wód lekarze zalecają kąpiele w nich, ponieważ te zabiegi wspomagają leczenie niektórych chorób.

Oblicz stężenie procentowe kwasu siarkowodorowego zawartego w wodzie leczniczej, jeśli wiadomo, że 5-litrowe opakowanie takiej wody zawiera 225 mg tego kwasu. Przyjmij, że gęstość wody leczniczej jest równa 1 $\frac{g}{cm^3}$.



Sole 2

8. Wzory i nazwy soli

Cele lekcji: Poznanie pojęcia **sól**. Omówienie budowy tej grupy związków chemicznych. Zapisywanie wzorów soli i tworzenie ich nazw.

9. Proces dysocjacji elektrolitycznej soli

Cele lekcji: Omówienie procesu dysocjacji elektrolitycznej (jonowej) soli. Zapisywanie równań reakcji dysocjacji elektrolitycznej soli.

10. Reakcje zobojętniania

Cele lekcji: Wyjaśnienie, jak przebiegają reakcje zobojętniania. Zapisywanie równań reakcji zobojętniania w formie cząsteczkowej, jonowej i jonowej skróconej.

11. Reakcje metali z kwasami

Cele lekcji: Wyjaśnienie, jak przebiegają reakcje metali z kwasami. Analizowanie szeregu aktywności metali. Przewidywanie produktów reakcji metali z kwasami na podstawie szeregu aktywności metali. Zapisywanie równań reakcji metali z kwasami.

12. Reakcje tlenków metali z kwasami

Cele lekcji: Wyjaśnienie, jak przebiegają reakcje tlenków metali z kwasami. Zapisywanie równań reakcji tlenków metali z kwasami.

13. Reakcje wodorotlenków metali z tlenkami niemetali

Cele lekcji: Wyjaśnienie, jak przebiegają reakcje zasad z tlenkami kwasowymi. Zapisywanie równań reakcji zasad z tlenkami kwasowymi.

14. Reakcje strąceniowe

Cele lekcji: Przypomnienie istoty reakcji strąceniowej. Przewidywanie wyniku reakcji strąceniowej na podstawie tabeli rozpuszczalności soli i wodorotlenków. Zapisywanie równań reakcji otrzymywania soli trudno rozpuszczalnych w formie cząsteczkowej, jonowej i jonowej skróconej.

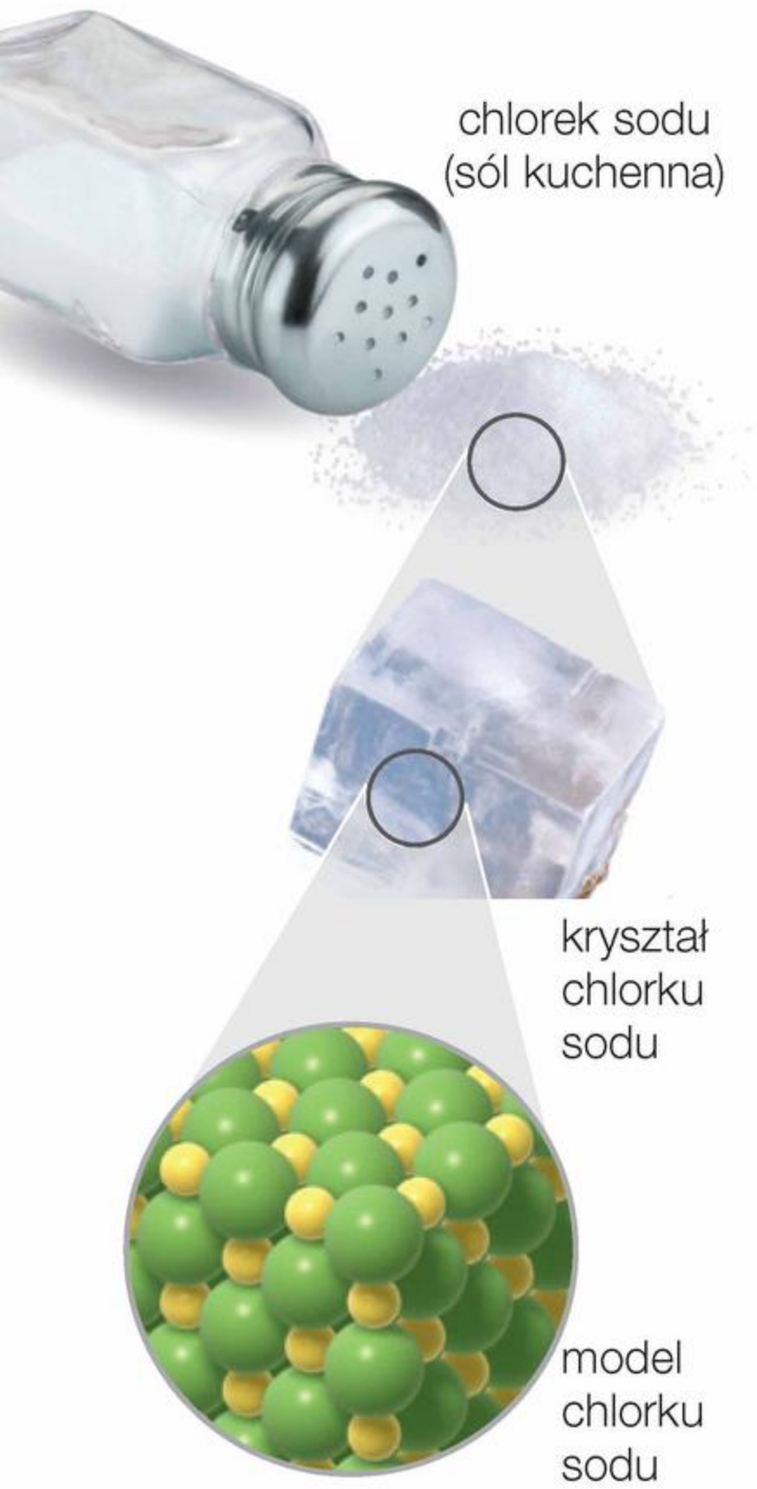
15. Inne reakcje otrzymywania soli

Cele lekcji: Poznanie innych sposobów otrzymywania soli w reakcjach: metali z niemetalami i tlenków zasadowych z tlenkami kwasowymi. Zapisywanie równań reakcji otrzymywania soli tymi sposobami.

16. Porównanie właściwości soli i ich zastosowań

Cele lekcji: Poznanie właściwości i zastosowań najważniejszych soli kwasów beztlenowych i tlenowych.

8 Wzory i nazwy soli



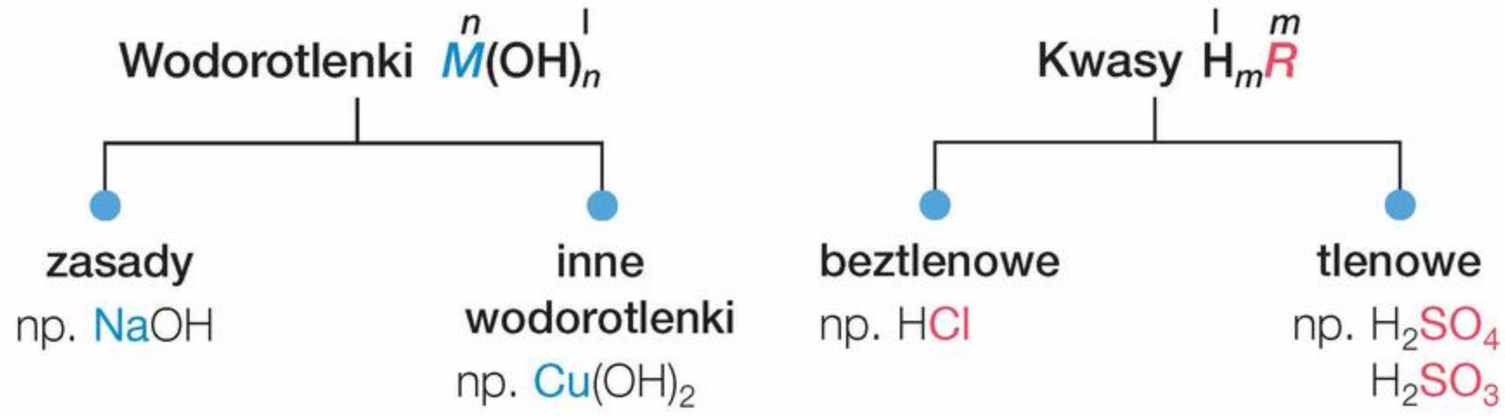
Fot. 31. W kryształach NaCl występują wiązania jonowe.

„Sól" to nazwa, którą posługujemy się na co dzień. Określa się nią substancję używaną do przyprawiania potraw – bezbarwną, stałą, o budowie krystalicznej, słonym smaku, dobrze rozpuszczalną w wodzie. Jest to związek chemiczny o nazwie systematycznej chlorek sodu i wzorze NaCl (fot. 31.).

W chemii nazwy „sól" używa się nie tylko do nazywania tego jednego związku chemicznego. Sole to grupa związków chemicznych o charakterystycznym składzie i budowie.

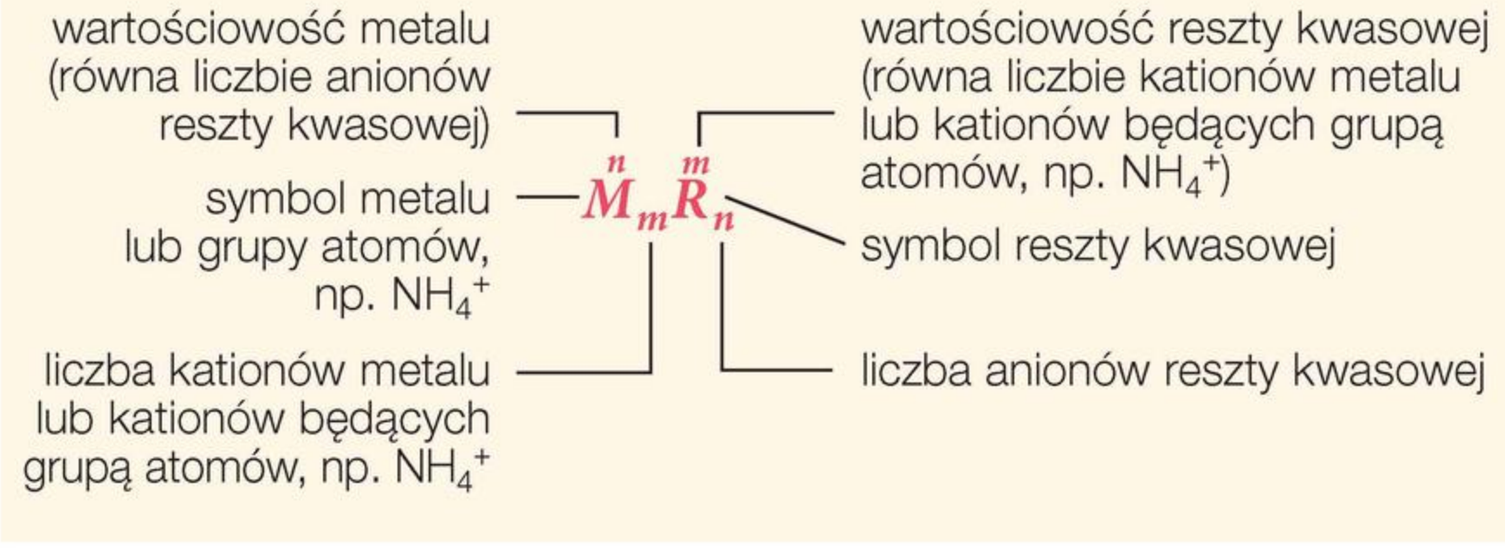
Co to są sole?

Sole są związkami chemicznymi pochodzącymi **od wodorotlenków i kwasów.**



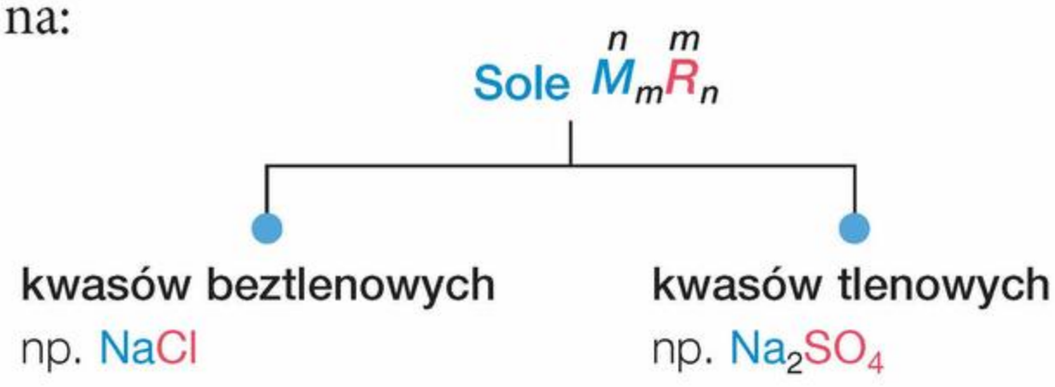
Jak są zbudowane sole?

Sole są zbudowane z **kationów metali** (lub kationów będących grupą atomów, np. NH_4^+) oraz **anionów reszt kwasowych**. Wzór ogólny soli:



Jak można podzielić sole?

Sole ze względu na budowę zawartych w nich reszt kwasowych można podzielić na:



Jak się tworzy nazwy soli?

Nazwę soli tworzy się od nazwy kwasu (tabela 6.), którego sól jest pochodną. **Do nazwy reszty kwasowej dodaje się nazwę metalu**, podaną w dopełniaczu. Jeśli metal przyjmuje różne wartościowości, to jego wartościowość uwzględnia się w nazwie soli.
Nazwy soli kwasów beztlenowych mają końcówkę **-ek**.
Nazwy soli kwasów tlenowych mają końcówkę **-an**.

I I
$NaCl$
chlorek sodu

I I
KNO_3
azotan(V) potasu

Tabela 6. Wybrane nazwy soli oraz wartościowość reszt kwasowych

Rodzaje kwasów	Nazwa kwasu	Wzór kwasu	Wartościowość reszty kwasowej	Anion reszty kwasowej	Nazwa soli
kwasy beztlenowe	kwas chlorowodorowy	HCl	I	Cl^-	chlorek
	kwas siarkowodorowy	H_2S	II	S^{2-}	siarczek
kwasy tlenowe	kwas siarkowy(IV)	H_2SO_3	II	SO_3^{2-}	siarczan(IV)
	kwas siarkowy(VI)	H_2SO_4	II	SO_4^{2-}	siarczan(VI)
	kwas azotowy(V)	HNO_3	I	NO_3^-	azotan(V)
	kwas fosforowy(V)	H_3PO_4	III	PO_4^{3-}	fosforan(V)

Jak ustalić wzór sumaryczny soli?

Wzór sumaryczny soli w najprostszy sposób można ustalić na podstawie wzoru ogólnego: $\overset{n}{M}_m\overset{m}{R}_n$.

Należy zastosować regułę:
liczba M (m) · wartościowość M (n) =
= liczba R (n) · wartościowość R (m), czyli $m \cdot n = n \cdot m$.

! Sole są związkami jonowymi, dlatego nie przedstawia się ich za pomocą wzorów strukturalnych.

Przykład 2

Jak ustalić wzór sumaryczny soli na podstawie jej nazwy?

Podaj wzór sumaryczny fosforanu(V) potasu.

Krok 1

Napisz wzór kwasu, od którego pochodzi sól. **Zaznacz** resztę kwasową i **określ** jej wartościowość.

III
H_3PO_4 —— reszta kwasowa

Ze wzoru sumarycznego kwasu fosforowego(V) wynika, że reszta kwasowa jest trójwartościowa.

Krok 2

Napisz wzór soli na podstawie wzoru ogólnego i **zaznacz** wartościowość metalu.

n m
M_mR_n
I III
KPO_4 n = I, m = III

Wzór jest niepoprawny. Nie ma równowagi wartościowości:
I ≠ III

Krok 3

Wpisz indeksy stechiometryczne i **napisz** wzór sumaryczny soli.

I III
K_3PO_4 m = 3, n = 1

Wzór jest poprawny. Występuje równowaga wartościowości:
I · 3 = III · 1

Wzór sumaryczny fosforanu(V) potasu: K_3PO_4

Przykład 3

Jak ustalić wzór sumaryczny soli na podstawie jej nazwy?

Krok 1

Napisz wzór kwasu, od którego pochodzi sól. **Zaznacz** resztę kwasową i **określ** jej wartościowość.

Podaj wzór sumaryczny siarczanu(VI) ołowiu(IV).

$\overset{\text{II}}{H_2SO_4}$

Ze wzoru sumarycznego kwasu siarkowego(VI) wynika, że reszta kwasowa jest dwuwartościowa.

Krok 2

Napisz wzór soli na podstawie wzoru ogólnego i **zaznacz** wartościowość metalu.

$\overset{n\ \ m}{M_mR_n}$ $\qquad$ $\overset{\text{IV}\quad\text{II}}{PbSO_4}$

Wzór jest niepoprawny. Nie ma równowagi wartościowości: IV ≠ II

Krok 3

Wpisz indeksy stechiometryczne i **napisz** wzór sumaryczny soli.

$\overset{\text{IV}\qquad\text{II}}{Pb_2(SO_4)_4}$ Formalnie wzór jest poprawny, gdyż IV · 2 = II · 4, ale **nie jest to wzór najprostszy**.

Należy znaleźć największy wspólny dzielnik liczb 2 i 4. Jest to liczba 2. Zatem poprawny wzór ma postać: $\overset{\text{IV}\quad\text{II}}{Pb(SO_4)_2}$

Występuje równowaga wartościowości: IV = II · 2

Wzór sumaryczny siarczanu(VI) ołowiu(IV): $Pb(SO_4)_2$

Przykład 4

Jak ustalić nazwę soli na podstawie jej wzoru sumarycznego?

Krok 1

Napisz wzór sumaryczny i nazwę kwasu, od którego pochodzi sól. **Zaznacz** resztę kwasową i **określ** jej wartościowość.

Podaj nazwę soli o wzorze sumarycznym $Cu(NO_3)_2$.

$\overset{\text{I}}{HNO_3}$

kwas azotowy(V) ⟶ azotan(V)

Ze wzoru sumarycznego kwasu azotowego(V) wynika, że reszta kwasowa jest jednowartościowa.

Krok 2

Określ wartościowość miedzi we wzorze sumarycznym soli.

$\overset{\text{II}\qquad\text{I}}{Cu(NO_3)_2}$

Krok 3

Sprawdź, czy miedź w związkach chemicznych przyjmuje tylko wartościowość II.

! Miedź w związkach chemicznych może przyjmować wartościowości I lub II.

W nazwie soli trzeba uwzględnić wartościowość miedzi.

Krok 4

Podaj nazwę soli.

Nazwa soli o wzorze $Cu(NO_3)_2$: azotan(V) miedzi(II)

Chemia wokół nas

Fajerwerki swoje barwy zawdzięczają kationom metali zawartym w solach stosowanych do ich produkcji. Kationy strontu i litu nadają płomieniom barwę czerwoną, wapnia – ceglastoczerwoną, sodu – żółtą, magnezu i glinu – białą, baru – zieloną (fot. 32.).



Fot. 32. Barwę fajerwerkom nadają kationy metali.

Rozwiąż zadania w zeszycie

1. **Przyporządkuj nazwom soli wymienionym w punkcie a) ich wzory podane w punkcie b).**
   a) azotan(V) sodu, siarczan(VI) wapnia, chlorek srebra(I), węglan sodu, siarczek glinu, siarczan(IV) żelaza(III), fosforan(V) wapnia
   b) AgCl, Na_2CO_3, $NaNO_3$, $CaSO_4$, $Ca_3(PO_4)_2$, $Fe_2(SO_3)_3$, Al_2S_3

2. **Napisz wzory sumaryczne soli o podanych nazwach.**
   a) bromek wapnia; **b)** chlorek niklu(III); **c)** azotan(V) żelaza(II); **d)** siarczan(IV) cynku; **e)** węglan potasu; **f)** fosforan(V) sodu; **g)** jodek magnezu; **h)** siarczan(VI) srebra(I); **i)** siarczek amonu

3. **Napisz nazwy systematyczne soli o podanych wzorach.**
   a) FeI_2; **b)** $Al_2(CO_3)_3$; **c)** $Sn(NO_3)_2$; **d)** $CrPO_4$; **e)** Ag_2SO_4; **f)** $MnSO_3$; **g)** CuS; **h)** $HgCl_2$; **i)** $(NH_4)_3PO_4$; **j)** $Fe(NO_3)_3$

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

1.	Sole są zawsze zbudowane z kationów reszt kwasowych i anionów metali.	P	F
2.	Sole można podzielić na sole kwasów tlenowych i sole kwasów beztlenowych.	P	F
3.	Budowę soli można przedstawić za pomocą wzorów strukturalnych.	P	F

Dla dociekliwych

5. **Wyjaśnij, co oznaczają pojęcia *wodorosole* i *hydroksosole*. Podaj przykłady nazw i wzorów tych związków chemicznych.**

Zapamiętaj!

Sole – związki chemiczne, które zbudowane są z kationów metali (lub kationów będących grupą atomów, np. NH_4^+) oraz anionów reszt kwasowych.

9

Proces dysocjacji elektrolitycznej soli



Fot. 33. Jony znajdujące się w wodzie strącają się podczas gotowania w postaci osadu.

Woda twarda, której używa się w gospodarstwach domowych, zawiera rozpuszczone sole metali, głównie wapnia i magnezu. Podczas jej ogrzewania, np. w czajniku lub w pralce, powstaje kamień kotłowy (fot. 33.). Tworzą go **trudno rozpuszczalne sole** wapnia i magnezu.

Czy sole dobrze rozpuszczają się w wodzie?

Rozpuszczalność soli w wodzie można zbadać, wykonując doświadczenie 10.

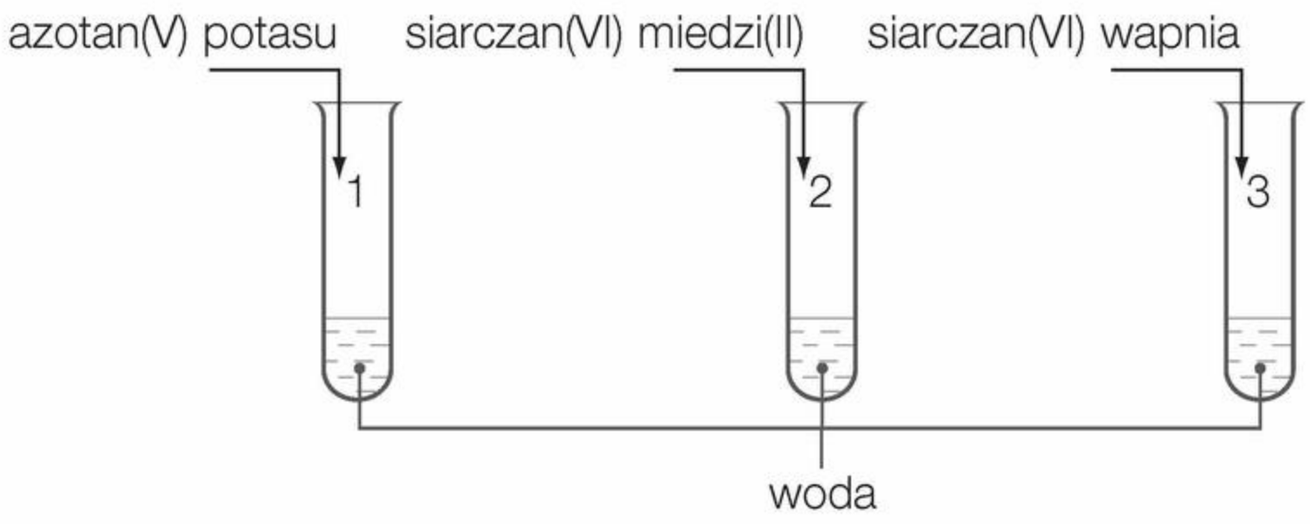
Doświadczenie 10

Badanie rozpuszczalności wybranych soli w wodzie



Instrukcja: Do trzech probówek z wodą wrzuć kolejno po kilka kryształków: azotanu(V) potasu KNO_3, siarczanu(VI) miedzi(II) $CuSO_4$ oraz siarczanu(VI) wapnia $CaSO_4$ (schemat). Zawartość probówek wymieszaj bagietką.

Schemat



Obserwacje: W probówce ① powstaje bezbarwny roztwór, a w probówce ② – niebieski, klarowny roztwór. W probówce ③ powstaje biała zawiesina, która po pewnym czasie opada na dno (fot. 34.).



Fot. 34. Badanie rozpuszczalności soli w wodzie: ① azotanu(V) potasu KNO_3; ② siarczanu(VI) miedzi(II) $CuSO_4$; ③ siarczanu(VI) wapnia $CaSO_4$.

Wniosek: Nie wszystkie sole dobrze rozpuszczają się w wodzie.

Jak ustalić, które sole dobrze rozpuszczają się w wodzie?

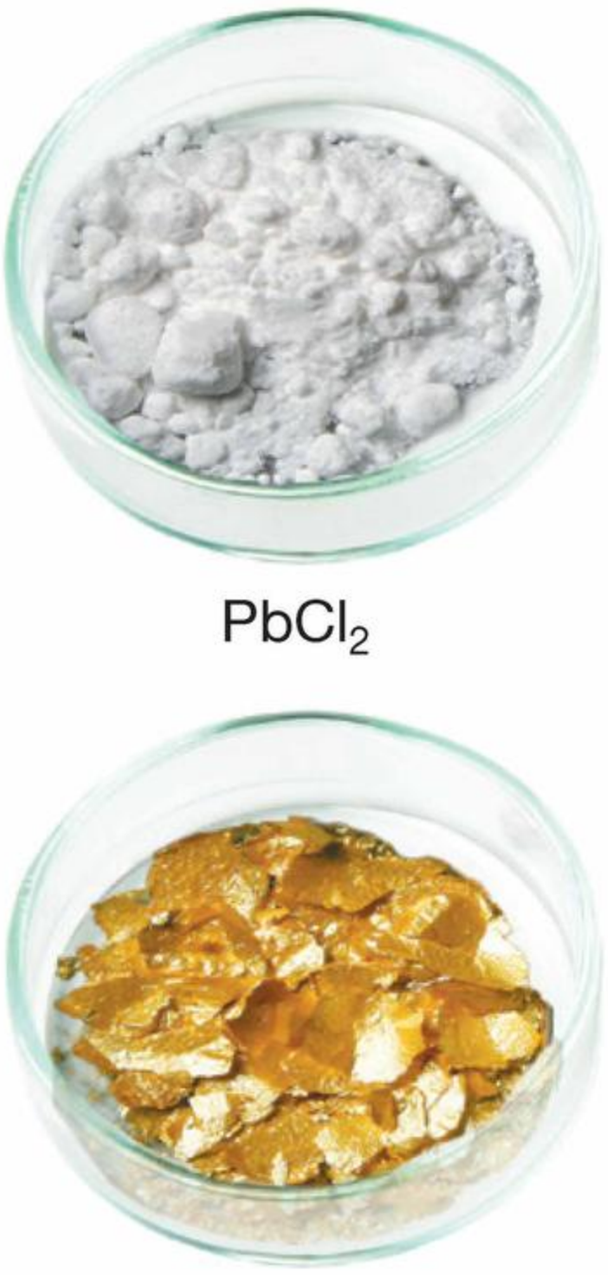
Z tabeli rozpuszczalności soli i wodorotlenków w wodzie (zamieszczonej na końcu podręcznika) można odczytać, że istnieją sole dobrze rozpuszczalne, ale są też sole średnio rozpuszczalne (fot. 35.) lub trudno rozpuszczalne w wodzie (tabela 7.).

Tabela 7. Fragment tabeli rozpuszczalności soli i wodorotlenków w wodzie

Jon	Cl^-	Br^-	I^-	NO_3^-
Ag^+	T	T	T	R
Al^{3+}	R	R	R	R
Na^+	R	R	R	R
Pb^{2+}	S	S	S	R

oznaczenie **R**, czyli substancja dobrze rozpuszczalna w wodzie

R – substancja dobrze rozpuszczalna w wodzie (>2 g/100 g H_2O)
S – substancja średnio rozpuszczalna w wodzie (0,1 g–2 g/100 g H_2O)
T – substancja trudno rozpuszczalna w wodzie (<0,1 g/100 g H_2O)
– kolory powstających osadów



Fot. 35. Sole średnio rozpuszczalne w wodzie: chlorek ołowiu(II) $PbCl_2$, jodek ołowiu(II) PbI_2.

Na czym polega dysocjacja elektrolityczna soli?

Jeśli sól rozpuszcza się w wodzie, to ulega **dysocjacji elektrolitycznej (jonowej)**, czyli rozpadowi pod wpływem cząsteczek wody na **kationy metalu** (lub kationy będące grupą atomów, np. NH_4^+) i **aniony reszty kwasowej**. Dysocjacji elektrolitycznej ulegają również sole stopione (fot. 36.).

Jak zapisać ogólne równanie dysocjacji elektrolitycznej soli?

Ogólne równanie reakcji dysocjacji elektrolitycznej soli:

$$\overset{n}{M}_m\overset{m}{R}_n \xrightarrow{H_2O} mM^{n+} + nR^{m-}$$

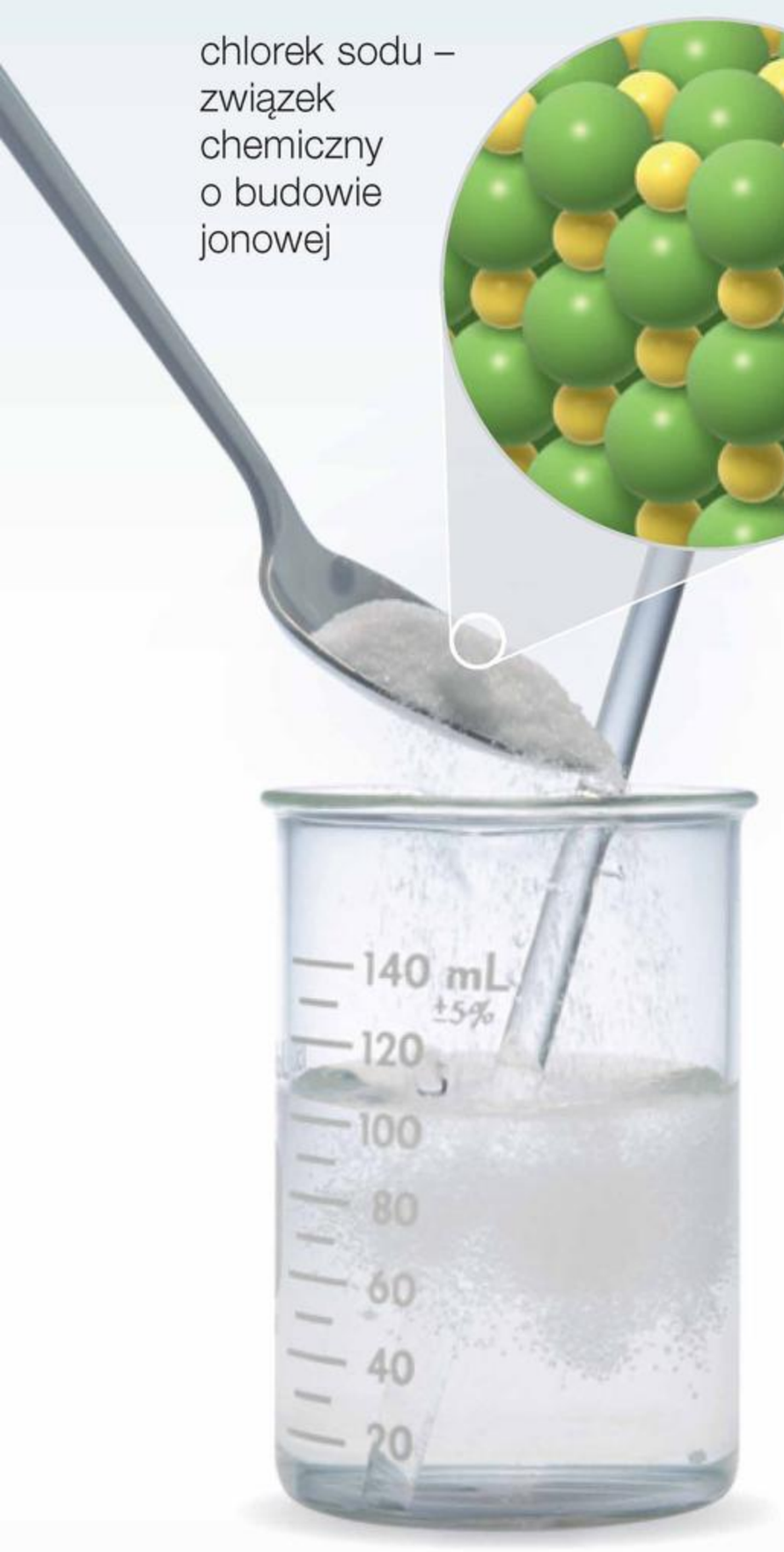
gdzie:
M – symbol metalu lub grupy atomów, np. NH_4^+,
n – wartościowość metalu (równa liczbie anionów reszty kwasowej),
R – symbol reszty kwasowej,
m – wartościowość reszty kwasowej (równa liczbie kationów metalu lub kationów będących grupą atomów, np. NH_4^+).



Fot. 36. Wodne roztwory soli i sole stopione przewodzą prąd elektryczny.

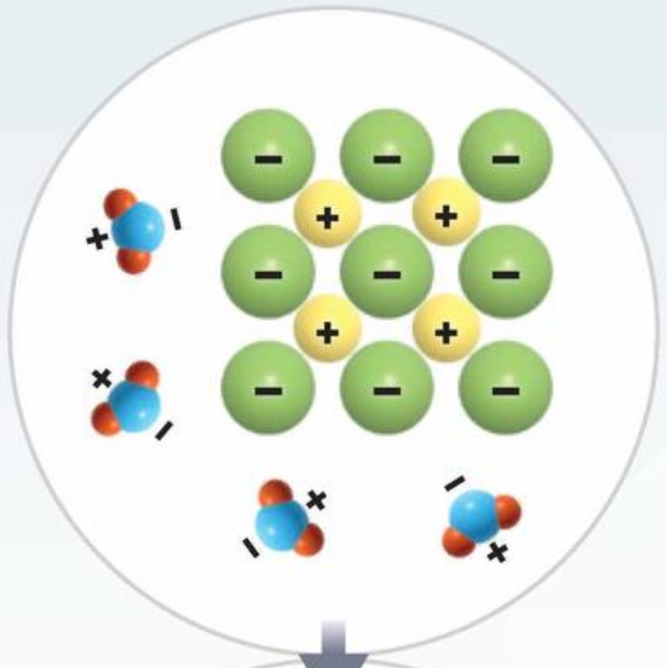
Na czym polega dysocjacja elektrolityczna soli?

Sole, **które rozpuszczają się w wodzie, ulegają dysocjacji elektrolitycznej**, czyli pod wpływem cząsteczek wody rozpadają się na kationy i aniony. Dzięki obecności jonów, powstających w procesie dysocjacji elektrolitycznej, wodne roztwory soli przewodzą prąd elektryczny, zatem sole są **elektrolitami**.

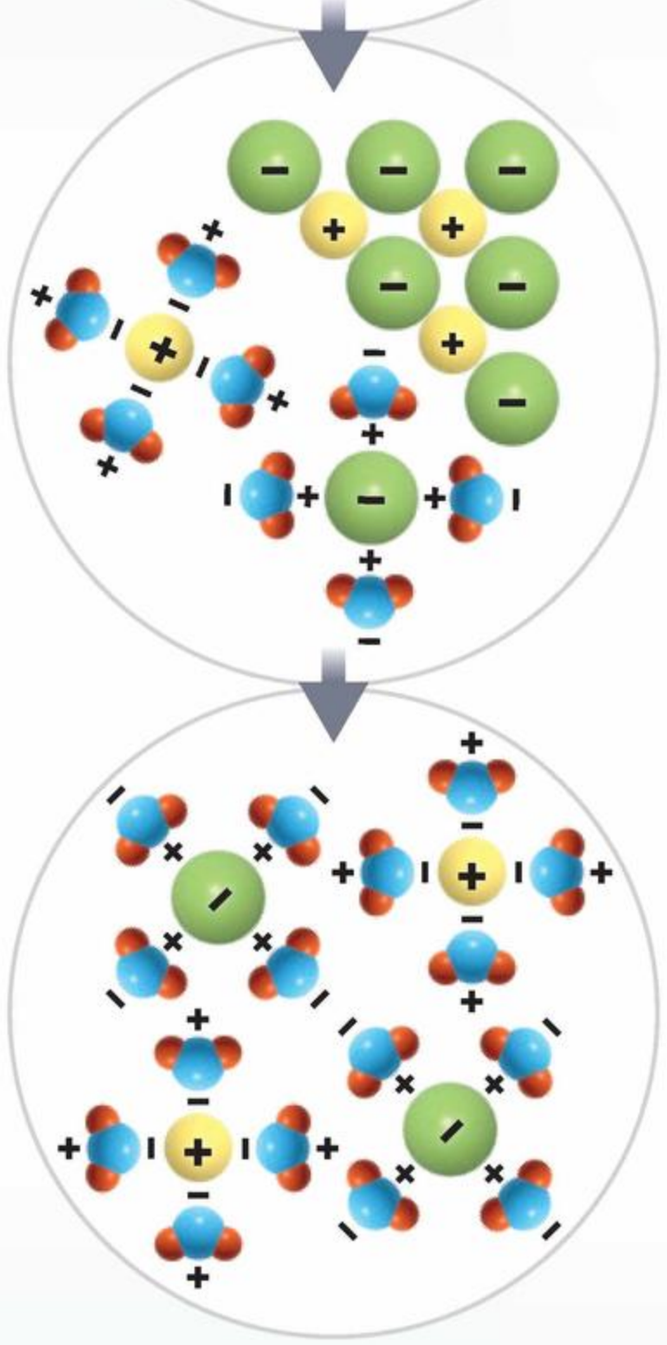


chlorek sodu – związek chemiczny o budowie jonowej

1 Cząsteczki H_2O otaczają kryształ NaCl, wiązanie w NaCl ulega osłabieniu.



2 Cząsteczki H_2O odrywają jony Na^+ i Cl^- i ustawiają się tak, aby biegun dodani był jak najbliżej jonu Cl^-, a ujemny jonu Na^+.



3 Kryształ NaCl pod wpływem cząsteczek H_2O całkowicie rozpada się na kationy Na^+ i aniony Cl^-.

Chlorek sodu dysocjuje na kationy sodu i aniony chlorkowe:



Modele:



Jakie jony powstają w wyniku dysocjacji elektrolitycznej soli?

Sole dysocjują na kationy metali (lub kationy będące grupą atomów, np. NH_4^+) i aniony reszt kwasowych.

Ładunek kationu jest liczbowo równy wartościowości metalu lub grupy atomów, np. NH_4^+.

Ładunek anionu jest liczbowo równy wartościowości reszty kwasowej.

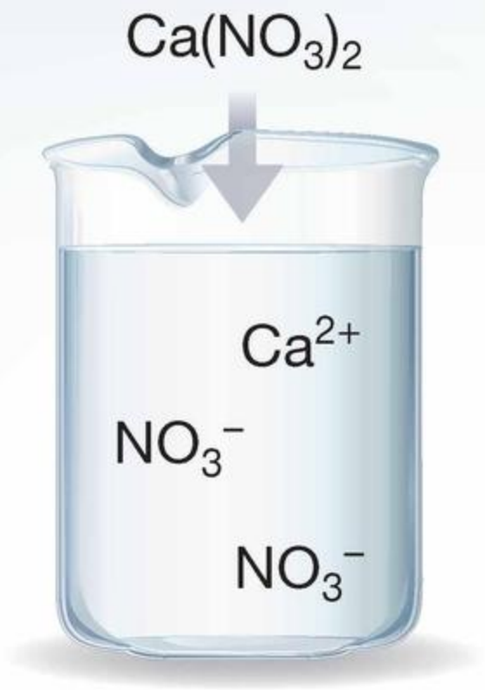
Liczba ładunków dodatnich jest równa liczbie ładunków ujemnych.

Siarczek sodu dysocjuje na kationy sodu i aniony siarczkowe:

$$\overset{\text{I}}{Na_2}\overset{\text{II}}{S} \xrightarrow{H_2O} 2Na^+ + S^{2-}$$

siarczek sodu → kationy sodu + anion siarczkowy





Azotan(V) wapnia dysocjuje na kationy wapnia i aniony azotanowe(V):

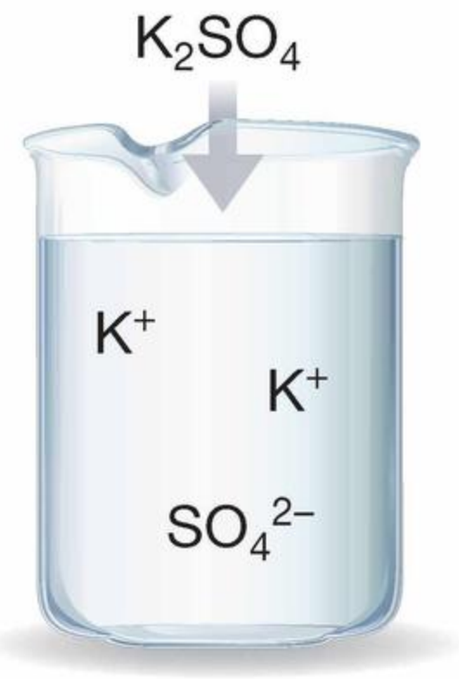
$$\overset{\text{II}}{Ca}(\overset{\text{I}}{NO_3})_2 \xrightarrow{H_2O} Ca^{2+} + 2NO_3^-$$

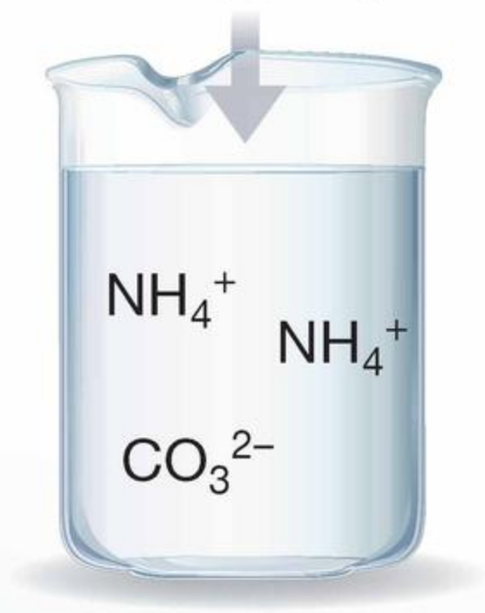
azotan(V) wapnia → kation wapnia + aniony azotanowe(V)

Siarczan(VI) potasu dysocjuje na kationy potasu i aniony siarczanowe(VI):

$$\overset{\text{I}}{K_2}\overset{\text{II}}{SO_4} \xrightarrow{H_2O} 2K^+ + SO_4^{2-}$$

siarczan(VI) potasu → kationy potasu + anion siarczanowy(VI)

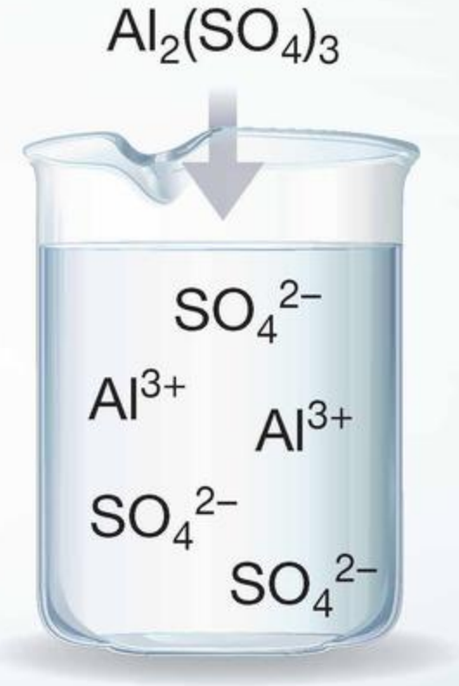




Węglan amonu dysocjuje na kationy amonu i aniony węglanowe:

$$\overset{\text{I}}{(NH_4)_2}\overset{\text{II}}{CO_3} \xrightarrow{H_2O} 2NH_4^+ + CO_3^{2-}$$

węglan amonu → kationy amonu + anion węglanowy



Siarczan(VI) glinu dysocjuje na kationy glinu i aniony siarczanowe(VI):

$$\overset{\text{III}}{Al_2}(\overset{\text{II}}{SO_4})_3 \xrightarrow{H_2O} 2Al^{3+} + 3SO_4^{2-}$$

siarczan(VI) glinu → kationy glinu + aniony siarczanowe(VI)

Przykład 5

Jak napisać równanie reakcji dysocjacji elektrolitycznej soli?

Krok 1

Napisz wzór sumaryczny soli oraz **zaznacz** wartościowość metalu i reszty kwasowej.

Napisz i odczytaj równanie reakcji dysocjacji elektrolitycznej siarczanu(VI) żelaza(III).

$\overset{III}{Fe_2}(\overset{II}{SO_4})_3$

Krok 2

Napisz równanie reakcji dysocjacji elektrolitycznej soli.

$\overset{III}{Fe_2}(\overset{II}{SO_4})_3 \xrightarrow{H_2O} \mathbf{2}Fe^{3+} + \mathbf{3}SO_4^{2-}$

Ładunek kationu jest liczbowo równy wartościowości metalu, czyli 3 = III.
Liczba ładunków dodatnich: 2 · (3+) = 6

Ładunek anionu jest liczbowo równy wartościowości reszty kwasowej, czyli 2 = II.
Liczba ładunków ujemnych: 3 · (2–) = 6

Liczba ładunków dodatnich = Liczba ładunków ujemnych

Krok 3

Odczytaj równanie reakcji dysocjacji elektrolitycznej tej soli.

Siarczan(VI) żelaza(III) dysocjuje na kationy żelaza(III) i aniony siarczanowe(VI).

Rozwiąż zadania w zeszycie

1. **Wskaż, które z soli o podanych wzorach sumarycznych dobrze rozpuszczają się w wodzie.** Skorzystaj z tabeli rozpuszczalności soli i wodorotlenków w wodzie.
   $MgSO_4$, $(NH_4)_3PO_4$, AgBr, ZnS, $MnSO_3$, $CuSO_4$, $CaCl_2$
2. **Napisz równania reakcji dysocjacji elektrolitycznej soli dla podanych substratów** (a–e) **i produktów** (f–i)**.**
   a) $ZnCl_2$; **b)** $(NH_4)_2S$; **c)** K_2S; **d)** Na_2CO_3; **e)** $FeBr_3$; **f)** Al^{3+} i Cl^-; **g)** Cr^{3+} i SO_4^{2-}; **h)** Cu^{2+} i SO_4^{2-}; **i)** Al^{3+} i Br^-
3. **Oceń prawdziwość podanych zdań dotyczących dysocjacji elektrolitycznej soli:**
   $Fe(NO_3)_3 \xrightarrow{H_2O} Fe^{3+} + 3NO_3^-$
   Wybierz P, jeśli zdanie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

1.	W roztworze wodnym tej soli znajduje się trzy razy więcej anionów niż kationów.	**P**	**F**
2.	W wyniku dysocjacji tej soli powstają aniony azotanowe(III).	**P**	**F**
3.	W wyniku dysocjacji tej soli powstają kationy żelaza(II).	**P**	**F**

4. **Wybierz nazwy tych soli, które należy rozpuścić w wodzie, aby roztwór zawierał dwa razy mniej kationów niż anionów. Napisz odpowiednie równania reakcji chemicznych.**
   azotan(V) wapnia, chlorek glinu, siarczan(VI) sodu, chlorek żelaza(III), węglan potasu, fosforan(V) sodu, siarczan(IV) potasu, chlorek miedzi(II), siarczek potasu

Zapamiętaj!

Dysocjacja elektrolityczna (jonowa) soli – rozpad soli pod wpływem cząsteczek wody na kationy metali (lub kationy będące grupą atomów, np. NH_4^+) i aniony reszt kwasowych. Dysocjacji elektrolitycznej ulegają również sole stopione.

10 Reakcje zobojętniania



Fot. 37. Żucie gumy zwiększa wydzielanie śliny, która dostarcza składników zobojętniających kwasy.

Podczas żucia gumy w jamie ustnej zachodzą reakcje zobojętniania kwasów powstających po zjedzeniu posiłku (fot. 37.). Dlatego zaleca się żucie gumy niezawierającej cukru przez 20 minut po jedzeniu.

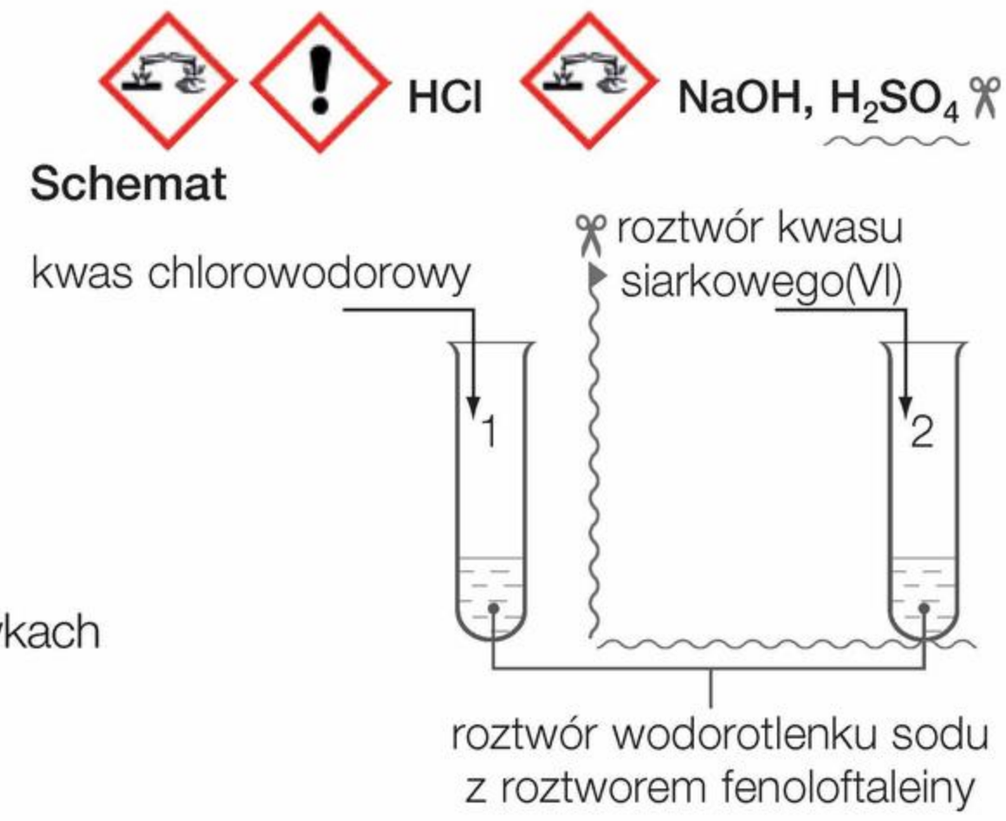
Jakie rodzaje substancji reagują ze sobą?

Reakcje chemiczne przebiegają łatwiej, gdy reagują ze sobą **substancje o przeciwnych charakterach chemicznych**, np. metal z niemetalem, kwas z zasadą.

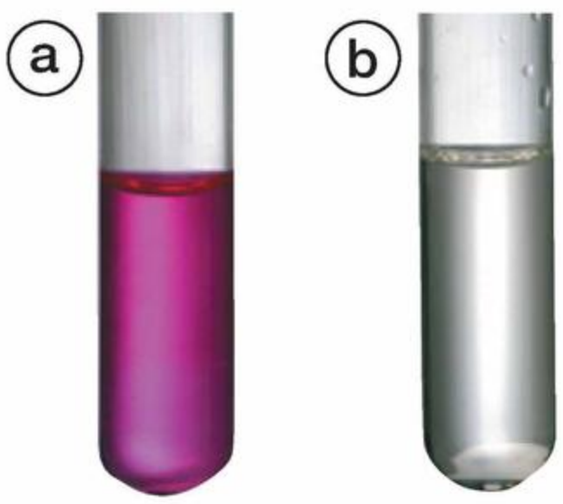
Doświadczenie 11

Reakcja kwasu z zasadą

Instrukcja: Przygotuj dwie probówki z roztworem wodorotlenku sodu. Do każdej probówki dodaj po jednej kropli roztworu fenoloftaleiny. Do probówki 1. dodawaj kroplami kwas chlorowodorowy, a do probówki 2. – roztwór kwasu siarkowego(VI) (schemat).



Obserwacje: Zawartość probówek po dodaniu roztworu fenoloftaleiny zabarwiła się w obu probówkach na malinowo (różowoczerwono) (fot. 38.a), a pod wpływem kwasów odbarwiła się (fot. 38.b).



Fot. 38. Otrzymywanie soli: (a) roztwór NaOH z fenoloftaleiną; (b) odbarwienie fenoloftaleiny pod wpływem HCl i H_2SO_4.

Wniosek: Zaszły reakcje chemiczne, zmienił się odczyn roztworu. Z substancji o odczynie zasadowym (probówka (a)) powstała substancja o odczynie obojętnym (probówka (b)).

Chemia wokół nas

W medycynie reakcje zobojętniania wykorzystuje się do zobojętniania nadmiaru wydzielanego soku żołądkowego. Pacjentom cierpiącym na nadkwasotę podaje się leki o odczynie zasadowym (fot. 39.). Kwas solny obecny w sokach trawiennych reaguje z wodorotlenkiem wchodzącym w skład leku, a produktem tej reakcji chemicznej są sole.



Fot. 39. Leki neutralizujące nadmiar soku żołądkowego usuwają jedynie objawy, nie likwidują przyczyny nadkwasoty.

W **probówce 1.** (patrz doświadczenie 11., s. 71) kwas chlorowodorowy reaguje z wodorotlenkiem sodu:

zapis cząsteczkowy

$$\underset{\text{kwas chlorowodorowy}}{HCl} + \underset{\text{wodorotlenek sodu}}{NaOH} \longrightarrow \underset{\text{chlorek sodu}}{NaCl} + \underset{\text{woda}}{H_2O}$$

Ta reakcja chemiczna zachodzi w roztworze wodnym, więc wodorotlenek sodu, kwas chlorowodorowy i chlorek sodu ulegają dysocjacji elektrolitycznej. Równanie reakcji chemicznej można zatem napisać jonowo:

zapis jonowy

$$\underline{H^+} + Cl^- + Na^+ + \underline{OH^-} \longrightarrow Na^+ + Cl^- + \underline{H_2O}$$

kation wodoru; anion chlorkowy; kation sodu; anion wodorotlenkowy; kation sodu; anion chlorkowy; cząsteczka wody

! Występujące po obu stronach równania **jony, które nie zostały podkreślone** w równaniu reakcji chemicznej, **można pominąć**.

Jony H^+ i OH^-, podkreślone w równaniu reakcji chemicznej, tworzą cząsteczkę wody:

skrócony zapis jonowy

$$H^+ + OH^- \longrightarrow H_2O$$

W **probówce 2.** (patrz doświadczenie 11., s. 71) kwas siarkowy(VI) reaguje z wodorotlenkiem sodu:

zapis cząsteczkowy

$$\underset{\text{kwas siarkowy(VI)}}{H_2SO_4} + 2\underset{\text{wodorotlenek sodu}}{NaOH} \longrightarrow \underset{\text{siarczan(VI) sodu}}{Na_2SO_4} + 2\underset{\text{woda}}{H_2O}$$

zapis jonowy

$$\underline{2H^+} + SO_4^{2-} + 2Na^+ + \underline{2OH^-} \longrightarrow 2Na^+ + SO_4^{2-} + \underline{2H_2O}$$

kationy wodoru; anion siarczanowy(VI); kationy sodu; aniony wodorotlenkowe; kationy sodu; anion siarczanowy(VI); cząsteczki wody

skrócony zapis jonowy

$$2H^+ + 2OH^- \longrightarrow 2H_2O \;|:2$$
$$H^+ + OH^- \longrightarrow H_2O$$

Jak zapisać ogólny przebieg reakcji zobojętniania?

Ogólny przebieg reakcji zobojętniania:

kwas + zasada ⟶ sól + woda

Reakcja kwasu z zasadą nosi nazwę **reakcji zobojętniania**. Jest ona jednym ze sposobów otrzymywania soli.

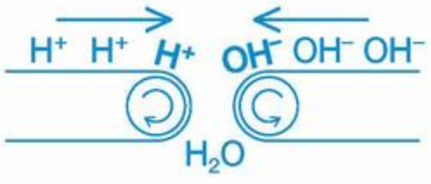
Na czym polega reakcja zobojętniania?

W wyniku reakcji kwasu (odczyn kwasowy) **z zasadą** (odczyn zasadowy) **powstaje cząsteczka wody** (odczyn obojętny).

Ogólne równanie reakcji zobojętniania ma postać:

$$H^+ + OH^- \longrightarrow H_2O$$

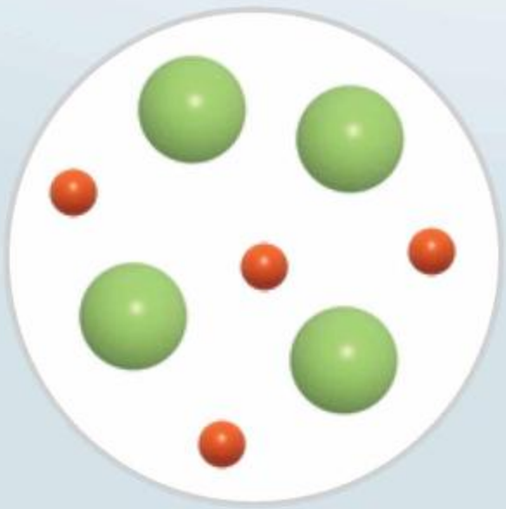
Skojarz i zapamiętaj!



Reakcja zobojętniania to reakcja między **kationami H^+** a **anionami OH^-**, której produktem są **cząsteczki wody**.

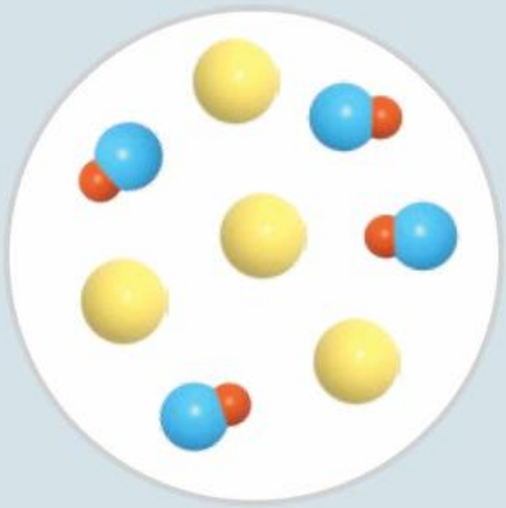
Jak przebiega reakcja zobojętniania?

W wyniku reakcji kwasu (odczyn kwasowy) z zasadą (odczyn zasadowy) powstaje cząsteczka wody (odczyn obojętny). Reakcja kwasu z zasadą nosi nazwę reakcji zobojętniania.



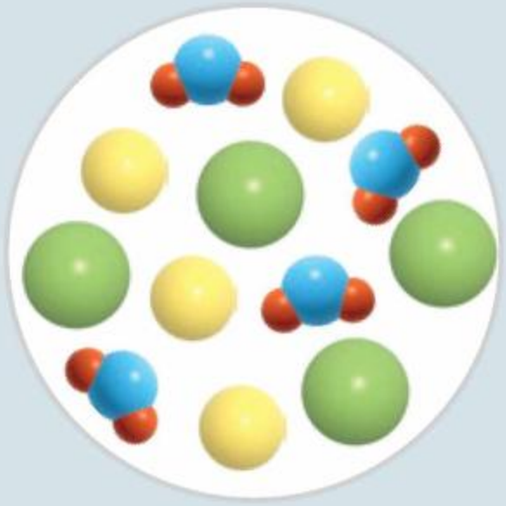
kwas
Obecność jonów H^+ **decyduje o odczynie kwasowym roztworu**.

+



zasada
Obecność jonów OH^- **decyduje o odczynie zasadowym roztworu**.

↓



sól + woda
Roztwór zmienił **odczyn na obojętny** po dodaniu ściśle określonej ilości kwasu do zasady.



Modele:

- anionu chlorkowego Cl^-
- kationu sodu Na^+
- cząsteczki wody H_2O
- anionu wodorotlenkowego OH^-
- kationu wodoru H^+

$$\underset{\text{kation wodoru}}{H^+} + \underset{\text{anion wodorotlenkowy}}{OH^-} \longrightarrow \underset{\text{cząsteczka wody}}{H_2O}$$

Chemia wokół nas



Kwasowy odczyn jadu pszczoły (fot. 40.) można zneutralizować wodnym roztworem sody oczyszczonej, który ma odczyn zasadowy. Ten sposób będzie jednak nieskuteczny w wypadku użądlenia przez osę, której jad ma odczyn zasadowy. Ulgę przyniesie wówczas przyłożenie plasterka cebuli (odczyn kwasowy).

Fot. 40. Jad pszczoły ma odczyn kwasowy.

Rozwiąż zadania w zeszycie

1. **Napisz równanie reakcji kwasu fosforowego(V) z zasadą sodową i kwasu siarkowego(VI) z zasadą potasową.**

2. **Napisz równania reakcji otrzymywania soli, jeżeli:**
   a) jednym z substratów jest $Ba(OH)_2$, a jednym z produktów $BaCl_2$;
   b) substratami są KOH i H_3PO_4;
   c) jednym z substratów jest HNO_3, a jednym z produktów $Ca(NO_3)_2$;
   d) produktami są $SrSO_4$ i H_2O;
   e) jednym z substratów jest H_2S, a jednym z produktów $(NH_4)_2S$.

3. **Napisz równania reakcji zobojętniania, stosując zapis jonowy i skrócony zapis jonowy.**
   a) $Ba(OH)_2 + 2HNO_3 \longrightarrow Ba(NO_3)_2 + 2H_2O$
   b) $2KOH + H_2SO_4 \longrightarrow K_2SO_4 + 2H_2O$
   c) $Ca(OH)_2 + 2HMnO_4 \longrightarrow Ca(MnO_4)_2 + 2H_2O$
   d) $2LiOH + H_2CrO_4 \longrightarrow Li_2CrO_4 + 2H_2O$
   e) $3(NH_3 + H_2O) + H_3PO_4 \longrightarrow (NH_4)_3PO_4 + 3H_2O$

4. **Napisz w formie cząsteczkowej równania reakcji zobojętniania podane w formie jonowej.**
   a) $Ca^{2+} + 2OH^- + 2H^+ + 2NO_3^- \longrightarrow Ca^{2+} + 2NO_3^- + 2H_2O$
   b) $3Li^+ + 3OH^- + 3H^+ + PO_4^{3-} \longrightarrow 3Li^+ + PO_4^{3-} + 3H_2O$
   c) $2K^+ + 2OH^- + 2H^+ + SO_4^{2-} \longrightarrow 2K^+ + SO_4^{2-} + 2H_2O$

5. Przeprowadzono doświadczenie chemiczne, którego celem było otrzymanie roztworu chlorku sodu NaCl o odczynie obojętnym. Do wykonania doświadczenia użyto roztworu wodorotlenku sodu i kwas chlorowodorowy. W wyniku doświadczenia uzyskano jednak roztwór o pH niższym niż 7. **Uzupełnij poniższe zdanie tak, aby powstała poprawna informacja. Wybierz jedno określenie spośród podanych w każdym nawiasie.**

   Roztwór otrzymany w wyniku przeprowadzonego doświadczenia ma odczyn (*kwasowy / zasadowy*), ponieważ użyto zbyt dużej ilości (*wodorotlenku sodu / kwasu chlorowodorowego*).

Dla dociekliwych

6. **Przedstaw zapis cząsteczkowy i zapis jonowy równania reakcji zobojętniania, stosując ogólne wzory kwasów, zasad i soli.**

Zapamiętaj!

Reakcja zobojętniania – reakcja kwasu z zasadą, w wyniku której powstaje cząsteczka wody.

11 Reakcje metali z kwasami

Żelazo jest głównym składnikiem stali – stopu, z którego wykonuje się m.in. kadłuby statków. W kontakcie z wodą morską żelazo ulega korozji. Dlatego w celu ograniczenia tego procesu w kadłubach umieszcza się sztaby z cynku (fot. 41.). W miejscu, w którym metale się stykają, cynk koroduje szybciej niż żelazo i dzięki temu chroni kadłub statku.



Fot. 41. Cynk ulega korozji szybciej niż żelazo.

Jak przebiega reakcja metalu z kwasem?

Przebieg reakcji metalu z kwasem można zbadać, wykonując doświadczenie 12.

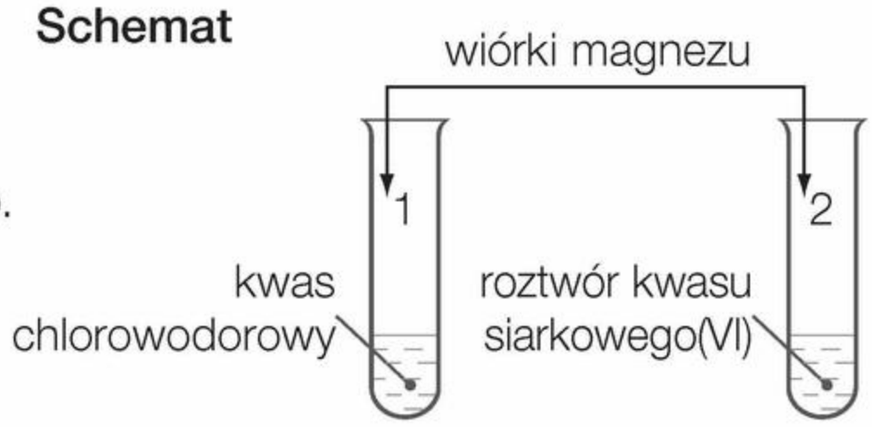
Doświadczenie 12

Reakcje magnezu z kwasami

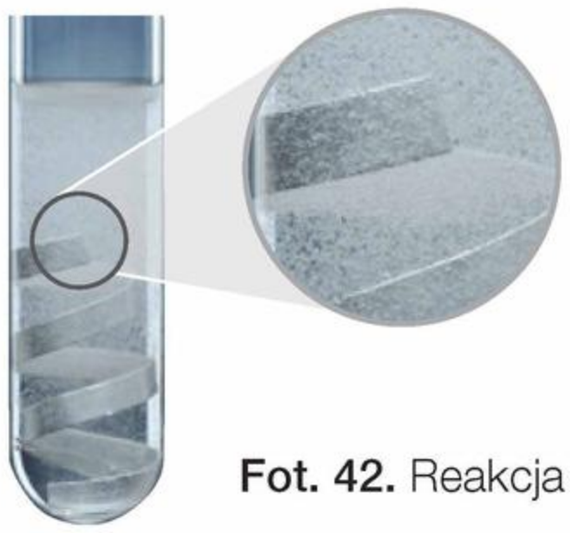


Instrukcja: Do dwóch probówek z kwasem chlorowodorowym (probówka 1.) i roztworem kwasu siarkowego(VI) (probówka 2.) wrzuć kilka wiórków magnezu (schemat). Ostrożnie dotknij dłonią dna każdej z probówek. Do ich wylotów zbliż zapalone łuczywo.

Schemat



Obserwacje: Reakcje chemiczne w obu probówkach zachodzą gwałtownie, wydzielają się pęcherzyki gazu (fot. 42.). Probówki są gorące. Po zbliżeniu płonącego łuczywa do wylotów probówek słychać charakterystyczny dźwięk.



Fot. 42. Reakcja magnezu z kwasem chlorowodorowym.

Wniosek: W reakcjach magnezu z kwasami wydziela się wodór. Magnez wypiera wodór z kwasu. Są to **reakcje egzotermiczne**.

Przebieg reakcji chemicznych, zachodzących w doświadczeniu 12., można przedstawić następującymi równaniami:

$$\underset{\text{magnez}}{Mg} + \underset{\substack{\text{kwas}\\\text{chlorowodorowy}}}{2HCl} \longrightarrow \underset{\text{chlorek magnezu}}{MgCl_2} + \underset{\text{wodór}}{H_2\uparrow}$$

zapis cząsteczkowy

$$\underset{\text{magnez}}{Mg} + \underset{\text{kwas siarkowy(VI)}}{H_2SO_4} \longrightarrow \underset{\text{siarczan(VI) magnezu}}{MgSO_4} + \underset{\text{wodór}}{H_2\uparrow}$$

zapis cząsteczkowy

Jak można podzielić metale ze względu na ich aktywność chemiczną?

Aktywność chemiczną metali określa się na podstawie możliwości wypierania przez nie wodoru z kwasu i wody. Metale ułożone są w szeregu w kolejności od najbardziej do najmniej aktywnego chemicznie. Na podstawie szeregu aktywności metali można określić wzajemną aktywność chemiczną metali, a więc stwierdzić, który z metali jest bardziej aktywny, np. magnez jest metalem o większej aktywności chemicznej niż cynk i miedź. Metale bardziej aktywne od wodoru (np. sód Na, potas K, wapń Ca i magnez Mg) reagują z kwasami, tworząc sole.

Szereg aktywności wybranych metali

aktywność chemiczna metali maleje

Li	K	Ca	Na	**Mg**	Al	Mn	**Zn**	Fe	Sn	Pb

metale bardziej aktywne od wodoru

wypierają wodór z wody i kwasów

metal + kwas ⟶ sól + wodór ↑

substraty:
Mg + HCl



substraty:
Zn + HCl



$Mg + 2HCl \longrightarrow MgCl_2 + H_2\uparrow$

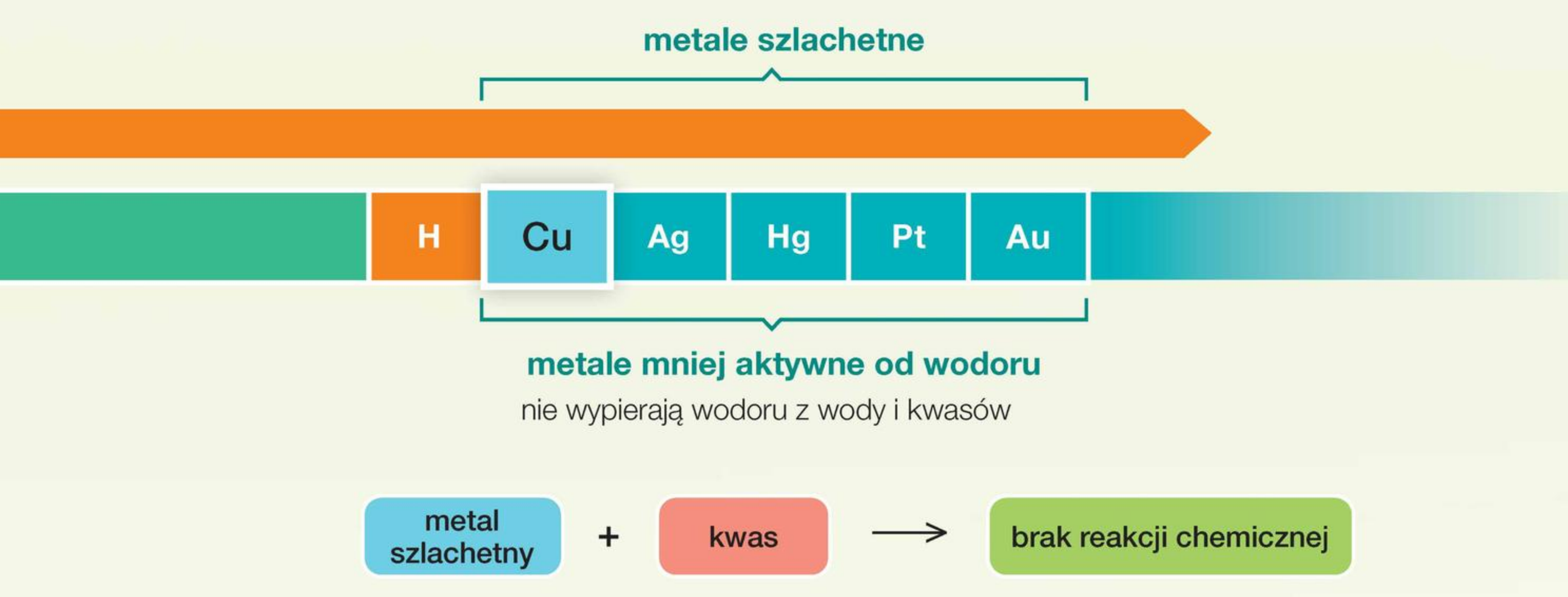
magnez — kwas chlorowodorowy — chlorek magnezu — wodór

$Zn + 2HCl \longrightarrow ZnCl_2 + H_2\uparrow$

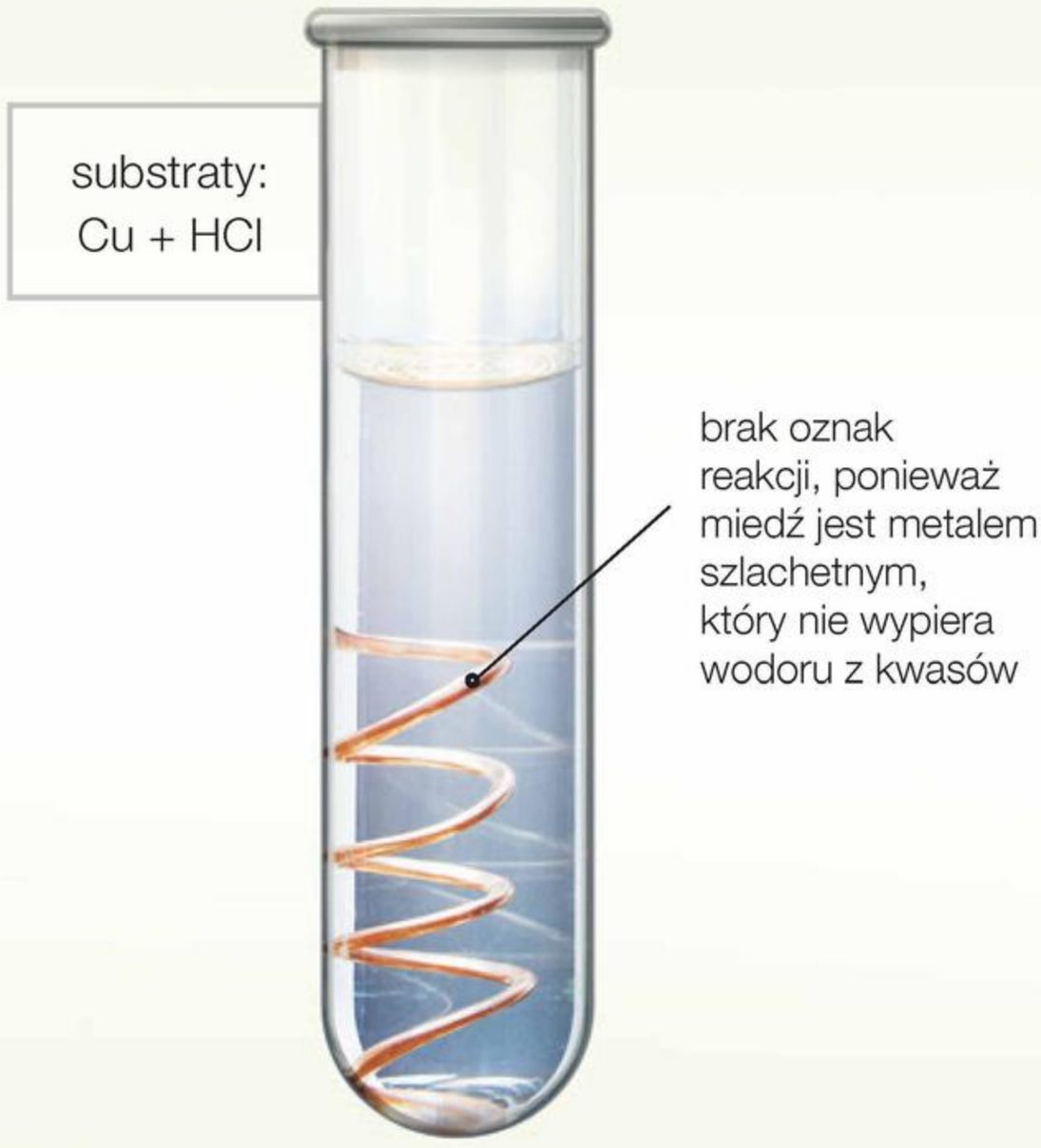
cynk — kwas chlorowodorowy — chlorek cynku — wodór

Metale szlachetne

Metale szlachetne, czyli miedź Cu, srebro Ag, rtęć Hg, platyna Pt i złoto Au, mają mniejszą aktywność chemiczną od wodoru i nie wypierają go z kwasów i wody.



metal szlachetny + kwas → brak reakcji chemicznej



$$Cu + HCl \longrightarrow \text{reakcja nie zachodzi}$$

miedź — kwas chlorowodorowy

Czy każdy metal reaguje z każdym kwasem?

Nie wszystkie metale reagują z kwasami.

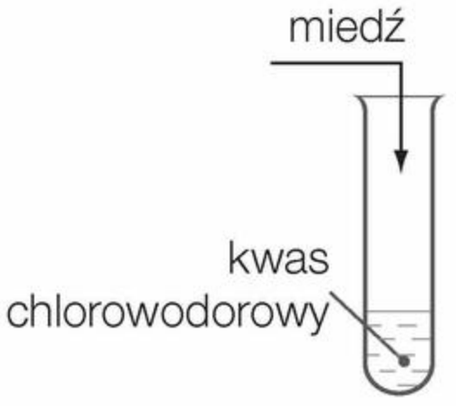
Doświadczenie 13

Działanie kwasu chlorowodorowego na miedź

Instrukcja: W probówce z kwasem chlorowodorowym umieść kawałek miedzi (schemat).



Schemat



Obserwacje: Brak objawów reakcji chemicznej (fot. 43.).



Fot. 43. Działanie kwasu chlorowodorowego na miedź.

Wniosek: Miedź, w przeciwieństwie do magnezu (patrz doświadczenie 12., s. 75), nie reaguje z kwasem chlorowodorowym, nie wypiera z niego wodoru. **Miedź należy do metali szlachetnych.**

Jak zapisać ogólny przebieg reakcji otrzymywania soli z metalu aktywnego i kwasu?

Ogólny przebieg reakcji metalu aktywnego z kwasem:

$$\text{metal} + \text{kwas} \longrightarrow \text{sól} + \text{wodór}\uparrow$$

(bardziej aktywny od wodoru)

Reakcja **kwasu z metalem bardziej aktywnym od wodoru** (patrz szereg aktywności metali s. 76–77) jest jednym ze sposobów otrzymywania soli.

Dla dociekliwych



Czasem można usłyszeć stwierdzenie, że metal rozpuścił się w kwasie. Gdyby było ono prawdziwe i metal rzeczywiście by się rozpuszczał, to po odparowaniu roztworu powinno się go odzyskać. Jednak tak się nie dzieje. Zachodzi reakcja chemiczna, w której powstaje sól. W odniesieniu do reakcji chemicznej metalu z kwasem używa się pojęcia **roztwarzanie**. Należy więc mówić: „metal reaguje z kwasem" lub „metal roztwarza się w kwasie" (fot. 44.).

Fot. 44. Jednym z produktów reakcji miedzi ze stężonym roztworem kwasu azotowego(V) HNO_3 jest trujący gaz – tlenek azotu(IV) NO_2.

Rozwiąż zadania w zeszycie

1. **Napisz równania reakcji otrzymywania soli, jeżeli substratami są:**
   a) Ca i HCl;
   b) Na i H_2SO_4;
   c) K i H_2S;
   d) Al i H_3PO_4.

2. **Napisz równania reakcji metalu z kwasem, jeżeli:**
   a) jednym z produktów jest $SnCl_2$;
   b) jednym z produktów jest $Fe(NO_3)_2$;
   c) substratami są Al i H_2SO_4;
   d) jednym z produktów jest K_2S;
   e) substratami są Ni i H_3PO_4.

3. **Podaj po dwa przykłady metali, które:**
   a) wypierają wodór z wody i z kwasów;
   b) nie wypierają wodoru z wody i z kwasów.

4. **Ustal, który z metali jest bardziej aktywny.** Skorzystaj z szeregu aktywności metali, s. 76–77.
   a) magnez czy żelazo
   b) cynk czy glin
   c) miedź czy srebro
   d) rtęć czy ołów

5. **Dokończ zdanie. Wybierz odpowiedź A lub B i jej uzasadnienie 1. albo 2.**
   Do zlewki z kwasem chlorowodorowym wrzucono kawałki cynku.
   W zlewce

A.	zajdzie reakcja chemiczna,	ponieważ cynk jest metalem o	**1.**	mniejszej aktywności chemicznej niż wodór i nie wyprze wodoru z kwasu.
B.	nie zajdzie reakcja chemiczna,		**2.**	większej aktywności chemicznej niż wodór i wyprze wodór z kwasu.

6. **Napisz równania reakcji otrzymywania podanych soli wszystkimi poznanymi sposobami.** Skorzystaj z szeregu aktywności metali, s. 76–77.
   a) siarczanu(VI) litu
   b) fosforanu(V) wapnia
   c) azotanu(V) sodu
   d) chlorku potasu

7. **Oblicz, ile gramów wapnia przereagowało z kwasem chlorowodorowym, jeżeli w wyniku tej reakcji chemicznej powstało 22,2 g soli.**

8. Produktem reakcji chemicznej potasu z kwasem o wzorze H_2EO_n jest sól o wzorze K_2EO_n. Masa cząsteczkowa tej soli to 174 u, a zawartość procentowa (procent masowy) tlenu wynosi w niej 36,78 %. **Napisz wzór sumaryczny i nazwę tej soli.** Masy atomowe pierwiastków chemicznych odczytaj z układu okresowego z dokładnością do jedności.

Zapamiętaj!

Metale szlachetne – metale mniej aktywne chemicznie od wodoru; nie wypierają wodoru z wody i kwasów.

12

Reakcje tlenków metali z kwasami



Fot. 45. Wiele starych obrazów ma charakterystyczne czarne zabarwienie, ale renowacja przywraca im dawny wygląd.

Tlenek ołowiu(II) PbO to związek chemiczny o barwie żółtej, który dawniej malarze stosowali jako pigment do farb. Jednak z czasem tlenek ołowiu(II) zamieniał się w siarczek ołowiu(II) PbS – sól o barwie czarnej (fot. 45.). Była ona produktem reakcji tlenku ołowiu(II) z siarkowodorem H_2S, występującym w niewielkich ilościach w powietrzu. Obecnie nie używa się tego pigmentu w malarstwie ze względu na toksyczne właściwości związków ołowiu(II).

Jak przebiega reakcja tlenku metalu z kwasem?

Przebieg tej reakcji zbadano w doświadczeniu 14.

Doświadczenie 14

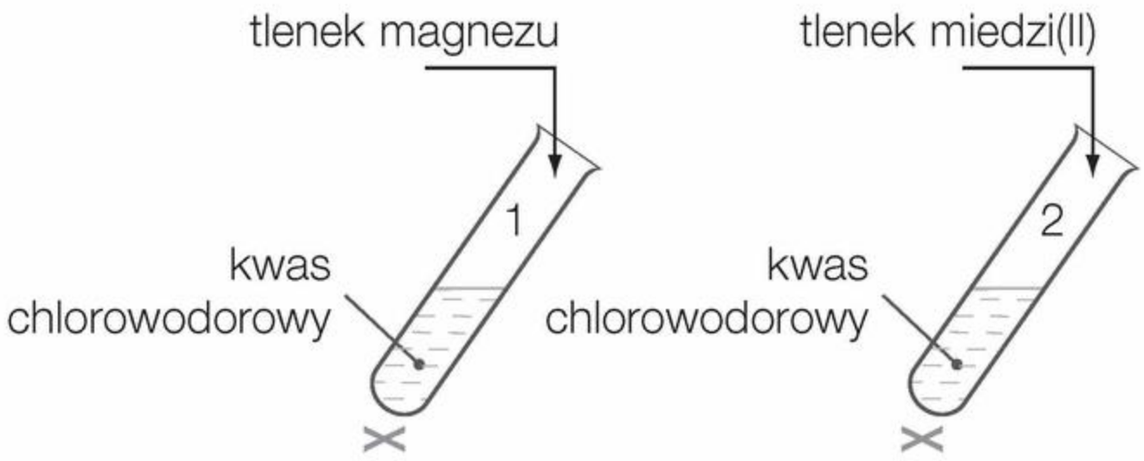
Reakcje tlenku magnezu i tlenku miedzi(II) z kwasem chlorowodorowym

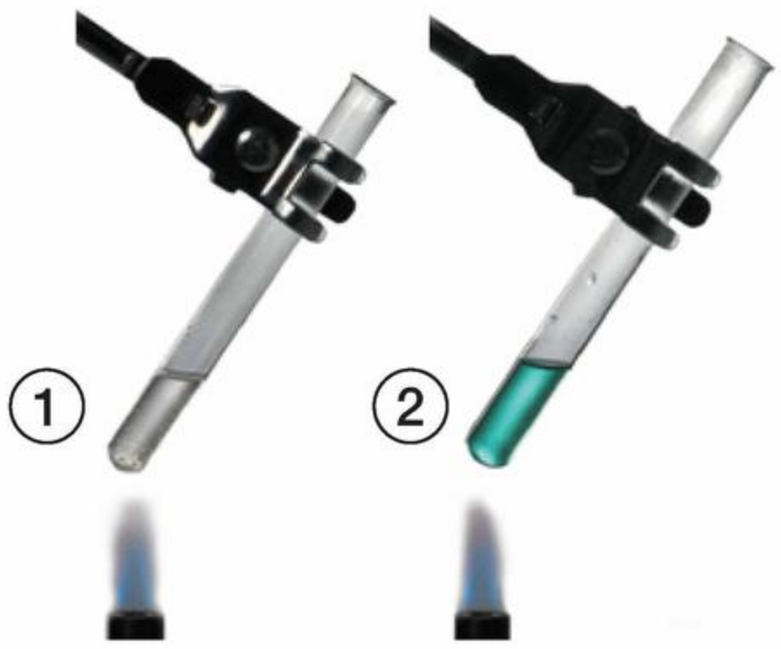

HCl

CuO

Instrukcja: Do dwóch probówek z kwasem chlorowodorowym dodaj niewielkie ilości: tlenku magnezu – do probówki 1., tlenku miedzi(II) – do probówki 2. Obie probówki ogrzewaj (schemat).

Schemat





Fot. 46. Reakcje z kwasem chlorowodorowym HCl: ① tlenku magnezu MgO; ② tlenku miedzi(II) CuO.

Obserwacje: W probówce ① po dodaniu białego tlenku magnezu do kwasu chlorowodorowego powstaje bezbarwny roztwór. W probówce ② po dodaniu czarnego tlenku miedzi(II) do kwasu chlorowodorowego powstaje roztwór o barwie niebieskiej (fot. 46.).

Wniosek: Tlenki metali reagują z kwasami.

Przebieg reakcji chemicznych zachodzących w doświadczeniu 14. można przedstawić następująco:

$$\underset{\text{tlenek magnezu}}{MgO} + \underset{\text{kwas chlorowodorowy}}{2HCl} \longrightarrow \underset{\text{chlorek magnezu}}{MgCl_2} + \underset{\text{woda}}{H_2O}$$

$$\underset{\text{tlenek miedzi(II)}}{CuO} + \underset{\text{kwas chlorowodorowy}}{2HCl} \longrightarrow \underset{\text{chlorek miedzi(II)}}{CuCl_2} + \underset{\text{woda}}{H_2O}$$

Jak zapisać ogólny przebieg reakcji tlenku metalu z kwasem?

Ogólny przebieg reakcji tlenku metalu z kwasem:

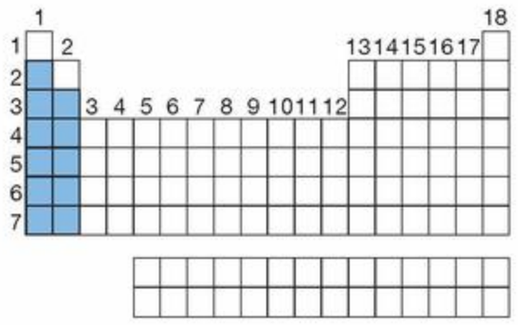
tlenek metalu + kwas ⟶ sól + woda
(tlenek zasadowy)

Reakcja **tlenku metalu z kwasem** jest jednym ze sposobów otrzymywania soli.

Co to są tlenki zasadowe?

Tlenki metali, które reagują z kwasami (a nie reagują z zasadami), **tworząc sole**, to tlenki zasadowe. Są to tlenki metali 1. oraz 2. grupy układu okresowego (bez BeO) oraz np. MnO, Ni_2O_3, Ag_2O. Niektóre tlenki zasadowe reagują z wodą, tworząc zasady.

Metale grup 1. i 2. tworzą **tlenki zasadowe**:



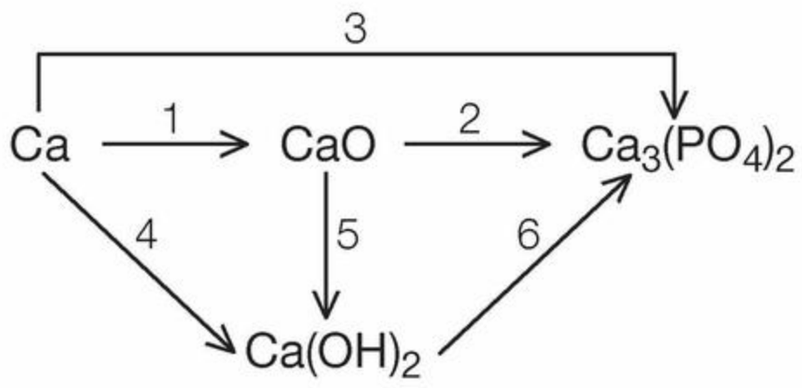
Rozwiąż zadania w zeszycie

1. **Napisz równania reakcji otrzymywania soli przez działanie odpowiednim kwasem na tlenek metalu, jeżeli:**
   a) substratami są ZnO i HBr;
   b) jednym z produktów jest FeS;
   c) jednym z produktów jest KNO_3;
   d) jednym z produktów jest Na_2SO_4.

2. **Ustal, które z podanych tlenków będą reagowały z kwasami. Uzasadnij swój wybór, pisząc odpowiednie równania reakcji chemicznych.**
   K_2O, SO_2, CaO, CO_2, N_2O_5, CO, MgO

3. **Napisz równania reakcji otrzymywania wymienionych soli trzema poznanymi sposobami.**
   a) KBr; **b)** Na_2S; **c)** $Ca(NO_3)_2$; **d)** K_2SO_4; **e)** Li_3PO_4

4. **Napisz równania reakcji chemicznych oznaczonych na schemacie cyframi** (1–6)**.** Skorzystaj z szeregu aktywności metali, s. 76–77.



5. **Oblicz, ile gramów soli powstanie w wyniku reakcji kwasu chlorowodorowego z 10,2 g tlenku glinu.**

6. **Zaprojektuj doświadczenie.** Otrzymywanie siarczanu(IV) sodu, mając do dyspozycji siarkę, sód, tlen i wodę. **Narysuj schemat doświadczenia. Napisz obserwacje i sformułuj wniosek.**

Zapamiętaj!

Tlenek zasadowy – tlenek metalu, który reaguje z kwasem (a nie reaguje z zasadą), tworząc sól. Niektóre tlenki zasadowe reagują z wodą, tworząc zasady.

13

Reakcje wodorotlenków metali z tlenkami niemetali



Fot. 47. Stworzenie Adama – fragment jednego z fresków w Kaplicy Sykstyńskiej.

Fresk (fot. 47.) to technika malarstwa ściennego, która polega na malowaniu na mokrym tynku. Barwnik jest rozprowadzany wodą, a jednym ze składników tynku jest wapno gaszone, czyli wodorotlenek wapnia $Ca(OH)_2$. Wapno gaszone z tlenkiem węgla(IV) CO_2 tworzy węglan wapnia $CaCO_3$, który trwale wiąże farbę.

Jak przebiega reakcja wodorotlenku metalu z tlenkiem niemetalu?

Przebieg reakcji wodorotlenku metalu z tlenkiem niemetalu można zbadać, wykonując doświadczenie 15.

Doświadczenie 15

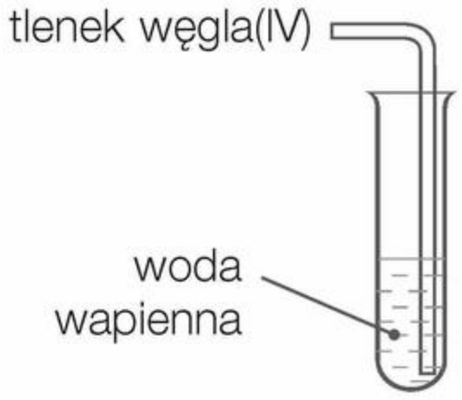
Reakcja tlenku węgla(IV) z wodą wapienną

Instrukcja: Do probówki napełnionej do około $\frac{1}{3}$ objętości wodą wapienną wprowadź rurką tlenek węgla(IV) (schemat).

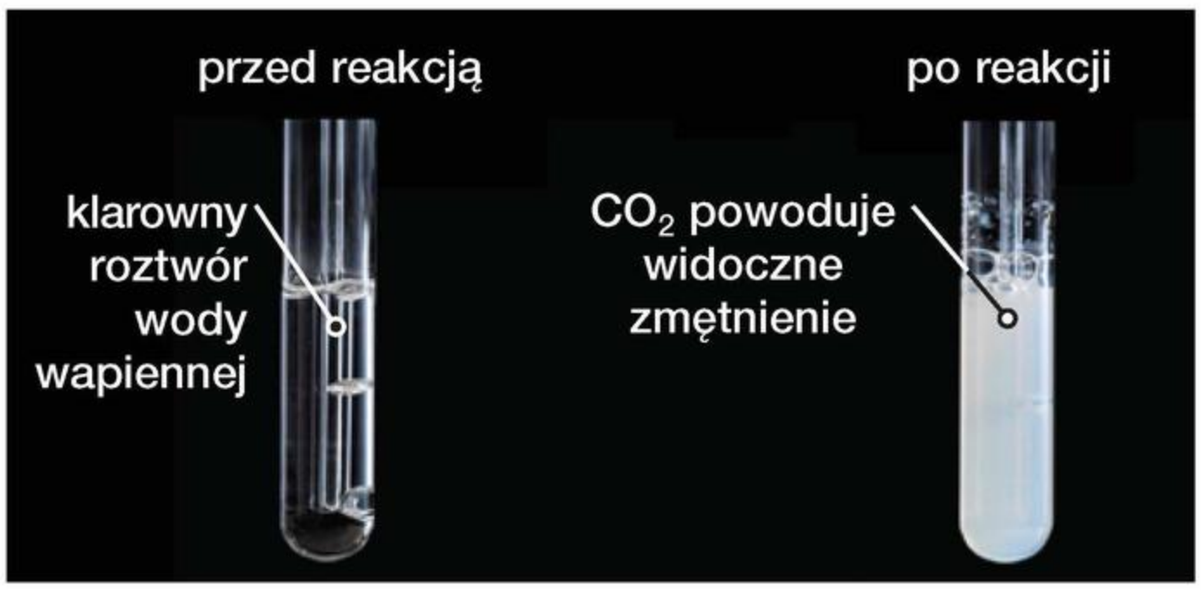


$Ca(OH)_2$

Schemat



Obserwacje: Zawartość probówki zmętniała (fot. 48.).



Fot. 48. Reakcja wody wapiennej z tlenkiem węgla(IV).

Wniosek: Tlenek węgla(IV) przereagował z wodą wapienną.

W doświadczeniu 15. zaszła reakcja chemiczna wodorotlenku metalu z tlenkiem niemetalu:

$$\underset{\text{wodorotlenek wapnia}}{Ca(OH)_2} + \underset{\text{tlenek węgla(IV)}}{CO_2} \longrightarrow \underset{\text{węglan wapnia}}{CaCO_3\downarrow} + \underset{\text{woda}}{H_2O}$$

Reakcja wodorotlenku metalu z tlenkiem niemetalu zachodzi wówczas, gdy **tlenek niemetalu** jest **tlenkiem kwasowym**.

Tlenki kwasowe to tlenki, najczęściej niemetali, które **reagują z zasadą** (a nie reagują z kwasem), **tworząc sole**. Niektóre tlenki kwasowe (patrz tabela 3., s. 25), reagują też z wodą, tworząc kwasy.

Jak zapisać ogólny przebieg reakcji wodorotlenku metalu z tlenkiem niemetalu?

Reakcja chemiczna **wodorotlenku metalu z tlenkiem niemetalu** jest jednym ze sposobów otrzymywania soli. **Ogólny przebieg reakcji:**

wodorotlenek + tlenek niemetalu ⟶ sól + woda
(tlenek kwasowy)

Dla dociekliwych

Zaprawa wapienna twardnieje na skutek **reakcji wodorotlenku wapnia** $Ca(OH)_2$ **z tlenkiem węgla(IV)** CO_2 zawartym w powietrzu. Powstający w ten sposób **węglan wapnia** $CaCO_3$ nadaje spoiwu i tynkom (fot. 49.) twardość.

$$\underset{\text{wodorotlenek wapnia}}{Ca(OH)_2} + \underset{\text{tlenek węgla(IV)}}{CO_2} \longrightarrow \underset{\text{węglan wapnia}}{CaCO_3\downarrow} + \underset{\text{woda}}{H_2O}$$



Fot. 49. Zaprawa wapienna służy m.in. do tynkowania ścian.

Rozwiąż zadania w zeszycie

1. **Napisz równania reakcji otrzymywania soli, jeżeli:**
   a) substratami są NaOH i N_2O_5;
   b) jednym z produktów jest K_2SO_3.

2. **Napisz równania reakcji chemicznych przedstawionych na schemacie, jeżeli reakcje zachodzą między zasadami a tlenkami kwasowymi.**

$$K_3PO_4 \xleftarrow{1} P_4O_{10} \xrightarrow{2} Ba_3(PO_4)_2$$

3. **Ustal, które z podanych tlenków będą reagowały z zasadami. Uzasadnij swój wybór, pisząc odpowiednie równania reakcji chemicznych.**

CO_2, CaO, SO_2, P_4O_{10}, N_2O_5, N_2O_3, Li_2O

4. **Napisz równania reakcji otrzymywania trzech dowolnych trudno rozpuszczalnych soli, które można otrzymać w reakcji tlenku niemetalu z wodorotlenkiem.** Skorzystaj z tabeli rozpuszczalności soli i wodorotlenków w wodzie.

5. Produktem reakcji chemicznej pewnego tlenku niemetalu *E* z wodorotlenkiem wapnia jest sól o wzorze $CaEO_n$. Masa cząsteczkowa tej soli to 100 u, a zawartość procentowa (procent masowy) tlenu w tej soli wynosi 48 %. **Napisz wzór sumaryczny i nazwę systematyczną tej soli.** Masy atomowe pierwiastków chemicznych odczytaj z układu okresowego z dokładnością do jedności.

Zapamiętaj!

Tlenek kwasowy – tlenek, najczęściej niemetalu, który reaguje z zasadą (a nie reaguje z kwasem), tworząc sól. Niektóre tlenki kwasowe, np. CO_2, SO_2, SO_3, N_2O_5, reagują też z wodą, tworząc kwasy.

14 Reakcje strąceniowe



Fot. 50. Obraz narządów uzyskuje się dzięki temu, że bar z $BaSO_4$ pochłania promienie rentgenowskie.

Siarczan(VI) baru $BaSO_4$ jest solą trudno rozpuszczalną w wodzie. Nie reaguje też z kwasem solnym w żołądku. Można go więc bezpiecznie wprowadzać do jelit i żołądka (fot. 50.). Tę właściwość oraz to, że bar bardzo dobrze pochłania promienie rentgenowskie, wykorzystuje się w diagnostyce medycznej.

Co to są reakcje strąceniowe?

Reakcje strąceniowe są to reakcje chemiczne, w których wyniku powstają produkty **średnio lub trudno rozpuszczalne w wodzie**.

Jak przebiega reakcja soli z kwasem?

Reakcja soli z kwasem zachodzi między jonami, które łączą się i tworzą osad. Reszta jonów pozostaje w roztworze.

Doświadczenie 16

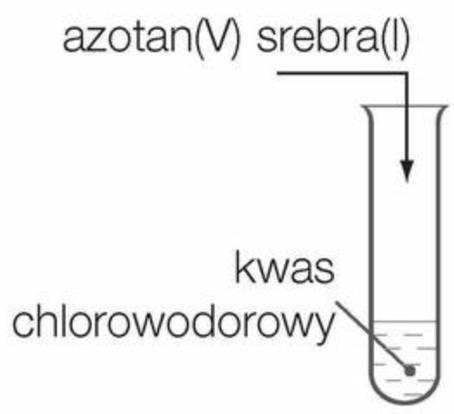
Reakcja azotanu(V) srebra(I) z kwasem chlorowodorowym



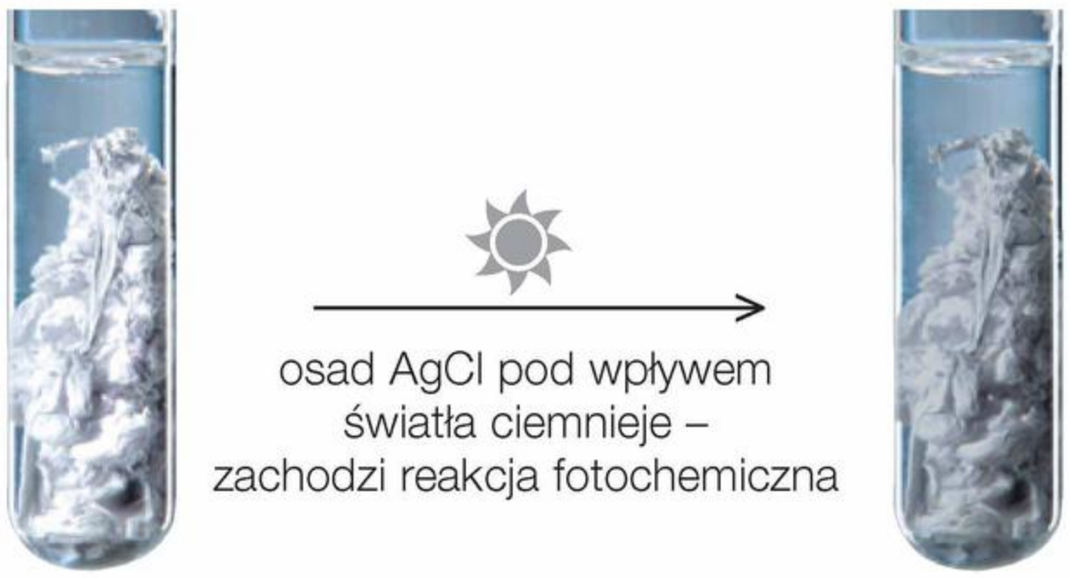


Instrukcja: Do probówki z kwasem chlorowodorowym dodawaj kroplami roztwór azotanu(V) srebra(I) (schemat).

Schemat



Obserwacje: Strąca się biały, serowaty osad (fot. 51.), który po pewnym czasie ciemnieje pod wpływem światła.



Fot. 51. Reakcja azotanu(V) srebra(I) z kwasem chlorowodorowym.

Wniosek: Zaszła reakcja strąceniowa. Otrzymany osad to trudno rozpuszczalny chlorek srebra(I) AgCl.

Przebieg reakcji chemicznej zachodzącej w doświadczeniu 16. przedstawia równanie:

zapis cząsteczkowy

$$\underset{\text{azotan(V) srebra(I)}}{AgNO_3} + \underset{\text{kwas chlorowodorowy}}{HCl} \longrightarrow \underset{\text{chlorek srebra(I)}}{AgCl\downarrow} + \underset{\text{kwas azotowy(V)}}{HNO_3}$$

Reakcja zachodzi w roztworze wodnym, więc kwas chlorowodorowy i azotan(V) srebra(I) ulegają dysocjacji elektolitycznej:

$$\underline{Ag^+} + NO_3^- + H^+ + \underline{Cl^-} \longrightarrow \underline{AgCl\downarrow} + H^+ + NO_3^-$$

kation srebra(I) | anion azotanowy(V) | kation wodoru | anion chlorkowy | chlorek srebra(I) | kation wodoru | anion azotanowy(V)

zapis jonowy

Kationy srebra(I) łączą się z anionami chlorkowymi, tworząc chlorek srebra(I), widoczny w postaci białego osadu:

$$Ag^+ + Cl^- \longrightarrow AgCl\downarrow$$

kation srebra(I) | anion chlorkowy | chlorek srebra(I)

skrócony zapis jonowy

! **Wzory substancji średnio** lub **trudno rozpuszczalnych w wodzie**, np. AgCl, **zapisuje się cząsteczkowo**. Przyjmujemy, że substancje te nie ulegają dysocjacji elektrolitycznej.

Jak zapisać ogólny przebieg reakcji soli z kwasem?

Ogólny przebieg reakcji soli z kwasem:

$$\text{sól 1} + \text{kwas 1} \longrightarrow \text{sól 2}\downarrow + \text{kwas 2}$$

Ta reakcja chemiczna jest jednym ze sposobów otrzymywania soli.

Jak przebiega reakcja soli z zasadą?

Przebieg reakcji soli z zasadą zbadano w doświadczeniu 17.

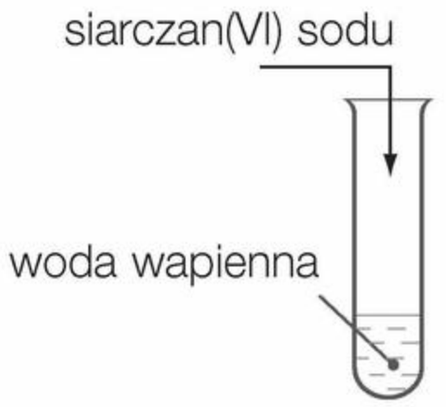
Doświadczenie 17

Reakcja siarczanu(VI) sodu z wodą wapienną



Instrukcja: Do probówki, napełnionej w $\frac{1}{3}$ objętości wodą wapienną, dodawaj kroplami roztwór siarczanu(VI) sodu (schemat). Odstaw probówkę na pewien czas i obserwuj zmiany.

Schemat



Obserwacje: Zawartość probówki zmętniała.

Wniosek: Zaszła reakcja strąceniowa. Otrzymany osad to trudno rozpuszczalny siarczan(VI) wapnia $CaSO_4$.

Przebieg reakcji chemicznej zachodzącej w doświadczeniu 17. przedstawiają równania:

$$Na_2SO_4 + Ca(OH)_2 \rightarrow CaSO_4\downarrow + 2NaOH$$

siarczan(VI) sodu | wodorotlenek wapnia | siarczan(VI) wapnia | wodorotlenek sodu

zapis cząsteczkowy

$$2Na^+ + \underline{SO_4^{2-}} + \underline{Ca^{2+}} + 2OH^- \rightarrow \underline{CaSO_4\downarrow} + 2Na^+ + 2OH^-$$

kationy sodu | anion siarczanowy(VI) | kation wapnia | aniony wodorotlenkowe | siarczan(VI) wapnia | kationy sodu | aniony wodorotlenkowe

zapis jonowy

Kationy wapnia łączą się z anionami siarczanowymi(VI):

skrócony zapis jonowy

$$\underset{\text{kation wapnia}}{Ca^{2+}} + \underset{\text{anion siarczanowy(VI)}}{SO_4^{2-}} \longrightarrow \underset{\text{siarczan(VI) wapnia}}{CaSO_4\downarrow}$$

Jak zapisać ogólny przebieg reakcji soli z zasadą?

Ogólny przebieg reakcji soli z zasadą, jeżeli jeden z produktów jest trudno rozpuszczalny w wodzie:

sól 1 + zasada ⟶ sól 2 + wodorotlenek

Ta reakcja chemiczna jest jednym ze sposobów otrzymywania soli.

Jak przebiega reakcja soli z inną solą?

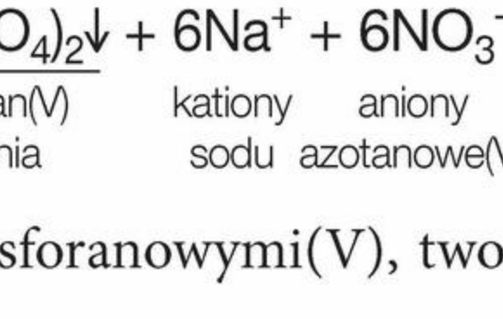
Przebieg reakcji soli z inną solą można zbadać, wykonując doświadczenie 18.

Doświadczenie 18

Reakcja azotanu(V) wapnia z fosforanem(V) sodu

Instrukcja: Probówkę napełnij do $\frac{1}{5}$ objętości roztworem fosforanu(V) sodu i dodawaj kroplami roztwór azotanu(V) wapnia (schemat).

Schemat



Obserwacje: Strąca się biały osad.

Wniosek: Zaszła reakcja strąceniowa. Otrzymany osad to trudno rozpuszczalny fosforan(V) wapnia $Ca_3(PO_4)_2$.

W doświadczeniu 18. zachodzi reakcja chemiczna, którą można przedstawić następującymi równaniami:

zapis cząsteczkowy

$$\underset{\text{fosforan(V) sodu}}{2Na_3PO_4} + \underset{\text{azotan(V) wapnia}}{3Ca(NO_3)_2} \longrightarrow \underset{\text{fosforan(V) wapnia}}{Ca_3(PO_4)_2\downarrow} + \underset{\text{azotan(V) sodu}}{6NaNO_3}$$

zapis jonowy

$$\underset{\substack{\text{kationy}\\\text{sodu}}}{6Na^+} + \underset{\substack{\text{aniony}\\\text{fosforanowe(V)}}}{\underline{2PO_4^{3-}}} + \underset{\substack{\text{kationy}\\\text{wapnia}}}{\underline{3Ca^{2+}}} + \underset{\substack{\text{aniony}\\\text{azotanowe(V)}}}{6NO_3^-} \rightarrow \underset{\substack{\text{fosforan(V)}\\\text{wapnia}}}{\underline{Ca_3(PO_4)_2\downarrow}} + \underset{\substack{\text{kationy}\\\text{sodu}}}{6Na^+} + \underset{\substack{\text{aniony}\\\text{azotanowe(V)}}}{6NO_3^-}$$

Kationy wapnia łączą się z anionami fosforanowymi(V), tworząc fosforan(V) wapnia:

skrócony zapis jonowy

$$\underset{\text{kationy wapnia}}{3Ca^{2+}} + \underset{\text{aniony fosforanowe(V)}}{2PO_4^{3-}} \longrightarrow \underset{\text{fosforan(V) wapnia}}{Ca_3(PO_4)_2\downarrow}$$

Jak zapisać ogólny przebieg reakcji soli z inną solą?

Ogólny przebieg reakcji soli z inną solą:

sól 1 + sól 2 ⟶ sól 3↓ + sól 4

Ta reakcja chemiczna jest jednym ze sposobów otrzymywania soli.

Rozwiąż zadania w zeszycie

1. **Napisz podane równania reakcji chemicznych, stosując zapis jonowy i skrócony zapis jonowy.**
   a) $BaCl_2 + Na_2CO_3 \longrightarrow BaCO_3\downarrow + 2NaCl$
   b) $Fe(NO_3)_2 + H_2S \longrightarrow FeS\downarrow + 2HNO_3$
   c) $3AgNO_3 + Na_3PO_4 \longrightarrow Ag_3PO_4\downarrow + 3NaNO_3$

2. Mając do dyspozycji tylko roztwory: K_2CO_3, $(NH_4)_3PO_4$, $Ba(NO_3)_2$, $CuSO_4$, $AlBr_3$, otrzymano sole trudno rozpuszczalne w wodzie. **Napisz równania reakcji otrzymywania tych soli, stosując zapisy: cząsteczkowy, jonowy i skrócony jonowy.**

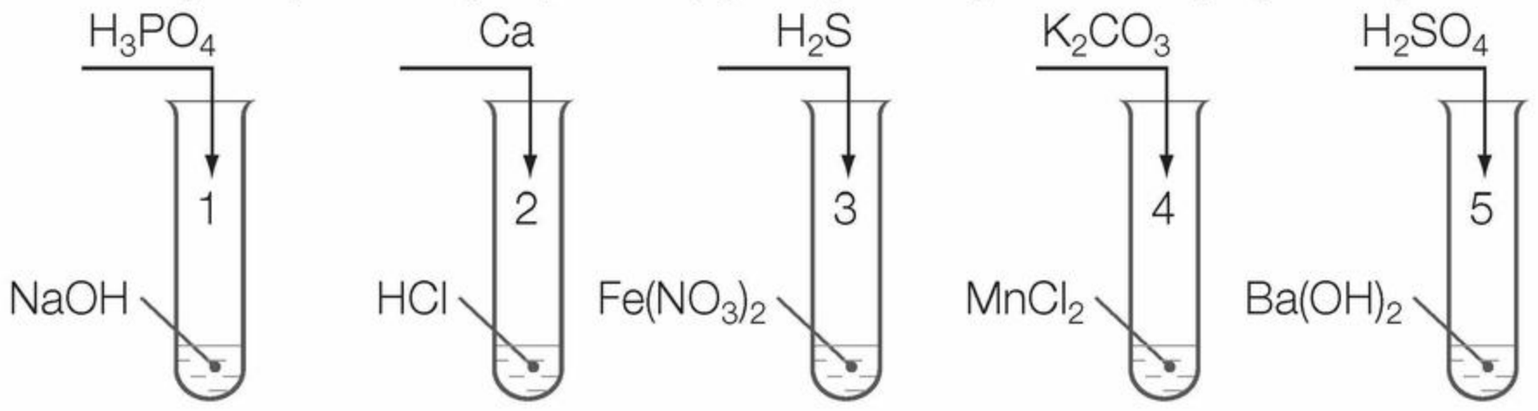
3. **Napisz równania reakcji otrzymywania soli trudno rozpuszczalnych w wodzie, jeżeli substratami są:**
   a) $Ba(OH)_2$ i Na_2SO_3;
   b) $Pb(NO_3)_2$ i H_2SO_4;
   c) $FeBr_3$ i Li_3PO_4.

4. **Napisz równania reakcji chemicznych, stosując zapisy: cząsteczkowy, jonowy i skrócony jonowy, jeśli produktami są:**
   a) $Ca_3(PO_4)_2$ i $NaOH$; b) PbI_2 i KNO_3; c) $BaSO_4$ i HCl.

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

1.	W reakcji azotanu(V) srebra(I) z kwasem chlorowodorowym można otrzymać chlorek srebra(I) i kwas siarkowy(VI).	**P**	**F**
2.	W reakcji soli z zasadą otrzymuje się inną zasadę i kwas.	**P**	**F**
3.	W reakcji siarczanu(VI) sodu z wodą wapienną otrzymuje się siarczan(VI) wapnia i wodorotlenek sodu.	**P**	**F**

6. Przeprowadzono doświadczenie, przedstawione na schemacie. **Podaj numery probówek, w których strącił się osad. Napisz równania reakcji strąceniowych, stosując zapis cząsteczkowy i jonowy.**



Dla dociekliwych

7. Do probówki z roztworem zawierającym jony wapnia Ca^{2+} wprowadzono wodny roztwór substancji *X*. Zaobserwowano strącenie nierozpuszczalnego białego osadu, którego masa cząsteczkowa jest równa 100 u. **Napisz wzór sumaryczny i nazwę systematyczną tego związku.** Skorzystaj z tabeli rozpuszczalności soli i wodorotlenków w wodzie.

Zapamiętaj!

Reakcje strąceniowe – reakcje chemiczne, w których wyniku powstają produkty średnio lub trudno rozpuszczalne w wodzie.

15 Inne reakcje otrzymywania soli



Fot. 52. Odparowanie wody to najprostsza i najtańsza metoda pozyskiwania NaCl.



Fot. 53. Sód spala się w chlorze, tworząc chlorek sodu.

Jedną z metod pozyskiwania chlorku sodu NaCl jest wydobywanie go z podziemnych złóż. Złoża **soli kamiennej** występują w największych ilościach m.in. w Niemczech, Francji, Holandii, Polsce i Rosji. W Polsce najbogatsze złoża soli kamiennej znajdują się na Kujawach (w Inowrocławiu i w Kłodawie) oraz na Dolnym Śląsku (w Sieroszowicach). **Sól morska** powstaje w wyniku krystalizacji z wód morskich i bardzo słonych jezior. Żeby ją otrzymać, buduje się płytkie stawy, na których dnie po odparowaniu wody powstają kryształy soli (fot. 52.).

Czy sole otrzymuje się tylko w wyniku reakcji wymiany?

Wszystkie poznane dotychczas sposoby otrzymywania soli to reakcje wymiany. Niektóre sole, np. chlorek sodu, można też uzyskać w reakcji syntezy (fot. 53.).

Sole kwasów beztlenowych można otrzymać w wyniku **syntezy z pierwiastków chemicznych**, np.:

$$\underset{\text{sód}}{2Na} + \underset{\text{siarka}}{S} \longrightarrow \underset{\text{siarczek sodu}}{Na_2S}$$

Jak zapisać ogólny przebieg reakcji metalu z niemetalem?

Ogólny przebieg reakcji metalu z niemetalem:

metal + niemetal ⟶ sól kwasu beztlenowego

Jak otrzymać w reakcji syntezy sole kwasów tlenowych?

Sole kwasów tlenowych można otrzymać w reakcji **syntezy tlenku zasadowego** (tlenku metalu) **z odpowiednim tlenkiem kwasowym**, np.:

$$\underset{\text{tlenek potasu}}{K_2O} + \underset{\text{tlenek siarki(IV)}}{SO_2} \longrightarrow \underset{\text{siarczan(IV) potasu}}{K_2SO_3}$$

tlenki zasadowe
np.: K_2O, Na_2O, CaO

tlenki kwasowe
np.: SO_2, SO_3, N_2O_5

Jak zapisać ogólny przebieg reakcji tlenku zasadowego z tlenkiem kwasowym?

Ogólny przebieg reakcji tlenku zasadowego z tlenkiem kwasowym:

tlenek zasadowy + tlenek kwasowy → sól kwasu tlenowego

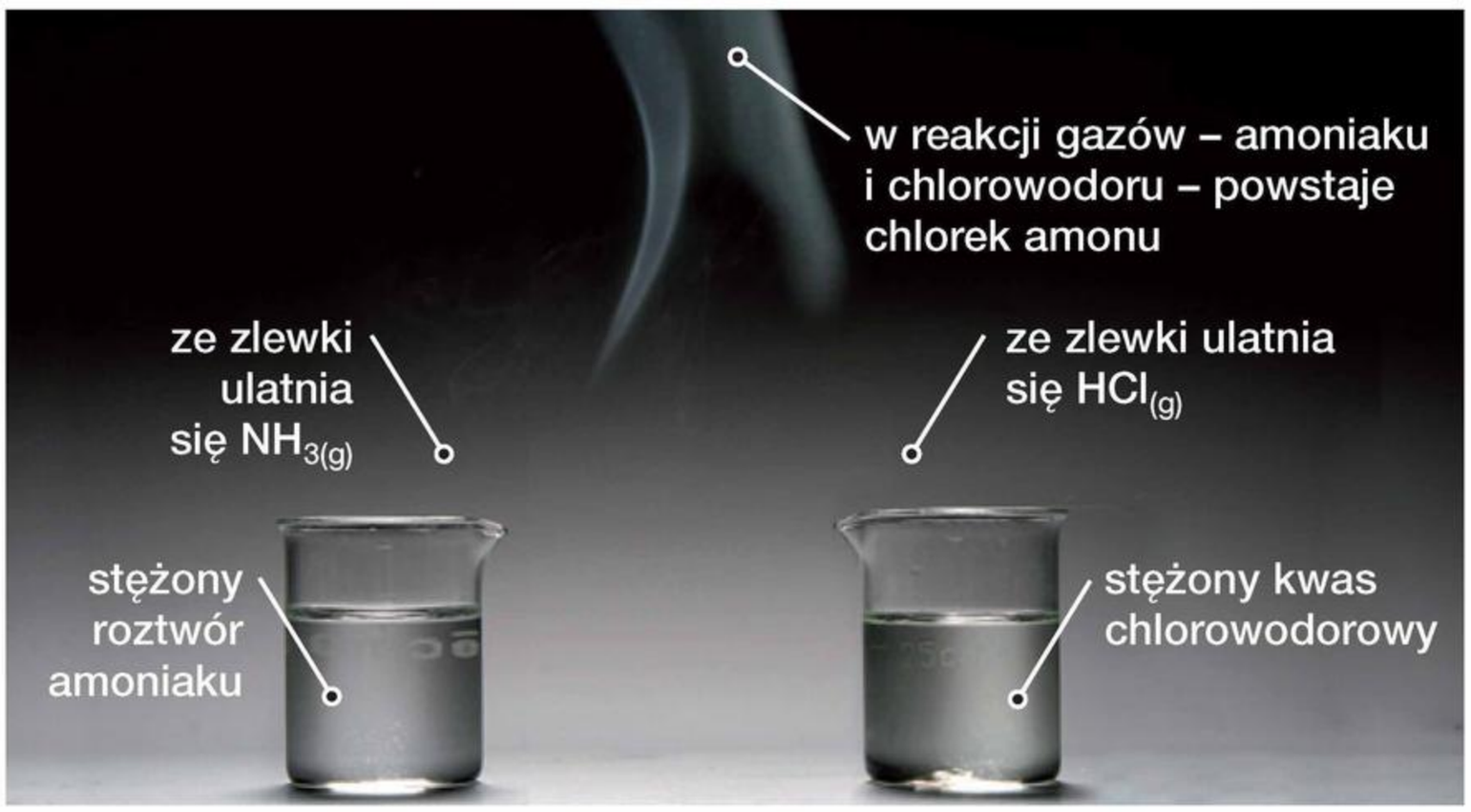
W przedstawionych reakcjach syntezy **sól jest jedynym produktem reakcji**.

Jak otrzymać sole amonowe w reakcji syntezy?

Sole amonowe można otrzymać w reakcji syntezy amoniaku z kwasami, np. z kwasem chlorowodorowym (fot. 54.). Powstaje wówczas sól – chlorek amonu NH_4Cl:

$$\underset{\text{amoniak}}{NH_3} + \underset{\text{kwas chlorowodorowy}}{HCl} \longrightarrow \underset{\text{chlorek amonu}}{NH_4Cl}$$

Ta reakcja chemiczna zachodzi np. wtedy, gdy obok siebie znajdują się otwarte naczynia ze stężonym roztworem amoniaku i stężonym kwasem chlorowodorowym.



Fot. 54. Biała chmura widoczna nad zlewkami to mikroskopijnej wielkości kryształki soli – chlorku amonu NH_4Cl.

Rozwiąż zadania w zeszycie

1. **Napisz równania reakcji otrzymywania soli, jeżeli substratami są:**
   a) Al i Cl_2; **b)** Na_2O i CO_2; **c)** I_2 i K; **d)** Li_2O i N_2O_3.

2. **Napisz równania reakcji otrzymywania wymienionych soli wszystkimi możliwymi (poznanymi) sposobami.**
   a) $BaCl_2$ **b)** $AgNO_3$ **c)** $CuSO_4$ **d)** $FePO_4$

3. **Ustal, które z soli o podanych wzorach można otrzymać w wyniku reakcji syntezy. Napisz odpowiednie równania reakcji chemicznych.**
   a) $MgSO_4$ **b)** K_3PO_4 **c)** $Ca(NO_3)_2$

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

1.	Fosforan(V) potasu K_3PO_4 i siarczek potasu K_2S można otrzymać w wyniku reakcji syntezy.	P	F
2.	Chlorek amonu NH_4Cl można otrzymać w wyniku reakcji tlenku kwasowego z tlenkiem zasadowym.	P	F

5. **Napisz równania reakcji otrzymywania chlorku baru wszystkimi możliwymi (poznanymi) sposobami, stosując zapis cząsteczkowy.**

16 Porównanie właściwości soli i ich zastosowań



Fot. 55. Łzy zapobiegają wysychaniu oka, a zawarte w nich substancje działają przeciwbakteryjnie, przeciwwirusowo i przeciwgrzybicznie.

Łzy są słone, gdyż są wodnym roztworem przede wszystkim chlorku sodu NaCl. Ponadto zawierają m.in.: kationy potasu, kationy wapnia, kationy amonu, aniony wodorowęglanowe (fot. 55.).

Czy sole występują w środowisku przyrodniczym?

Sole są składnikami skał i minerałów. Morza, oceany i słone jeziora to wodne roztwory soli.

Jakie sole występują w środowisku przyrodniczym?

Sole, które występują w środowisku przyrodniczym, to m.in. **chlorki**, **węglany**, **siarczany(VI)**, **fosforany(V)** i **azotany (V)**. Na przykład chlorek sodu NaCl, potocznie nazywany solą kuchenną, występuje w środowisku przyrodniczym jako minerał – halit (fot. 56.). Węglan wapnia $CaCO_3$ jest podstawowym budulcem skał wapiennych (wapieni) – to minerał o nazwie kalcyt (fot. 57.). Siarczan(VI) wapnia $CaSO_4$ jest składnikiem skał gipsowych, występuje w środowisku przyrodniczym jako anhydryt (fot. 58.) i gips krystaliczny. Fosforan(V) wapnia $Ca_3(PO_4)_2$ w środowisku przyrodniczym występuje m.in. jako skała oraz jako budulec zębów i kości zwierząt. Azotan(V) sodu $NaNO_3$ potocznie nazywany saletrą chilijską występuje jako minerał – nitronatryt.



$KMnO_4$



$CaCO_3$

Fot. 59. Przykłady soli: manganian(VII) potasu, węglan wapnia.



Fot. 56. Halit NaCl to minerał tworzący złoża potocznie nazywane solą kamienną.



Fot. 57. Kalcyt $CaCO_3$ to minerał tworzący skały wapienne.



Fot. 58. Anhydryt $CaSO_4$ to minerał, który łatwo wchłania wodę. Dzięki temu jego objętość może się zwiększyć aż o 60 %.

Jakie właściwości mają sole?

Sole są substancjami bezbarwnymi lub o różnych barwach (fot. 59.). Po rozdrobnieniu bezbarwnej soli, np. azotanu(V) sodu, można zaobserwować barwę białą.

Sole to **substancje stałe** o budowie krystalicznej. Różnią się od siebie rozpuszczalnością w wodzie. Znane są **sole dobrze** (np. NaCl), **średnio** (np. $CaSO_4$) i **trudno** (np. $CaCO_3$) **rozpuszczalne**

w wodzie. Sole **dobrze rozpuszczalne w wodzie dysocjują** na jony. Sole mają **wysokie temperatury topnienia**. Niektóre sole są higroskopijne, np. $NaNO_3$.

Co to jest mieszanina oziębiająca?

Mieszanina oziębiająca jest to mieszanina substancji, która samorzutnie utrzymuje niską temperaturę.

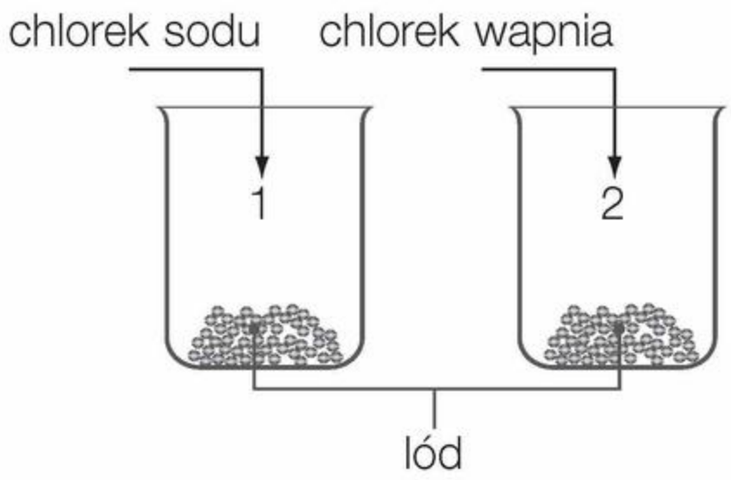
Doświadczenie 19

Badanie wpływu chlorku sodu i chlorku wapnia na lód



Instrukcja: W dwóch zlewkach umieść pokruszony lód i zmierz jego temperaturę. Do zlewki 1. wsyp chlorek sodu NaCl, a do zlewki 2. – chlorek wapnia $CaCl_2$, w ilości trzykrotnie mniejszej niż ilość lodu (schemat). Zawartość zlewek dokładnie wymieszaj. Po 5 minutach zmierz temperaturę mieszanin w zlewkach.

Schemat



Obserwacje: Temperatura początkowa lodu wynosiła 0 °C. Po dodaniu chlorku sodu NaCl i chlorku wapnia $CaCl_2$ lód zaczyna się topić (fot. 60.). Temperatura obu mieszanin obniża się i jest niższa od 0 °C.



Fot. 60. Lód po dodaniu: chlorku sodu ①, chlorku wapnia ②.

Wniosek: Chlorek sodu i chlorek wapnia powodują stopienie lodu i tworzą z nim mieszaninę oziębiającą.

Chlorek sodu i chlorek wapnia, tworząc roztwory, pochłaniają ciepło z otoczenia. W wyniku tego otoczenie się oziębia. Zachodzi wówczas **zjawisko endotermiczne**.

Chemia wokół nas

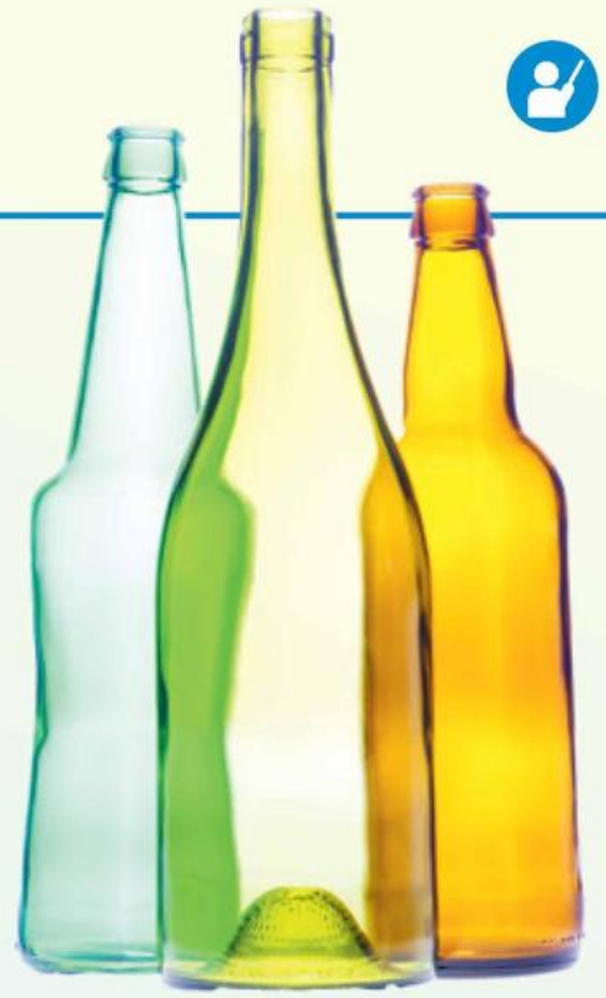
Wodny roztwór soli, nazywany też **solanką**, jest wykorzystywany do celów leczniczych (fot. 61.). Działa korzystnie m.in. na układ nerwowy i oddechowy oraz zwiększa odporność organizmu.



Fot. 61. Tężnia w Ciechocinku. Na najwyższy poziom drewnianej konstrukcji wypełnionej wiązkami gałązek tarniny doprowadzana jest solanka, która spływając, odparowuje. W ten sposób przy tężni powstaje specyficzny mikroklimat. Pod tężnią znajduje się basen do odbioru solanki.

Sole

Sole występują powszechnie w środowisku przyrodniczym – skorupa ziemska składa się głównie z soli i tlenków.



Chlorki

Są surowcami do produkcji wielu związków chemicznych. Wykorzystuje się je też m.in. w medycynie i farmacji jako roztwór fizjologiczny – NaCl. Stosowane są również w przemyśle spożywczym jako sól kuchenna – NaCl.



Azotany(V)

Wykorzystuje się je głównie w rolnictwie jako nawozy sztuczne, a także w pirotechnice – do wyrobu materiałów wybuchowych i sztucznych ogni. Używa się ich również powszechnie w medycynie, a w przemyśle spożywczym stosuje jako środek konserwujący produkty żywnościowe. Azotany są też niezbędne w procesie wyrobu luster i farb.

Węglany

Są stosowane do produkcji szkła, a także takich kosmetyków jak mleczka do demakijażu (Na_2CO_3). Są też składnikami leków na dolegliwości przewodu pokarmowego (nadkwasotę, niestrawność i zgagę).



Siarczany(VI)

Znajdują zastosowanie m.in. w rolnictwie jako nawozy sztuczne, a także w medycynie – używa się ich do sporządzania bandaży chirurgicznych przeznaczonych do usztywniania złamanych kości. Są również składnikami preparatów po opalaniu.



Fosforany(V)

Są wykorzystywane głównie do otrzymywania fosforu oraz produkcji nawozów fosforowych, np. Superfosfatu. Znajdują się również w proszkach do prania oraz w środkach zmiękczających wodę.

To Ci się przyda!

Podczas rozpuszczania azotanu(V) amonu w wodzie temperatura roztworu obniża się. Wykorzystuje się to w kompresach chłodzących.

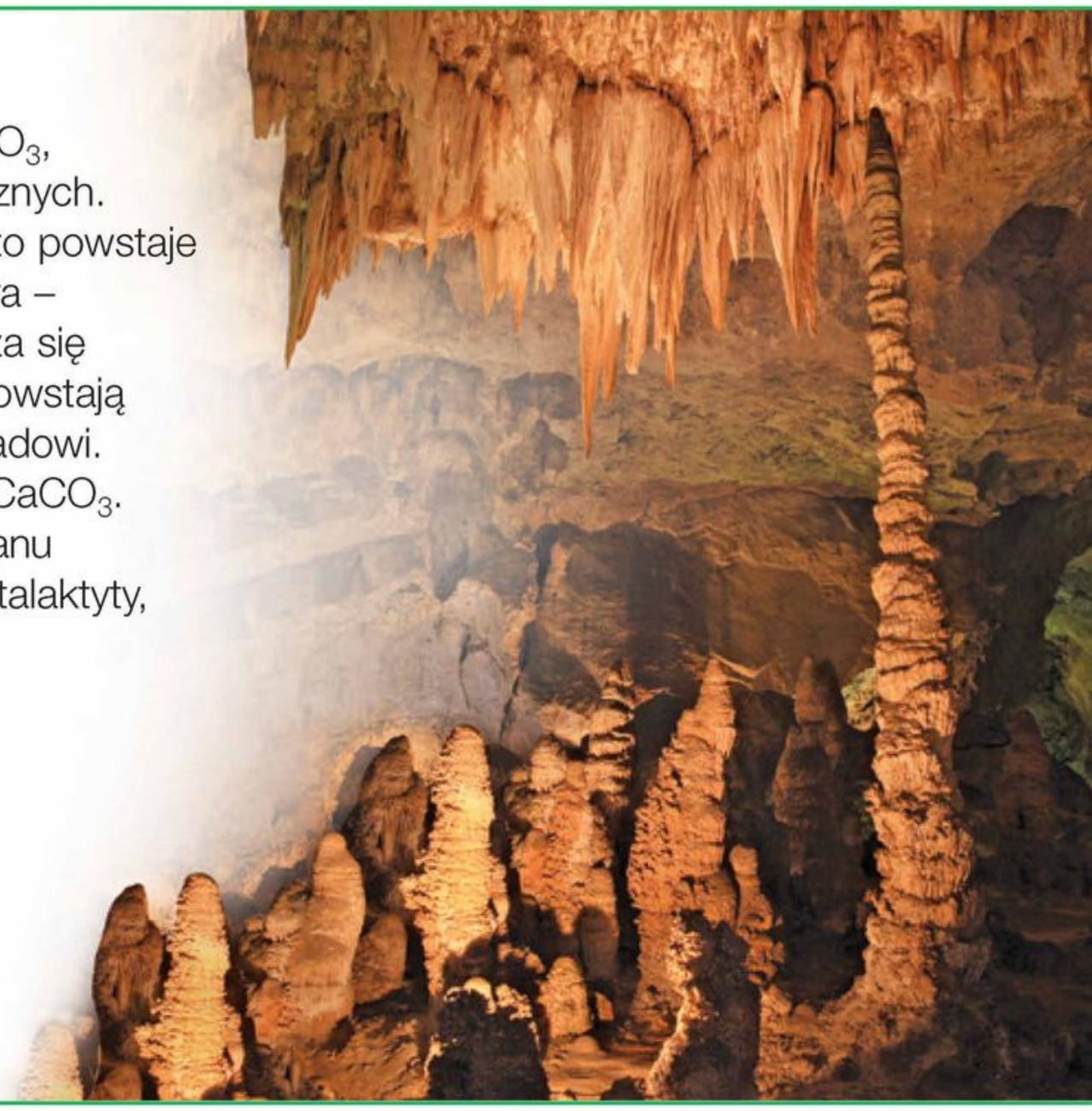
Możesz przyłożyć taki kompres do stłuczonego kolana, a złagodzi on ból. ▶



Dla dociekliwych

Skały wapienne, zawierające węglan wapnia $CaCO_3$, nie są odporne na działanie czynników atmosferycznych. Jeśli długo działają na nie tlenek węgla(IV) i woda, to powstaje wodorowęglan wapnia $Ca(HCO_3)_2$. Jest to sól, która – w przeciwieństwie do węglanu wapnia – rozpuszcza się w wodzie. W ten sposób w skałach wapiennych powstają jaskinie. Wodorowęglan wapnia powoli ulega rozkładowi. Wówczas wytrąca się nierozpuszczalny w wodzie $CaCO_3$. W ten sposób w jaskiniach powstają nacieki z węglanu wapnia (fot. 62.) – stalagmity na dnie jaskini oraz stalaktyty, które zwisają ze stropu.

Taki sam osad (kamień kotłowy) powstaje podczas gotowania wody w czajniku.



Fot. 62. Stalaktyty i stalagmity.

Rozwiąż zadania w zeszycie

1. **Przyporządkuj wzory soli wymienione w punkcie a) do ich zastosowań podanych w punkcie b).** Skorzystaj z różnych źródeł informacji.
   a) Na_2CO_3, NaCl, KNO_3, AgBr, $Ca_3(PO_4)_2$, $NaNO_3$, $CaCO_3$, $CaSO_4$
   b) produkcja szkła, środków piorących, papieru; solenie potraw oraz w garbarstwie i przemyśle szklarskim; nawóz sztuczny; środek konserwujący w przemyśle spożywczym oraz składnik do wyrobu prochu i szkła; w procesach fotograficznych; produkcja leków i materiałów wybuchowych oraz jako nawóz sztuczny; budownictwo i chirurgia; wytwarzanie zaprawy murarskiej i tynku w budownictwie

2. **Oblicz masę azotu dostarczonego roślinom z 1 t nawozu sztucznego – saletry amonowej NH_4NO_3.** Wynik podaj w kilogramach.

3. **Oblicz, który z minerałów: kalcyt czy anhydryt, zawiera większy procent (procent masowy) metalu.**

4. Szkło wodne to roztwór wodny krzemianów. Stosuje się go do produkcji m.in.: kitów, farb, lakierów, impregnatów do drewna. Składnikiem szkła wodnego jest związek chemiczny sodu, krzemu i tlenu o stosunku mas tych pierwiastków chemicznych odpowiednio 23 : 14 : 24. **Napisz wzór tego związku chemicznego.**

Dla dociekliwych

5. **Oblicz zawartość procentową (procent masowy) wody w soli o wzorze $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$.** Nazwa zwyczajowa tego związku chemicznego to boraks. Stosuje się go m.in. w ceramice, farbiarstwie, garbarstwie.

Zapamiętaj!

Zjawisko endotermiczne – zjawisko fizyczne, które przebiega z pobieraniem ciepła z otoczenia.

Podsumowanie

Jak są zbudowane sole?

Sole to związki chemiczne zbudowane z **kationów metali** (lub kationów będących grupą atomów, np. NH_4^+) i **anionów reszt kwasowych**.

wartościowość metalu — $M_m R_n$ — wartościowość reszty kwasowej

$M_m R_n$: M — symbol metalu lub grupy atomów, np. NH_4^+; R — symbol reszty kwasowej

Jakie są rodzaje soli?

Wyróżnia się sole kwasów beztlenowych i kwasów tlenowych:

Sole $\overset{n}{M}_m\overset{m}{R}_n$	
kwasów beztlenowych	**kwasów tlenowych**
chlorek sodu $NaCl$	siarczan(VI) sodu Na_2SO_4

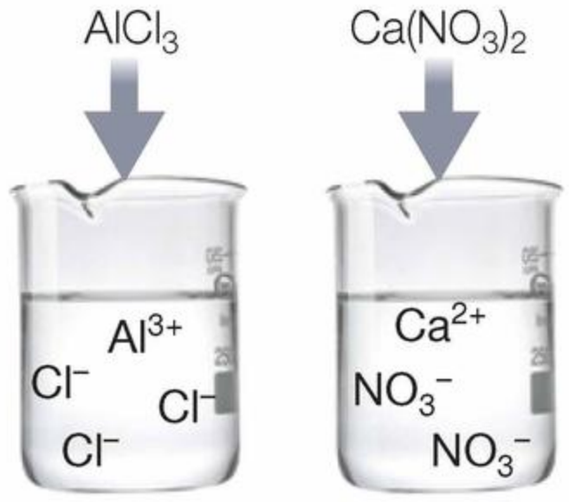
Na czym polega dysocjacja elektrolityczna soli?

Sole w roztworach wodnych **dysocjują na kationy metalu** (lub kationy będące grupą atomów, np. NH_4^+) i **aniony reszty kwasowej**:

$$\overset{n}{M}_m\overset{m}{R}_n \xrightarrow{H_2O} mM^{n+} + nR^{m-}$$

$$AlCl_3 \xrightarrow{H_2O} Al^{3+} + 3Cl^-$$

chlorek glinu — kation glinu — aniony chlorkowe



Co to jest szereg aktywności metali?

Szereg aktywności metali to zbiór metali uporządkowanych w kolejności od najbardziej do najmniej aktywnego chemicznie.

aktywność chemiczna metali maleje →

Li K Ca Na Mg Al Zn Fe Sn Pb | **H** | **Cu Ag Hg Pt Au**

metale bardziej aktywne od wodoru — metale mniej aktywne od wodoru

Gdzie się stosuje sole?

chlorki	przemysł spożywczy, medycyna, farmacja, usuwanie lodu z chodników
węglany	medycyna, przemysł chemiczny i kosmetyczny
siarczany(VI)	rolnictwo (nawozy sztuczne), medycyna, przemysł kosmetyczny
fosforany(V)	rolnictwo (nawozy sztuczne), przemysł spożywczy i chemiczny
azotany(V)	rolnictwo (nawozy sztuczne), medycyna, przemysł spożywczy i chemiczny

Jak można otrzymać sole?

Sole kwasów tlenowych i beztlenowych można otrzymać w reakcjach:

sposób 1 ▶ reakcja zobojętniania

kwas + zasada → sól + woda

np. $HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$
kwas chlorowodorowy; wodorotlenek sodu; chlorek sodu; woda

sposób 2 ▶

metal + kwas → sól + wodór↑
(bardziej aktywny od wodoru)

np. $Zn + H_2SO_4 \rightarrow ZnSO_4 + H_2\uparrow$
cynk; kwas siarkowy(VI); siarczan(VI) cynku; wodór

sposób 3 ▶

tlenek metalu + kwas → sól + woda
(tlenek zasadowy)

np. $MgO + 2HCl \rightarrow MgCl_2 + H_2O$
tlenek magnezu; kwas chlorowodorowy; chlorek magnezu; woda

sposób 4 ▶

wodorotlenek + tlenek niemetalu → sól + woda
(tlenek kwasowy)

np. $2NaOH + CO_2 \rightarrow Na_2CO_3 + H_2O$
wodorotlenek sodu; tlenek węgla(IV); węglan sodu; woda

sposób 5 ▶ reakcja strąceniowa

sól 1 + kwas 1 → sól 2↓ + kwas 2

np. $3Cu(NO_3)_2 + 2H_3PO_4 \rightarrow Cu_3(PO_4)_2\downarrow + 6HNO_3$
azotan(V) miedzi(II); kwas fosforowy(V); fosforan(V) miedzi(II); kwas azotowy(V)

sposób 6 ▶ reakcja strąceniowa

sól 1 + zasada → sól 2 + wodorotlenek

np. $Na_2SO_3 + Ba(OH)_2 \rightarrow BaSO_3\downarrow + 2NaOH$
siarczan(IV) sodu; wodorotlenek baru; siarczan(IV) baru; wodorotlenek sodu

sposób 7 ▶ reakcja strąceniowa

sól 1 + sól 2 → sól 3↓ + sól 4

np. $Fe(NO_3)_2 + K_2S \rightarrow FeS\downarrow + 2KNO_3$
azotan(V) żelaza(II); siarczek potasu; siarczek żelaza(II); azotan(V) potasu

sposób 8 ▶

metal + niemetal → sól kwasu beztlenowego

np. $2Na + Cl_2 \rightarrow 2NaCl$
sód; chlor; chlorek sodu

sposób 9 ▶

tlenek zasadowy + tlenek kwasowy → sól kwasu tlenowego

np. $K_2O + SO_2 \rightarrow K_2SO_3$
tlenek potasu; tlenek siarki(IV); siarczan(IV) potasu

Sprawdź, czy wiesz i umiesz...

Rozwiąż zadania w zeszycie

1. **Napisz nazwy soli o podanych wzorach sumarycznych oraz wzory sumaryczne soli o podanych nazwach.**
   $Cu_3(PO_4)_2$, $FeBr_3$, $MgSO_4$, $ZnCl_2$
   siarczek srebra(I), węglan żelaza(II), azotan(V) potasu, fosforan(V) żelaza(III)

2. **Uzupełnij poniższe zdanie tak, aby powstała poprawna informacja. Wybierz jedno określenie spośród podanych w każdym nawiasie.**
   Dysocjacja elektrolityczna soli polega na rozpadzie kryształów soli na kationy (*metali / reszt kwasowych*) i aniony (*metali / reszt kwasowych*) pod wpływem cząsteczek wody. Dysocjacji ulegają sole (*dobrze / trudno*) rozpuszczalne w wodzie.

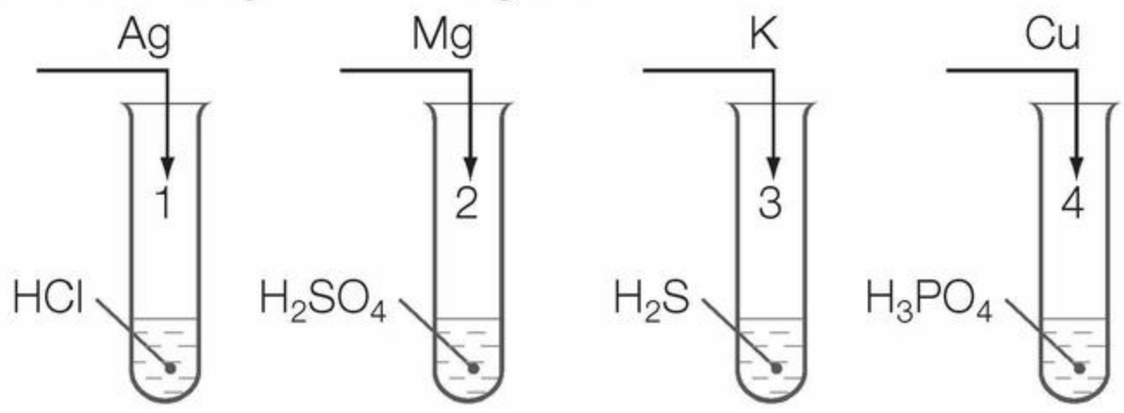
3. **Uzupełnij i uzgodnij równania reakcji dysocjacji elektrolitycznej soli.**
   a) $Fe(NO_3)_3 \xrightarrow{H_2O}$? + 3 ?
   b) ? $\xrightarrow{H_2O}$ $3Na^+ + PO_4^{3-}$

4. **Napisz równania reakcji chemicznych otrzymywania soli o podanych nazwach metodą zobojętniania. Zastosuj zapisy: cząsteczkowy, jonowy i skrócony jonowy.**
   a) chlorek wapnia
   b) siarczan(VI) potasu

5. Przeprowadzono doświadczenie chemiczne, w którym do roztworu zasady z dodatkiem roztworu fenoloftaleiny dodawano porcjami roztwór pewnej substancji aż do momentu odbarwienia wskaźnika. **Dokończ zdanie. Wybierz odpowiedź A lub B i jej uzasadnienie 1. albo 2.**
   Substancjami użytymi w doświadczeniu chemicznym mogły być

A.	KOH i H_2SO_4,	ponieważ	**1.**	odbarwienie fenoloftaleiny wskazuje na to, że zasada została zobojętniona w wyniku dodania kwasu.
B.	NaOH i H_2O,		**2.**	powstał kwas, w którym fenoloftaleina jest bezbarwna.

6. Przeprowadzono doświadczenie chemiczne przedstawione na schemacie. **Podaj numery probówek, w których zaszły reakcje chemiczne. Odpowiedź uzasadnij. Napisz odpowiednie równania reakcji chemicznych.**



7. Przeprowadzono następujące doświadczenia chemiczne: do probówek 1. i 2. wlano wodny roztwór chlorku magnezu, a następnie dodano wodne roztwory soli, do probówki 1. – węglanu potasu, do probówki 2. – siarczku potasu. Zaobserwowano, że strącił się osad.

   Uzupełnij poniższe zdanie tak, aby powstała poprawna informacja. Wybierz jeden numer probówki spośród podanych w nawiasie. Napisz odpowiednie równania reakcji chemicznych, stosując zapisy: cząsteczkowy, jonowy i skrócony jonowy.
   Osad strącił się w probówce (*1. / 2.*)

8. Człowiek wykrywa słony smak soli kuchennej w jej wodnym roztworze już przy zawartości 0,5 g soli na 1 l wody. **Oblicz w unitach masę chlorku sodu NaCl, który musi znajdować się w szklance zawierającej 250 ml wody, aby można było wyczuć słony smak. Zapisz obliczenia.**



3 Związki węgla z wodorem

17. Naturalne źródła węglowodorów

Cele lekcji: Poznanie obiegu węgla w przyrodzie. Omówienie właściwości najważniejszych naturalnych źródeł węglowodorów. Poznanie produktów destylacji ropy naftowej oraz ich właściwości i zastosowań. Wyjaśnienie pojęcia **związki organiczne**.

18. Szereg homologiczny alkanów

Cele lekcji: Poznanie pojęć: **węglowodory nasycone (alkany)**, **szereg homologiczny**. Poznanie nazw, wzorów sumarycznych, strukturalnych, półstrukturalnych i grupowych węglowodorów szeregu homologicznego alkanów.

19. Metan i etan

Cele lekcji: Poznanie właściwości metanu i etanu. Poznanie pojęć: **spalanie całkowite**, **spalanie niecałkowite**. Zapisywanie równań reakcji spalania całkowitego i spalania niecałkowitego metanu i etanu.

20. Porównanie właściwości alkanów i ich zastosowań

Cele lekcji: Określenie zmian właściwości fizycznych alkanów w zależności od długości łańcucha węglowego. Poznanie najważniejszych zastosowań alkanów. Zapisywanie równań reakcji spalania alkanów.

21. Szereg homologiczny alkenów. Eten

Cele lekcji: Poznanie pojęć: **węglowodory nienasycone (alkeny)**, **reakcja polimeryzacji**, **reakcja przyłączania**. Poznanie nazw systematycznych, wzorów sumarycznych, strukturalnych, półstrukturalnych i grupowych węglowodorów szeregu homologicznego alkenów. Zapisywanie równań reakcji spalania całkowitego, spalania niecałkowitego i polimeryzacji etenu oraz reakcji przyłączania fluorowców do etenu. Poznanie właściwości i zastosowań etenu i polietylenu.

22. Szereg homologiczny alkinów. Etyn

Cele lekcji: Poznanie pojęcia **alkiny**. Poznanie nazw systematycznych, wzorów sumarycznych, strukturalnych, półstrukturalnych i grupowych węglowodorów szeregu homologicznego alkinów. Poznanie właściwości i zastosowań etynu (acetylenu). Zapisywanie równań reakcji spalania etynu oraz reakcji przyłączania fluorowców do etynu.

23. Porównanie właściwości alkanów, alkenów i alkinów

Cele lekcji: Omówienie różnic i podobieństw we właściwościach węglowodorów nasyconych i nienasyconych. Odróżnienie węglowodorów nasyconych od nienasyconych.

17 Naturalne źródła węglowodorów



Fot. 63. Energia elektryczna potrzebna do naładowania telefonu pochodzi przeważnie z energii cieplnej powstałej podczas spalania paliw kopalnych.

Naturalnymi źródłami węglowodorów są paliwa kopalne, ze spalania których pochodzi większość energii elektrycznej (fot. 63.). Głównymi składnikami paliw kopalnych są pierwiastek chemiczny węgiel oraz związki organiczne.

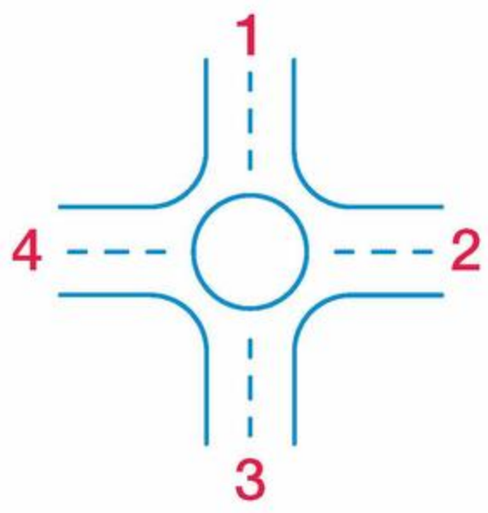
Co to są związki organiczne?

Związki organiczne to związki chemiczne **zbudowane głównie z atomów węgla** i **wodoru**. Niektóre związki organiczne oprócz atomów węgla i wodoru mogą zawierać też atomy innych pierwiastków chemicznych, np.: tlen, azot, siarkę, fosfor. Wiele związków organicznych stanowi budulec organizmów.

Związki chemiczne można podzielić na dwie główne grupy ze względu na skład chemiczny, budowę ich cząsteczek i właściwości:



Skojarz i zapamiętaj!



Atom węgla w związkach organicznych zawsze tworzy **cztery wiązania**.

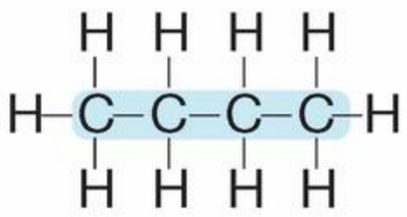
Co to są węglowodory?

Węglowodory to związki organiczne, których cząsteczki są **zbudowane wyłącznie z atomów węgla i wodoru**. **Węgiel** w związkach organicznych **jest zawsze czterowartościowy**.

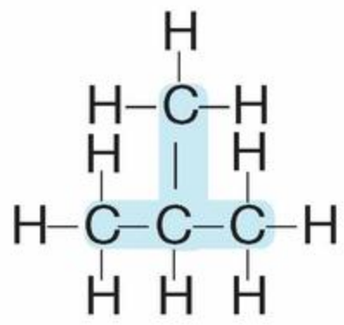
Jak są zbudowane węglowodory?

Atomy węgla łączą się ze sobą bezpośrednio, tworząc łańcuchy proste, rozgałęzione lub pierścienie. Przykładem związku chemicznego, w którym atomy węgla mogą łączyć się ze sobą w różny sposób, jest węglowodór zbudowany z 4 atomów węgla:

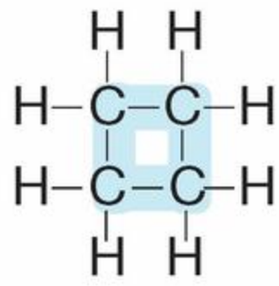
cząsteczka węglowodoru C_4H_{10} o **łańcuchu prostym**



cząsteczka węglowodoru C_4H_{10} o **łańcuchu rozgałęzionym**



cząsteczka węglowodoru C_4H_8 w **formie pierścienia**



Co zalicza się do paliw kopalnych?

Do paliw kopalnych zaliczane są przede wszystkim **gaz ziemny**, **ropa naftowa** i **węgle kopalne**.

Co to jest gaz ziemny?

Gaz ziemny to **mieszanina gazowych węglowodorów** o niewielkiej liczbie atomów węgla w cząsteczce oraz związków nieorganicznych, m.in. tlenków węgla i tlenku azotu(II). Złoża gazu ziemnego najczęściej towarzyszą złożom ropy naftowej, ale mogą również występować jako złoże niezależne.

Co to jest ropa naftowa?

Ropa naftowa (fot. 64.) jest **ciekłą mieszaniną jednorodną** głównie **węglowodorów** w stanie gazowym, ciekłym i stałym, wzajemnie w sobie rozpuszczonych. Ropę naftową wydobywa się z pokładów znajdujących się pod powierzchnią lądu lub dna morskiego.



Fot. 64. Barwa ropy naftowej zależy od jej pochodzenia oraz od głębokości i wieku złoża.

Co to są węgle kopalne?

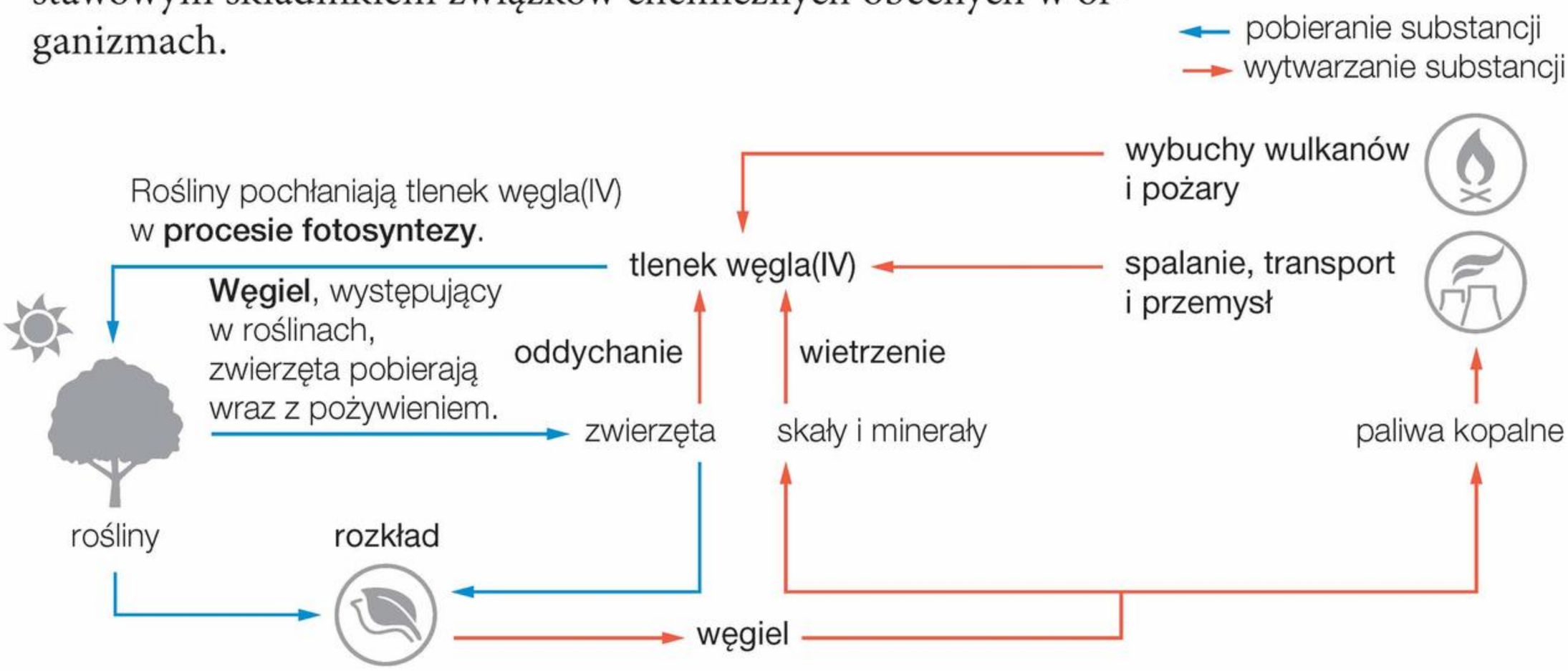
Węgle kopalne to **mieszaniny związków chemicznych** o dużej zawartości procentowej pierwiastka węgla, znajdujące się **w stałym stanie skupienia**. W środowisku przyrodniczym występuje kilka rodzajów węgla kopalnego, np. węgiel kamienny (fot. 65.).



Fot. 65. Węgiel kamienny zawiera 75–92 % węgla pierwiastkowego.

Na czym polega obieg węgla?

Obieg węgla (rys. 3.) jest to **ciągły cykl przemian węgla oraz jego związków organicznych i nieorganicznych** występujących w atmosferze, wodzie i skorupie ziemskiej. Węgiel jest też podstawowym składnikiem związków chemicznych obecnych w organizmach.



Rys. 3. Węgiel powstaje na skutek rozkładu obumarłych roślin i szczątków zwierząt oraz procesów fermentacji i butwienia. W ich wyniku węgiel trafia do gleby. Bierze udział w powstawaniu skał i minerałów.

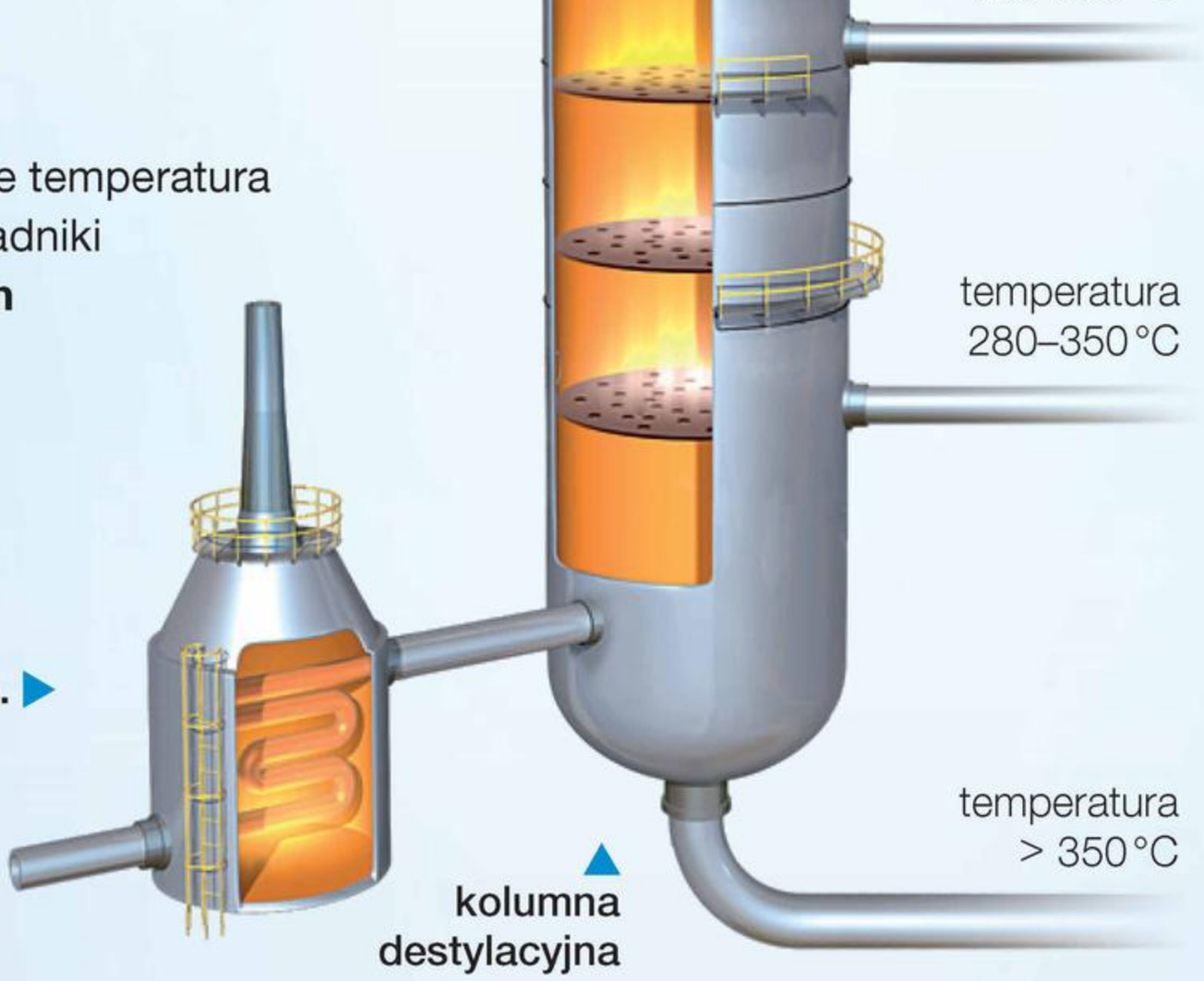
Co powstaje w procesie destylacji ropy naftowej?

Ropa naftowa jest mieszaniną węglowodorów o różnych temperaturach wrzenia. Do rozdzielania ropy naftowej na składniki wykorzystuje się proces destylacji. Produktami destylacji ropy naftowej są mieszaniny składników o podobnych temperaturach wrzenia.

1 Wstępnie oczyszczona **ropa naftowa jest ogrzewana do temperatury ok. 400 °C**. Jej pary przemieszczają się w górę kolumny destylacyjnej.

2 **W górnej części kolumny**, tam, gdzie panuje najniższa temperatura, odbierane są gazowe składniki ropy naftowej **o małych masach cząsteczkowych** i niskich temperaturach wrzenia.

3 **W dolnej części kolumny**, gdzie temperatura jest najwyższa, skraplają się składniki ropy naftowej **o dużych masach cząsteczkowych** i wysokich temperaturach wrzenia.





Mazut i wybrane produkty jego przeróbki

Mazut to gęsta, oleista pozostałość po destylacji ropy naftowej, o barwie od ciemnobrunatnej do czarnej. Część mazutu jest wykorzystywana bezpośrednio jako olej opałowy, a część poddaje się dalszej przeróbce (destylacji) pod zmniejszonym ciśnieniem.

Otrzymuje się wówczas m.in.:

- oleje smarowe,
- wazelinę, stosowaną jako środek kosmetyczny i smar,
- parafinę, wykorzystywaną do produkcji świec i impregnacji papieru,
- asfalty, stosowane do pokrywania nawierzchni dróg i wyrobu papy.

gaz rafineryjny
(głównie propan i butan)



◀ paliwo w butlach turystycznych i do silników z zapłonem iskrowym

Produkty destylacji	Liczba atomów węgla w cząsteczkach węglowodorów
gaz rafineryjny	1–4
benzyny	5–12
nafty	9–16
oleje napędowe	15–18
mazut	> 17

benzyny
(lekkie i ciężkie)





◀ paliwo do silników samochodowych z zapłonem iskrowym, rozpuszczalniki

nafty



paliwo do silników odrzutowych i turbośmigłowych, rozpuszczalniki ▶



oleje napędowe





◀ paliwo do silników z zapłonem samoczynnym (silników Diesla)

mazut
(oleje opałowe lekkie, średnie, ciężkie)



Asfalty to substancje o barwie brunatnej lub czarnej, często ze szklistym połyskiem. Miękną w temperaturze 20–50 °C.



Papa to arkusze tkaniny, tektury lub tworzywa sztucznego nasączone asfaltem albo smołą.



Parafina jest mieszaniną alkanów stałych o liczbie atomów węgla w cząsteczce większej niż 15.

Dla dociekliwych

Słowo „węgiel” najczęściej kojarzy się z węglem kopalnym, stosowanym do ogrzewania budynków i wytwarzania energii elektrycznej. Oznacza również pierwiastek chemiczny. **W stanie wolnym** występuje on w kilku odmianach. Grafit, diament (fot. 66.), grafen i fulereny to odmiany węgla pierwiastkowego. Węgiel tworzy wiele związków chemicznych, np.: węglany, tlenek węgla(IV) czy związki organiczne.



Fot. 66. Oszlifowane diamenty to brylanty.

Zapamiętaj!

Związki organiczne – związki chemiczne zbudowane głównie z atomów węgla i wodoru, mogą zawierać też inne atomy pierwiastków chemicznych, np. tlen, azot, siarkę, fosfor.

Węglowodory – związki organiczne, których cząsteczki są zbudowane wyłącznie z atomów węgla i wodoru.

Gaz ziemny – mieszanina gazowych węglowodorów o niewielkiej liczbie atomów węgla w cząsteczce oraz związków nieorganicznych, np. tlenków węgla i tlenku azotu(II).

Ropa naftowa – ciekła mieszanina jednorodna głównie węglowodorów w stanie gazowym, ciekłym i stałym.

Węgle kopalne – mieszaniny związków chemicznych o dużej zawartości węgla, w stałym stanie skupienia.

Rozwiąż zadania w zeszycie

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

1.	Związki chemiczne można podzielić na związki organiczne i nieorganiczne.	P	F
2.	Węgiel w związkach organicznych jest zawsze czterowartościowy.	P	F
3.	Paliwa kopalne są źródłem węglowodorów.	P	F

2. Wybierz poprawne dokończenie zdania.

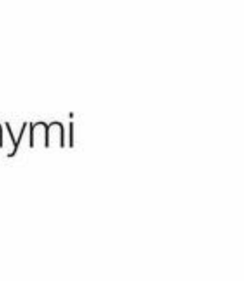
W procesie destylacji ropy naftowej uzyskuje się między innymi

a) benzyny, nafty, oleje napędowe, asfalt.
b) benzyny, oleje napędowe, gaz ziemny, nafty.
c) benzyny, oleje napędowe, węgiel kamienny, oleje silnikowe.
d) benzyny, nafty, oleje silnikowe, węgiel kamienny.

3. Wybierz wzory węglowodorów.

C_2H_4, C_3H_8O, CH_3NH_2, $C_{15}H_{30}$, $C_3H_5(OH)_3$, C_4H_{10}, $C_5H_{11}Cl$, C_5H_{12}, C_4H_4S, C_3H_6

4. Do zlewki wlano jednakowe objętości niemieszających się cieczy – wody i nafty. Masa nafty wynosiła 84 g, a masa wody 100 g. **Podaj nazwy cieczy tworzących warstwy 1 i 2 w zlewce. Odpowiedź uzasadnij.**



5. Przyporządkuj nazwom produktów destylacji ropy naftowej (I–III) **po jednym zastosowaniu** (A–D)**.**

I. gaz rafineryjny II. mazut III. benzyna

A. produkcja wazeliny i asfaltu
B. paliwo w butlach turystycznych
C. paliwo do silników samochodowych z zapłonem iskrowym
D. paliwo do silników odrzutowych

18 Szereg homologiczny alkanów

Związki organiczne o podobnej budowie i podobnych właściwościach chemicznych tworzą uporządkowany zbiór (fot. 67.).



Fot. 67. Długość pociągu zwiększa się po dodaniu kolejnego wagonu, podobnie jak długość cząsteczek kolejnych alkanów w szeregu homologicznym.

Co to są alkany?

Alkany to **węglowodory nasycone**, w których cząsteczkach **wszystkie atomy węgla są połączone wiązaniami pojedynczymi**.

Jak się tworzy nazwy alkanów?

Nazwy wszystkich alkanów mają końcówkę -**an**:

met**an** et**an** prop**an** but**an** pent**an**

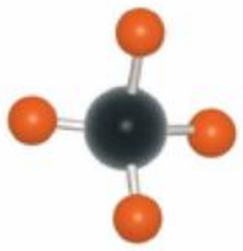
Cztery pierwsze alkany mają nazwy zwyczajowe, a nazwy systematyczne kolejnych alkanów pochodzą od liczebników greckich, np. penta- (pięć), heksa- (sześć).

Jakimi modelami przedstawia się cząsteczki związków organicznych?

Do przedstawienia budowy cząsteczek związków organicznych stosuje się **modele czaszowe** i **pręcikowo-kulkowe**. W modelach czaszowych widoczne są jedynie atomy tworzące cząsteczkę. Natomiast w modelach pręcikowo-kulkowych można dostrzec również liczbę i rodzaj wiązań między atomami. Na przykład:



model czaszowy metanu



model pręcikowo-kulkowy metanu

Jakimi wzorami zapisuje się związki organiczne?

W chemii organicznej oprócz wzorów sumarycznych i strukturalnych stosuje się także **wzory półstrukturalne** i **grupowe**.

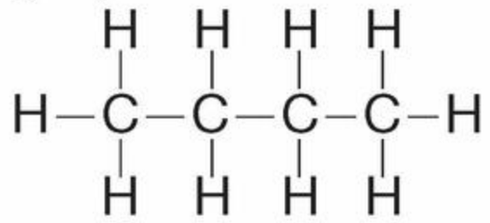
- **Wzór sumaryczny** – podaje tylko rodzaj i liczbę atomów wchodzących w skład cząsteczki związku chemicznego. Na jego podstawie nie można jednoznacznie określić budowy związku organicznego. Na przykład:

C_4H_{10}

wzór sumaryczny butanu

- **Wzór strukturalny** – uwzględnia zarówno rodzaj, jak i liczbę atomów pierwiastków chemicznych wchodzących w skład czą-

steczki związku chemicznego oraz utworzone w cząsteczce wiązania chemiczne. Na przykład:



wzór strukturalny butanu

- **Wzór półstrukturalny** – przedstawia rodzaj i liczbę atomów wchodzących w skład cząsteczki związku chemicznego oraz wiązania węgiel-węgiel. Na przykład:

$$CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$$

wzór półstrukturalny butanu

- **Wzór grupowy** – uwzględnia rodzaj i liczbę atomów wchodzących w skład cząsteczki związku chemicznego, ale pomija się w nim wiązania. Na przykład:

$$CH_3(CH_2)_2CH_3$$

wzór grupowy butanu

Skojarz i zapamiętaj!

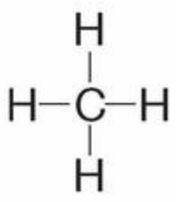
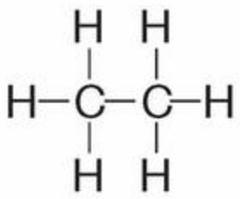
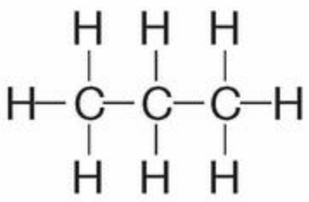
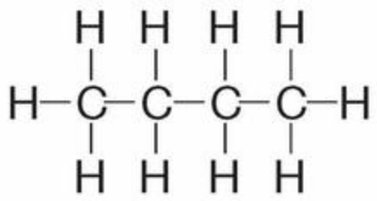
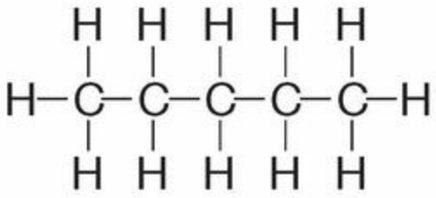


W cząsteczkach alkanów występują **wiązania pojedyncze** między atomami węgla, utworzone przez **2 elektrony** walencyjne (1 parę elektronową).

Co to jest szereg homologiczny?

Szereg homologiczny to zbiór związków organicznych o podobnej budowie i podobnych właściwościach chemicznych. Każde

Tabela 8. Szereg homologiczny alkanów (do 5 atomów węgla w cząsteczce)

Liczba atomów węgla w cząsteczce	Nazwa	Wzór			
		strukturalny	półstrukturalny	grupowy	
1	metan		CH_4	CH_4	
2	etan		CH_3-CH_3	CH_3CH_3	
3	propan		$CH_3-CH_2-CH_3$	$CH_3CH_2CH_3$	
4	butan		$CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$	$CH_3(CH_2)_2CH_3$	
5	pentan		$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$	$CH_3(CH_2)_3CH_3$	

kolejne dwa związki organiczne w szeregu homologicznym różnią się o grupę $-CH_2-$.

Związki organiczne o podobnej budowie i podobnych właściwościach chemicznych są uporządkowane zgodnie ze zwiększającą się liczbą atomów węgla i wodoru w cząsteczce.

Jak są uporządkowane alkany w szeregu homologicznym?

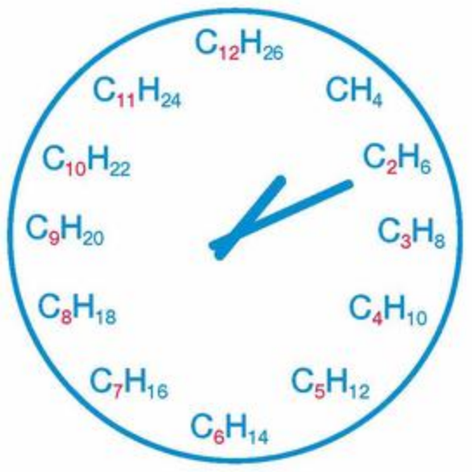
Szereg homologiczny alkanów (tabela 8.) tworzą węglowodory, w których atomy węgla są połączone wyłącznie wiązaniami pojedynczymi.

Każdy **kolejny węglowodór w szeregu ma w cząsteczce o jeden atom węgla i dwa atomy wodoru więcej niż poprzedni**. Długość kolejnych cząsteczek alkanów w szeregu homologicznym zwiększa się o grupę $-CH_2-$:

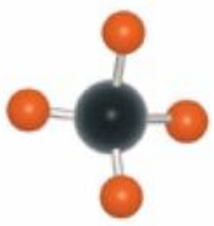
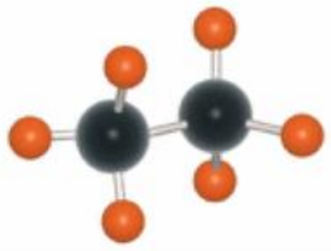
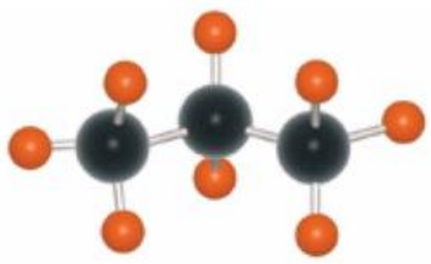
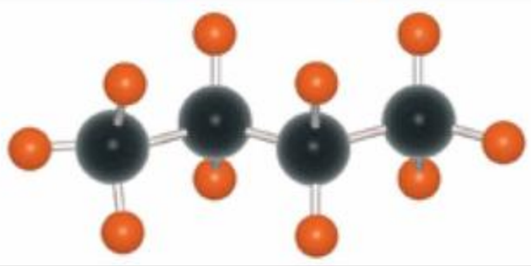
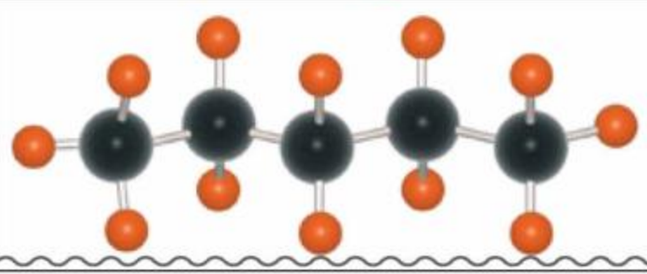
$$CH_3-CH_3$$
$$CH_3-\mathbf{CH_2}-CH_3$$
$$CH_3-CH_2-\mathbf{CH_2}-CH_3$$
$$CH_3-CH_2-CH_2-\mathbf{CH_2}-CH_3$$

Związki chemiczne należące do szeregu homologicznego alkanów to **homologi**.

Skojarz i zapamiętaj!



Kolejny alkan w szeregu homologicznym **ma** w cząsteczce **o jeden atom węgla i dwa atomy wodoru więcej** od poprzedniego.

		Model cząsteczki	
	sumaryczny	pręcikowo-kulkowy	czaszowy
	CH_4		
	C_2H_6		
	C_3H_8		
	C_4H_{10}		
	C_5H_{12}		

Modele atomów:
H C

Jak zapisać wzór ogólny alkanów?

Na podstawie analizy wzorów alkanów w szeregu homologicznym można podać ich **wzór ogólny**:

Wskazówka matematyczna

Liczba naturalna – liczba całkowita dodatnia, np. 1, 2, 3...

$$C_nH_{2n+2}$$

liczba atomów węgla w cząsteczce alkanu;
$n \geq 1$; liczba naturalna

Przykład 6

Jak ustalić wzór sumaryczny alkanu?

Krok 1
Napisz wzór ogólny alkanów.

Podaj wzór sumaryczny alkanu o trzech atomach węgla w cząsteczce.
C_nH_{2n+2}

Krok 2
Określ wartość liczby *n*.

Liczba *n* określa liczbę atomów węgla w cząsteczce alkanu.
$n = 3$

Krok 3
Podstaw wartość liczby *n* do wzoru ogólnego.

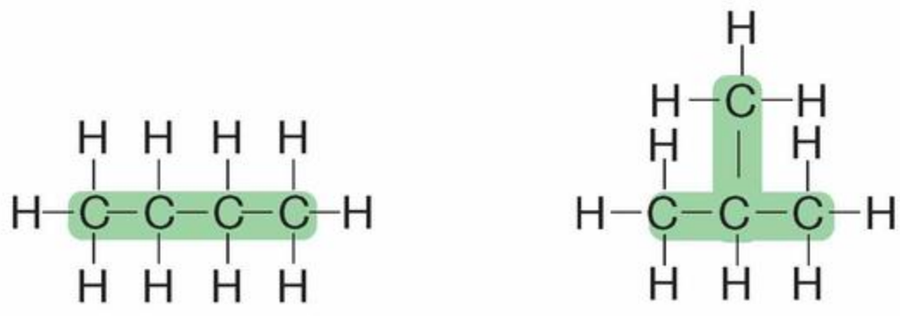
$C_3H_{2 \cdot 3 + 2}$

Krok 4
Napisz wzór sumaryczny alkanu.

C_3H_8

Dla dociekliwych

Łańcuch węglowy w cząsteczce alkanu może być prosty lub rozgałęziony. Zjawisko to nosi nazwę **izomerii łańcuchowej**. Izomery mają taki sam wzór sumaryczny, lecz różne wzory strukturalne, a przez to i właściwości. Na przykład butan występuje w postaci dwóch izomerów:



Im więcej atomów węgla tworzy cząsteczkę alkanu, tym więcej izomerów ma węglowodór, np.: heksan C_6H_{14} ma 5 izomerów, a oktan C_8H_{18} – 18 izomerów.

Przykład 7

Jak ustalić wzór sumaryczny alkanu na podstawie jego masy cząsteczkowej?

Krok 1
Przeczytaj treść zadania i **wypisz** dane oraz szukane.

Napisz wzór sumaryczny alkanu, którego masa cząsteczkowa wynosi 72 u.

Dane:
m_{alkanu} = 72 u

Szukane:
wzór sumaryczny = ?

Krok 2
Napisz wzór ogólny alkanów oraz **odczytaj** z układu okresowego masy atomowe węgla i wodoru.

Wzór ogólny alkanów to C_nH_{2n+2}, gdzie n to liczba atomów węgla w cząsteczce.

m_C = 12 u — $_6$C, węgiel, *12,01*

m_H = 1 u — $_1$H, wodór, *1,008*

Krok 3
Wykonaj obliczenia.

$m_C \cdot n + m_H \cdot (2n + 2) = 72$ u

$12 \text{ u} \cdot n + 1 \text{ u} \cdot (2n + 2) = 72 \text{ u} \mid : \text{u}$

$12n + 2n + 2 = 72$

$14n = 70 \mid : 14$

$n = 5$

Krok 4
Podstaw obliczoną wartość n do wzoru ogólnego alkanów.

C_nH_{2n+2}

$C_5H_{2 \cdot 5 + 2}$

C_5H_{12}

Krok 5
Napisz odpowiedź.

Odpowiedź: Wzór sumaryczny alkanu o masie cząsteczkowej równej 72 u to C_5H_{12}.

Dla dociekliwych

Węglowodory nasycone, których cząsteczki są zbudowane z atomów węgla tworzących pierścienie, to **cykloalkany**. Mają one właściwości chemiczne podobne do alkanów o takiej samej liczbie atomów węgla w cząsteczce. Pierwszym związkiem chemicznym w szeregu homologicznym cykloalkanów jest cyklopropan. Przykłady cykloalkanów:



wzór półstrukturalny cyklopropanu



wzór półstrukturalny cyklobutanu

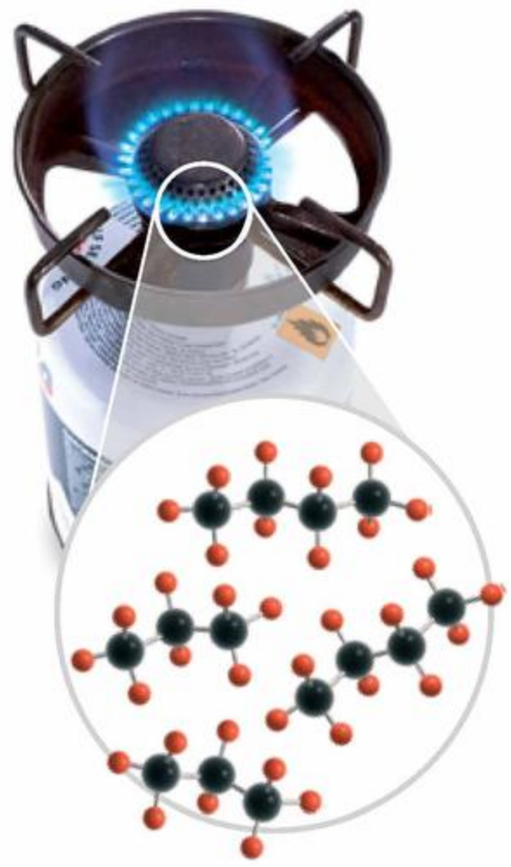


wzór półstrukturalny cyklopentanu

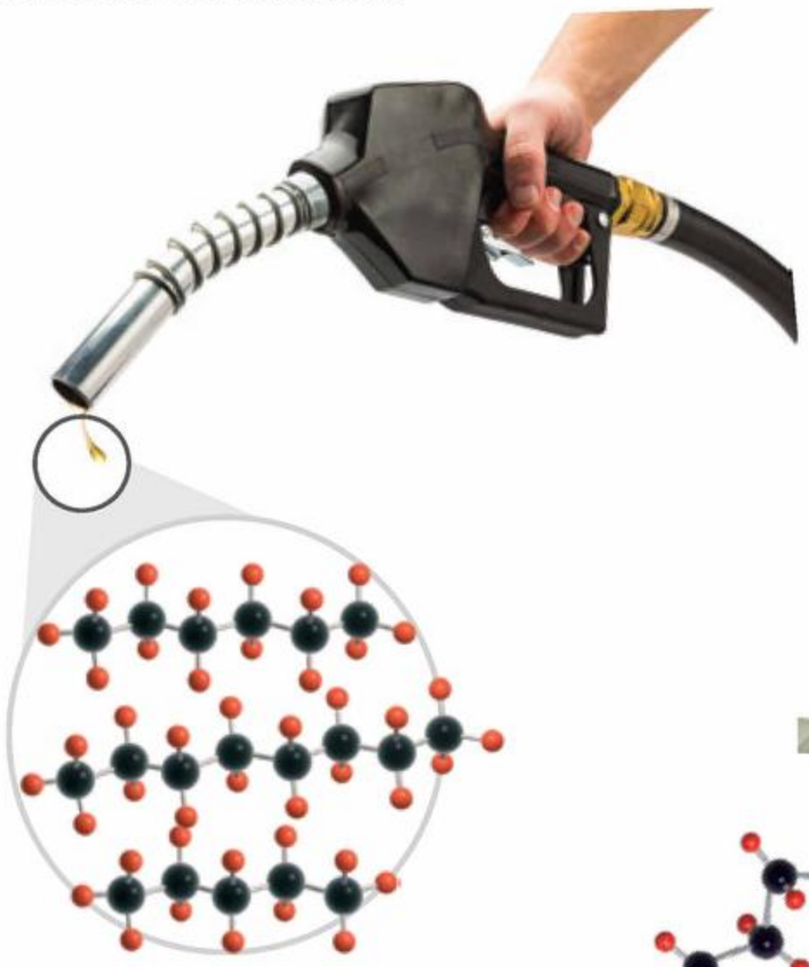
Chemia wokół nas

Węglowodory nasycone różniące się liczbą atomów węgla w cząsteczce są wykorzystywane w życiu codziennym oraz różnych gałęziach przemysłu (fot. 68.).

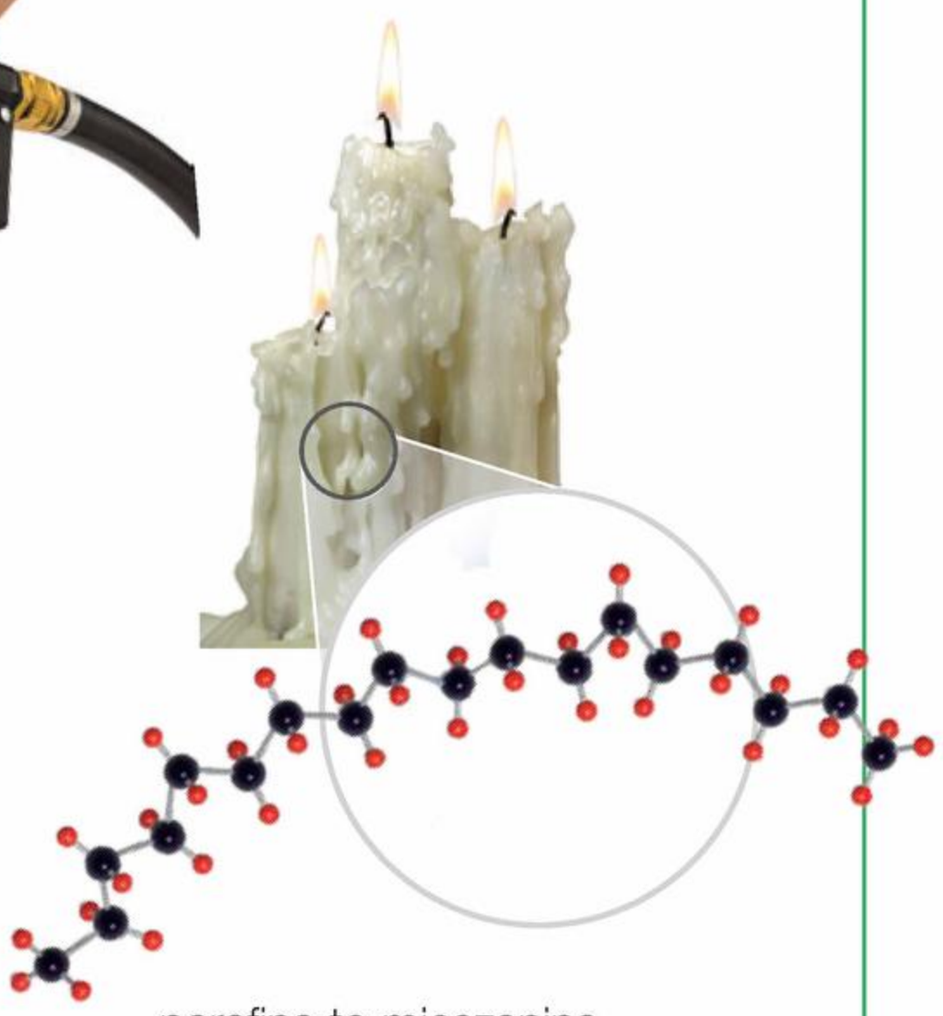
Fot. 68. Długość łańcucha węglowego wpływa na właściwości i zastosowania alkanów.



w kuchenkach gazowych spalane są węglowodory gazowe, zawierające od 1 do 4 atomów węgla w cząsteczce



benzyna stosowana w przemyśle paliwowym to mieszanina węglowodorów ciekłych, zawierających od 5 do 12 atomów węgla w cząsteczce



parafina to mieszanina węglowodorów o stałym stanie skupienia, zawierających od 16 do 35 atomów węgla w cząsteczce



Zdarza się, że ropa naftowa, która jest mieszaniną węglowodorów, przedostaje się do morza, np. w wyniku eksplozji platform wiertniczych. Może wtedy spowodować katastrofę ekologiczną. Do ograniczenia jej rozmiarów używa się m.in. pływających zapór oddzielających zanieczyszczenia od wody (fot. 69.). Największa w historii USA katastrofa ekologiczna miała miejsce w 2010 r. w Zatoce Meksykańskiej. Powstała w wyniku eksplozji platformy wiertniczej Deepwater Horizon. Miliony metrów sześciennych ropy naftowej, która dostała się do wód Zatoki Meksykańskiej, zanieczyściły wybrzeże na długości setek kilometrów.

Fot. 69. Ropa naftowa ma gęstość mniejszą od gęstości wody, dlatego pływa po jej powierzchni.

Rozwiąż zadania w zeszycie

1. **Wybierz wzory alkanów.**
   C_6H_{12}, C_7H_{16}, C_3H_6, C_2H_2, C_8H_{18}, C_5H_8, $C_{17}H_{36}$

2. **Uszereguj alkany o podanych nazwach według zwiększającej się liczby atomów węgla w cząsteczce.**
   metan, butan, propan, pentan, etan

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

1.	Nazwy alkanów mają końcówkę -an.	**P**	**F**
2.	Wszystkie wiązania w cząsteczce węglowodoru nasyconego są pojedyncze.	**P**	**F**
3.	Wzór półstrukturalny przedstawia wszystkie atomy i wiązania w cząsteczce związku chemicznego.	**P**	**F**
4.	Wzór węglowodoru nasyconego o 10 atomach węgla w cząsteczce to $C_{10}H_{21}$.	**P**	**F**

4. **Napisz wzór sumaryczny alkanu o 20 atomach węgla w cząsteczce.**

5. **Napisz wzór sumaryczny alkanu o 28 atomach wodoru w cząsteczce.**

6. **Napisz wzory półstrukturalne i grupowe alkanów o wzorach sumarycznych:**
   a) C_7H_{16}; **b)** $C_{10}H_{22}$.

7. **Napisz wzór sumaryczny i nazwę alkanu, którego masa cząsteczkowa wynosi 58 u.**

8. **Napisz wzory sumaryczne, strukturalne, półstrukturalne i grupowe alkanów przedstawionych za pomocą modeli czaszowych.**

   a) 

   b) 

   Modele atomów:
   H C

9. **Oblicz zawartość procentową (procent masowy) węgla w butanie.**

10. **Ustal, który węglowodór: CH_4 czy C_2H_6, ma większą zawartość procentową węgla (procent masowy).**

Dla dociekliwych

11. Heksan tworzy pięć izomerów. **Napisz ich wzory półstrukturalne.**

Zapamiętaj!

Alkany – węglowodory nasycone, w których cząsteczkach wszystkie atomy węgla są połączone wiązaniami pojedynczymi.

Wzór sumaryczny – wzór uwzględniający tylko rodzaj i liczbę atomów wchodzących w skład cząsteczki związku chemicznego.

Wzór strukturalny – wzór uwzględniający rodzaj i liczbę atomów wchodzących w skład cząsteczki związku chemicznego oraz utworzone w cząsteczce wiązania.

Wzór półstrukturalny – wzór uwzględniający rodzaj i liczbę atomów wchodzących w skład cząsteczki związku chemicznego oraz wiązania węgiel-węgiel.

Wzór grupowy – wzór uwzględniający rodzaj i liczbę atomów w cząsteczce węglowodoru, pomija wiązania chemiczne, przedstawia tylko grupy atomów.

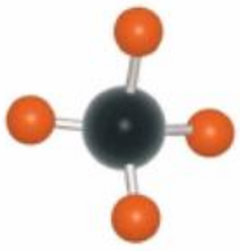
Szereg homologiczny – zbiór związków organicznych o podobnej budowie i podobnych właściwościach, w którym każdy kolejny związek chemiczny ma w cząsteczce o jeden atom węgla i dwa atomy wodoru więcej niż poprzedni.

19 Metan i etan



Fot. 70. Metan spala się niebieskim płomieniem.

Model pręcikowo-kulkowy



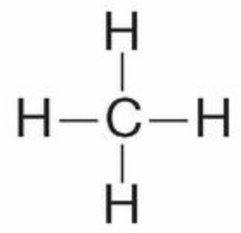
Modele atomów:

H C

Metan jest głównym składnikiem gazu ziemnego (stanowi około 90 % tego gazu) . Wykorzystuje się go np. w kuchenkach gazowych (fot. 70.). Nazywany jest także gazem kopalnianym, ponieważ występuje w kopalniach węgla kamiennego.

Co to jest metan?

Metan, najprostszy węglowodór, to **pierwszy związek chemiczny w szeregu homologicznym alkanów** – węglowodorów nasyconych:

CH_4	CH_4	
wzór sumaryczny	wzór półstrukturalny	wzór strukturalny

Jakie produkty powstają w reakcji spalania metanu?

Reakcja spalania metanu przebiega z wydzieleniem światła i ciepła.

Doświadczenie 20

Spalanie metanu



Instrukcja: Zapal palnik gazowy. Nad płomieniem palnika umieść pod kątem – dnem do góry – kolbę kulistą, której ścianki wewnętrzne wcześniej zostały zwilżone wodą wapienną (schemat).

Schemat



Obserwacje: Na ściankach kolby – tam, gdzie znajdowały się krople wody wapiennej – powstał biały osad (fot. 71.).



Fot. 71. Badanie produktów spalania metanu.

Wniosek: Jednym z produktów reakcji spalania metanu jest tlenek węgla(IV).

W doświadczeniu 20. zachodzi **reakcja spalania całkowitego metanu:**

spalanie całkowite

$$\underset{\text{metan}}{CH_4} + \underset{\text{tlen}}{2O_2} \longrightarrow \underset{\text{tlenek węgla(IV)}}{CO_2} + \underset{\text{woda}}{2H_2O}$$

Jakie są rodzaje reakcji spalania?

W zależności od warunków, w jakich zachodzi spalanie, np. metanu, powstają różne produkty. Gdy **reakcja przebiega przy nieograniczonym dostępie tlenu**, jak w doświadczeniu 20., s. 110, wówczas następuje spalanie całkowite, którego produktami są **tlenek węgla(IV)** i **woda** (para wodna) (rys. 4.). Ten rodzaj spalania jest najbezpieczniejszy i najbardziej ekonomiczny.



Rys. 4. Płomień palącego się gazu ziemnego nie kopci.

Jeśli podczas reakcji chemicznej **dostęp tlenu jest ograniczony**, wówczas zachodzi spalanie niecałkowite. Produktami spalania niecałkowitego mogą być **tlenek węgla(II)** i **woda** (para wodna) lub **węgiel** i **woda** (para wodna).

Reakcje spalania niecałkowitego metanu przedstawiają równania:

$$\underset{\text{metan}}{2CH_4} + \underset{\text{tlen}}{3O_2} \longrightarrow \underset{\text{tlenek węgla(II)}}{2CO} + \underset{\text{woda}}{4H_2O}$$ — spalanie niecałkowite

$$\underset{\text{metan}}{CH_4} + \underset{\text{tlen}}{O_2} \longrightarrow \underset{\text{węgiel}}{C} + \underset{\text{woda}}{2H_2O}$$ — spalanie niecałkowite

Jakie właściwości ma metan?

Metan jest bezbarwnym i bezwonnym gazem.

Właściwości CH_4

Właściwości fizyczne
- gaz
- bezbarwny
- ma gęstość mniejszą od gęstości powietrza
- nierozpuszczalny w wodzie

Właściwości chemiczne
- bezwonny
- mało reaktywny
- ulega reakcjom spalania:
  – całkowitego
  – niecałkowitego



Reaktywność to zdolność związku chemicznego do uczestniczenia w reakcjach chemicznych.



Metan i powietrze tworzą mieszaninę wybuchową.

Jakich zasad należy przestrzegać w miejscach występowania metanu?

Ze względu na wybuchowe właściwości mieszaniny metanu z tlenem lub powietrzem należy **systematycznie kontrolować szczelność przewodów gazowych** w gospodarstwach domowych. Mieszanina metanu z powietrzem to także śmiertelne zagrożenie w kopalniach węgla kamiennego.

! Metan tworzy z powietrzem **mieszaninę wybuchową**.
Pod wpływem czynników zewnętrznych, np. iskry elektrycznej, ogrzania, wstrząsu, mieszanina może eksplodować.
Mieszanina metanu z powietrzem jest wybuchowa, gdy metan stanowi w niej 5–15 % (procent objętościowy).

Jak powstaje tlenek węgla(II)?

Tlenek węgla(II), potocznie **nazywany czadem**, powstaje **podczas spalania** m.in. węgla i węglowodorów **przy ograniczonym dostępie tlenu**.

Co może być źródłem czadu?

Źródłem czadu mogą być:
- nieprawidłowo podłączone urządzenia podczas ich użytkowania, np. kuchenka gazowa, kominek, gazowy podgrzewacz wody,
- samochód z uruchomionym silnikiem,
- pożar.



Czad CO powoduje śmiertelne zatrucie.

Dlaczego czad jest niebezpieczny?

Podczas oddychania czad wraz z powietrzem dostaje się do płuc, a następnie do krwi. Wówczas **hemoglobina**, zamiast łączyć się z tlenem i przenosić go do komórek, **łączy się z tlenkiem węgla(II)**. To powoduje **niedotlenienie całego organizmu**, które prowadzi do utraty przytomności, a często śmierci.

Czad nazywany jest cichym zabójcą, ponieważ ten bezwonny, bezbarwny, niedrażniący gaz jest niewyczuwalny, a śmiertelnie niebezpieczny.



Fot. 72. W pomieszczeniach ogrzewanych piecami węglowymi i gazowymi warto instalować czujniki sygnalizujące obecność tlenku węgla(II).

Jak uniknąć zatrucia czadem?

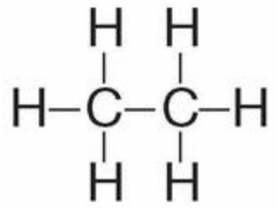
Aby chronić się przed zatruciem czadem, należy:
- **stosować czujniki** wykrywające zbyt duże stężenie tlenku węgla(II) w pomieszczeniu (fot. 72.),
- utrzymywać **stały dopływ świeżego powietrza i regularnie wietrzyć pomieszczenia**,
- **dbać o drożność przewodów kominowych, kratek i instalacji wentylacyjnych**.

Co to jest etan?

Etan jest **drugim w kolejności związkiem chemicznym w szeregu homologicznym alkanów**:

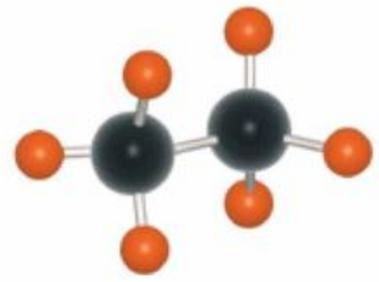
C_2H_6 — wzór sumaryczny

$CH_3—CH_3$ — wzór półstrukturalny



wzór strukturalny

Model pręcikowo-kulkowy



Modele atomów:



Jakie produkty powstają w reakcji spalania etanu?

W zależności od ilości dostępnego tlenu produktami spalania etanu są **woda** i **tlenek węgla(IV)**, **tlenek węgla(II)** lub **węgiel**. Etan ulega reakcjom spalania całkowitego lub niecałkowitego.

Równanie reakcji spalania całkowitego etanu:

$$\underset{\text{etan}}{2C_2H_6} + \underset{\text{tlen}}{7O_2} \longrightarrow \underset{\text{tlenek węgla(IV)}}{4CO_2} + \underset{\text{woda}}{6H_2O}$$

spalanie całkowite

Równania reakcji spalania niecałkowitego etanu:

$$\underset{\text{etan}}{2C_2H_6} + \underset{\text{tlen}}{5O_2} \longrightarrow \underset{\text{tlenek węgla(II)}}{4CO} + \underset{\text{woda}}{6H_2O}$$

spalanie niecałkowite

$$\underset{\text{etan}}{2C_2H_6} + \underset{\text{tlen}}{3O_2} \longrightarrow \underset{\text{węgiel}}{4C} + \underset{\text{woda}}{6H_2O}$$

spalanie niecałkowite

Jakie właściwości ma etan?

Etan, podobnie jak metan, jest bezbarwnym gazem.

Właściwości C_2H_6

Właściwości fizyczne

- gaz
- bezbarwny
- ma gęstość większą od gęstości powietrza
- nierozpuszczalny w wodzie

Właściwości chemiczne

- bezwonny
- mało reaktywny
- ulega reakcjom spalania:
  – całkowitego
  – niecałkowitego



Dla dociekliwych

Alkany (np. etan i metan) ulegają reakcji substytucji (podstawienia). Przykładem takiej reakcji jest reakcja gazowego chloru z alkanami zachodząca pod wpływem światła, np.:

$$\underset{\text{metan}}{CH_4} + \underset{\text{chlor}}{Cl_2} \xrightarrow{\text{światło}} \underset{\text{chlorometan}}{CH_3Cl} + \underset{\text{chlorowodór}}{HCl}$$

Chemia wokół nas



Tlenek węgla(IV) jest jednym z produktów spalania paliw kopalnych i jest zaliczany do gazów cieplarnianych. Zapobiegają one utracie ciepła przez Ziemię (efekt cieplarniany), ale ich stężenie nie jest stałe. Zbyt duże stężenie gazów cieplarnianych przyczynia się m.in. do wzrostu średniej temperatury powietrza na Ziemi. Zjawisko to, nazywane globalym ociepleniem, prowadzi m.in. do topnienia lodowców i podnoszenia się poziomu mórz (fot. 73.).

Fot. 73. Jednym ze skutków globalnego ocieplenia jest topnienie lodowców.

Zapamiętaj!

Metan CH_4 – pierwszy związek chemiczny w szeregu homologicznym alkanów – węglowodorów nasyconych.

Etan C_2H_6 – drugi związek chemiczny w szeregu homologicznym alkanów.

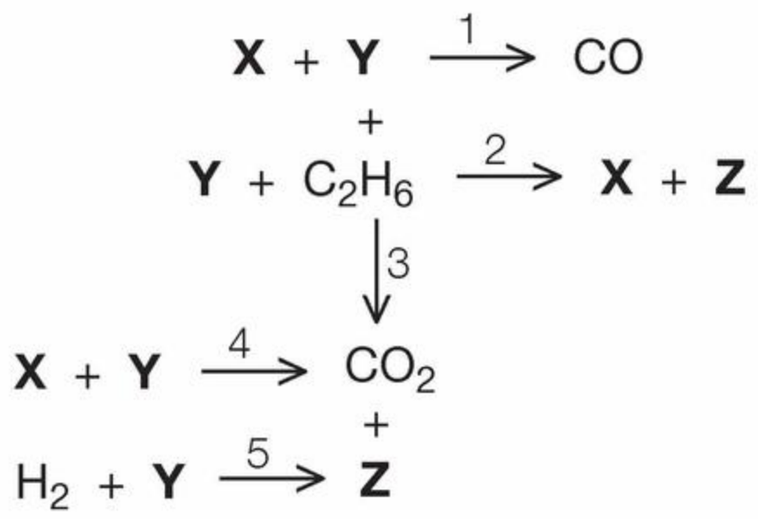
Spalanie całkowite – reakcja spalania przebiegająca przy nieograniczonym dostępie tlenu, której produktami są tlenek węgla(IV) i woda.

Spalanie niecałkowite – reakcja spalania przebiegająca przy ograniczonym dostępie tlenu, której produktami są tlenek węgla(II) i woda lub węgiel i woda.

Rozwiąż zadania w zeszycie

1. **Napisz, jakie właściwości metanu świadczą o tym, że jest on substancją niebezpieczną dla zdrowia człowieka. Odpowiedź uzasadnij.**

2. **Podaj wzory (lub symbole chemiczne) i nazwy substancji oznaczonych literami (X–Z) oraz równania reakcji chemicznych (1–5) przedstawionych za pomocą chemografu.**



3. **Oblicz skład procentowy (procent masowy) pierwiastków chemicznych w metanie.**

4. **Oblicz stosunek masowy pierwiastków chemicznych w etanie.**

Dla dociekliwych

5. **Oblicz masę metanu w 10 m^3 mieszaniny z powietrzem w temperaturze 25 °C, w której zawartość procentowa (procent objętościowy) metanu wynosi 8,5 %.** Metan w tej temperaturze ma gęstość $d = 0{,}657 \frac{kg}{m^3}$.

6. W wyniku spalenia dwóch cząsteczek pewnego alkanu wydziela się 176 u tlenku węgla(IV). **Napisz wzór sumaryczny spalonego alkanu oraz równanie reakcji spalania.**

20 Porównanie właściwości alkanów i ich zastosowań

Parafina to mieszanina alkanów o stałym stanie skupienia. Wykorzystuje się ją w przemyśle spożywczym do pokrywania powierzchni serów dojrzewających (fot. 74.).



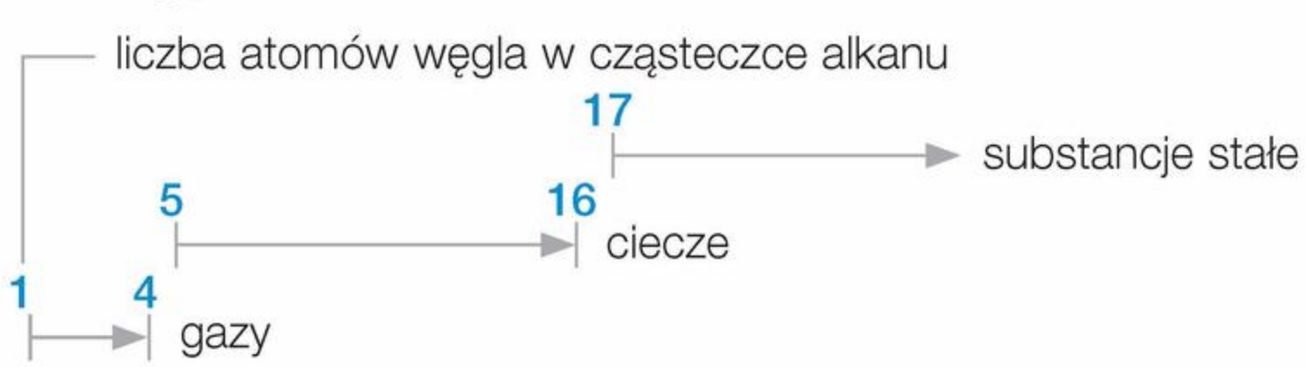
Fot. 74. Parafina chroni ser przed wysychaniem i rozwojem pleśni.

Jakie właściwości fizyczne mają alkany?

Wszystkie alkany, niezależnie od stanu skupienia:
- mają gęstość mniejszą od gęstości wody,
- nie rozpuszczają się w wodzie.

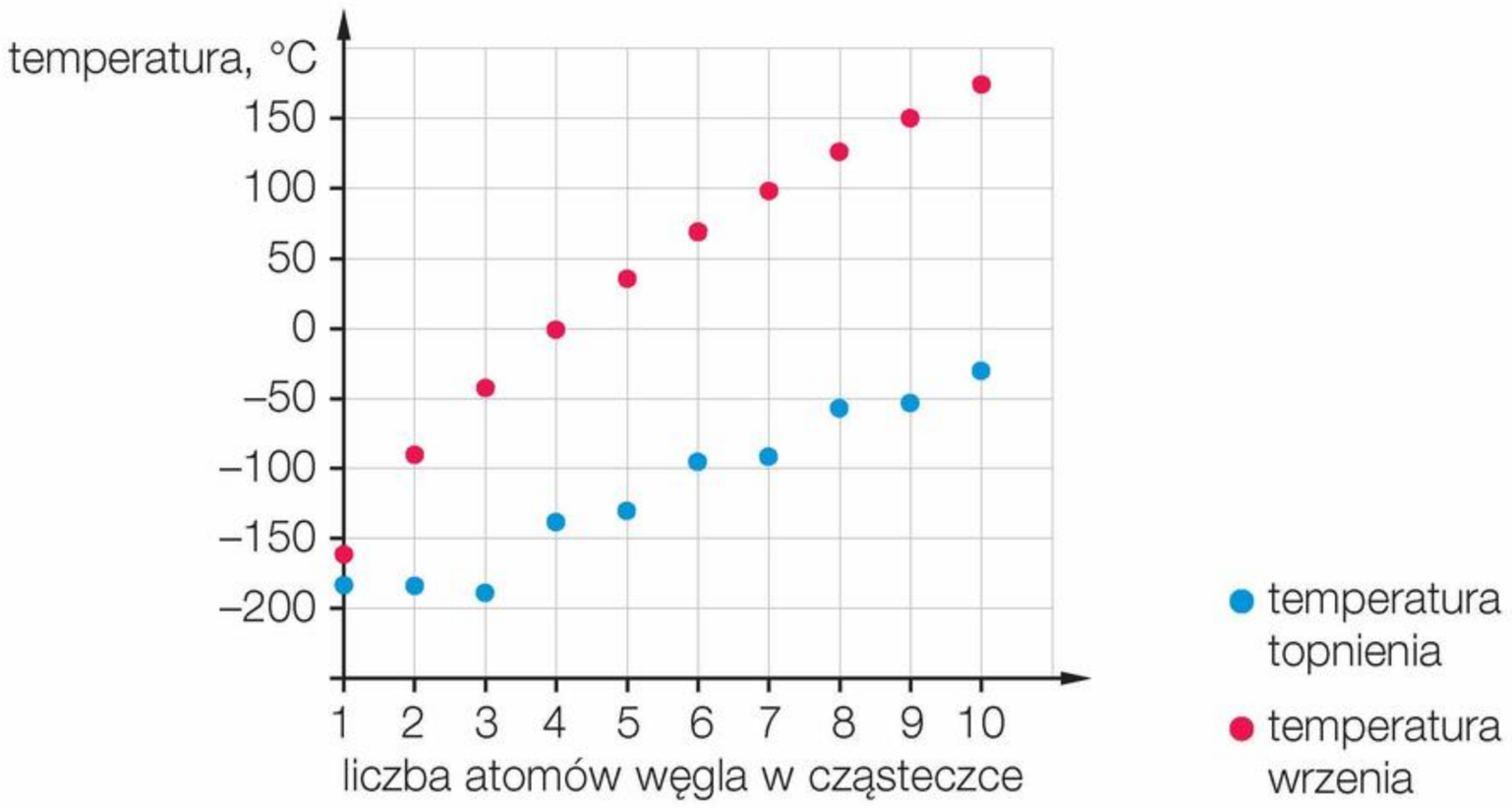
Jak zmieniają się właściwości fizyczne alkanów w szeregu homologicznym?

Wraz ze zwiększaniem się liczby atomów węgla w cząsteczce:
- zmienia się stan skupienia alkanów (rys. 5.),
- zmniejsza się lotność i palność alkanów,
- wzrasta temperatura wrzenia alkanów (rys. 6.) i zwiększa się ich gęstość.



Rys. 5. Zależność między stanem skupienia alkanów a liczbą atomów węgla w ich cząsteczce.

Temperatura topnienia obniża się w przypadku trzech pierwszych alkanów, a w przypadku kolejnych alkanów – wzrasta.



Rys. 6. Wykres zależności temperatur wrzenia i topnienia alkanów od liczby atomów węgla w ich cząsteczkach (mierzone pod ciśnieniem 1013 hPa).

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

Jakie właściwości chemiczne mają alkany?

Wszystkie alkany **są palne**. Gazowe alkany zmieszane w określonych proporcjach **z tlenem lub powietrzem tworzą mieszaniny wybuchowe**. Gazowe alkany **są bezwonne i bez smaku**. Alkany ciekłe i w stałym stanie skupienia **mają charakterystyczne, niezbyt intensywne zapachy**, zbliżone do woni benzyny lub świecy.

Jak przebiega reakcja spalania butanu?

Butan, podobnie jak metan i etan, ulega reakcjom spalania.

Doświadczenie 21

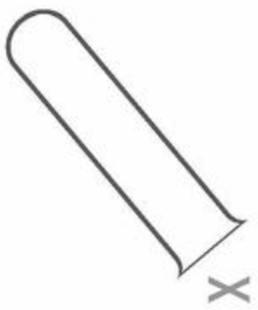
Spalanie butanu



C_4H_{10}

Instrukcja: Do doświadczenia użyj butanu znajdującego się w gazie z zapalniczki. Umieść suchą probówkę w łapie drewnianej i przytrzymaj ją dnem do góry nad płomieniem zapalniczki (schemat).

Schemat



Obserwacje: Na wewnętrznych ścianach probówki pojawiły się krople cieczy, a wylot probówki pokrył się czarnym osadem (fot. 75.).

sadza powstaje w procesie spalania niecałkowitego związków węgla



Fot. 75. Spalanie butanu.

Wniosek: Jednym z produktów reakcji chemicznej jest para wodna, która skropliła się na ściankach probówki. Drugim produktem jest węgiel w postaci sadzy. Dostęp powietrza był ograniczony, więc zaszła reakcja spalania niecałkowitego.

W doświadczeniu 21. zaszła reakcja chemiczna:

spalanie niecałkowite

$$\underset{\text{butan}}{2C_4H_{10}} + \underset{\text{tlen}}{5O_2} \longrightarrow \underset{\text{węgiel}}{8C} + \underset{\text{woda}}{10H_2O}$$

Spalanie niecałkowite butanu może też przebiegać zgodnie z równaniem:

spalanie niecałkowite

$$\underset{\text{butan}}{2C_4H_{10}} + \underset{\text{tlen}}{9O_2} \longrightarrow \underset{\text{tlenek węgla(II)}}{8CO} + \underset{\text{woda}}{10H_2O}$$

Reakcję spalania całkowitego butanu przedstawia równanie:

spalanie całkowite

$$\underset{\text{butan}}{2C_4H_{10}} + \underset{\text{tlen}}{13O_2} \longrightarrow \underset{\text{tlenek węgla(IV)}}{8CO_2} + \underset{\text{woda}}{10H_2O}$$

Zastosowania

Alkany

Alkany o długich łańcuchach węglowych są składnikami preparatów kosmetycznych (np. parafiny, wazeliny) i substancji uszczelniających (np. smarów i asfaltu).

- przemysł petrochemiczny
- przemysł kosmetyczny
- przemys energetyczny

Przemysł kosmetyczny

Propan w niewielkim stężeniu jest gazem nieszkodliwym dla środowiska przyrodniczego, dlatego wykorzystuje się go m.in. jako gaz spieniający w piankach do golenia.



Przemysł petrochemiczny

Butle turystyczne są wypełnione mieszaniną **propanu** i **butanu** pod ciśnieniem.

Przemysł energetyczny

Metan jest głównym składnikiem gazu ziemnego, dostarczanego do domów rurami oznaczonymi kolorem żółtym.



Mieszaniny węglowodorów

Benzyny i oleje napędowe zawierają alkany. Węglowodory nasycone o ciekłym i gazowym stanie skupienia stosuje się głównie jako paliwa.



To Ci się przyda!

Tłuszcze dobrze rozpuszczają się w benzynie. Dlatego gdy na ubraniu pojawi się tłusta plama, sprawdź, czy można je wyczyścić chemicznie.

Jeśli na metce znajdziesz symbol graficzny z wpisaną literą (P, F lub A), to oznacza, że ubranie można czyścić chemicznie (z wykorzystaniem np. benzyny). ▶



Jakie właściwości ma benzyna?

Benzyna jest **mieszaniną ciekłych węglowodorów** zawierających w cząsteczce **od 5 do 12 atomów węgla**. Jest wykorzystywana przede wszystkim jako paliwo samochodowe i lotnicze. Otrzymuje się ją w wyniku destylacji ropy naftowej (s. 100–101).

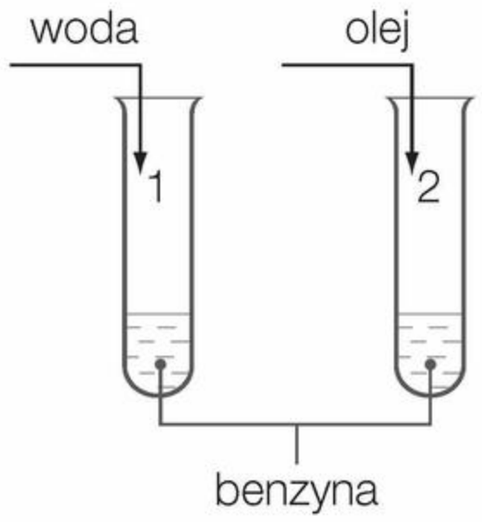
Doświadczenie 22

Badanie właściwości benzyny


benzyna

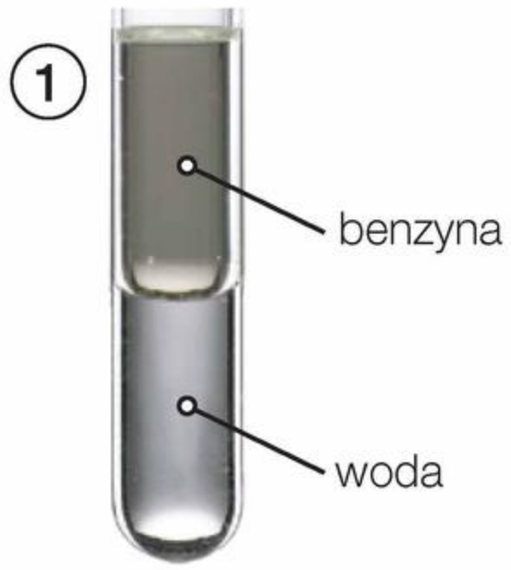
Instrukcja: Do parownicy nalej kilka kropel benzyny. Sprawdź jej zapach i palność. Dwie probówki z niewielką ilością benzyny umieść w statywie. Probówki 1. i 2. napełnij benzyną do $\frac{1}{3}$ objętości. Następnie do probówki 1. wlej podobną objętość wody, a do probówki 2. podobną objętość oleju (schemat). Wymieszaj zawartość probówek.

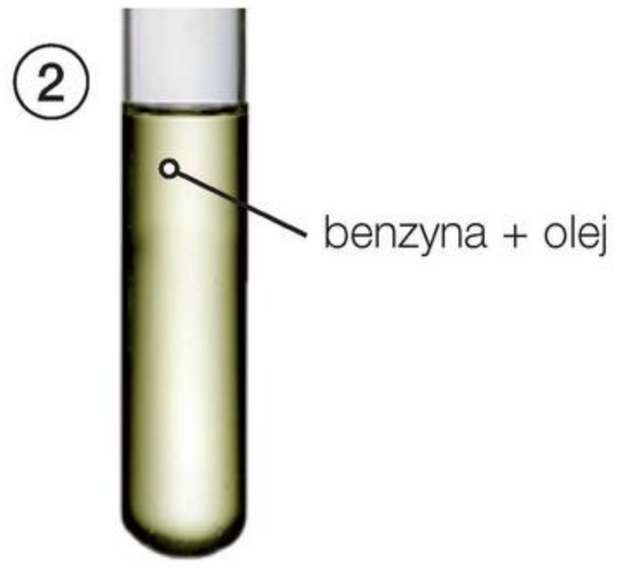
Schemat



Obserwacje: Benzyna jest bezbarwną cieczą o charakterystycznym zapachu. Bardzo łatwo zapala się i spala jasnożółtym płomieniem (fot. 76.). Nie miesza się z wodą, pływa po jej powierzchni – probówka ①. Olej rozpuszcza się w benzynie – probówka ②.







Fot. 76. Badanie palności benzyny i jej rozpuszczalności: w wodzie ① i oleju ②.

Wniosek: Benzyna ulega reakcji spalania, a jej gęstość jest mniejsza od gęstości wody ①. Ponadto benzyna jest dobrym rozpuszczalnikiem tłuszczów ②.

Chemia wokół nas



Ropa naftowa, podobnie jak benzyna i węglowodory, ma gęstość mniejszą od gęstości wody, dlatego unosi się na jej powierzchni. Jeśli dostanie się do morza, w wyniku np. awarii tankowców, odcina światło i dostęp do tlenu organizmom żyjącym w wodzie. To bezpośrednio przyczynia się do ich śmierci. Jest też niebezpieczna dla ssaków morskich oraz ptaków (fot. 77.).

Fot. 77. Piór ptaków wodnych oblepionych ropą naftową nie można oczyścić wodą. Wykorzystuje się do tego specjalne środki.

Rozwiąż zadania w zeszycie

1. **Napisz równania reakcji:**
   a) spalania całkowitego propanu;
   b) spalania niecałkowitego pentanu.

2. **Dokończ zdanie. Wybierz odpowiedź A lub B i jej uzasadnienie 1. albo 2.**
   Temperatura wrzenia alkanów

A.	wzrasta	wraz ze zwiększaniem się liczby atomów	**1.**	tlenu w ich cząsteczkach.
B.	obniża się		**2.**	węgla w ich cząsteczkach.

3. **Napisz równania reakcji spalania alkanów. Wiadomo, że:**
   a) substratami reakcji są: $2C_{15}H_{32}$ i $31O_2$;
   b) produktami reakcji są: $9CO_2$ i $10H_2O$;
   c) w reakcji wzięło udział $6O_2$, a produktami było 11C i woda.

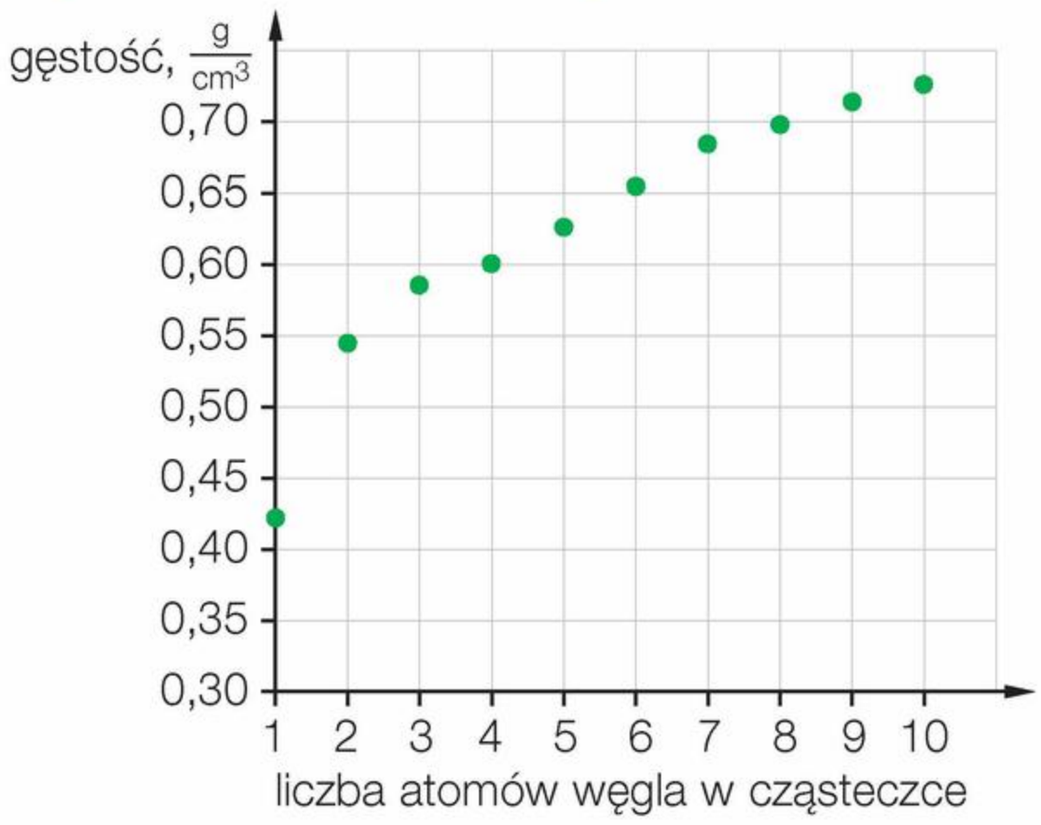
4. Powszechnie używanym produktem destylacji ropy naftowej jest benzyna – mieszanina ciekłych węglowodorów. **Napisz wzory sumaryczne czterech alkanów występujących w benzynie.**

5. **Wyjaśnij, dlaczego płonącej benzyny lub nafty nie wolno gasić wodą, lecz należy zastosować gaśnice wypełnione tlenkiem węgla(IV).**



6. W reakcji spalania całkowitego butanu powstało 44 g tlenku węgla(IV). **Oblicz, ile gramów butanu uległo spaleniu.**

7. Wykres przedstawia zależność gęstości alkanów od liczby atomów węgla w ich cząsteczkach. **Wskaż w każdej parze wzór alkanu o większej gęstości.**
   a) C_3H_8 i C_5H_{12} b) C_2H_6 i C_3H_8 c) CH_4 i C_4H_{10}



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

Zapamiętaj!

Benzyna – mieszanina ciekłych węglowodorów zawierających w cząsteczce od 5 do 12 atomów węgla.

21 Szereg homologiczny alkenów. Eten



Fot. 78. Dojrzewaniu owoców towarzyszy wydzielanie etenu – im dojrzalszy owoc, tym więcej etenu wytwarza.

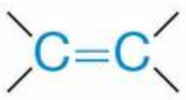
Eten – pierwszy związek chemiczny w szeregu homologicznym alkenów – przyspiesza dojrzewanie owoców (fot. 78.).

Co to są węglowodory nienasycone?

Węglowodory nienasycone to związki chemiczne zbudowane z atomów węgla i wodoru, których cząsteczki **zawierają wiązanie wielokrotne** między atomami węgla.

Co to jest wiązanie wielokrotne?

Wiązanie wielokrotne to **wiązanie podwójne lub potrójne** między atomami. W węglowodorach występuje między atomami węgla:



wiązanie podwójne



wiązanie potrójne

Co to są alkeny?

Alkeny to węglowodory nienasycone, których cząsteczki zawierają **jedno wiązanie podwójne** między atomami węgla. Pozostałe atomy węgla łączą się wiązaniami pojedynczymi.

Skojarz i zapamiętaj!



W cząsteczkach alkenów występuje **1 wiązanie podwójne**, utworzone przez **4 elektrony** walencyjne (2 pary elektronowe).

Jak się tworzy nazwy alkenów?

Nazwę alkenu tworzy się od nazwy alkanu o tej samej liczbie atomów węgla w cząsteczce, zmieniając końcówkę z **-an** na **-en**, np.:

alk**an**	alk**en**
et**an**	et**en**

Jeśli w cząsteczce alkenu o prostym łańcuchu węglowym wiązanie podwójne znajduje się między pierwszym a drugim atomem węgla, a liczba atomów węgla w cząsteczce jest równa cztery lub większa od czterech, to w nazwie alkenu przed końcówką **-en** trzeba uwzględnić numer -1-, np.:

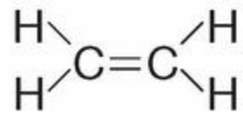
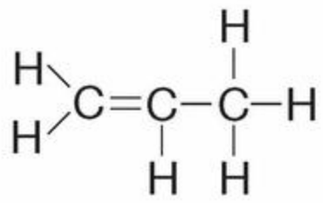
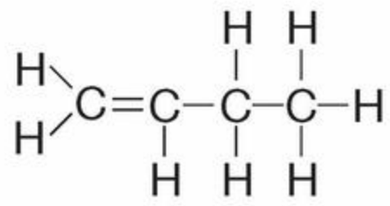
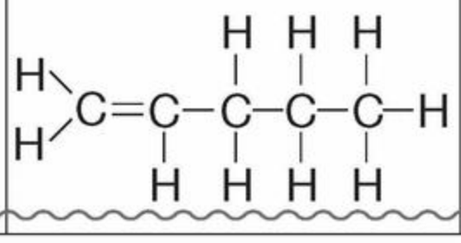
but**an**	but-**1**-**en**
pent**an**	pent-**1**-**en**

Nie ma węglowodoru nienasyconego, który byłby odpowiednikiem metanu.

Jak są uporządkowane alkeny w szeregu homologicznym?

Alkeny są uporządkowane w szeregu homologicznym (tabela 9., s. 121) **według zwiększającej się liczby atomów węgla w cząsteczce**. Każdy kolejny alken ma w cząsteczce o jeden atom węgla i dwa atomy wodoru więcej niż poprzedni.

Tabela 9. Szereg homologiczny alkenów (do 5 atomów węgla w cząsteczce)

Liczba atomów węgla w cząsteczce	Nazwa	Wzór			
		strukturalny	półstrukturalny	grupowy	sumaryczny
2	eten		$CH_2{=}CH_2$	CH_2CH_2	C_2H_4
3	propen		$CH_2{=}CH{-}CH_3$	CH_2CHCH_3	C_3H_6
4	but-1-en		$CH_2{=}CH{-}CH_2{-}CH_3$	$CH_2CHCH_2CH_3$	C_4H_8
5	pent-1-en		$CH_2{=}CH{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_3$	$CH_2CH(CH_2)_2CH_3$	C_5H_{10}

Jak zapisać wzór ogólny alkenów?

Na podstawie analizy wzorów alkenów w szeregu homologicznym można podać ich **wzór ogólny**:

$$\underbrace{C_nH_{2n}}$$

liczba atomów węgla w cząsteczce alkenu;
$n \geq 2$; liczba naturalna

Przykład 8

Jak ustalić wzór sumaryczny alkenu?

Krok 1

Napisz wzór ogólny alkenów.

Podaj wzór sumaryczny alkenu o trzech atomach węgla w cząsteczce.

C_nH_{2n}

Krok 2

Określ wartość liczby n.

Liczba n określa liczbę atomów węgla w cząsteczce alkenu.

$n = 3$

Krok 3

Podstaw wartość liczby n do wzoru ogólnego.

$C_3H_{2 \cdot 3}$

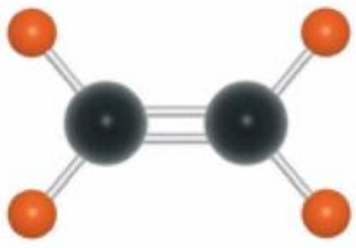
Krok 4

Napisz wzór sumaryczny alkenu.

C_3H_6

Co to jest eten?

Model pręcikowo-kulkowy



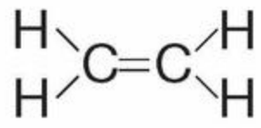
Modele atomów:

H C

Eten to **pierwszy związek chemiczny w szeregu homologicznym alkenów**:

C_2H_4 — wzór sumaryczny

$CH_2{=}CH_2$ — wzór półstrukturalny



wzór strukturalny

Jakie produkty powstają w reakcji spalania etenu?

Eten, podobnie jak alkany, ulega **reakcjom spalania**. W zależności od ilości dostępnego tlenu zachodzi spalanie całkowite lub niecałkowite:

spalanie całkowite

$$\underset{\text{eten}}{C_2H_4} + \underset{\text{tlen}}{3O_2} \longrightarrow \underset{\text{tlenek węgla(IV)}}{2CO_2} + \underset{\text{woda}}{2H_2O}$$

spalanie niecałkowite

$$\underset{\text{eten}}{C_2H_4} + \underset{\text{tlen}}{2O_2} \longrightarrow \underset{\text{tlenek węgla(II)}}{2CO} + \underset{\text{woda}}{2H_2O}$$

spalanie niecałkowite

$$\underset{\text{eten}}{C_2H_4} + \underset{\text{tlen}}{O_2} \longrightarrow \underset{\text{węgiel}}{2C} + \underset{\text{woda}}{2H_2O}$$

Jakim innym reakcjom chemicznym ulega eten?

Ze względu na obecność **wiązania podwójnego** w cząsteczce eten ulega **reakcjom przyłączania** i **polimeryzacji**.

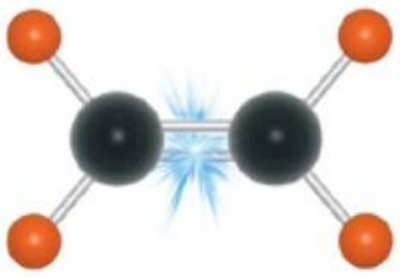
Na czym polega reakcja przyłączania?

Reakcja przyłączania polega na łączeniu się cząsteczki zawierającej wiązanie wielokrotne z inną cząsteczką, np. Br_2:



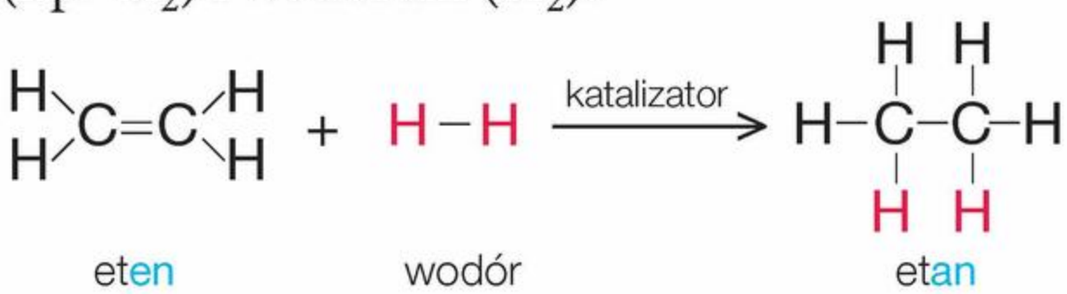
eten — brom — dibromoetan

$$\underset{\text{eten}}{C_2H_4} + \underset{\text{brom}}{Br_2} \longrightarrow \underset{\text{dibromoetan}}{C_2H_4Br_2}$$



W reakcji przyłączania **jedno z wiązań** w etenie **ulega rozerwaniu**.

Podobny przebieg mają reakcje chemiczne z innymi fluorowcami (np. Cl_2) i wodorem (H_2):



eten — wodór — etan

$$\underset{\text{eten}}{C_2H_4} + \underset{\text{wodór}}{H_2} \xrightarrow{\text{katalizator}} \underset{\text{etan}}{C_2H_6}$$

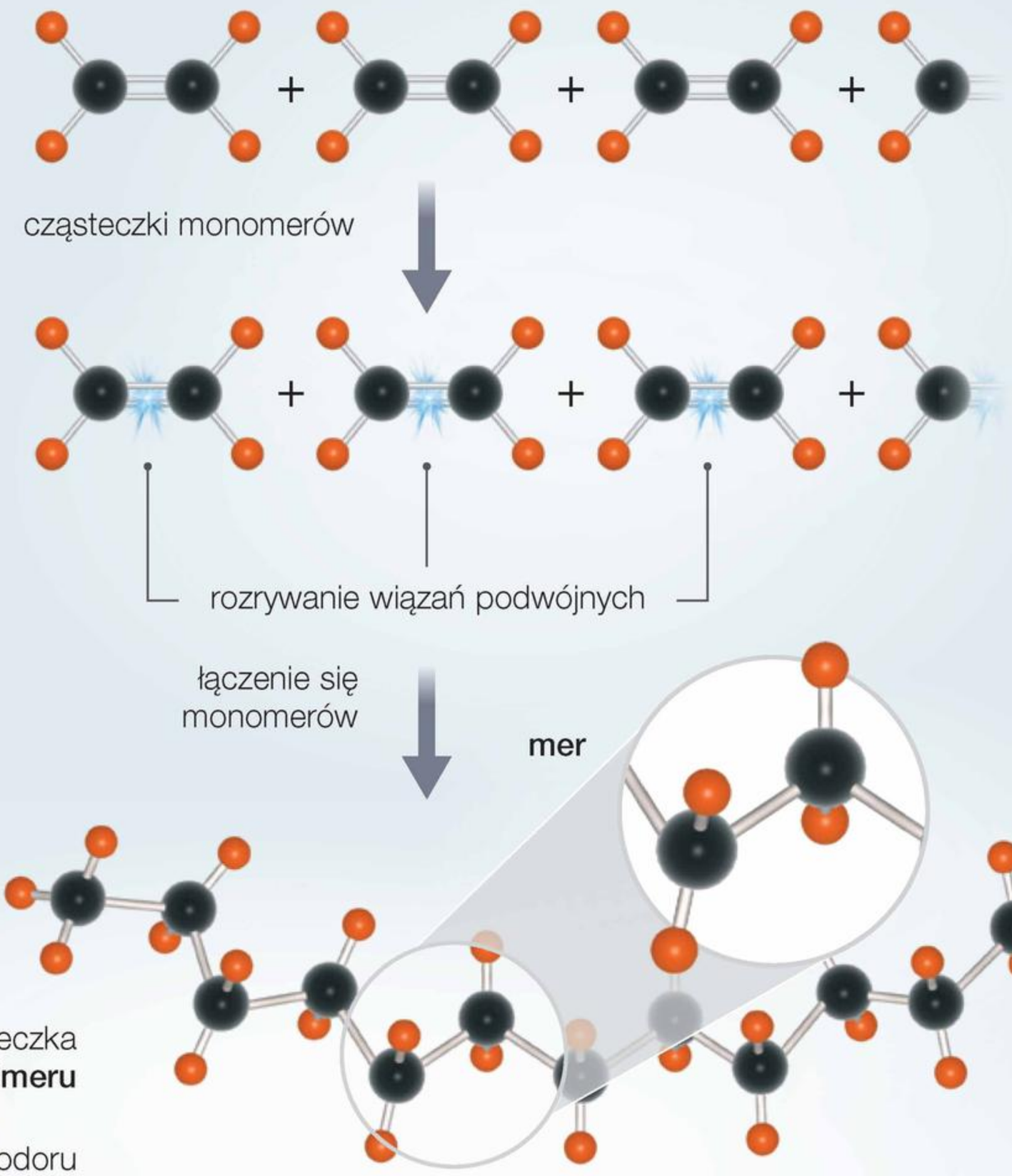
Jak przebiega reakcja polimeryzacji etenu?

Reakcja polimeryzacji etenu przebiega w odpowiednio dobranych warunkach ciśnienia i temperatury oraz w obecności katalizatora. Polega ona na łączeniu się monomerów (cząsteczek etenu) w wielkocząsteczkowy produkt – polietylen.

1 Substratami reakcji polimeryzacji są cząsteczki etenu.

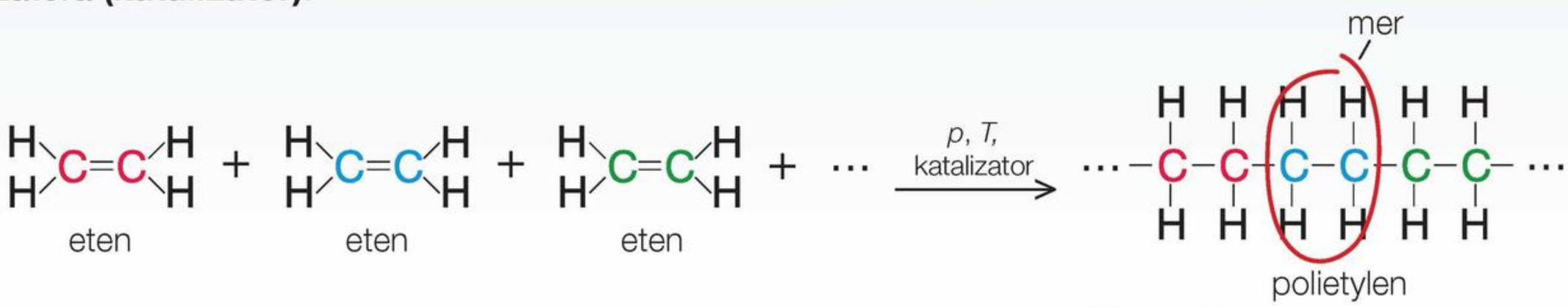
2 Jedno z wiązań wiązania podwójnego w każdej cząsteczce etenu (monomeru) ulega rozerwaniu.

3 Sąsiadujące cząsteczki monomeru łączą się ze sobą i tworzą wielkocząsteczkowy produkt – polietylen.

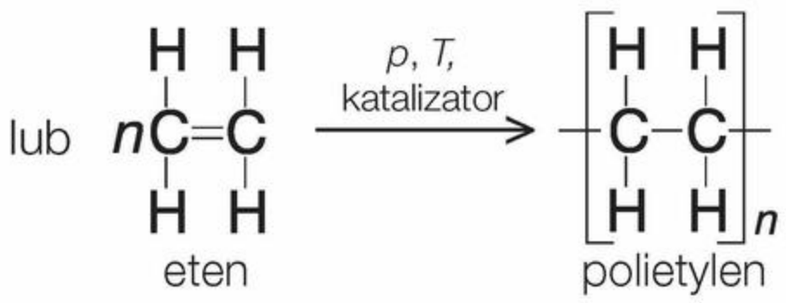


Jak zapisać reakcję polimeryzacji etenu?

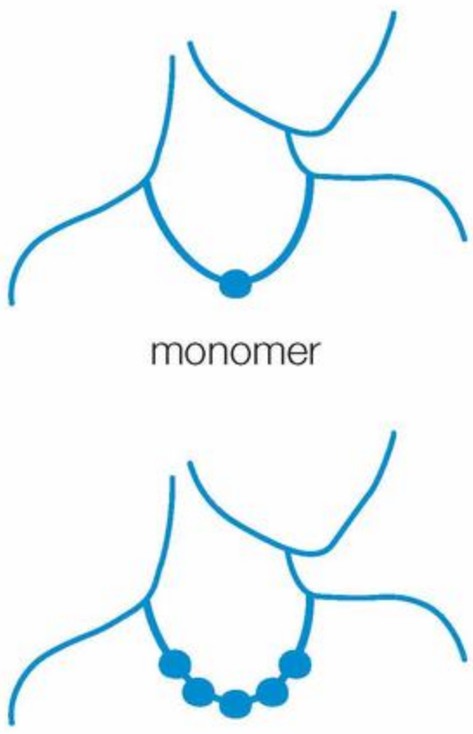
Reakcja polimeryzacji **zachodzi w ściśle określonych warunkach**, dlatego w zapisie równania reakcji muszą **znaleźć się symbole**: ciśnienia **(*p*),** temperatury **(*T*)** oraz informacja o użyciu katalizatora **(katalizator)**:



n – liczba cząsteczek etenu (monomerów) oraz liczba merów w polimerze



Skojarz i zapamiętaj!



monomer

polimer

Na czym polega reakcja polimeryzacji?

Reakcja polimeryzacji polega na **łączeniu się cząsteczek węglowodoru nienasyconego w długie łańcuchy** w wyniku pękania **wiązań wielokrotnych**. Ta reakcja chemiczna zachodzi w odpowiednich warunkach ciśnienia i temperatury oraz w obecności katalizatora.

Czym są monomer i polimer?

Monomer to cząsteczka związku nienasyconego mająca przynajmniej jedno wiązanie wielokrotne między atomami węgla. Z kolei polimer to wielkocząsteczkowy związek chemiczny, który powstaje w wyniku łączenia się cząsteczek monomerów.

Jakie właściwości ma polietylen?

Właściwości polietylenu zależą od warunków, w jakich zachodzi reakcja polimeryzacji. Polietylen jest **odporny na uszkodzenia mechaniczne** oraz wiele innych czynników, np. działanie kwasów, zasad oraz większości rozpuszczalników. Jest to **materiał miękki, elastyczny oraz łatwopalny**.

Jakie zastosowania ma polietylen?

Ze względu na właściwości polietylenu wykorzystuje się go na wiele sposobów. Wytwarza się z niego np.:

- folie i opakowania (fot. 79.),
- izolacje przewodów elektrycznych,
- guziki i zabawki,
- obudowy urządzeń elektrycznych.



Fot. 79. Opakowania produkowane z polietylenu mogą być ponownie przetwarzane.

Jakie właściwości ma eten?

Eten ma charakterystyczny, lekko słodki i przyjemny zapach.

Właściwości C_2H_4

Właściwości fizyczne

- gaz
- bezbarwny
- ma gęstość mniejszą od gęstości powietrza
- nierozpuszczalny w wodzie

Właściwości chemiczne

- ma charakterystyczny zapach
- reaktywny
- ulega reakcjom:
  - spalania całkowitego
  - spalania niecałkowitego
  - przyłączania, np.: bromu, chloru, wodoru
  - polimeryzacji



Eten

Eten ma wiele różnorodnych zastosowań.
Wykorzystuje się go m.in. w rolnictwie i sadownictwie.



- produkcja tworzyw sztucznych
- rolnictwo
- przemysł chemiczny

Przemysł chemiczny

Eten jest jednym z głównych surowców do produkcji związków organicznych, m.in. kwasu octowego i etanolu.

Rolnictwo

Niektóre owoce, np. banany, transportuje się z odległych upraw niedojrzałe. Przed sprzedażą zielone owoce poddaje się działaniu etenu, który przyspiesza ich dojrzewanie.



Rozpuszczalniki

Rozpuszczalniki farb i lakierów otrzymuje się m.in. w reakcji etenu z wodą.



Tworzywa sztuczne

W zależności od warunków produkcji z etenu uzyskuje się tworzywa sztuczne o różnych właściwościach.

To Ci się przyda!

Dojrzewające owoce, np. banany, wytwarzają eten. Przyspiesza on proces dojrzewania owoców. Im bardziej dojrzały owoc, tym intensywniej wydziela eten.

Żeby opóźnić dojrzewanie bananów, owiń ich ogonki folią spożywczą. Ograniczy ona wydzielanie etenu przez owoc. ▶



Zapamiętaj!

Węglowodory nienasycone – związki chemiczne zbudowane z atomów węgla i wodoru, których cząsteczki zawierają wiązanie wielokrotne między atomami węgla.

Wiązanie wielokrotne – wiązanie podwójne lub potrójne między atomami, występujące w węglowodorach między atomami węgla.

Alkeny – węglowodory nienasycone, zawierające w cząsteczkach jedno wiązanie podwójne między atomami węgla.

Eten C_2H_4 – pierwszy związek chemiczny w szeregu homologicznym alkenów.

Reakcja przyłączania – reakcja łączenia się cząsteczki zawierającej wiązanie wielokrotne z inną cząsteczką, np.: H_2, Br_2, Cl_2.

Reakcja polimeryzacji – reakcja łączenia się cząsteczek węglowodoru nienasyconego w długie łańcuchy w wyniku pękania wiązań wielokrotnych.

Monomer – cząsteczka związku nienasyconego mająca przynajmniej jedno wiązanie wielokrotne między atomami węgla.

Polimer – wielkocząsteczkowy związek chemiczny, który powstaje w wyniku łączenia się cząsteczek monomerów.

Chemia wokół nas

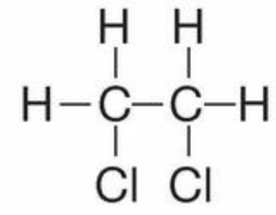


Niektóre nazwy polimerów są długie i skomplikowane, dlatego większość z nich oznacza się międzynarodowymi skrótami, np. PE (fot. 80.). Skróty pochodzą od angielskich nazw polimerów, np. PP od polipropylenu (ang. **p**oly**p**ropylene).

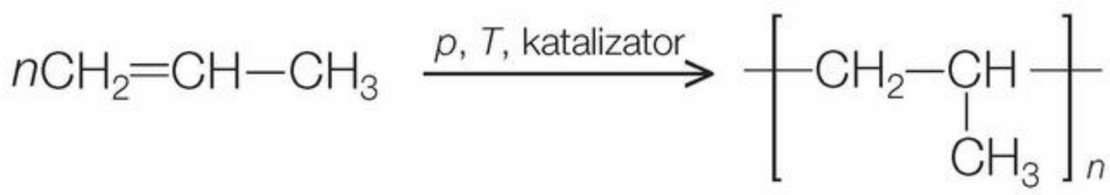
Fot. 80. Oznaczenie przedmiotów wykonanych z polietylenu.

Rozwiąż zadania w zeszycie

1. **Wybierz wzory alkenów.**
   C_5H_{12}, C_8H_{16}, $C_{10}H_{18}$, C_3H_6, C_4H_{10}, C_2H_4, C_7H_{12}
2. **Napisz wzór sumaryczny alkenu o 15 atomach węgla w cząsteczce.**
3. **Napisz wzór sumaryczny alkenu o 16 atomach wodoru w cząsteczce.**
4. Masa cząsteczkowa pewnego alkenu wynosi 70 u. **Napisz wzór sumaryczny i nazwę tego alkenu.**
5. **Oblicz stosunek masy węgla do masy wodoru w cząsteczce etenu.**
6. **Napisz równanie reakcji przyłączania, w której produktem jest związek chemiczny o wzorze:**



7. **Oblicz masę bromu zużytego w reakcji przyłączania bromu do 56 g etenu.**
8. **Wiadomo, że 1 kg jabłek wytwarza w czasie dojrzewania 10 mg etenu na godzinę. Oblicz, ile litrów etenu wyemituje w ciągu doby 20 ton jabłek przechowywanych w hali magazynowej.** Przyjmij, że gęstość etenu wynosi 0,57 $\frac{g}{cm^3}$.
9. Pojemniki do przechowywania żywności są często produkowane z polipropylenu, który otrzymuje się w reakcji chemicznej opisanej równaniem:



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

Polipropylen jest (*monomerem / polimerem*), który otrzymuje się w reakcji (*polimeryzacji / spalania*). Substratem w reakcji otrzymywania polipropylenu jest (*alkan / alken*) o wzorze sumarycznym (C_3H_6 / C_3H_4).

Dla dociekliwych

10. **Napisz wzór monomeru, wiedząc, że powstający z jego cząsteczek polimer (teflon) ma wzór $\dashv CF_2—CF_2 \vdash_n$.**

22 Szereg homologiczny alkinów. Etyn

Etyn (acetylen) to pierwszy związek chemiczny w szeregu homologicznym alkinów i ważny składnik mieszaniny gazów używanej do cięcia i spawania metali (fot. 81.).



Fot. 81. Płomień palników acetylenowo-tlenowych osiąga temperaturę ok. 3000 °C.

Co to są alkiny?

Alkiny to węglowodory nienasycone, których cząsteczki zawierają **jedno wiązanie potrójne** między atomami węgla, a pozostałe atomy węgla łączą się wiązaniami pojedynczymi:

$$-C\equiv C-$$

wiązanie potrójne

Jak się tworzy nazwy alkinów?

Nazwę alkinu tworzy się, zmieniając końcówkę nazwy węglowodoru nasyconego o tej samej liczbie atomów węgla w cząsteczce z **-an** na **-yn**, np.:

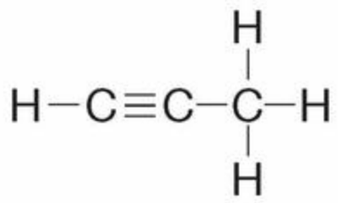
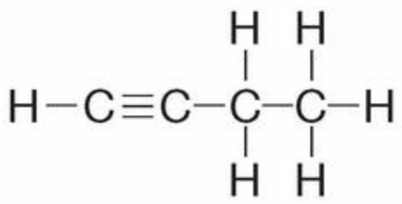
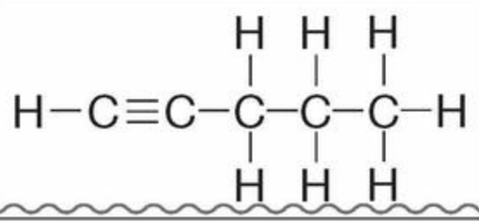
alk**an**	alk**in**
et**an**	et**yn**

Nazwy alkinów, które poznasz w klasie 8, będą zawierały tylko cyfrę 1.

Jak są uporządkowane alkiny w szeregu homologicznym?

Alkiny są uporządkowane w szeregu homologicznym (tabela 10.) **według zwiększającej się liczby atomów węgla w cząsteczce**. Każdy kolejny alkin ma w cząsteczce o jeden atom węgla i dwa atomy wodoru więcej niż poprzedni.

Tabela 10. Szereg homologiczny alkinów (do 5 atomów węgla w cząsteczce)

Liczba atomów węgla w cząsteczce	Nazwa	Wzór			
		strukturalny	półstrukturalny	grupowy	sumaryczny
2	etyn	$H-C\equiv C-H$	$HC\equiv CH$	$CHCH$	C_2H_2
3	propyn		$HC\equiv C-CH_3$	$CHCCH_3$	C_3H_4
4	but-1-yn		$HC\equiv C-CH_2-CH_3$	$CHCCH_2CH_3$	C_4H_6
5	pent-1-yn		$HC\equiv C-CH_2-CH_2-CH_3$	$CHC(CH_2)_2CH_3$	C_5H_8

Jak zapisać wzór ogólny alkinów?

Na podstawie analizy wzorów alkinów w szeregu homologicznym można podać ich **wzór ogólny**:

$$C_nH_{2n-2}$$

liczba atomów węgla w cząsteczce alkinu;
$n \geq 2$; liczba naturalna

Co to jest etyn?

Model pręcikowo-kulkowy



Modele atomów:

H C

Etyn, o nazwie zwyczajowej **acetylen, jest pierwszym związkiem chemicznym w szeregu homologicznym alkinów**:

C_2H_2	$CH \equiv CH$	$H-C \equiv C-H$
wzór sumaryczny	wzór półstrukturalny	wzór strukturalny

Jak otrzymać etyn?

Etyn można otrzymać w reakcji węglika wapnia (karbidu) z wodą.

Doświadczenie 23

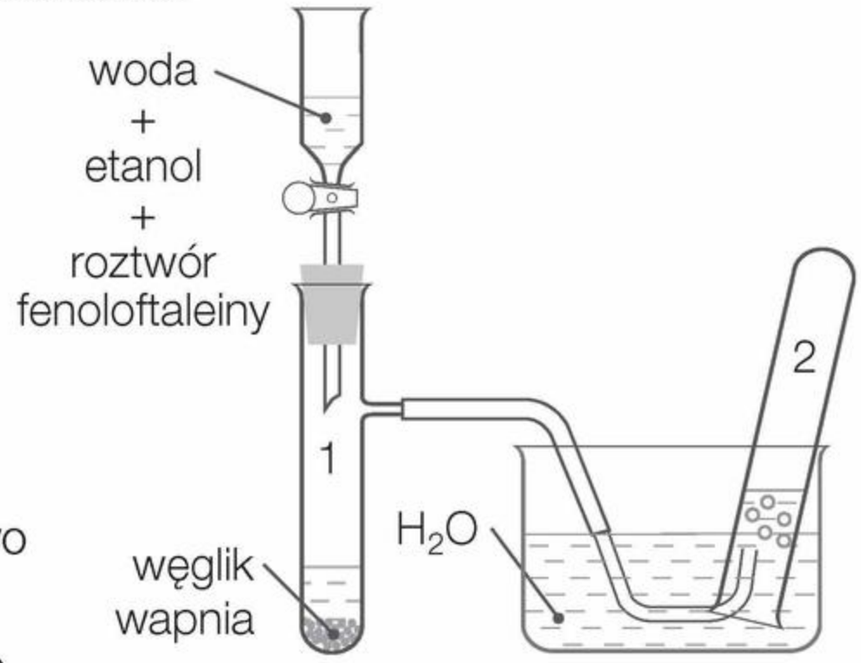
Otrzymywanie etynu

Instrukcja: W probówce 1. umieść małą ilość węglika wapnia (karbidu) i umocuj ją w łapie statywu. Rurkę odprowadzającą zanurz w krystalizatorze z wodą. Zamknij probówkę 1. korkiem z wkraplaczem. Wkraplaj bardzo ostrożnie mieszaninę wody z etanolem (zmieszaną w stosunku objętościowym 1:1) oraz kroplą roztworu fenoloftaleiny. Wydzielający się gaz zbieraj do probówek zanurzonych w wodzie (schemat).



CH_3CH_2OH

Schemat



Obserwacje: Zawartość probówki ① barwi się na malinowo (różowoczerwono), wydzielają się pęcherzyki bezbarwnego gazu. W probówce ② zbiera się nierozpuszczalny w wodzie, bezbarwny, bezwonny gaz (fot. 82.).



Fot. 82. Otrzymywanie etynu w reakcji karbidu z wodą.

Dalszy ciąg doświadczenia na s. 129.

Początek doświadczenia na s. 128.

Wniosek: Barwa fenoloftaleiny świadczy o tym, że w probówce ① powstał produkt, którego wodny roztwór ma odczyn zasadowy. Produktami reakcji węglika wapnia (karbidu) z wodą są wodorotlenek wapnia (probówka ①) i etyn (probówka ②).

W doświadczeniu 23. węglik wapnia reaguje zgodnie z równaniem:

$$\underset{\text{węglik wapnia}}{CaC_2} + \underset{\text{woda}}{2H_2O} \longrightarrow \underset{\text{etyn}}{C_2H_2} + \underset{\text{wodorotlenek wapnia}}{Ca(OH)_2}$$

Gazem otrzymanym w tej reakcji chemicznej jest etyn.

Jakim reakcjom ulega etyn?

Etyn (alkin), podobnie jak alkeny, ulega m.in. reakcji przyłączania.

Doświadczenie 24

Badanie właściwości etynu


C_2H_2



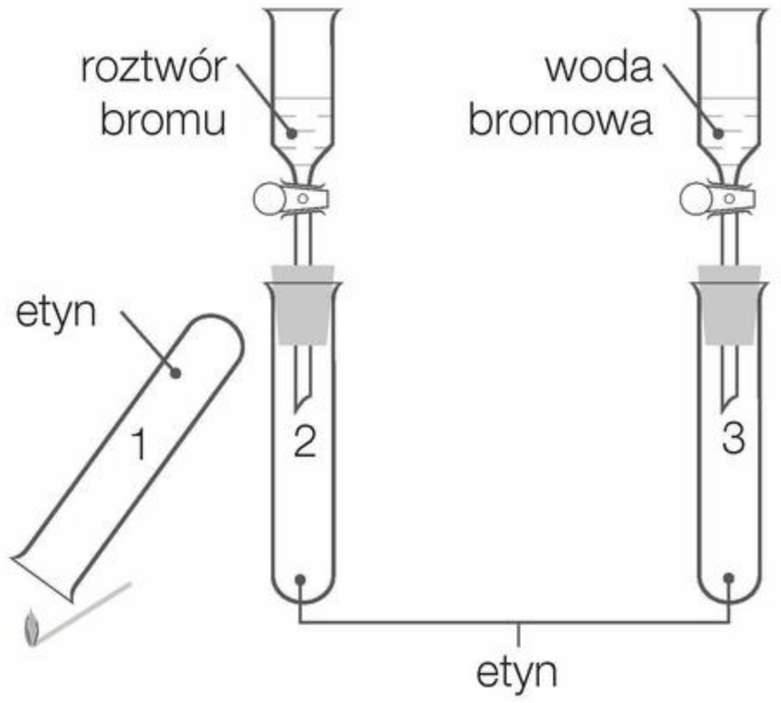
Br_2

$Br_{2(aq)}$

Potrzebny do doświadczenia etyn nauczyciel powinien otrzymać w reakcji węglika wapnia (karbidu) z wodą (patrz doświadczenie 23., s. 128).

Instrukcja: Zapal łuczywo, a następnie zbliż je do wylotu 1. probówki. Do probówki 2. wlej niewielką ilość bromu (należy użyć roztworu bromu w rozpuszczalniku organicznym, np. CCl_4), a do probowki 3. – niewielką ilość wody bromowej. Probówki 2. i 3. zamknij korkami (schemat). Wstrząsaj probówkami.

Schemat



Obserwacje: Gaz w probówce ① spala się jaskrawym, kopcącym płomieniem. Ścianki probówki pokrywają się czarnym nalotem. Zawartość probówek ② i ③ się odbarwia (fot. 83.).

przed reakcją chemiczną | po reakcji chemicznej



Fot. 83. Reakcja etynu z bromem i wodą bromową.

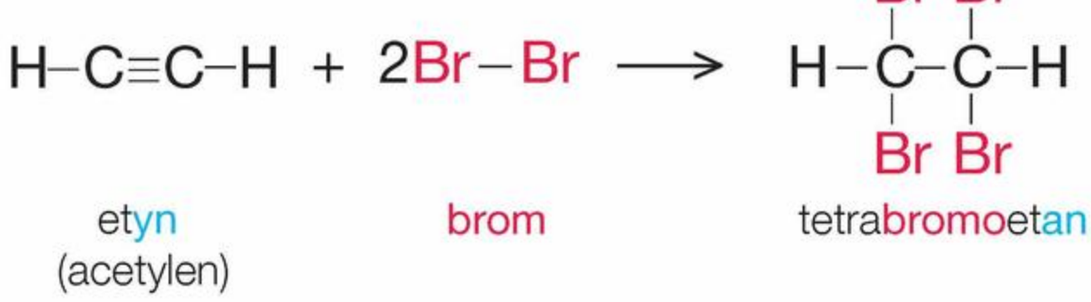
Wniosek: Jednym z produktów spalania etynu (probówka ①) jest węgiel (sadza). Etyn reaguje z bromem i wodą bromową. W probówce ② zachodzi **reakcja przyłączania** – atomy bromu przyłączają się do atomów węgla połączonych wiązaniem potrójnym w cząsteczce etynu. Przebieg reakcji chemicznej zachodzącej w probówce ③ poznasz na późniejszym etapie edukacji.

W probówce 1. (patrz doświadczenie 24., s. 129) zachodzi reakcja spalania niecałkowitego, ale nie z powodu ograniczonego dostępu tlenu, lecz dlatego, że etyn ma dużą zawartość procentową (procent masowy) węgla. Reakcję spalania przedstawia równanie:

spalanie niecałkowite

$$\underset{\text{etyn}}{2C_2H_2} + \underset{\text{tlen}}{O_2} \longrightarrow \underset{\text{węgiel}}{4C} + \underset{\text{woda}}{2H_2O}$$

W probówce 2. (patrz doświadczenie 24., s. 129) zachodzi reakcja chemiczna:



$$C_2H_2 + 2Br_2 \longrightarrow C_2H_2Br_4$$

Podobnie przebiega reakcja etynu z innymi fluorowcami (np. Cl_2) i wodorem (H_2).

Reakcje chemiczne **z bromem i wodą bromową** są stosowane **do odróżniania węglowodorów nasyconych od nienasyconych**. Węglowodory nasycone (alkany) nie reagują ani z bromem, ani z wodą bromową, a węglowodory nienasycone (alkeny i alkiny) – reagują.

Skojarz i zapamiętaj!



W cząsteczkach alkinów występuje **1 wiązanie potrójne**, utworzone przez **6 elektronów** walencyjnych (3 pary elektronowe).

Jakie właściwości ma etyn?



Etyn (acetylen) tworzy z powietrzem mieszaninę wybuchową.

Etyn (acetylen) tworzy z powietrzem mieszaninę wybuchową. Pod wpływem czynników zewnętrznych, np. iskry elektrycznej, ogrzania, wstrząsu, mieszanina może eksplodować.

Właściwości C_2H_2

Właściwości fizyczne

- gaz
- bezbarwny
- ma gęstość mniejszą od gęstości powietrza
- nierozpuszczalny w wodzie

Właściwości chemiczne

- bezwonny
- bardzo reaktywny
- ulega reakcjom:
  - spalania
  - przyłączania, np.: bromu, chloru, wodoru
  - polimeryzacji



Dla dociekliwych

Nie tylko metan tworzy z powietrzem mieszaninę wybuchową. Palne gazy, zmieszane z powietrzem, tlenem czy chlorem w odpowiednim stosunku objętościowym, również tworzą mieszaniny wybuchowe. Do takich gazów należy np. acetylen.

Etyn

Etyn, zwyczajowo nazywany acetylenem, stosuje się do produkcji rozpuszczalników organicznych. Jednak wytwarzanie tego gazu i poddawanie go dalszym przemianom wymaga szczególnych środków ostrożności.

- produkcja tworzyw sztucznych
- przemysł chemiczny





Gaz do zastosowań technicznych

Etyn podczas sprężania eksploduje, dlatego przechowuje się go w butlach po rozpuszczeniu w acetonie (inne gazy przechowuje się w postaci skroplonej lub sprężonej).

Palniki acetylenowo-tlenowe

Temperatura płomienia etynu (acetylenu) jest bardzo wysoka (około 3000 °C), dlatego gaz ten stosuje się w palnikach służących do cięcia i spawania metali.

Tworzywa sztuczne

Etyn ulega reakcji polimeryzacji. Z tego powodu produkuje się z niego tworzywa sztuczne.





To Ci się przyda!

Kolor czaszy (górnej, półkolistej części) butli lub całej butli informuje o tym, jaki rodzaj gazu jest przechowywany w butli. Ze względu na właściwości acetylenu butle nim napełnione należy transportować w pozycji pionowej.

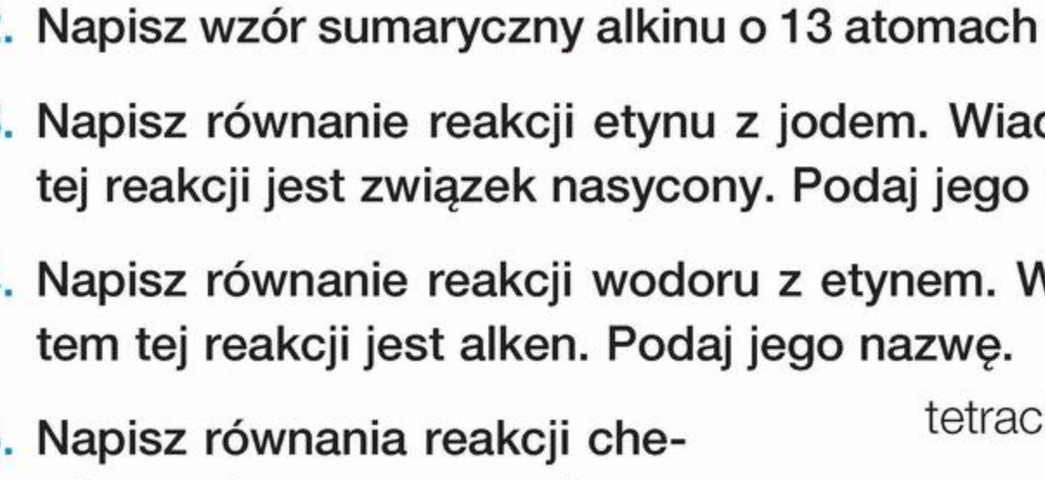
Acetylen przechowuje się w butlach o kolorze kasztanowym. ▶

Dla dociekliwych

Piroliza metanu, czyli rozkład metanu w wysokiej temperaturze bez dostępu powietrza, to jedna z metod otrzymywania etynu. Pirolizę metanu przedstawia równanie:

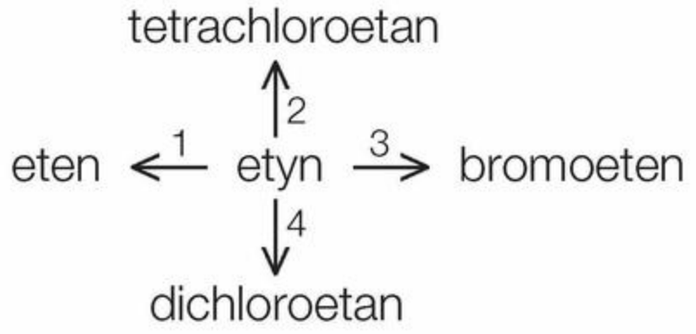
$$\underset{\text{metan}}{2CH_4} \xrightarrow{T = 1400\text{–}1600\,^\circ C} \underset{\text{etyn}}{C_2H_2} + \underset{\text{wodór}}{3H_2}$$

Etyn ulega reakcji polimeryzacji, której przebieg przedstawia równanie:



Rozwiąż zadania w zeszycie

1. **Wybierz wzory alkinów.**
   C_6H_{10}, C_7H_{14}, C_6H_{12}, $C_{11}H_{20}$, C_8H_{18}, C_3H_4, C_9H_{20}, C_5H_{12}, C_2H_4, $C_{12}H_{22}$
2. **Napisz wzór sumaryczny alkinu o 13 atomach węgla w cząsteczce.**
3. **Napisz równanie reakcji etynu z jodem. Wiadomo, że produktem tej reakcji jest związek nasycony. Podaj jego nazwę.**
4. **Napisz równanie reakcji wodoru z etynem. Wiadomo, że produktem tej reakcji jest alken. Podaj jego nazwę.**
5. **Napisz równania reakcji chemicznych oznaczonych na schemacie cyframi** (1–4).



6. **Na podstawie wzoru sumarycznego oceń, który węglowodór zawiera większy procent masowy węgla: eten czy etyn. Odpowiedź uzasadnij, wykonując obliczenia.**
7. **Oblicz masę węglika wapnia potrzebną do otrzymania 1 dm^3 acetylenu.** Gęstość acetylenu wynosi 1,07 $\frac{kg}{m^3}$.
8. **Uzupełnij poniższe zdania tak, aby powstał poprawny zapis obserwacji z doświadczenia Badanie właściwości etynu. Wybierz jedno określenie spośród podanych w każdym nawiasie.**
   Etyn (acetylen) spala się w powietrzu (*niebieskim* / *kopcącym*) płomieniem. Po dodaniu roztworu bromu do probówki z etynem zaobserwowano (*odbarwienie roztworu* / *strącenie osadu*).
9. Zaprojektuj doświadczenie umożliwiające odróżnienie etanu od etenu i etynu. **Napisz instrukcję do doświadczenia, narysuj schemat, napisz obserwacje i sformułuj wniosek.**

Zapamiętaj!

Alkiny – węglowodory nienasycone, których cząsteczki zawierają jedno wiązanie potrójne między atomami węgla, a pozostałe atomy węgla łączą się wiązaniami pojedynczymi.

Etyn (acetylen) C_2H_2 – pierwszy związek chemiczny w szeregu homologicznym alkinów.

23 Porównanie właściwości alkanów, alkenów i alkinów

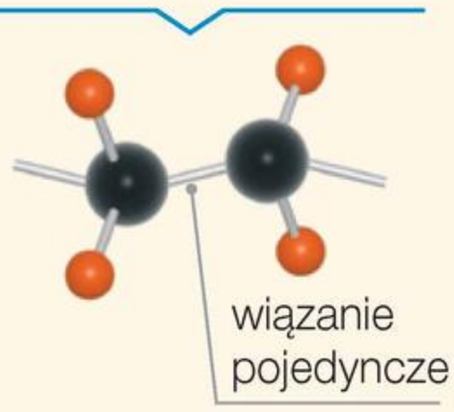
Naturalnym źródłem węglowodorów nasyconych, czyli alkanów, są paliwa kopalne. Paliwem stosowanym w kosiarkach spalinowych (fot. 84.) jest benzyna – mieszanina węglowodorów zawierających od 5 do 12 atomów węgla w cząsteczce.

Niewiele węglowodorów nienasyconych, czyli alkenów i alkinów, występuje w środowisku przyrodniczym.



Fot. 84. Benzyna jest jednym z produktów destylacji ropy naftowej.

Podobieństwa i różnice

	Alkany	Alkeny	Alkiny
Jaki charakterystyczny rodzaj wiązania występuje między atomami węgla?			
Jaki mają wzór ogólny?	C_nH_{2n+2}	C_nH_{2n}	C_nH_{2n-2}
Jak utworzyć nazwę węglowodoru?	et**an** (końcówka -an)	et**en** (końcówka -en)	et**yn** (końcówka -yn)
W jakim stanie skupienia występują w warunkach normalnych?	W stanie gazowym, ciekłym i stałym.		
Czy rozpuszczają się w wodzie?	Nie, nie rozpuszczają się w wodzie.		
Czy są palne?	Tak, są łatwopalne, ulegają reakcjom spalania całkowitego i niecałkowitego.		
Czy są reaktywne?	Tak, są, ale mało reaktywne.	Tak, są reaktywne, ulegają reakcjom przyłączania oraz reakcji polimeryzacji.	
Czy odbarwiają roztwór bromu lub wodę bromową?	Nie, nie odbarwiają.	Tak, odbarwiają.	
Czy ulegają reakcji polimeryzacji?	Nie, nie ulegają.	Tak, ulegają.	

Chemia wokół nas

Karoteny – barwniki występujące m.in. w korzeniach marchwi i pomidorach (fot. 85.) – należą do grupy węglowodorów nienasyconych o 40 atomach węgla i kilku wiązaniach podwójnych w cząsteczce. Są związkami nietrwałymi, rozkładają się pod wpływem światła, dlatego nigdy nie suszy się na słońcu ziół leczniczych, które zawierają karoteny.



Fot. 85. Warto jeść pomidory, gdyż zawarty w nich czerwony barwnik – likopen – ma działanie przeciwnowotworowe.

Najpopularniejszy z karotenów – β-karoten [czytaj: betakaroten], czyli prowitamina A – ulega w wątrobie przekształceniu w witaminę A. Nazywa się ją często witaminą wzrostu, ponieważ pobudza rozwój młodych organizmów. Niedobór tej witaminy w organizmie powoduje uszkodzenie wzroku i utrudnia gojenie się ran, dlatego obecność karotenu w pożywieniu jest niezbędna.

Karoteny i inne barwniki naturalne są bardzo rozpowszechnione w środowisku przyrodniczym. Występują w mleku, maśle i wątrobie zwierząt, wpływają też na ubarwienie piór ptaków (fot. 86.).

Fot. 86. O różowym zabarwieniu piór flamingów decydują barwniki, które trafiają do ich organizmów wraz z pożywieniem. Kolor piór blednie, gdy zmniejsza się zawartość barwników w organizmach ptaków.



Rozwiąż zadania w zeszycie

1. Wybierz informacje, które odnoszą się zarówno do etanu, etenu jak i etynu.

a) gazy
b) ciecze
c) bezbarwne
d) dobrze rozpuszczalne w wodzie
e) nierozpuszczalne w wodzie
f) palne
g) niepalne
h) ulegają reakcji przyłączania
i) ulegają reakcji polimeryzacji
j) mają tyle samo atomów węgla w cząsteczce
k) mają tyle samo atomów wodoru w cząsteczce

2. Uzupełnij poniższe zdania tak, aby powstała poprawna informacja. Wybierz jedno określenie spośród podanych w każdym nawiasie.

Węglowodór o wzorze C_3H_8 należy do szeregu homologicznego (*alkanów / alkenów / alkinów*). W jego cząsteczce między atomami węgla występują (*tylko wiązania pojedyncze / wiązania pojedyncze i jedno wiązanie podwójne / wiązania pojedyncze i jedno wiązanie potrójne*).

3. Napisz nazwy węglowodorów stosowanych:

a) w lampach karbidowych,
b) do produkcji butelek na wodę,
c) w zapalniczkach,
d) w palnikach do cięcia metali.

4. Napisz równania reakcji chemicznych:

a) spalania całkowitego pent-1-enu,
b) spalania niecałkowitego propenu.

5. Napisz równania reakcji wodoru z:

a) but-1-enem; b) propynem.
Napisz nazwy produktów tych reakcji chemicznych.

6. Napisz, stosując wzory strukturalne, równania reakcji przyłączania:

a) bromu do but-1-enu; b) chloru do propynu.
Podaj nazwy produktów tych reakcji chemicznych.

7. Napisz równania reakcji chemicznych przedstawionych na schemacie i podaj nazwy produktów.

$$CaC_2 \xrightarrow{1} CH{\equiv}CH \xrightarrow{2} CH_2{=}CH_2 \xrightarrow{3} CH_2Cl{-}CH_2Cl$$

Dla dociekliwych

8. Oblicz stosunek masowy pierwiastków chemicznych w oktanie.

9. Napisz wzory sumaryczne, strukturalne, półstrukturalne i grupowe alkenu i alkinu, które mają po 14 atomów wodoru w cząsteczkach.

10. Uzgodnij ogólne równania reakcji spalania alkanów, alkenów oraz alkinów.

a) $\square\ C_nH_{2n+2} + \square\ O_2 \longrightarrow \square\ CO_2 + \square\ H_2O$
b) $\square\ C_nH_{2n} + \square\ O_2 \longrightarrow \square\ CO + \square\ H_2O$
c) $\square\ C_nH_{2n-2} + \square\ O_2 \longrightarrow \square\ C + \square\ H_2O$

Podsumowanie

Co to są węglowodory?

Węglowodory to związki organiczne zbudowane wyłącznie z atomów węgla i wodoru. **Węgiel** w tych związkach chemicznych jest zawsze **czterowartościowy**.



węgiel w związkach organicznych tworzy cztery wiązania

Jakie są naturalne źródła węglowodorów?

Naturalne źródła węglowodorów

- gaz ziemny
- ropa naftowa
- węgle kopalne

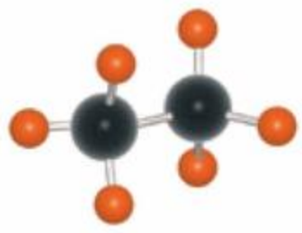
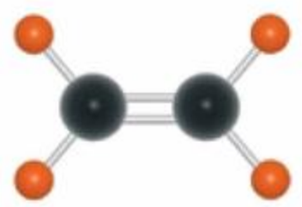
Jakie produkty otrzymuje się w wyniku destylacji ropy naftowej?

W wyniku destylacji ropy naftowej otrzymuje się produkty będące mieszaninami węglowodorów o różnej liczbie atomów węgla w cząsteczce: **gaz rafineryjny**, **benzynę**, **naftę**, **olej napędowy** i **mazut**.



ropa naftowa to **naturalne źródło węglowodorów**

Jakie są rodzaje węglowodorów i jakie są ich cechy charakterystyczne?

Rodzaj węglowodoru	Wzór ogólny	Wiązania między atomami węgla	Przykład
alkany	C_nH_{2n+2} n – liczba naturalna; $n \geq 1$	—C— tylko wiązania pojedyncze	 C_2H_6 etan
alkeny	C_nH_{2n} n – liczba naturalna; $n \geq 2$	>C=C< tylko jedno wiązanie podwójne	 C_2H_4 eten
alkiny	C_nH_{2n-2} n – liczba naturalna; $n \geq 2$	—C≡C— tylko jedno wiązanie potrójne	 C_2H_2 etyn

Jak odróżnia się węglowodory nasycone od nienasyconych?

Węglowodory nasycone od nienasyconych odróżnia się **w reakcji z roztworem bromu lub wodą bromową**. Węglowodory nasycone (alkany) nie reagują ani z bromem, ani z wodą bromową, a węglowodory nienasycone (alkeny i alkiny) – reagują.

Co to jest szereg homologiczny?

Szereg homologiczny to zbiór związków organicznych **o podobnej budowie i podobnych właściwościach**, w którym każdy kolejny związek chemiczny ma w cząsteczce o jeden atom węgla i dwa atomy wodoru więcej niż poprzedni.

Jakie produkty powstają w reakcji spalania węglowodorów?

Produkty spalania węglowodorów zależą od ilości dostępnego tlenu biorącego udział w reakcji chemicznej:

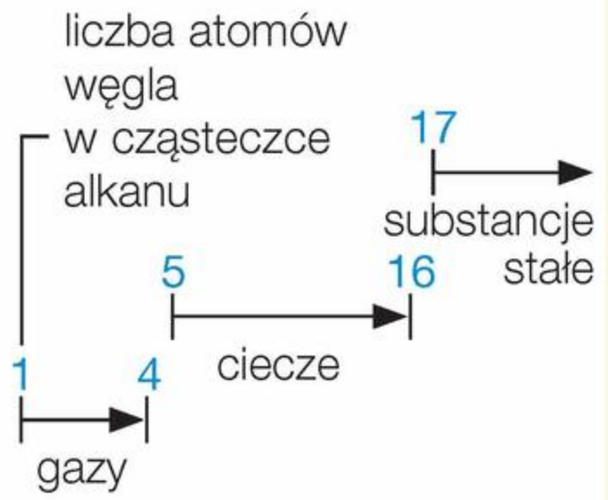
Rodzaj spalania	Produkty spalania
spalanie całkowite	CO_2 i H_2O
spalanie niecałkowite	CO i H_2O
	C i H_2O



CO

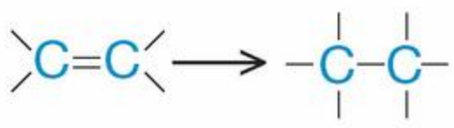
Jak zmieniają się właściwości fizyczne alkanów w zależności od długości łańcucha węglowego?

Wraz ze zwiększaniem się liczby atomów węgla w cząsteczce, czyli z wydłużaniem łańcucha węglowego, zmienia się stan skupienia i temperatura topnienia, zwiększają się gęstość i temperatura wrzenia alkanów, zmniejsza się ich lotność.

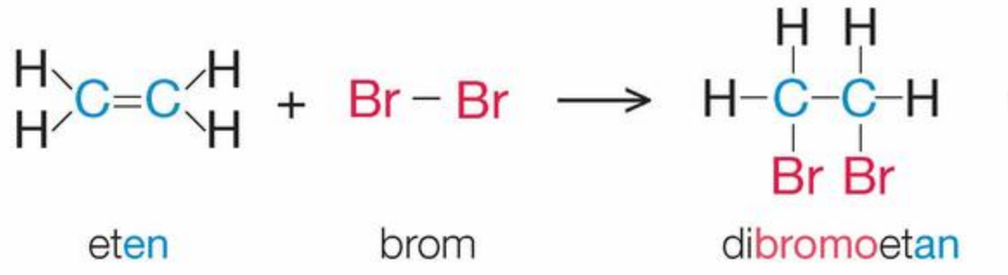


Co to jest reakcja przyłączania?

Reakcja przyłączania to reakcja łączenia się cząsteczki zawierającej wiązanie wielokrotne z inną cząsteczką, np. H_2, Br_2, Cl_2, zachodząca w wyniku rozerwania wiązania wielokrotnego:



schemat reakcji przyłączania



alken $\xrightarrow{Br_2}$ dibromoalkan



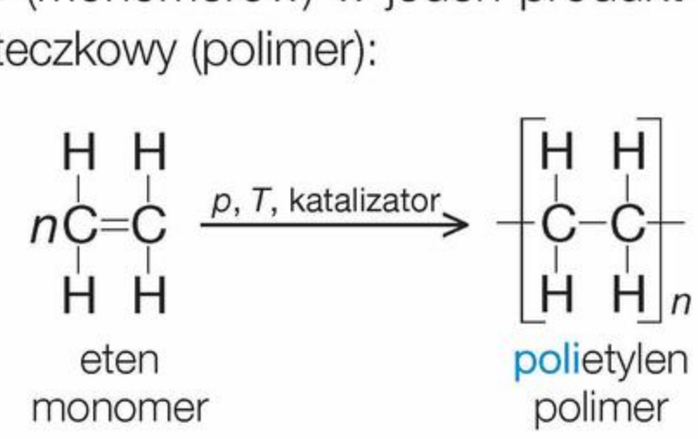
alkin $\xrightarrow{Br_2}$ tetrabromoalkan

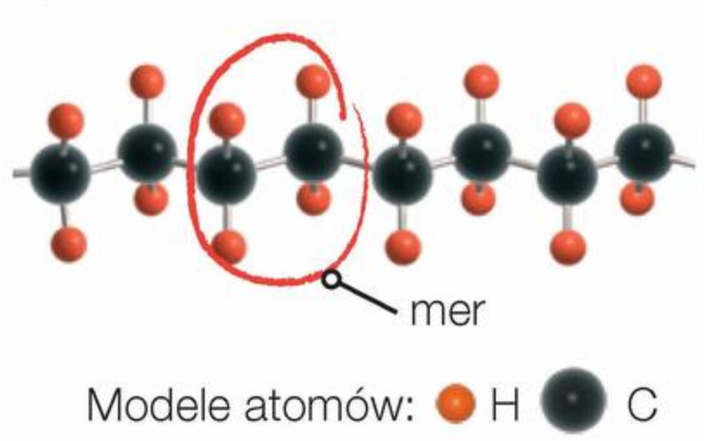
Reakcji przyłączania ulegają alkeny i alkiny.

Co to jest reakcja polimeryzacji?

Reakcja polimeryzacji to reakcja łączenia się wielu pojedynczych cząsteczek związku chemicznego (monomerów) w jeden produkt wielkocząsteczkowy (polimer):

monomery ⟶ polimer





Reakcji polimeryzacji ulegają związki organiczne zawierające w cząsteczkach wiązania wielokrotne (podwójne lub potrójne).

Sprawdź, czy wiesz i umiesz...

Rozwiąż zadania w zeszycie

1. Zakwalifikuj węglowodory o podanych wzorach sumarycznych do alkanów, alkenów lub alkinów.

C_3H_6, C_9H_{16}, C_8H_{18}, C_3H_8, C_6H_{12}, C_7H_{12}, C_5H_{10}, C_4H_{10}, $C_{10}H_{18}$, C_2H_6

2. Napisz wzory sumaryczny i strukturalny węglowodorów, które mają:

a) tyle samo atomów węgla i wodoru w cząsteczce;

b) 10 atomów wodoru w cząsteczce.

3. Przyporządkuj nazwom węglowodorów (1–5) **ich wzory sumaryczne** (A–E) **i grupowe** (I–V)**.**

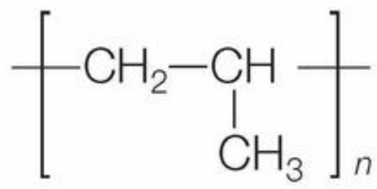
1. propan	A. C_5H_8	I. $CH_2CHCH_2CH_3$
2. pent-1-yn	B. C_5H_{10}	II. $CHCCH_3$
3. but-1-en	C. C_4H_8	III. $CH_3CH_2CH_3$
4. propyn	D. C_3H_8	IV. $CH_2CH(CH_2)_2CH_3$
5. pent-1-en	E. C_3H_4	V. $CHC(CH_2)_2CH_3$

4. Badano rozpuszczalność benzyny w wodzie. Do probówek z benzyną dodano odpowiednio: olej i wodę.

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

Benzyna (*rozpuszcza się / nie rozpuszcza się*) w wodzie. Jej gęstość jest (*większa / mniejsza*) od gęstości wody, dlatego po zmieszaniu z wodą tworzy warstwę (*nad / pod*) warstwą wody. W benzynie (*rozpuszczają się / nie rozpuszczają się*) tłuszcze, dlatego stosuje się ją do usuwania (*tłustych / kolorowych*) plam z ubrań.

5. Polipropylen to związek chemiczny o wzorze:



Oblicz, z ilu cząsteczek monomeru powstała cząsteczka polipropylenu o masie 231 502 u.

6. Uzupełnij równania reakcji spalania węglowodorów.

a) $2C_4H_6 + 3O_2 \longrightarrow$? + ?

b) ? + ? $\longrightarrow 10CO + 12H_2O$

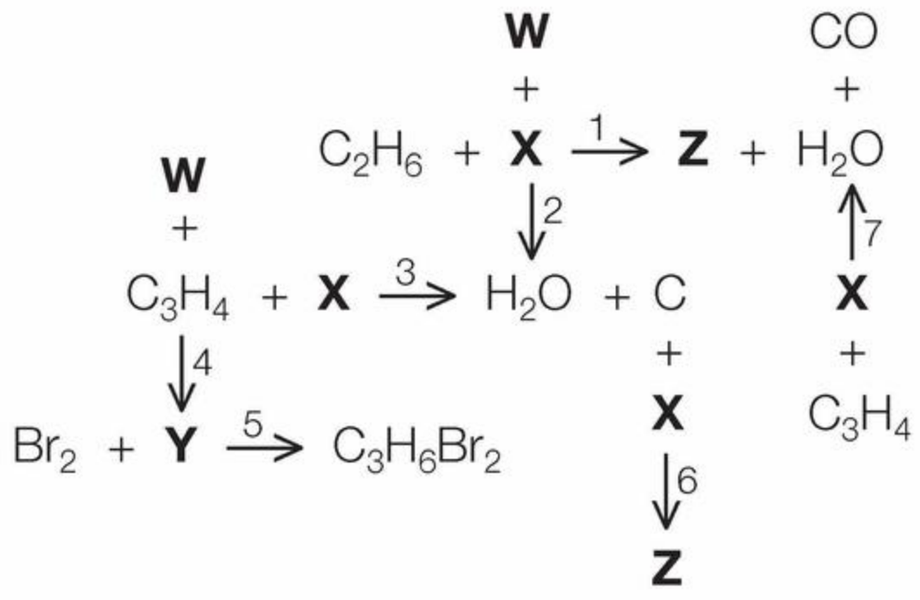
c) ? $+ 5O_2 \longrightarrow$? $+ 4H_2O$

7. Napisz równania reakcji chemicznych przedstawionych na schematach.

a) but-1-yn $\xrightarrow{1}$ but-1-en $\xrightarrow{2}$ butan

b) propyn $\xrightarrow{1}$ dichloropropen $\xrightarrow{2}$ tetrachloropropan

8. Napisz wzory i nazwy substancji oznaczonych literami (W–Z) **oraz równania reakcji chemicznych** (1–7) **przedstawionych za pomocą chemografu.**





4 Pochodne węglowodorów

24. Szereg homologiczny alkoholi

Cele lekcji: Poznanie pojęć: **alkohol**, **grupa alkilowa**, **grupa funkcyjna**, **grupa hydroksylowa**, **alkohole monohydroksylowe**, **alkohole polihydroksylowe**. Poznanie nazw i wzorów sumarycznych, strukturalnych, półstrukturalnych i grupowych alkoholi.

25. Metanol i etanol – alkohole monohydroksylowe

Cele lekcji: Poznanie właściwości oraz zastosowań metanolu i etanolu. Omówienie procesu fermentacji alkoholowej. Poznanie negatywnych skutków działania tych alkoholi na organizm.

26. Glicerol – alkohol polihydroksylowy

Cele lekcji: Poznanie właściwości i zastosowań glicerolu.

27. Porównanie właściwości alkoholi

Cele lekcji: Omówienie zmian właściwości alkoholi w zależności od długości łańcucha węglowego. Zapisywanie równań reakcji spalania alkoholi.

28. Szereg homologiczny kwasów karboksylowych

Cele lekcji: Poznanie pojęć: **kwasy karboksylowe**, **grupa karboksylowa**. Poznanie nazw oraz wzorów sumarycznych, strukturalnych, półstrukturalnych i grupowych kwasów karboksylowych.

29. Kwas mrówkowy

Cele lekcji: Poznanie występowania, właściwości i zastosowań kwasu mrówkowego (metanowego).

30. Kwas octowy

Cele lekcji: Poznanie właściwości i zastosowań kwasu octowego (etanowego). Omówienie procesu fermentacji octowej. Zapisywanie równań reakcji kwasu octowego z wodorotlenkami, tlenkami metali i metalami oraz równań dysocjacji elektrolitycznej.

31. Wyższe kwasy karboksylowe

Cele lekcji: Poznanie pojęcia **wyższe kwasy karboksylowe**. Poznanie nazw i wzorów wybranych kwasów nasyconych (palmitynowego, stearynowego) i kwasu nienasyconego (oleinowego) oraz ich właściwości i zastosowań.

32. Porównanie właściwości kwasów karboksylowych

Cele lekcji: Omówienie zmian właściwości kwasów karboksylowych w zależności od długości łańcucha węglowego. Zapisywanie równań reakcji chemicznych, jakim ulegają kwasy karboksylowe.

33. Estry

Cele lekcji: Poznanie pojęć: **estry**, **grupa estrowa**. Wyjaśnienie mechanizmu reakcji estryfikacji. Poznanie nazw oraz wzorów strukturalnych, półstrukturalnych i sumarycznych estrów. Poznanie właściwości i zastosowań estrów.

34. Aminokwasy

Cele lekcji: Poznanie pojęć: **aminokwasy**, **grupa aminowa**, **wiązanie peptydowe**, **peptydy**. Poznanie budowy i właściwości aminokwasów na przykładzie kwasu aminooctowego (glicyny). Zapisywanie równań reakcji kondensacji dwóch cząsteczek aminokwasów.

24 Szereg homologiczny alkoholi



Fot. 87. Stężenie roztworu alkoholu używanego do dezynfekcji musi wynosić 60–80 %.

Alkohole to związki organiczne, które są podstawowym składnikiem większości preparatów dezynfekujących (fot. 87.). Cząsteczki alkoholi, oprócz atomów węgla i wodoru, zawierają w swojej budowie jeszcze atomy tlenu.

Co to są pochodne węglowodorów?

Pochodne węglowodorów to związki chemiczne, których cząsteczki są zbudowane z **grupy alkilowej (alkil)** i **grupy funkcyjnej**.

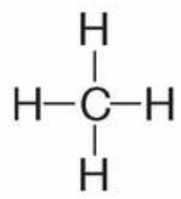
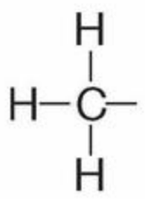
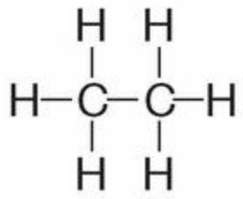
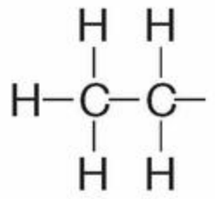
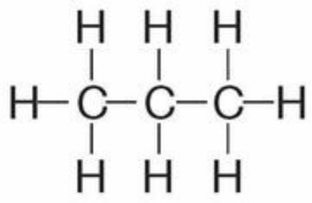
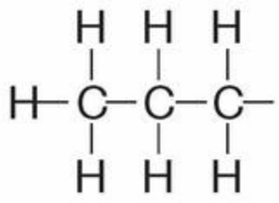
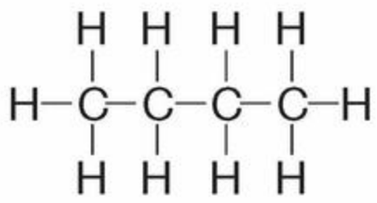
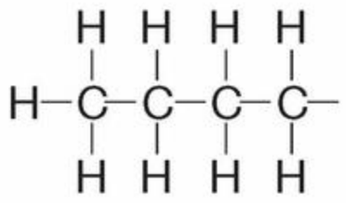
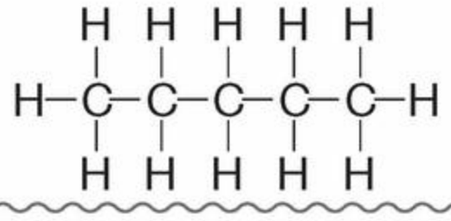
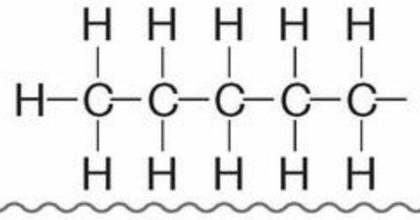
Czym jest grupa funkcyjna?

Grupa funkcyjna to grupa atomów, która **nadaje związkowi organicznemu charakterystyczne właściwości**.

Czym jest grupa alkilowa?

Grupa alkilowa (alkil) to grupa atomów powstająca przez **odłączenie atomu wodoru od cząsteczki alkanu** (tabela 11.).

Tabela 11. Wzory i nazwy wybranych grup alkilowych

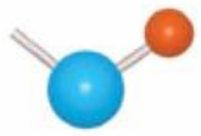
Wzór sumaryczny i nazwa alkanu	Wzór strukturalny		Wzór sumaryczny i nazwa alkilu
	alkanu	alkilu	
CH_4 metan			CH_3- grupa metylowa (metyl)
C_2H_6 etan			C_2H_5- grupa etylowa (etyl)
C_3H_8 propan			C_3H_7- grupa propylowa (propyl)
C_4H_{10} butan			C_4H_9- grupa butylowa (butyl)
C_5H_{12} pentan			$C_5H_{11}-$ grupa pentylowa (pentyl)

Co to są alkohole?

Alkohole to pochodne węglowodorów, które zawierają w cząsteczkach **grupę hydroksylową**. **Grupa hydroksylowa** jest **grupą funkcyjną** alkoholi. Jest zbudowana z atomów tlenu i wodoru:

—OH

wzór grupy hydroksylowej



model grupy hydroksylowej

Modele atomów:
H O

Jak się tworzy nazwy alkoholi?

Nazwy systematyczne alkoholi, które zawierają jeden lub dwa atomy węgla w cząsteczce i jedną grupę hydroksylową, tworzy się od nazw węglowodorów. Dodaje się do takich nazw końcówkę **-ol**. W nazwach alkoholi, w których cząsteczkach występują **3 (lub więcej) atomy węgla i jedna grupa funkcyjna**, musi się pojawić numer opisujący jej położenie. **Cyfra 1** z łącznikiem „-" z obu stron, oddziela nazwę węglowodoru od końcówki **-ol**, np. propan-1-**ol**.

Nazwy zwyczajowe alkoholi, w których cząsteczkach występuje jedna grupa hydroksylowa, składają się z dwóch wyrazów. Pierwszy to słowo *alkohol*. Drugim jest **nazwa grupy alkilowej** z końcówką **-owy**, np.:

nazwa węglowodoru	nazwa systematyczna alkoholu	nazwa grupy alkilowej	nazwa zwyczajowa alkoholu
butan	butan-1-**ol**	butyl	*alkohol* **butylowy**

Nazwy alkoholi, które poznasz w klasie 8, będą zawierały tylko cyfrę 1.

Jak są uporządkowane alkohole w szeregu homologicznym?

Alkohole można uporządkować według zwiększającej się liczby **atomów węgla i wodoru** w ich cząsteczkach. Alkohole, podobnie jak węglowodory, tworzą szereg homologiczny, w którym każdy kolejny alkohol ma w cząsteczce o jeden atom węgla i dwa atomy wodoru więcej od poprzedniego (patrz tabela 12., s. 142).

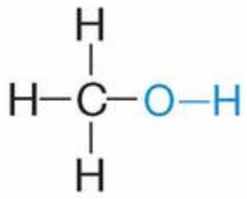
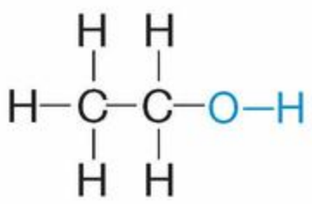
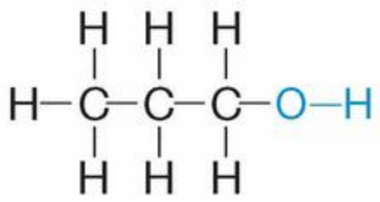
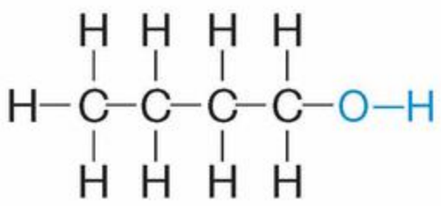
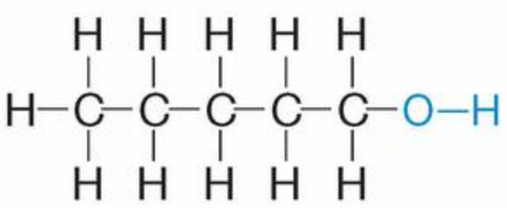
Dla dociekliwych

Tioalkohole (inaczej tiole lub merkaptany) to związki chemiczne, w których grupą funkcyjną jest grupa tiolowa (–SH). Tioli używa się do nawaniania metanu (gaz bezwonny), aby wykryć ewentualne nieszczelności w instalacji gazowej i zapobiec wybuchowi. Ponieważ tiole są również składnikami produktów rozkładu szczątków zwierzęcych, ptaki padlinożerne (fot. 88.) gromadzą się niekiedy w miejscach nieszczelności gazociągu.



Fot. 88. Sępniki czarne mogą pomóc w zlokalizowaniu nieszczelności gazociągu, ponieważ traktują te miejsca jako obszar występowania pożywienia.

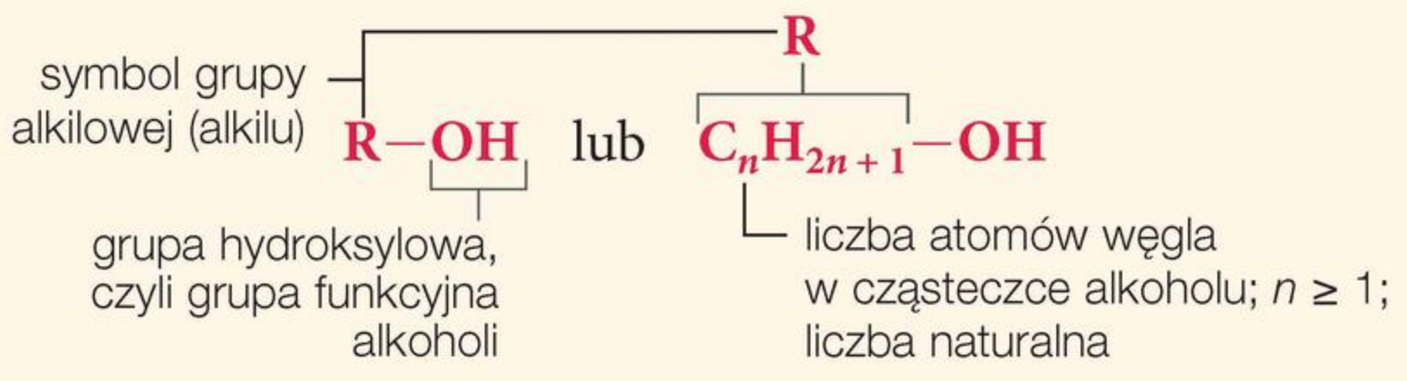
Tabela 12. Szereg homologiczny alkoholi (do 5 atomów węgla w cząsteczce)

Liczba atomów węgla w cząsteczce	Nazwy systematyczna i zwyczajowa	Wzór		
		strukturalny	półstrukturalny	
1	metanol alkohol metylowy		CH_3-OH	
2	etanol alkohol etylowy		CH_3-CH_2-OH	
3	propan-1-ol alkohol propylowy		$CH_3-CH_2-CH_2-OH$	
4	butan-1-ol alkohol butylowy		$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-OH$	
5	pentan-1-ol alkohol pentylowy		$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-OH$	

Jak zapisać wzór ogólny alkoholi?

Na podstawie analizy wzorów alkoholi w szeregu homologicznym można podać **wzór ogólny**:

grupa funkcyjna
—OH
grupa hydroksylowa



Chemia wokół nas



Alkohole występują zarówno w roślinach, jak i w organizmach zwierząt. Alkoholami są np. farnezol, składnik olejków eterycznych, m.in. akacjowego, konwaliowego i lipowego, oraz bisabolol, występujący w rumianku pospolitym.

Cholesterol, związek chemiczny wywołujący zmiany miażdżycowe w naczyniach krwionośnych, również jest alkoholem. Duże ilości cholesterolu znajdują się w tłuszczach zwierzęcych, mięsie i niektórych owocach (fot. 89.).

Fot. 89. Awokado jest też źródłem m.in. witaminy C.

	grupowy	sumaryczny
	CH_3OH	CH_4O
	CH_3CH_2OH	C_2H_6O
	$CH_3(CH_2)_2OH$	C_3H_8O
	$CH_3(CH_2)_3OH$	$C_4H_{10}O$
	$CH_3(CH_2)_4OH$	$C_5H_{12}O$

Rozwiąż zadania w zeszycie

1. **Wybierz wzory alkoholi.**
   C_2H_4, $CH_3(CH_2)_3OH$, $Ca(OH)_2$, $C_3H_5(OH)_3$, $C_7H_{16}O$, C_2H_4Cl, $Al(OH)_3$, $C_{11}H_{24}O$
2. **Napisz wzory sumaryczne alkoholi o:** a) 5 atomach węgla w cząsteczce; b) 4 atomach wodoru w cząsteczce.
3. **Napisz nazwę i wzór sumaryczny alkoholu o masie cząsteczkowej 60 u.**
4. **Oblicz stosunek masowy węgla do wodoru i do tlenu w butan-1-olu.**
5. **Oblicz procenty masowe pierwiastków chemicznych w etanolu.**
6. **Napisz wzór grupowy alkoholu zawierającego tyle atomów węgla w cząsteczce, ile atomów wodoru znajduje się w 6 cząsteczkach etynu.**

Dla dociekliwych

7. **Napisz wzór strukturalny alkoholu. Wiadomo, że w jego cząsteczce stosunek mas *m*C : *m*H : *m*O wynosi 18 : 3 : 8.**
8. **Napisz wzory strukturalny, półstrukturalny i grupowy alkoholu o wzorze sumarycznym $C_8H_{18}O$.**

Zapamiętaj!

Grupa funkcyjna – grupa atomów, która nadaje związkowi organicznemu charakterystyczne właściwości.

Grupa alkilowa (alkil) – grupa atomów powstająca przez odłączenie atomu wodoru od cząsteczki alkanu.

Alkohole – pochodne węglowodorów, które zawierają w cząsteczkach grupę hydroksylową –OH.

Grupa hydroksylowa – grupa funkcyjna alkoholi zbudowana z atomów tlenu i wodoru –OH.

25

Metanol i etanol – alkohole monohydroksylowe



Fot. 90. Paliwem w motocyklach żużlowych jest czysty metanol.

Model cząsteczki

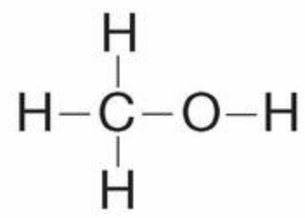


Modele atomów:
H C O

Alkohole ze względu na swoje właściwości mogą być wykorzystywane m.in. jako paliwo. Metanolu używa się w sporcie żużlowym (fot. 90.), a etanol dodawany do benzyny powoduje lepsze jej spalanie, podczas którego powstaje mniej zanieczyszczeń niż podczas spalania benzyny bez dodatków.

Co to jest metanol?

Metanol (alkohol metylowy) CH_3OH jest **pierwszym związkiem chemicznym w szeregu homologicznym alkoholi**:

CH_4O	CH_3OH	$CH_3—OH$	
wzór sumaryczny	wzór grupowy	wzór półstrukturalny	wzór strukturalny

Jakie właściwości ma metanol?

Metanol jest bezbarwną cieczą, bardzo dobrze mieszającą się z wodą, o charakterystycznym zapachu. Jest lotny – szybko odparowuje. Podobnie jak węglowodory ulega reakcjom spalania (fot. 91.).



Fot. 91. Metanol spala się jasnoniebieskim płomieniem.

Dla dociekliwych

Spirytus drzewny to dawna nazwa metanolu, który uzyskiwano jako produkt uboczny w procesie suchej destylacji drewna.

Obecnie metanol otrzymuje się m.in. z tlenku węgla(II) i wodoru (tzw. gaz syntezowy). Katalizatorami tej reakcji chemicznej są tlenki: ZnO, Cr_2O_3, MnO_2.

Równanie tej reakcji chemicznej ma następującą postać:

$$\underset{\text{tlenek węgla(II)}}{CO} + \underset{\text{wodór}}{2H_2} \xrightarrow{\text{katalizator, } T = 375\,^{\circ}C,\ p = 35\ MPa} \underset{\text{metanol}}{CH_3OH}$$

Reakcję spalania całkowitego metanolu przedstawia równanie:

$$\underset{\text{metanol}}{2CH_3OH} + \underset{\text{tlen}}{3O_2} \longrightarrow \underset{\text{tlenek węgla(IV)}}{2CO_2} + \underset{\text{woda}}{4H_2O}$$

spalanie całkowite

! Wdychanie par metanolu lub spożycie nawet niewielkiej jego ilości może spowodować utratę wzroku, a nawet śmierć.

Właściwości CH_3OH

Właściwości fizyczne

- ciecz lotna
- bezbarwny
- bardzo dobrze rozpuszcza się w wodzie

Właściwości chemiczne

- silnie trujący
- ma charakterystyczny zapach
- ulega reakcjom spalania



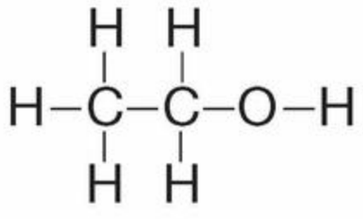
grupa alkilowa

CH_3-

grupa metylowa

Co to jest etanol?

Etanol (alkohol etylowy) CH_3CH_2OH jest **drugim związkiem chemicznym w szeregu homologicznym alkoholi**:

C_2H_6O	CH_3CH_2OH	$CH_3–CH_2–OH$	
wzór sumaryczny	wzór grupowy	wzór półstrukturalny	wzór strukturalny

Model cząsteczki



Modele atomów:

H C O

Jak otrzymać etanol?

Etanol można otrzymać w procesie **fermentacji alkoholowej**. Proces ten zachodzi pod wpływem enzymów, np. zymazy zawartej w drożdżach.

Co to są enzymy?

Enzymy to **katalizatory reakcji biochemicznych**, tzw. biokatalizatory. Są to wytwarzane przez organizmy substancje regulujące przebieg procesu biochemicznego. Na przykład enzymy trawienne, występujące w układzie pokarmowym, uczestniczą w procesie rozkładu pokarmu na proste związki chemiczne.

Dla dociekliwych

Enzymy wytwarzane przez bakterie – pałeczki kwasu mlekowego – są katalizatorami **fermentacji mlekowej**. Proces ten, zachodzący bez dostępu tlenu, wykorzystuje się do produkcji kiszonki – paszy dla zwierząt wytwarzanej m.in. z traw (fot. 92.).



Fot. 92. Skoszoną i podsuszoną trawę mocno się ugniata, np. prasami belującymi, a utworzone bele owija się folią, aby odciąć dopływ powietrza.

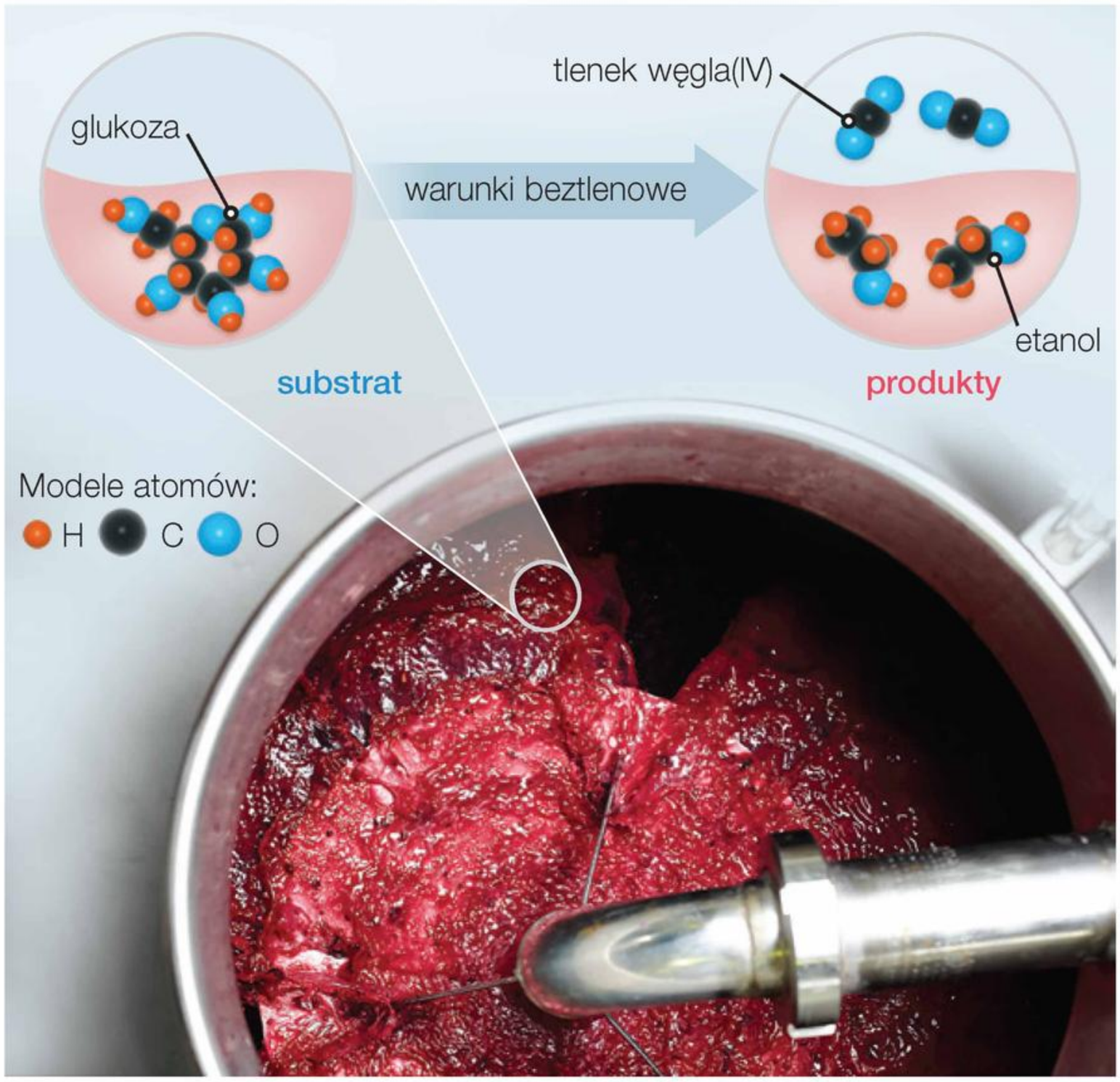
Czym jest fermentacja?

Fermentacja to cykl reakcji biochemicznych zachodzących pod wpływem enzymów. Rodzaj fermentacji zależy od produktu końcowego.

Na czym polega proces fermentacji alkoholowej?

Fermentacja alkoholowa to proces biochemiczny polegający na rozkładzie niektórych cukrów, np. glukozy, na tlenek węgla(IV) i etanol (fot. 93.):

$$\underset{\text{glukoza}}{C_6H_{12}O_6} \xrightarrow{\text{drożdże, } T = 34\text{–}37\,^\circ\text{C}} \underset{\text{etanol}}{2CH_3CH_2OH} + \underset{\text{tlenek węgla(IV)}}{2CO_2\uparrow}$$



Fot. 93. Winogrona zawierają dużo cukru – **glukozy**, a na ich skórkach występują **drożdże**. Wytwarzają one enzymy niezbędne do tego, aby zaszła reakcja chemiczna.

W jakich warunkach zachodzi fermentacja alkoholowa?

Fermentacja jest procesem trwającym nawet kilka tygodni i zachodzącym **w warunkach beztlenowych**.

Jak zbadać właściwości etanolu?

Właściwości etanolu zbadano w doświadczeniu 25., s. 147.

Doświadczenie 25

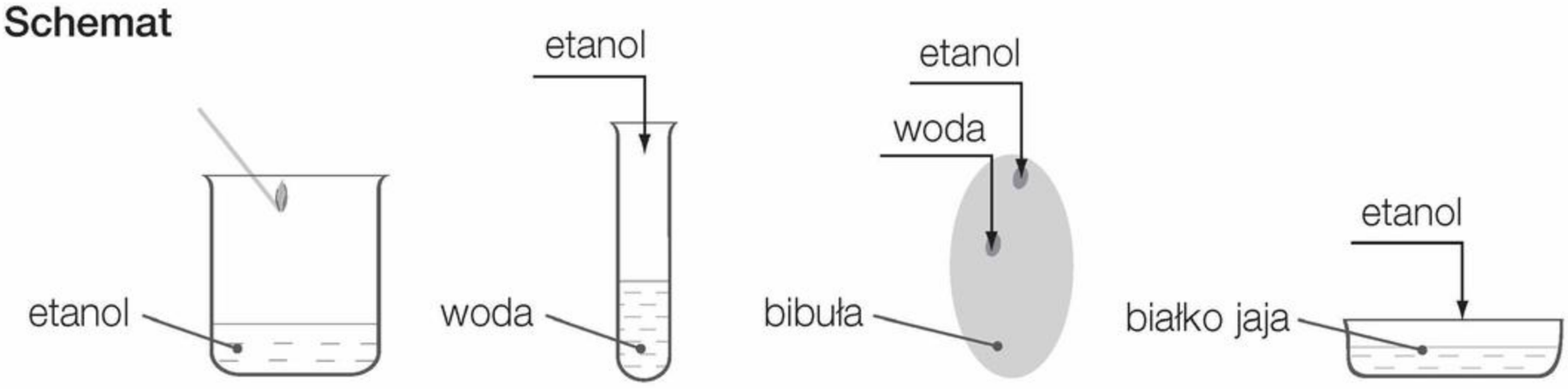
Badanie właściwości etanolu



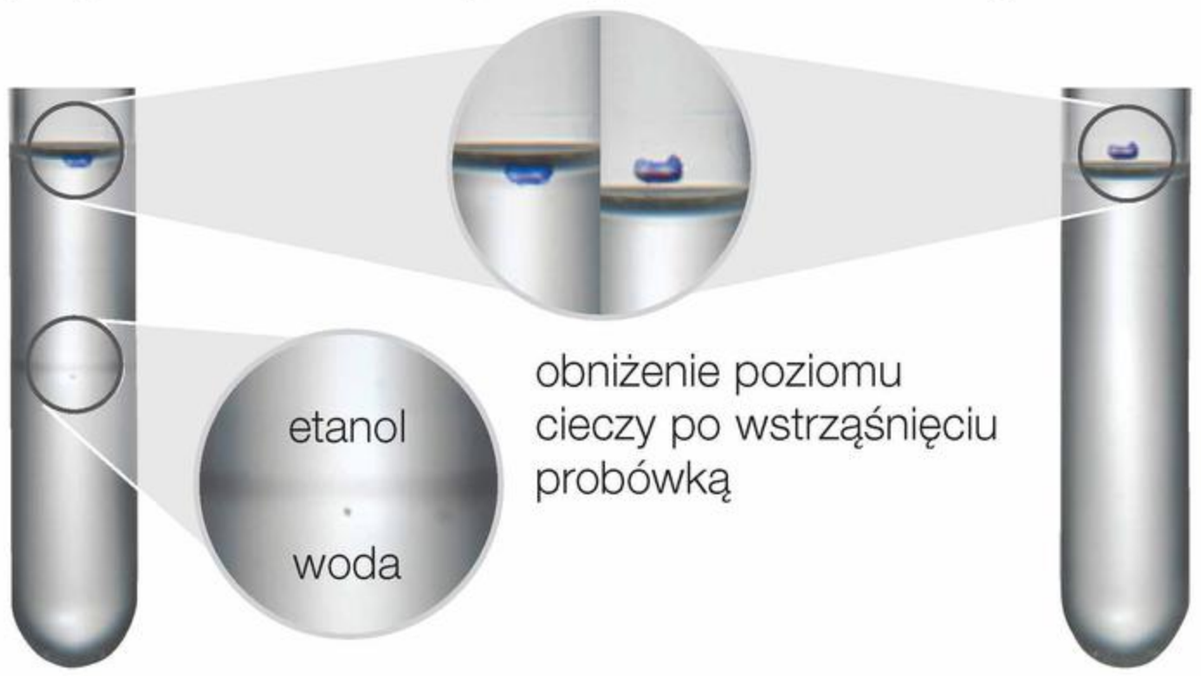
CH_3CH_2OH

Instrukcja: Do zlewki nalej kilka kropel etanolu. Określ jego stan skupienia, barwę i zapach. Zbliż do etanolu zapalone łuczywo. Probówkę napełnij wodą do $\frac{1}{3}$ objętości, a następnie bardzo powoli wlej po jej ściankach taką samą objętość etanolu. Zaznacz poziom cieczy w probówce. Zamknij probówkę korkiem i energicznie nią wstrząsaj. Odstaw probówkę i ponownie zaznacz poziom cieczy. W otrzymanym roztworze etanolu zanurz uniwersalny papierek wskaźnikowy. Na bibułę nanieś kroplę etanolu. Dla porównania obok nanieś kroplę wody. Po 5 minutach sprawdź wygląd bibuły. Na szalkę Petriego z niewielką ilością białka jaja nanieś kroplę etanolu (schemat).

Schemat



Obserwacje: Etanol jest bezbarwną, palną cieczą o charakterystycznym zapachu. Po ostrożnym wlaniu etanolu do wody widać wyraźną granicę między tymi cieczami – tworzą one dwie warstwy. Po wymieszaniu cieczy granica przestaje być widoczna i zmniejsza się poziom roztworu w probówce (fot. 94.);



Fot. 94. Mieszanie etanolu z wodą.

Zanurzony w roztworze etanolu uniwersalny papierek wskaźnikowy nie zmienia barwy. Etanol odparowuje z bibuły szybciej niż woda (fot. 95.). Pod wpływem etanolu białko jaja zmienia swój wygląd (patrz fot. 138., s. 200).



Fot. 95. Porównanie lotności etanolu i wody.

Wniosek: Etanol ulega reakcji spalania. Jednym z produktów reakcji spalania etanolu jest tlenek węgla(IV). Gęstość etanolu jest mniejsza od gęstości wody. Roztwór etanolu ma odczyn obojętny – **alkohol nie ulega dysocjacji elektrolitycznej**. Etanol dobrze miesza się z wodą. Podczas mieszania zachodzi zjawisko **kontrakcji**, czyli zmniejszania się objętości roztworu dwóch cieczy. Etanol jest cieczą o większej lotności niż woda. Niszczy strukturę białka (ścina je).

Podczas spalania etanolu (fot. 96.) zachodzi reakcja chemiczna zgodnie z równaniem:

spalanie całkowite

$$\underset{\text{etanol}}{CH_3CH_2OH} + \underset{\text{tlen}}{3O_2} \longrightarrow \underset{\text{tlenek węgla(IV)}}{2CO_2} + \underset{\text{woda}}{3H_2O}$$



Fot. 96. Spalanie etanolu.

Na czym polega zjawisko kontrakcji?

Kontrakcja polega na **zmniejszeniu objętości roztworu otrzymanego przez zmieszanie dwóch cieczy**. Objętość wymieszanych cieczy jest mniejsza od sumy objętości tych cieczy (np. wody i etanolu) przed wymieszaniem (rys. 7.).



Rys. 7. Model zjawiska kontrakcji.

Jakie właściwości ma etanol?

grupa alkilowa
C_2H_5-
grupa etylowa

Właściwości CH_3CH_2OH

Właściwości fizyczne

- ciecz lotna
- bezbarwny
- ma gęstość mniejszą od gęstości wody
- bardzo dobrze rozpuszcza się w wodzie*

Właściwości chemiczne

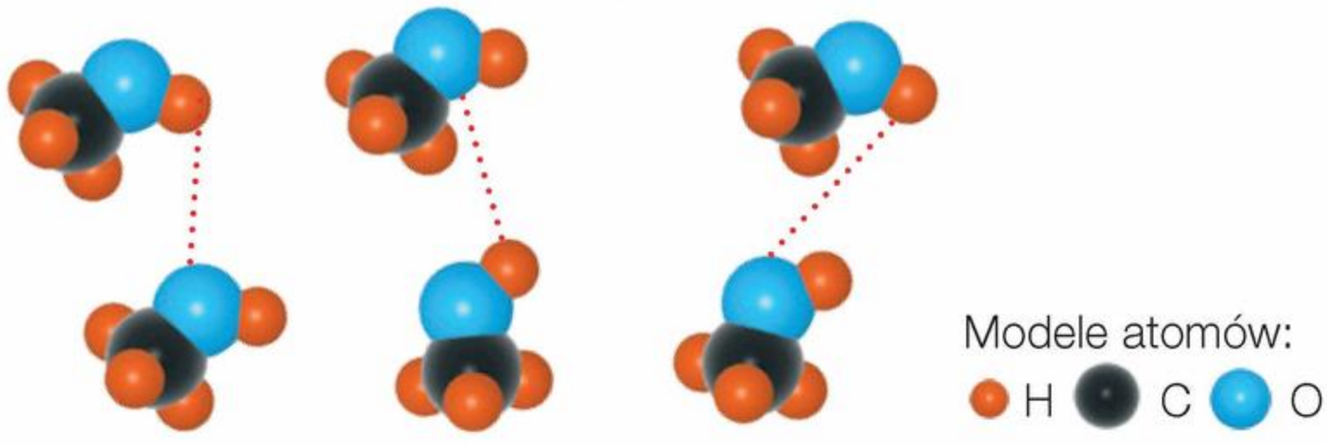
- ma charakterystyczny zapach
- odczyn obojętny
- ulega reakcjom spalania
- ścina białko



* Dla etanolu o stężeniu 70 %.

Dla dociekliwych

Z powodu obecności polarnych grup hydroksylowych —OH cząsteczki alkoholi ulegają **asocjacji** (rys. 8.), czyli łączą się w większe zespoły. Asocjacja jest przyczyną wysokich temperatur wrzenia i topnienia alkoholi. Ma też wpływ na ich rozpuszczalność w wodzie.



Rys. 8. Model wiązania, które powstaje między polarnymi cząsteczkami metanolu.

W jaki sposób wykryć obecność alkoholu?

Obecność etanolu w różnych substancjach można wykryć, przeprowadzając reakcję charakterystyczną.

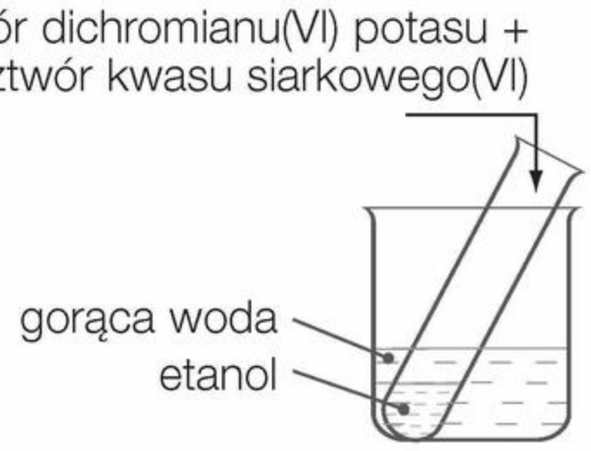
Doświadczenie 26

Wykrywanie obecności etanolu

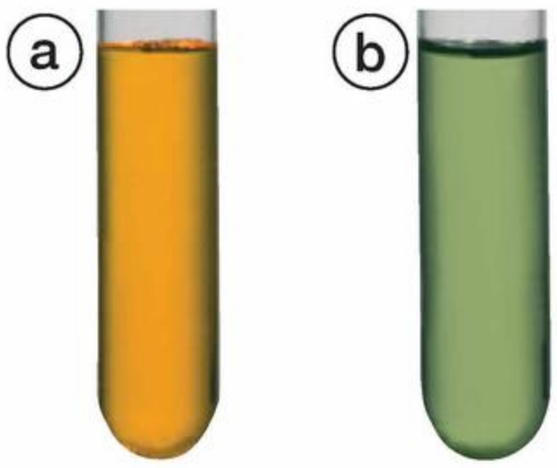


Instrukcja: Do probówki z etanolem dodaj dwie krople roztworu dichromianu(VI) potasu $K_2Cr_2O_7$ i kroplę stężonego roztworu kwasu siarkowego(VI). Probówkę umieść w zlewce z gorącą wodą (schemat).

Schemat



Obserwacje: Roztwór w probówce zmienia barwę z pomarańczowej na zieloną (fot. 97.).

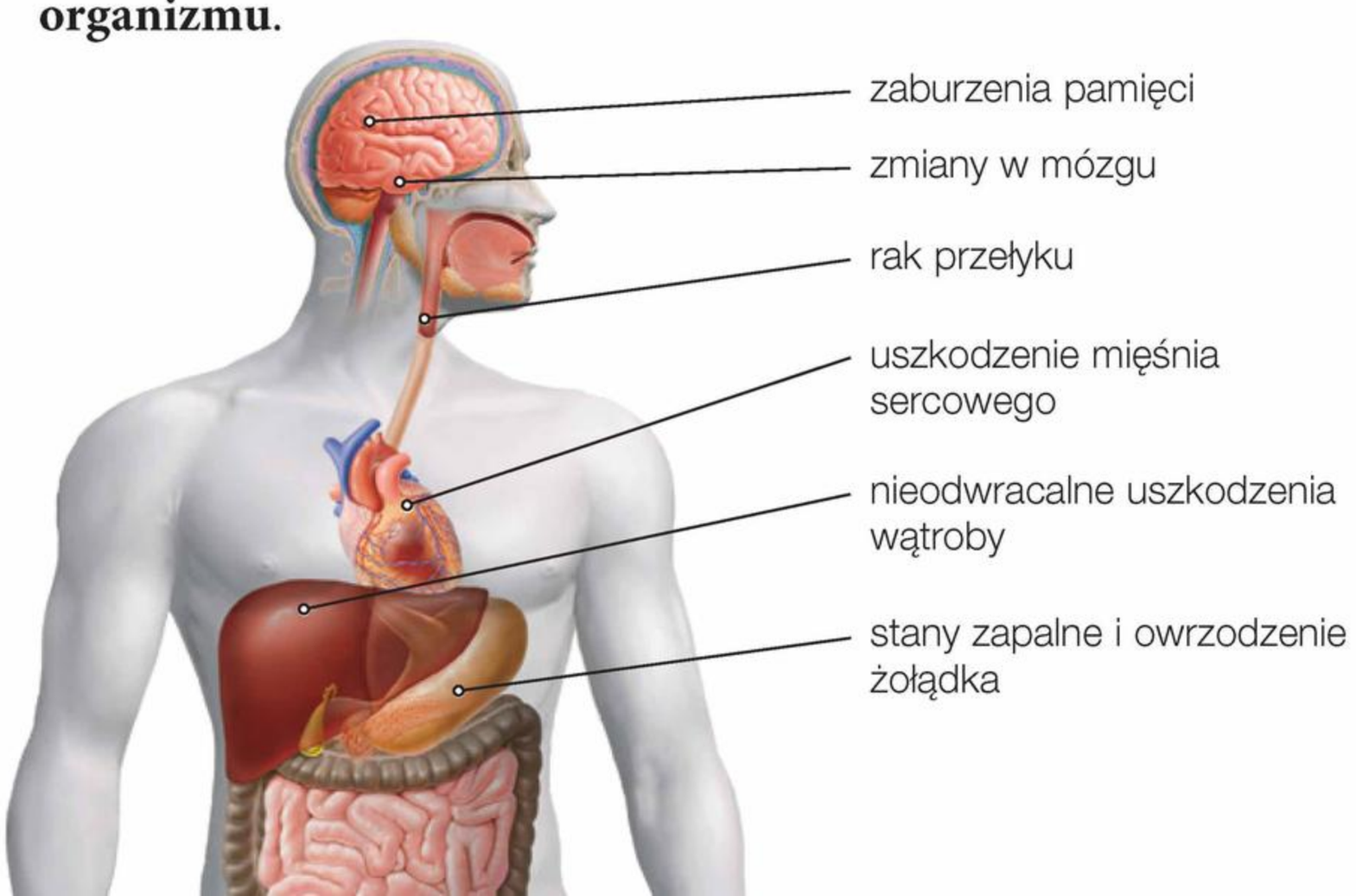


Fot. 97. Pomarańczowy roztwór dichromianu(VI) potasu (a) pod wpływem etanolu zmienia barwę na zieloną (b).

Wniosek: Roztwór dichromianu(VI) potasu ze stężonym roztworem kwasu siarkowego(VI) jest odczynnikiem umożliwiającym wykrycie obecności etanolu w różnych substancjach – jest to **reakcja charakterystyczna** tego alkoholu.

Jak etanol wpływa na organizm?

Nawet niewielka ilość etanolu może powodować uszkodzenia układu nerwowego oraz narządów wewnętrznych, np. żołądka, wątroby (rys. 9.). W czasie przetwarzania etanolu w organizmie zwiększa się zużycie tlenu, co powoduje niedotlenienie komórek wątroby i innych organów, a tym samym **zaburza pracę całego organizmu**.



Rys. 9. Nadużywanie alkoholu jest przyczyną wielu chorób i powoduje wyniszczenie organizmu.

Zastosowania

Metanol

Metanol jest jedną z substancji najczęściej wykorzystywanych w przemyśle chemicznym i farmaceutycznym.



- przemysł tworzyw sztucznych
- przemysł chemiczny

Tworzywa sztuczne

Metanol jest używany do produkcji tworzyw sztucznych.



Środek skażający

Metanol jest składnikiem skażającym np. w detergentach.



Rozpuszczalnik

Metanol jest dobrym rozpuszczalnikiem farb, lakierów i tłuszczów.



Formalina

Z metanolu produkuje się formalinę, substancję konserwującą preparaty biologiczne.

Zastosowania

Etanol

Etanol to alkohol powszechnie stosowany w przemyśle chemicznym. Używa się go do produkcji farb i lakierów, a także do syntez wielu związków organicznych. Wodny roztwór etanolu o stężeniu 95 % to **spirytus**.



- przemysł kosmetyczny
- przemysł spożywczy
- przemysł farmaceutyczny



Przemysł kosmetyczny

Do produkcji najtrwalszych perfum wykorzystuje się stężony roztwór etanolu.

Przemysł spożywczy

Etanol stosuje się do produkcji octu, jest też składnikiem wódek i likierów.

Przemysł farmaceutyczny

Etanol jest podstawowym składnikiem m.in. kropli nasercowych i żołądkowych oraz innych leków.

To Ci się przyda!

Etanol ze względu na właściwości bakteriobójcze jest stosowany w preparatach do dezynfekcji (np. żelach antybakteryjnych).

Preparatem do dezynfekcji usuniesz nie tylko bakterie, lecz także zanieczyszczenia. ▶



Nadmierne spożywanie etanolu prowadzi do alkoholizmu, czyli uzależnienia od alkoholu.

Każda ilość etanolu działa toksycznie na rozwijający się organizm, dlatego dzieciom i młodzieży zabrania się picia alkoholu.

Dawka śmiertelna dla zdrowego dorosłego człowieka wynosi około 4 ‰ (0,4 %) alkoholu we krwi.

Rozwiąż zadania w zeszycie

1. **Wybierz informacje, które dotyczą:**
   a) tylko metanolu;
   b) tylko etanolu;
   c) metanolu i etanolu.

   lotna ciecz; dobrze rozpuszcza się w wodzie; ma charakterystyczny zapach; palny; jego cząsteczka jest zbudowana z grup: metylowej i hydroksylowej; jego cząsteczka zawiera 6 atomów wodoru; jest wykorzystywany w preparatach do dezynfekcji; powstaje w procesie fermentacji alkoholowej; wykazuje odczyn obojętny; jest silnie trujący

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

1.	Metanol i etanol ulegają reakcji spalania całkowitego.	**P**	**F**
2.	Metanol i etanol można przedstawić tylko za pomocą wzorów strukturalnego i grupowego.	**P**	**F**
3.	Cząsteczka alkoholu metylowego składa się z dwóch atomów węgla, jednego atomu tlenu i trzech atomów węgla.	**P**	**F**
4.	Kontrakcja to zjawisko polegające na zmniejszaniu się objętości roztworu otrzymanego przez zmieszanie dwóch cieczy.	**P**	**F**

3. **Napisz równania reakcji spalania niecałkowitego metanolu.**

4. **Napisz reakcję spalania niecałkowitego etanolu, której produktami są tlenek węgla(II) i woda (para wodna).**

5. Jodyna to 3-procentowy roztwór jodu w etanolu. **Oblicz, ile gramów jodu należy rozpuścić w etanolu, aby powstało 80 g jodyny.**

6. **Oblicz, ile gramów tlenku węgla(IV) powstanie w reakcji spalania całkowitego 8 g metanolu.**

7. Odmierzono 250 cm^3 etanolu o gęstości $d = 0{,}79 \frac{g}{cm^3}$ i odważono 6,2 g jodu. **Wykonaj obliczenia i sprawdź, czy uzyskano jodynę, czyli 3-procentowy roztwór jodu.**

Dla dociekliwych

8. **Oblicz stężenie procentowe roztworu etanolu, w którym na 1 cząsteczkę etanolu przypada 9 cząsteczek wody.**

Zapamiętaj!

Metanol (alkohol metylowy) CH_3OH – pierwszy związek chemiczny w szeregu homologicznym alkoholi.

Etanol (alkohol etylowy) CH_3CH_2OH – drugi związek chemiczny w szeregu homologicznym alkoholi.

Enzym (biokatalizator) – katalizator reakcji biochemicznych.

Fermentacja alkoholowa – proces biochemiczny polegający na rozkładzie niektórych cukrów na etanol i tlenek węgla(IV).

Kontrakcja – zmniejszenie objętości roztworu otrzymanego przez zmieszanie dwóch cieczy.

26

Glicerol – alkohol polihydroksylowy



Fot. 98. Glicerol zatrzymuje wodę w skórze.

Gliceryna to powszechnie używana nazwa glicerolu (fot. 98.) – alkoholu polihydroksylowego.

Co to są alkohole polihydroksylowe?

Alkohole polihydroksylowe to pochodne węglowodorów, w których cząsteczkach występują przynajmniej dwie grupy hydroksylowe.

Jakie są rodzaje alkoholi?

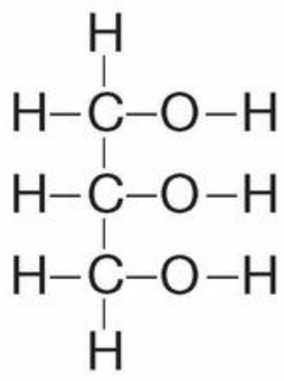
W zależności od liczby grup hydroksylowych można wyróżnić:

Alkohole

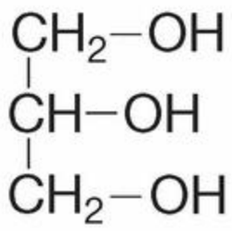
monohydroksylowe	polihydroksylowe
zawierają w cząsteczce jedną **grupę –OH**, np. metanol, etanol	zawierają w cząsteczce **co najmniej dwie grupy –OH**, z których każda jest połączona z innym atomem węgla, np. glicerol

Co to jest glicerol?

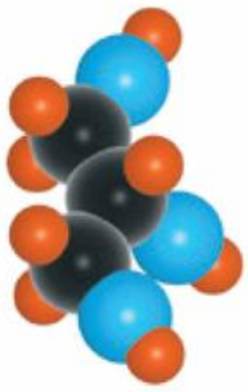
Glicerol $C_3H_5(OH)_3$ to nazwa zwyczajowa **alkoholu trihydroksylowego**. Jest on pochodną propanu, w którym trzy atomy wodoru zostały zastąpione grupami hydroksylowymi –OH.



wzór strukturalny



wzór półstrukturalny



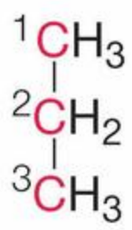
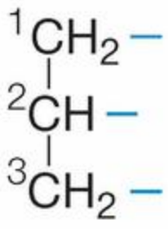
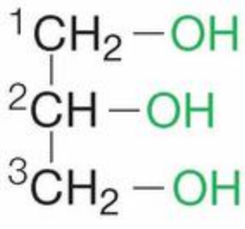
model cząsteczki

Modele atomów:



Jak się tworzy nazwę systematyczną glicerolu?

Nazwę systematyczną glicerolu tworzy się od nazwy alkanu – propanu. W nazwie należy uwzględnić numery atomów węgla w cząsteczce, do których przyłączone są grupy hydroksylowe, oraz liczbę tych grup:

związek chemiczny pochodzi od propanu	do cząsteczki propanu mogą przyłączyć się trzy grupy funkcyjne	jest to alkohol, gdyż zawiera grupy hydroksylowe
		
propano-1,2,3-	tri	-ol

Nazwa systematyczna glicerolu to **propano-1,2,3-triol**.

Jakie właściwości ma glicerol?

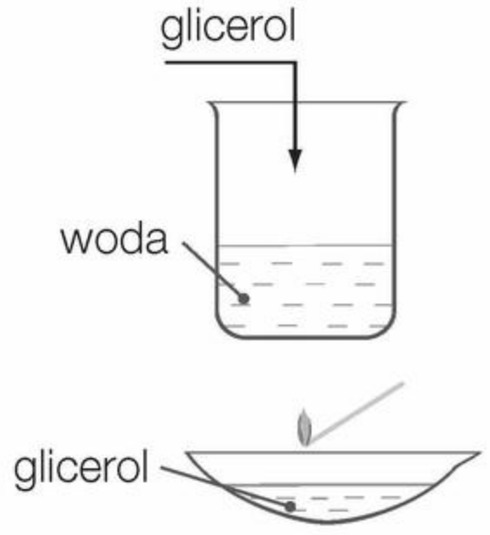
Właściwości glicerolu zostaną zbadane w doświadczeniu 27.

Doświadczenie 27

Badanie właściwości glicerolu

Instrukcja: Do probówki nalej niewielką ilość glicerolu. Określ jego stan skupienia, barwę i zapach. Do zlewki z wodą powoli przelej glicerol i wymieszaj bagietką. Nalej niewielką ilość glicerolu do parownicy i zbliż do niego zapalone łuczywo (schemat).

Schemat



Obserwacje: Glicerol jest bezbarwną, bezwonną, gęstą cieczą. Po ostrożnym wlaniu do zlewki z wodą opada na dno naczynia. Po wymieszaniu wody i glicerolu powstaje bezbarwny roztwór. Glicerol spala się żółtym, kopcącym płomieniem (fot. 99.).



Fot. 99. Spalanie glicerolu.

Wniosek: Gęstość glicerolu jest większa od gęstości wody. Glicerol bardzo łatwo miesza się z wodą. Jest palny.

Reakcję spalania glicerolu, która zaszła w doświadczeniu 27. przedstawia równanie:

$$\underset{\text{glicerol}}{2C_3H_5(OH)_3} + \underset{\text{tlen}}{O_2} \longrightarrow \underset{\text{węgiel}}{6C} + \underset{\text{woda}}{8H_2O}$$

spalanie niecałkowite

Glicerol jest nietoksyczny, higroskopijny i ma słodki smak.

Właściwości $C_3H_5(OH)_3$

Właściwości fizyczne

- ciecz
- bezbarwny
- bardzo dobrze rozpuszcza się w wodzie
- higroskopijny
- ma gęstość większą od gęstości wody

Właściwości chemiczne

- bezwonny
- słodki smak
- odczyn obojętny
- ulega reakcjom spalania

Glicerol

Glicerol jest nietoksyczny, dlatego stosuje się go w przemyśle spożywczym do konserwacji żywności. Jego właściwości wykorzystuje się też do produkcji barwników i materiałów wybuchowych. Glicerol jest składnikiem płynów hamulcowych i chłodniczych. W przemyśle kosmetycznym jest stosowany w kremach i balsamach nawilżających, ponieważ wiąże wodę.



Garbarstwo

Właściwości glicerolu są wykorzystywane w garbarstwie do zmiękczania skóry.

- przemysł farmaceutyczny
- przemysł chemiczny, skórzany
- przemysł spożywczy



Przemysł farmaceutyczny

Wiele leków, np. syropy przeciwkaszlowe, zawiera glicerol.

Nitrogliceryna, związek glicerolu, to lek podawany w chorobach serca.





Poligrafia

Glicerol jest substratem do produkcji farb drukarskich.

Przemysł spożywczy

Ze względu na słodki smak glicerol dodaje się do suszonych owoców i wyrobów cukierniczych.



To Ci się przyda!

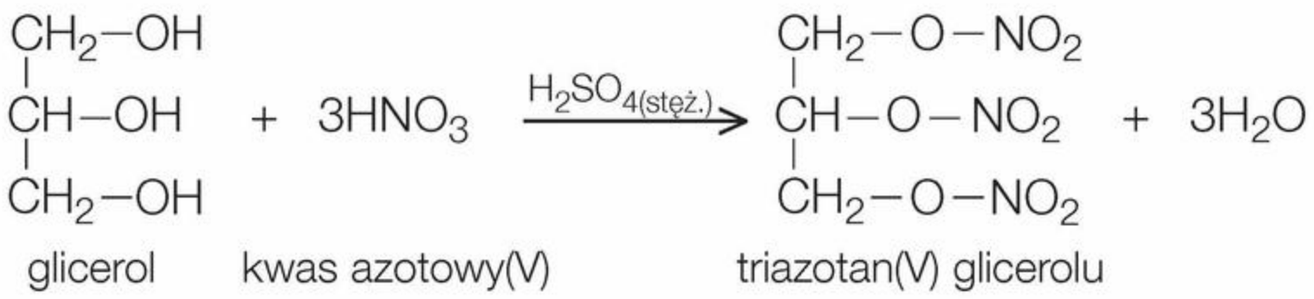
Glicerol jest sekretnym składnikiem płynu do baniek mydlanych, dzięki któremu możesz uzyskać bańki gigantycznych rozmiarów.

Żeby przyrządzić taki płyn, zmieszaj glicerol, płyn do mycia naczyń i wodę destylowaną w proporcji 1 : 10 : 100. ▶



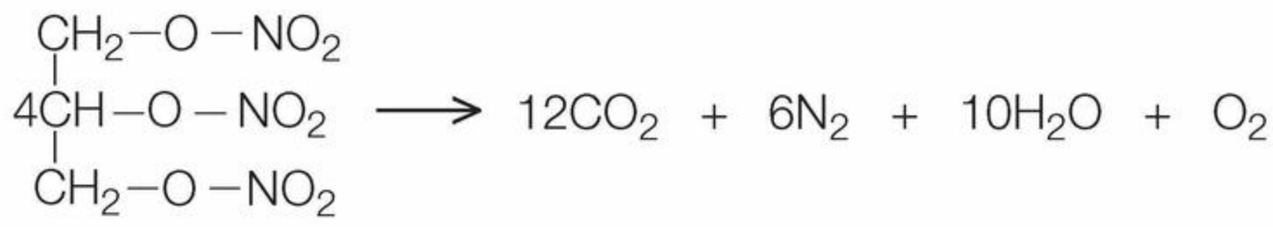
Dla dociekliwych

W 1847 roku włoski chemik **Ascanio Sobrero** [czytaj: askanio sobrero] przeprowadził reakcję glicerolu z mieszaniną stężonych roztworów kwasów HNO_3 i H_2SO_4. Produktem reakcji chemicznej, zachodzącej w temperaturze 0 °C, był jeden z najsilniejszych środków wybuchowych – **triazotan(V) glicerolu**, nazywany potocznie **nitrogliceryną**:



glicerol + kwas azotowy(V) → triazotan(V) glicerolu

W wyniku eksplozji nitrogliceryny powstaje mieszanina gazów:



triazotan(V) glicerolu → tlenek węgla(IV) + azot + woda + tlen

W 1866 roku **Alfred B. Nobel**, szwedzki chemik, zauważył, że po dodaniu porowatej skały do nitrogliceryny staje się ona odporna na wstrząsy. Otrzymana substancja, nazwana **dynamitem** (fot. 100.), wybuchała dopiero pod wpływem detonatorów. Odkrywca zdobytą na produkcji dynamitu fortunę przeznaczył na fundusz wspierający naukę, sztukę i działania na rzecz pokoju. Od 1901 roku przyznaje się co roku nagrody za osiągnięcia w różnych dziedzinach nauki i w literaturze oraz Pokojową Nagrodę Nobla. Nagrodę Nobla stanowią medal (fot. 101.), dyplom i określona kwota pieniędzy.



Fot. 100. Dynamit stosowano podczas budowy dróg i kolei, w górnictwie, kamieniołomach oraz podczas działań wojennych.



Fot. 101. Medal Nagrody Nobla.

Rozwiąż zadania w zeszycie

1. **Wybierz informacje, które dotyczą glicerolu.**
   jest cieczą; ma gęstość większą od gęstości wody; nie rozpuszcza się w wodzie; ma właściwości higroskopijne; jest toksyczny; powstaje w procesie fermentacji alkoholowej; ma charakterystyczny zapach; jest palny; wykazuje odczyn zasadowy; jest wykorzystywany w przemyśle spożywczym; jest stosowany jako rozpuszczalnik
2. **Napisz równanie reakcji spalania całkowitego glicerolu.**
3. **Oblicz stosunek masowy pierwiastków chemicznych w glicerolu.**
4. **Oblicz skład procentowy (procent masowy) pierwiastków chemicznych w glicerolu.**

Dla dociekliwych

5. **Podaj wzór strukturalny i nazwę systematyczną glikolu etylenowego $C_2H_4(OH)_2$. Wiadomo, że jest to alkohol polihydroksylowy.**

Zapamiętaj!

Glicerol (propano-1,2,3-triol) $C_3H_5(OH)_3$ – alkohol trihydroksylowy.

Alkohole monohydroksylowe – alkohole zawierające w cząsteczce jedną grupę hydroksylową —OH.

Alkohole polihydroksylowe – alkohole zawierające w cząsteczce co najmniej dwie grupy hydroksylowe —OH, z których każda połączona jest z innym atomem węgla.

27

Porównanie właściwości alkoholi



Fot. 102. Perfumy, których wszystkie składniki wytworzono w laboratorium, powstały w XX wieku.

Alkohole, których cząsteczki zawierają od 2 do 5 atomów węgla, są świetnymi rozpuszczalnikami substancji zapachowych. Ze względu na tę właściwość oraz dużą lotność alkohole powszechnie wykorzystuje się do produkcji perfum i wód toaletowych (fot. 102.).

Jak zmieniają się właściwości alkoholi?

Właściwości alkoholi monohydroksylowych w szeregu homologicznym zmieniają się w zależności od liczby atomów węgla i wodoru w cząsteczce. Im więcej jest atomów węgla w cząsteczce alkoholu, tym dłuższy jest łańcuch węglowy, a reaktywność alkoholu jest mniejsza (tabela 13.).

Tabela 13. Zależność między stanem skupienia alkoholi a liczbą atomów węgla w cząsteczce

Liczba atomów węgla w cząsteczce, *n*	$1 \leq n \leq 3$	$4 \leq n \leq 11$	$n \geq 12$
Podział alkoholi	niższe alkohole	wyższe alkohole	
Stan skupienia w temp. 20 °C	ciecze lotne	ciecze oleiste	substancje stałe
Właściwości	**Bardzo dobrze rozpuszczają się** w wodzie. Mają charakterystyczny zapach.	**Trudno rozpuszczają się** w wodzie. Mają charakterystyczny zapach.	**Nie rozpuszczają się** w wodzie. Są bezwonne.



Wszystkie alkohole są łatwopalne.

Jakie produkty powstają w reakcji spalania alkoholi?

Produkty spalania alkoholi, podobnie jak w przypadku węglowodorów, **zależą od ilości dostępnego tlenu**, np.:

spalanie całkowite

$$\underset{\text{butan-1-ol}}{CH_3(CH_2)_3OH} + 6O_2 \longrightarrow \underset{\text{tlenek węgla(IV)}}{4CO_2} + \underset{\text{woda}}{5H_2O}$$

spalanie niecałkowite

$$\underset{\text{butan-1-ol}}{CH_3(CH_2)_3OH} + 4O_2 \longrightarrow \underset{\text{tlenek węgla(II)}}{4CO} + \underset{\text{woda}}{5H_2O}$$

spalanie niecałkowite

$$\underset{\text{butan-1-ol}}{CH_3(CH_2)_3OH} + 2O_2 \longrightarrow \underset{\text{węgiel}}{4C} + \underset{\text{woda}}{5H_2O}$$

Chemia wokół nas

Alkohole wyższe występują zarówno w roślinach, jak i w organizmach zwierząt. Stosuje się je w przemyśle: chemicznym, farmaceutycznym, kosmetycznym i tworzyw sztucznych.



◀ **mentol** wykorzystuje się m.in. w kremach oraz produktach do higieny jamy ustnej, jest głównym składnikiem olejku miętowego pozyskiwanego z różnych gatunków mięty



◀ **retinol (witamina A)** stosuje się do leczenia niedoborów witaminy A, i zapobiegania im oraz w leczeniu chorób skóry, występuje m.in. w mleku, żółtkach jaj, wątrobie oraz dyni



◀ **geraniol** wykorzystuje się w środkach przeciw komarom, jest głównym składnikiem olejku różanego, wydzielają go pszczoły, aby zasygnalizować bliskość źródła pokarmu

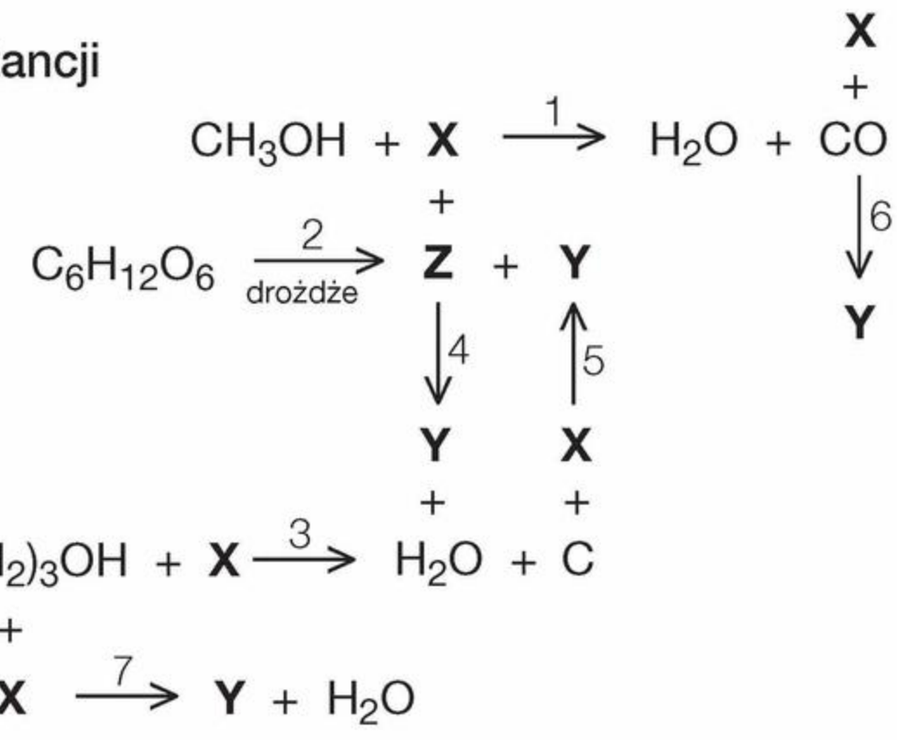


◀ **cytronelol** wykorzystywany jest np. w mydłach, w środkach czystości i odświeżaczach powietrza, występuje powszechnie w olejkach eterycznych z melisy oraz liści cytryny

Rozwiąż zadania w zeszycie

1. **Napisz równania reakcji spalania całkowitego oraz niecałkowitego:**
   a) pentan-1-olu; **b)** alkoholu o 8 atomach wodoru w cząsteczce;
   c) alkoholu o 4 atomach węgla w cząsteczce.

2. **Napisz wzory i nazwy substancji oznaczonych literami** (X–Z) **oraz równania reakcji chemicznych** (1–7) **przedstawionych za pomocą chemografu.**



3. **Oblicz, który z alkoholi: metanol, etanol czy propan-1-ol, ma największą zawartość procentową (procent masowy) węgla.**

4. **Oblicz, ile gramów propan-1-olu uległo spaleniu, jeżeli wiadomo, że powstało 66 g tlenku węgla(IV).**

28

Szereg homologiczny kwasów karboksylowych



Fot. 103. Kwas cytrynowy występuje m.in. w owocach cytrusowych.

Kwasy karboksylowe, podobnie jak alkohole, to pochodne węglowodorów. Wiele kwasów karboksylowych występuje naturalnie w środowisku przyrodniczym i masz z nimi do czynienia codziennie, np. kwas szczawiowy czy kwas cytrynowy (fot. 103.).

Wyróżnia się dwa rodzaje kwasów:

- kwasy nieorganiczne, np. chlorowodorowy, siarkowy(VI),
- **kwasy organiczne**, np. kwasy karboksylowe.

Co to są kwasy karboksylowe?

Kwasy karboksylowe to pochodne węglowodorów, które zawierają w cząsteczkach grupę karboksylową.

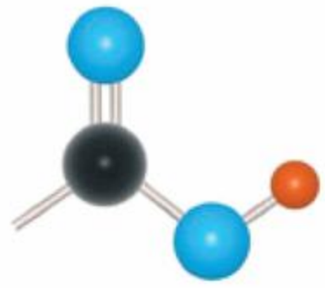
Co to jest grupa karboksylowa?

Grupa karboksylowa to **grupa funkcyjna kwasów karboksylowych** zbudowana z jednego atomu węgla, dwóch atomów tlenu i jednego atomu wodoru:





wzór grupy karboksylowej



model grupy karboksylowej

Chemia wokół nas

Żołądek mrówkojada wielkiego (fot. 104.) nie wytwarza kwasu chlorowodorowego, który pełni ważną funkcję w procesie trawienia. Zadanie tego kwasu w organizmie mrówkojada przejmuje kwas mrówkowy pozyskiwany z mrówek, którymi żywi się ten ssak.



Fot. 104. Mrówkojad może zjeść w ciągu doby nawet 30 000 mrówek.

Jak się tworzy nazwy kwasów karboksylowych?

Nazwy zwyczajowe wielu kwasów karboksylowych pochodzą od miejsca ich występowania (fot. 105.) lub zastosowań.

Nazwy systematyczne tworzy się od nazwy węglowodoru, który ma w cząsteczce tyle samo atomów węgla, ile cząsteczka kwasu, dodając słowo *kwas* i końcówkę **-owy**, np.:

nazwa węglowodoru	nazwa systematyczna kwasu karboksylowego
propan	*kwas* **propanowy**
butan	*kwas* **butanowy**



Fot. 105. Kwas mrówkowy występuje m.in. w jadzie mrówek.

Jak są uporządkowane kwasy karboksylowe w szeregu homologicznym?

Kwasy karboksylowe, podobnie jak alkohole, tworzą szereg homologiczny. Każdy kwas karboksylowy w szeregu homologicznym ma **o jeden atom węgla i dwa atomy wodoru więcej** w cząsteczce od poprzedniego (tabela 14., s. 160).

Jak zapisać wzór ogólny kwasów karboksylowych?

Na podstawie analizy wzorów kwasów karboksylowych w szeregu homologicznym można podać ich **wzór ogólny**:

symbol grupy alkilowej (alkilu) — R

$R-C(=O)-OH$ lub $C_nH_{2n+1}-COOH$

grupa karboksylowa, czyli grupa funkcyjna kwasów karboksylowych

reszta kwasowa

liczba atomów węgla w alkilu; $n \geq 1$; liczba naturalna

grupa funkcyjna
—COOH
grupa karboksylowa

Wzór ogólny kwasów karboksylowych **nie dotyczy kwasu mrówkowego**, gdyż w jego cząsteczce zamiast grupy alkilowej występuje atom wodoru.

Czy kwasy karboksylowe mogą mieć więcej niż jedną grupę karboksylową?

Podobnie jak w przypadku alkoholi polihydroksylowych (s. 152), istnieją również kwasy karboksylowe zawierające w cząsteczce więcej niż jedną grupę karboksylową. Przykładem takich związków są **kwasy dikarboksylowe**. Mają one w cząsteczce **dwie grupy karboksylowe**.

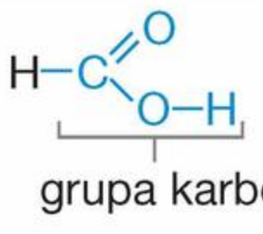
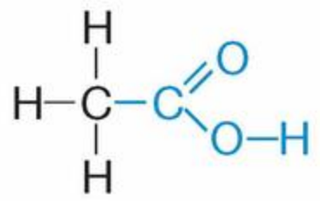
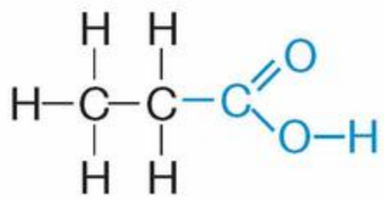
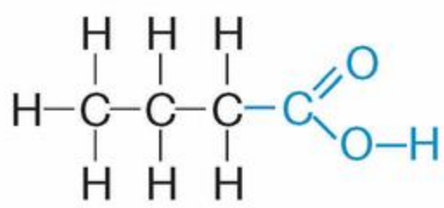
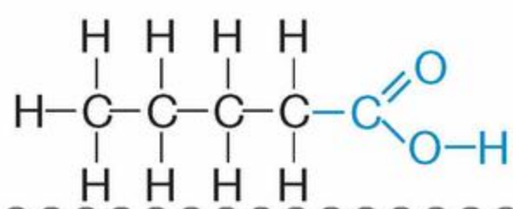
Najprostszym kwasem dikarboksylowym jest kwas szczawiowy, występujący w szczawiu (fot. 106.) i rabarbarze.

Istnieją też **kwasy trikarboksylowe**, czyli zawierające trzy grupy karboksylowe – przykładem jest kwas cytrynowy.



Fot. 106. Liście szczawiu zawierają duże ilości kwasu szczawiowego.

Tabela 14. Szereg homologiczny kwasów karboksylowych (do 5 atomów węgla w cząsteczce)

Liczba atomów węgla w cząsteczce	Nazwa systematyczna kwasu karboksylowego*	Nazwa zwyczajowa kwasu karboksylowego*	strukturalny	
1	kwas metanowy	**kwas mrówkowy**	 grupa karboksylowa	
2	kwas etanowy	**kwas octowy**		
3	**kwas propanowy**	kwas propionowy		
4	**kwas butanowy**	kwas masłowy		
5	**kwas pentanowy**	kwas walerianowy		

* W tabeli 14. wyróżnione nazwy są zalecane przez IUPAC.

Dla dociekliwych

Kwasy dikarboksylowe również tworzą szereg homologiczny. Pierwszym związkiem w tym szeregu jest kwas etanodiowy (kwas szczawiowy), a kolejnymi kwas propanodiowy (malonowy) i kwas butanodiowy (bursztynowy) (tabela 15.). Istnieją też kwasy karboksylowe zawierające w cząsteczkach wiązania podwójne lub potrójne między atomami węgla, np. kwas propenowy, $CH_2{=}CH{-}COOH$, nazywany kwasem akrylowym.

Tabela 15. Szereg homologiczny kwasów dikarboksylowych (do 4 atomów węgla w cząsteczce)

Nazwa		Wzór półstrukturalny	Przykłady występowania
systematyczna	zwyczajowa		
kwas etanodiowy	kwas szczawiowy	COOH | COOH	 rabarbar
kwas propanodiowy	kwas malonowy	COOH | CH_2 | COOH	 burak cukrowy
kwas butanodiowy	kwas bursztynowy	COOH | CH_2 | CH_2 | COOH	 bursztyn

	Wzór		
	półstrukturalny	**grupowy**	**sumaryczny**
	$H-COOH$	$HCOOH$	CH_2O_2
	CH_3-COOH	CH_3COOH	$C_2H_4O_2$
	CH_3-CH_2-COOH	CH_3CH_2COOH	$C_3H_6O_2$
	$CH_3-CH_2-CH_2-COOH$	$CH_3(CH_2)_2COOH$	$C_4H_8O_2$
	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-COOH$	$CH_3(CH_2)_3COOH$	$C_5H_{10}O_2$

Rozwiąż zadania w zeszycie

1. **Wybierz wzory kwasów karboksylowych.**
   C_3H_8, $CH_3(CH_2)_4OH$, $CH_3(CH_2)_4COOH$, H_2CO_3, $CH_2(COOH)_2$, $C_3H_5(OH)_3$, $CaCO_3$

2. **Napisz wzór sumaryczny kwasu karboksylowego o:**
   a) 5 atomach węgla w grupie alkilowej; **b)** 6 atomach wodoru w cząsteczce; **c)** 2 atomach węgla w cząsteczce; **d)** 5 atomów wodoru w grupie alkilowej.

3. **Napisz wzory strukturalny, półstrukturalny i grupowy kwasu o wzorze sumarycznym $C_4H_8O_2$.**

4. Masa cząsteczkowa pewnego kwasu karboksylowego wynosi tyle samo, co masa cząsteczkowa etanolu. **Napisz wzór sumaryczny i nazwę tego kwasu.**

5. **Oblicz zawartość procentową (procent masowy) pierwiastków chemicznych w kwasie karboksylowym o 3 atomach węgla w cząsteczce.**

6. **Oblicz stosunek masowy węgla do wodoru i do tlenu w kwasie butanowym.**

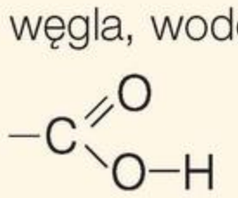
Dla dociekliwych

7. **Podaj wzór sumaryczny kwasu monokarboksylowego (pochodzącego od alkanu) o 8 atomach węgla w cząsteczce.**

Zapamiętaj!

Kwasy karboksylowe – kwasy organiczne, pochodne węglowodorów, które zawierają w cząsteczkach grupę karboksylową –COOH.

Grupa karboksylowa – grupa funkcyjna kwasów karboksylowych zbudowana z atomów węgla, wodoru i tlenu



29

Kwas mrówkowy

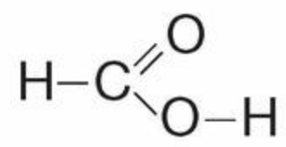


Fot. 107. Oparzenie pokrzywą wywołuje pieczenie i swędzenie skóry.

Każdy, kto chociaż raz poparzył się pokrzywą (fot. 107.), zna parzące właściwości kwasu mrówkowego. Nazwa systematyczna tego kwasu, występującego m.in. w liściach pokrzywy, to kwas metanowy.

Czym jest kwas mrówkowy?

Kwas mrówkowy to **pierwszy związek chemiczny szeregu homologicznego kwasów karboksylowych**:

CH_2O_2	HCOOH	H—COOH	
wzór sumaryczny	wzór grupowy	wzór półstrukturalny	wzór strukturalny

! W cząsteczce kwasu mrówkowego **nie występuje** grupa alkilowa.

Model cząsteczki



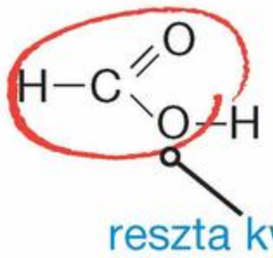
Modele atomów:
H C O

Jakie właściwości ma kwas mrówkowy?

Kwas mrówkowy (kwas metanowy) w temperaturze pokojowej jest bezbarwną cieczą o ostrym, duszącym zapachu. Dobrze miesza się z wodą.

! Kwas mrówkowy to substancja parząca. Rany powstałe na skutek poparzenia tym kwasem trudno się goją.

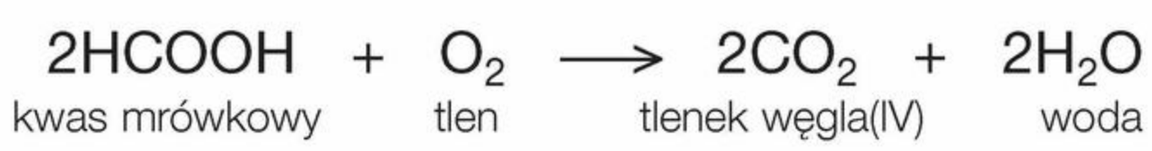
Kwas mrówkowy **ulega reakcji dysocjacji elektrolitycznej**. Równanie dysocjacji elektrolitycznej tego kwasu można zapisać następująco:





Kwas mrówkowy jest palny. Reakcję spalania całkowitego tego kwasu przedstawia równanie:

spalanie całkowite



Właściwości HCOOH

Właściwości fizyczne
- ciecz
- bezbarwny
- bardzo dobrze rozpuszcza się w wodzie

Właściwości chemiczne
- ma ostry, duszący zapach
- trujący
- powoduje oparzenia
- ulega reakcjom spalania
- ulega reakcji dysocjacji elektrolitycznej





Kwas mrówkowy jest silnie trujący.

Zastosowania

Kwas mrówkowy

Kwas mrówkowy stosuje się do garbowania skór i produkcji barwników. Jest też używany jako składnik leków przeciwreumatycznych oraz substancja bakteriobójcza.

- przemysł chemiczny, skórzany
- przemysł kosmetyczny
- przemysł spożywczy





Przemysł kosmetyczny

Kwas mrówkowy stosuje się do produkcji preparatów przeciwłupieżowych.

Pszczelarstwo

Kwas mrówkowy jest pomocny w zwalczaniu pasożytów pszczół.

Garbarstwo

Kwasu mrówkowego używa się jako środka zmiękczającego podczas wyprawiania skór.



Konserwacja żywności

Właściwości bakteriobójcze tego kwasu wykorzystuje się do przedłużania trwałości karmy oraz do dezynfekcji beczek, w których przechowuje się wino i piwo.

To Ci się przyda!

Po ugryzieniu mrówki boleśnie odczuwamy drażniące właściwości kwasu mrówkowego zawartego w jej jadzie.

Piekący ból złagodzisz okładem z wacika nasączonego roztworem sody oczyszczonej. Do przygotowania takiego roztworu użyj łyżeczki sody oczyszczonej i pół szklanki wody. ▶



Rozwiąż zadania w zeszycie

1. **Wybierz właściwości kwasu mrówkowego.**
   substancja stała; łatwopalny; bezwonny; jest trujący dla organizmu; nie rozpuszcza się w wodzie; ma właściwości bakteriobójcze
2. **Oblicz zawartość procentową (procent masowy) węgla w kwasie mrówkowym.**
3. **Oblicz stosunek masy węgla do masy tlenu i masy wodoru w kwasie mrówkowym.**
4. **Oblicz, ile gramów tlenu potrzeba do spalenia całkowitego 6,9 g kwasu mrówkowego.**

Zapamiętaj!

Kwas mrówkowy (kwas metanowy) HCOOH – pierwszy związek chemiczny w szeregu homologicznym kwasów karboksylowych.

30 Kwas octowy

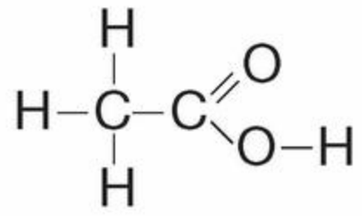


Fot. 108. Ocet chroni warzywa przed zepsuciem.

Ocet, powszechnie stosowany do konserwowania produktów spożywczych (fot. 108.), to 6-procentowy lub 10-procentowy roztwór kwasu octowego.

Co to jest kwas octowy?

Kwas octowy, o nazwie systematycznej **kwas etanowy**, to drugi związek chemiczny w szeregu homologicznym kwasów karboksylowych:

$C_2H_4O_2$	CH_3COOH	$CH_3{-}COOH$	
wzór sumaryczny	wzór grupowy	wzór półstrukturalny	wzór strukturalny

Model cząsteczki



Modele atomów:



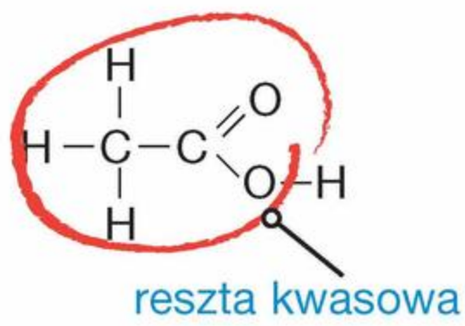
Jak otrzymać kwas octowy?

Kwas octowy można otrzymać w procesie **fermentacji octowej**.

Na czym polega proces fermentacji octowej?

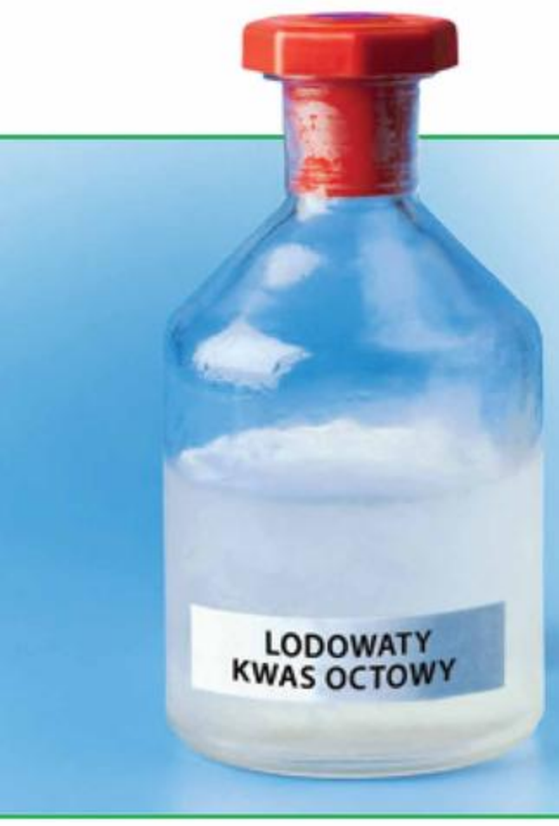
Fermentacja octowa to złożony proces polegający na utlenianiu etanolu do kwasu octowego (kwasu etanowego) pod wpływem enzymów wytwarzanych przez bakterie octowe. Proces fermentacji octowej w sposób uproszczony przedstawia równanie reakcji:

$$\underset{\text{etanol}}{CH_3CH_2OH} + \underset{\text{tlen}}{O_2} \xrightarrow{\text{bakterie}} \underset{\substack{\text{kwas octowy}\\(\text{kwas etanowy})}}{CH_3COOH} + \underset{\text{woda}}{H_2O}$$



Jak można zbadać właściwości kwasu octowego?

Właściwości kwasu octowego zostaną zbadane w doświadczeniu 28., s. 165.



Dla dociekliwych

Czysty kwas octowy jest nazywany **lodowatym kwasem octowym** (fot. 109.), ponieważ w temperaturze poniżej 16,6 °C krzepnie. Tworzy wówczas kryształki podobne do kryształków lodu.

Fot. 109. Lodowaty kwas octowy jest higroskopijny, żrący i odporny na działanie środków utleniających.

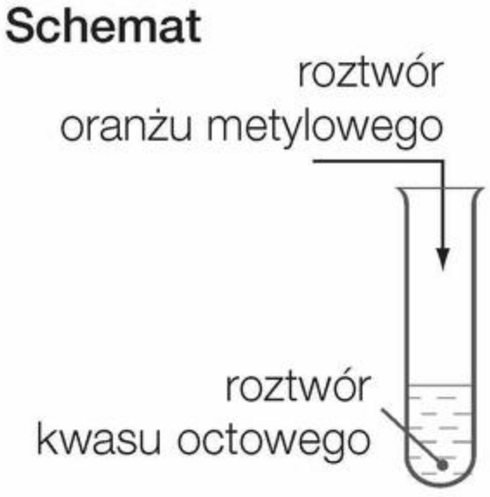
Doświadczenie 28

Badanie właściwości kwasu octowego



CH_3COOH

Schemat



Instrukcja: Do dwóch probówek nalej niewielką ilość roztworu kwasu octowego. Określ stan skupienia, barwę i zapach roztworu w pierwszej probówce. Do drugiej probówki dodaj kroplę roztworu oranżu metylowego (schemat).

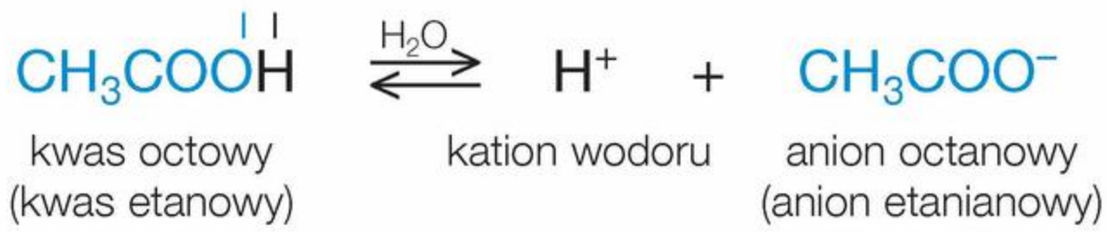
Obserwacje: Kwas octowy w temperaturze pokojowej jest bezbarwną cieczą o intensywnym zapachu. Oranż metylowy w roztworze kwasu octowego zmienił barwę z żółtej na czerwoną (fot. 110.).



Fot. 110. Czerwona barwa oranżu metylowego świadczy o odczynie kwasowym roztworu kwasu octowego.

Wniosek: W wodnym roztworze kwasu octowego zachodzi proces dysocjacji elektrolitycznej.

Kwas octowy dysocjuje na kationy wodoru i aniony octanowe. Reakcję **dysocjacji elektrolitycznej** kwasu octowego przedstawia równanie:



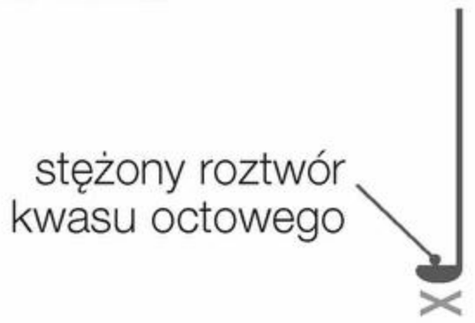
Doświadczenie 29

Badanie palności kwasu octowego



CH_3COOH

Schemat



Instrukcja: Kilka kropel stężonego roztworu kwasu octowego nalej na łyżeczkę do spalań i umieść ją na chwilę w płomieniu palnika (schemat). Zgaś palnik.

Obserwacje: Kwas octowy spala się niebieskim płomieniem (fot. 111.).



Fot. 111. Spalanie kwasu octowego.

Wniosek: Kwas octowy ulega reakcji spalania.

Reakcję spalania kwasu octowego przedstawia równanie:

spalanie całkowite

$$\underset{\text{kwas octowy}}{CH_3COOH} + \underset{\text{tlen}}{2O_2} \longrightarrow \underset{\text{tlenek węgla(IV)}}{2CO_2} + \underset{\text{woda}}{2H_2O}$$

Jakim reakcjom chemicznym ulega kwas octowy?

Przebieg reakcji kwasu octowego z metalem aktywnym zbadano w doświadczeniu 30.

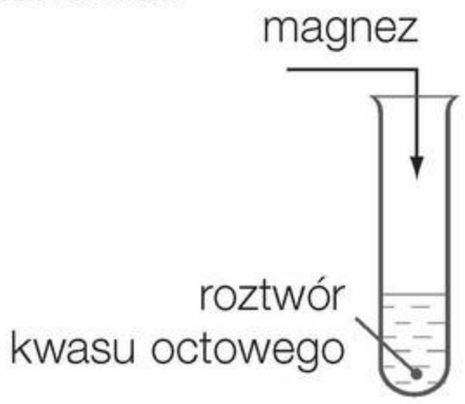
Doświadczenie 30

Reakcja kwasu octowego z magnezem



Schemat

Instrukcja: Do probówki z roztworem kwasu octowego wrzuć wiórki magnezu (schemat). Ostrożnie dotknij dna probówki. Do wylotu probówki zbliż zapalone łuczywo.



Obserwacje: Reakcja chemiczna zachodzi gwałtownie (fot. 112.). Probówka staje się gorąca. Otrzymany gaz zapala się z charakterystycznym dźwiękiem.



Fot. 112. Reakcja kwasu octowego z magnezem.

Wniosek: Reakcja kwasu octowego z magnezem jest **reakcją egzotermiczną**. Wydzielającym się gazem jest wodór.

Reakcję chemiczną, która zachodzi w doświadczeniu 30., przedstawia równanie:

$$\underset{\substack{\text{kwas octowy}\\\text{(kwas etanowy)}}}{2CH_3COOH} + \underset{\text{magnez}}{Mg} \longrightarrow \underset{\substack{\text{octan magnezu}\\\text{(etanian magnezu)}}}{(CH_3COO)_2Mg} + \underset{\text{wodór}}{H_2\uparrow}$$

Reakcja kwasu octowego z magnezem przebiega tak jak reakcja kwasów nieorganicznych z magnezem (patrz doświadczenie 12., s. 75), co oznacza, że magnez (metal aktywny) wypiera wodór z kwasu octowego (patrz szereg aktywności metali, s. 76–77). Produktem reakcji chemicznej jest **sól**, octan magnezu, o nazwie systematycznej etanian magnezu.

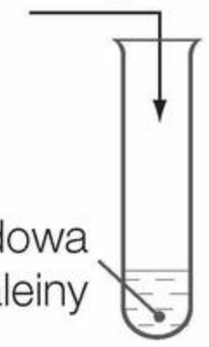
Przebieg reakcji kwasu octowego z zasadą zbadano w doświadczeniu 31.

Doświadczenie 31

Reakcja kwasu octowego z zasadą sodową

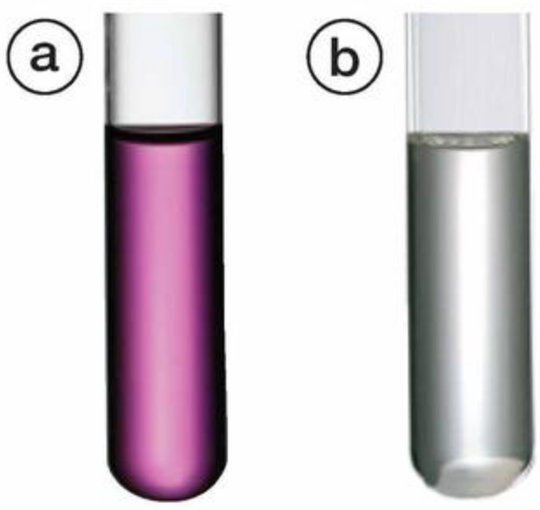


Schemat



Instrukcja: Do probówki z 2 cm^3 zasady sodowej dodaj kroplę roztworu fenoloftaleiny i wkraplaj roztwór kwasu octowego (schemat).

Obserwacje: Zawartość probówki (a) (fot. 113.) po dodaniu roztworu fenoloftaleiny zabarwiła się na malinowo (różowoczerwono), a po dodaniu roztworu kwasu octowego – roztwór odbarwił się (probówka (b)).



Fot. 113. Fenoloftaleina barwi się w zasadzie sodowej na malinowo (różowoczerwono) (a); pod wpływem CH_3COOH następuje odbarwienie roztworu (b).

Wniosek: Zaszła **reakcja zobojętniania**.

Przebieg reakcji chemicznej w doświadczeniu 31. jest podobny do reakcji kwasów nieorganicznych z zasadami (patrz doświadczenie 11., s. 71):

$$\underset{\text{zasada sodowa}}{NaOH} + \underset{\substack{\text{kwas octowy}\\ \text{(kwas etanowy)}}}{CH_3COOH} \longrightarrow \underset{\substack{\text{octan sodu}\\ \text{(etanian sodu)}}}{CH_3COONa} + \underset{\text{woda}}{H_2O}$$

Przebieg reakcji kwasu octowego z tlenkiem metalu zbadano w doświadczeniu 32.

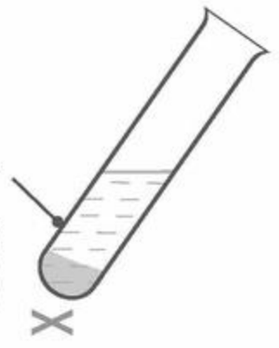
Doświadczenie 32

Reakcja kwasu octowego z tlenkiem miedzi(II)



Schemat

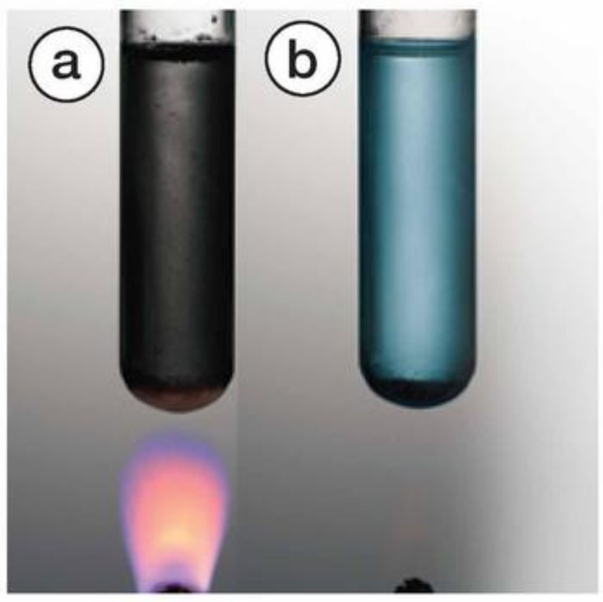
Instrukcja: Do probówki z roztworem kwasu octowego dodaj niewielką ilość tlenku miedzi(II).
Probówkę ogrzewaj (schemat).



Dalszy ciąg doświadczenia na s. 168.

Początek doświadczenia na s. 167.

Obserwacje: Po zakończeniu ogrzewania nie widać w probówce czarnego proszku, a roztwór zmienił barwę na niebieską (fot. 114.).



Fot. 114. Roztwór kwasu octowego z tlenkiem miedzi(II): przed ogrzewaniem (a); po ogrzewaniu (b).

Wniosek: Kwas octowy reaguje z tlenkiem miedzi(II).

W doświadczeniu 32. zaszła reakcja chemiczna, którą można przedstawić równaniem:

$$\underset{\text{tlenek miedzi(II)}}{CuO} + \underset{\substack{\text{kwas octowy}\\ \text{(kwas etanowy)}}}{2CH_3COOH} \longrightarrow \underset{\substack{\text{octan miedzi(II)}\\ \text{(etanian miedzi(II))}}}{(CH_3COO)_2Cu} + \underset{\text{woda}}{H_2O}$$

Na podstawie obserwacji z doświadczeń 30.–32., s. 166–168, można sformułować wniosek, że **kwas octowy tworzy sole**, reagując z:

- metalami aktywnymi,
- zasadami,
- tlenkami metali.

Jak się tworzy nazwy soli kwasów karboksylowych?

Nazwy soli kwasów karboksylowych tworzy się podobnie jak nazwy soli tlenowych kwasów nieorganicznych (patrz s. 63). Do nazwy **reszty kwasowej** dodaje się nazwę metalu i uwzględnia jego wartościowość, jeśli metal w związkach chemicznych przyjmuje różne wartościowości, np.:

nazwa kwasu karboksylowego	nazwa soli
kwas mrówkowy (kwas metanowy)	mrówczan... (metanian...)
kwas octowy (kwas etanowy)	octan... (etanian...)

I I
HCOONa
mrówczan sodu

I II
$(CH_3COO)_2Cu$
octan miedzi(II)

Jakie właściwości ma kwas octowy?

Właściwości CH_3COOH

Właściwości fizyczne

- ciecz
- bezbarwny
- bardzo dobrze rozpuszcza się w wodzie

Właściwości chemiczne

- ma charakterystyczny zapach
- wodny roztwór ma odczyn kwasowy
- ulega dysocjacji elektrolitycznej
- reaguje z metalami aktywnymi, tlenkami metali i zasadami, tworząc sole
- ulega reakcjom spalania

grupa alkilowa
CH_3-
grupa metylowa

Kwas octowy

Kwas octowy jest używany do produkcji tworzyw sztucznych, barwników, substancji zapachowych (estrów) i rozpuszczalników oraz w wielu syntezach organicznych, a także w przemyśle spożywczym do konserwowania potraw.

- przemysł tworzyw sztucznych
- przemysł farmaceutyczny



Tworzywa sztuczne

Kwas octowy stosuje się do otrzymywania tworzyw sztucznych, m.in. sztucznego jedwabiu.

Do wyświetlania w kinach obrazów trójwymiarowych używa się taśm filmowych produkowanych z użyciem kwasu octowego.



Przemysł farmaceutyczny

Aspirynę wytwarza się z wykorzystaniem kwasu octowego.



To Ci się przyda!

Ocet to wodny roztwór kwasu octowego. Pozwala usunąć osad wytrącający się z twardej wody, tzw. kamień kotłowy.

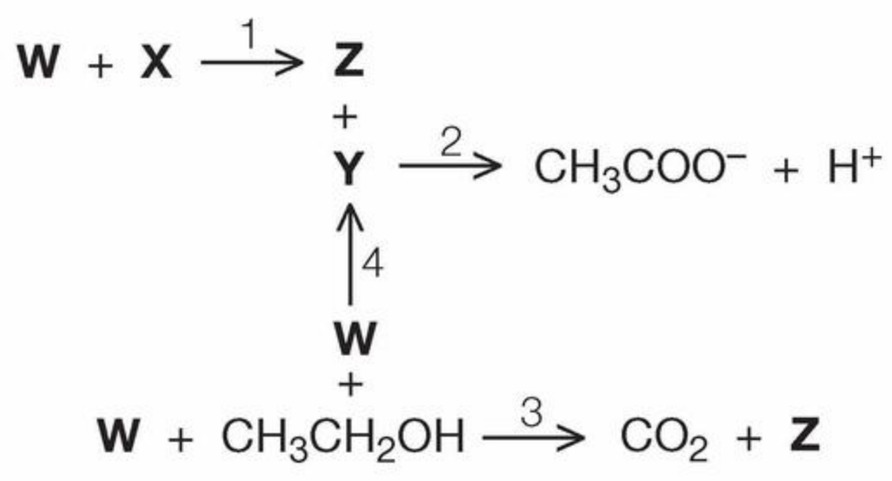
Połóż ścierkę nasączoną roztworem octu z wodą (1 : 1) na miejsce wymagające oczyszczenia. Po 15 minutach przetrzyj powierzchnię i opłucz ją wodą. ▶

Rozwiąż zadania w zeszycie

1. **Wybierz informacje, które dotyczą kwasu octowego.**
ciecz; ma ostry zapach; nie rozpuszcza się w wodzie; toksyczny; ulega reakcji spalania; ulega fermentacji octowej; ulega reakcji dysocjacji elektrolitycznej; jego cząsteczka jest zbudowana z etylu i grupy karboksylowej; jego cząsteczka zawiera tyle samo atomów tlenu co wodoru

2. **Napisz równania reakcji kwasu octowego z:**
a) glinem; **b)** tlenkiem sodu; **c)** wodorotlenkiem baru.
Podaj nazwy produktów reakcji chemicznych.

3. **Napisz wzory i nazwy substancji oznaczonych literami** (W–Z) **oraz równania reakcji chemicznych** (1–4) **przedstawionych za pomocą chemografu.**



4. 15 g magnezu poddano reakcji chemicznej z kwasem octowym. **Oblicz masę otrzymanej soli.**

Zapamiętaj!

Kwas octowy (kwas etanowy) – CH_3COOH – drugi związek chemiczny w szeregu homologicznym kwasów karboksylowych.

Fermentacja octowa – proces utleniania etanolu do kwasu octowego pod wpływem enzymów wytwarzanych przez bakterie octowe.

31 Wyższe kwasy karboksylowe



Fot. 115. Kwas stearynowy występuje w owocach kakaowca, wykorzystywanych do produkcji masła kakaowego.

Wyższe kwasy karboksylowe powszechnie występują w roślinach, które są surowcem do wytwarzania olejów i tłuszczów (fot. 115.).

Co to są wyższe kwasy karboksylowe?

Poznane dotąd kwasy karboksylowe, np. kwasy mrówkowy i octowy, należą do tzw. **niższych kwasów karboksylowych**. **Wyższe kwasy karboksylowe** to kwasy o długich łańcuchach węglowych. Nazywa się je też **kwasami tłuszczowymi**, gdyż można je wyodrębnić z tłuszczów. Są to m.in.:

- kwas palmitynowy $C_{15}H_{31}COOH$,
- kwas stearynowy $C_{17}H_{35}COOH$,
- kwas oleinowy $C_{17}H_{33}COOH$.

Jakie właściwości mają wyższe kwasy karboksylowe?

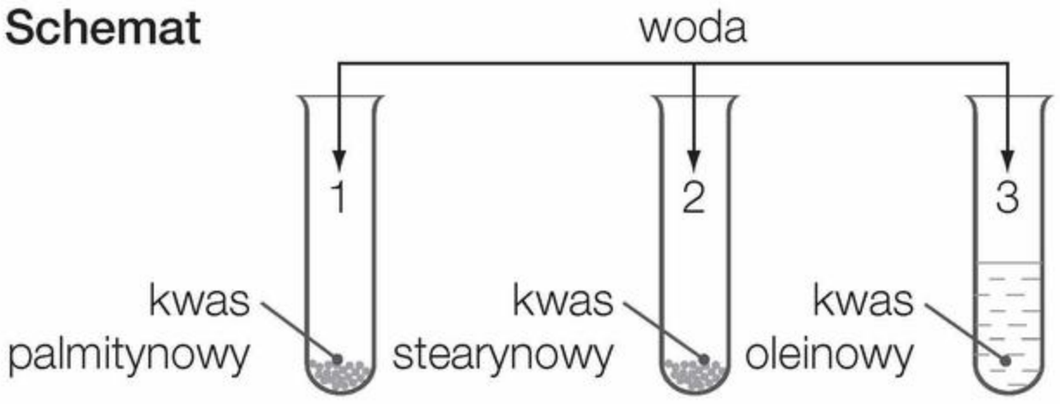
Właściwości kwasów palmitynowego, stearynowego i oleinowego można zbadać w doświadczeniu 33.

Doświadczenie 33

Badanie właściwości wyższych kwasów karboksylowych

Instrukcja: W trzech probówkach umieść kolejno kwasy: palmitynowy, stearynowy, oleinowy. Zbadaj ich stan skupienia, barwę, zapach, rozpuszczalność w wodzie (schemat). W każdej probówce umieść uniwersalny papierek wskaźnikowy. Łyżeczką do spalań nabierz kolejno małe ilości każdego z kwasów: palmitynowego, stearynowego i oleinowego. Umieść łyżeczkę w płomieniu palnika, następnie zgaś palnik.

Schemat



Obserwacje: Kwasy stearynowy i palmitynowy są białymi substancjami stałymi, natomiast kwas oleinowy jest bezbarwną, oleistą cieczą (fot. 116.).

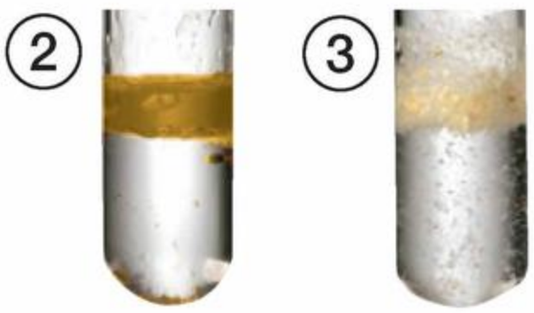


Fot. 116. Wyższe kwasy karboksylowe.

Dalszy ciąg doświadczenia na s. 171.

Początek doświadczenia na s. 170.

Badane kwasy nie rozpuszczają się w wodzie (fot. 117.), a uniwersalny papierek wskaźnikowy nie zmienia barwy. Kwasy stearynowy i palmitynowy topią się podczas ogrzewania. Wszystkie spalają się żółtym płomieniem.



Fot. 117. Badanie rozpuszczalności w wodzie: kwasu stearynowego (2); kwasu oleinowego (3).

Wniosek: Roztwory wodne wyższych kwasów karboksylowych mają odczyn obojętny. Kwasy te nie rozpuszczają się w wodzie, nie ulegają dysocjacji elektrolitycznej. Ulegają reakcjom spalania.

Równania reakcji spalania wyższych kwasów karboksylowych:

$$\underset{\textbf{kwas palmitynowy}}{C_{15}H_{31}COOH} + \underset{\text{tlen}}{23O_2} \longrightarrow \underset{\text{tlenek węgla(IV)}}{16CO_2} + \underset{\text{woda}}{16H_2O}$$ — spalanie całkowite

$$\underset{\textbf{kwas stearynowy}}{C_{17}H_{35}COOH} + \underset{\text{tlen}}{26O_2} \longrightarrow \underset{\text{tlenek węgla(IV)}}{18CO_2} + \underset{\text{woda}}{18H_2O}$$ — spalanie całkowite

$$\underset{\textbf{kwas oleinowy}}{2C_{17}H_{33}COOH} + \underset{\text{tlen}}{51O_2} \longrightarrow \underset{\text{tlenek węgla(IV)}}{36CO_2} + \underset{\text{woda}}{34H_2O}$$ — spalanie całkowite

Jakiem reakcjom ulegają wyższe kwasy karboksylowe?

Reaktywność wyższych kwasów karboksylowych można zbadać doświadczalnie.

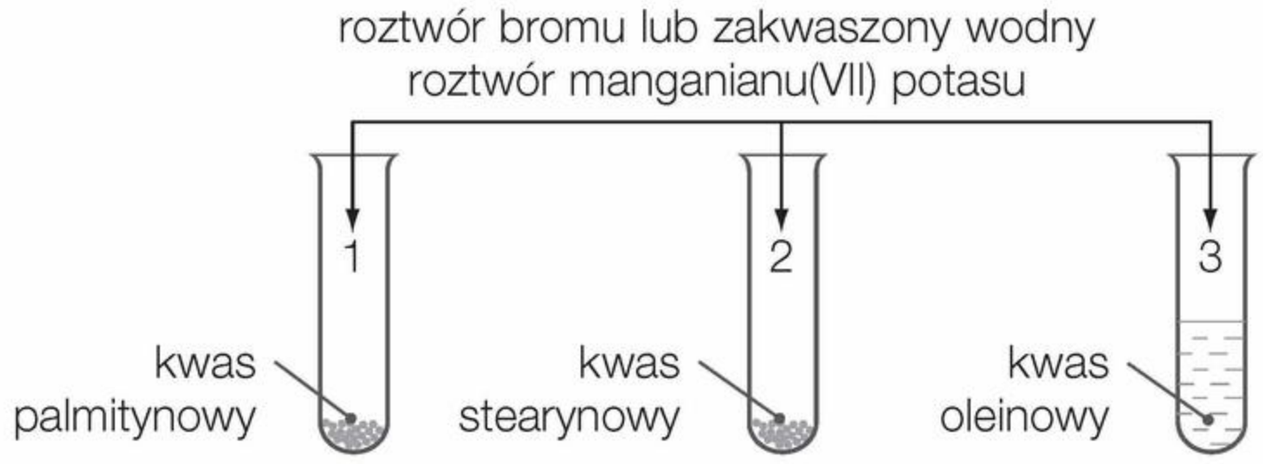
Doświadczenie 34

Reakcje wyższych kwasów karboksylowych z bromem lub manganianem(VII) potasu



Instrukcja: W trzech probówkach umieść kolejno kwasy: palmitynowy, stearynowy, oleinowy. Do probówek z badanymi kwasami dodaj brom (należy użyć roztworu bromu w rozpuszczalniku organicznym, np. CCl_4) lub zakwaszony wodny roztwór manganianu(VII) potasu (schemat). Wstrząsaj probówkami.

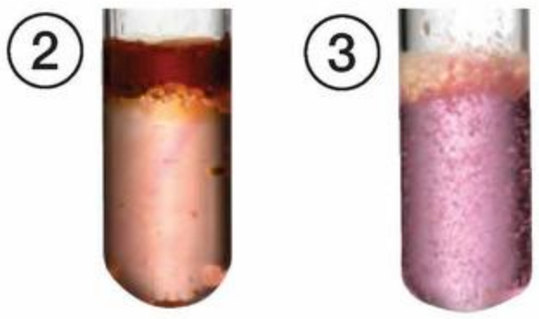
Schemat



Dalszy ciąg doświadczenia na s. 172.

Początek doświadczenia na s. 171.

Obserwacje: Roztwór bromu lub zakwaszony wodny roztwór manganianu(VII) potasu odbarwia się jedynie w probówce ③ (fot. 118.), jednocześnie zmieniając swój stan skupienia z ciekłego na stały.



Fot. 118. Reakcja zakwaszonego wodnego roztworu manganianu(VII) potasu z: kwasem stearynowym ②, kwasem oleinowym ③.

Wniosek: Kwasy palmitynowy i stearynowy nie odbarwiają roztworu bromu ani zakwaszonego wodnego roztworu manganianu(VII) potasu, są więc związkami nasyconymi. Kwas oleinowy odbarwia roztwór bromu oraz zakwaszony wodny roztwór manganianu(VII) potasu – jest **związkiem nienasyconym**.

W cząsteczce kwasu oleinowego występuje **jedno wiązanie podwójne**, między dziewiątym a dziesiątym atomem węgla:

$$CH_3-(CH_2)_7-\overset{10}{C}H=\overset{9}{C}H-(CH_2)_7-\overset{1}{C}OOH$$

wzór kwasu oleinowego

W doświadczeniu 34. zachodzi reakcja chemiczna, w wyniku której wiązanie podwójne między atomami węgla w cząsteczce kwasu oleinowego pęka. **Reakcję przyłączania** bromu do kwasu oleinowego przedstawia równanie:

$$\underset{\text{ciecz}}{CH_3-(CH_2)_7-CH=CH-(CH_2)_7-COOH} + Br_2 \rightarrow \underset{\text{substancja stała}}{CH_3-(CH_2)_7-\underset{\displaystyle Br}{\underset{|}{C}}H-\underset{\displaystyle Br}{\underset{|}{C}}H-(CH_2)_7-COOH}$$

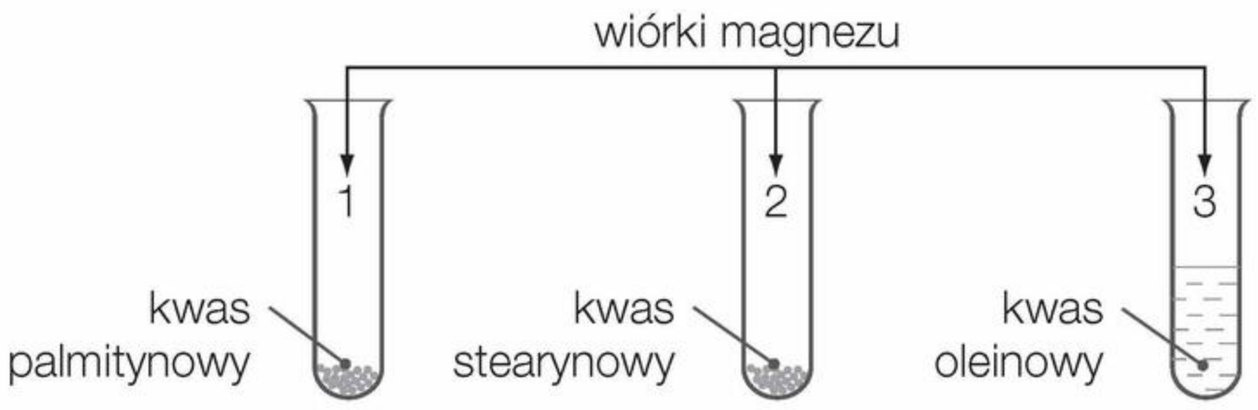
Doświadczenie 35

Reakcje wyższych kwasów karboksylowych z magnezem i tlenkiem miedzi(II)



Instrukcja: W trzech probówkach umieść kolejno kwasy: palmitynowy, stearynowy, oleinowy. Do każdej probówki wrzuć kilka wiórków magnezu (schemat). Dotknij ostrożnie dna probówek. Następnie do ich wylotu zbliż zapalone łuczywo. Powtórz doświadczenie, używając tlenku miedzi(II) zamiast wiórków magnezu. Probówki ogrzewaj.

Schemat



Obserwacje: **Nie zaobserwowano** żadnych objawów reakcji chemicznych.

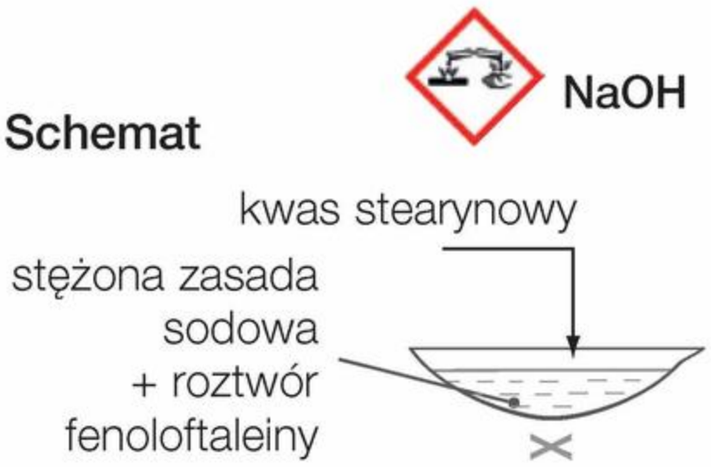
Wniosek: Wyższe kwasy karboksylowe nie reagują z metalami i tlenkami metali.

Doświadczenie 36

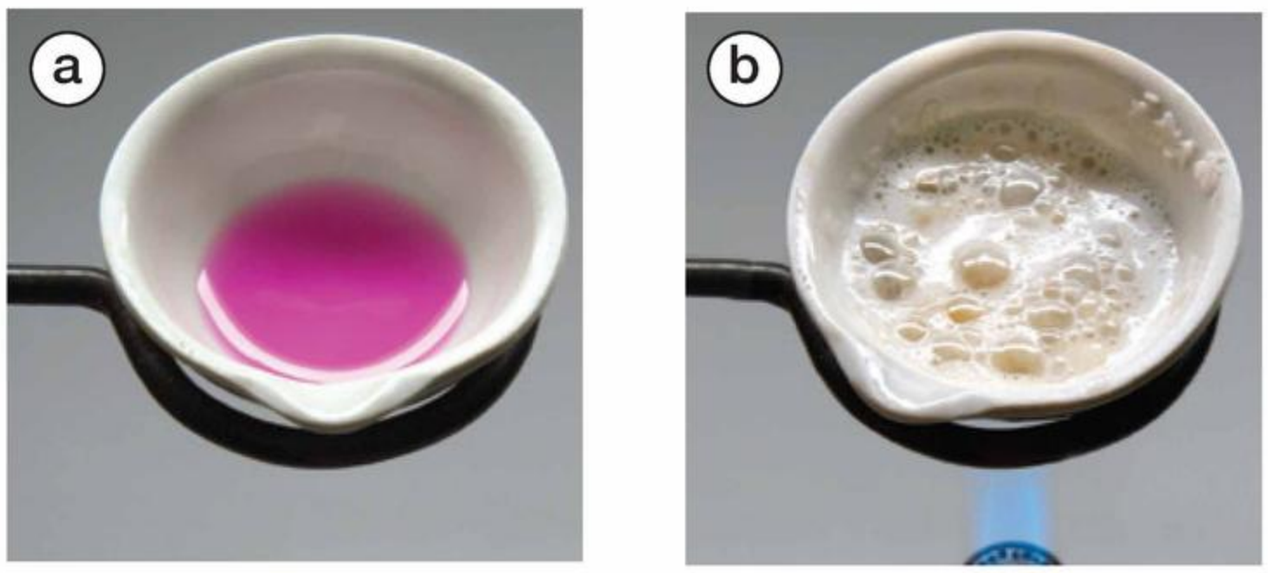
Reakcja kwasu stearynowego z zasadą sodową

Instrukcja: W parownicy umieść niewielką ilość stężonej zasady sodowej. Dodaj kroplę roztworu fenoloftaleiny. Dodawaj kwas stearynowy, aż powstanie gęsta mieszanina. Parownicę ogrzewaj (schemat) i mieszaj jej zawartość bagietką.

Schemat



Obserwacje: Zawartość parownicy (a) (fot. 119.) podczas dodawania kwasu stearynowego odbarwia się. Mieszanina podczas ogrzewania i mieszania intensywnie się pieni (parownica (b)). Wydziela się intensywny zapach mydlin.



Fot. 119. Zawartość parownicy: przed dodaniem kwasu stearynowego (a), po dodaniu kwasu stearynowego (b).

Wniosek: Kwas stearynowy podobnie jak inne kwasy organiczne reaguje z wodorotlenkiem sodu, o czym świadczy odbarwienie mieszaniny.

Reakcję kwasu stearynowego z zasadą sodową zachodzącą w doświadczeniu 36. przedstawia równanie:

$$\underset{\text{kwas stearynowy}}{C_{17}H_{35}COOH} + \underset{\text{wodorotlenek sodu}}{NaOH} \xrightarrow{\text{temperatura}} \underset{\text{stearynian sodu (mydło sodowe)}}{C_{17}H_{35}COONa} + \underset{\text{woda}}{H_2O}$$

Jednym z produktów reakcji kwasu stearynowego z zasadą sodową jest sól – stearynian sodu (fot. 120.). Podobnie z zasadą sodową reagują pozostałe kwasy – palmitynowy i oleinowy. Produktami tych reakcji chemicznych są **mydła** (sole: palmitynian sodu i oleinian sodu).



Fot. 120. Produktem reakcji kwasu stearynowego z wodorotlenkiem sodu jest mydło sodowe.

Wyższe kwasy karboksylowe

Mieszanina kwasów stearynowego i palmitynowego nosi nazwę **stearyny**. Związki kwasu oleinowego są głównymi składnikami olejów roślinnych, oliwy i tranu.

przemysł kosmetyczny

przemysł chemiczny



Produkcja świec

Stearyny używa się do wyrobu świec.





Przemysł kosmetyczny

Kwasy stearynowy i palmitynowy wykorzystuje się m.in. do produkcji pomadek ochronnych i pianek do golenia.

Z soli wyższych kwasów tłuszczowych produkuje się mydła toaletowe.



Przemysł gumowy

Związki wyższych kwasów karboksylowych dodawane do wyrobów gumowych zwiększają ich trwałość.

To Ci się przyda!

Kwas palmitynowy to popularny składnik różnych kosmetyków, m.in. myjących i nawilżających. Znajdziesz go w ich składzie pod nazwą *Palmitic Acid*. Pozyskuje się go najczęściej z oleju palmowego, którego produkcja przyczynia się do niszczenia środowiska przyrodniczego. Żeby założyć plantacje palm oleistych, wycina się lasy deszczowe. Dodatkowo do uprawy tych palm używa się substancji zanieczyszczających środowisko.

Zanim zakupisz produkt z kwasem palmitynowym, upewnij się, że ma certyfikat RSPO gwarantujący, że olej palmowy wykorzystany do produkcji tego kosmetyku pochodzi z upraw nieszkodzących środowisku. ▶

Co to są mydła?

Mydła są to **sole wyższych kwasów karboksylowych**, np.: palmitynowego, stearynowego, oleinowego.

Mydła zawierające w cząsteczkach inne metale niż sód i potas są trudno rozpuszczalne w wodzie. Mydła użytkowe, które są dobrze rozpuszczalne w wodzie, to sole sodowe i potasowe wymienionych wyżej kwasów karboksylowych:

Mydła

- **potasowe** – szare, maziste
- **sodowe** – białe, twarde

Mydła toaletowe to wysokogatunkowe mydła sodowe z dodatkiem oleju kokosowego lub glicerolu oraz olejków zapachowych i barwników.

Rozwiąż zadania w zeszycie

1. **Napisz wzory półstrukturalne i grupowe kwasu:**
   a) stearynowego; **b)** palmitynowego; **c)** oleinowego.

2. **Napisz równania reakcji spalania niecałkowitego kwasu:**
   a) stearynowego; **b)** palmitynowego; **c)** oleinowego.

3. **Napisz równanie reakcji otrzymywania palmitynianu sodu.**

4. **Napisz wzory i nazwy substancji oznaczonych literami** (W–Z) **oraz równania reakcji chemicznych** (1–3) **przedstawionych za pomocą chemografu.**

$$\mathbf{W} + Ca(OH)_2 \xrightarrow{1} (C_{15}H_{31}COO)_2Ca + \mathbf{X}$$

$$+$$

$$KOH + C_{17}H_{35}COOH \xrightarrow{2} \mathbf{Y} + \mathbf{X}$$

$$\downarrow 3$$

$$\mathbf{Z}$$

$$+$$

$$\mathbf{X}$$

5. **Napisz równanie reakcji kwasu oleinowego z wodorem. Podaj nazwę produktu tej reakcji chemicznej.**

6. **Oblicz, ile gramów stearynianu sodu powstanie w wyniku reakcji kwasu stearynowego z 80 g wodorotlenku sodu.**

7. Wyższe kwasy karboksylowe nie rozpuszczają się w wodzie, natomiast rozpuszczają się w różnym stopniu w rozpuszczalnikach organicznych, np.: etanolu, benzenie, propan-2-onie i trichlorometanie. **Oblicz stężenie procentowe roztworu nasyconego kwasu stearynowego w etanolu**. Wiadomo, że rozpuszczalność tego kwasu wynosi 2,2 g $C_{17}H_{35}COOH$ na 100 g CH_3CH_2OH.

Zapamiętaj!

Kwas stearynowy $C_{17}H_{35}COOH$ **oraz kwas palmitynowy** $C_{15}H_{31}COOH$ – wyższe nasycone kwasy karboksylowe.

Kwas oleinowy $C_{17}H_{33}COOH$ – wyższy nienasycony kwas karboksylowy.

Mydła – sole wyższych kwasów karboksylowych.

32

Porównanie właściwości kwasów karboksylowych



Fot. 121. Skorpion z gatunku *Mastigoproctus giganteus* atakuje przeciwnika cieczą składającą się m.in. z kwasu octowego i kwasu kaprylowego $CH_3(CH_2)_6COOH$.

Wiele kwasów karboksylowych, czyli kwasów organicznych, występuje naturalnie w środowisku przyrodniczym. Ze względu na różne właściwości stosuje się je w wielu gałęziach przemysłu, m.in. w przemyśle: spożywczym, chemicznym, farmaceutycznym oraz kosmetycznym. Niektóre zwierzęta wykorzystują też kwasy karboksylowe jako broń chemiczną (fot. 121.).

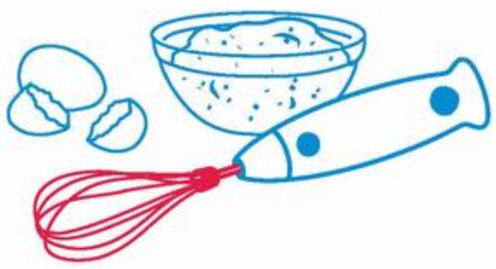
Jakie są rodzaje kwasów karboksylowych?

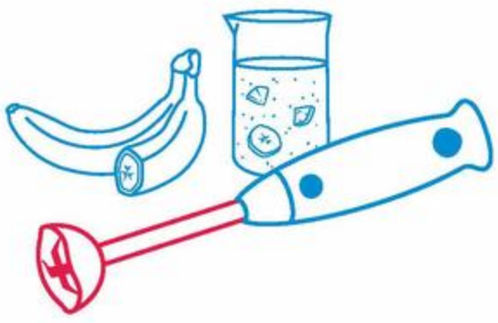
Kwasy karboksylowe można podzielić m.in. ze względu na **liczbę atomów węgla** w cząsteczce (n):

Kwasy karboksylowe

niższe kwasy karboksylowe $n \leq 3$	**kwasy karboksylowe o średniej długości łańcucha** $4 \leq n \leq 10$	**wyższe kwasy karboksylowe** $n \geq 11$
np. HCOOH kwas mrówkowy	np. $CH_3CH_2CH_2COOH$ kwas butanowy	np. $C_{15}H_{31}COOH$ kwas palmitynowy

Skojarz i zapamiętaj!





O właściwościach pochodnych węglowodorów **decyduje** ich **grupa funkcyjna**.

Jak zmieniają się właściwości kwasów karboksylowych?

Wraz ze zwiększaniem się liczby atomów węgla w cząsteczkach kwasów karboksylowych zmieniają się ich właściwości (tabela 16.). Gęstość, rozpuszczalność w wodzie, łatwość ulegania dysocjacji elektrolitycznej i reaktywność tych kwasów – zmniejszają się.

Tabela 16. Zależność między stanem skupienia kwasów karboksylowych a liczbą atomów węgla w cząsteczce

Liczba atomów węgla w cząsteczce, n	$1 \leq n \leq 3$	$4 \leq n \leq 10$	$n \geq 11$
Podział kwasów karboksylowych	niższe kwasy karboksylowe	kwasy karboksylowe o średniej długości łańcucha	wyższe kwasy karboksylowe
Stan skupienia w temp. 20 °C	ciecze	ciecze oleiste	substancje stałe
Właściwości	Mają **ostry zapach**.	Mają **nieprzyjemny zapach**.	Mają **delikatny zapach**.

Jakie właściwości mają kwasy karboksylowe?

Właściwości kwasów karboksylowych wynikają z obecności w cząsteczce grupy karboksylowej –COOH.

Podobieństwa i różnice	Niższe kwasy karboksylowe	Wyższe kwasy karboksylowe
W jakim stanie skupienia występują?	W ciekłym.	W stałym i ciekłym.
Jakim reakcjom chemicznym ulegają?	Ulegają reakcjom z: • metalami aktywnymi chemicznie • tlenkami metali • zasadami	Reagują z zasadami.
Czy są palne?	Tak, są palne.	
Czy rozpuszczają się w wodzie?	Tak, dobrze rozpuszczają się w wodzie.	Nie, nie rozpuszczają się w wodzie.
Czy ulegają dysocjacji elektrolitycznej?	Tak, ulegają dysocjacji elektrolitycznej.	Nie, nie ulegają dysocjacji elektrolitycznej.

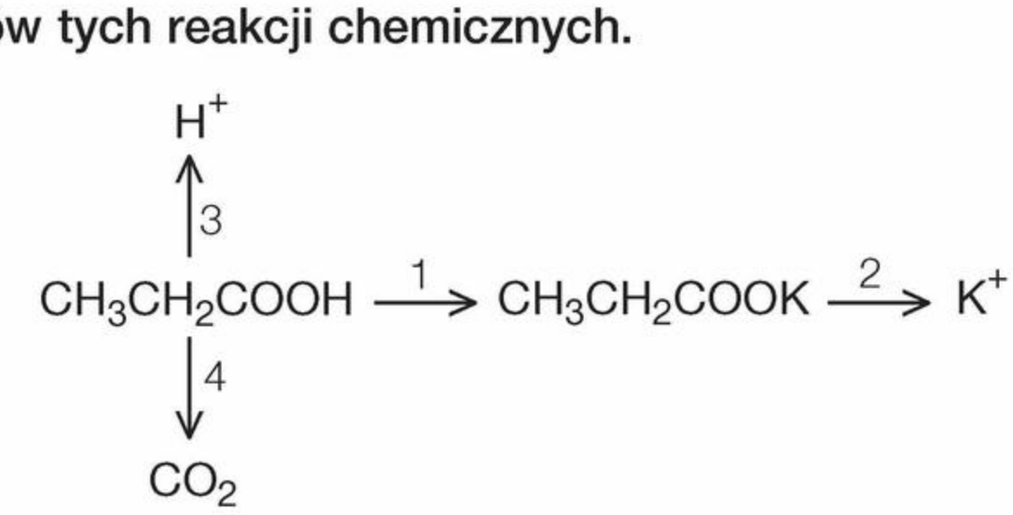
Rozwiąż zadania w zeszycie

1. **Napisz równania reakcji spalania całkowitego:**
   a) kwasu propanowego; **b)** kwasu o 5 atomach węgla w cząsteczce.

2. **Napisz trzema sposobami równania reakcji otrzymywania mrówczanu magnezu.**

3. **Napisz równania reakcji chemicznych, w których:**
   a) jednym z substratów jest NaOH, a jednym z produktów $C_{17}H_{33}COONa$;
   b) produktami są $(CH_3(CH_2)_2COO)_3Al$ i H_2;
   c) substratami są $CH_3(CH_2)_3COOH$ i $Ba(OH)_2$.
   Podaj nazwy produktów tych reakcji chemicznych.

4. **Napisz równania reakcji chemicznych** (1–4) **przedstawionych za pomocą schematu.**



5. Plamy z soków owocowych można usunąć z bawełnianych ubrań, zwilżając je sokiem z cytryny lub 10-procentowym roztworem kwasku cytrynowego (kwasu cytrynowego), a następnie płucząc tkaninę w wodzie. **Oblicz, ile gramów kwasku cytrynowego oraz ile gramów wody potrzeba do przygotowania 50 g 10-procentowego roztworu.**

33 Estry



Fot. 122. Octan pentylu nadaje bananom charakterystyczny zapach.

Modele atomów:
C O

Za przyjemne, owocowe lub kwiatowe zapachy odpowiadają substancje nazywane estrami. Są one podstawowymi składnikami olejków eterycznych wytwarzanych przez rośliny (fot. 122.).

Co to są estry?

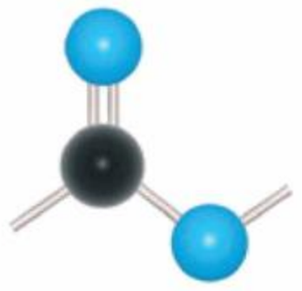
Estry to grupa związków organicznych, które są **pochodnymi kwasów** i **alkoholi**. Zawierają w cząsteczkach grupę estrową.

Co to jest grupa estrowa?

Grupa estrowa to grupa funkcyjna estrów zbudowana z jednego atomu węgla i dwóch atomów tlenu:



wzór grupy estrowej



model grupy estrowej

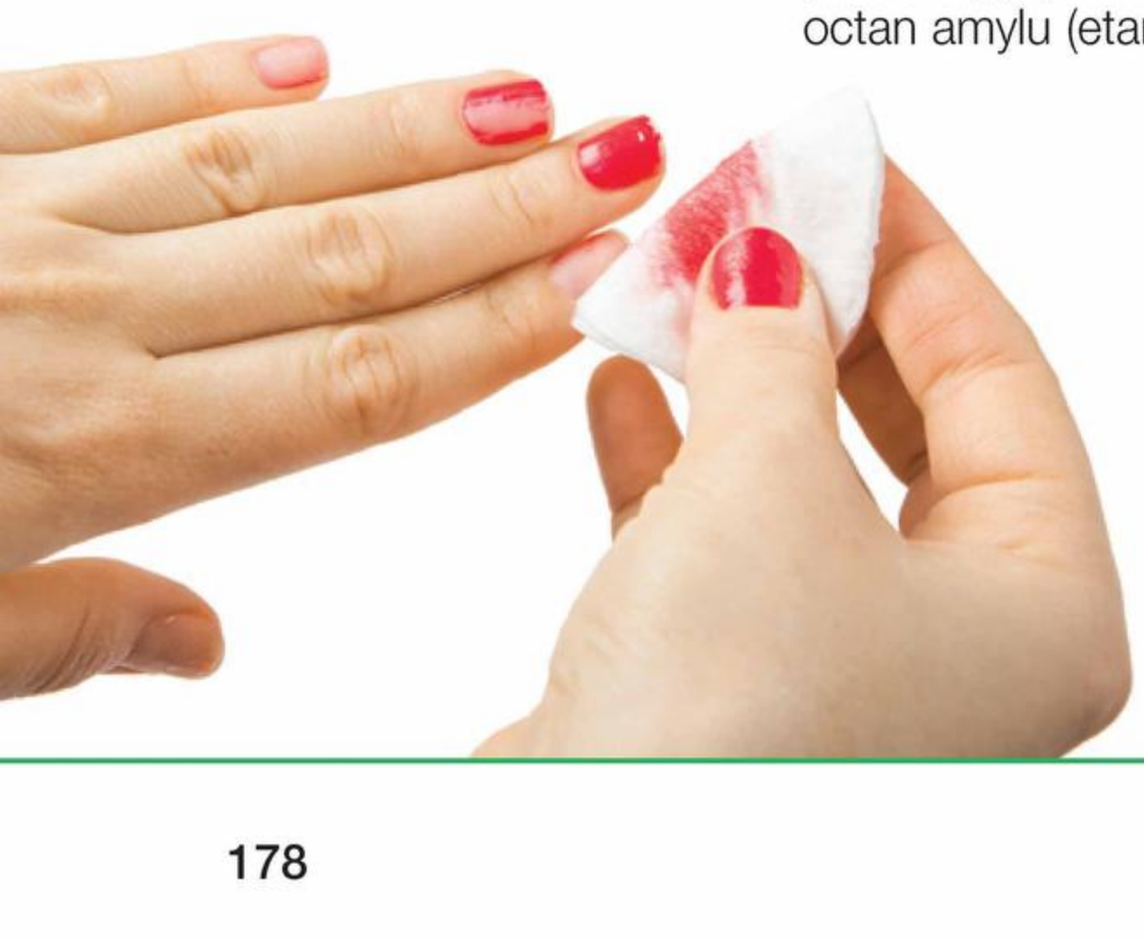
Jak się tworzy nazwy estrów?

Nazwy estrów (tabela 17., s. 179) składają się z dwóch wyrazów. **Pierwszy wyraz** jest związany z **nazwą kwasu karboksylowego**, od którego pochodzi ester, i ma końcówkę **-an**. **Drugi wyraz** określa **alkil** pochodzący od alkoholu, np.:

nazwa kwasu karboksylowego	nazwa alkoholu	nazwa alkilu	nazwa estru
kwas **mrówko**wy	metanol	metyl	**mrówczan metylu**
(kwas metanowy)	metanol	metyl	(**metanian metylu**)

Chemia wokół nas

Pszczoła podczas żądlenia wydziela substancję o zapachu prowokującym inne pszczoły do ataku. Substancją tą jest octan amylu (etanian pentylu) (fot. 123.) – ester o zapachu bananowym.



Fot. 123. Octan amylu jest stosowany m.in. do produkcji rozpuszczalników lakierów oraz zmywaczy do paznokci. Dla własnego bezpieczeństwa nie powinno się ich stosować w pobliżu pasieki pszczół.

Tabela 17. Wzory półstrukturalne i nazwy wybranych estrów

Wzór i nazwa		Wzór i nazwy estru
kwasu karboksylowego	**alkoholu**	
$H-C(=O)-OH$ kwas mrówkowy (kwas metanowy)	$CH_3-CH_2-CH_2-OH$ propan-1-ol	$H-C(=O)-O-CH_2-CH_2-CH_3$ mrówczan propylu (metanian propylu)
$CH_3-C(=O)-OH$ kwas octowy (kwas etanowy)	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-OH$ butan-1-ol	$CH_3-C(=O)-O-CH_2-CH_2-CH_3$ octan butylu (etanian butylu)
$CH_3-CH_2-C(=O)-OH$ kwas propanowy (kwas propionowy)	CH_3-CH_2-OH etanol	$CH_3-CH_2-C(=O)-O-CH_2-CH_3$ propanian etylu (propionian etylu)
$CH_3-CH_2-CH_2-C(=O)-OH$ kwas butanowy (kwas masłowy)	CH_3-OH metanol	$CH_3-CH_2-CH_2-C(=O)-O-CH_3$ butanian metylu (maślan metylu)

Przykład 9

Jak ustalić nazwę zwyczajową estru na podstawie jego wzoru?

Krok 1

Napisz nazwę kwasu, od którego pochodzi ester.

Podaj nazwę estru o wzorze $CH_3COOCH_2CH_3$.

CH_3COOCH$_2$CH$_3$

fragment cząsteczki kwasu octowego

Krok 2

Napisz nazwę alkoholu, od którego pochodzi ester.

CH$_3$COOCH_2CH_3

fragment cząsteczki etanolu

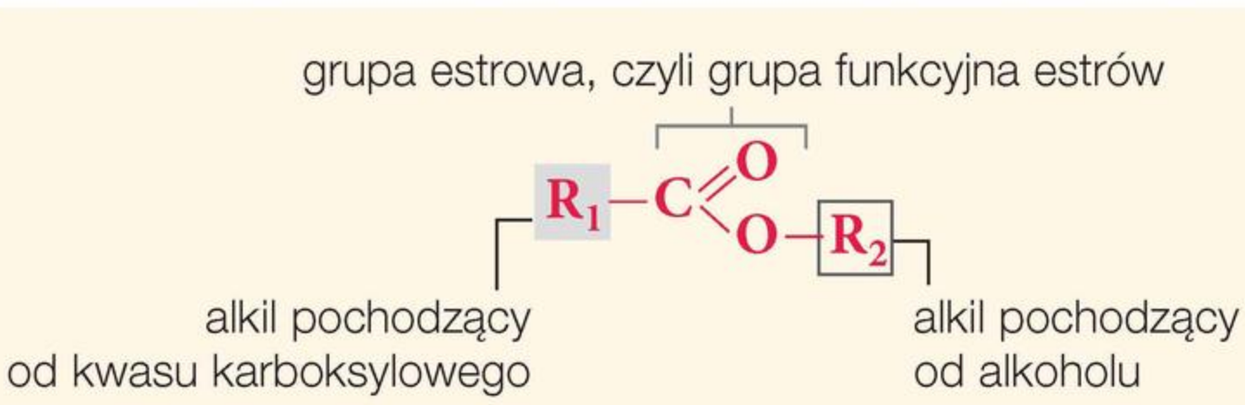
Krok 3

Podaj nazwę estru.

octan etylu

Jak zapisać wzór ogólny estrów?

Na podstawie wzorów estrów (tabela 17.) można podać **wzór ogólny estrów**:



grupa funkcyjna
—COO—
grupa estrowa

Jak otrzymać estry?

Estry otrzymuje się w reakcji estryfikacji.

Doświadczenie 37

Reakcja etanolu z kwasem octowym



CH_3CH_2OH



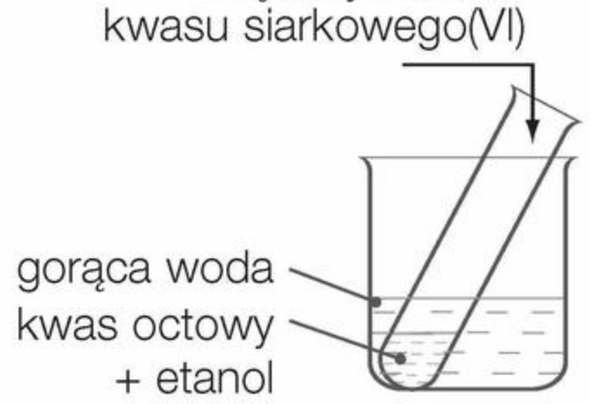
CH_3COOH



H_2SO_4

Instrukcja: Do probówki nalej po 1 cm^3 etanolu i kwasu octowego. Dodaj kilka kropel stężonego roztworu kwasu siarkowego(VI). Roztwór ostrożnie wymieszaj bagietką. Probówkę umieść w zlewce z gorącą wodą (schemat). Po chwili przelej ciecz z probówki do zlewki z zimną wodą. Sprawdź zapach otrzymanej substancji.

Schemat



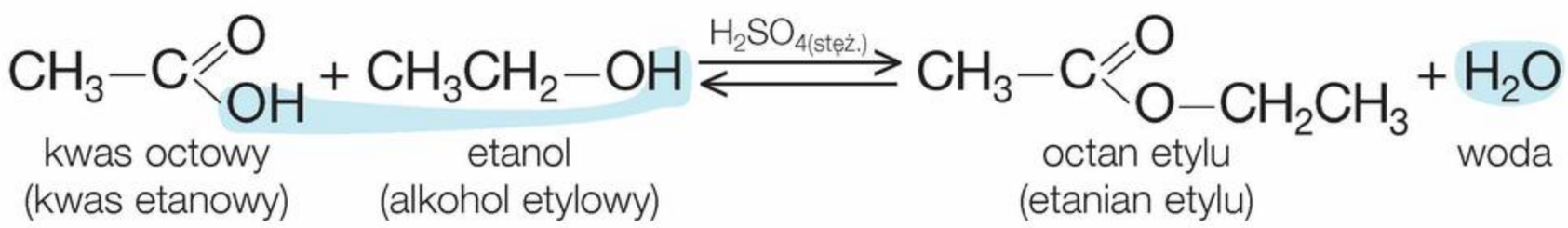
Obserwacje: Na powierzchni wody unosi się tłusta plama (fot. 124.). Czuć intensywny zapach.

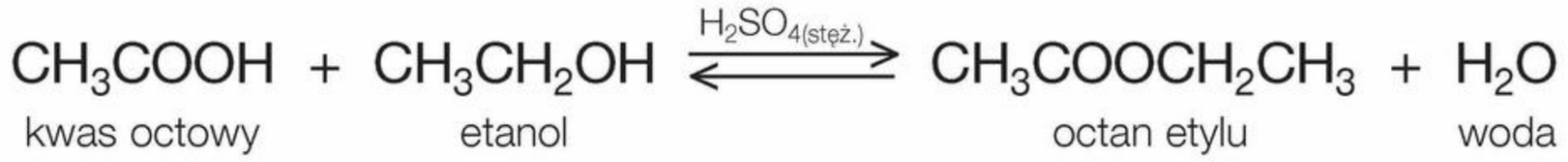


Fot. 124. Produkt reakcji estryfikacji jest cieczą nierozpuszczalną w wodzie o gęstości mniejszej od gęstości wody.

Wniosek: Etanol reaguje z kwasem octowym w obecności stężonego roztworu kwasu siarkowego(VI). Otrzymana substancja ma gęstość mniejszą od gęstości wody.

W doświadczeniu 37. zaszła reakcja chemiczna, którą przedstawia równanie:





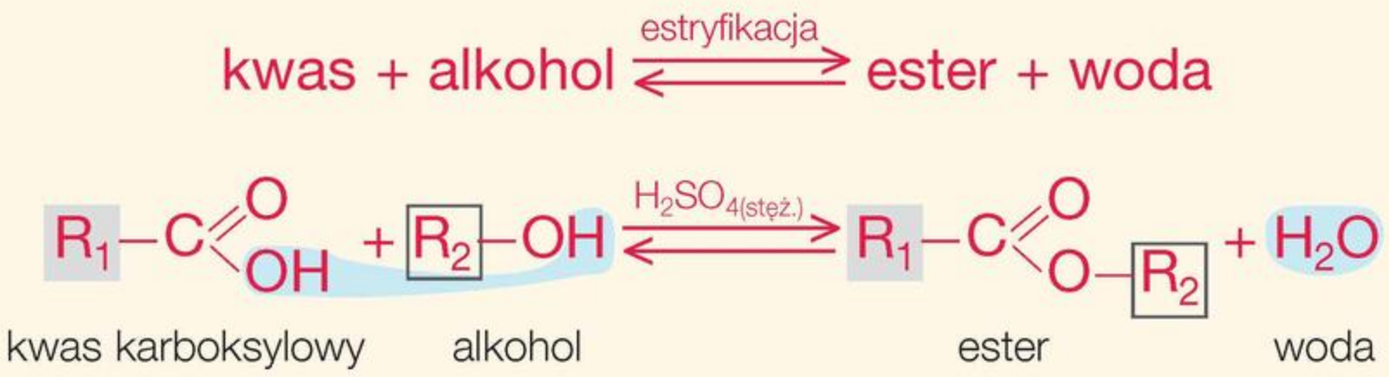
Jest to reakcja **estryfikacji**.

Co to jest estryfikacja?

Estryfikacja to reakcja chemiczna zachodząca między kwasem a alkoholem, której produktami są **ester** i woda.

Jak zapisać ogólne równanie reakcji estryfikacji?

Ogólny przebieg reakcji estryfikacji:



Ważną rolę w reakcji estryfikacji odgrywa **stężony roztwór kwasu siarkowego(VI)**. **Jest** on **katalizatorem** reakcji estryfikacji. Ponieważ jest higroskopijny, wiąże cząsteczki wody powstające w reakcji chemicznej. Dzięki temu zwiększa się wydajność reakcji otrzymywania estru.

Skojarz i zapamiętaj!



Katalizator przyspiesza reakcję chemiczną.

Jakie właściwości mają estry?

Estry niższych kwasów karboksylowych (tabela 18.) są bezbarwnymi, lotnymi cieczami, słabo rozpuszczalnymi w wodzie, o przyjemnym kwiatowym lub owocowym zapachu. Są dobrymi rozpuszczalnikami.

Tabela 18. Nazwy i wzory wybranych estrów

Ester	
nazwa	**wzór grupowy**
octan propylu	$CH_3COO(CH_2)_2CH_3$
propanian pentylu	$CH_3CH_2COO(CH_2)_4CH_3$
mrówczan etylu	$HCOOCH_2CH_3$
butanian metylu	$CH_3(CH_2)_2COOCH_3$
octan butylu	$CH_3COO(CH_2)_3CH_3$

Estry kwasów organicznych o dłuższych łańcuchach węglowych występują w środowisku przyrodniczym w postaci substancji, które wyglądem przypominają tłuszcz lub wosk, np. pszczeli.

Estry ulegają reakcji spalania, np:

$$\underset{\text{octan butylu}}{CH_3COO(CH_2)_3CH_3} + \underset{\text{tlen}}{8O_2} \longrightarrow \underset{\text{tlenek węgla(IV)}}{6CO_2} + \underset{\text{woda}}{6H_2O}$$

spalanie całkowite

Estry

Dzięki swoim właściwościom estry i ich mieszaniny stosuje się do produkcji różnych substancji zapachowych. Wytwarza się z nich perfumy, wody kwiatowe, mydła oraz esencje smakowe i zapachowe wykorzystywane w cukiernictwie.

przemysł kosmetyczny

przemysł spożywczy



Przemysł spożywczy

Estry stosowane jako dodatki do płynnych sosów zapobiegają ich mętnieniu. **Butanian butylu** jest używany jako aromat ananasowy.



Przemysł kosmetyczny

Estry niższych kwasów karboksylowych i alkoholi monohydroksylowych są stosowane jako rozpuszczalniki i substancje zapachowe. Estry, będące składnikami np. płynów do kąpieli, dodane do gorącej wody intensywniej pachną.





To Ci się przyda!

Odświeżacze powietrza, wykorzystywane m.in. w domach, mają przyjemny zapach dzięki zawartym w nich estrom.

Jeśli chcesz zneutralizować nieprzyjemne zapachy w dowolnym pomieszczeniu, postaw w nim taki odświeżacz. ▶

Dla dociekliwych

Wiele estrów ma charakterystyczny, owocowy zapach, np.:
- octan propylu – gruszkowy,
- octan pentylu – bananowy,
- butanian etylu, butanian butylu – ananasowy,
- octan butylu – jabłkowy.

Reakcja estryfikacji jest reakcją odwracalną. Reakcją odwrotną do reakcji estryfikacji jest rozkład estru pod wpływem wody.

W wyniku tej reakcji chemicznej estrów powstają kwas i alkohol:



ester + woda → kwas karboksylowy + alkohol

Na przykład:

$$\underset{\text{mrówczan propylu}}{HCOO(CH_2)_2CH_3} + \underset{\text{woda}}{H_2O} \longrightarrow \underset{\text{kwas mrówkowy}}{HCOOH} + \underset{\text{propan-1-ol}}{CH_3(CH_2)_2OH}$$

Zapis ogólny reakcji rozkładu estru pod wpływem wody:

ester + woda → kwas + alkohol

Rozwiąż zadania w zeszycie

1. **Napisz równania reakcji otrzymywania:**
   a) octanu butylu; **b)** mrówczanu metylu; **c)** stearynianu etylu.
2. **Napisz równania reakcji spalania całkowitego:**
   a) octanu etylu; **b)** mrówczanu propylu.
3. **Napisz równania reakcji otrzymywania estrów, w których:**
   a) substratami są CH_3COOH i $CH_3(CH_2)_3OH$;
   b) produktami są $CH_3(CH_2)_2COOCH_2CH_3$ i H_2O.
4. **Oblicz stosunek masowy pierwiastków chemicznych w estrze o nazwie propanian propylu.**
5. Trzy estry mają taki sam wzór sumaryczny: $C_4H_8O_2$. **Napisz ich wzory strukturalne i podaj ich nazwy.**

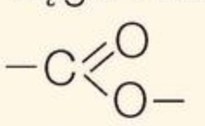
Dla dociekliwych

6. **Napisz wzory strukturalne i nazwy estrów, wiedząc, że w każdym z nich stosunek masowy pierwiastków chemicznych wynosi $mC : mH : mO = 18 : 3 : 8$.**
7. **Napisz równania reakcji rozkładu estrów o nazwach:**
   a) octan propylu;
   b) butanian etylu;
   c) mrówczan metylu;
   d) propanian pentylu.

Zapamiętaj!

Estry – grupa związków organicznych, które są pochodnymi kwasów i alkoholi, zawierająca grupę estrową −COO−.

Grupa estrowa – grupa funkcyjna estrów zbudowana z atomów węgla i tlenu:



Estryfikacja – reakcja chemiczna zachodząca między kwasem a alkoholem, której produktami są ester i woda.

34 Aminokwasy



Fot. 125. Glicyna jest jednym z trzech aminokwasów, które są składnikami żelatyny.

Aminokwasy to związki chemiczne, które występują w organizmach roślin i zwierząt. Aminokwasy są substancjami stałymi, krystalicznymi, na ogół dobrze rozpuszczalnymi w wodzie. Najprostszy aminokwas – glicyna – występuje w kolagenie (czyli białku tkanki łącznej) i żelatynie (fot. 125.), którą pozyskuje się w wyniku przetwarzania kolagenu.

Co to są aminokwasy?

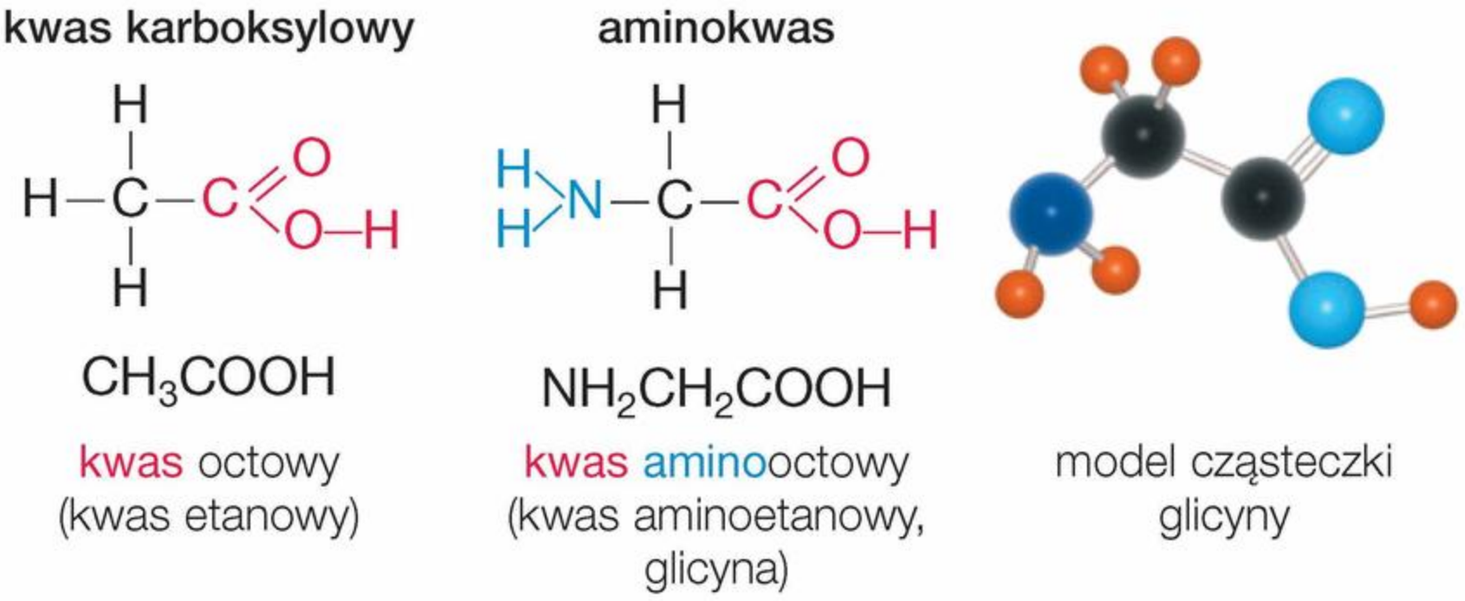
Aminokwasy to związki organiczne, których cząsteczki zawierają dwie grupy funkcyjne – **grupę aminową** i **grupę karboksylową**:



wzór grupy aminowej — wzór grupy karboksylowej

Jak się tworzy nazwy aminokwasów?

Nazwy systematyczne aminokwasów tworzy się przez dodanie przedrostka **amino-** do nazwy kwasu karboksylowego, od którego pochodzi dany aminokwas. Najprostszy wzór ma aminokwas pochodzący od kwasu octowego:



Modele atomów:
H C O N

Jakie właściwości ma glicyna?

Kwas aminooctowy, o nazwie zwyczajowej glicyna, jest bezbarwną, dobrze rozpuszczalną w wodzie substancją stałą (fot. 126.).



Fot. 126. Kwas aminooctowy NH_2CH_2COOH.

Właściwości NH_2CH_2COOH

Właściwości fizyczne
- substancja stała
- bezbarwna
- dobrze rozpuszcza się w wodzie

Właściwości chemiczne
- wodny roztwór ma odczyn obojętny, wynikający z obecności dwóch grup funkcyjnych: aminowej i karboksylowej

Czy cząsteczki aminokwasów łączą się ze sobą?

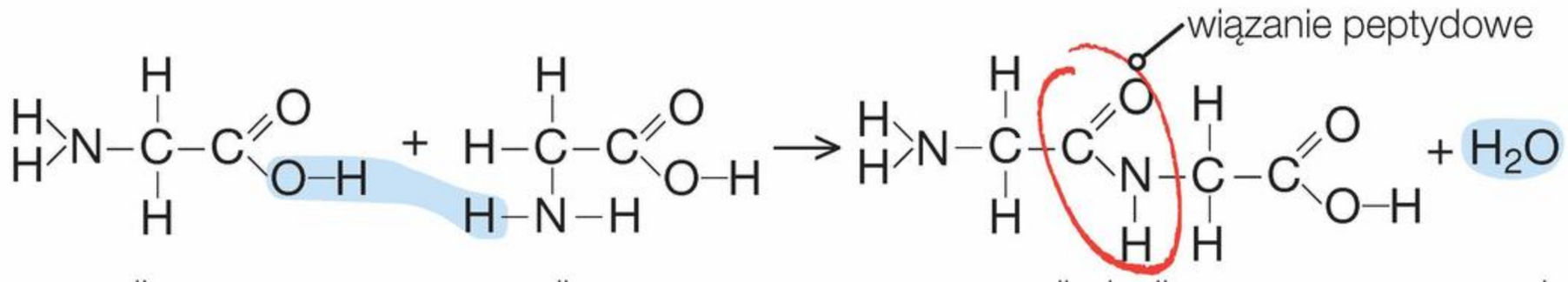
Cząsteczki aminokwasów mają zdolność łączenia się w duże cząsteczki w reakcji **kondensacji**.

Czym jest reakcja kondensacji aminokwasów?

Reakcja kondensacji to reakcja łączenia się co najmniej dwóch cząsteczek aminokwasów z wydzieleniem cząsteczki wody.

Jak przebiega reakcja kondensacji?

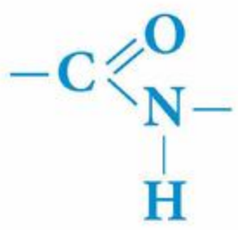
Reakcja ta zachodzi **między grupą karboksylową** (o charakterze kwasowym) pochodzącą z jednej cząsteczki aminokwasu **a grupą aminową** (o charakterze zasadowym) drugiej cząsteczki aminokwasu. Tworzą się wówczas **wiązanie peptydowe** oraz cząsteczka wody:



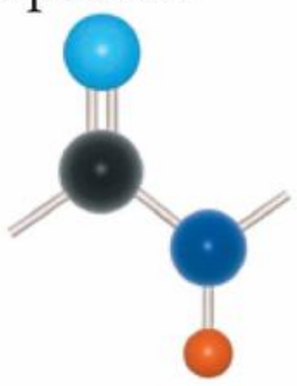
glicyna aminokwas | glicyna aminokwas | glicyloglicyna peptyd | woda

Jak jest zbudowane wiązanie peptydowe?

Wiązanie peptydowe tworzą atomy: węgla, tlenu, azotu i wodoru. Wiązanie peptydowe powstaje w reakcji łączenia się aminokwasów i występuje w peptydach. Ma ono postać:



wzór wiązania peptydowego



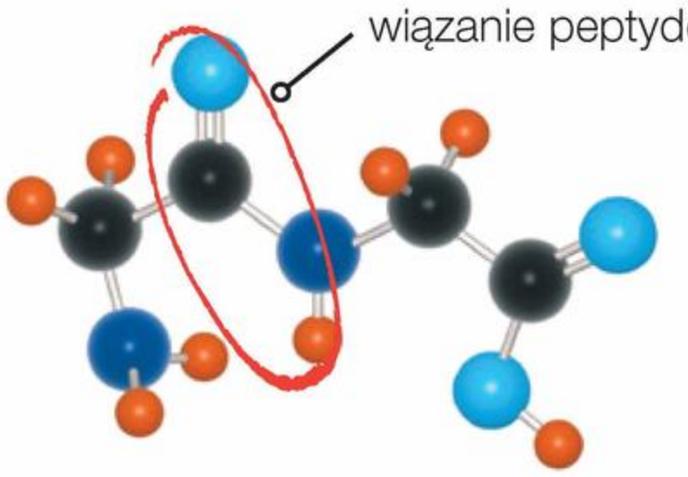
model wiązania peptydowego



Jak powstają peptydy?

Peptydy to produkty reakcji **kondensacji aminokwasów**. Gdy połączą się ze sobą dwa aminokwasy, powstaje **dipeptyd**. Jeśli połączą się trzy aminokwasy – powstaje **tripeptyd** itd.

Przykładem dipeptydu jest glicyloglicyna utworzona przez połączenie dwóch cząsteczek glicyny:



model cząsteczki glicyloglicyny

Co to są polipeptydy?

Związki chemiczne zbudowane z dużej liczby fragmentów aminokwasowych noszą nazwę **polipeptydów**. Niektóre polipeptydy to **białka** (patrz s. 196). Aminokwasy są więc podstawową „cegiełką", z której składają się białka.

W przyrodzie występuje kilkaset aminokwasów, ale tylko około 20 to tzw. **aminokwasy białkowe**, czyli wchodzące w skład białek. Pozostałe to aminokwasy niebiałkowe.

Zastosowania

Aminokwasy

Aminokwasy na skalę przemysłową otrzymuje się w procesach mikrobiologicznych, czyli w ich wytworzeniu biorą udział bakterie.

- przemysł kosmetyczny
- przemysł spożywczy



Przemysł spożywczy

W skład słodzików zastępujących cukier w diecie bezcukrowej wchodzą dwa aminokwasy: fenyloalanina i kwas asparaginowy.



Przemysł kosmetyczny

Aminokwasy stanowią niewielki procent objętości kremów, których podstawowymi składnikami są: woda, tłuszcze, kwasy karboksylowe, alkohole i sacharydy.

1. glicynę stosuje się jako składnik środków przeciwłupieżowych
2. cystyna, cysteina i metionina odżywiają, regenerują i wzmacniają włosy
3. lizyna pobudza tkanki do regeneracji
4. asparagina i kwas glutaminowy regulują pH naskórka
5. treonina reguluje złuszczanie się naskórka

To Ci się przyda!

Jeśli na opakowaniu produktu spożywczego znajdziesz symbol E620, to znaczy, że smak tego wyrobu wzmocniono kwasem glutaminowym. Ten aminokwas występuje też naturalnie w żywności, np. w grzybach i pomidorach.

Zawartość kwasu glutaminowego zwiększa się w pomidorze wraz z jego dojrzewaniem. Dlatego dojrzały pomidor jest smaczniejszy. ▶



Dla dociekliwych

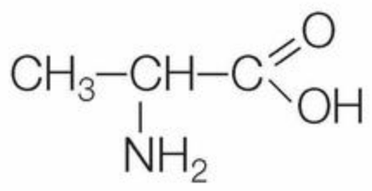
Aminokwasy białkowe to aminokwasy wchodzące w skład białek (nazwy wybranych aminokwasów zamieszczono w tabeli 19.). Stosowanie symboli aminokwasów jest wygodne w przypadku zapisywania reakcji powstawania peptydów lub podawania ich budowy. Na przykład **tripeptyd** o nazwie **glicyloalanyloalanina** jest jednym z możliwych tripeptydów powstających w wyniku łączenia się jednej cząsteczki glicyny z dwiema cząsteczkami alaniny. Łatwiej zapisać go w postaci: **Gly–Ala–Ala**.

Tabela 19. Nazwy wybranych aminokwasów występujących w białkach oraz ich symbole trzyliterowe

Nazwa aminokwasu	Symbol	Wyodrębniono po raz pierwszy z:
glicyna	Gly	żelatyny
alanina	Ala	jedwabiu
kwas asparaginowy	Asp	grochu
kwas glutaminowy	Glu	pszenicy
leucyna	Leu	twarogu
walina	Val	trzustki

Rozwiąż zadania w zeszycie

1. **Oblicz masę cząsteczkową glicyloglicyny.**
2. **Oblicz stosunek masowy pierwiastków chemicznych w kwasie aminooctowym.**
3. **Oblicz zawartość procentową (procent masowy) węgla w kwasie aminooctowym.**
4. **Napisz wzory półstrukturalne aminokwasów o podanych wzorach sumarycznych.**
   a) $C_3H_7O_2N$
   b) $C_5H_{11}O_2N$
5. **Napisz równanie reakcji kondensacji dwóch cząsteczek kwasu aminopropanowego o wzorze:**



Dla dociekliwych

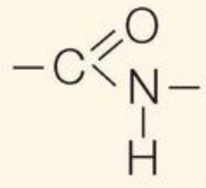
6. **Napisz wzory półstrukturalne aminokwasów wymienionych w tabeli 19.**

Zapamiętaj!

Aminokwasy – związki organiczne, których cząsteczki zawierają dwie grupy funkcyjne: grupę aminową $-NH_2$ i grupę karboksylową $-COOH$.

Reakcja kondensacji – reakcja łączenia się co najmniej dwóch cząsteczek aminokwasów z wydzieleniem cząsteczki wody.

Wiązanie peptydowe – wiązanie zbudowane z atomów węgla, tlenu, azotu i wodoru, powstające w reakcji łączenia się aminokwasów:

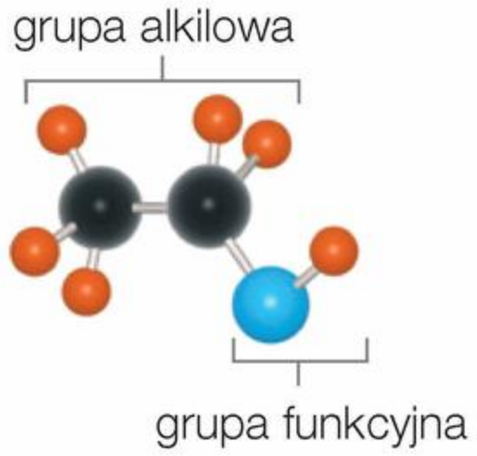


Peptydy – produkty reakcji kondensacji aminokwasów.

Podsumowanie

Co to są pochodne węglowodorów?

Pochodne węglowodorów to związki chemiczne, których cząsteczki zbudowane są z **grupy alkilowej** i **grupy funkcyjnej**.



Co to jest grupa funkcyjna?

Grupa funkcyjna to grupa atomów, która **nadaje** związkowi organicznemu **charakterystyczne właściwości**.

Grupy funkcyjne:
—OH
—COOH
—COO—
$—NH_2$

Co to jest grupa alkilowa?

Grupa alkilowa (alkil) to grupa atomów powstająca przez odłączenie atomu wodoru od cząsteczki alkanu.

Co to są alkohole?

Alkohole to pochodne węglowodorów zawierające w cząsteczce **grupę hydroksylową –OH**.

$C_nH_{2n+1}OH$
wzór ogólny

Jakie są rodzaje alkoholi?

Alkohole można podzielić ze względu na liczbę grup hydroksylowych zawartych w cząsteczce:

Alkohole

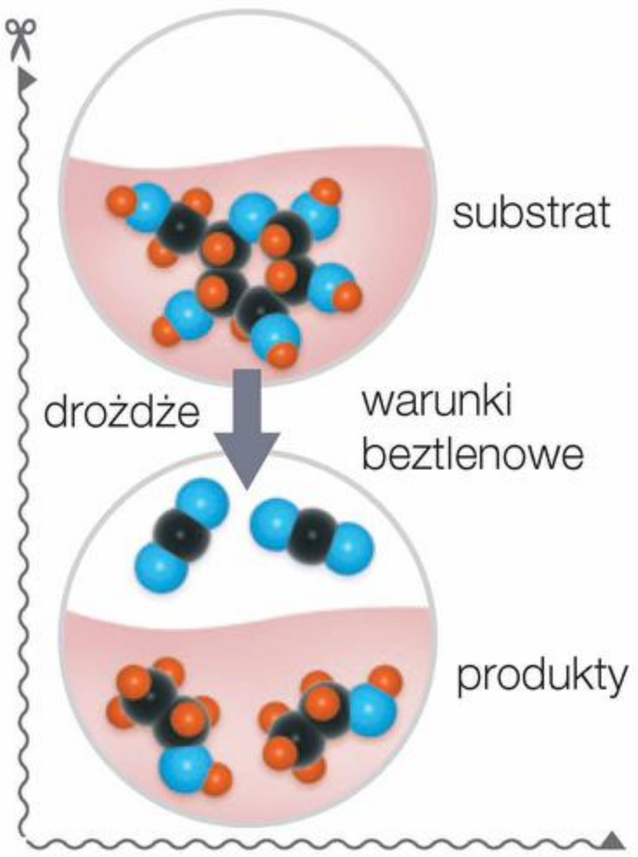
monohydroksylowe
np. etanol CH_3CH_2OH

polihydroksylowe
np. glicerol $C_3H_5(OH)_3$

Na czym polega fermentacja alkoholowa?

Fermentacja alkoholowa to proces biochemiczny polegający na rozkładzie niektórych cukrów (np. glukozy) na tlenek węgla(IV) i etanol:

$$\underset{\text{glukoza}}{C_6H_{12}O_6} \xrightarrow[T = 34–37\,^\circ C]{\text{drożdże}} \underset{\text{etanol}}{2CH_3CH_2OH} + \underset{\substack{\text{tlenek}\\ \text{węgla(IV)}}}{2CO_2\uparrow}$$



$C_nH_{2n+1}COOH$
wzór ogólny

Co to są kwasy karboksylowe?

Kwasy karboksylowe to pochodne węglowodorów zawierające w cząsteczkach **grupę karboksylową –COOH**.

Jakie są rodzaje kwasów karboksylowych?

Ze względu na długość łańcucha węglowego kwasy karboksylowe dzielą się na:

Kwasy karboksylowe

niższe kwasy karboksylowe
np. kwas octowy CH_3COOH

wyższe kwasy karboksylowe

nasycone
np. kwas palmitynowy $C_{15}H_{31}COOH$

nienasycone
np. kwas oleinowy $C_{17}H_{33}COOH$

Na czym polega fermentacja octowa?

Fermentacja octowa to proces utleniania etanolu do kwasu octowego pod wpływem enzymów wytworzonych przez bakterie octowe:

$$\underset{\text{etanol}}{CH_3CH_2OH} + \underset{\text{tlen}}{O_2} \xrightarrow{\text{bakterie}} \underset{\text{kwas octowy}}{CH_3COOH} + \underset{\text{woda}}{H_2O}$$

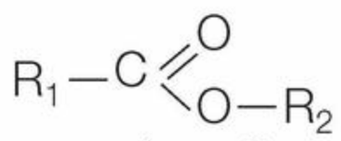
Co to są mydła?

Mydła to sole wyższych kwasów karboksylowych.

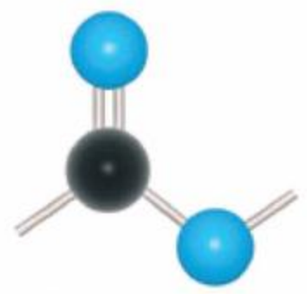
$C_{17}H_{35}COONa$
stearynian sodu

Co to są estry?

Estry to grupa związków organicznych, które są **pochodnymi kwasów** i **alkoholi**. W cząsteczce estru znajduje się grupa funkcyjna nazywana grupą estrową.



wzór ogólny

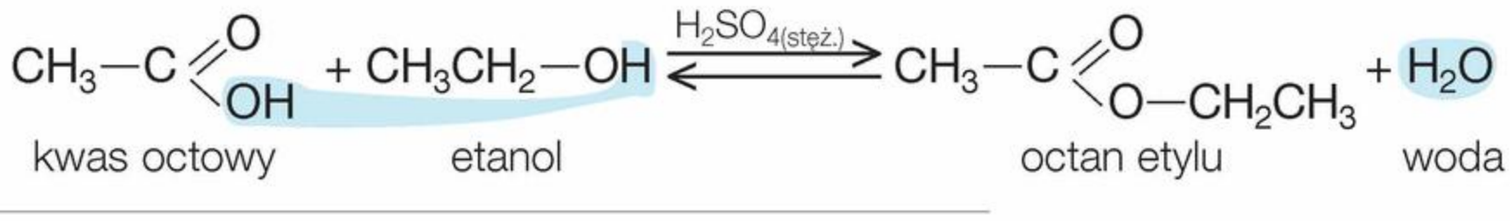


model grupy estrowej

Na czym polega reakcja estryfikacji?

Reakcja estryfikacji to **reakcja kwasu z alkoholem** w obecności stężonego roztworu kwasu siarkowego(VI), który pełni funkcję katalizatora:

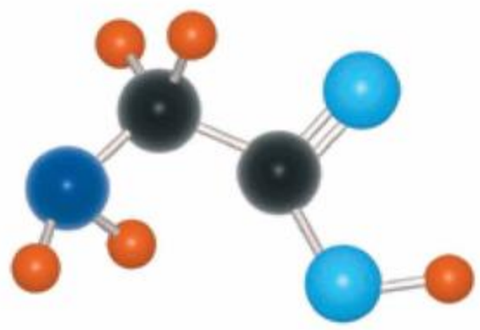
kwas + alkohol ⟶ ester + woda



Co to są aminokwasy?

Aminokwasy to związki organiczne, których cząsteczki zawierają **dwie grupy funkcyjne**:

- grupę aminową $-NH_2$,
- grupę karboksylową $-COOH$.



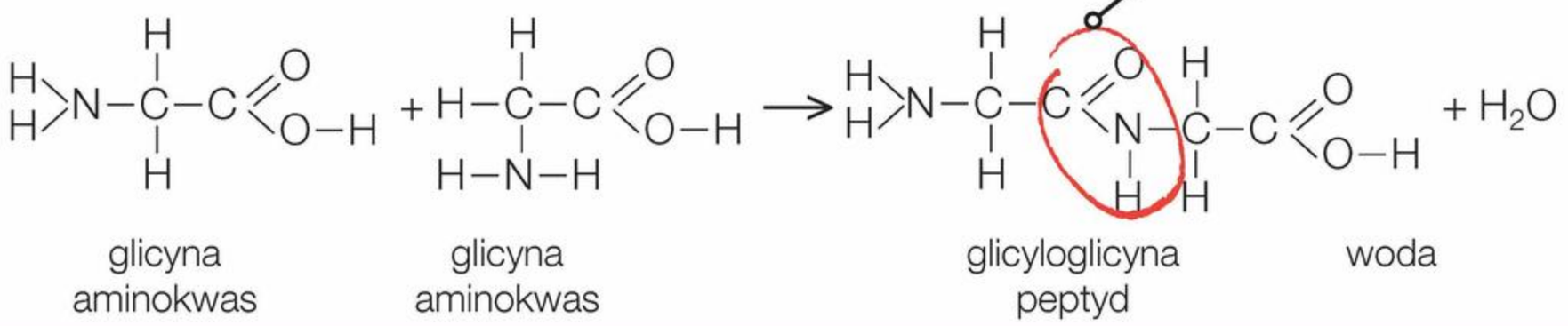
model cząsteczki kwasu aminooctowego

Co to są peptydy?

Peptydy to produkty łączenia się (kondensacji) aminokwasów. W cząsteczkach peptydów występuje **wiązanie peptydowe**. **Polipeptydy** są to związki organiczne otrzymane w wyniku **reakcji kondensacji wielu aminokwasów**.

Na czym polega kondensacja aminokwasów?

Kondensacja aminokwasów to reakcja między **grupą karboksylową** (o charakterze kwasowym), pochodzącą z jednej cząsteczki aminokwasu, a **grupą aminową** (o charakterze zasadowym) z drugiej cząsteczki aminokwasu. W wyniku tej reakcji powstają peptyd i woda:



Sprawdź, czy wiesz i umiesz...

Rozwiąż zadania w zeszycie

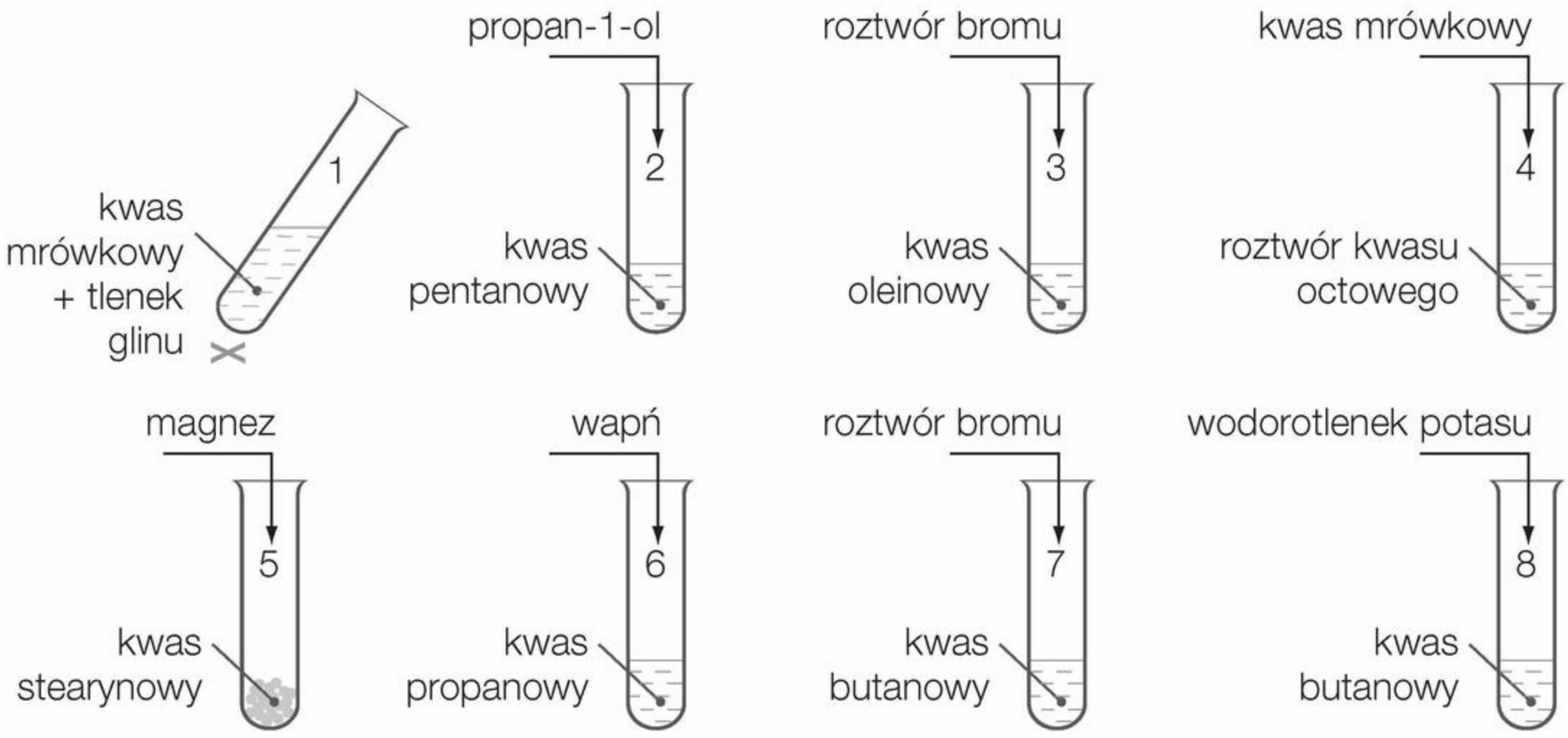
1. Zakwalifikuj związki chemiczne o podanych wzorach do alkoholi, kwasów karboksylowych, estrów lub aminokwasów.

$C_{17}H_{35}COOH$ • $CH_3(CH_2)_7OH$ • NH_2CH_2COOH • $CH_3(CH_2)_9COOH$ • $CH_3(CH_2)_4COOCH_3$ • $C_2H_4(OH)_2$ • $HCOO(CH_2)_6CH_3$ • $NH_2CH(CH_3)COOH$ • CH_3OH • $CH_3(CH_2)_3COOH$

2. Napisz wzory strukturalne, półstrukturalne i grupowe oraz podaj nazwy pochodnych węglowodorów o podanych wzorach.

$C_3H_5(OH)_3$ • $CH_3CH_2COOCH_2CH_3$ • NH_2CH_2COOH • $C_{15}H_{31}COOH$ • $CH_3(CH_2)_3COOCH_3$ • $CH_3(CH_2)_4OH$ • $CH_3(CH_2)_3COOH$

3. Przeprowadzono doświadczenie przedstawione na schemacie. **Podaj numery probówek, w których zaszły reakcje chemiczne. Napisz odpowiednie równania reakcji chemicznych.**



4. Uzupełnij równania reakcji spalania pochodnych węglowodorów.

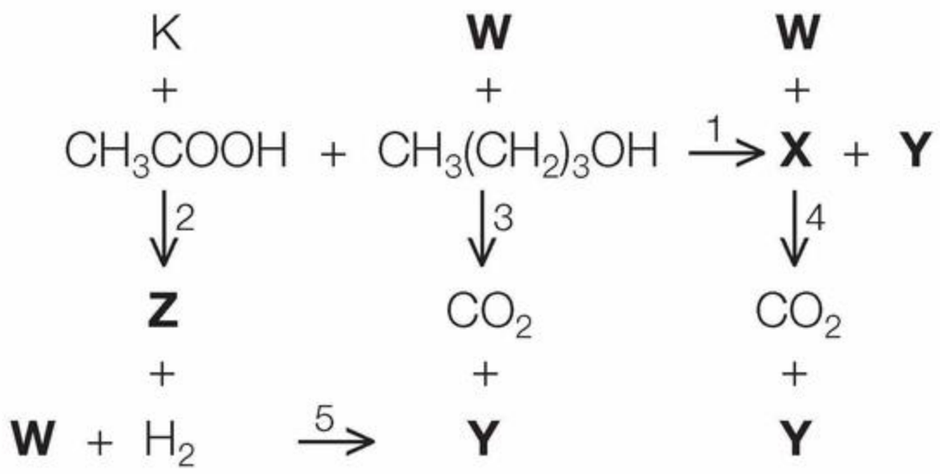
a) $CH_3(CH_2)_2COOH + \boxed{?} \longrightarrow \boxed{?} + 4H_2O$

b) $CH_3(CH_2)_4OH + 5O_2 \longrightarrow \boxed{?} + \boxed{?}$

c) $CH_3COOCH_2CH_3 + \boxed{?} \longrightarrow \boxed{?} + 4H_2O$

5. W roztworze znajdują się jony: H^+, Mg^{2+}, $HCOO^-$, CH_3COO^-. **Napisz wzory sumaryczne związków chemicznych, które mogły zostać rozpuszczone w wodzie.**

6. Napisz wzory i nazwy substancji oznaczonych literami (W–Z) **na chemografie. Napisz równania reakcji chemicznych oznaczonych cyframi** (1–5)**.**





Substancje o znaczeniu biologicznym

5

35. Tłuszcze

Cele lekcji: Poznanie podstawowych składników żywności oraz wyjaśnienie ich roli w prawidłowym funkcjonowaniu organizmu. Wyjaśnienie pojęcia **tłuszcze**. Poznanie budowy, rodzajów, właściwości i zastosowań tłuszczów.

36. Białka

Cele lekcji: Wyjaśnienie pojęcia **białka**. Określenie składu pierwiastkowego białek. Poznanie rodzajów białek, ich właściwości i zastosowań. Wyjaśnienie różnicy między denaturacją a koagulacją białek.

37. Cukry

Cele lekcji: Wyjaśnienie pojęcia **cukry**. Określenie składu pierwiastkowego i rodzajów cukrów.

38. Glukoza i fruktoza

Cele lekcji: Poznanie występowania, właściwości i zastosowań glukozy i fruktozy.

39. Sacharoza

Cele lekcji: Poznanie występowania, właściwości i zastosowań sacharozy.

40. Skrobia i celuloza

Cele lekcji: Poznanie występowania, właściwości i zastosowań skrobi i celulozy.

35 Tłuszcze



Fot. 127. Z ziaren słonecznika otrzymuje się olej słonecznikowy.

Tłuszcze występują w nasionach roślin oleistych, np. słonecznika (fot. 127.), rzepaku, a także w organizmach zwierzęcych jako materiał zapasowy (składnik tkanek podskórnych).

Co to są tłuszcze?

Tłuszcze to **mieszaniny estrów glicerolu i kwasów tłuszczowych**. Występują w środowisku przyrodniczym, np. w orzechach włoskich.

Co to są kwasy tłuszczowe?

Kwasy tłuszczowe to wyższe kwasy karboksylowe występujące naturalnie w tłuszczach, np. kwasy: palmitynowy, oleinowy, stearynowy.

Jakie są rodzaje tłuszczów?

Ze względu na pochodzenie (fot. 128.) lub występowanie tłuszczów można wyróżnić:



Fot. 128. Masło jest tłuszczem pochodzenia zwierzęcego.

Tłuszcze

- **roślinne** – np.: olej słonecznikowy, olej sojowy, oliwa z oliwek
- **zwierzęce** – np.: smalec, tran, łój

Ze względu na rodzaj wiązania w cząsteczce tłuszcze dzieli się na:

Tłuszcze

- **nienasycone (ciekłe)** – np.: oleje, oliwy, tran
- **nasycone (stałe)** – np.: masło, smalec, łój

Chemia wokół nas



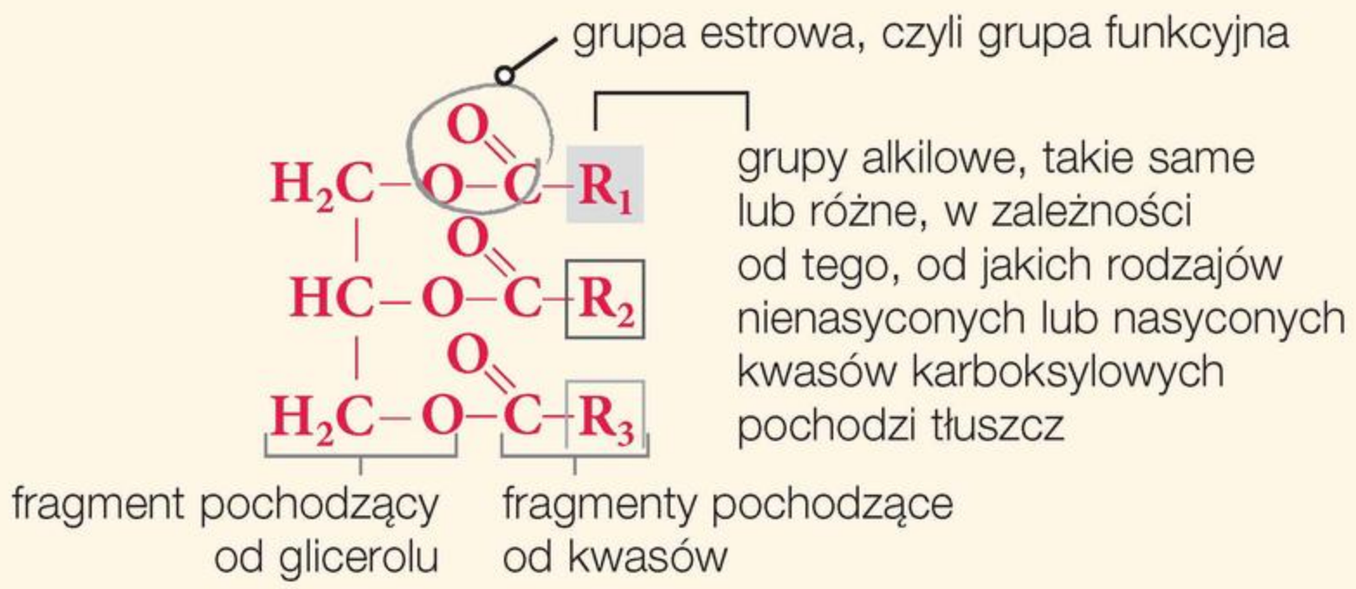
Naturalne tłuszcze są estrami mieszanymi. W ich cząsteczkach występują grupy alkilowe kwasów nasyconych i nienasyconych, zawierających od 12 do 18 atomów węgla w cząsteczkach. Nienasycone kwasy tłuszczowe (fot. 129.) są niezbędne do prawidłowego funkcjonowania organizmu (NNKT – niezbędne nienasycone kwasy tłuszczowe). Kwasy nasycone powodują odkładanie się cholesterolu w naczyniach krwionośnych. Przyczynia się on do wzrostu ciśnienia krwi, a to w konsekwencji może powodować choroby serca i układu krążenia.

Fot. 129. Źródłem NNKT jest m.in. olej z pestek winogron.

Jak zapisać wzór ogólny tłuszczów?

Cząsteczki tłuszczów składają się z fragmentu pochodzącego od **cząsteczki glicerolu** połączonego za pomocą **wiązań estrowych** z trzema fragmentami pochodzącymi od **cząsteczek kwasów tłuszczowych**.

Wzór ogólny tłuszczów ma postać:



grupa funkcyjna
—COO—
grupa estrowa

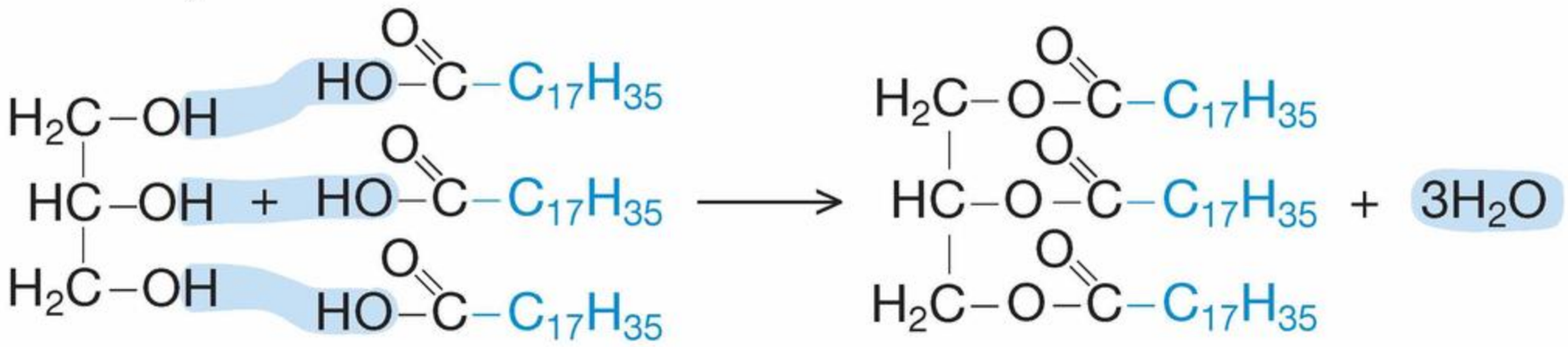
Jak otrzymać tłuszcze?

Tłuszcze mogą powstawać **w reakcji estryfikacji wyższych kwasów karboksylowych z glicerolem**. Jednak nie produkuje się w ten sposób tłuszczów na skalę przemysłową.

Ogólny zapis otrzymywania tłuszczów w reakcji estryfikacji:

glicerol + kwasy tłuszczowe ⟶ tłuszcz + woda
(ester)

Reakcję otrzymywania tristearynianu glicerolu przedstawia równanie reakcji:



Jakie właściwości mają tłuszcze?

Tłuszcze pochodzenia roślinnego zwykle występują w ciekłym stanie skupienia. Wyjątkiem jest olej kokosowy, który w temperaturze pokojowej jest substancją stałą.

Tłuszcze pochodzenia zwierzęcego, stosowane do celów spożywczych, to substancje stałe w temperaturze pokojowej. Wyjątkiem jest tran (fot. 130.), który pozyskuje się m.in. z wątroby dorsza.



Fot. 130. Tran to jedyny tłuszcz jadalny pochodzenia zwierzęcego, który w temperaturze pokojowej jest cieczą.

Doświadczenie 38

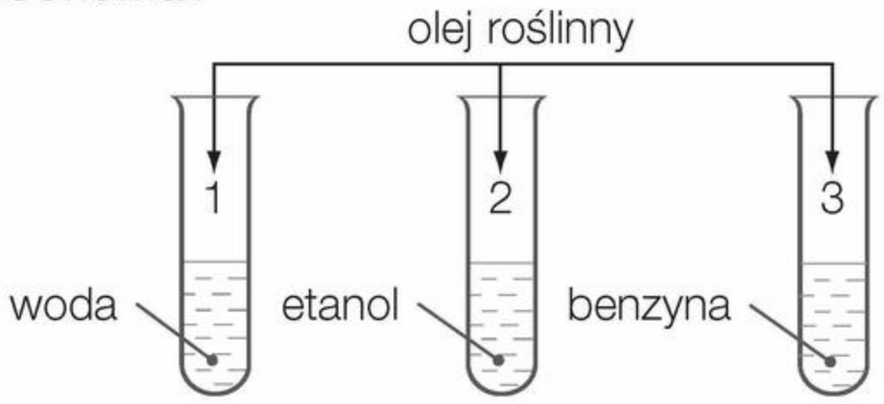
Badanie rozpuszczalności tłuszczów


CH_3CH_2OH

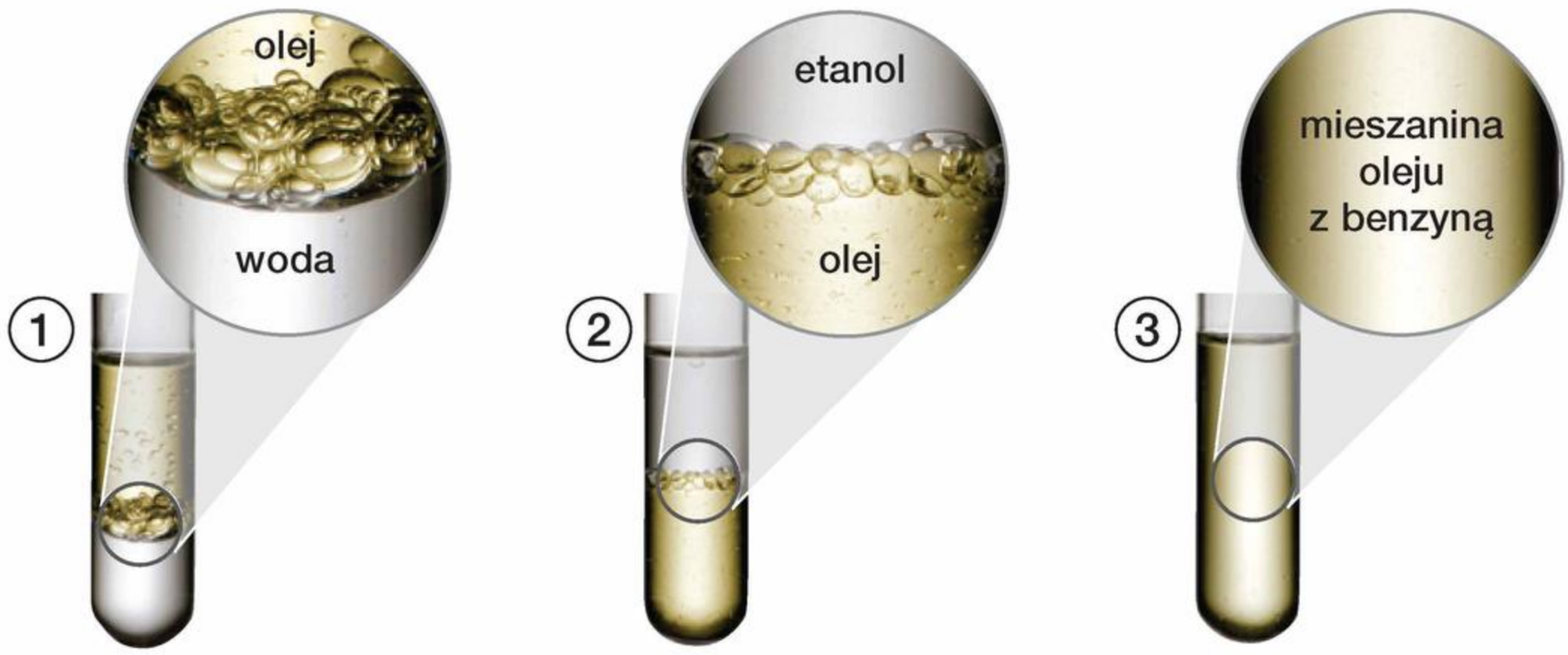
benzyna

Instrukcja: Do trzech probówek: z wodą, etanolem i benzyną, dodaj po kilka kropel oleju roślinnego (schemat). Wstrząśnij probówkami.

Schemat



Obserwacje: Olej dobrze rozpuszcza się w benzynie ③, gorzej w etanolu ②. W wodzie ① się nie rozpuszcza (fot. 131.) – pływa po jej powierzchni. Po wstrząśnięciu probówką ciecze się mieszają, a po chwili rozwarstwiają i olej wypływa ponownie na powierzchnię wody.



Fot. 131. Badanie rozpuszczalności oleju roślinnego w: wodzie ①, etanolu ②, benzynie ③.

Wniosek: Tłuszcze mają gęstość mniejszą od gęstości wody. Po wymieszaniu z wodą tworzą **emulsję**, czyli mieszaninę niejednorodną dwóch nierozpuszczających się w sobie cieczy, z których jedna jest rozproszona w drugiej w postaci małych kropelek.

Tłuszcze mają gęstość mniejszą od gęstości wody, dlatego woda nie ugasi płonącego tłuszczu. Będzie się nadal palił, unosząc się na jej powierzchni.

Płonący tłuszcz (fot. 132.) trzeba gasić przez odcięcie dostępu powietrza, np. przykrywając patelnię pokrywką.

Palącego się oleju nie wolno gasić wodą.



Fot. 132. Olej, podobnie jak ropa naftowa i benzyna, ma gęstość mniejszą od gęstości wody, dlatego wypływa na powierzchnię wody i pali się dalej.

Jak odróżnić tłuszcze roślinne od tłuszczów zwierzęcych?

Identyfikację tłuszczów przeprowadzono w doświadczeniu 39.

Doświadczenie 39

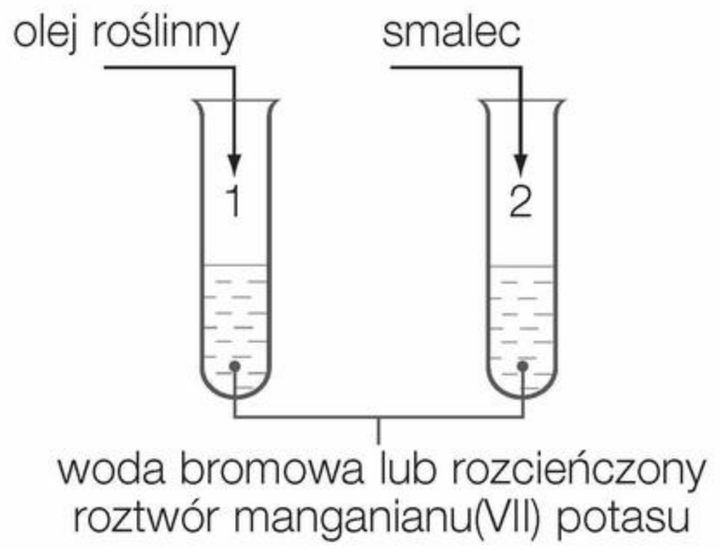
Odróżnianie tłuszczów roślinnych od zwierzęcych

$Br_{2(aq)}$

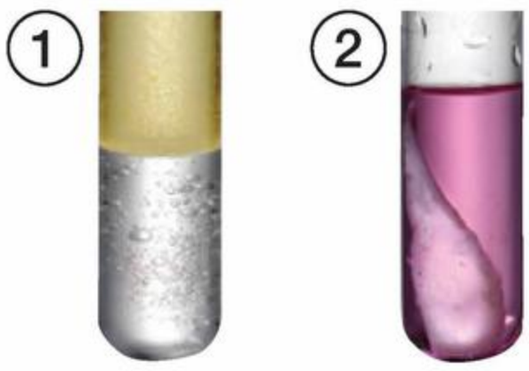
$KMnO_4$

Instrukcja: Do dwóch probówek nalej wody bromowej lub rozcieńczonego roztworu manganianu(VII) potasu (schemat). Do probówki 1. dodaj kilka kropel oleju roślinnego, a do probówki 2. tłuszcz zwierzęcy (masło lub smalec). Wstrząśnij probówkami.

Schemat



Obserwacje: W probówce ① odbarwiła się woda bromowa lub rozcieńczony roztwór manganianu(VII) potasu.
W probówce ② nie odbarwiła się woda bromowa lub rozcieńczony roztwór $KMnO_4$ (fot. 133.).



Fot. 133. Identyfikacja tłuszczów za pomocą rozcieńczonego roztworu manganianu(VII) potasu: olej roślinny ①, smalec ②.

Wniosek: **Olej roślinny** zawiera **związki nienasycone**, a **smalec** – **związki nasycone**.
Tłuszcze ciekłe w temperaturze pokojowej są związkami nienasyconymi, a tłuszcze stałe – związkami nasyconymi.

Dla dociekliwych

W organizmie człowieka podczas trawienia tłuszcze ulegają przemianie pod wpływem enzymów (fot. 134.):

$$\text{tłuszcz} + \text{woda} \xrightarrow{\text{enzymy}} \text{kwasy tłuszczowe} + \text{glicerol}$$

$$\downarrow + O_2 \text{ (oddychanie)}$$

$$CO_2 + H_2O + \text{energia}$$

Kwasy, które powstają podczas trawienia, przenikają przez ścianki jelit, a następnie łączą się z glicerolem, tworząc ponownie tłuszcze:

$$\text{glicerol} + \text{kwasy tłuszczowe} \rightleftharpoons \text{tłuszcz} + \text{woda}$$



Fot. 134. Przemiana tłuszczów dostarcza organizmowi energii i częściowo pokrywa jego zapotrzebowanie na wodę.

Tłuszcze

Masło, smalec, olej i oliwę powszechnie stosuje się w gospodarstwach domowych do smarowania pieczywa, pieczenia oraz smażenia potraw.



- przemysł spożywczy
- przemysł kosmetyczny
- przemysł chemiczny

Przemysł chemiczny

Oleje, np. lniany i konopny, wykorzystuje się do produkcji farb olejnych.

Przemysł spożywczy

Większość potraw, przygotowywanych zarówno w warunkach domowych, jak i na skalę przemysłową, powstaje z dodatkiem tłuszczów.





Przemysł kosmetyczny

Mydła to sole kwasów tłuszczowych, które otrzymuje się w wyniku reakcji chemicznej tłuszczów z KOH lub NaOH. Oleje roślinne wchodzące w skład kosmetyków pełnią funkcję ochronną i nawilżającą.

To Ci się przyda!

Olej to tłuszcz powszechnie stosowany do smażenia potraw, ale nie każdy olej dobrze reaguje na podwyższoną temperaturę. Na przykład oleju lnianego czy sezamowego powinniśmy używać wyłącznie do potraw na zimno. W wysokiej temperaturze te oleje tracą swoje właściwości i smak.

Zanim wylejesz olej na patelnię, upewnij się, czy jest przeznaczony do smażenia. ▶

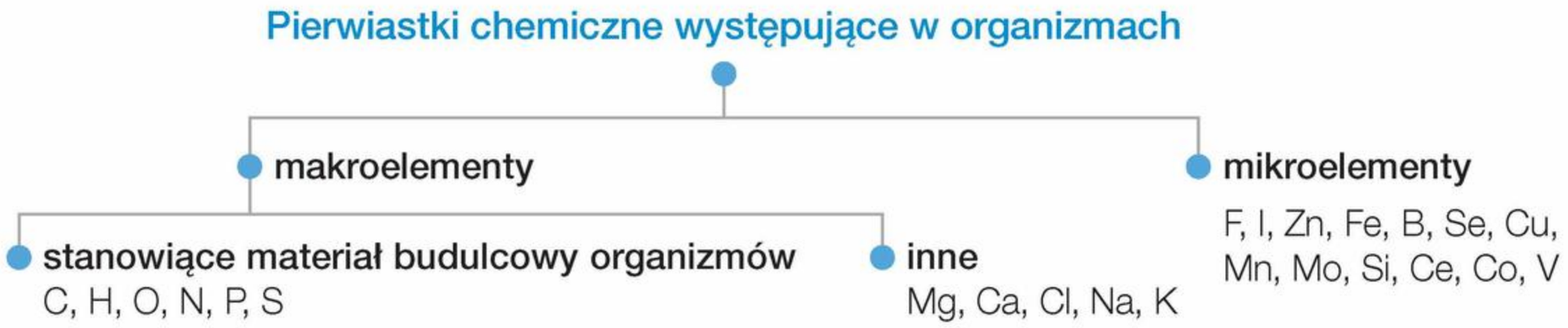


Jakie funkcje w organizmie pełnią tłuszcze i inne składniki odżywcze?

Składniki odżywcze, które człowiek przyjmuje z pokarmem, pełnią w organizmie **funkcje budulcowe** (głównie białka i niektóre sole mineralne), **energetyczne** (głównie cukry i tłuszcze) i **regulujące** (głównie witaminy, woda i sole mineralne).

Jakie pierwiastki chemiczne występują w organizmach?

Wśród pierwiastków występujących w organizmach wyróżnia się **mikroelementy** i **makroelementy**. Mikroelementy, w przeciwieństwie do makroelementów, występują w organizmach w bardzo małej ilości. Niestety ludzki organizm nie wytwarza samodzielnie witamin, dlatego trzeba je dostarczać z pożywieniem. Wyjątkiem jest witamina D produkowana przez komórki skóry pod wpływem promieni UV.



Jaką rolę w organizmie odgrywa woda?

Woda (rys. 10.) jest składnikiem krwi, płynów komórkowych i limfy. Są w niej rozpuszczone produkty przemiany materii, dzięki czemu mogą być rozprowadzane po całym organizmie. Woda, parując z powierzchni skóry, **chroni organizm przed przegrzaniem**. Nadmiar wody jest wydalany w postaci moczu, potu lub innych wydzielin organizmu. Woda w postaci pary wodnej jest wydychana z płuc.



Rys. 10. Skład procentowy (procent masowy) organizmu człowieka.

Rozwiąż zadania w zeszycie

1. **Napisz wzór półstrukturalny tłuszczu o nazwie tripalmitynian glicerolu.**
2. **Napisz równanie reakcji otrzymywania trioleinianu glicerolu.**
3. **Napisz równanie reakcji spalania całkowitego tristearynianu glicerolu.**
4. Gorzka czekolada zawiera 32 % tłuszczu (procent masowy). **Oblicz, ile gramów tłuszczu dostarczy się organizmowi po zjedzeniu $\frac{1}{4}$ tabliczki czekolady o masie 200 g.**
5. W 120 g jogurtu truskawkowego znajduje się 2,8 g tłuszczu. **Oblicz zawartość procentową tłuszczu w tym jogurcie.**

Dla dociekliwych

6. **Napisz równania reakcji chemicznych przedstawiających przemiany tripalmitynianu glicerolu, które zachodzą w organizmie człowieka.**

Zapamiętaj!

Tłuszcze – mieszaniny estrów glicerolu i kwasów tłuszczowych.

36 Białka



Fot. 135. Głównym składnikiem budulcowym sierści i pazurów kota jest białko nazywane keratyną.

Białka występują we wszystkich organizmach – zarówno roślinnych, jak i zwierzęcych. Stanowią podstawowy materiał budulcowy tkanek zwierzęcych. Wchodzą w skład: krwi, mięśni, chrząstek, mleka, a także skóry, paznokci, sierści (fot. 135.), piór itp.

Co to są białka?

Białka to **wielkocząsteczkowe związki organiczne** występujące w organizmach. Do białek zalicza się wiele hormonów, toksyn bakteryjnych oraz substancji znajdujących się w jadzie zwierząt. Białkami są też prawie wszystkie znane enzymy.

Jak są zbudowane cząsteczki białek?

Cząsteczki białek są zbudowane głównie z **atomów węgla, tlenu, azotu, wodoru i siarki** (rys. 11.). Jednak znane są też białka, w skład których wchodzą także atomy innych pierwiastków chemicznych, np. fosforu. Budowa cząsteczek białek jest różnorodna i bardzo skomplikowana, zależy od rodzaju aminokwasów wchodzących w ich skład. **Masa cząsteczkowa** białek wynosi **od kilkunastu tysięcy do kilkudziesięciu milionów jednostek masy atomowej (u).**



Rys. 11. Wełna jest włóknem pochodzenia zwierzęcego (włóknem białkowym). Zawiera białko (keratynę), które występuje m.in. w sierści zwierząt.

Chemia wokół nas

Jad kiełbasiany (botulina) – jedna z najsilniejszych trucizn – to białko. Toksyna ta powstaje między innymi w niewłaściwie przygotowanych i przechowywanych konserwach (fot. 136.).

Fot. 136. Jad kiełbasiany jest wytwarzany przez bakterię *Clostridium botulinum*.

Jak powstają białka?

Białka powstają z **aminokwasów** (patrz temat 34., s. 184), zarówno tych wytwarzanych przez sam organizm, jak i tych pobranych wraz z pokarmem.

Jakie rodzaje białek można wyróżnić?

Różnorodność białek występujących w przyrodzie jest ogromna. Z zaledwie 20 aminokwasów białkowych mogą powstać tysiące różnych cząsteczek białek:

Białka (proteiny)

proste
są zbudowane wyłącznie z reszt aminokwasowych

złożone
oprócz części pochodzącej od aminokwasów zawierają pierwiastki chemiczne lub przyłączone cząsteczki innych związków chemicznych

Jakie właściwości mają białka?

Zachowanie białka pod wpływem ogrzewania oraz roztworów kwasów, zasad, soli i alkoholi zbadano w doświadczeniach 40. i 41., s. 200.

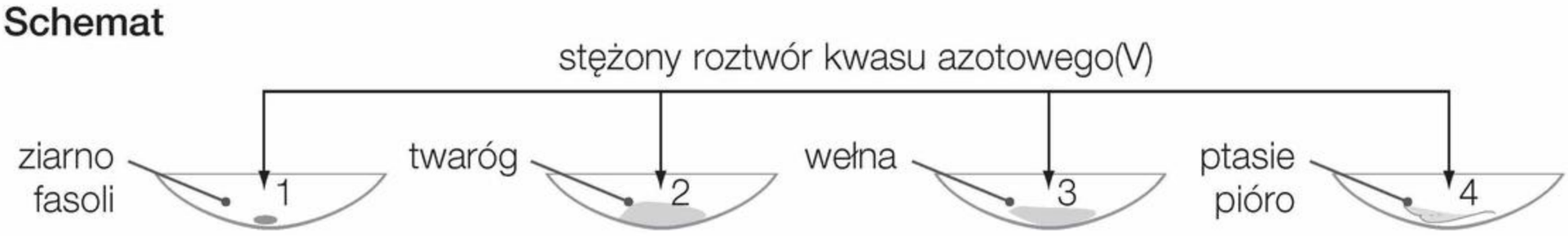
Doświadczenie 40

Wykrywanie obecności białek

$HNO_{3(stęż.)}$

Instrukcja: Na czterech szkiełkach zegarkowych połóż: ugotowane i roztarte ziarno fasoli, niewielką ilość twarogu, kawałek wełny i ptasie pióro. Na badanych substancjach umieść po jednej kropli stężonego roztworu kwasu azotowego(V) (schemat).

Schemat



Obserwacje: Ugotowane i roztarte ziarno fasoli, twaróg, kawałek wełny i ptasie pióro żółkną (fot. 137.) pod wpływem stężonego roztworu kwasu azotowego(V).

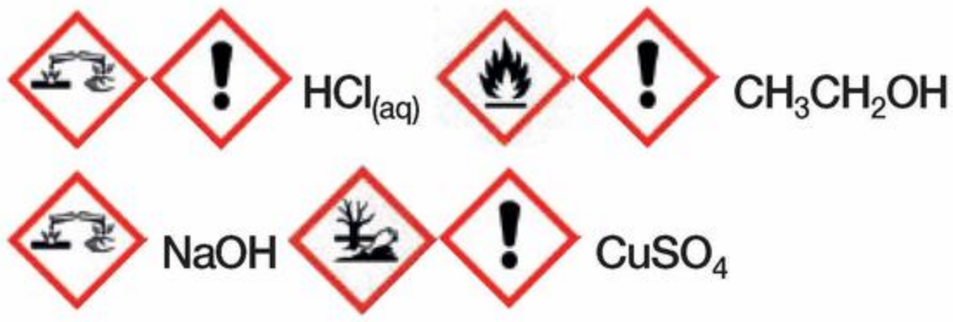


Fot. 137. Wykrywanie białka w twarogu (2) i wełnie (3).

Wniosek: Zaszła **reakcja ksantoproteinowa**, co świadczy o obecności białka w badanych substancjach.

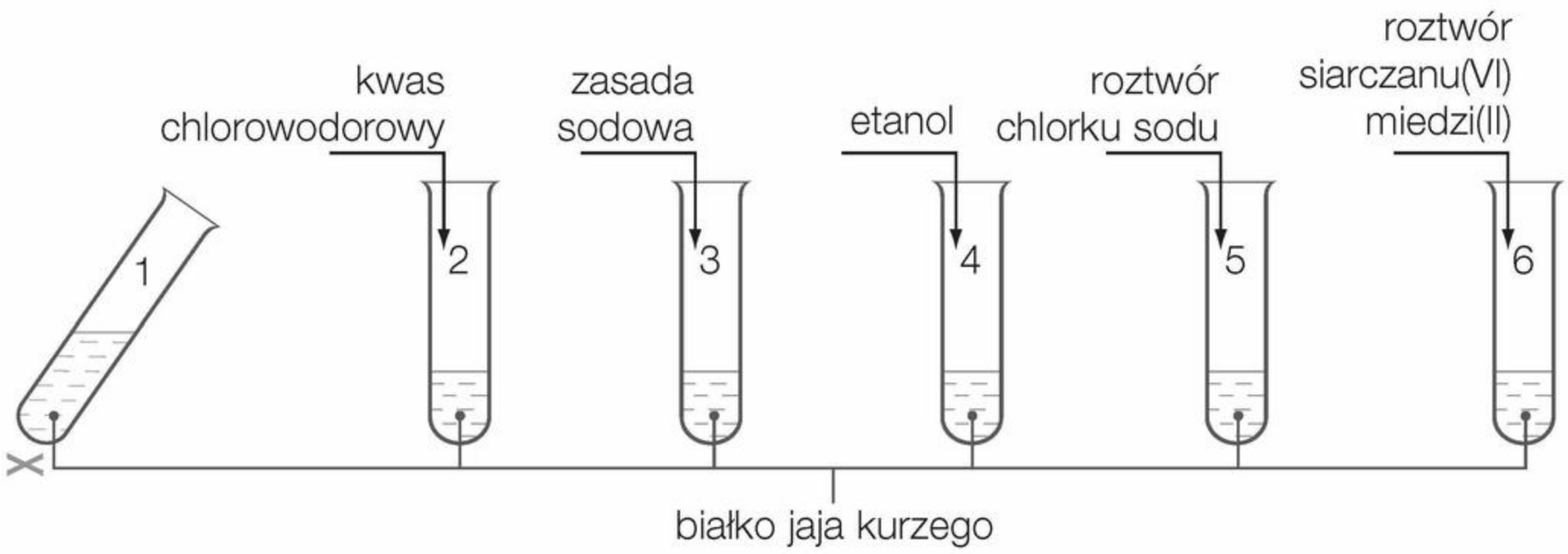
Doświadczenie 41

Badanie właściwości białek

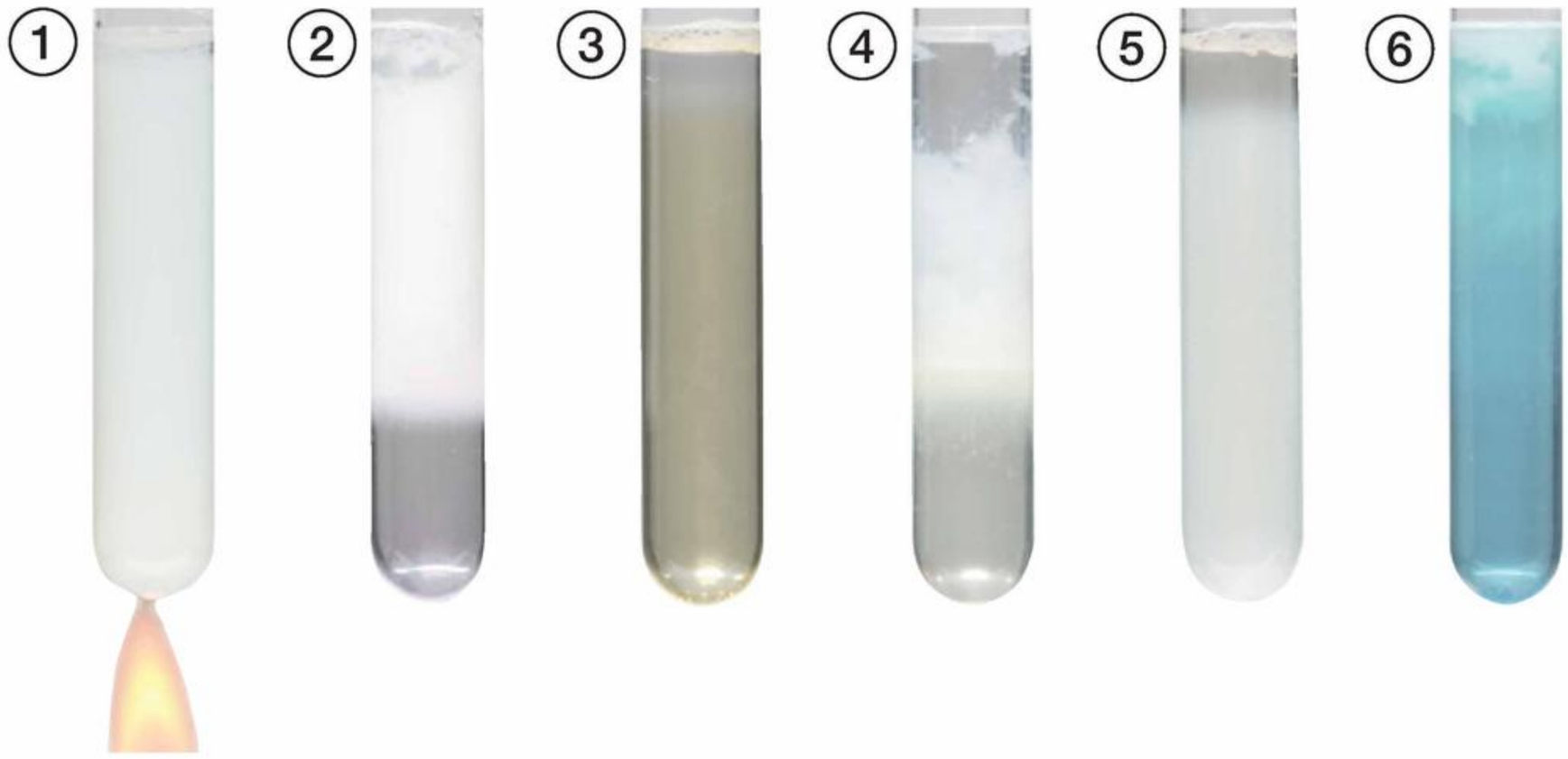


Instrukcja: W statywie umieść 6 probówek z małą ilością białka, np. jaja kurzego. Probówkę 1. ogrzej w płomieniu palnika. Do pozostałych probówek dodaj po kilka kropel: kwasu chlorowodorowego do probówki 2., zasady sodowej do probówki 3., etanolu do probówki 4., roztworu chlorku sodu do probówki 5., roztworu siarczanu(VI) miedzi(II) do probówki 6. (schemat).

Schemat



Obserwacje: We wszystkich probówkach białko zmienia wygląd (fot. 138.).



Fot. 138. Skutki wpływu na białko: podwyższonej temperatury ①, kwasu chlorowodorowego ②, zasady sodowej ③, etanolu ④, roztworu chlorku sodu ⑤, roztworu siarczanu(VI) miedzi(II) ⑥.

Wniosek: Białko ścina się pod wpływem:

- podwyższonej temperatury ①,
- kwasów ②,
- zasad ③,
- alkoholi ④,
- soli metali ⑤, ⑥.

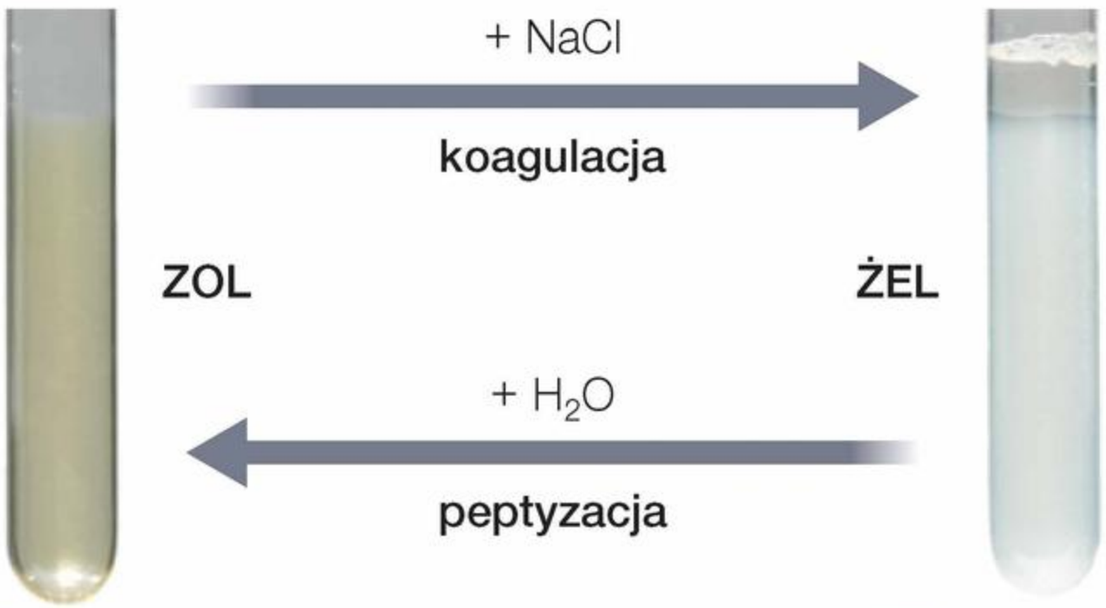
Jakim procesom ulegają białka?

Białka ulegają procesom odwracalnym i nieodwracalnym. Białko jaja kurzego i woda tworzą **koloid** (zol), czyli mieszaninę, w której cząstki substancji mają rozmiary od 10^{-9} m do 10^{-7} m.

Jakim procesom odwracalnym ulegają białka?

Procesy odwracalne, którym ulegają białka, to wysalanie i peptyzacja. Wysalanie białka zachodzi pod wpływem soli metali lekkich, np. NaCl, Na_2SO_4. Białko ścina się lub z zolu wytrąca się osad (fot. 139.). W ten sposób powstaje żel. Proces ten to **koagulacja białka**. Odwracalny proces koagulacji białek, czyli **wysalanie białka**, nie powoduje naruszenia struktury białka.

Peptyzacja to proces odwrotny do wysalania – żel rozpuszcza się w wodzie i przechodzi ponownie w zol.



zol to roztwór wodny białka

żel to zawiesina białka w wodzie

Fot. 139. Koagulacja odwracalna i peptyzacja.

Dla dociekliwych

Białko jaja kurzego miesza się z wodą, tworząc koloid, dla którego charakterystycznym zjawiskiem jest **efekt Tyndalla** (fot. 140.). To samo zjawisko można zaobserwować również podczas rozchodzenia się promieni słońca w zakurzonym pomieszczeniu.



Fot. 140. Wiązka światła biegnąca przez koloid rozprasza się na cząstkach białka.

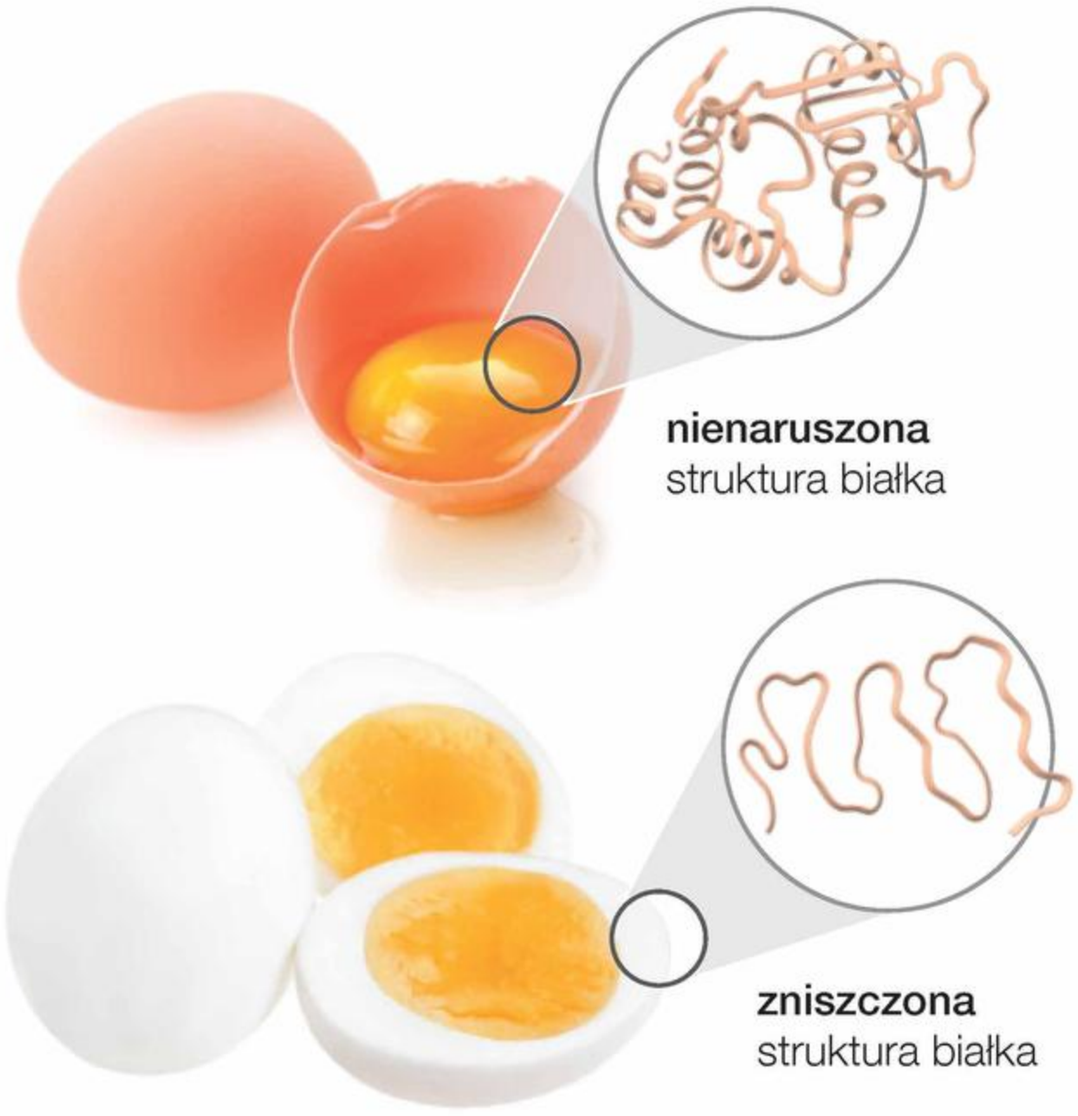
Metale lekkie to te, których gęstość jest mniejsza od 4,5 $\frac{g}{cm^3}$.

Jakim procesom nieodwracalnym ulegają białka?

Metale ciężkie to te, których gęstość jest większa od 4,5 $\frac{g}{cm^3}$.

Denaturacja to zmiana struktury białka (fot. 141.) (koagulacja nieodwracalna) zachodząca pod wpływem:

- podwyższonej temperatury,
- roztworów kwasów, zasad, alkoholi oraz soli metali ciężkich, np. $Pb(NO_3)_2$.



Fot. 141. Wysoka temperatura powoduje nieodwracalne zmiany w strukturze białka.

Chemia wokół nas



Gluten to mieszanina białek – kleista substancja nierozpuszczalna w wodzie. Występuje ona w ziarnach zbóż (fot. 142.). Osoby, których organizm nie przyswaja glutenu, muszą stosować dietę bezglutenową, tzn. spożywać produkty pozbawione glutenu, np. kukurydziane, ryżowe.

Fot. 142. Gluten odgrywa ważną rolę przy wypieku pieczywa. Mąka używana do pieczenia zawiera około 18 % glutenu.

Proces ścinania się białka pod wpływem soli metali ciężkich wykorzystuje się podczas udzielania pomocy przy zatruciach pokarmowych metalami ciężkimi lub ich związkami chemicznymi, np. solami. Osobie, która się zatruła, podaje się do picia dużą ilość mleka, aby wytrącić w żołądku osad związku białka z metalem ciężkim. Następnie osad ten usuwa się z organizmu, np. przez płukanie żołądka.

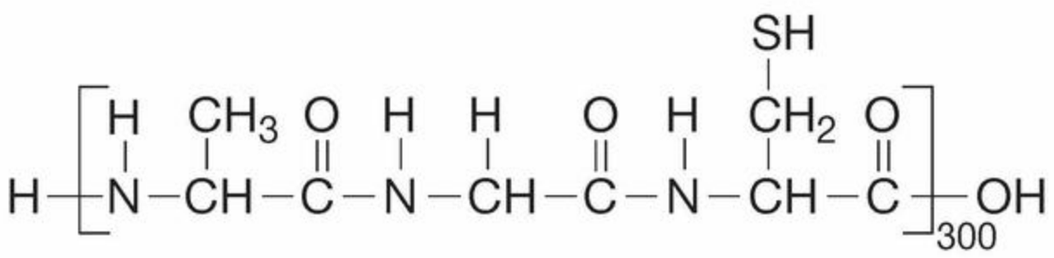
Rozwiąż zadania w zeszycie

1. **Wybierz prawdziwe informacje dotyczące białek.**
   a) białka to wielkocząsteczkowe związki naturalne, które mogą być zbudowane z 20 różnych, połączonych ze sobą aminokwasów
   b) białka składają się tylko z fragmentów aminokwasów
   c) cząsteczki białek są zbudowane tylko z atomów węgla i wodoru
   d) w organizmie człowieka białka stanowią składnik chrząstek, krwi, mięśni, skóry i paznokci

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

1.	Koagulacja białek zachodzi tylko pod wpływem podwyższonej temperatury.	P	F
2.	Peptyzacja to proces przechodzenia żelu w zol.	P	F
3.	Wysalanie białka jest procesem nieodwracalnym.	P	F
4.	Białka z wodą tworzą koloid, czyli mieszaninę, w której cząsteczki mają rozmiary do 10^{-9} m.	P	F
5.	Białka to związki organiczne powstające z aminokwasów.	P	F

3. **Oblicz masę cząsteczkową białka o następującym wzorze:**



4. Białko znajdujące się w mleku ma postać koloidu – zolu. **Podaj kilka sposobów wytrącania go z tego roztworu. Które sposoby można zastosować do produkcji sera?**

5. **Wyjaśnij, jakie znaczenie dla organizmów ma fakt, że białko pod wpływem soli metali lekkich ulega wysalaniu, a nie denaturacji.**

6. Hemoglobina zawiera 0,355 % (procent masowy) żelaza. **Oblicz masę cząsteczkową hemoglobiny**, wiedząc, że jej cząsteczka zawiera 1 atom żelaza.

7. Żelatyna to substancja białkowa otrzymywana z chrząstek i kości zwierząt. **Opisz, co się dzieje z żelatyną w zimnej i gorącej wodzie na podstawie własnych doświadczeń przy przygotowywaniu galaretki owocowej.**

Dla dociekliwych

8. **Zaprojektuj doświadczenie.** Odróżnianie jedwabiu naturalnego od jedwabiu sztucznego. **Narysuj schemat doświadczenia, zapisz przewidywane obserwacje i sformułuj wniosek.**

Zapamiętaj!

Białka – wielkocząsteczkowe związki organiczne o bardzo skomplikowanej budowie; produkty reakcji łączenia się (kondensacji) aminokwasów.

Koagulacja – proces przemiany zolu w żel.

Wysalanie białek – odwracalny proces koagulacji białek.

Peptyzacja – proces przemiany żelu w zol.

Zol – roztwór wodny białka, koloid.

Żel – zawiesina białka w wodzie, produkt koagulacji zolu.

Denaturacja – nieodwracalny proces ścinania się białka.

37 Cukry



Fot. 143. Lizaki mogą zawierać około 98 % (procent masowy) cukrów.

Lizaki (fot. 143.), ciastka, cukierki i inne słodycze produkuje się z cukrów. Naturalnie cukry występują m.in. w owocach i miodzie.

Jaki jest skład pierwiastkowy cukrów?

Obecność węgla w cukrach można potwierdzić, wykonując doświadczenie 42. W skład cukrów wchodzą też atomy wodoru i tlenu.

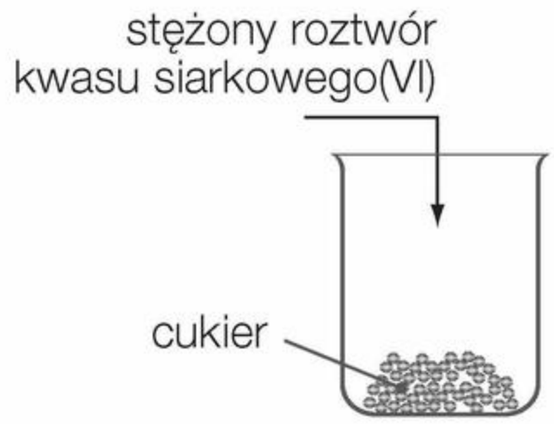
Doświadczenie 42

Badanie składu pierwiastkowego cukrów

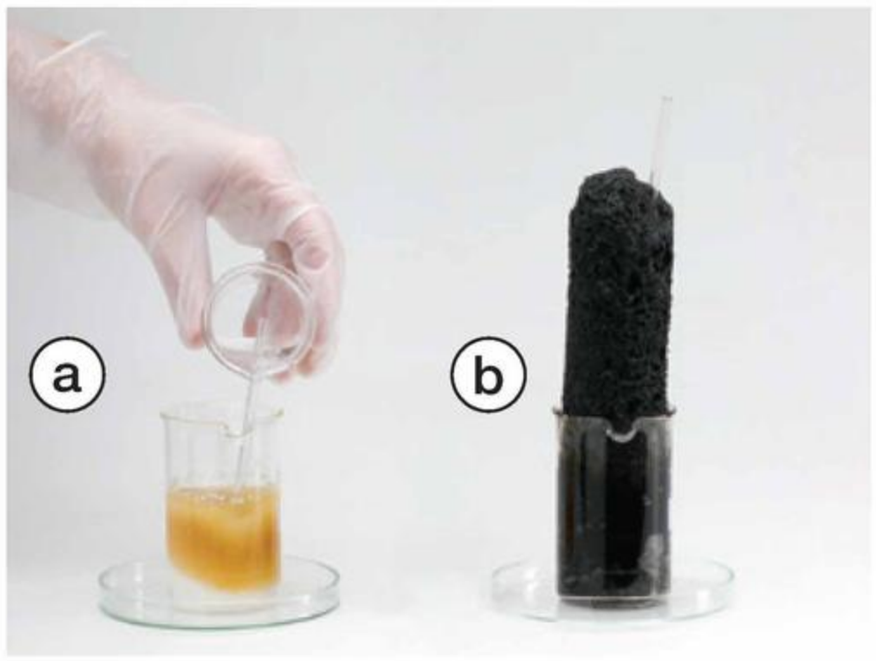


Instrukcja: Do zlewki wsyp pół łyżeczki cukru i dodaj kilka kropel stężonego roztworu kwasu siarkowego(VI), aby całkowicie zwilżyć cukier (schemat).

Schemat



Obserwacje: Cukier żółknie (a), a po kilku minutach pęcznieje i staje się czarny (b) (fot. 144.).



Fot. 144. Stężony roztwór kwasu siarkowego(VI) powoduje, że cukier żółknie (a), a potem pęcznieje i się zwęgla (b).

Wniosek: Składnikiem cukru jest węgiel.

Co to są cukry?

Cukry to **związki organiczne**, nazywane inaczej sacharydami, **zbudowane z atomów węgla, wodoru i tlenu**.

H_2O
stosunek atomów
liczba atomów H : liczba atomów O
2 : 1

Dla dociekliwych

Stosunek liczby atomów wodoru do tlenu w cząsteczkach cukrów jest taki sam jak w cząsteczce wody, tzn. 2 : 1. Stąd też pochodzi historyczna nazwa cukrów – **węglowodany**.

Jak zapisać wzór ogólny cukrów?

Wzór ogólny cukrów (sacharydów) ma postać:

$$C_n(H_2O)_m$$

liczby naturalne;
$n \geq m$

Jakie są rodzaje cukrów?

Ze względu na budowę cząsteczek cukrów wyróżnia się:

Cukry (sacharydy)

cukry proste (monosacharydy)
cukry o najprostszej budowie – zawierające od 3 do 8 atomów węgla w cząsteczce, np.
glukoza, **fruktoza** – $C_6H_{12}O_6$

wzór ogólny cukrów prostych:
$C_n(H_2O)_m$
gdzie: $n = m$

cukry złożone

oligosacharydy
cukry o cząsteczkach zbudowanych z kilku cukrów prostych (2–10), np.
sacharoza, **maltoza**, **laktoza** – $C_{12}H_{22}O_{11}$

polisacharydy
cukry o cząsteczkach zbudowanych z wielu (> 10) cukrów prostych, np.
skrobia, **celuloza** – $(C_6H_{10}O_5)_n$
gdzie:
skrobia: n = 300–400
celuloza: n = 100–10 000

wzór ogólny cukrów złożonych:
$C_n(H_2O)_m$
gdzie: $n > m$

Rozwiąż zadania w zeszycie

1. **Oblicz stosunek masy węgla do masy wodoru i do masy tlenu w sacharozie.**
2. **Oblicz zawartość procentową (procent masowy) pierwiastków chemicznych w laktozie.**
3. **Odpowiedz, który z cukrów – glukoza czy maltoza – zawiera większy procent masowy węgla w cząsteczce. Odpowiedź uzasadnij, wykonując obliczenia.**
4. **Napisz wzór sumaryczny cukru o masie cząsteczkowej 90 u.**
5. Masa cząsteczkowa pewnego polisacharydu wynosi 17 010 u. **Ustal jego nazwę.**
6. **Oblicz, ile gramów cukrów znajduje się w 250 g suszonych daktyli.** Zawartość procentowa (procent masowy) cukrów w daktylach wynosi 73 %.

Zapamiętaj!

Cukry (sacharydy) – związki organiczne zbudowane z atomów węgla, wodoru i tlenu, o wzorze ogólnym $C_n(H_2O)_m$, gdzie m, n – liczby naturalne; $n \geq m$.

38 Glukoza i fruktoza



Fot. 145. Pszczoły muszą zebrać nektar z kilku milionów kwiatów, aby wytworzyć 1 kg miodu.

Glukoza i fruktoza to związki chemiczne powszechnie występujące w środowisku przyrodniczym. Wchodzą w skład wielu owoców, warzyw oraz kwiatów. Występują też w miodzie naturalnym, który jest wytwarzany przez pszczoły (fot. 145.).

Jaki wzór mają glukoza i fruktoza?

Glukoza i fruktoza to **cukry proste** (monosacharydy), które mają **taki sam wzór sumaryczny**:

$$C_6H_{12}O_6$$

Jakie właściwości mają glukoza i fruktoza?

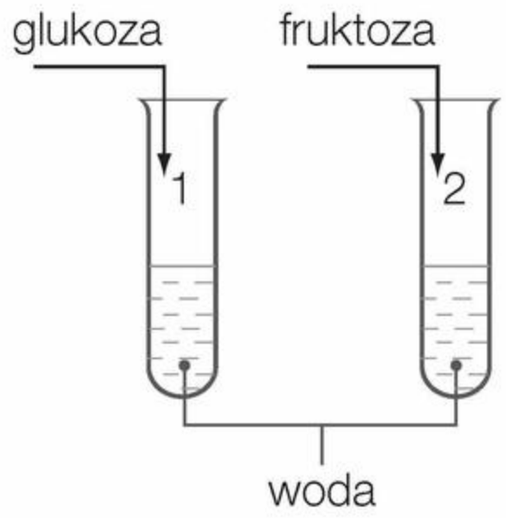
Właściwości tych cukrów prostych zbadano w doświadczeniu 43.

Doświadczenie 43

Badanie właściwości glukozy i fruktozy

Instrukcja: Zbadaj właściwości glukozy i fruktozy: stan skupienia, barwę, zapach, rozpuszczalność w wodzie (schemat).

Schemat



Obserwacje: Glukoza (fot. 146.) i fruktoza to krystaliczne, bezwonne, bezbarwne substancje stałe, które dobrze rozpuszczają się w wodzie.



Fot. 146. Glukoza jest substancją stałą.

Wniosek: Dobra rozpuszczalność w wodzie glukozy i fruktozy wynika z polarnej budowy ich cząsteczek.

Często zauważalna biała barwa glukozy i fruktozy zależy od stopnia ich rozdrobnienia.

Właściwości glukozy $C_6H_{12}O_6$ i fruktozy $C_6H_{12}O_6$

Właściwości fizyczne
- substancje stałe
- krystaliczne
- bezbarwne
- dobrze rozpuszczają się w wodzie

Właściwości chemiczne
- bezwonne
- słodki smak

Jak powstaje glukoza?

Glukoza powstaje w **procesie fotosyntezy**. Fotosynteza to wielostopniowy proces przyswajania tlenku węgla(IV) i wody przez rośliny zielone. Jego produktami są cukry i tlen. Energia niezbędna do zapoczątkowania procesu fotosyntezy jest dostarczana w postaci światła słonecznego, pochłanianego przez chlorofil.

Proces fotosyntezy w sposób uproszczony przedstawia następujące **równanie reakcji chemicznej**:

$$\underset{\text{tlenek węgla(IV)}}{6CO_2} + \underset{\text{woda}}{6H_2O} \xrightarrow{\text{energia słoneczna, chlorofil}} \underset{\text{glukoza}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\text{tlen}}{6O_2\uparrow}$$

proces fotosyntezy

Jakie znaczenie dla organizmu ma glukoza?

Glukoza to podstawowe źródło energii dla wszystkich organizmów. Jest rozprowadzana przez krew do komórek, gdzie ulega wieloetapowym przemianom. W wyniku stopniowego utleniania glukozy następuje wydzielenie dużej ilości energii. Dzięki temu komórki mogą wykonywać pracę i organizm prawidłowo funkcjonuje. Jeśli w organizmie jest za mało tlenu, nie dochodzi do utleniania glukozy i wytwarza się znacznie mniej energii. Wówczas człowiek odczuwa zmęczenie.

Równanie reakcji biologicznego utlenienia glukozy ma postać:

$$\underset{\text{glukoza}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\substack{\text{tlen}\\ \text{pobierany w procesie oddychania}}}{6O_2} \xrightarrow{\text{enzymy}} \underset{\substack{\text{tlenek węgla(IV)}\\ \text{wydalany}}}{6CO_2\uparrow} + \underset{\text{woda}}{6H_2O} + \text{energia}$$

Reakcja biologicznego utleniania glukozy jest reakcją odwrotną do procesu fotosyntezy.

Dla dociekliwych

Fruktoza i glukoza są **izomerami**, czyli związkami chemicznymi o takim samym wzorze sumarycznym, lecz różnych wzorach strukturalnych. Zjawisko izomerii jest bardzo często spotykane wśród związków organicznych. Izomerem glukozy jest też **galaktoza** – cukier wytwarzany w organizmach zwierząt.

W cząsteczkach glukozy, fruktozy i galaktozy występuje po 6 atomów węgla, dlatego cukry te są nazywane **heksozami**. Cukry proste, które mają mniej niż 6 atomów węgla w cząsteczce, to np.: **triozy** – $C_3H_6O_3$, **tetrozy** – $C_4H_8O_4$, **pentozy** – $C_5H_{10}O_5$. Pentozy są składnikami kwasów nukleinowych: DNA i RNA.

Glukoza i fruktoza



Ze względu na dobrą przyswajalność glukoza i fruktoza mają bardzo wiele zastosowań. Glukozy używa się do słodzenia potraw dla niemowląt i osób na diecie. Związki glukozy, dodawane do kosmetyków, działają nawilżająco i zmiękczająco. Glukozę, stosowaną do słodzenia potraw przeznaczonych dla chorych na cukrzycę (diabetyków), można zastąpić fruktozą, która powoduje wolniejszy wzrost poziomu cukru we krwi.

- przemysł chemiczny, skórzany i włókienniczy
- przemysł farmaceutyczny
- przemysł spożywczy

Przemysł szklarski

Błyszcząca powierzchnia bombek i luster to wynik reakcji charakterystycznej glukozy, nazywanej próbą lustra srebrnego.

Przemysł farmaceutyczny

Glukoza jest jednym z surowców używanych do produkcji witaminy C.



Garbarstwo i przemysł włókienniczy

Glukozę stosuje się do barwienia skór i bielenia bawełny.



Przemysł spożywczy

Syrop glukozowo-fruktozowy (w stosunku masowym 1:1) to popularna substancja słodząca używana w produkcji napojów i dżemów. Stosuje się go też jako zamiennik miodu, np. w piernikach. Glukozę w cukiernictwie wykorzystuje się do produkcji m.in. lodów i sztucznego miodu. Dodaje się ją także do mieszanki do peklowania produktów mięsnych oraz wykorzystuje w procesach fermentacji do wytwarzania m.in. jogurtów, kefirów i śmietany.





To Ci się przyda!

Glukoza to podstawowe źródło energii w naszym organizmie. Zarówno jej nadmiar, jaki i niedobór mają negatywne konsekwencje dla zdrowia.

Po posiłku wzrasta stężenie glukozy we krwi, dlatego nie należy sprawdzać poziomu glukozy tuż po jedzeniu. Trzeba odczekać z tym badaniem przynajmniej 8 godzin. ▶



Chemia wokół nas

Długo utrzymujący się podwyższony lub obniżony poziom glukozy we krwi (fot. 147.) może być groźny dla zdrowia. Zbyt małe stężenie glukozy – **hipoglikemia** – może być wynikiem długotrwałego głodzenia się połączonego z wysiłkiem fizycznym. Zbyt duże stężenie glukozy – **hiperglikemia** – występuje przy cukrzycy.



Fot. 147. Stężenie glukozy we krwi można zbadać glukometrem.

Rozwiąż zadania w zeszycie

1. **Spośród podanych informacji** (a–g) **wybierz te, które dotyczą glukozy i fruktozy.**
   a) Są bezbarwnymi substancjami stałymi.
   b) Słabo rozpuszczają się w wodzie.
   c) Ulegają reakcji ksantoproteinowej.
   d) Mają słodki smak.
   e) Ulegają reakcji fotosyntezy.
   f) Powstają w wyniku fermentacji alkoholowej.
   g) Służą do produkcji napojów owocowych.

2. **Napisz równania reakcji chemicznych oznaczonych na schemacie cyframi** (1–3).

$$CO_2 + H_2O \xrightarrow[\text{energia słoneczna, chlorofil}]{1} C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{2} CO_2$$

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow[\text{enzymy}]{3} CH_3CH_2OH$$

3. Winogrona zawierają 18 % (procent masowy) glukozy. **Oblicz, ile kilogramów glukozy można otrzymać z 80 kg winogron.**

4. **Oblicz zawartość procentową (procent masowy) węgla we fruktozie.**

5. W wyniku fermentacji alkoholowej glukozy otrzymano 2,3 kg etanolu. **Oblicz, ile gramów glukozy poddano fermentacji.**

6. **Oblicz, ile gramów glukozy powstało w procesie fotosyntezy, jeśli roślina wchłonęła 132 g tlenku węgla(IV).**

Dla dociekliwych

7. Ryboza – składnik kwasów rybonukleinowych – jest cukrem prostym o wzorze sumarycznym $C_5H_{10}O_5$. **Napisz równanie reakcji utleniania rybozy.**

8. **Podaj, który z wymienionych cukrów prostych ma największą zawartość węgla (procent masowy) w cząsteczce: bioza $C_2H_4O_2$, trioza $C_3H_6O_3$ czy tetroza $C_4H_8O_4$.** Odpowiedź uzasadnij, przeprowadzając odpowiednie obliczenia.

Zapamiętaj!

Glukoza, fruktoza – cukry proste o wzorze $C_6H_{12}O_6$.

39 Sacharoza

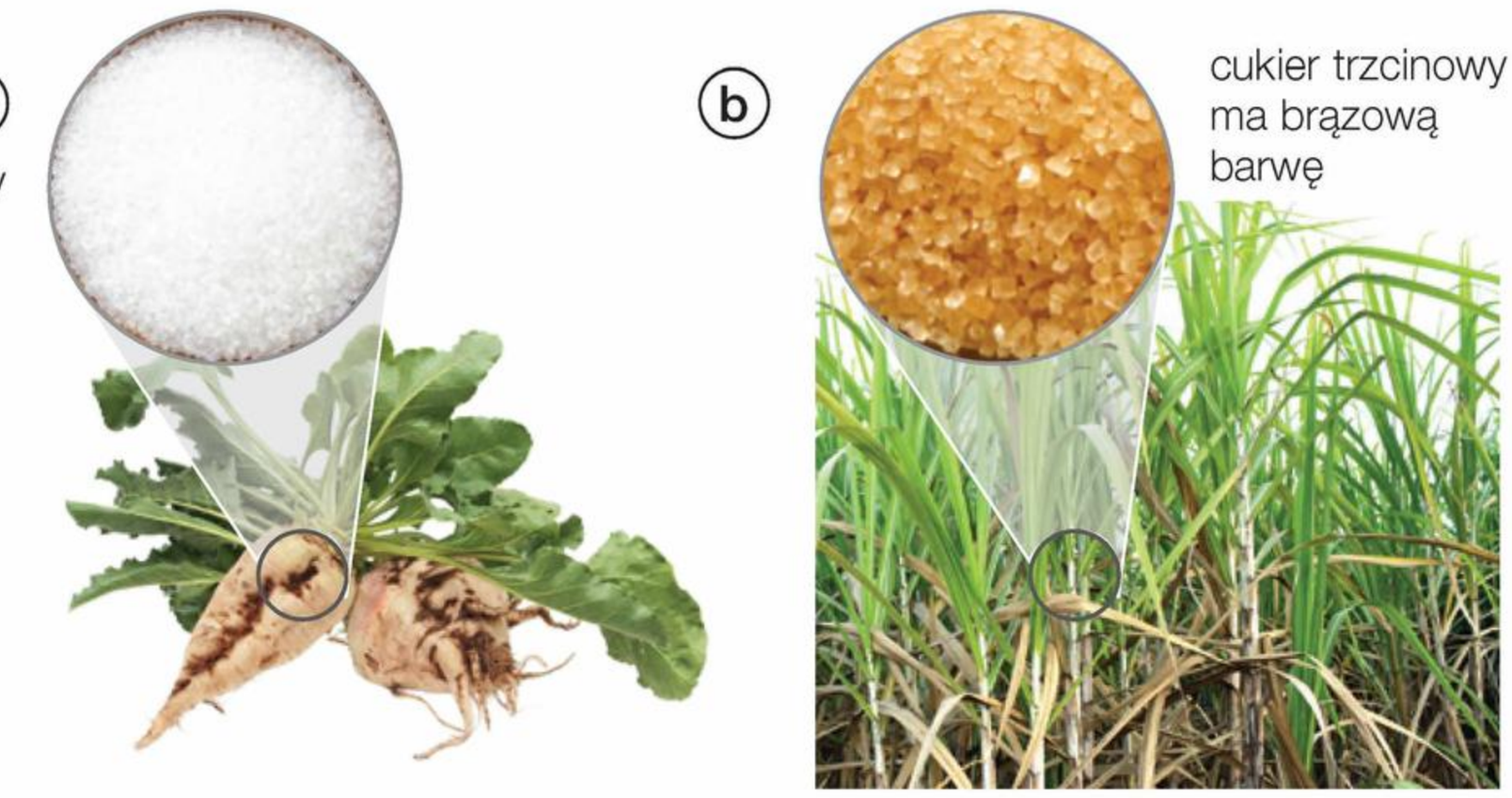


Fot. 148. Cukier może być brązowy lub biały.

„Cukier” to nazwa, którą posługujemy się na co dzień. Określamy nią substancję o nazwie systematycznej sacharoza, którą wykorzystujemy do słodzenia potraw (fot. 148.).

Czy sacharoza występuje w środowisku przyrodniczym?

Sacharoza jest najbardziej rozpowszechnionym w przyrodzie disacharydem. Wchodzi w skład cukru trzcinowego oraz cukru buraczanego (fot. 149.). Cukier trzcinowy pozyskuje się z łodyg trzciny cukrowej, a cukier buraczany – z korzeni buraków cukrowych.



Fot. 149. Cukier buraczany (a) różni się barwą od cukru trzcinowego (b). Do początku XIX wieku Europa korzystała wyłącznie z importowanego cukru trzcinowego.

Jaki wzór ma sacharoza?

Sacharoza to **disacharyd (cukier złożony)** o wzorze sumarycznym:

$$C_{12}H_{22}O_{11}$$

Dla dociekliwych

Maltoza jest nazywana **cukrem słodowym**. Występuje np. w ziarnach kiełkującego jęczmienia. W organizmie jest produktem przejściowym w procesie trawienia skrobi. Dodaje się ją do odżywek dla dzieci, bo jest łatwiejsza do przyswojenia od sacharozy.

Laktoza jest nazywana **cukrem mlekowym**, ponieważ znajduje się w mleku ssaków. Można ją otrzymać z serwatki podczas produkcji serów. Jest stosowana w przemyśle farmaceutycznym jako wypełniacz do tabletek.

Laktoza, maltoza i sacharoza są izomerami.

Jakie właściwości ma sacharoza?

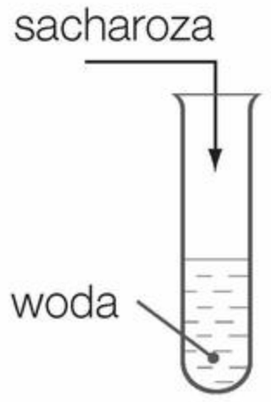
Słodki smak sacharozy jest wszystkim dobrze znany. Pozostałe właściwości można zbadać, wykonując doświadczenie 44.

Doświadczenie 44

Badanie właściwości sacharozy

Instrukcja: Zbadaj właściwości sacharozy: stan skupienia, barwę, zapach, rozpuszczalność w wodzie (schemat).

Schemat



Obserwacje: Sacharoza (fot. 150.) to bezbarwna, bezwonna substancja stała. Dobrze rozpuszcza się w wodzie.



Fot. 150. Sacharoza jest substancją stałą.

Wniosek: Dobra rozpuszczalność sacharozy w wodzie wynika z tego, że jej cząsteczki mają budowę polarną (tak jak woda).

Często zauważalna biała barwa sacharozy zależy od stopnia jej rozdrobnienia.

Właściwości sacharozy $C_{12}H_{22}O_{11}$

Właściwości fizyczne
- substancja stała
- bezbarwna
- dobrze rozpuszcza się w wodzie

Właściwości chemiczne
- bezwonna
- słodki smak

Jakiej przemianie ulega sacharoza w organizmie?

W środowisku kwasowym sacharoza pod wpływem wody ulega rozkładowi. Taka przemiana zachodzi podczas trawienia. Rozpoczyna się ona już w jamie ustnej pod wpływem enzymów zawartych w ślinie. W żołądku, w obecności enzymów, wody i kwasu chlorowodorowego, następuje **rozkład sacharozy (disacharydu) na cukry proste (monosacharydy)**:

$$\underset{\text{sacharoza}}{C_{12}H_{22}O_{11}} + \underset{\text{woda}}{H_2O} \xrightarrow{HCl_{(aq)},\ \text{enzymy}} \underset{\text{glukoza}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\text{fruktoza}}{C_6H_{12}O_6}$$

Powstałe w ten sposób w organizmie **glukoza** i **fruktoza** ulegają reakcjom utleniania biologicznego (patrz s. 207.).

Sacharoza

Sacharoza jest najważniejszym disacharydem stosowanym w przemyśle spożywczym.
Używa się jej w cukiernictwie, przemyśle spirytusowym oraz farmaceutycznym – do produkcji leków.



- przemysł farmaceutyczny
- przemysł spożywczy
- przemysł kosmetyczny

Przemysł farmaceutyczny

Głównym składnikiem syropów stosowanych w chorobach górnych dróg oddechowych jest stężony roztwór sacharozy.

Przemysł kosmetyczny

Związki sacharozy są wykorzystywane m.in. w kosmetykach do kąpieli i pielęgnacji włosów oraz przeznaczonych dla dzieci.





Przemysł spożywczy

Sacharozę w przemyśle spożywczym stosuje się do słodzenia i konserwowania potraw.

To Ci się przyda!

Sacharoza jest wykorzystywana do produkcji sztucznego miodu. Taki miód niestety nie ma żadnych właściwości prozdrowotnych. Jest parę sposobów na to, żeby odróżnić sztuczny miód od naturalnego. Jednym z nich jest test ściekania.

Płynny miód naturalny rozpoznasz po tym, że spływając, np. z łyżeczki na talerz, utworzy stożek. Miód sztuczny od razu rozleje się na powierzchni talerza. ▶



Chemia wokół nas

Ojczyzną cukru są Indie, gdzie produkowano go z trzciny cukrowej. Do XIX wieku Europa korzystała jedynie z importowanego cukru trzcinowego. Poszukując surowca, z którego można by produkować cukier, spośród wielu roślin o dużej zawartości sacharozy wybrano burak cukrowy. Dotąd był on wykorzystywany jako pasza dla zwierząt. Rolnicy uzyskali odmianę tej rośliny zawierającą do 25 % sacharozy.

Buraki cukrowe jako pierwsza na świecie przerabiała cukrownia zbudowana w Konarach na Dolnym Śląsku.

Świeży miód ma wygląd gęstego syropu (fot. 151.). Z upływem czasu cukry krystalizują i w takiej postaci można je długo przechowywać. Krystalizacji miodów można zapobiec, przechowując je w szczelnie zamkniętych naczyniach w temperaturze 20–25 °C.

Zachodzącą w organizmie pszczoły reakcję chemiczną można przedstawić za pomocą równania:

$$\underset{\text{sacharoza}}{C_{12}H_{22}O_{11}} + \underset{\text{woda}}{H_2O} \xrightarrow[\text{enzymy}]{HCOOH} \underbrace{\underset{\text{glukoza}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\text{fruktoza}}{C_6H_{12}O_6}}_{\text{główne składniki miodu}}$$

! Miód produkowany przez trzmiele bywa przyczyną zatruć, gdyż owady te często zbierają nektar z roślin trujących dla człowieka.



Fot. 151. Barwa miodu zależy od surowców, z których powstał. Miody mogą być prawie białe (z jabłoni czy rzepaku), złociste (lipowe), brązowe (spadziowe – ze spadzi, czyli słodkiej cieczy występującej np. na jodle, lipie), a nawet prawie czarne (leśne).

Rozwiąż zadania w zeszycie

1. **Napisz równanie reakcji spalania całkowitego cukru buraczanego.**
2. **Oblicz zawartość procentową (procent masowy) węgla w sacharozie.**
3. **Oblicz zawartość procentową (procent masowy) tlenu w sacharozie.**
4. **Oblicz, ile gramów sacharozy należy poddać rozkładowi, aby otrzymać 18 g glukozy.**
5. **Oblicz, ile kilogramów cukru można teoretycznie otrzymać z 2 t buraków cukrowych zawierających 20 % sacharozy.**
6. Gorzka czekolada zawiera 62 % cukrów, a pszenny chleb – 50 %. **Oblicz, w ilu gramach pszennego chleba znajduje się tyle samo cukrów, co w połowie 100-gramowej tabliczki czekolady.**

Zapamiętaj!

Sacharoza – disacharyd o wzorze $C_{12}H_{22}O_{11}$.

40 Skrobia i celuloza



Fot. 152. Skrobię do produkcji mąki ziemniaczanej pozyskuje się z ziemniaków.



Fot. 153. Bawełna jest rośliną uprawną, zawierającą około 90 % celulozy.

Mąka ziemniaczana wytwarzana z ziemniaków (fot. 152.) i używana m.in. do zagęszczania potraw, np. kisielu czy budyniu, zawiera ponad 80 % skrobi. **Skrobię** znajdziesz m.in. w pieczywie, makaronach, a naturalnie w środowisku przyrodniczym występuje w ryżu, zbożach i ziemniakach.

Celuloza jest głównym składnikiem zarówno papieru wytworzonego z drewna, jak i tego z surowców wtórnych (makulatury). Występuje we wszystkich roślinach – jest składnikiem ścian komórkowych. Obecność celulozy zapewnia łodygom trwałość oraz elastyczność, a jednocześnie chroni je przed utratą wody. Szczególnie dużo celulozy jest we włóknach takich roślin jak bawełna (fot. 153.), len, konopie i juta.

Jak zapisać wzór ogólny polisacharydów?

Polisacharydy są zbudowane z wielu połączonych ze sobą cząsteczek cukrów prostych. **Wzór ogólny polisacharydów**:

$$(C_6H_{10}O_5)_n$$

n – liczba naturalna o dużej wartości, inna dla każdego związku chemicznego (polisacharydu)

Jakie wzory mają skrobia i celuloza?

Skrobia i celuloza to **cukry złożone** (polisacharydy), które można przedstawić za pomocą wzoru:

$$(C_6H_{10}O_5)_n$$

n – liczba naturalna;
dla skrobi n = 300–400;
dla celulozy n = 100–10 000

W jaki sposób powstaje skrobia?

W procesie fotosyntezy rośliny wytwarzają glukozę. Cząsteczki glukozy mogą łączyć się ze sobą, tworząc **materiał zapasowy** – skrobię. Powstaje ona **w reakcji łączenia się cukrów prostych** według schematu:

$$\text{glukoza} \xrightarrow{\text{enzymy}} \text{skrobia}$$

Jakie właściwości ma skrobia?

Do zbadania właściwości skrobi potrzebna będzie zimna woda i gorąca woda.

Doświadczenie 45

Badanie właściwości skrobi

Instrukcja: Zbadaj właściwości skrobi: stan skupienia, barwę, zapach, rozpuszczalność w wodzie. Do probówki z wrzącą wodą wlej zawiesinę skrobi w zimnej wodzie (schemat). Całość wymieszaj.

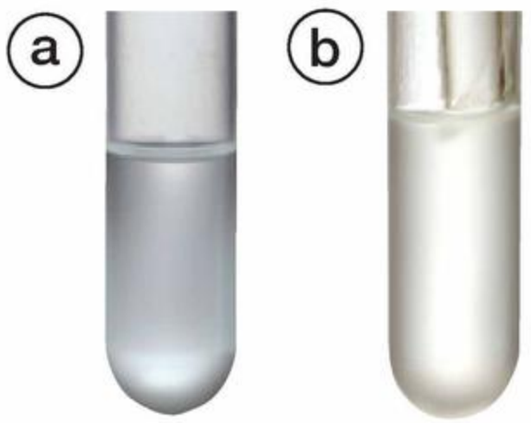
Schemat



Obserwacje: Skrobia (fot. 154.) jest białą substancją stałą, bez zapachu, śliską w dotyku. W probówce (a) nie widać zmian, a w probówce (b) tworzy się kleik skrobiowy (fot. 155.).



Fot. 154. Skrobia ma białą barwę.



Fot. 155. Badanie rozpuszczalności skrobi: w zimnej wodzie (a), w gorącej wodzie (b).

Wniosek: Skrobia z zimną wodą tworzy zawiesinę, która we wrzącej wodzie pęcznieje, tworząc **kleik skrobiowy**.

Właściwości skrobi $(C_6H_{10}O_5)_n$

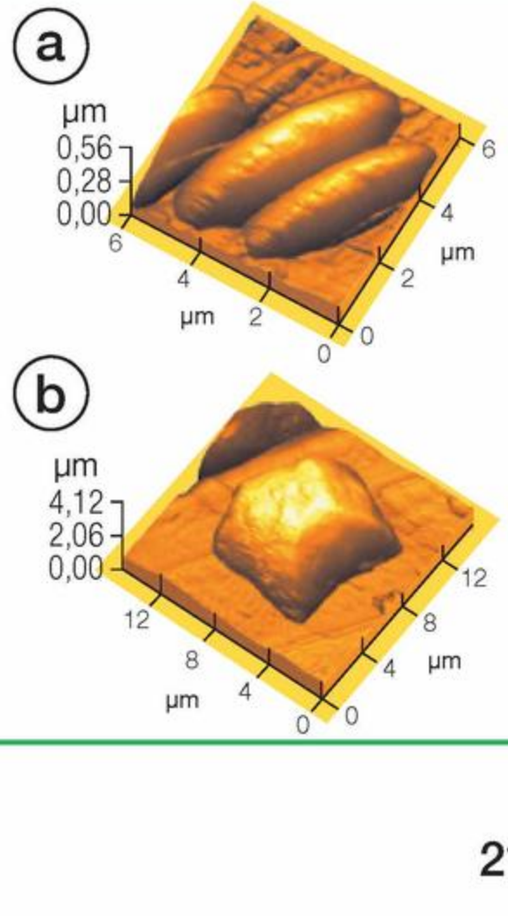
Właściwości fizyczne
- substancja stała
- barwa biała
- śliska w dotyku
- trudno rozpuszcza się w zimnej wodzie
- higroskopijna

Właściwości chemiczne
- bezwonna
- bez smaku

Dla dociekliwych

Cząsteczki skrobi występują w postaci owalnych ziaren. Ich kształty oraz rozmiary zależą od pochodzenia skrobi (rys. 12.) i wahają się od kilku do kilkudziesięciu mikrometrów (1 μm = 10^{-6} m).

Glikogen – $(C_6H_{10}O_5)_n$, gdzie $n > 1000$ – jest polisacharydem występującym w organizmach zwierząt i ludzi. Stanowi, podobnie jak skrobia w roślinach, materiał zapasowy.



Rys. 12. Ziarna skrobi pochodzące z różnych roślin: (a) skrobia jęczmienna; (b) skrobia ryżowa.

Jak wykryć obecność skrobi?

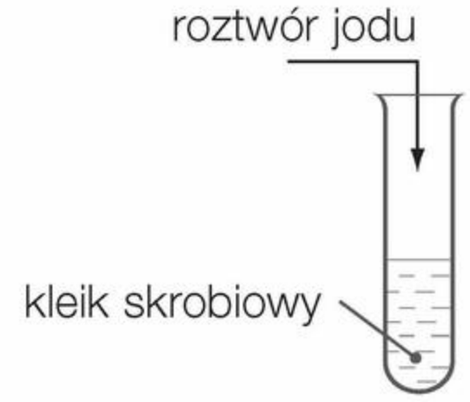
Obecność skrobi można wykryć, przeprowadzając **reakcję charakterystyczną**.

Doświadczenie 46

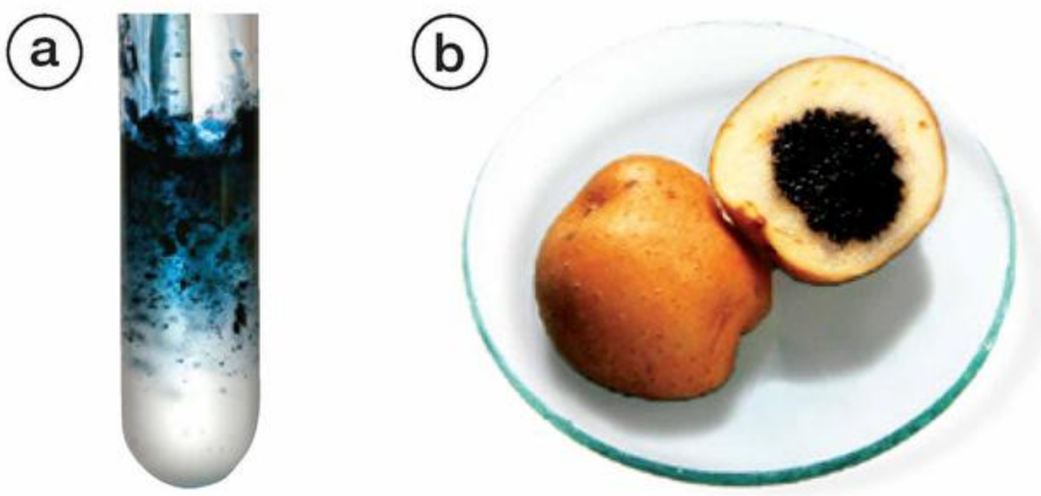
Wykrywanie obecności skrobi

Instrukcja: Umieść kroplę roztworu jodu (jodyny) w kleiku skrobiowym, z doświadczenia 45., s. 215, (schemat) lub na plasterku ziemniaka.

Schemat



Obserwacje: Badane substancje przyjmują ciemnoniebieskie (granatowe) zabarwienie (fot. 156.).



Fot. 156. Reakcja charakterystyczna skrobi – wykrywanie obecności skrobi w: (a) kleiku skrobiowym, (b) ziemniakach.

Wniosek: Badane próbki zawierają skrobię.

Jakie właściwości ma celuloza?



Fot. 157. Celuloza ma białą barwę.

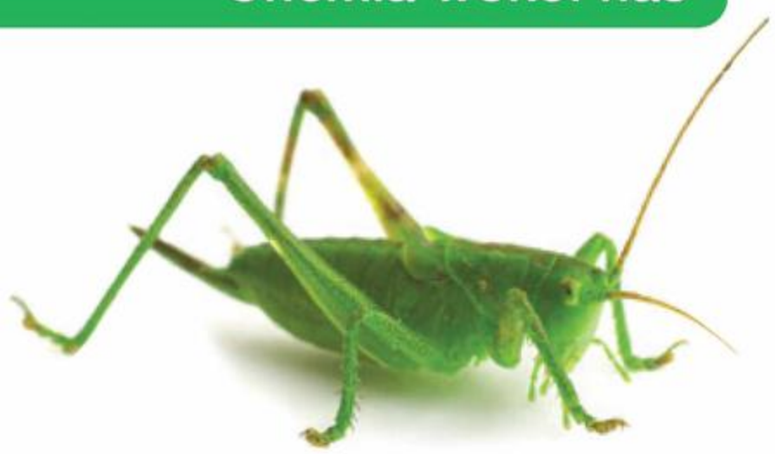
Czysta celuloza (fot. 157.) jest białą, włóknistą substancją bez smaku i zapachu. Jej włókna nie rozpuszczają się w wodzie. Odporność celulozy na działanie związków chemicznych wykorzystuje się podczas jej wyodrębniania z drewna, z którego pozyskuje się ją na skalę przemysłową.

Właściwości celulozy $(C_6H_{10}O_5)_n$

Właściwości fizyczne
- włóknista substancja stała
- barwa biała
- nie rozpuszcza się w wodzie

Właściwości chemiczne
- bezwonna
- bez smaku

Chemia wokół nas



Odpowiednikiem celulozy w organizmach stawonogów i grzybów jest inny polisacharyd – **chityna** (fot. 158.).

Fot. 158. Pancerzyki owadów i ściany komórkowe grzybów są zbudowane z chityny.

Jakie znaczenie dla organizmów mają skrobia i celuloza?

W organizmie człowieka skrobia (pod wpływem działania kwasów i enzymów) ulega przemianie według schematu:

$$\underset{\text{skrobia}}{(C_6H_{10}O_5)_n} + nH_2O \xrightarrow{HCl_{(aq)},\ \text{enzymy}} \underset{\text{glukoza}}{nC_6H_{12}O_6}$$

Rozkład skrobi nie prowadzi do natychmiastowego otrzymania glukozy. Najpierw powstają mniejsze cząsteczki – **dekstryny**, czyli **pośrednie produkty rozkładu skrobi**. W wyniku dalszych reakcji tworzą one glukozę.

W organizmie człowieka **celuloza nie ulega strawieniu**, dlatego nie może służyć człowiekowi za pokarm. Krowy oraz inne przeżuwacze są w stanie trawić celulozę, ponieważ mają w przewodach pokarmowych mikroorganizmy wytwarzające potrzebne do tego enzymy. Innymi organizmami zdolnymi do trawienia celulozy dzięki współpracy z drobnoustrojami są termity (fot. 159.).

Polisacharydy, których nie trawi organizm ludzki, np. celuloza, są nazywane **błonnikiem pokarmowym**. Błonnik odgrywa ważną rolę w procesie trawienia. Reguluje pracę jelit, wpływając na przesuwanie się treści pokarmowej. Wiąże również niektóre substancje toksyczne, uniemożliwiając ich przedostanie się do krwi. Najwięcej błonnika znajduje się w otrębach i kiełkach pszenicy, w chlebie razowym oraz w warzywach i owocach.



Fot. 159. Termity odżywiają się celulozą zawartą w roślinach.

Chemia wokół nas

Błonnik pokarmowy jest ważnym składnikiem pożywienia. Pełni w organizmie ważne funkcje, m.in.:

- pomaga w walce z nadwagą,
- obniża stężenie glukozy we krwi,
- oczyszcza ciało z toksyn i metali ciężkich.

Spożywanie dużej ilości żywności bogatej w błonnik (fot. 160.) zapobiega powstawaniu wielu chorób, takich jak: miażdżyca, zaburzenia układu krążenia, przepukliny, żylaki, hemoroidy, zapalenie wyrostka robaczkowego i niektóre nowotwory.



Fot. 160. Dużo błonnika znajduje się w brązowym ryżu.

Zastosowania

Celuloza

Celulozy używa się do produkcji tworzyw sztucznych oraz klejów, lakierów, np. do drewna. Związki celulozy są składnikami m.in. preparatów poprawiających trawienie.

przemysł spożywczy

przemysł włókienniczy, papierniczy



Przemysł spożywczy

Zdolność pęcznienia celulozy i jej związków wykorzystuje się w produkcji serów, m.in. mozzarelli.

Przemysł włókienniczy

Len i bawełna to naturalne włókna celulozowe, z których produkuje się nici.



Produkcja papieru

Głównym surowcem do produkcji papieru jest celuloza, do której dodaje się też m.in. węglan wapnia i skrobię.



Zastosowania

Skrobia

Skrobia to polisacharyd powszechnie występujący w postaci mąki ziemniaczanej. Stosuje się ją w cukiernictwie, przemyśle spirytusowym oraz włókienniczym do wykańczania tkanin.

przemysł spożywczy

przemysł kosmetyczny

tworzywa sztuczne



Przemysł spożywczy

Skrobię stosuje się jako dodatek zagęszczający m.in. do mrożonych dań i ciast w proszku.



Przemysł kosmetyczny

Skrobia pozyskiwana z ryżu jest składnikiem zasypek i pudrów dla dzieci.



Tworzywa sztuczne

Tworzywa z dodatkiem skrobi pod wpływem wody w krótkim czasie ulegają biodegradacji. Głównymi produktami tego procesu są CO_2 i H_2O.

To Ci się przyda!

Budyń i kisiel zawdzięczają charakterystyczną konsystencję skrobi, która jest ich składnikiem.

Żeby przygotować domowy kisiel, zagotuj szklankę soku owocowego z łyżką skrobi. ▶



Dla dociekliwych

Papier został wynaleziony w Chinach, gdzie wytwarzano go z liści morwy i kory bambusowej. W XII wieku zaczęto go używać w Europie. Pod koniec XIX wieku opracowano metodę produkcji papieru z masy celulozowej, co pozwoliło znacznie obniżyć koszty jego wytworzenia.

Pierwsza w Polsce papiernia, czyli zakład produkujący papier, powstała pod koniec XV wieku pod Krakowem. Jej właścicielem był Jan Haller – wydawca pierwszych polskich książek. Dzięki niemu wydrukowano także tekst „Bogurodzicy".

Za panowania króla Zygmunta I Starego został wydany pierwszy zbiór przepisów dotyczących produkcji papieru. Na początku XVII wieku w Polsce działało już ponad 40 papierni.

Obecnie, zależnie od przeznaczenia, produkuje się ponad 50 rodzajów papieru (fot. 161.), m.in.: bibułę, papier śniadaniowy, biurowy, gazetowy, fotograficzny, kredowy czy tekturę. Różnią się one właściwościami takimi jak: grubość, barwa, połysk czy odporność na zgniatanie.



Fot. 161. Obecnie podczas produkcji papieru używa się też makulatury.

Rozwiąż zadania w zeszycie

1. **Spośród podanych informacji wybierz te, które dotyczą:**
   a) skrobi;
   b) celulozy.

   biała, bezpostaciowa substancja bez smaku i zapachu; biała, włóknista substancja bez smaku i zapachu; nie rozpuszcza się w wodzie; jest nazywana błonnikiem; w gorącej wodzie pęcznieje, tworząc kleik; jej reakcją charakterystyczną jest reakcja z jodem; pełni funkcję materiału budulcowego tkanek roślinnych; pełni funkcję materiału zapasowego tkanek roślinnych

2. **Napisz równanie reakcji spalania całkowitego skrobi.**

3. **Wyjaśnij, które z polisacharydów mogą służyć człowiekowi jako pokarm. Wybór uzasadnij.**

4. Etanol produkuje się m.in. z ziemniaków. **Napisz równania reakcji chemicznych, które zachodzą w procesie otrzymywania etanolu z ziemniaków.**

5. **Uzupełnij poniższe zdania tak, aby powstała poprawna informacja. Wybierz jedno określenie spośród podanych w każdym nawiasie.**

   Skrobia i celuloza są zaliczane do (*cukrów prostych / cukrów złożonych*). W skład cząsteczek tych cukrów wchodzą tylko atomy (*węgla i wodoru / węgla, wodoru i tlenu / węgla, wodoru i azotu*).

6. **Wykonaj doświadczenia.** Umieść kroplę jodyny na:
   a) roztartym ziarnie kukurydzy;
   b) ugotowanych ziarnach ryżu.
   Podaj obserwacje i sformułuj wnioski.

Zapamiętaj!

Skrobia, celuloza – cukry złożone (polisacharydy) o wzorze $(C_6H_{10}O_5)_n$.

Dekstryny – pośrednie produkty rozkładu skrobi.

Podsumowanie

Co to są tłuszcze?

Tłuszcze to mieszaniny **estrów glicerolu i kwasów tłuszczowych**.

Jakie są rodzaje tłuszczów?

Tłuszcze dzieli się ze względu na:

- **stan skupienia**

Tłuszcze

- **stałe** – np. masło, smalec
- **ciekłe** – np. oliwa, tran

- **pochodzenie lub występowanie**

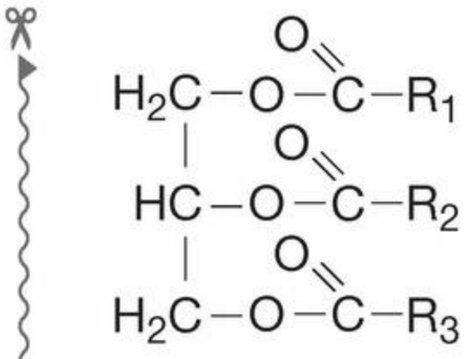
Tłuszcze

- **roślinne** – np.: olej słonecznikowy, olej sojowy, oliwa
- **zwierzęce** – np.: smalec, tran, łój

- **rodzaj wiązania w cząsteczce**

Tłuszcze

- **nienasycone (ciekłe)** – np.: oleje, oliwa, tran
- **nasycone (stałe)** – np.: masło, smalec, łój



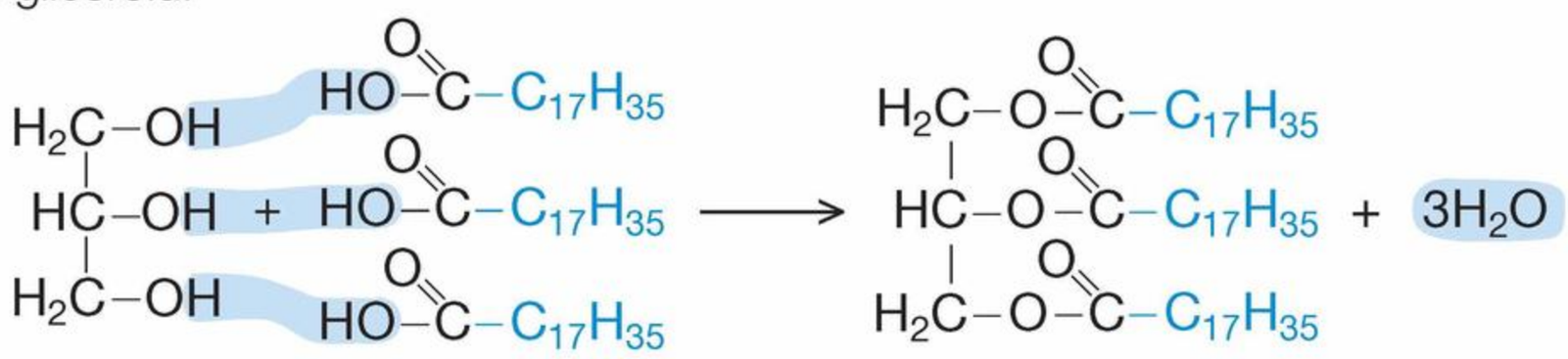
wzór ogólny
R_1, R_2, R_3 – grupy alkilowe



tłuszcz nienasycony odbarwia rozcieńczony roztwór $KMnO_4$

Jak otrzymać tłuszcze?

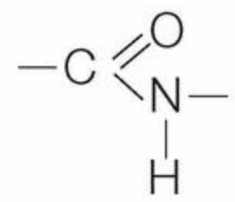
Tłuszcze można otrzymać w wyniku reakcji estryfikacji wyższych kwasów karboksylowych i glicerolu.



glicerol (alkohol) + kwas stearynowy (wyższy kwas karboksylowy) → tristearynian glicerolu (tłuszcz) + woda

Co to są białka?

Białka są wielkocząsteczkowymi związkami organicznymi. Stanowią materiał budulcowy tkanek zwierzęcych. W cząsteczkach białek występują **wiązania peptydowe**.



wiązanie peptydowe

Jakim przemianom ulegają białka?

Białka ulegają:

- **koagulacji** pod wpływem soli metali lekkich (np. NaCl),
- **denaturacji** (koagulacja nieodwracalna) pod wpływem ogrzewania, kwasów, zasad, alkoholi, soli metali ciężkich (np. $Pb(NO_3)_2$).

Jak wykryć obecność białka?

Reakcją charakterystyczną białek jest **reakcja ksantoproteinowa** (ze stężonym roztworem kwasu azotowego(V)). Białko żółknie.



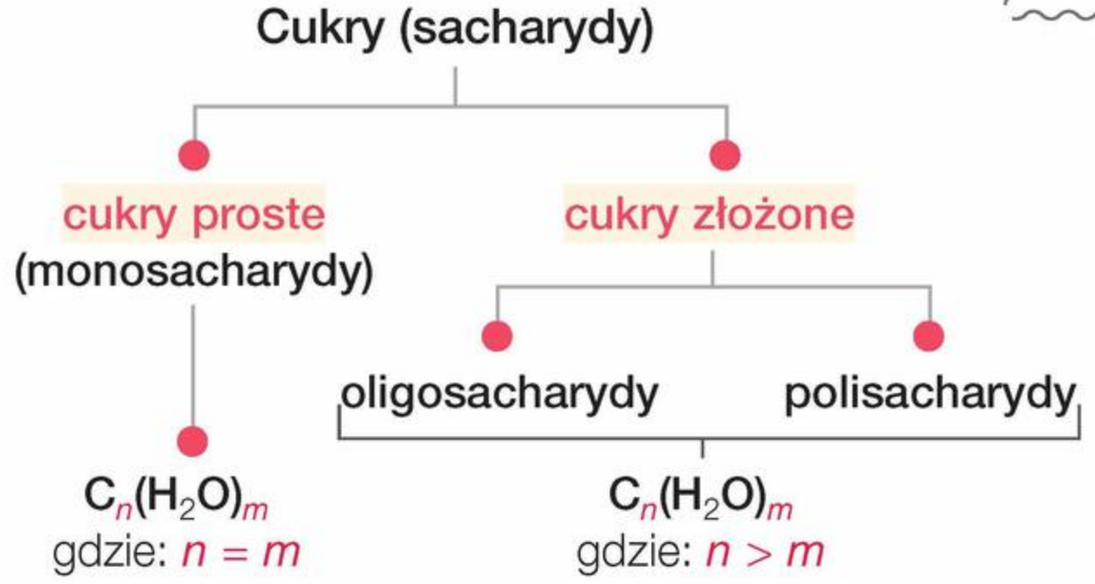
Co to są cukry?

Cukry (sacharydy) to związki organiczne zbudowane z atomów węgla, wodoru i tlenu.

$C_n(H_2O)_m$
wzór ogólny
n, m – liczby naturalne;
$n \geq m$

Jakie są rodzaje cukrów?

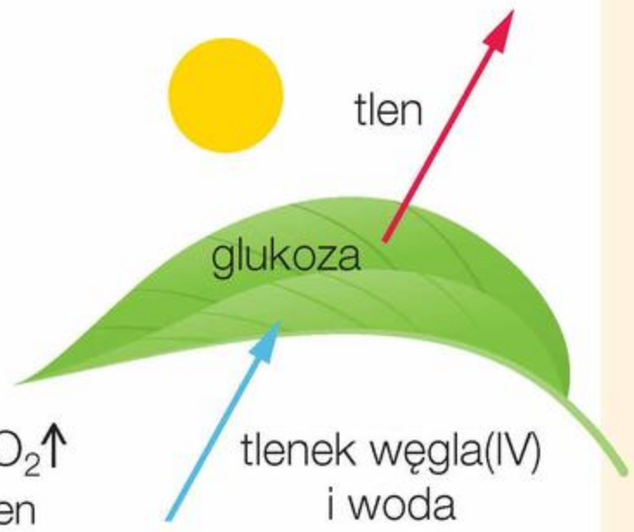
Wyróżnia się następujące rodzaje cukrów:



Jak powstaje glukoza?

Glukoza powstaje w procesie **fotosyntezy** z tlenku węgla(IV) i wody w obecności energii słonecznej i chlorofilu:

$$\underset{\text{tlenek węgla(IV)}}{6CO_2} + \underset{\text{woda}}{6H_2O} \xrightarrow{\text{energia słoneczna, chlorofil}} \underset{\text{glukoza}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\text{tlen}}{6O_2}\uparrow$$



Jakim przemianom w organizmie ulegają cukry?

Disacharydy i **polisacharydy**, np. sacharoza i skrobia, ulegają w organizmach przemianom, tworząc cukry proste:

$$\underset{\text{sacharoza}}{C_{12}H_{22}O_{11}} + \underset{\text{woda}}{H_2O} \xrightarrow{HCl_{(aq)},\ \text{enzymy}} \underset{\text{glukoza}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\text{fruktoza}}{C_6H_{12}O_6}$$

$$\underset{\text{skrobia}}{(C_6H_{10}O_5)_n} + \underset{\text{woda}}{nH_2O} \xrightarrow{HCl_{(aq)},\ \text{enzymy}} \underset{\text{glukoza}}{nC_6H_{12}O_6}$$

Cukry proste, np. glukoza, ulegają w organizmie reakcji biologicznego utleniania:

$$\underset{\text{glukoza}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\text{tlen}}{6O_2} \longrightarrow \underset{\text{tlenek węgla(IV)}}{6CO_2}\uparrow + \underset{\text{woda}}{6H_2O} + \text{energia}$$

pobierany w procesie oddychania — wydalany

Jak wykryć obecność skrobi?

Reakcją charakterystyczną skrobi, umożliwiającą jej identyfikację, jest **reakcja z roztworem jodu** (jodyną).



ciemnoniebieskie (granatowe) zabarwienie skrobi pod wpływem roztworu jodu

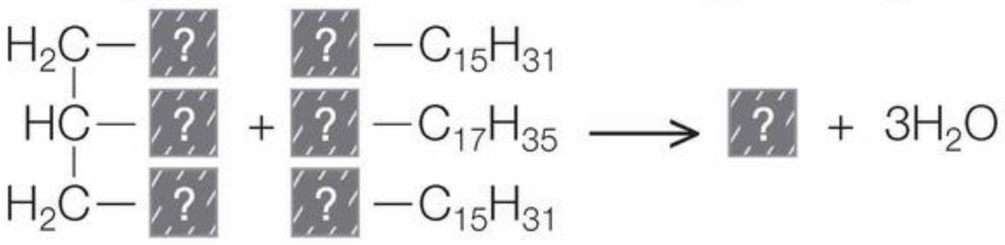
Sprawdź, czy wiesz i umiesz...

Rozwiąż zadania w zeszycie

1. Wskaż, które z podanych informacji są poprawne.

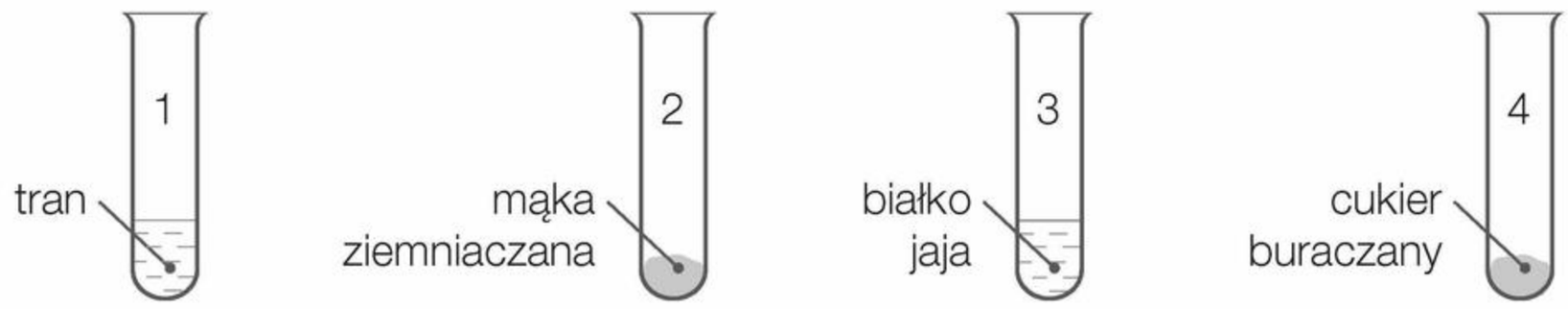
a) Tłuszcze są estrami.
b) Cukry są zbudowane z aminokwasów.
c) Skrobia jest polisacharydem.
d) Białka są zbudowane wyłącznie z węgla, wodoru i tlenu.
e) Fruktoza jest disacharydem.
f) Reakcja ksantoproteinowa pozwala wykryć obecność tłuszczów.
g) Cukry stanowią materiał zapasowy roślin.
h) Biologiczne utlenianie glukozy w organizmie jest procesem odwrotnym do fotosyntezy.

2. Uzupełnij równanie reakcji otrzymywania tłuszczu. Wpisz w odpowiednie miejsca wzory grup funkcyjnych substratów, a następnie napisz wzór produktu.



3. Wybierz odczynniki chemiczne (a–d), **za pomocą których można potwierdzić obecność składników żywności w probówkach** (1–4)**. Podaj przewidywane obserwacje.**

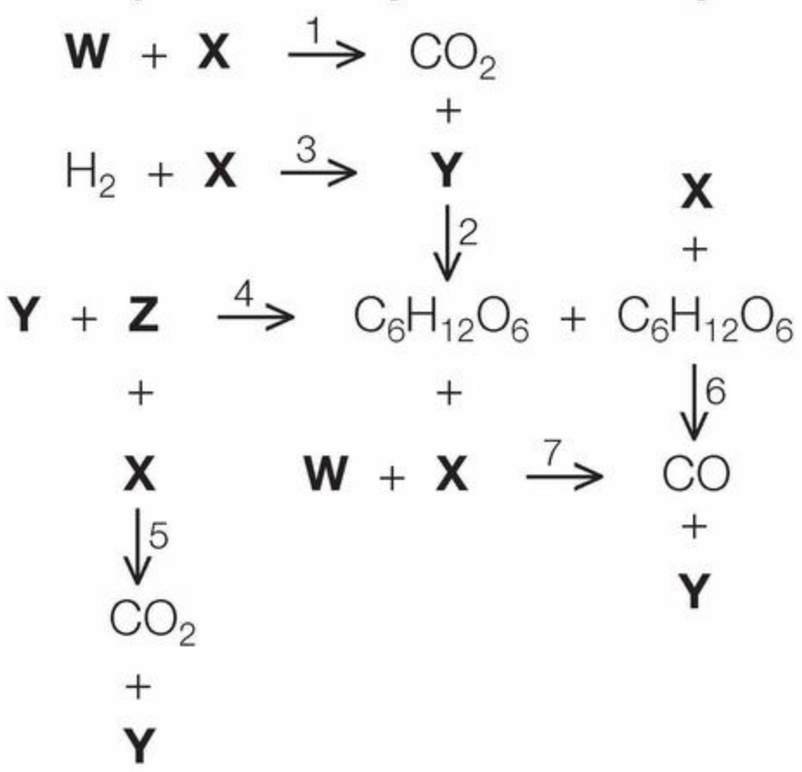
a) stężony roztwór kwasu azotowego(V)
b) stężony roztwór kwasu siarkowego(VI)
c) roztwór bromu
d) roztwór jodu



4. Podaj rodzaj i wzór sumaryczny cukrów o podanych nazwach (a–c)**. Oblicz stosunek liczby atomów w ich cząsteczce i stosunek masowy pierwiastków chemicznych.**

a) fruktoza **b)** sacharoza **c)** skrobia

5. Napisz wzory i nazwy substancji oznaczonych na chemografie literami (W–Z)**. Napisz równania reakcji chemicznych oznaczonych cyframi** (1–7)**.**



Spojrzenie w przeszłość – projekty edukacyjne

Wybitne osiągnięcia w chemii – laureaci Nagrody Nobla

Wkład Polaków w rozwój chemii

Historia odkrycia materiałów pirotechnicznych i wybuchowych

Wybitne osiągnięcia w chemii – laureaci Nagrody Nobla

Szwedzki chemik i wynalazca **Alfred Bernhard Nobel** (1833–1896) część zdobytej na produkcji dynamitu fortuny przeznaczył na fundusz wspierający naukowców, twórców literatury oraz działaczy na rzecz pokoju na świecie. Wyróżnienie jego imienia przyznaje się od 1901 roku. Każdego roku powiększa się grono laureatów Nagrody Nobla – zostają oni uhonorowani złotym medalem i dyplomem oraz nagrodzeni określoną sumą pieniężną.

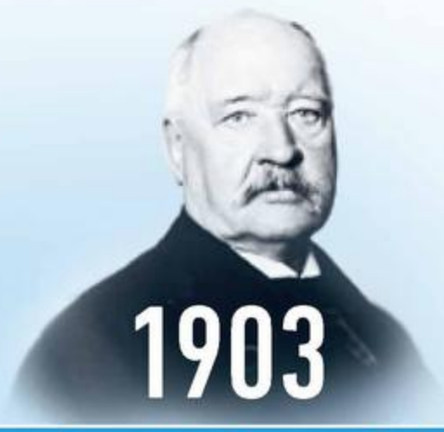


awers medalu Nagrody Nobla



rewers medalu Nagrody Nobla

Medal Nagrody Nobla jest przyznawany tym, którzy „przynieśli największe korzyści ludzkości" w dziedzinach chemii, fizyki, fizjologii lub medycyny, literatury oraz w działaniach na rzecz pokoju.



1903

teoria dysocjacji elektrolitycznej (jonowej)

Svante August Arrhenius
(1859–1927)

1911

wydzielenie czystego radu i badanie jego właściwości



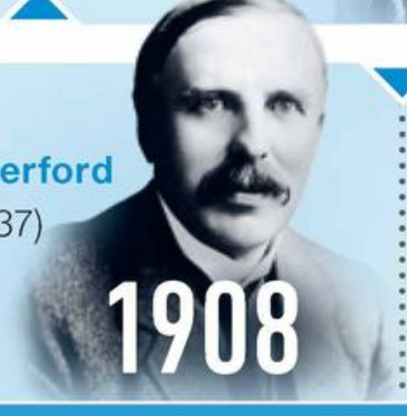
Maria Skłodowska-Curie
(1867–1934)
uhonorowana także Nagrodą Nobla w dziedzinie fizyki w 1903 r.

1935

odkrycie promieniotwórczości sztucznej



Irène Joliot-Curie
(1897–1956)
oraz
Frédéric Jean Joliot-Curie
(1900–1958)



Ernest Rutherford
(1871–1937)

1908

badania substancji promieniotwórczych



Fritz Haber
(1868–1934)

1918

synteza amoniaku z pierwiastków chemicznych

Linus Carl Pauling
(1901–1994)
uhonorowany także Pokojową Nagrodą Nobla w 1962 r.



1954

badania wiązań chemicznych i elektroujemności

PROJEKTY EDUKACYJNE

Plusy i minusy jonów

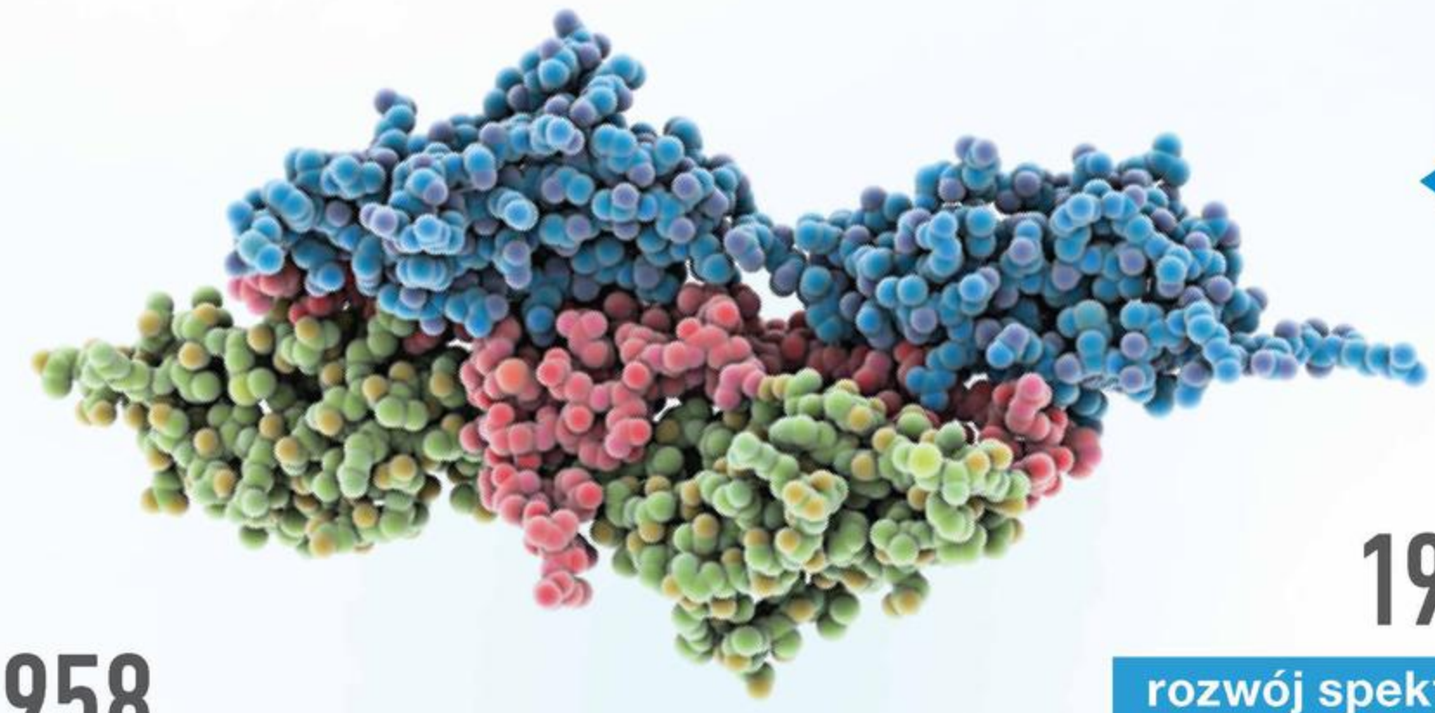
Problem do rozwiązania w projekcie:
Na czym polega dysocjacja elektrolityczna?

Cel projektu: Poznanie właściwości elektrolitów i nieelektrolitów oraz mechanizmów zjawiska dysocjacji elektrolitycznej. Przeprowadzenie eksperymentów badających zjawisko przewodzenia prądu elektrycznego przez roztwory wybranych substancji oraz określenie odczynu roztworów. Przedstawienie ogólnych wniosków.

Budowa białek

Problem do rozwiązania w projekcie:
Jak są zbudowane białka?

Cel projektu: Poznanie składu pierwiastkowego i budowy białek. Przeprowadzenie eksperymentów pozwalających określić skład pierwiastkowy białek. Przedstawienie ogólnych wniosków.



fragment modelu cząsteczki białka

1958

badania struktury białek, m.in. insuliny

Frederick Sanger
(1918–2013)

1964

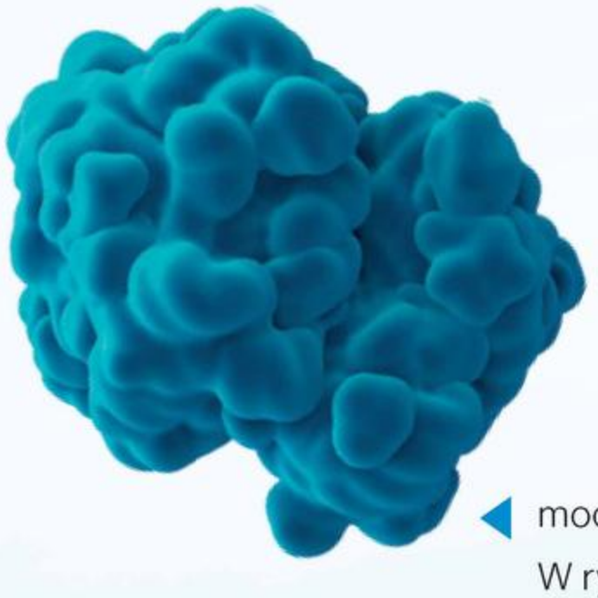
badania struktury substancji biochemicznych, m.in. penicyliny, cholesterolu i witaminy B12, za pomocą promieni *X*

Dorothy Crowfoot Hodgkin
(1910–1994)

1991

rozwój spektroskopii NMR wysokiej rozdzielczości i jej zastosowanie do badania struktury białek

Richard Robert Ernst
(1933–2021)



model rybosomu

W rybosomach odbywa się łączenie aminokwasów wiązaniem peptydowym.

1980

określanie sekwencji zasad w kwasach nukleinowych

Walter Gilbert
(ur. 1932)
oraz
Frederick Sanger
(1918–2013)

2009

badania struktury i funkcji rybosomów

Venkatraman Ramakrishnan
(ur. 1952),
Thomas Arthur Steitz
(1940–2018)
oraz
Ada Yonath
(ur. 1939)

Wkład Polaków w rozwój chemii

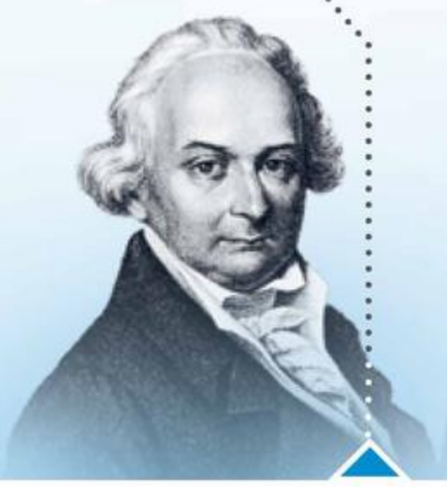
Polscy naukowcy jako pierwsi uzyskali i wprowadzili na rynek wielkopowierzchniowe arkusze grafenu (o rozmiarach 50 cm × 50 cm) o wysokiej czystości. Grafen jest zbudowany z atomów węgla połączonych w sześciokąty. Wyglądem przypomina plaster miodu. Ze względu na całą paletę możliwych zastosowań jest nazywany materiałem przyszłości.



Przezroczysty grafen jest bardzo wytrzymały, niezwykle elastyczny i przewodzi prąd elektryczny znacznie lepiej od krzemu.

1768–1838

Jędrzej Śniadecki
chemik, lekarz; nazywany ojcem polskiej chemii – jest **twórcą** pierwszego **polskiego podręcznika chemii** (*Początki chemii,* 1800 r.).



1822–1882

Ignacy Łukasiewicz
aptekarz, założyciel pierwszej w dziejach kopalni ropy naftowej; współautor metody destylacji frakcjonowanej ropy naftowej, opatentował metodę rafinacji (oczyszczania) ropy naftowej i produkcji świec parafinowych, **zaprojektował lampę naftową**.



1845–1888

Zygmunt Florenty Wróblewski
fizyk; **skroplił powietrze**, **tlen** i **azot**; zestalił m.in. tlenek węgla(IV).



1846–1915

Karol Stanisław Olszewski
chemik; **skroplił powietrze**, **tlen**, **azot** i **argon**; konstruował aparaty do skraplania gazów.



1867–1934

Maria Skłodowska-Curie
chemik, fizyk, współtwórczyni nauki o promieniotwórczości; **odkryła rad** i **polon**, została dwukrotnie uhonorowana Nagrodą Nobla; organizatorka służby radiologicznej na potrzeby wojska.



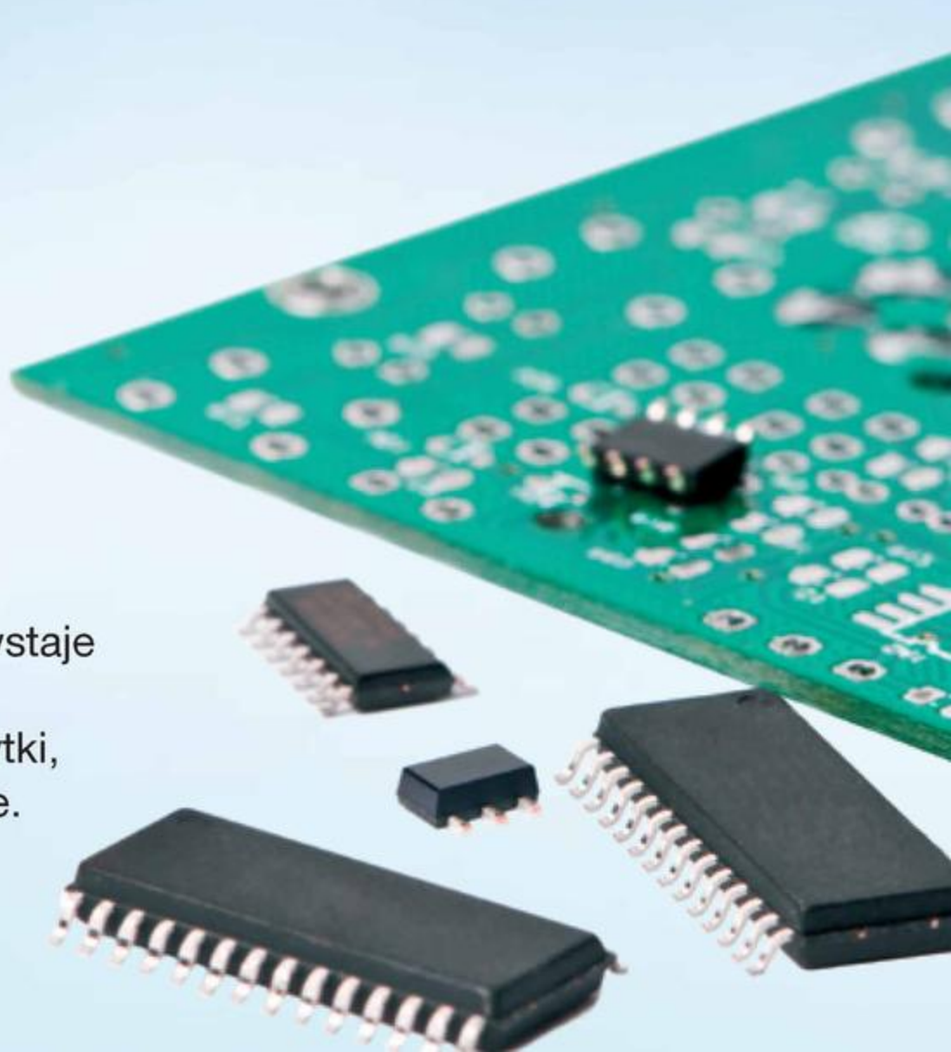


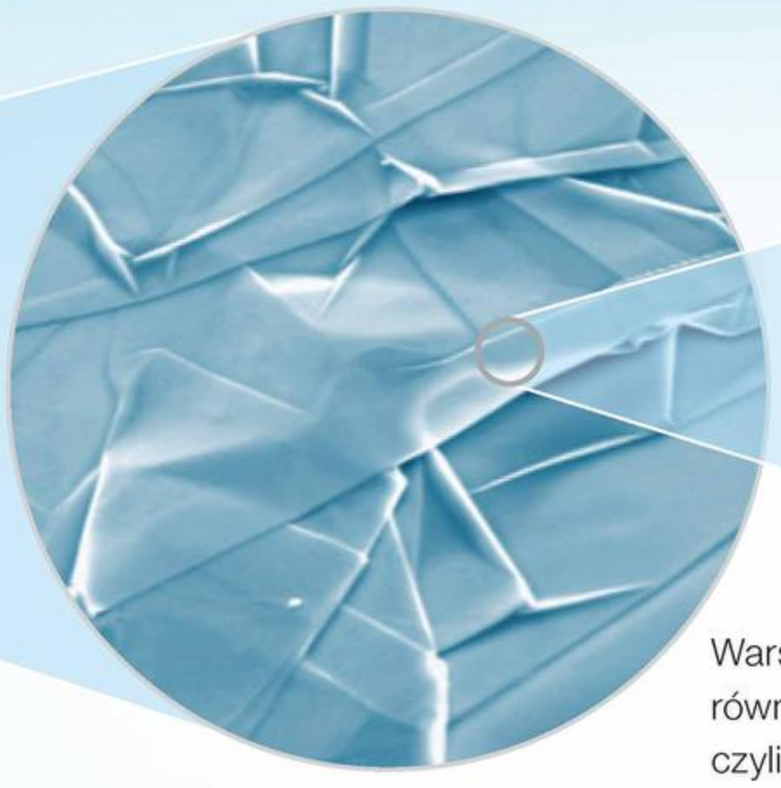
◀ Lampa Łukasiewicza

Została skonstruowana w 1853 r. Jako paliwo wykorzystano naftę – produkt destylacji ropy naftowej.

Układ scalony ▶

Monokryształ krzemu o długości 1 m otrzymany metodą Czochralskiego powstaje ok. 30 godzin. Następnie nadaje się mu kształt walca i tnie go na cienkie płytki, z których powstają m.in. układy scalone.





Warstwa grafenu ma grubość równą średnicy atomu węgla, czyli 0,000 000 015 cm.



Struktura warstwy grafenu przypomina plaster miodu.

1867–1946

Ignacy Mościcki
chemik, technolog, wynalazca, prezydent RP; **opracował** wydajną **metodę produkcyjną kwasu azotowego(V)**, opatentował wiele metod i urządzeń wykorzystywanych m.in. w przemyśle naftowym, udoskonalił proces destylacji ropy naftowej.



1881–1968

Wojciech Alojzy Świętosławski
fizykochemik; pracował nad technologią przetwórstwa smoły węglowej; **przyczynił się do rozwoju wiedzy o azeotropii** – zjawisku związanym z przebiegiem destylacji lotnych mieszanin ciekłych.

1884–1967

Kazimierz Funk
biochemik, prekursor nauki o witaminach; **wyodrębnił** z otrąb ryżowych pierwszą **witaminę** – B_1 (1912 r.) i **wprowadził pojęcie witaminy** (łac. *vita* – życie, *amina* – nazwa grupy związków chemicznych).



1885–1953

Jan Czochralski
chemik, metaloznawca, twórca podstaw nowoczesnej elektroniki; **opracował metodę otrzymywania** (hodowania) **monokryształów** (z pojedynczych kryształów krzemu powstają układy elektroniczne w komputerach, telefonach komórkowych itp.).

1887–1975

Kazimierz Fajans
fizykochemik; prowadził badania nad promieniotwórczością; **sformułował regułę przesunięć**, która określa liczbę masową i położenie w układzie okresowym pierwiastka chemicznego powstającego w wyniku rozpadu promieniotwórczego α lub β; współodkrywca jednego z izotopów protaktynu.



PROJEKTY EDUKACYJNE

Metoda naukowa a przypadek

Problem do rozwiązania w projekcie:
Na czym polega metoda naukowa?

Cel projektu: Poznanie etapów zdobywania informacji metodą naukową. Sformułowanie i rozwiązanie co najmniej jednego problemu badawczego za pomocą metody naukowej. Przedstawienie co najmniej dwóch osiągnięć z dziejów chemii, do których doszło dzięki zastosowaniu metody naukowej, oraz co najmniej dwóch, które są dziełem przypadku.

Jasne, że świeci

Problem do rozwiązania w projekcie:
Które substancje są wykorzystywane jako źródła światła?

Cel projektu: Poznanie zastosowań wybranych pierwiastków i związków chemicznych oraz ich przemian, które mogą być źródłem światła. Przeprowadzenie kilku reakcji chemicznych, którym towarzyszy wydzielenie energii w postaci światła.

Historia odkrycia materiałów pirotechnicznych i wybuchowych

Chemia to nie tylko wybuchy, choć trzeba przyznać, że bez rozwoju tej dziedziny nauki nie można byłoby cieszyć oczu np. spektakularnymi pokazami sztucznych ogni. Fajerwerki, podobnie jak inne wyroby pirotechniczne, służą m.in. do wywoływania efektów świetlnych i akustycznych. Natomiast materiały wybuchowe to związki chemiczne lub mieszaniny, w których pod wpływem zewnętrznego impulsu zostaje zapoczątkowana gwałtowna reakcja chemiczna. W wyniku tej reakcji wydzielają się ogromne ilości gazów o bardzo wysokiej temperaturze.



Ogień grecki był pierwowzorem napalmu użytego po raz pierwszy m.in. przez wojska amerykańskie w czasie II wojny światowej.

ŚREDNIOWIECZE

ogień grecki

łatwopalna mieszanina ropy naftowej, siarki, saletry oraz wapna palonego, która zapala się w kontakcie z wodą; wykorzystywana w bitwach morskich.

ŚREDNIOWIECZE

proch czarny

(proch dymny); mieszanina węgla, siarki i saletry, która zapala się pod wpływem iskry lub płomienia; służy m.in. do produkcji wyrobów pirotechnicznych.

1845

nitroceluloza

(bawełna strzelnicza, azotan(V) celulozy); zapala się pod wpływem iskry, ciepła lub płomienia; dawniej wypełniano nią miny, obecnie stosuje się ją do wyrobu prochu bezdymnego.



Christian Friedrich Schönbein
(1799–1868)



W skład fajerwerków oprócz materiału wybuchowego – czarnego prochu – wchodzą sole metali, nadające płomieniom charakterystyczne barwy.

PROJEKTY EDUKACYJNE

Huk i hałas

Problem do rozwiązania w projekcie:
Do jakiego rodzaju zalicza się procesy, którym towarzyszą efekty dźwiękowe?

Cel projektu: Poznanie przykładów reakcji chemicznych i zjawisk fizycznych, którym towarzyszą efekty dźwiękowe. Przeprowadzenie eksperymentów prezentujących efekty dźwiękowe towarzyszące różnym procesom. Przedstawienie ogólnych wniosków.

Siła – czy zawsze niszcząca?

Problem do rozwiązania w projekcie:
Jakie są pokojowe zastosowania materiałów wybuchowych?

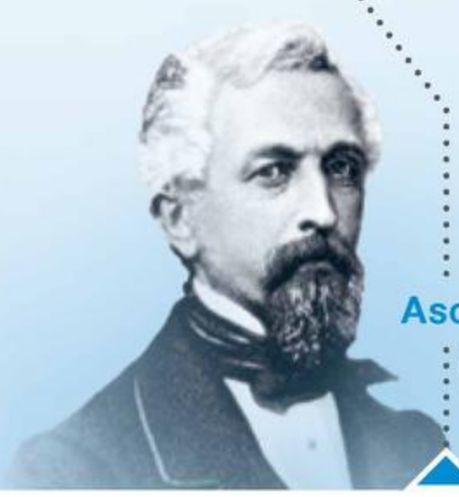
Cel projektu: Poznanie zastosowań wybranych pierwiastków i związków chemicznych oraz ich mieszanin, które mogą służyć do produkcji materiałów wybuchowych. Przedstawienie przykładów wykorzystania materiałów wybuchowych do celów innych niż militarne.

1847

nitrogliceryna

(triazotan(V) glicerolu, triazotan(V) propano-1,2,3-triolu); do jej wybuchu nie jest potrzebny tlen z powietrza; zapala się pod wpływem wstrząsu lub płomienia; służy do produkcji dynamitu.

Ascanio Sobrero
(1812–1888)



1863

trotyl

zapala się głównie pod wpływem uderzenia; stanowi wzorzec energii silnych wybuchów

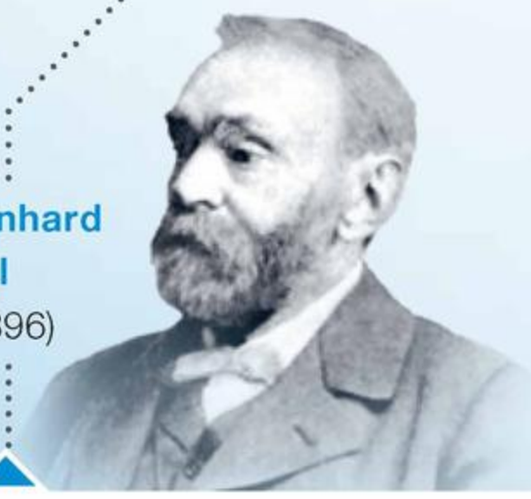
Julius Bernhard Wilbrand
(1839–1906)

1866

dynamit

ziemia okrzemkowa lub trociny nasączone nitrogliceryną; zapala się pod wpływem detonatorów; stosowany np. do wysadzania skał podczas budowy tuneli.

Alfred Bernhard Nobel
(1833–1896)



KONIEC XIX w.

proch bezdymny

jego głównym składnikiem jest nitroceluloza; zapala się np. pod wpływem detonatorów; używa się go w broni strzeleckiej i artyleryjskiej.

Christian Friedrich Schönbein
(1799–1868)



Moc bomb atomowych podaje się w kilotonach lub megatonach trotylu.
Bomba Little Boy, zrzucona na Hiroszimę, miała moc wybuchu wynoszącą 15–16 kt TNT.

Druciki pokryte mieszaniną m.in. saletry, opiłków żelaza i sproszkowanego glinu to tzw. zimne ognie.

Właściwości wybranych pierwiastków chemicznych

Nazwa	Symbol chemiczny	Wartościowość w związku chemicznym	Gęstość, $\frac{g}{cm^3}$		Temperatura topnienia, °C	Temperatura wrzenia, °C
antymon	Sb	III, V	6,69		631	1587
arsen	As	III, V	5,78		817	603***
azot	N	II, III, IV, V	0,81*	1,15**	–210	–196
bar	Ba	II	3,62		727	1900
bizmut	Bi	III, V	9,81		271	1564
brom	Br	I, III, V, VII	3,13		–7	59
chlor	Cl	I, III, V, VII	1,65*		–101	–34
chrom	Cr	II, III, VI	7,17		1910	2700
cyna	Sn	II, IV	7,28		232	2610
cynk	Zn	II	7,14		420	907
fosfor (biały)	P	III, V	1,82		44	280
glin	Al	III	2,70		660	2520
jod	I	I, III, V, VII	4,94		114	185
krzem	Si	II, IV	2,33		1417	3280
magnez	Mg	II	1,74		650	1105
mangan	Mn	II, III, IV, VI, VII	7,47		1244	2060
miedź	Cu	I, II, III	8,93		1085	2570
nikiel	Ni	II, III	8,91		1454	2920
ołów	Pb	II, IV	11,34		328	1756
potas	K	I	0,86		63	757
rtęć	Hg	I, II	13,53		–39	357
siarka	S	II, IV, VI	2,07		120	445
sód	Na	I	0,97		98	881
srebro	Ag	I, II, III	10,50		962	2155
tlen	O	II	1,14*	1,31**	–219	–183
wapń	Ca	II	1,55		842	1490
węgiel	C	II, IV	3,51 (diament) 2,1–2,3 (grafit)		3652	4827***
wodór	H	I	0,07*	0,08**	–259	–253
żelazo	Fe	II, III, VI	7,87		1538	2861

* Gazy – po skropleniu w temperaturze wrzenia.
** Gazy – w warunkach normalnych. Gęstość wyrażona w $\frac{g}{dm^3}$.
*** Sublimacja.

Właściwości fizyczne wybranych związków nieorganicznych

Nazwa systematyczna	Wzór sumaryczny	Gęstość, $\frac{g}{cm^3}$		Temperatura topnienia, °C	Temperatura wrzenia, °C
tlenek glinu	Al_2O_3	3,96		2054	2700
tlenek krzemu(IV)	SiO_2	2,65		1723	2230
tlenek magnezu	MgO	3,58		2830	3600
tlenek siarki(IV)	SO_2	1,46*	2,68**	–76	–10
tlenek siarki(VI)	SO_3	2,75		17	45
tlenek wapnia	CaO	3,40		2630	2850
tlenek węgla(II)	CO	0,79*	1,15**	–205	–192
tlenek węgla(IV)	CO_2	1,30*	1,81**	–	–79***
tlenek wodoru	H_2O	0,998		0	100
tlenek żelaza(II)	FeO	5,70		1400	–
tlenek żelaza(III)	Fe_2O_3	5,24		1565	–
wodorotlenek cezu	CsOH	3,68		343	–
wodorotlenek glinu	$Al(OH)_3$	2,42		–	–
wodorotlenek litu	LiOH	1,43		473	–
wodorotlenek miedzi(II)	$Cu(OH)_2$	3,37		–	–
wodorotlenek ołowiu(II)	$Pb(OH)_2$	7,59		–	–
wodorotlenek potasu	KOH	2,04		405	1322
wodorotlenek sodu	NaOH	2,13		323	1390
wodorotlenek wapnia	$Ca(OH)_2$	2,23		–	–

* Po skropleniu w temperaturze wrzenia.
** Gazy – w warunkach normalnych. Gęstość wyrażona w $\frac{g}{dm^3}$.
*** Sublimacja.
W. Mizerski, *Tablice chemiczne*, Wydawnictwo Adamantan, Warszawa 2013.

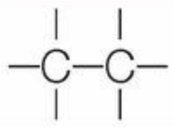
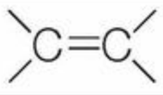
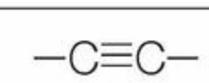
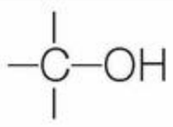
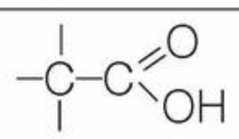
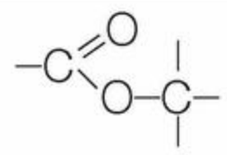
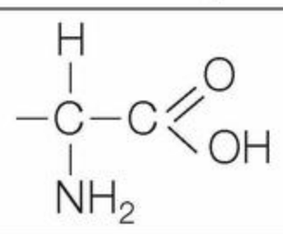
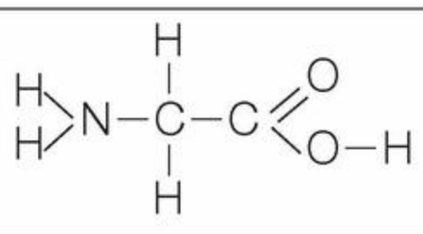
Właściwości fizyczne wybranych związków organicznych

Nazwa	Wzór grupowy	Gęstość, $\frac{g}{cm^3}$	Temperatura topnienia, °C	Temperatura wrzenia, °C
butan	C_4H_{10}	0,57***	–138	–1
etan	C_2H_6	0,55*	–183	–89
etanol (alkohol etylowy)	CH_3CH_2OH	0,79	–114	78
eten	C_2H_4	0,57*	–169	–104
etyn (acetylen)	C_2H_2	0,62*	–82***	–84**
kwas mrówkowy (kwas metanowy)	HCOOH	1,21	8	101
kwas octowy (kwas etanowy)	CH_3COOH	1,04	17	118
kwas propanowy (kwas propionowy)	CH_3CH_2COOH	0,99	–21	141
metan	CH_4	0,42*	–182	–161
metanol (alkohol metylowy)	CH_3OH	0,79	–98	65
octan butylu (etanian butylu)	$CH_3COO(CH_2)_3CH_3$	0,88	–77	126
octan etylu (etanian etylu)	$CH_3COOCH_2CH_3$	0,89	–84	77
pentan	C_5H_{12}	0,62	–130	36
propan	C_3H_8	0,59*	–188	–42
propan-1-ol (alkohol propylowy)	$CH_3(CH_2)_2OH$	0,80	–126	98
propano-1,2,3-triol (glicerol)	$C_3H_5(OH)_3$	1,26	18	290****
propen	C_3H_6	0,61*	–185	–48
propyn	C_3H_4	0,61***	–105	–23

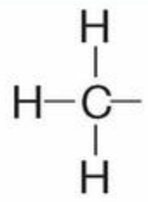
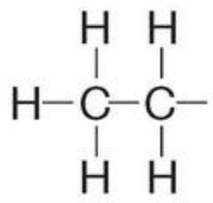
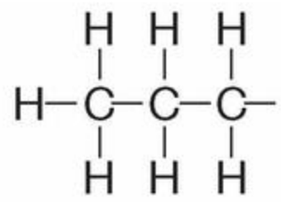
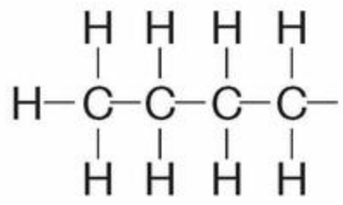
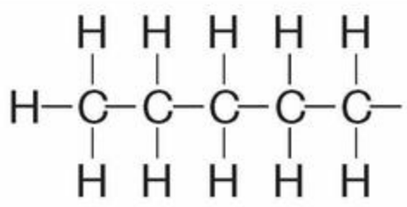
* Po skropleniu w temperaturze wrzenia.
** Sublimacja.
*** Mierzone pod zwiększonym ciśnieniem.
**** Rozkłada się.

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

Najważniejsze grupy węglowodorów i ich wybranych pochodnych

Nazwa grupy	Charakterystyczne połączenia atomów	Przykład	
alkany		CH_3-CH_3	etan
alkeny		$CH_2=CH_2$	eten
alkiny		$CH\equiv CH$	etyn
alkohole		CH_3-CH_2-OH	etanol
kwasy karboksylowe		CH_3-COOH	kwas octowy
estry		$CH_3-COO-CH_2-CH_3$	octan etylu
aminokwasy			kwas aminooctowy

Nazwy i wzory grup alkilowych

Nazwa grupy (alkilu)	Wzór sumaryczny	Wzór strukturalny
metylowa (metyl)	CH_3-	
etylowa (etyl)	C_2H_5-	
propylowa (propyl)	C_3H_7-	
butylowa (butyl)	C_4H_9-	
pentylowa (pentyl)	$C_5H_{11}-$	

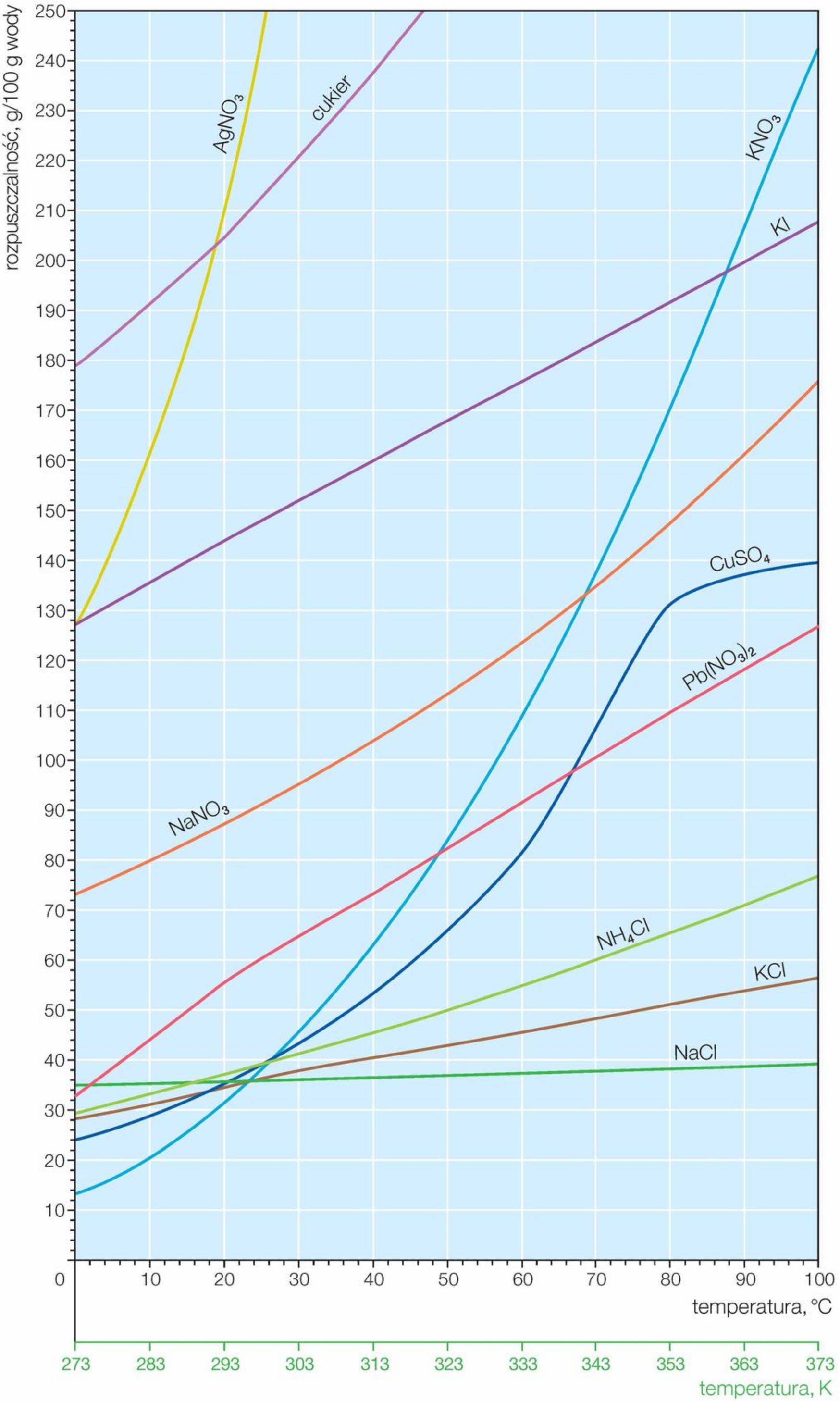
Najważniejsze zastosowania wybranych

Wzór i nazwa	Przykłady zastosowań
CH_4 metan	paliwo
C_3H_8 propan	gaz spieniający w piankach do golenia
C_2H_4 eten	produkcja związków organicznych, m.in. kwasu octowego i alkoholu etylowego produkcja tworzyw sztucznych przyspiesza dojrzewanie owoców, np. bananów produkcja rozpuszczalników farb i lakierów
C_2H_2 etyn (acetylen)	produkcja tworzyw sztucznych produkcja rozpuszczalników organicznych spawanie i cięcie metali
CH_3OH metanol (alkohol metylowy)	rozpuszczalnik farb, lakierów i tłuszczów produkcja tworzyw sztucznych
CH_3CH_2OH etanol (alkohol etylowy)	produkcja leków, składnik kropli nasercowych i żołądkowych składnik perfum i wód toaletowych środek dezynfekujący produkcja octu i wyrobów spirytusowych
$C_3H_5(OH)_3$ propano-1,2,3-triol (glicerol)	produkcja suszonych owoców i wyrobów cukierniczych produkcja leków, składnik syropów przeciwkaszlowych produkcja farb drukarskich, materiałów wybuchowych

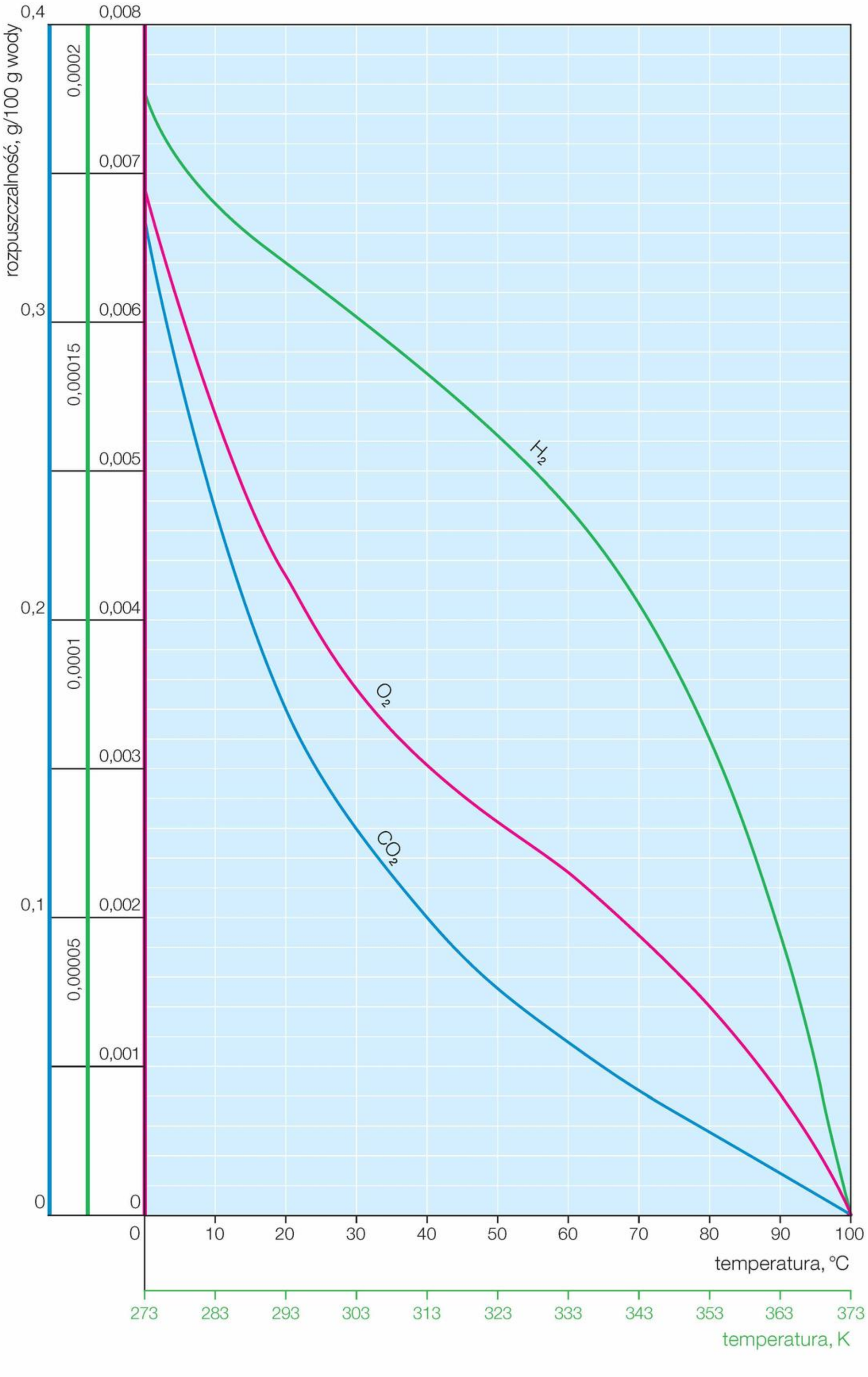
związków organicznych

Wzór i nazwa	Przykłady zastosowań
HCOOH kwas mrówkowy (kwas metanowy)	składnik leków przeciwreumatycznych konserwacja żywności produkcja preparatów przeciwłupieżowych
CH_3COOH kwas octowy (kwas etanowy)	środek konserwujący (ocet) produkcja tworzyw sztucznych rozpuszczalnik, produkcja sztucznego jedwabiu
$C_{17}H_{35}COOH$ kwas stearynowy	produkcja mydeł, pomadek ochronnych i pianek do golenia produkcja świec
$C_{12}H_{22}O_{11}$ sacharoza	środek słodzący i konserwujący składnik niektórych syropów
$(C_6H_{10}O_5)_n$ skrobia	składnik zasypek i pudrów dla dzieci produkcja budyniu, kisielu i wyrobów cukierniczych, dodatek zagęszczający produkcja tworzyw sztucznych
$(C_6H_{10}O_5)_n$ celuloza	składnik preparatów poprawiających trawienie produkcja papieru produkcja serów, m.in. mozzarelli

Krzywe rozpuszczalności – zależność rozpuszczalności substancji stałych w wodzie od temperatury



$AgNO_3$ – azotan(V) srebra(I); KI – jodek potasu; $NaNO_3$ – azotan(V) sodu; KNO_3 – azotan(V) potasu; $Pb(NO_3)_2$ – azotan(V) ołowiu(II); NH_4Cl – chlorek amonu; $CuSO_4$ – siarczan(VI) miedzi(II); KCl – chlorek potasu; NaCl – chlorek sodu.


0,4
0,3
0,2
0,1
0
rozpuszczalność, g/100 g wody
0,0002
0,00015
0,0001
0,00005
0,008
0,007
0,006
0,005
0,004
0,003
0,002
0,001
0
H_2
O_2
CO_2
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
temperatura, °C
273
283
293
303
313
323
333
343
353
363
373
temperatura, K

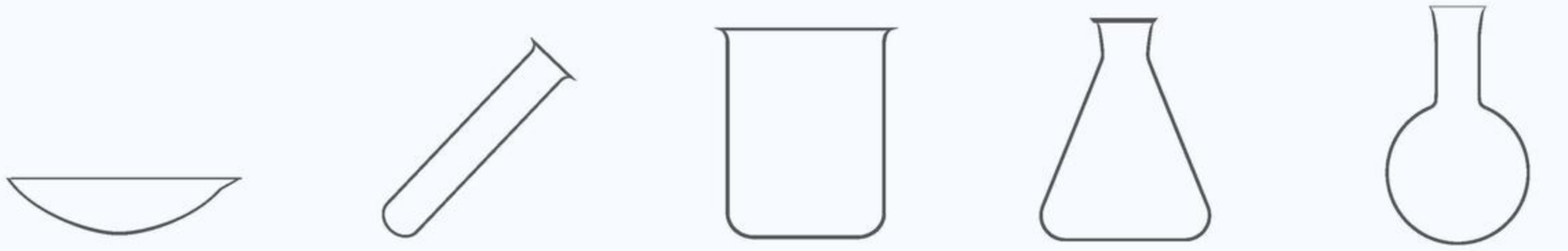
Jakie szkło laboratoryjne wykorzystuje się do przeprowadzenia doświadczeń chemicznych?

W szkolnej pracowni do doświadczeń chemicznych najczęściej używa się: probówek, zlewek, szkiełek zegarkowych i bagietek.





Jak narysować schemat szkła laboratoryjnego?



Jaki sprzęt laboratoryjny może być potrzebny do przeprowadzenia doświadczenia chemicznego?

W szkolnej pracowni do doświadczeń chemicznych najczęściej używa się: palników, łap i statywów.



łapa drewniana



okulary laboratoryjne



moździerz



łyżka do spalań



szczypce metalowe



trójnóg z siatką metalową i krążkiem ceramicznym



statyw z łapą metalową



palnik spirytusowy



palnik gazowy

Jak oznaczyć czynności na schematach?



ogrzewanie



mieszanie



dodawanie substancji



spalanie

Definicje i przykłady

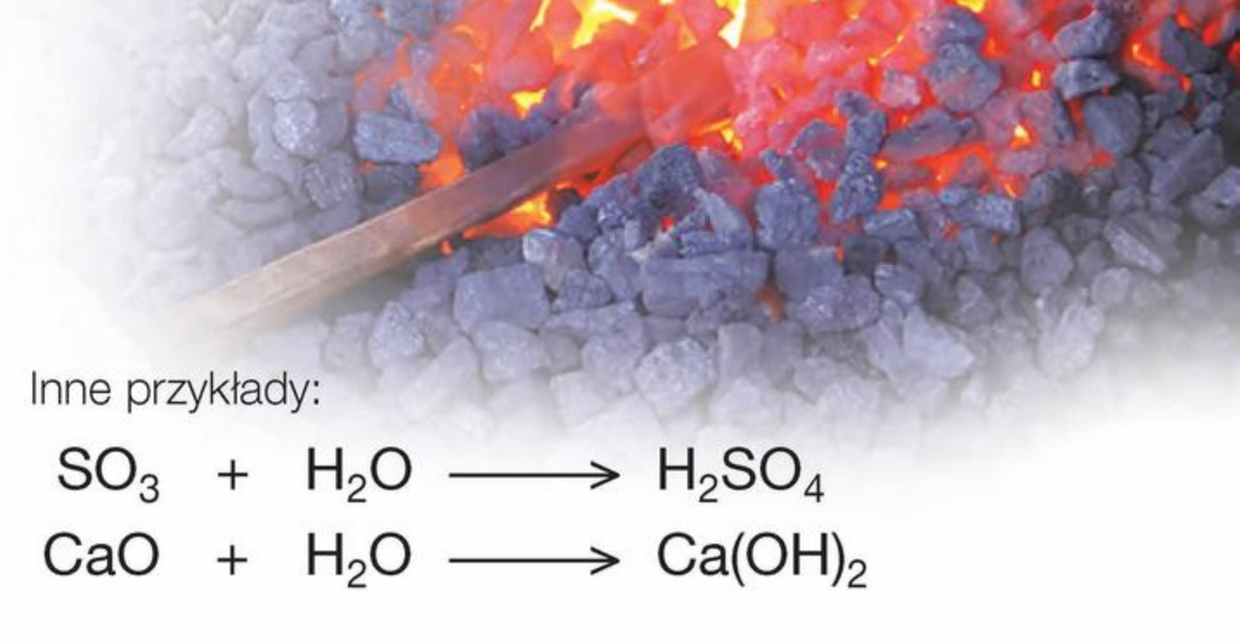
Reakcja syntezy (łączenia)

Reakcja chemiczna, podczas której z kilku substratów powstaje jeden produkt:

$$\underset{\text{magnez}}{2Mg} + \underset{\text{tlen}}{O_2} \longrightarrow \underset{\text{tlenek magnezu}}{2MgO}$$



Podczas spalania węgla powstaje – w zależności od ilości tlenu zawartego w powietrzu – tlenek węgla(II) lub tlenek węgla(IV).



Inne przykłady:

$$SO_3 + H_2O \longrightarrow H_2SO_4$$

$$CaO + H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2$$

Reakcja analizy (rozkładu)

Reakcja chemiczna, podczas której z jednego substratu powstaje kilka produktów:

$$\underset{\text{węglan wapnia}}{CaCO_3} \xrightarrow{T} \underset{\text{tlenek wapnia}}{CaO} + \underset{\text{tlenek węgla(IV)}}{CO_2\uparrow}$$



Ciasto rośnie pod wpływem wysokiej temperatury. Spulchniają je produkty gazowe powstające w reakcji analizy soli będącej składnikiem proszku do pieczenia.



Inne przykłady:

$$2Ag_2O \longrightarrow 4Ag + O_2\uparrow$$

$$H_2SO_3 \longrightarrow H_2O + SO_2\uparrow$$

Reakcja wymiany

Reakcja chemiczna, podczas której z kilku substratów powstaje kilka produktów:

$$\underset{\text{siarczek żelaza(II)}}{FeS} + \underset{\text{kwas chlorowodorowy}}{2HCl} \longrightarrow \underset{\text{chlorek żelaza(II)}}{FeCl_2} + \underset{\text{siarkowodór}}{H_2S\uparrow}$$



Odrdzewienie napojem typu cola przedmiotów pokrytych tlenkami żelaza (m.in. Fe_2O_3) następuje w wyniku reakcji wymiany.



Inne przykłady:

$$Zn + 2HCl \longrightarrow ZnCl_2 + H_2\uparrow$$

$$2NaCl + H_2SO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + 2HCl\uparrow$$

Utlenianie

Reakcja chemiczna, w której wyniku następuje przyłączenie tlenu. Gwałtowne utlenianie przebiegające z wydzieleniem światła i ciepła to **spalanie**:

$$\underset{\text{węgiel}}{C} + \underset{\text{tlen}}{O_2} \longrightarrow \underset{\text{tlenek węgla(IV)}}{CO_2}$$



Spalanie całkowite – reakcja chemiczna zachodząca przy nieograniczonym dostępie tlenu.

Spalanie niecałkowite – reakcja chemiczna zachodząca przy ograniczonym dostępie tlenu.



Miąższ przekrojonych jabłek ciemnieje w wyniku reakcji utleniania.

Inne przykłady:

$$4P + 5O_2 \longrightarrow P_4O_{10}$$

$$2SO_2 + O_2 \xrightarrow{\text{katalizator}} 2SO_3$$

Reakcja zobojętniania

Reakcja między kationami wodoru H^+ a anionami wodorotlenkowymi OH^-, której produktem jest cząsteczka wody:

$$\underset{\text{kwas chlorowodorowy}}{HCl} + \underset{\text{wodorotlenek sodu}}{NaOH} \longrightarrow \underset{\text{chlorek sodu}}{NaCl} + \underset{\text{woda}}{H_2O}$$

$$H^+ + OH^- \longrightarrow H_2O$$



Kwasowy odczyn jadu pszczoły można zneutralizować wodnym roztworem sody oczyszczonej, gdyż ma on odczyn zasadowy.



Inne przykłady:

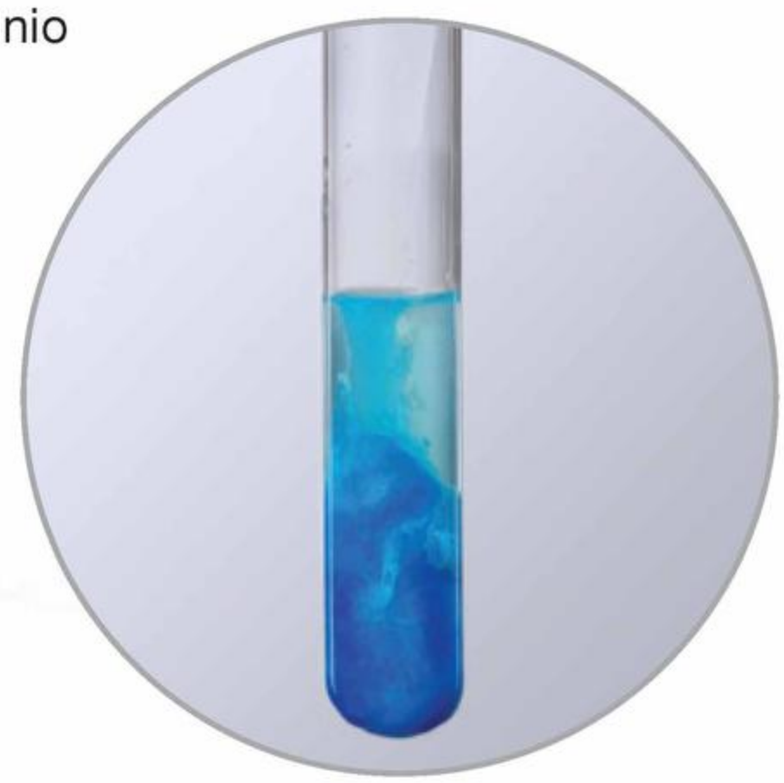
$$H_2SO_4 + 2KOH \longrightarrow K_2SO_4 + 2H_2O$$

$$2CH_3COOH + Ba(OH)_2 \longrightarrow (CH_3COO)_2Ba + 2H_2O$$

Reakcja strąceniowa

Reakcja chemiczna, w której wyniku powstaje produkt średnio rozpuszczalny lub trudno rozpuszczalny w wodzie:

$$\underset{\text{chlorek miedzi(II)}}{CuCl_2} + \underset{\text{wodorotlenek sodu}}{2NaOH} \longrightarrow \underset{\text{wodorotlenek miedzi(II)}}{Cu(OH)_2\downarrow} + \underset{\text{chlorek sodu}}{2NaCl}$$





Stalaktyty i stalagmity powstają w wyniku wytrącania osadu węglanu wapnia.

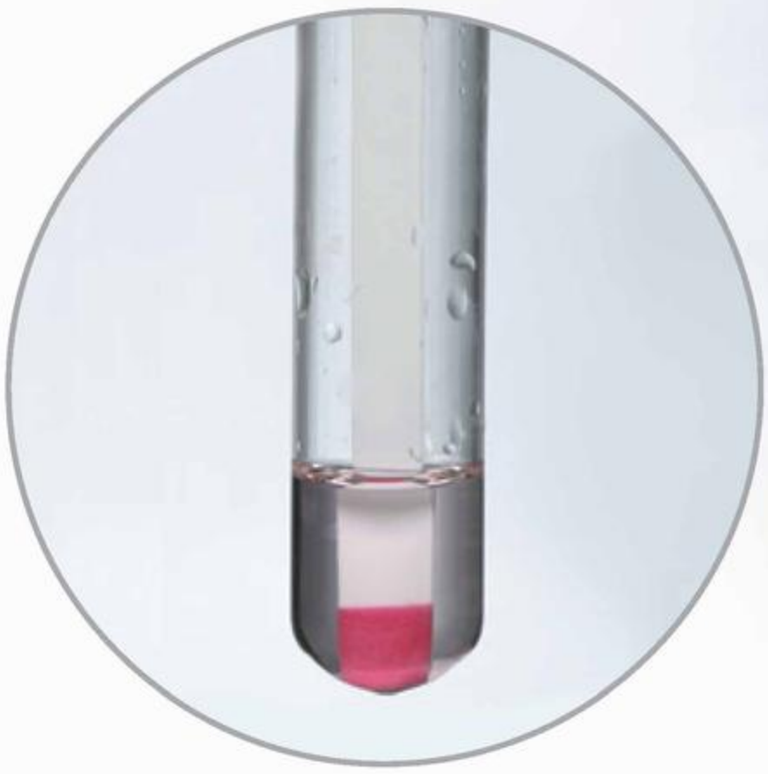
Inne przykłady:

$$AgNO_3 + HCl \longrightarrow AgCl\downarrow + HNO_3$$

$$3FeCl_2 + 2Na_3PO_4 \longrightarrow Fe_3(PO_4)_2\downarrow + 6NaCl$$

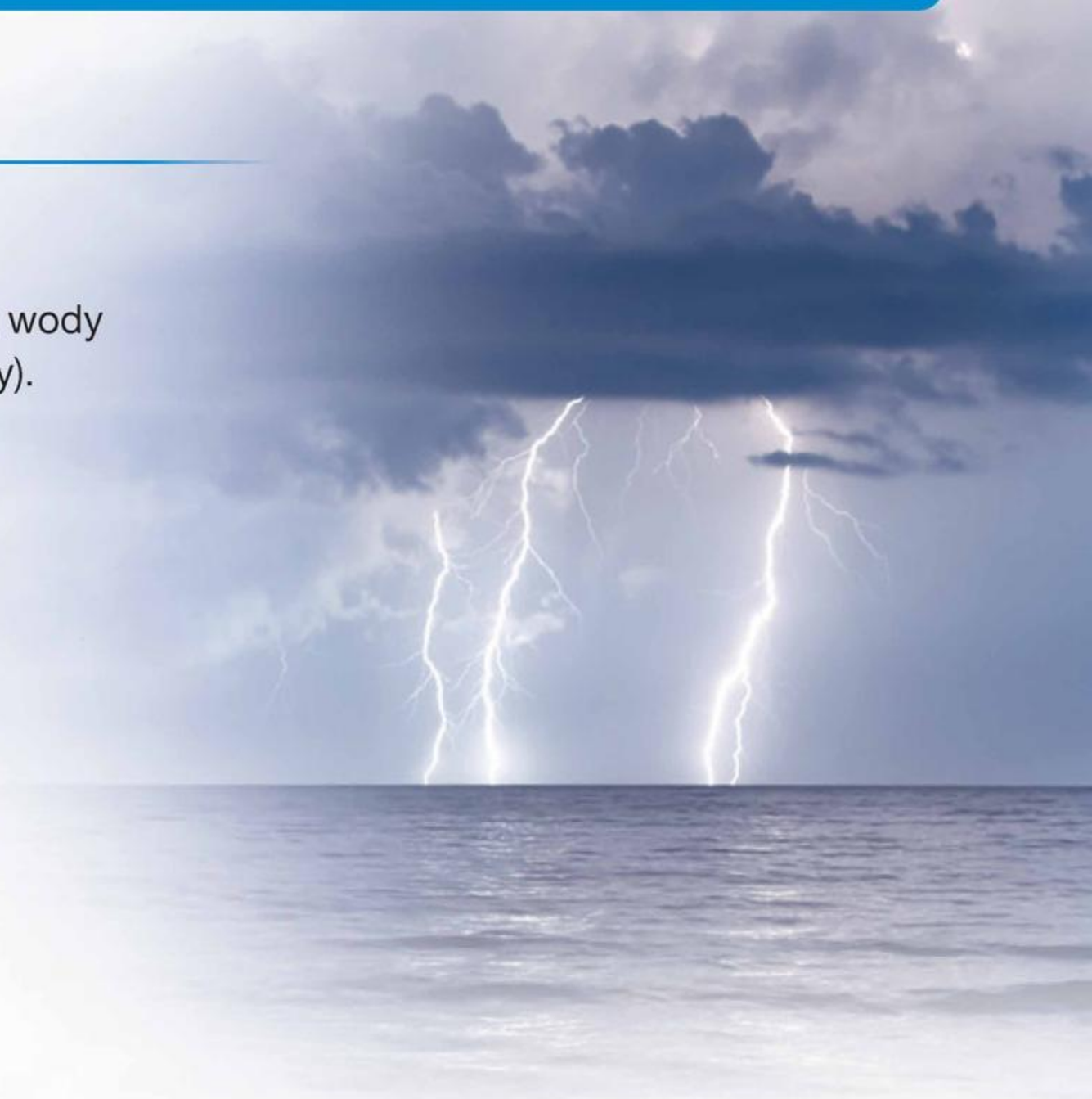
Reakcja dysocjacji elektrolitycznej

Rozpad cząsteczek elektrolitów pod wpływem wody na jony dodatnie (kationy) i jony ujemne (aniony).



$$H_2SO_4 \xrightarrow{H_2O} 2H^+ + SO_4^{2-}$$

kwas siarkowy(VI) — kationy wodoru — anion siarczanowy(VI)



Woda występująca w przyrodzie przewodzi prąd elektryczny, gdyż zawiera jony rozpuszczonych w niej substancji.

- **Dysocjacja elektrolityczna kwasów** – rozpad cząsteczek kwasów na kationy wodoru i aniony reszty kwasowej pod wpływem cząsteczek wody:

$$HCl \xrightarrow{H_2O} H^+ + Cl^-$$

kwas chlorowodorowy — kation wodoru — anion chlorkowy

$$H_3PO_4 \xrightleftharpoons{H_2O} 3H^+ + PO_4^{3-}$$

kwas fosforowy(V) — kationy wodoru — anion fosforanowy(V)

Kwasy zawierające więcej niż jeden atom wodoru w cząsteczce dysocjują stopniowo.

- **Dysocjacja elektrolityczna zasad** – rozpad wodorotlenków rozpuszczalnych w wodzie na kationy metalu i aniony wodorotlenkowe:

$$NaOH \xrightarrow{H_2O} Na^+ + OH^-$$

zasada sodowa — kation sodu — anion wodorotlenkowy

$$Ba(OH)_2 \xrightarrow{H_2O} Ba^{2+} + 2OH^-$$

zasada barowa — kation baru — aniony wodorotlenkowe

- **Dysocjacja elektrolityczna soli** – rozpad soli na kationy metalu (lub kationy będące grupą atomów, np. NH_4^+) i aniony reszty kwasowej pod wpływem cząsteczek wody:

$$Na_3PO_4 \xrightarrow{H_2O} 3Na^+ + PO_4^{3-}$$

fosforan(V) sodu — kationy sodu — anion fosforanowy(V)

$$Fe_2(SO_4)_3 \xrightarrow{H_2O} 2Fe^{3+} + 3SO_4^{2-}$$

siarczan(VI) żelaza(III) — kationy żelaza(III) — aniony siarczanowe(VI)

Fermentacja

Fermentacja alkoholowa – reakcja biochemiczna polegająca na powstawaniu etanolu z cukrów prostych (monosacharydów):



$$\underset{\text{glukoza}}{C_6H_{12}O_6} \xrightarrow{\text{drożdże, } T = 34\text{–}37\ ^\circ C} \underset{\text{etanol}}{2CH_3CH_2OH} + \underset{\substack{\text{tlenek}\\ \text{węgla(IV)}}}{2CO_2}$$



Fermentacja octowa – enzymatyczny proces utleniania etanolu do kwasu octowego w obecności bakterii:

$$\underset{\text{etanol}}{CH_3CH_2OH} + \underset{\text{tlen}}{O_2} \xrightarrow{\text{bakterie}} \underset{\substack{\text{kwas octowy}\\ \text{(kwas etanowy)}}}{CH_3COOH} + \underset{\text{woda}}{H_2O}$$

Reakcja estryfikacji

Reakcja chemiczna alkoholu z kwasem, której produktami są ester i woda:

$$\underset{\substack{\text{kwas octowy}\\ \text{(kwas etanowy)}}}{CH_3COOH} + \underset{\substack{\text{etanol}\\ \text{(alkohol etylowy)}}}{CH_3CH_2OH} \underset{}{\overset{H_2SO_{4(\text{stęż.})}}{\rightleftharpoons}} \underset{\substack{\text{octan etylu}\\ \text{(etanian etylu)}}}{CH_3COOCH_2CH_3} + \underset{\text{woda}}{H_2O}$$



Rośliny zawdzięczają przyjemny zapach zawartym w nich estrom.



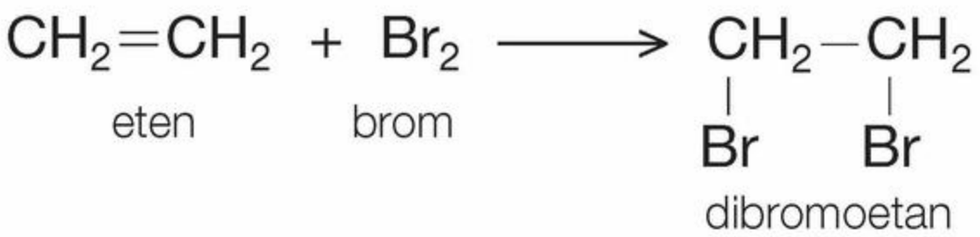
Inne przykłady:

$$C_3H_5(OH)_3 + 3C_{17}H_{35}COOH \longrightarrow (C_{17}H_{35}COO)_3C_3H_5 + 3H_2O$$

$$HCOOH + CH_3OH \rightleftharpoons HCOOCH_3 + H_2O$$

Reakcja przyłączania

Reakcja łączenia się cząsteczki zawierającej wiązanie wielokrotne z inną cząsteczką:





Inne przykłady:

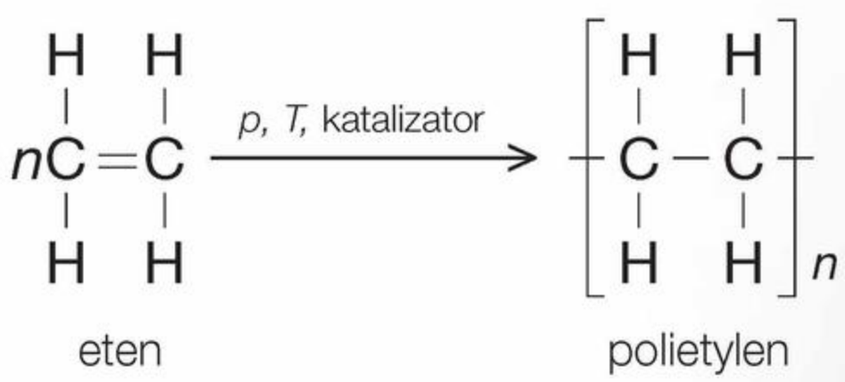
$$C_2H_4 + H_2 \longrightarrow C_2H_6$$

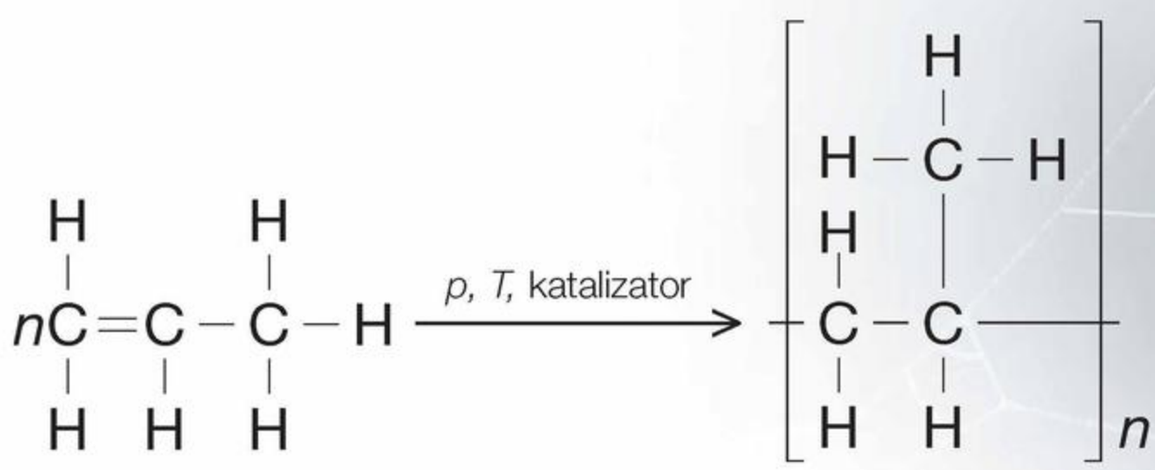
$$C_2H_2 + 2Cl_2 \longrightarrow C_2H_2Cl_4$$

Reakcję przyłączania wykorzystuje się w procesie produkcji margaryny z oleju roślinnego.

Reakcja polimeryzacji

Reakcja łączenia się pojedynczych cząsteczek związku chemicznego (monomerów) w wielkocząsteczkowy produkt – polimer:





Jedną z reakcji zachodzących w procesie powstawania nici pajęczej jest polimeryzacja białek.

Reakcja egzotermiczna

Reakcja chemiczna przebiegająca z wydzieleniem energii na sposób ciepła:

$$\underset{\text{sód}}{2Na} + \underset{\text{woda}}{2H_2O} \longrightarrow \underset{\text{wodorotlenek sodu}}{2NaOH} + \underset{\text{wodór}}{H_2\uparrow}$$





Płonące drewno wydziela energię na sposób ciepła.

Inne przykłady:

$$CH_4 + 2O_2 \longrightarrow CO_2\uparrow + 2H_2O$$

$$2CH_3COOH + Mg \longrightarrow (CH_3COO)_2Mg + H_2\uparrow$$

Reakcja endotermiczna

Reakcja chemiczna, do której przebiegu jest konieczne stałe doprowadzanie energii na sposób ciepła:

$$\underset{\text{sacharoza}}{C_{12}H_{22}O_{11}} \xrightarrow{T} \underset{\text{węgiel}}{12C} + \underset{\text{woda}}{11H_2O}$$



Do usmażenia naleśników konieczne jest dostarczenie energii na sposób ciepła.

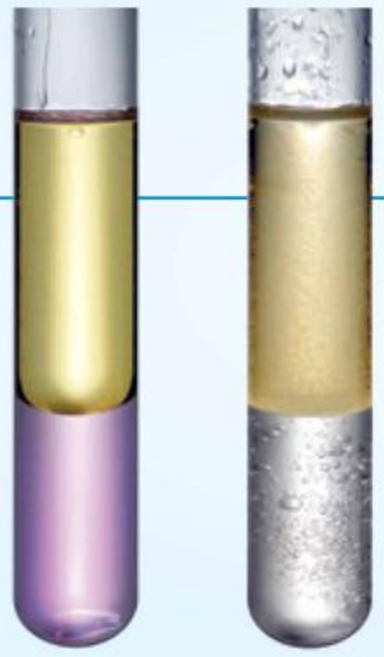


Inne przykłady:

$$2HgO \xrightarrow{T} 2Hg + O_2\uparrow$$

$$CuO + H_2 \xrightarrow{T} Cu + H_2O$$

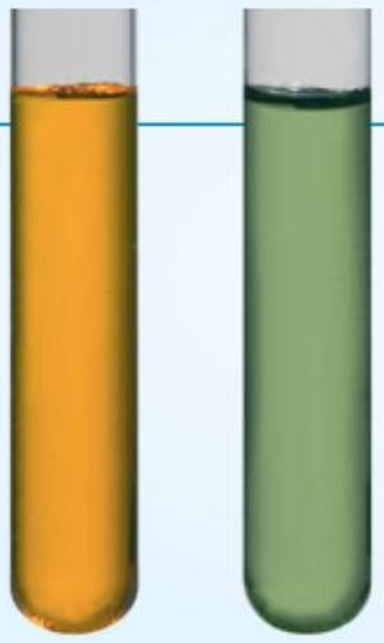
Reakcje charakterystyczne związków organicznych



Identyfikacja związków chemicznych zawierających wiązania wielokrotne

reakcja z roztworem manganianu(VII) potasu lub roztworem bromu

Roztwór manganianu(VII) potasu lub roztwór bromu odbarwiają się pod wpływem związków chemicznych zawierających wiązania wielokrotne.



Wykrywanie etanolu

reakcja etanolu z roztworem dichromianu(VI) potasu w środowisku kwasowym

W roztworze zawierającym etanol roztwór dichromianu(VI) potasu z dodatkiem stężonego roztworu kwasu siarkowego(VI) po ogrzaniu zmienia barwę z pomarańczowej na zieloną.



Reakcja ksantoproteinowa

reakcja białek ze stężonym roztworem kwasu azotowego(V)

Substancje zawierające białko pod wpływem stężonego roztworu kwasu azotowego(V) barwią się na żółto.



Wykrywanie skrobi

reakcja skrobi z roztworem jodu

Substancje zawierające skrobię pod wpływem roztworu jodu przyjmują ciemnoniebieskie (granatowe) zabarwienie.

Substancje nieorganiczne

Substancje nieorganiczne

pierwiastki chemiczne

metale	niemetale	wodorki $\overset{n\ \text{I}}{X}\text{H}_n$ *lub* $\text{H}_n\overset{\text{I}\ n}{Y}$		tlenki $\overset{n\ \text{II}}{E_2}\text{O}_n$	
metali	niemetali	metali	niemetali	metali	niemetali
np.	np.	np.	np.	np.	np.
Cu	S	NaH	NH_3	Na_2O	CO
Na	Cl_2	KH	HCl	CuO	SO_2
Ag	N_2	CaH_2	H_2S	Fe_2O_3	N_2O_5

Otrzymywanie związków nieorganicznych

Tlenki	Wodorki	Kwasy tlenowe	Kwasy beztlenowe
• pierwiastek chemiczny + O_2	• pierwiastek chemiczny + H_2	• tlenek kwasowy + H_2O	• niemetal + H_2 (rozpuszczanie w H_2O)



kryształy soli $PbCl_2$



kryształy soli PbI_2



kryształy soli
$K_2Cr_2O_7$



kryształy soli
K_2CrO_4

związki chemiczne

- **kwasy** $\overset{I}{H}_m\overset{m}{R}$
  - **tlenowe** — np. H_2SO_4, HNO_3, H_3PO_4
  - **beztlenowe** — np. HCl, H_2S, HBr
- **wodorotlenki** $\overset{n}{M}(OH)_n^{I}$
  - **zasady** — np. NaOH, KOH, $Ba(OH)_2$
  - **inne wodorotlenki** — np. $Cu(OH)_2$, $Fe(OH)_3$, $Al(OH)_3$
- **sole** $\overset{n}{M}_m\overset{m}{R}_n$
  - **kwasów tlenowych** — np. $CaCO_3$, $Fe_2(SO_4)_3$, $NaNO_3$
  - **kwasów beztlenowych** — np. $MgCl_2$, Na_2S, KI

Zasady

- metal aktywny + H_2O (1. i 2. grupy, z wyjątkiem berylu)
- tlenek metalu aktywnego + H_2O

Inne wodorotlenki

- sól + zasada

Sole kwasów tlenowych i beztlenowych

- zasada + kwas
- metal aktywny + kwas
- tlenek metalu + kwas
- sól + kwas
- sól + zasada
- sól 1 + sól 2

Sole kwasów tlenowych

- tlenek zasadowy + tlenek kwasowy
- zasada + tlenek kwasowy

Sole kwasów beztlenowych

- metal + niemetal

Wyjaśnienie oznaczeń:

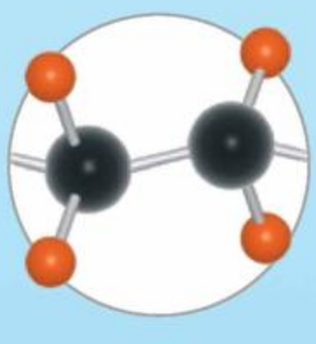
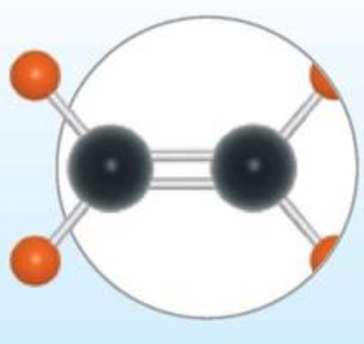
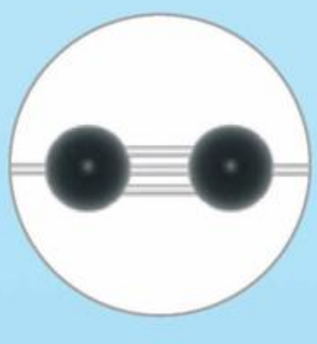
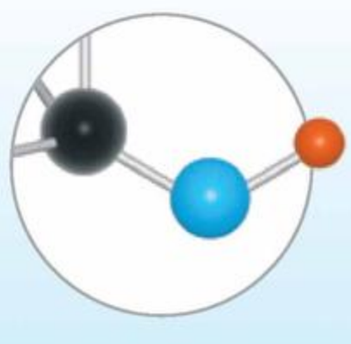
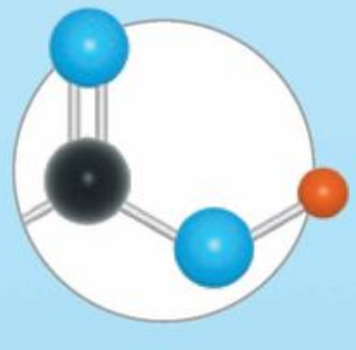
E – symbol pierwiastka chemicznego
M – symbol metalu
R – symbol reszty kwasowej
n, m – wartościowości
X – symbol pierwiastka chemicznego (inny niż wodór) z 1.–2. oraz 13.–15. grupy układu okresowego
Y – symbol pierwiastka chemicznego z 16. lub 17. grupy układu okresowego

Związki organiczne

Związki organiczne

- **węglowodory**
  - **nasycone** – alkany C_nH_{2n+2}, np. etan CH_3-CH_3
  - **nienasycone**
    - alkeny C_nH_{2n}, np. eten $CH_2=CH_2$
    - alkiny C_nH_{2n-2}, np. etyn (acetylen) $CH\equiv CH$
- **jednofunkcyjne**
  - **alkohole** $C_nH_{2n+1}-OH$, R_2
    - monohydroksylowe, np. etanol CH_3-CH_2-OH
    - polihydroksylowe, np. glicerol
      $CH_2(OH)-CH(OH)-CH_2(OH)$
  - **kwasy karboksylowe** $C_nH_{2n+1}-COOH$, R_1
    - niższe, np. kwas octowy (kwas etanowy) CH_3-COOH
    - wyższe, np. kwas stearynowy $C_{17}H_{35}-COOH$

Budowa związków organicznych

Alkany	Alkeny	Alkiny	Alkohole	Kwasy karboksylowe
				
• wiązania pojedyncze między atomami węgla	• jedno wiązanie podwójne między atomami węgla	• jedno wiązanie potrójne między atomami węgla	• grupa hydroksylowa –OH	• grupa karboksylowa –COOH

Modele atomów: węgla wodoru tlenu azotu

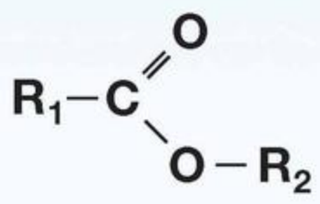


denaturacja białka

pochodne węglowodorów

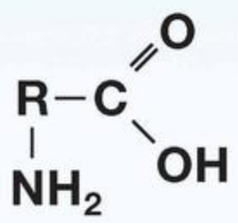
wielofunkcyjne

estry

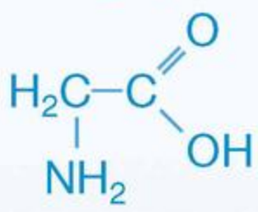


np.
octan etylu
(etanian etylu)
$CH_3-COO-CH_2-CH_3$
tristearynian glicerolu
(tłuszcz)
$(C_{17}H_{35}COO)_3C_3H_5$

aminokwasy



np. glicyna



białka

proste
np. albuminy

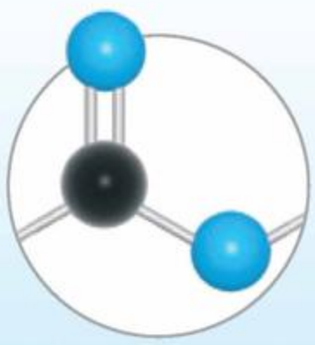
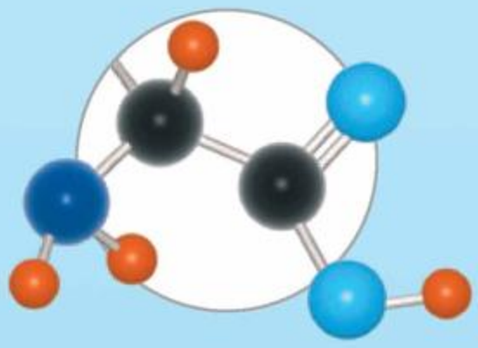
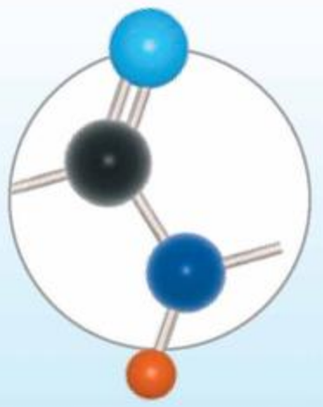
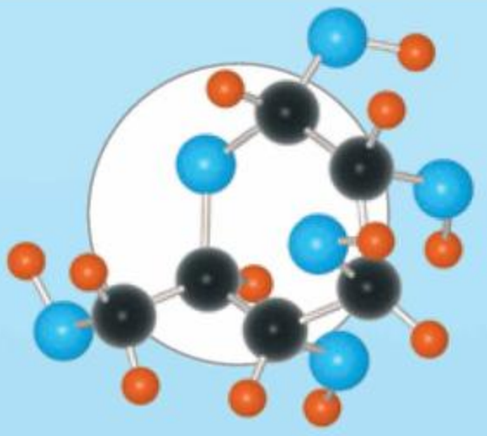
złożone
np. fosfoproteiny

cukry $C_n(H_2O)_m$

mono-sacharydy $n = m$
np. glukoza $C_6H_{12}O_6$

oligo-sacharydy $n > m$
np. sacharoza $C_{12}H_{22}O_{11}$

poli-sacharydy $n > m$
np. celuloza $(C_6H_{10}O_5)_n$
gdzie
n = 100–10 000

Estry	Aminokwasy	Białka	Cukry
			
• grupa estrowa –COO–	• grupa aminowa $-NH_2$ • grupa karboksylowa –COOH	• wiązania peptydowe • grupa aminowa $-NH_2$ • grupa karboksylowa –COOH	• grupa hydroksylowa –OH • inne grupy funkcyjne

Wyjaśnienie oznaczeń:
R_1, R_2 – symbol grupy alkilowej lub atomu wodoru
n, *m* – liczba naturalna

Odpowiedzi do zadań

1. Kwasy

s. 18

zadanie 4. kwas siarkowy(IV), H_2SO_3

s. 24

zadanie 5. 146 g chlorowodoru

s. 34

zadanie 5. 39,02 % siarki w kwasie siarkowym(IV) i 32,65 % siarki w kwasie siarkowym(VI)

Dla dociekliwych

zadanie 7. 17,75 cm^3 roztworu kwasu siarkowego(VI)

s. 48 **Dla dociekliwych**

zadanie 7. 25 %

zadanie 8. 4 razy

s. 52

zadanie 4. 5,9 t tlenku węgla(IV)

s. 57

zadanie 4. pH = 8, odczyn zasadowy

s. 60 **Sprawdź, czy wiesz i umiesz...**

zadanie 1. kwas chlorowodorowy, kwas siarkowy(VI), kwas siarkowodorowy, kwas fosforowy(V), kwas bromowodorowy

zadanie 2. H_2CO_3, HI, HNO_3, H_2SO_3

zadanie 3. a) $N_2O_5 + H_2O \rightarrow 2HNO_3$,
b) $H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$,
c) $H_2 + S \rightarrow H_2S$,
d) $P_4O_{10} + 6H_2O \rightarrow 4H_3PO_4$

zadanie 4. a) $H_2SO_4 \xrightarrow{H_2O} H^+ + HSO_4^-$,
b) $H_2S \overset{H_2O}{\rightleftharpoons} H^+ + HS^-$,
c) $HNO_3 \xrightarrow{H_2O} H^+ + NO_3^-$,
d) $H_2PO_4^- \overset{H_2O}{\rightleftharpoons} H^+ + HPO_4^{2-}$

zadanie 5. a) 1, 3, 4; b) $CO_2 + H_2O \rightarrow H_2CO_3$,
$SO_2 + H_2O \rightarrow H_2SO_3$,
$P_4O_{10} + 6H_2O \rightarrow 4H_3PO_4$

Zadanie 6. Tlenkami, które po reakcji z parą wodną wywołują kwaśne opady, są tlenki (***kwasowe*** / *zasadowe*), m.in. (***SO_2*** / *Na_2O*) i (*CuO* / ***NO_2***). Kiedy produkty ich reakcji z parą wodną dostaną się do wód opadowych, wody te wykazują odczyn lekko (*zasadowy* / ***kwasowy***).

zadanie 7. U – O_2, tlen, W – H_2O, woda, X – H_2S, siarkowodór, Y – SO_3, tlenek siarki(VI), Z – N_2O_5, tlenek azotu(V); **1** – $SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$,
2 – $2SO_2 + O_2 \xrightarrow{\text{katalizator}} 2SO_3$,
3 – $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$,
4 – $S + O_2 \rightarrow SO_2$,
5 – $H_2 + S \rightarrow H_2S$,
6 – $H_2O + N_2O_5 \rightarrow 2HNO_3$

Zadanie 8. 0,0045 %

2. Sole

s. 79

zadanie 7. 8 g wapnia

zadanie 8. siarczan(VI) potasu, K_2SO_4

s. 81

zadanie 5. 26,7 g soli

s. 83

zadanie 5. węglan wapnia, $CaCO_3$

s. 87 **Dla dociekliwych**

zadanie 7. $CaCO_3$, węglan wapnia

s. 93

zadanie 2. 350 kg azotu

zadanie 3. 40 % wapnia w kalcycie i 29,4 % wapnia w anhydrycie

zadanie 4. Na_2SiO_3

Dla dociekliwych

zadanie 5. 47,12 % wody

s. 96 **Sprawdź, czy wiesz i umiesz...**

zadanie 1. fosforan(V) miedzi(II), bromek żelaza(III), siarczan(VI) magnezu, chlorek cynku, Ag_2S, $FeCO_3$, KNO_3, $FePO_4$

zadanie 2. Dysocjacja elektrolityczna soli polega na rozpadzie kryształów soli na kationy (*metali* / ***reszt kwasowych***) i aniony (*metali* / ***reszt kwasowych***) pod wpływem cząsteczek wody. Dysocjacji ulegają sole (***dobrze*** / *trudno*) rozpuszczalne w wodzie.

zadanie 3. a) $Fe(NO_3)_3 \xrightarrow{H_2O} Fe^{3+} + 3NO_3^-$,
b) $Na_3PO_4 \xrightarrow{H_2O} 3Na^+ + PO_4^{3-}$

zadanie 4. a) $Ca(OH)_2 + 2HCl \rightarrow CaCl_2 + 2H_2O$,
$Ca^{2+} + 2OH^- + 2H^+ + 2Cl^- \rightarrow Ca^{2+} + 2Cl^- + 2H_2O$,
$2OH^- + 2H^+ \rightarrow 2H_2O$,
$OH^- + H^+ \rightarrow H_2O$,
b) $2KOH + H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + 2H_2O$,
$2K^+ + 2OH^- + 2H^+ + SO_4^{2-} \rightarrow 2K^+ + SO_4^{2-} + 2H_2O$,
$2OH^- + 2H^+ \rightarrow 2H_2O$,
$OH^- + H^+ \rightarrow H_2O$

zadanie 5. A1

zadanie 6. Reakcje chemiczne zaszły w probówkach: 2, 3, ponieważ substratami były metale bardziej aktywne od wodoru, które wypierają wodór z kwasu.
probówka 2 – $Mg + H_2SO_4 \rightarrow MgSO_4 + H_2\uparrow$,
probówka 3 – $2K + H_2S \rightarrow K_2S + H_2\uparrow$,
zadanie 7. Osad strącił się w probówce (***1.*** / *2.*)
$K_2CO_3 + MgCl_2 \rightarrow 2KCl + MgCO_3\downarrow$
$2K^+ + CO_3^{2-} + Mg^{2+} + 2Cl^- \rightarrow 2K^+ + 2Cl^- + MgCO_3\downarrow$
$CO_3^{2-} + Mg^{2+} \rightarrow MgCO_3\downarrow$

zadanie 8. masa chlorku sodu w unitach wynosi $7{,}5 \cdot 10^{22}$

3. Związki węgla z wodorem

s. 109

zadanie 7. C_4H_{10} butan

zadanie 9. 82,76 % węgla w butanie

zadanie 10. 75 % węgla w CH_4 i 80 % węgla w C_2H_6

s. 114

zadanie 3. 75 % węgla i 25 % wodoru w metanie

zadanie 4. mC : mH = 4 : 1

Dla dociekliwych

zadanie 5. 0,56 kg metanu

zadanie 6. C_2H_6, $2C_2H_6 + 6O_2 \rightarrow 4CO_2 + 6H_2O$

s. 119

zadanie 6. 14,5 g butanu

s. 126

zadanie 4. C_5H_{10} penten

zadanie 5. mC : mH = 6 : 1

zadanie 7. 320 g bromu

zadanie 8. 8,421 l etenu

s. 132

zadanie 6. 85,71 % węgla w etenie i 92,31 % węgla w etynie

zadanie 7. 0,0026 kg węglika wapnia

s. 135 ### Dla dociekliwych

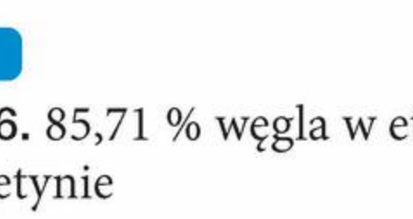
zadanie 8. mC : mH = 16 : 3

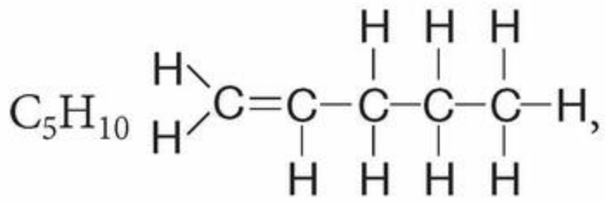
s. 138 ### Sprawdź, czy wiesz i umiesz...

zadanie 1. alkany: C_2H_6, C_8H_{18}, C_3H_8, C_4H_{10}; alkeny: C_3H_6, C_6H_{12}, C_5H_{10}; alkiny: C_9H_{16}, C_7H_{12}, $C_{10}H_{18}$

zadanie 2. a) C_2H_2 H–C≡C–H,

b) C_4H_{10}





zadanie 3. 1. D. III; 2. A. V; 3. C. I; 4. E. II; 5. B. IV

zadanie 4. Benzyna (*rozpuszcza się* / ***nie rozpuszcza się***) w wodzie. Jej gęstość jest (*większa* / ***mniejsza***) od gęstości wody, dlatego po zmieszaniu z wodą tworzy warstwę (***nad*** / *pod*) warstwą wody. W benzynie (***rozpuszczają się*** / *nie rozpuszczają się*) tłuszcze, dlatego stosuje się ją do usuwania (***tłustych*** / *kolorowych*) plam z ubrań.

zadanie 5. 5512 cząsteczek monomeru

zadanie 6. a) $2C_4H_6 + 3O_2 \rightarrow 8C + 6H_2O$,
b) $2C_5H_{12} + 11O_2 \rightarrow 10CO + 12H_2O$,
c) $C_3H_8 + 5O_2 \rightarrow 3CO_2 + 4H_2O$

zadanie 7. a) $C_4H_6 + H_2 \rightarrow C_4H_8$,
$C_4H_8 + H_2 \rightarrow C_4H_{10}$,
b) $C_3H_4 + Cl_2 \rightarrow C_3H_4Cl_2$,
$C_3H_4Cl_2 + Cl_2 \rightarrow C_3H_4Cl_4$

zadanie 8. W – H_2, wodór; X – O_2, tlen; Y – C_3H_6, propen; Z – CO_2, tlenek węgla(IV);
1 – $2C_2H_6 + 7O_2 \rightarrow 4CO_2 + 6H_2O$,
2 – $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$,
3 – $C_3H_4 + O_2 \rightarrow 2H_2O + 3C$,
4 – $H_2 + C_3H_4 \rightarrow C_3H_6$,
5 – $Br_2 + C_3H_6 \rightarrow C_3H_6Br_2$,
6 – $C + O_2 \rightarrow CO_2$,
7 – $2C_3H_4 + 5O_2 \rightarrow 4H_2O + 6CO$

4. Pochodne węglowodorów

s. 143

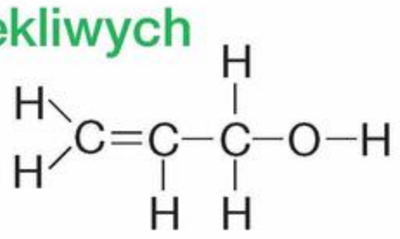
zadanie 3. propan-1-ol, C_3H_8O

zadanie 4. mC : mH : mO = 24 : 5 : 8

zadanie 5. 52,2 % węgla, 34,8 % tlenu i 13 % wodoru w etanolu

Dla dociekliwych

zadanie 7.



s. 151

zadanie 5. 2,4 g jodu

zadanie 6. 11 g tlenku węgla(IV)

zadanie 7 . Uzyskano roztwór jodu o stężeniu około 3 %.

Dla dociekliwych

zadanie 8. 22,1 %

s. 155

zadanie 3. $mC : mH : mO = 9 : 2 : 12$

zadanie 4. 39,1 % węgla, 8,7 % wodoru i 52,2 % tlenu w glicerolu

s. 157

zadanie 3. propan-1-ol – 60 % węgla, (metanol – 37,5 %, etanol – 52,2 %)

zadanie 4. 30 g propan-1-olu

s. 161

zadanie 4. HCOOH kwas mrówkowy (kwas metanowy)

zadanie 5. 48,65 % węgla, 43,24 % tlenu i 8,11 % wodoru w cząsteczce kwasu

zadanie 6. $mC : mH : mO = 6 : 1 : 4$

s. 163

zadanie 2. 26,1 % węgla w kwasie mrówkowym

zadanie 3. $mC : mO : mH = 6 : 16 : 1$

zadanie 4. 2,4 g tlenu

s. 169

zadanie 4. 88,75 g soli

s. 175

zadanie 6. 612 g stearynianu sodu

zadanie 7. 2,15 %

s. 177

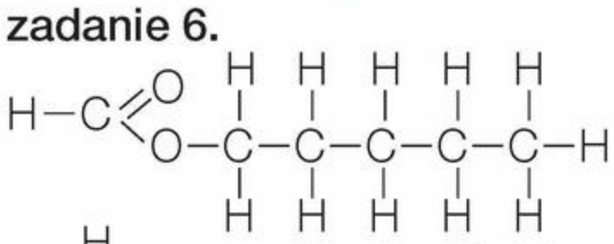
zadanie 5. 5 g kwasku cytrynowego i 45 g wody

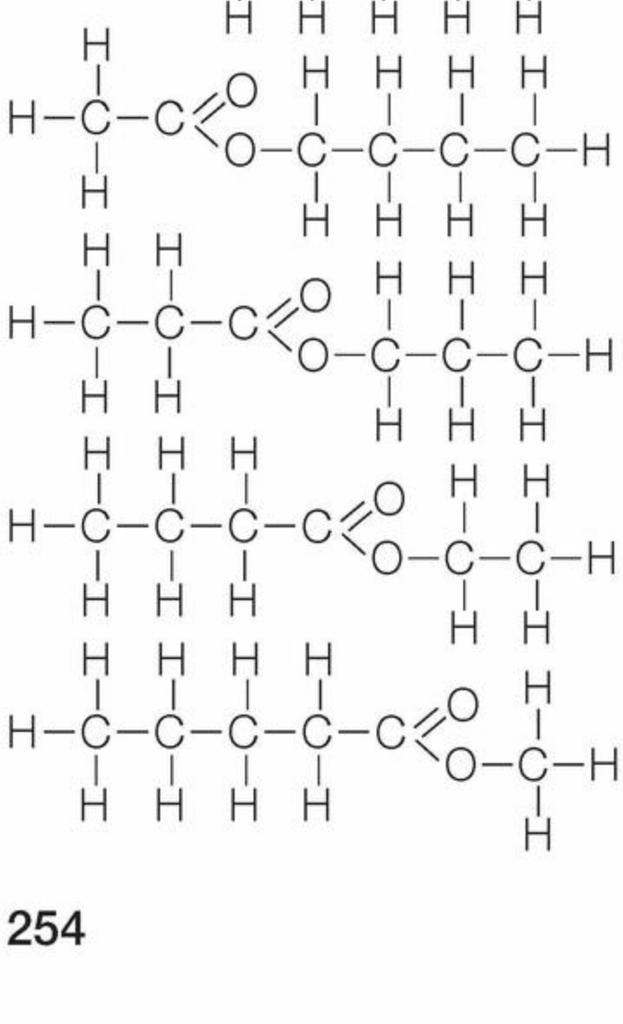
s. 183

zadanie 4. $mC : mH : mO = 18 : 3 : 8$

Dla dociekliwych

zadanie 6.


mrówczan pentylu,


octan butylu,

propanian propylu,

butanian etylu,

pentanian metylu

s. 187

zadanie 1. 132 u

zadanie 2. $mC : mH : mO : mN = 24 : 5 : 32 : 14$

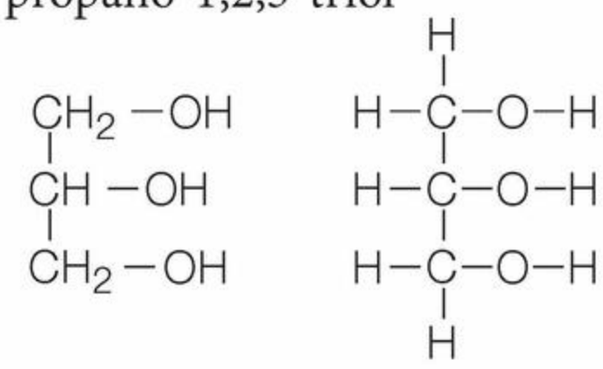
zadanie 3. 32 % węgla w glicynie

s. 190 **Sprawdź, czy wiesz i umiesz...**

zadanie 1. alkohole: $CH_3(CH_2)_7OH$, $C_2H_4(OH)_2$, CH_3OH;
kwasy karboksylowe: $C_{17}H_{35}COOH$, $CH_3(CH_2)_9COOH$, $CH_3(CH_2)_3COOH$;
estry: $CH_3(CH_2)_4COOCH_3$, $HCOO(CH_2)_6CH_3$;
aminokwasy: NH_2CH_2COOH, $NH_2CH(CH_3)COOH$

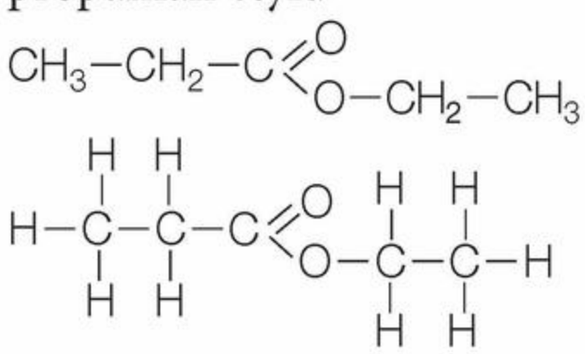
zadanie 2.

propano-1,2,3-triol



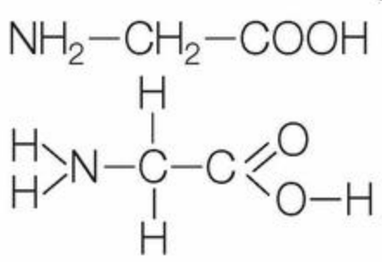
$CH_2(OH)CH(OH)CH_2OH$

propanian etylu



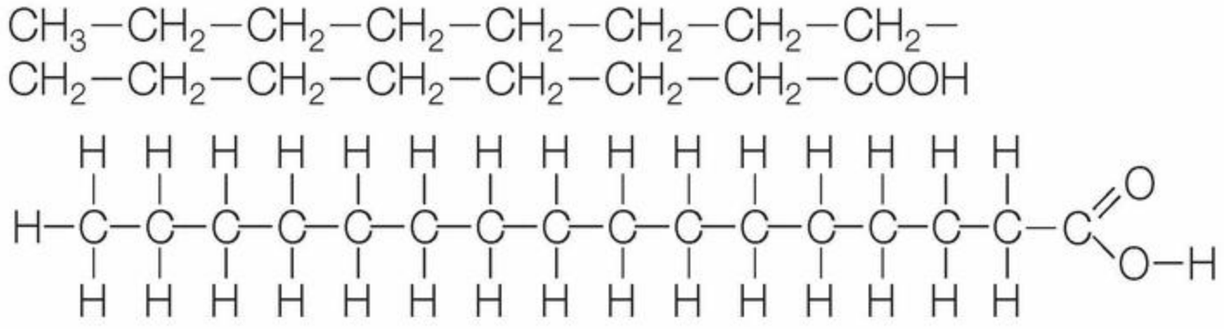
$CH_3CH_2COOCH_2CH_3$

kwas aminooctowy



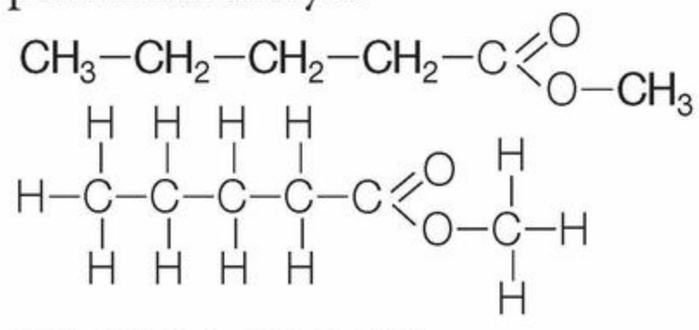
NH_2CH_2COOH

kwas palmitynowy



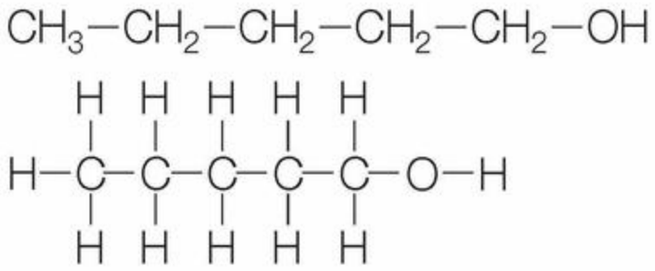
$CH_3(CH_2)_{14}COOH$

pentanian metylu



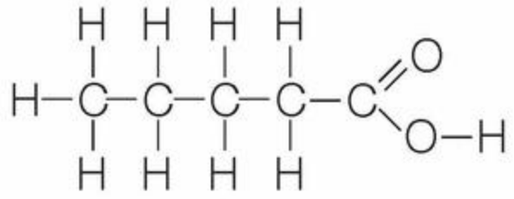
$CH_3(CH_2)_3COOCH_3$

pentan-1-ol



$CH_3(CH_2)_4OH$

kwas pentanowy



$CH_3(CH_2)_3COOH$

zadanie 3. Reakcje chemiczne zaszły w probówkach: 1, 2, 3, 6 i 8.

probówka 1 –

$6HCOOH + Al_2O_3 \xrightarrow{temp.} 2(HCOO)_3Al + 3H_2O$,

probówka 2 –

$CH_3(CH_2)_3COOH + CH_3(CH_2)_2OH \xrightarrow{H_2SO_{4(stęż.)}} \xrightarrow{H_2SO_{4(stęż.)}} CH_3(CH_2)_3COO(CH_2)_2CH_3 + H_2O$,

probówka 3 –

$C_{17}H_{33}COOH + Br_2 \rightarrow C_{17}H_{33}Br_2COOH$,

probówka 6 –

$2CH_3CH_2COOH + Ca \rightarrow (CH_3CH_2COO)_2Ca + H_2\uparrow$,

probówka 8 –

$CH_3(CH_2)_2COOH + KOH \rightarrow CH_3(CH_2)_2COOK + H_2O$

zadanie 4. a) $CH_3(CH_2)_2COOH + 5O_2 \rightarrow 4CO_2 + 4H_2O$,

b) $CH_3(CH_2)_4OH + 5O_2 \rightarrow 5CO + 6H_2O$,

c) $CH_3COOCH_2CH_3 + 5O_2 \rightarrow 4CO_2 + 4H_2O$

zadanie 5. $HCOOH$, CH_3COOH, $(HCOO)_2Mg$, $(CH_3COO)_2Mg$

zadanie 6. W – O_2, tlen; X – $CH_3COO(CH_2)_3CH_3$, octan butylu; Y – H_2O, woda; Z – CH_3COOK, octan potasu;

1 – $CH_3COOH + CH_3(CH_2)_3OH \rightarrow$
$\rightarrow CH_3COO(CH_2)_3CH_3 + H_2O$,

2 – $2K + 2CH_3COOH \rightarrow 2CH_3COOK + H_2\uparrow$,

3 – $CH_3(CH_2)_3OH + 6O_2 \rightarrow 4CO_2 + 5H_2O$,

4 – $CH_3COO(CH_2)_3CH_3 + 8O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O$,

5 – $O_2 + 2H_2 \rightarrow 2H_2O$

5. Substancje o znaczeniu biologicznym

s. 197

zadanie 4. 16 g tłuszczu

zadanie 5. 2,3 %

s. 203

zadanie 3. 69 318 u

zadanie 6. 15 775 u

s. 205

zadanie 1. $mC : mH : mO = 72 : 11 : 88$

zadanie 2. 42,1 % węgla, 6,4 % wodoru i 51,5 % tlenu w laktozie

zadanie 3. 40 % węgla w glukozie i 42,1 % węgla w maltozie

zadanie 4. $C_3H_6O_3$

zadanie 5. celuloza

zadanie 6. 182,5 g cukrów

s. 209

zadanie 3. 14,4 kg

zadanie 4. 40 % węgla we fruktozie

zadanie 5. 4500 g glukozy

zadanie 6. 90 g glukozy

Dla dociekliwych

zadanie 8. 40 % węgla w biozie, triozie i tetrozie

s. 213

zadanie 2. 42,1 % węgla w sacharozie

zadanie 3. 51,5 % tlenu w sacharozie

zadanie 4. 34,2 g sacharozy

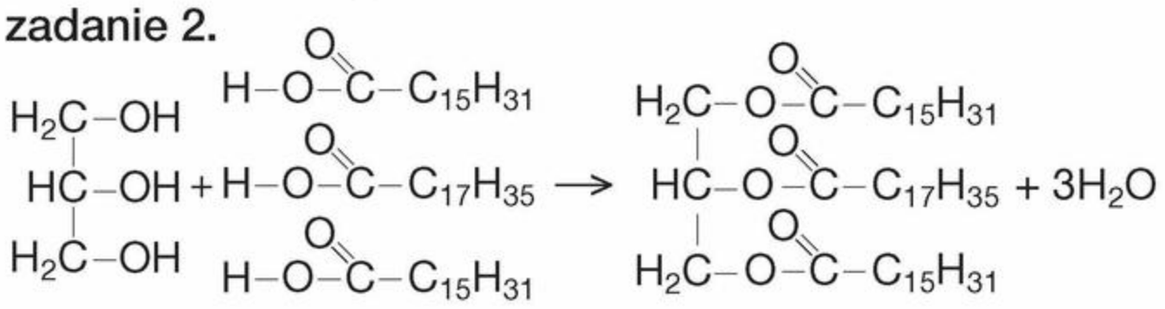
zadanie 5. 400 kg cukru

zadanie 6. 62 g pszennego chleba

s. 222 **Sprawdź, czy wiesz i umiesz...**

zadanie 1. a), c), g), h)

zadanie 2.



zadanie 3. 1 c – następuje odbarwienie roztworu bromu, 2 d – pojawia się ciemnoniebieskie zabarwienie, 3 a – białko jaja żółknie, 4 b – cukier żółknie, a po kilku minutach pęcznieje i staje się czarny

zadanie 4. a) cukier prosty $C_6H_{12}O_6$, $C : H : O = 1 : 2 : 1$, $mC : mH : mO = 6 : 1 : 8$;

b) oligosacharyd $C_{12}H_{22}O_{11}$, $C : H : O = 12 : 22 : 11$, $mC : mH : mO = 72 : 11 : 88$;

c) polisacharyd $(C_6H_{10}O_5)_n$, $C : H : O = 6 : 10 : 5$, $mC : mH : mO = 36 : 5 : 40$

zadanie 5. W – C, węgiel; X – O_2, tlen; Y – H_2O, woda; Z – $C_{12}H_{22}O_{11}$, sacharoza;

1 – $C + O_2 \rightarrow CO_2$,

2 – $6CO_2 + 6H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$,

3 – $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$,

4 – $H_2O + C_{12}H_{22}O_{11} \rightarrow C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6$,

5 – $C_{12}H_{22}O_{11} + 12O_2 \rightarrow 12CO_2 + 11H_2O$,

6 – $3O_2 + C_6H_{12}O_6 \rightarrow 6CO + 6H_2O$,

7 – $2C + O_2 \rightarrow 2CO$

Bibliografia

Achmatowicz O., Stasicka Z.: *Kompendium terminologii chemicznej*, ZamKor, Kraków 2005

Atkins P., Jones L., Leroy L.: *Chemia ogólna*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2020

Bielański A.: *Podstawy chemii nieorganicznej*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2022

Bieniek G.: *Chemia. Doświadczenia chemiczne w zadaniach*, Wydawnictwo Szkolne OMEGA, Kraków 2012

Bojarski J.: *Chemia organiczna*, Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków 2006

CRC Handbook of Chemistry and Physics 97th Edition, CRC Press 2017

CRC Handbook of Chemistry and Physics 102th Edition, Taylor & Francis Ltd 2021

CRC Handbook of Chemistry and Physics 102nd Edition, 2021–2022

Dudek-Różycki K., Płotek M., Wichur T.: *Chemia – Kompendium terminologii oraz nazewnictwa związków organicznych*, Wydawnictwo Szkolne OMEGA, Kraków 2020

Emsley J.: *Chemia. Przewodnik po pierwiastkach*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1997

Emsley J.: *Przewodnik po chemii życia codziennego*, Prószyński i S-ka, Warszawa 1996

Encyklopedia szkolna. Chemia, T.M. Krygowski (red.), WSiP, Warszawa 2001

Galikowski M., Hassa R., Kaczmarzyk M., Mrzigod A., Mrzigod J., Więckowski M.: *Przyroda 1. Materiał edukacyjny przeznaczony do nauki przyrody w liceum ogólnokształcącym i technikum*, Nowa Era, Warszawa 2017

Galikowski M., Hassa R., Kaczmarzyk M., Mrzigod A., Mrzigod J., Więckowski M.: *Przyroda 2. Materiał edukacyjny przeznaczony do nauki przyrody w liceum ogólnokształcącym i technikum*, Nowa Era, Warszawa 2017

Hames B.D., Hooper N.M.: *Biochemia. Krótkie wykłady*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2019

Hart H., Craine I.E., Hart D.J.: *Chemia organiczna*, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2009

Hassa R., Mrzigod A., Mrzigod J.: *To jest chemia 1. Podręcznik dla liceum ogólnokształcącego i technikum*, Nowa Era, Warszawa 2019

Hassa R., Mrzigod A., Mrzigod J.: *To jest chemia 2. Podręcznik dla liceum ogólnokształcącego i technikum*, Nowa Era, Warszawa 20217

Kulawik T., Litwin M., Styka-Wlazło S.: *Chemia w zadaniach i przykładach*, Nowa Era, Warszawa 2023

Lautenschlöger K.-H., Schröter W., Wanninger A.: *Nowoczesne kompendium chemii*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2016

Litwin M., Styka-Wlazło S., Szymońska J.: *To jest chemia 1. Podręcznik dla liceum ogólnokształcącego i technikum*, Nowa Era, Warszawa 2019

Litwin M., Styka-Wlazło S., Szymońska J.: *To jest chemia 2. Podręcznik dla liceum ogólnokształcącego i technikum*, Nowa Era, Warszawa 2020

Łukasiewicz M., Michalski O., Szymońska J.: *Obliczenia chemiczne*, Wydawnictwo Uniwersytetu Rolniczego, Kraków 2015

Mastalerz P.: *Chemia organiczna*, Wydawnictwo Chemiczne, Wrocław 2016

McMurry J., *Chemia organiczna*, T. 1–5, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2017

McMurry J., Fay R.C.: *Chemistry*, Pearson, 2008

Megiel E., *Nowa Teraz matura, Chemia, Vademecum*, Nowa Era, Warszawa 2023

Mizerski W.: *Tablice chemiczne*, Grupa Wydawnicza Adamantan, Warszawa 2013

Mizerski W.: *Tablice szkolne*, Grupa Wydawnicza Adamantan, Warszawa 2011
Molski M.: *Chemia piękna*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2009
Nomenklatura związków organicznych, PTCh, Warszawa, 2013
Patrick G.L.: *Chemia organiczna. Krótkie wykłady*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2008
Ryan L.: *New Chemistry for You*, Nelson Thornes, Cheltnham 2011
Timberlake K.C.: *Chemistry*, Pearson, 2012

Indeks

A

acetylen → etyn
aktywność chemiczna metali 76–77
alkany 103, 136
– nazewnictwo 103–105
– szereg homologiczny 104, 109
– właściwości 115–119, 133
– wzór ogólny 106
– zastosowania 117
alkeny 120–126, 136
– nazewnictwo 120–121
– szereg homologiczny 121
– właściwości 124, 133
– wzór ogólny 121
alkil 140–142, 188, 233
alkiny 126, 130, 135
– nazewnictwo 127
– szereg homologiczny 127
– właściwości 131, 133
– wzór ogólny 128
alkohol butylowy → butan-1-ol
– etylowy → etanol
– metylowy → metanol
– propylowy → propan-1-ol
– trihydroksylowy 152, 155
alkohole 140–157, 188
– monohydroksylowe 144–151, 188
– nazewnictwo 141, 142
– niższe 156
– podział 156, 188
– polihydroksylowe 152–155, 188
– szereg homologiczny 141–142
– właściwości 156
– wyższe 156
– wzór ogólny 142
– zastosowania 157
aminokwasy 184–187, 189
– białkowe 186
– kondensacja 185
– nazewnictwo 184
– niebiałkowe 186
– właściwości 184
– zastosowania 186
anion azotanowy(V) 45, 47, 85
– chlorkowy 44–45, 68, 72, 85
– etanianowy → octanowy
– fosforanowy(V) 45, 47
– metanianowy → mrówczanowy
– mrówczanowy 162
– octanowy 165
– siarczanowy(IV) 45–46, 69, 72, 85–86, 243
– siarczanowy(VI) 45–46, 69, 72, 85–86
– siarczkowy 44–45, 69
– węglanowy 47, 69
– wodorotlenkowy 10, 12, 53–54, 72–73
ARRHENIUS SVANTE A. 224
azotan(V) miedzi(II) 64, 95
– potasu 63, 66, 95
– sodu 86, 90
– srebra(I) 84–85
– wapnia 69, 86
– żelaza(II) 95

B

benzyna 101, 118–119
białka 186, 198–203, 220
– budowa 198
– denaturacja 202–203
– podział 199
– proste 199
– przemiany 201–202, 220
– właściwości 199–200
– wysalanie 201
– złożone 199
biokatalizatory → enzymy
błonnik pokarmowy 217
butan 103–104, 116, 140
– reakcje spalania → reakcja spalania butanu
butanian metylu 179, 181
butan-1-ol 142, 156
– reakcje spalania → reakcja spalania butan-1-olu
but-1-en 121
butyl 140
but-1-yn 127

C

celuloza 205, 214–219
– właściwości 216
– wzór ogólny 214
– zastosowania 218
chlorek amonu 89
– magnezu 75, 80
– miedzi(II) 80
– sodu 62–63, 68, 72–73, 88, 90–91, 94–95
– srebra(I) 84–85
– wapnia 91
chlorowodór 19–21, 23
cukier → sacharoza
– buraczany 210
– trzcinowy 210

cukry 204–219
– podział 205
– wzór ogólny 205
– proste 204–209
– – podział 205
– – wzór ogólny 205
– złożone 205, 210–219
– – podział 205
– – wzór ogólny 205
czad 112
CZOCHRALSKI JAN 227

D
dekstryny 217, 219
denaturacja 202
destylacja ropy naftowej 100–101, 136
dichromian(VI) potasu 149
dipeptyd 185
dipol 43
disacharydy 205, 210, 221
dynamit 229
dysocjacja elektrolityczna
– – kwasów 43–48
– – soli 66–70
– – stopniowa 44, 46–47
– – wody 54
– – zasad 12

E
elektrolity 9, 43, 68
enzymy 145, 151, 164, 169, 198, 207, 211, 214, 217
ERNST RICHARD R. 225
estry 178–182
– nazewnictwo 178
– wzór ogólny 179
estryfikacja → reakcja estryfikacji
etan 103–104, 113–114
– właściwości 113
etanol 142, 145–151
– reakcje spalania → reakcja spalania etanolu
– spalanie 148
– właściwości 148
– zastosowania 150
eten 120–126
– reakcje spalania → reakcja spalania etenu
– właściwości 124
– zastosowania 125
etyl 140
etyn 127–132
– otrzymywanie 128–129
– reakcje spalania → reakcja spalania niecałkowitego etynu
– właściwości 129–130
– zastosowania 131

F
FAJANS KAZIMIERZ 227
fenoloftaleina 13
fermentacja alkoholowa 146, 151, 188, 244
– octowa 164, 169, 189, 244
fosforan(V) sodu 86
– wapnia 86, 90
fotosynteza 207, 214, 221
fruktoza 206–209
– właściwości 206
– zastosowania 208
FUNK KAZIMIERZ 227

G
gaz kopalniany 110
– rafineryjny 101
GILBERT WALTER 225
glicerol 152–155
– reakcja spalania → reakcja spalania niecałkowitego glicerolu
– spalanie 153
– właściwości 153
– zastosowania 154
gliceryna → glicerol
glicyloglicyna 185
glicyna → kwas aminooctowy
glukoza 206–209
– właściwości 206
– zastosowania 208
grupa alkilowa → alkil
– aminowa 184
– estrowa 178–179, 183, 189, 193, 251
– etylowa 140, 148
– funkcyjna 140, 143, 188
– hydroksylowa 141–143, 250–251
– karboksylowa 158–161, 184, 189
– metylowa 140, 145

H
HABER FRITZ 224
HODGKIN DOROTHY C. 225

J
jodek ołowiu(II) 67
JOLIOT-CURIE FRÉDÉRIC J. 224
JOLIOT-CURIE IRÈNE 224

K
kalcyt 90
kamień kotłowy 66

karbid → węglik wapnia
katalizator 9, 25, 145, 151
kation amonu 62, 69, 94
– potasu 12, 69
– sodu 12, 68–69, 72–73
– srebra(I) 85
– wapnia 66, 85–86
– wodoru 43–48, 53, 58–59, 72–73, 162, 165
kleik skrobiowy 215–216
koagulacja 201–203, 220
koloid 201
kondensacja aminokwasów → aminokwasy kondensacja
kontrakcja 147–148, 151
kwas 16–18, 48
– aminooctowy 184–186
– – właściwości 184
– azotowy(V) 35–36, 40, 47
– beztlenowy 17–24, 44, 58
– butanowy 160, 179
– chlorowodorowy 19–21, 23, 44, 50, 58
– cytrynowy 158–159
– dikarboksylowy → kwas szczawiowy
– etanodiowy → kwas szczawiowy
– etanowy → kwas octowy
– fosforowy(V) 17, 38–39, 41, 47, 50
– masłowy → kwas butanowy
– metanowy → kwas mrówkowy
– mrówkowy 162–163
– – reakcje spalania → reakcja spalania całkowitego kwasu mrówkowego
– – właściwości 162
– – zastosowania 163
– octowy 162–163
– – reakcje spalania → reakcja spalania całkowitego kwasu octowego
– – właściwości 162
– – zastosowania 163
– oleinowy 170–175, 188
– – reakcja spalania → reakcja spalania całkowitego kwasu oleinowego
kwas organiczny → kwas karboksylowy
– palmitynowy 170–175, 188
– – reakcja spalania → reakcja spalania całkowitego kwasu palmitynowego
– propanowy 159–160, 179
– propionowy → kwas propanowy
– siarkowodorowy 17, 20, 22–23, 44, 50
– siarkowy(IV) 17, 26–28, 33, 46, 50–51
– siarkowy(VI) 17, 28–33, 46, 50–51
– solny → kwas chlorowodorowy
– stearynowy 170–175
– – reakcja spalania → reakcja spalania całkowitego kwasu stearynowego
– – reakcja z zasadą sodową → reakcja kwasu stearynowego z zasadą sodową
– szczawiowy 158–159
– tlenowy 17–18, 25–41, 46–47, 58
– węglowy 17, 36–38, 40, 47, 50, 59
kwasy karboksylowe 158–177
– – nazewnictwo 159–160, 170
– – niższe 162–169
– – podział 176
– – szereg homologiczny 159–161
– – właściwości 177
– – wyższe 170–175
– – wzór ogólny 159
kwaśne opady 51–52

L

laktoza 205

Ł

ładunek anionu 68
– kationu 68
ŁUKASIEWICZ IGNACY 226

M

makroelementy 197
maślan metylu → butanian metylu
mazut 100–101
mer 123
metale aktywność chemiczna → aktywność chemiczna metali
– szlachetne 77, 79
metan 110–112, 114
– reakcja spalania → reakcja spalania metanu
– właściwości 111
metanian metylu → mrówczan metylu
– propylu → mrówczan propyu
metanol 142, 144–145, 150–151
– reakcja spalania → reakcja spalania całkowitego metanolu
metyl 140
mikroelementy 197
minerał 90
model czaszowy 103
– pręcikowo-kulkowy 103
monomer 123–124, 126
monosacharydy → cukry proste
MOŚCICKI IGNACY 227
mrówczan metylu 178
– propylu 179
mydło 173–175

– sodowe → stearynian sodu

N

nafta 101
Nagroda Nobla 224
nitroceluloza 228
nitrogliceryna 26, 28
NOBEL ALFRED B. 229

O

obieg węgla w przyrodzie 99
ocet 164
octan amylu → octan pentylu
– butylu 179, 181
– etylu 179–180, 189
– magnezu 166
– miedzi(II) 168
– pentylu 178
– sodu 167
odczyn kwasowy 13, 53–54, 59
– obojętny 13, 53–54, 59
– roztworu 13, 53–54, 59
– zasadowy 13, 53–54, 59
ogień grecki 228
olej napędowy 100–101
oligosacharydy 205
OLSZEWSKI KAROL S. 226
oranż metylowy 13, 16, 19

P

papierek wskaźnikowy uniwersalny 13, 56
PAULING LINUS C. 224
pehametr 55
pentan 103–104
peptydy 185, 187, 189, 198
peptyzacja 201, 203
pH → skala pH
pierwiastki chemiczne 6, 8
– podział 248
– właściwości 230
pochodne węglowodorów 140
polietylen 123–124
– zastosowania 124
polimery 123–124, 126
polimeryzacja → reakcja polimeryzacji
polipeptydy 186
polisacharydy → cukry złożone
proces fermentacji alkoholowej → fermentacja alkoholowa
– – octowej → fermentacja octowa
– fotosyntezy → fotosynteza
proch bezdymny 229
– czarny 228
propan 101, 103–104, 117, 140
propan-1-ol 141–142
propano-1,2,3-triol → glicerol
propen 121
propyl 140
propyn 127
proteiny → białka

R

RAMAKRISHNAN VENKATRAMAN 225
reakcja analizy 240
– biologicznego utleniania glukozy 207, 221
– charakterystyczna skrobi 216
– dysocjacji elektrolitycznej kwasu azotowego(V) 47
– – – chlorowodorowego 44
– – – fosforowego(V) 47
– – – mrówkowego 162
– – – octowego 165
– – – siarkowego(IV) 46
– – – siarkowego(VI) 46
– – – siarkowodorowego 44
– – – węglowego 47
– – wody 54
– egzotermiczna 166, 246
– endotermiczna 246
– estryfikacji 180–181, 183, 189, 193, 220, 244
– fotochemiczna 84
– ksantoproteinowa 36, 42, 199, 221, 247
– kwasu octowego z magnezem 166
– – – z tlenkiem miedzi(II) 167
– – – z zasadą sodową 167
– kwasu stearynowego z zasadą sodową 172
– łączenia → reakcja syntezy
– neutralizacji → reakcja zobojętniania
– odwracalna 43, 46–47
– polimeryzacji 123–124, 126, 245
– przyłączania 122, 126, 129–130, 244
– rozkładu → reakcja analizy
– spalania całkowitego butan-1-olu 156
– – – butanu 116
– – – etanolu 145
– – – etanu 113
– – – etenu 122
– – – kwasu mrówkowego 162
– – – – octowego 166
– – – – oleinowego 171
– – – – palmitynowego 171
– – – – stearynowego 171
– – – metanolu 145

– – – metanu 111
– – niecałkowitego butan-1-olu 156
– – – butanu 116
– – – etanu 113
– – – etenu 122
– – – etynu 130
– – – glicerolu 153
– – – metanu 111
– strąceniowa 84–87, 95, 242
– syntezy 240
– wykrywania etanolu 149, 247
– wymiany 241
– zobojętniania 71–74, 95, 167
reakcje dysocjacji elektrolitycznej kwasów → dysocjacja elektrolityczna kwasów
– – – soli → dysocjacja elektrolityczna soli
reaktywność 111, 113, 124, 130, 133, 156, 177
reszta kwasowa 16, 18, 21–22, 26, 28, 35, 37, 39, 62, 67, 94, 159, 162, 164
ropa naftowa 99–102
roztwór bromu 129, 133, 171–172, 195, 247
RUTHERFORD ERNEST 224

S

sacharoza 205, 210–213
– właściwości 211
– zastosowania 212
sacharydy → cukry
sadza 116
SANGER FREDERICK 225
SCHÖNBEIN CHRISTIAN F. 228–229
siarczan(IV) baru 95
– potasu 88, 95
– sodu 95
siarczan(VI) cynku 95
– glinu 69
– magnezu 75
– miedzi(II) 66, 200
– potasu 69
– sodu 72, 85, 94
– wapnia 66, 85–86, 90
siarczek ołowiu(II) 80
– potasu 95
– sodu 69, 88
– – równanie reakcji dysocjacji 69
– żelaza(II) 20, 95, 241
siarkowodór 20–22
skala odczynu roztworu → skala pH
– pH 54–57, 59
składniki odżywcze 197
SKŁODOWSKA-CURIE MARIA 224, 226
skrobia 214–219, 221
– właściwości 215
– wzór ogólny 214
– zastosowania 218
SOBRERO ASCANIO 228
sole 65
– kwasów beztlenowych 62–63
– – karboksylowych 168, 173–175, 189
– – tlenowych 62–63
– nazewnictwo 63
– otrzymywanie 95
– rozpuszczalność 66–67
– zastosowania 92
sól kamienna → chlorek sodu
– kuchenna → chlorek sodu
spalanie → reakcja spalania
– całkowite 114
– niecałkowite 114
sprzęt laboratoryjny 239
stearynian sodu 173, 189
substancja światłoczuła 84
szereg aktywności metali 76-77, 94
szereg homologiczny 104, 109
– alkanów → alkany, szereg homologiczny
– alkenów → alkeny, szereg homologiczny
– alkinów → alkiny, szereg homologiczny
– alkoholi → alkohole, szereg homologiczny
– kwasów karboksylowych → kwasy karboksylowe, szereg homologiczny
szkło laboratoryjne 238

Ś

ŚNIADECKI JĘDRZEJ 226
ŚWIĘTOSŁAWSKI WOJCIECH A. 227

T

tlenek azotu(I) 8
– azotu(IV) 51, 78
– azotu(V) 25, 35, 50
– fosforu(V) 25, 38–39, 50
– kwasowy 25–26, 28, 35, 37, 39, 50, 58, 83, 89, 95
– magnezu 80, 95
– miedzi(II) 80, 168
– potasu 88, 95
– siarki(IV) 8–9, 25–27, 50–51, 88, 95
– siarki(VI) 8–9, 25, 27–28, 50–51
– sodu 8, 11
– wapnia 8, 88

– węgla(IV) 25, 37–38, 50, 95, 99
– zasadowy 81, 88, 95
– żelaza(II) 9
– żelaza(III) 9
tłuszcze 192–197
– podział 192
– właściwości 193
– wzór ogólny 193
– zastosowania 196
tripeptyd 185
tristearynian glicerolu 193, 220
trotyl 229

U

uniwersalny papierek wskaźnikowy → papierek wskaźnikowy uniwersalny

W

wapień → węglan wapnia
wapno gaszone 82
węglan amonu 69, 93
– sodu 95
– wapnia 82, 90
węgle kopalne 99, 102, 136
węglik wapnia 128–129
węglowodany → cukry
węglowodory 98–102
– nasycone → alkany
– nienasycone 126
wiązania peptydowe 185, 187, 189, 220
– podwójne 120, 133
– pojedyncze 103, 133, 172
– potrójne 120, 127, 133
– wielokrotne 120, 126, 133
WILBRAND JULIUS B. 229
witaminy 197
woda dysocjacja → reakcja dysocjacji elektrolitycznej wody
– gazowana 37
– sodowa → woda gazowana
– twarda 66
– wapienna 82, 85, 110
wodorotlenek baru 11, 95
– glinu 10
– miedzi(II) 10–11
– potasu 10, 12
– sodu 10–12, 72, 95, 173
– wapnia 10–12, 82, 85, 95, 129
– żelaza(III) 10–11
WRÓBLEWSKI ZYGMUNT F. 226
wskaźniki 13, 16, 55, 57
– kwasowo-zasadowe 55, 57
– uniwersalne 13
wysalanie białek → białka wysalanie
wzór grupowy 104, 109
– półstrukturalny 104, 109
– strukturalny 103, 109
– sumaryczny 103, 109

Y

YONATH ADA 225

Z

zaprawa wapienna 12, 83
zasada 10, 12, 72–73, 95
– potasowa → wodorotlenek potasu
– sodowa → wodorotlenek sodu
zjawisko egzotermiczne 29, 31, 34
zol 201, 203
związki chemiczne, podział 98, 249
– nieorganiczne 98
– – podział 248–249
– organiczne 98
– – nasycone → alkany
– – nienasycone → alkeny, alkiny
– – podział 250–251
– – właściwości 232
– – zastosowania 234–235

Ż

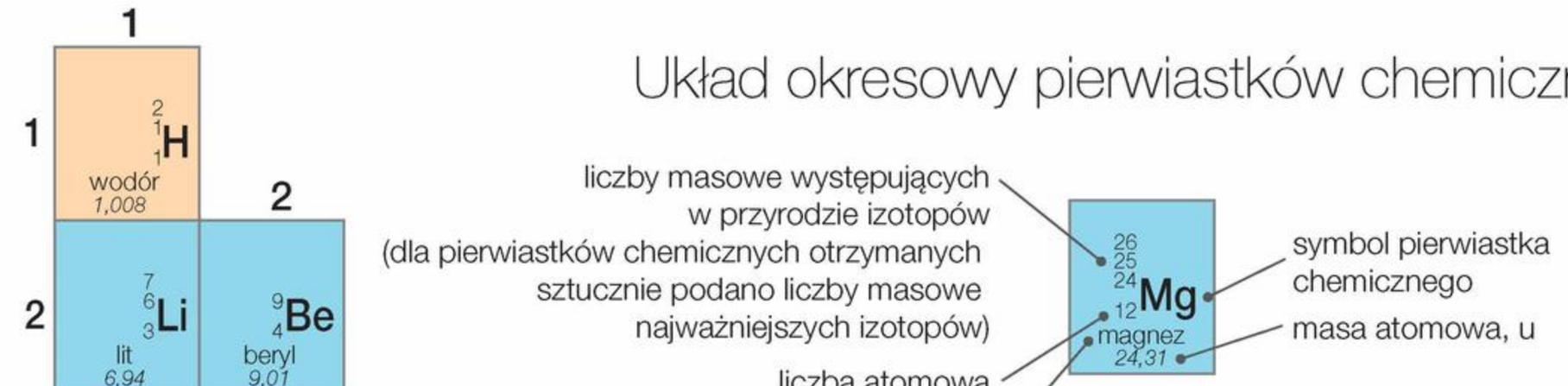
żel 201, 203

Zdjęcie na okładce: Indigo/Science Photo Library.

Zdjęcia: **Archiwum Wydawnictwa** s. 182 (aromat), s. 224 (Svante August Arrhenius), s. 226 (Jędrzej Śniadecki, Zygmunt Wróblewski, Karol Olszewski), s. 228 (Christian Friedrich Schönbein); **BASF Polska** s. 33 (malowanie karoserii samochodu); **BE&W:** Aisa/IberFoto, Archivo De La Imagen, SL s. 224 (Maria Skłodowska-Curie), s. 226 (Maria Skłodowska-Curie), Alamy Stock Photo – ART Collection s. 226 (Ignacy Łukasiewicz), BSIP SA s. 186 (słodzik), Denis Rozhnovsky s. 10, foodfolio s. 150 (ocet), Hemis s. 125 (kiść bananów), Horizon International Images s. 131 (palnik acetylenowo-tlenowy), Jim McKinley s. 108 (zapora), Martin Lee s. 33 (wlewanie płynu do pralki), Panther Media GmbH s. 92 (kompres), Rick & Nora Bowers s. 141, Science History Images s. 224 (Irene Joliot-Curie), s. 227 (Kazimierz Funk), Sonia Halliday Photo Library s. 228 (ogień grecki), studiomode s. 101 (butla turystyczna), s. 108 (butla turystyczna), Valery Voennyy s. 90 (anhydryt), Yon Marsh s. 75 (kadłub statku), Zoonar GmbH s. 37 (urządzenie do wody sodowej), Mary Evans Picture Library s. 224 (Linus Carl Pauling), Nature Picture Library – Christophe Courteau s. 158 (mrówkojad), John B Free s. 74, Science Source – Alexandre Dotta s. 239 (siatka metalowa z krążkiem ceramicznym), Charles D. Winters s. 68, 148, Turtle Rock Scientific s. 67 (przewodzenie prądu), s. 75 (reakcja magnezu z kwasem chlorowodorowym), s. 76, 77, 78 (reakcja miedzi z kwasem chlorowodorowym); **East News:** Jerzy Dudek s. 219; **Fotolia:** Olga Miltsova s. 49; **Getty Images:** DigitalVision – Morsa Images s. 146, Terry J Alcorn s. 32 (nalewanie kwasu), E+ – Imgorthand s. 223, Vladimir Vladimirov s. 240 (mufinki), Gamma-Keystone/Keystone-France s. 224 (Ernest Rutherford), Gamma-Rapho/Raphael GAILLARDE s. 80 (obraz), Image Source/Zero Creatives s. 61, iStock/Getty Images Plus – Adragan s. 178 (zmywanie paznokci), cdwheatley s. 243 (pioruny), kolesnikovserg s. 202 (ugotowane jajko), leekris s. 112, MileA s. 238 (probówka), sfe-co2 s. 226 (grafen), shiyali s. 131 (butle z gazem), Vladimir Sukhachev s. 156, ytwong s. 217 (brązowy ryż), Moment/Rapeepong Puttakumwong s. 97, 124, Onoky/Fabrice Lerouge s. 182 (płyn do kąpieli), Science & Society Picture Library/SSPL s. 155 (Medal Nagrody Nobla), s. 224 (Medal Nobla, awers, rewers, Fritz Haber), s. 229 (Ascanio Sobrero), Sygma/jean pimentel s. 229 (wybuch atomowy), The Image Bank/Laurence Monneret s. 218 (zasypka), Westend61 s. 41 (czyszczenie felg); **Indigo:** Science Photo Library – s. 82 (probówki z wodą wapienną), s. 84 (obraz narządów wewnętrznych), s. 100, 154 (nitrogliceryna), Andre Geim, Kostya Novoselov s. 227 (grafen), Martyn F. Chillmaid s. 164 (lodowaty kwas octowy); **Muzeum Geologiczne:** Tomasz Kułakowski s. 99 (węgiel kamienny); **Narodowe Archiwum Cyfrowe** s. 227 (Ignacy Mościcki); **NASA** s. 40 (rakieta); **Panthermedia:** alexandr kornienko s. 186 (krem), Gerad Taylor s. 217 (termit), Jezper s. 102; **PAP:** Paweł Pawłowski s. 226 (lampa Łukasiewicza); **Shutterstock:** aabeele s. 195 (jogging), Africa Studio s. 150 (perfumy), s. 174 (świece), s. 246 (naleśniki), Ajintai s. 210 (łyżeczki z cukrami), ajt s. 154 (syrop), Aksenova Natalya s. 108 (świece), Albert Russ s. 90 (kalcyt), Aleksey Boyko s. 246 (ognisko), Alexander Raths s. 157 (mycie rąk), Alfonso de Tomas s. 163 (siodło), Alistair Scott s. 145, Alliance Images s. 212 (prysznic), Alter-ego s. 202 (szklanka mleka), Ancher s. 92 (butelki), Andrey Armyagov s. 216 (pasikonik), Andrey Pavlov s. 159 (mrówka), s. 163 (mrówki), andrey polivanov s. 22, Anton Kossmann s. 40 (lakier do podłogi), ApoGapo s. 117 (bluzka), Arti_Zav s. 158 (sok z cytrusów), Artiom Photo s. 238 (pipeta), Atiketta Sangasaeng s. 174 (mydło), baibaz s. 208 (kanapka), Bborriss.67 s. 126, BestPhotoStudio s. 209 (lusterko), B.G. Photography s. 134 (sałatka z pomidorów), biburcha s. 208 (buty), Billion Photos s. 23 (dmuchane koło), Birgit Reitz-Hofmann s. 133, Bjoern Wylezich s. 25, 160 (bursztyn), Blackguitar1 s. 204 (lizak), Bloomua s. 109, by-studio s. 111, Carlos Caetano s. 92 (pranie), Carolina K. Smith MD s. 33 (beczki), Cezary Wojtkowski s. 82 (fresk), Corepics VOF s. 118 (czyszczenie ptaka), Cre8tive Images s. 242 (pszczoła), Danny Smythe s. 62 (sól), David Steele s. 8, 9, Dmitry Kalinovsky s. 101 (przyklejanie papy), s. 226 (układ scalony), donikz s. 127, douglas knight s. 93, eamesBot s. 114 (lodowiec w tle), E.G.Pors s. 125 (rafineria), Ekaterina43 s. 101 (świece), EkDanilishina s. 154 (bańka mydlana), Elizaveta Galitckaia s. 157 (odkażanie rąk), esthermm s. 174 (jogging), fauxware s. 65, Fer Gregory s. 155 (dynamit), Fotokostic s. 41 (nawożenie), fotosparrow s. 40 (kąpiel lecznicza), Georgios Alexandris s. 117 (butla turystyczna), gorillaimages s. 150 (mycie okien), gresei s. 23 (lakier do paznokci), hareluya s. 52 (śnięte ryby), Haveseen s. 41 (cola), Hekla s. 40 (perfumy), Hero Images on Offset s. 28, id-art. s. 164 (warzywa w occie), ifong s. 217 (jasny ryż), Ilya Andriyanov s. 212 (syrop), Jacek Chabraszewski s. 131 (dziecko na rolkach), jakelv7500 s. 101 (wylewanie asfaltu), Jimmy S. Aditya s. 239 (łapa drewniana), Jiri Vaclavek s. 90 (halit), s. 125 (nakrętki), jocic s. 218 (papier), jopelka s. 162, Kabardins photo s. 192 (chleb z masłem), Kangsadarn.S s. 53 (hortensje), katjen s. 228 (firewerki), Kedrov s. 33 (szal), Kenneth Keifer s. 52 (zniszczony las), Kovaleva_Ka s. 241 (jabłka), Krap s. 208 (oranżada), Krasula s. 169 (czyszczenie kranu), krugloff s. 163 (ferma kurza), kuntong s. 239 (moździerz), KuuLeeR s. 144 (motocyklista), Kuznetsov Alexey s. 163 (mycie włosów), Lane V. Erickson s. 90 (łzy), Lapina s. 16 (lizanie cytryny), Leonid Andronov s. 23 (pociąg), Leonid S. Shtandel s. 244 (ocet), Lisa S. s. 150 (krople), luis c. jimenez del rio s. 160 (burak cukrowy), s. 210 (buraki cukrowe), MaraZe s. 212 (miód), Maria Suleymenova s. 119, Maridav s. 140, Marijus Auruskevicius s. 218 (worki na śmieci), Mars Evis s. 33 (leki), s. 169 (aspiryna), Marti Bug Catcher s. 103, Me dia s. 157 (maść), Mellimage s. 229 (zimne ognie), Michal Buksak s. 242 (jaskinia), Mikbiz s. 101 (ciężarówka), MK photograp55 s. 142, Mpauline s. 114, Muhammad Nurudin s. 54, Multiart s. 245 (tłuszcze), natali_ploskaya s. 218 (kisiel), Nattika s. 214 (ziemniaki), Nerthuz s. 19 (układ pokarmowy), New Africa s. 92 (noga w gipsie), s. 196 (butelki z olejami), s. 238 (szkło laboratoryjne), ninette_luz s. 218 (pomidory z mozzarellą), oksana2010 s. 198 (kot), Olesia Bech s. 134 (pomidory), Olga Miltsova s. 182 (oliwa), OlgaKok s. 163 (pszczelarz), Oliver Hoffmann s. 160 (rabarbar), OLJ Studio s. 23 (depilacja), Patricia Hofmeester s. 125 (słoik z rozpuszczalnikiem), Patty Chan s. 88 (pozyskiwanie soli morskiej), Paul Aniszewski s. 245 (pajęczyna), PeJo s. 198 (konserwa), Peter Hermes Furian s. 62 (kryształ soli), Peter Zvonar s. 196 (puszka farby), PH888 s. 191, 202 (ugniatanie ciasta), PhotoCreo Michal Bednarek s. 208 (tabletki), photomaster s. 198 (owca), Picsfive s. 218 (igła i nici), Picture Partners s. 115, Pixel-Shot s. 193 (tran), PixieMe s. 66 (czajnik), plprod s. 174 (pomadka), Prezoom.nl s. 208 (bombki), Ramon Berk s. 101 (samolot), Rebecca Abell s. 71 (żucie gumy), Rehan Qureshi s. 33 (fabryka włókiennicza), Roger Utting s. 134 (flamingi), Room27 s. 214 (bawełna), S_Photo s. 218 (przygotowanie ciasta), Sandra van der Steen s. 150 (zabawki), sarka s. 33 (nawóz sztuczny), science photo s. 196 (pizza), Scott Delony s. 176, Sergey Lavrentev s. 209, SeventyFour s. 117 (golenie), Shablon s. 213, Shebeko s. 194 (ogień na patelni), Shuttertum s. 238 (lejek), SIAATH s. 23 (kopalnia), Simon Bratt s. 24, SimoneN s. 83, Soho A Studio s. 244 (lawenda), Stockagogo, Craig Barhorst s. 154 (rękawica), Sven Bannuscher s. 182 (olejek zapachowy), Svetlana Foote s. 154 (suszone owoce), Svetlana Lukienko s. 196 (mydło), Tada Images s. 125 (banany), Terence Mendoza s. 169 (taśma filmowa), Tim UR s. 186 (pomidory), Tom Davison s. 240 (spalanie węgla), tong patong s. 39, tristan tan s. 170 (kakaowiec), truembie s. 192 (olej z pestek winogron), Ulga s. 110 (garnek), UliAb s. 51, urfin s. 238 (szalka Petriego), Valentyn Volkov s. 120, 202 (surowe jajko), Valua Vitaly s. 186 (kobieta smarująca się kremem), Vasily Smirnov s. 154 (maszyna poligraficzna), Victor I. Makhankov s. 150 (pędzel z rozpuszczalnikiem), Viktor1 s. 184 (żelki), Vitalii Matokha s. 139, 150 (płyn dezynfekujący), Vitalii Stock s. 98, Volosina s. 159 (szczaw), Vyalov Denis s. 152, Wally Stemberger s. 117 (licznik gazu), White bear studio s. 157 (płyn do płukania ust), WhiteJack s. 239 (okulary), winnond s. 92 (kroplówka), wk1003mike s. 15, 35, Yellowj s. 169 (tworzywo sztuczne), Yeti studio s. 212 (kostki cukru), Yevhen Vitte s. 40 (woda gazowana); **Thinkstock/Getty Images:** Hemera/Yuri Arcurs s. 182 (perfumy), iStockphoto – bunyarit s. 117 (tankowanie), CaoChunhai s. 192 (słonecznik), GooDween123 s. 210 (biały cukier), Jasper_Meddock s. 178 (małpa), kzenon s. 41 (dentysta), Magone s. 208 (jogurt), MartinaM s. 75 (sztabka cynku), rclassenlayouts s. 108 (dystrybutor paliwa), PhotoObjects.net/Hemera Technologies s. 150 (żaba), Polka Dot/Jupiterimages s. 101 (tankowanie), Stockbyte/Comstock s. 206 (pszczoła), Zoonar RF s. 13 (chabry); **Miłosz Budzyński** s. 23 (jajko w szklance wody); **Włodzimierz Echeński** s. 13, 16 (probówka), s. 19 (probówka), s. 20, 26, 27, 36, 37 (otrzymywanie kwasu węglowego), s. 38 (otrzymywanie kwasu fosforowego), s. 41 (gwoździe), s. 42, 43 (dysocjacja jonowa), s. 53 (probówki), s. 55 (pehametr), s. 56, 59 (probówka, papierki uniwersalne), s. 66 (badanie rozpuszczalności soli), s. 67 (chlorek ołowiu, jodek ołowiu), s. 71 (otrzymywanie soli), s. 78 (reakcja miedzi z kwasem azotowym), s. 80 (reakcja kwasu), s. 84 (reakcja azotanu srebra z kwasem chlorowodorowym), s. 89, 90 (manganian potasu, węglan wapnia), s. 99 (ropa naftowa w probówce), s. 101 (kolby), s. 110 (metan), s. 118 (spalanie benzyny, mieszanina benzyny z olejem), s. 128, 136, 147 (mieszanie etanolu), s. 153, 165 (probówka), s. 166, 167, 168, 170 (kwasy), s. 171, 172, 173, 180, 194 (badanie rozpuszczalności oleju), s. 195 (probówki), s. 199 (wykrywanie białka w wełnie, szkiełka zegakowe), s. 201 (wiązka światła), s. 210 (brązowy cukier), s. 215 (probówki z roztworem skrobi), s. 216 (wykrywanie obecności skrobi), s. 220, 221, 238 (bagietka, szkiełko zegarkowe, krystalizator), s. 239 (łyżka do spalań, szczypce, trójnóg, statyw, palniki), s. 240 (rozkład węglanu wapnia), s. 241 (reakcja wymiany, gwoździe), s. 243 (reakcja dysocjacji jonowej), s. 244 (reakcja estryfikacji), s. 246 (reakcja endoenergetyczna), s. 247 (reakcja z roztworem manganianu potasu, reakcja z wodą bromową, reakcja skrobi z roztworem jodu), s. 248, 249, 251; **PUTTO/Piotr Kubat** s. 11, 29, 30, 31, 32 (wpływ kwasu na cukier), s. 34, 38 (podgrzewana probówka), s. 43 (żarówka), s. 45, 55 (kwasomierz glebowy), s. 58, 59 (żarówka), s. 73, 88 (spalanie sodu), s. 94, 116, 118 (mieszanina benzyny z wodą), s. 144 (spalanie metanolu), s. 147 (lotność), s. 149, 165 (spalanie kwasu octowego), s. 184 (glicyna), s. 199 (wykrywanie białka w twarogu), s. 200, 201 (zol, żel), s. 204 (wykrywanie węgla w cukrze), s. 206 (glukoza), s. 211, 215 (skrobia), s. 216 (celuloza), s. 240 (synteza magnezu i tlenu), s. 241 (spalanie węgla), s. 242 (reakcja zobojętniania, reakcja strąceniowa), s. 244 (etanol), s. 246 (reakcja egzoenergetyczna), s. 247 (reakcja etanolu z roztworem dichromianu potasu, reakcja białek ze stężonym roztworem kwasu azotowego); **Sławomir Stachnik** s. 91 (tężnie w Ciechocinku); **Bogdan Wańkowicz** s. 91 (lód z chlorkami); **Robert Wolski** s. 129; **BUT-GAZ** s. 131 (butle z acetylenem) – specjalne podziękowania dla firmy za pomoc w przygotowaniu podręcznika.

Wydawnictwo Nowa Era oświadcza, że podjęło starania mające na celu dotarcie do właścicieli i dysponentów praw autorskich wszystkich zamieszczonych utworów. Wydawnictwo Nowa Era, przytaczając w celach dydaktycznych utwory lub fragmenty, postępuje zgodnie z art. 29 ustawy o prawie autorskim. Jednocześnie Nowa Era oświadcza, że jest jedynym podmiotem właściwym do kontaktu autorów tych utworów lub innych podmiotów uprawnionych w przypadkach, w których twórcy przysługuje prawo do wynagrodzenia.

Układ okresowy pierwiastków chemicznych



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	2 1 1 **H** wodór *1,008*																	4 3 2 **He** hel *4,00*
2	7 6 3 **Li** lit *6,94*	9 4 **Be** beryl *9,01*											11 10 5 **B** bor *10,81*	13 12 6 **C** węgiel *12,01*	15 14 7 **N** azot *14,01*	18 17 16 8 **O** tlen *16,00*	19 9 **F** fluor *19,00*	22 21 20 10 **Ne** neon *20,18*
3	23 11 **Na** sód *22,99*	26 25 24 12 **Mg** magnez *24,31*											27 13 **Al** glin *26,98*	30 29 28 14 **Si** krzem *28,09*	31 15 **P** fosfor *30,97*	36 33 34 32 16 **S** siarka *32,06*	37 35 17 **Cl** chlor *35,45*	40 38 36 18 **Ar** argon *39,95*
4	41 40 39 19 **K** potas *39,10*	48 43 46 42 44 40 20 **Ca** wapń *40,08*	45 21 **Sc** skand *44,96*	48 50 47 49 46 22 **Ti** tytan *47,87*	51 50 23 **V** wanad *50,94*	54 52 53 50 24 **Cr** chrom *52,00*	55 25 **Mn** mangan *54,94*	58 56 57 54 26 **Fe** żelazo *55,85*	59 27 **Co** kobalt *58,93*	61 64 60 62 58 28 **Ni** nikiel *58,69*	65 63 29 **Cu** miedź *63,55*	67 70 66 68 64 30 **Zn** cynk *65,38*	71 69 31 **Ga** gal *69,72*	73 76 72 74 70 32 **Ge** german *72,63*	75 33 **As** arsen *74,92*	82 77 80 76 78 74 34 **Se** selen *78,97*	81 79 35 **Br** brom *79,90*	86 82 84 80 83 78 36 **Kr** krypton *83,80*
5	87 85 37 **Rb** rubid *85,47*	88 87 86 84 38 **Sr** stront *87,62*	89 39 **Y** itr *88,91*	92 96 91 94 90 40 **Zr** cyrkon *91,22*	93 41 **Nb** niob *92,91*	96 100 95 98 94 97 92 42 **Mo** molibden *95,95*	99 97 96 43 **Tc** technet *97,91*	100 104 99 102 98 101 96 44 **Ru** ruten *101,07*	103 45 **Rh** rod *102,91*	110 105 108 104 106 102 46 **Pd** pallad *106,42*	109 107 47 **Ag** srebro *107,87*	116 111 114 110 113 108 112 106 48 **Cd** kadm *112,41*	115 113 49 **In** ind *114,82*	124 117 122 116 120 115 119 114 118 112 50 **Sn** cyna *118,71*	123 121 51 **Sb** antymon *121,76*	130 124 128 123 126 122 125 120 52 **Te** tellur *127,60*	127 53 **I** jod *126,90*	130 136 129 134 128 132 126 131 124 54 **Xe** ksenon *131,29*
6	133 55 **Cs** cez *132,91*	135 138 134 137 132 136 130 56 **Ba** bar *137,33*	139 138 57 **La** lantan *138,91*	180 177 179 176 178 174 72 **Hf** hafn *178,49*	181 73 **Ta** tantal *180,95*	183 186 182 184 180 74 **W** wolfram *183,84*	187 185 75 **Re** ren *186,21*	188 192 187 190 186 189 184 76 **Os** osm *190,23*	193 191 77 **Ir** iryd *192,22*	198 194 196 192 195 190 78 **Pt** platyna *195,08*	197 79 **Au** złoto *196,97*	200 204 199 202 198 201 196 80 **Hg** rtęć *200,59*	205 203 81 **Tl** tal *204,38*	208 207 206 204 82 **Pb** ołów *207,2*	209 83 **Bi** bizmut *208,98*	218 212 215 210 214 209 84 **Po** polon *208,98*	215 218 211 216 210 85 **At** astat *209,99*	222 220 219 86 **Rn** radon *222,02*
7	223 222 87 **Fr** frans *223,02*	228 224 226 223 88 **Ra** rad *226,03*	228 227 89 **Ac** aktyn *227,03*	261 259 260 257 104 **Rf** rutherford *267,12*	263 258 262 257 261 256 260 255 105 **Db** dubn *268,13*	263 260 261 259 106 **Sg** seaborg *271,13*	262 261 107 **Bh** bohr *272,14*	265 264 108 **Hs** has *270,13*	266 109 **Mt** meitner *276,15*	273 271 110 **Ds** darmsztadt *281,16*	272 111 **Rg** roentgen *280,17*	277 112 **Cn** kopernik *285,18*	113 **Nh** nihon *284,18*	114 **Fl** flerow *289,19*	115 **Mc** moskow *288,19*	116 **Lv** liwermor *293,20*	116 **Ts** tenes *292,21*	118 **Og** oganeson *294,21*

Lantanowce

142 140 138 136 58 **Ce** cer *140,12*	141 59 **Pr** prazeodym *140,91*	145 150 144 148 143 146 142 60 **Nd** neodym *144,24*	147 145 61 **Pm** promet *144,91*	149 154 148 152 147 150 144 62 **Sm** samar *150,36*	153 151 63 **Eu** europ *151,96*	156 160 155 158 154 157 152 64 **Gd** gadolin *157,25*	159 65 **Tb** terb *158,93*	161 164 160 163 158 162 156 66 **Dy** dysproz *162,50*	165 67 **Ho** holm *164,93*	170 166 168 164 167 162 68 **Er** erb *167,26*	169 69 **Tm** tul *168,93*	172 176 171 174 170 173 168 70 **Yb** iterb *173,05*	176 175 71 **Lu** lutet *174,97*

Aktynowce

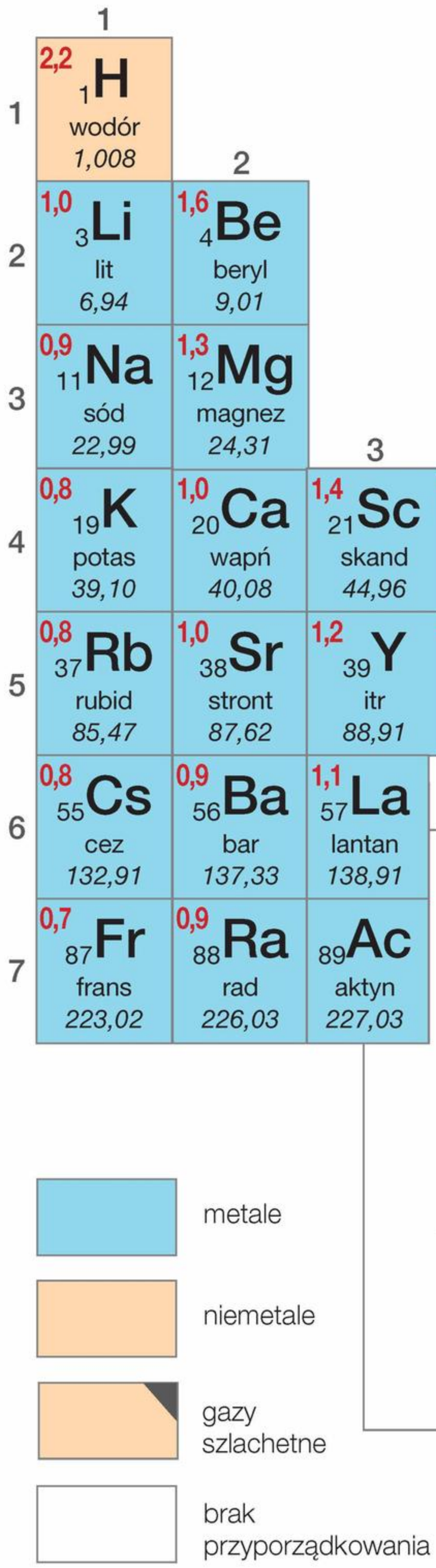
232 90 **Th** tor *232,04*	234 231 91 **Pa** protaktyn *231,04*	238 235 234 92 **U** uran *238,03*	235 239 234 238 233 237 232 236 231 93 **Np** neptun *237,05*	245 240 244 239 243 238 242 237 241 236 94 **Pu** pluton *244,06*	244 240 243 239 242 238 241 237 95 **Am** ameryk *243,06*	250 245 248 244 247 243 246 242 96 **Cm** kiur *247,07*	250 246 249 245 247 243 97 **Bk** berkel *247,07*	254 249 253 248 252 246 251 245 250 244 98 **Cf** kaliforn *251,08*	256 251 255 250 254 249 253 248 252 247 99 **Es** einstein *252,08*	257 256 255 254 100 **Fm** ferm *257,10*	258 257 256 101 **Md** mendelew *258,10*	255 254 253 102 **No** nobel *259,10*	260 257 256 103 **Lr** lorens *262,11*

metale

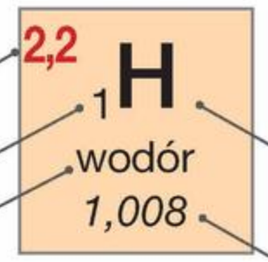
niemetale

brak przyporządkowania

Układ okresowy pier



elektroujemność (wg Paulinga)
liczba atomowa (liczba porządkowa)
nazwa pierwiastka chemicznego



symbol pier
masa atom

Lantanowce

58Ce cer 140,12	59Pr prazeodym 140,91	60Nd neodym 144,24	61Pm promet 144,91	62Sm samar 150,36

Aktynowce

90Th tor 232,04	91Pa protaktyn 231,04	92U uran 238,03	93Np neptun 237,05	94Pu pluton 244,06

Dla pierwiastków promieniotwórczych, które nie mają stab

oraz CKE 2021, *Wybrane wzory*

rwiastków chemicznych

rwiastka chemicznego

owa, u

10	11	12	13	14	15	16	17	18
								$_{2}$He hel *4,00*
			2,0 $_{5}$B bor *10,81*	2,6 $_{6}$C węgiel *12,01*	3,0 $_{7}$N azot *14,01*	3,4 $_{8}$O tlen *16,00*	4,0 $_{9}$F fluor *19,00*	$_{10}$Ne neon *20,18*
			1,6 $_{13}$Al glin *26,98*	1,9 $_{14}$Si krzem *28,09*	2,2 $_{15}$P fosfor *30,97*	2,6 $_{16}$S siarka *32,06*	3,2 $_{17}$Cl chlor *35,45*	$_{18}$Ar argon *39,95*
1,9 $_{28}$Ni nikiel *58,69*	1,9 $_{29}$Cu miedź *63,55*	1,7 $_{30}$Zn cynk *65,38*	1,8 $_{31}$Ga gal *69,72*	2,0 $_{32}$Ge german *72,63*	2,2 $_{33}$As arsen *74,92*	2,6 $_{34}$Se selen *78,97*	3,0 $_{35}$Br brom *79,90*	$_{36}$Kr krypton *83,80*
2,2 $_{46}$Pd pallad *106,42*	1,9 $_{47}$Ag srebro *107,87*	1,7 $_{48}$Cd kadm *112,41*	1,8 $_{49}$In ind *114,82*	2,0 $_{50}$Sn cyna *118,71*	2,1 $_{51}$Sb antymon *121,76*	2,1 $_{52}$Te tellur *127,60*	2,7 $_{53}$I jod *126,90*	$_{54}$Xe ksenon *131,29*
2,2 $_{78}$Pt platyna *195,08*	2,4 $_{79}$Au złoto *196,97*	1,9 $_{80}$Hg rtęć *200,59*	1,8 $_{81}$Tl tal *204,38*	1,8 $_{82}$Pb ołów *207,2*	1,9 $_{83}$Bi bizmut *208,98*	2,0 $_{84}$Po polon *208,98*	2,2 $_{85}$At astat *209,99*	$_{86}$Rn radon *222,02*
$_{110}$Ds darmsztadt *281,16*	$_{111}$Rg roentgen *280,17*	$_{112}$Cn kopernik *285,18*	$_{113}$Nh nihon *284,18*	$_{114}$Fl flerow *289,19*	$_{115}$Mc moskow *288,19*	$_{116}$Lv liwermor *293,20*	$_{117}$Ts tenes *292,21*	$_{118}$Og oganeson *294,21*

$_{63}$Eu europ *151,96*	$_{64}$Gd gadolin *157,25*	$_{65}$Tb terb *158,93*	$_{66}$Dy dysproz *162,50*	$_{67}$Ho holm *164,93*	$_{68}$Er erb *167,26*	$_{69}$Tm tul *168,93*	$_{70}$Yb iterb *173,05*	$_{71}$Lu lutet *174,97*
$_{95}$Am ameryk *243,06*	$_{96}$Cm kiur *247,07*	$_{97}$Bk berkel *247,07*	$_{98}$Cf kaliforn *251,08*	$_{99}$Es einstein *252,08*	$_{100}$Fm ferm *257,10*	$_{101}$Md mendelew *258,10*	$_{102}$No nobel *259,10*	$_{103}$Lr lorens *262,11*

bilnych izotopów, podano masę atomową najtrwalszego izotopu.

Na podstawie: *CRC Handbook of Chemistry and Physics 97th Edition*, CRC Press 2017, https://www.nist.gov/pml/atomic-weights-and-isotopic-compositions-relative-atomic-masses
i stałe fizykochemiczne na egzamin maturalny z biologii, chemii i fizyki, marzec 2021 [dostęp: 4.01.2023].

Tabela rozpuszczalności s

Jon	Cl^-	Br^-	I^-	NO_3^-	CH_3COO^-	S^{2-}
Ag^+	T	T	T	R	S	T
Al^{3+}	R	R	R	R	*	*
Ba^{2+}	R	R	R	R	R	R
Ca^{2+}	R	R	R	R	R	T
Cr^{3+}	R	R	R	R	R	T
Cu^{2+}	R	R	•	R	R	T
Fe^{2+}	R	R	R	R	R	T
Fe^{3+}	R	R	*	R	•	*
K^+	R	R	R	R	R	R
Mg^{2+}	R	R	R	R	R	*
Mn^{2+}	R	R	R	R	R	T
NH_4^+	R	R	R	R	R	R
Na^+	R	R	R	R	R	R
Pb^{2+}	S	S	S	R	R	T
Sn^{2+}	R	R	S	R	•	T
Zn^{2+}	R	R	R	R	R	T

R – substancja dobrze rozpuszczalna w wodzie (>2 g/100 g H_2O)
S – substancja średnio rozpuszczalna w wodzie (0,1 g–2 g/100 g H_2O)
T – substancja trudno rozpuszczalna w wodzie (<0,1 g/100 g H_2O)
• – substancja jest nietrwała, nie została otrzymana lub brak jest danych
***** – substancja ulega rozkładowi w wodzie

K
powstają
osa

soli i wodorotlenków w wodzie

$^{2-}$	SO_3^{2-}	SO_4^{2-}	CO_3^{2-}	CrO_4^{2-}	PO_4^{3-}	OH^-
	T	S	T	T	T	T
	•	R	•	T	T	T
R	T	T	T	T	T	R
	T	S	T	S	T	S
	•	R	•	T	T	T
	T	R	T	T	T	T
	T	R	T	•	T	T
	•	R	•	T	T	T
R	R	R	R	R	R	R
	S	R	T	R	T	T
	T	R	T	T	T	T
R	R	R	R	R	R	R
R	R	R	R	R	R	R
	T	T	T	T	T	T
	•	R	•	•	T	T
	S	R	T	R	T	T

olory
ących
adów

biały

brązowy

zielony

czerwony

żółty

niebieski

różowy

czarny