

WYDANIE
AKTUALNE

CHEMIA

bez tajemnic



8
klasa

WSiP

Podręcznik
Szkoła podstawowa

Autorzy: **Tomasz Manszewski, Joanna Wilmańska, Aleksandra Kwiek**

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 Magdaleny Kozik, dr Bożeny Karawajczyk, prof. dr. hab. Bogdana Zelera.

Etap edukacyjny: II

Typ szkoły: szkoła podstawowa

Rok dopuszczenia: 2024

Numer ewidencyjny w wykazie: 1164/2/2024

Podręcznik wpisany do wykazu podręczników MEN dopuszczonych do użytku szkolnego, uwzględniających podstawę programową kształcenia ogólnego określoną w rozporządzeniu z dnia 14 lutego 2017 r. (Dz. U. poz. 356, z 2018 r. poz. 1679, z 2021 r. poz. 1533, z 2022 r. poz. 609 i 1717 oraz z 2023 r. poz. 312).

Cyfrowe odzwierciedlenie podręcznika jest dostępne na eduranga.pl

© Copyright by Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne

Warszawa 2024

Wydanie I (2024)

ISBN: 978-83-02-22104-0 – podręcznik w formie elektronicznej

ISBN: 978-83-02-21697-8 – podręcznik w formie papierowej

Opracowanie merytoryczne i redakcyjne: **Magdalena Sulisz** (redaktor koordynator)

Współpraca redakcyjna: **Anna Dudek**

Redakcja i korekta językowa: **Zespół**

Redakcja techniczna: **Agnieszka Przysańska**

Projekt okładki: **Marek Puksza**

Projekt graficzny: **Fabryka Wyobraźni**

Opracowanie graficzne: **Eugeniusz Osipczuk**

Fotoedycja: **Ignacy Składowski**

Skład i łamanie: **Verde, Kraków**

Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne Spółka Akcyjna

00-807 Warszawa, Aleje Jerozolimskie 96

KRS: 0000595068

Infolinia: 801 220 555

www.wsip.pl

Wyprodukowano w Polsce

Spis treści

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

Dział VIII. Warto powtórzyć

8.1 W pracowni chemicznej	6
8.2 Układ okresowy. Przemiany materii ...	13
8.3 Wartościowość. Tlenki i wodorotlenki	19
Podsumowanie działu VIII	26

Dział IX. Kwasy

9.1 Wzory i nazewnictwo kwasów	30
9.2 Otrzymywanie kwasów tlenowych	34
9.3 Otrzymywanie kwasów beztlenowych	38
9.4 Kwaśne opady. Właściwości i zastosowania kwasów	42
9.5 Dysocjacja elektrolityczna kwasów	53
Podsumowanie działu IX	57

Dział X. Sole

10.1 Wzory i nazewnictwo soli	62
10.2 Dysocjacja elektrolityczna soli	70
10.3 Reakcja zobojętniania	75
10.4 Sposoby otrzymywania soli	79
10.5 Reakcje strąceniowe	84
10.6 Zastosowania soli	89
Podsumowanie działu X	96

Dział XI. Węglowodory

11.1 Węgiel. Naturalne źródła węglowodorów	102
11.2 Węglowodory nasycone – alkany	110
11.3 Węglowodory nienasycone – alkeny i alkiny	120
11.4 Właściwości i zastosowania węglowodorów nienasyconych	126
11.5 Wykrywanie wiązania wielokrotnego	132
Podsumowanie działu XI	138

Dział XII. Pochodne węglowodorów

12.1 Wzory i nazewnictwo alkoholi monohydroksylowych	144
12.2 Metanol i etanol – właściwości i zastosowania	148
12.3 Glicerol – alkohol polihydroksylowy	155
12.4 Kwasy karboksylowe	159
12.5 Właściwości kwasu octowego	164
12.6 Estry	171
Podsumowanie działu XII	177

Dział XIII. Biologia siostrą chemii

13.1 Wyższe kwasy tłuszczowe	182
13.2 Tłuszcze	190
13.3 Aminokwasy. Powstawanie peptydów i białek	196
13.4 Białka – koagulacja i wykrywanie	200
13.5 Cukry – podział i funkcje	207
13.6 Glukoza i fruktoza	210
13.7 Sacharoza	215
13.8 Skrobia i celuloza	219
Podsumowanie działu XIII	225

Odpowiedzi do zadań rachunkowych	231
Tabele	232
Indeks	243
Układ okresowy pierwiastków chemicznych	

Jak korzystać z podręcznika

W trakcie lekcji



Ważne treści i definicje nowych pojęć.

Doświadczenie

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



Doświadczenie, które może wykonać uczeń.



Doświadczenie, które wykonuje nauczyciel.

A to ciekawe!

Informacje zawierające treści dodatkowe, wykraczające poza podstawę programową.

Przykład

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



Zmiany i wykreślenia według podstawy programowej 2024

Na koniec lekcji

Zapamiętaj! To ważne!

Podsumowanie najważniejszych zagadnień z lekcji.

Sprawdź się!

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



Na koniec działu

PODSUMOWANIE DZIAŁU VIII Warto powtórzyć

Najważniejsze informacje przedstawione w formie schematów, tabel i grafik.

Czas na zadania!

1. Zadania sprawdzające wiedzę i umiejętności po dziale.

Pamiętaj! Rozwiązania zadań zapisuj w zeszyte przedmiotowym.

DZIAŁ

VIII

WARTO POWTÓRZYĆ

Pracownia
chemiczna

Tlenki
i wodorotlenki

Układ
okresowy

O czym
to
będzie?



8.1 W pracowni chemicznej



Te zagadnienia warto powtórzyć.

- ▶ Wykorzystanie wiedzy chemicznej w nauce
- ▶ Karty charakterystyki i piktogramy
- ▶ Regulamin szkolnej pracowni chemicznej
- ▶ Wyposażenie pracowni chemicznej
- ▶ Podstawowe czynności laboratoryjne
- ▶ Opisywanie doświadczeń chemicznych

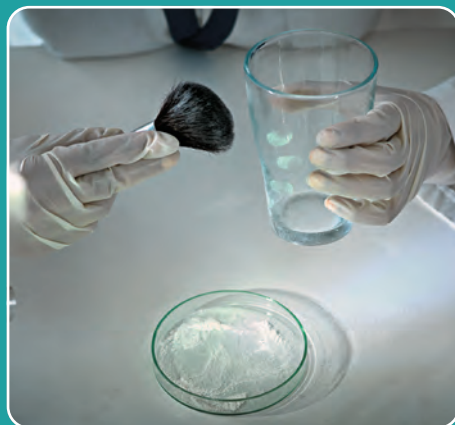
Chemia jako nauka interdyscyplinarna

Chemia to nauka o budowie i właściwościach materii oraz o przemianach, którym materia ulega. Jest podstawą wielu dyscyplin naukowych, m.in. biotechnologii, medycyny, inżynierii materiałowej, geologii, kryminalistyki i archeologii.

Przykładowe wykorzystanie wiedzy chemicznej w nauce



W **medycynie** wykorzystuje się promieniowanie rentgenowskie do obrazowania narządów, np. płuc, oraz złamań i pęknięć kości.



W **kryminalistyce** wykorzystuje się różne techniki laboratoryjne, m.in. do wykrywania śladów daktyloskopijnych, badania środków odurzających i identyfikacji materiału biologicznego pochodzenia ludzkiego.

Bezpieczeństwo w pracowni chemicznej

Podczas wykonywania doświadczeń trzeba **zawsze przestrzegać regulaminu szkolnej pracowni chemicznej**. Dzięki temu dba się o bezpieczeństwo własne oraz innych osób.



Aby bezpiecznie przeprowadzać doświadczenia, należy m.in.

- ▶ uważnie słuchać poleceń nauczyciela;
- ▶ długie włosy mieć związane z tyłu głowy;
- ▶ stosować niezbędne środki ochrony osobistej (fartuch, okulary i rękawice);
- ▶ każdą substancję traktować jak potencjalną truciznę (**nie wolno smakować odczynników**);
- ▶ spożywać posiłki i napoje wyłącznie poza terenem pracowni (dotyczy to także żucia gumy);
- ▶ kierować opary substancji wachlującym ruchem dłoni w stronę nosa podczas określania zapachu tej substancji;
- ▶ uważać, by podczas ogrzewania substancji w probówce nie kierować wylotu naczynia w stronę jakiegokolwiek osoby.

Przed rozpoczęciem pracy należy zapoznać się z instrukcją doświadczenia oraz etykietami lub kartami charakterystyki odczynników.



Karta charakterystyki zawiera podstawowe informacje dotyczące danej substancji, takie jak: identyfikacja zagrożeń w formie **piktogramów**, zastosowanie środków pierwszej pomocy, właściwości substancji.

Oznaczenia odczynników chemicznych

znaki ostrzegawcze w formie piktogramów, informujące o potencjalnych zagrożeniach, których można doświadczyć podczas stosowania danej substancji

piktogramy informujące o zagrożeniu dla zdrowia



piktogramy informujące o zagrożeniu fizykochemicznym



piktogram informujący o zagrożeniu dla środowiska



Podstawowe wyposażenie pracowni chemicznej

Aby zrozumieć instrukcję doświadczenia i poprawnie oraz bezpiecznie je wykonać, należy znać właściwe nazwy oraz przeznaczenie naczyń i sprzętu laboratoryjnego.

Ceramiczne naczynia i sprzęt laboratoryjny

Nazwa	Przykładowe zastosowania
moździerz	rozdrabnianie i ucieranie substancji stałych
tygiel	prażenie lub spalanie substancji sypkich i ich mieszanin
parownica	odparowywanie cieczy
trójkąt	stabilizacja tygli podczas prażenia
siatka z płytką ceramiczną	nakładka na trójnóg do równomiernego ogrzewania dna naczynia

Szklane naczynia i sprzęt laboratoryjny

Nazwa	Przykładowe zastosowania
probówka	przeprowadzanie reakcji chemicznych
cylinder miarowy	odmierzanie objętości cieczy
kolba stożkowa	przechowywanie lub ogrzewanie substancji i mieszanin
kolba płaskodenna	przechowywanie cieczy
kolba okrągłodenna	ogrzewanie cieczy
zlewka	przygotowywanie i ogrzewanie cieczy
szalka Petriego	przeprowadzanie prostych reakcji chemicznych
szkiełko zegarkowe	obserwacja substancji lub przykrywanie naczyń
krystalizator	przeprowadzanie krystalizacji i reakcji chemicznych
chłodnica	chłodzenie par cieczy w celu ich skroplenia
rozdzielacz	oddzielanie niemieszkających się cieczy
lejek	przelewanie cieczy, przysypywanie substancji sypkich oraz sączenie
bagietka	mieszanie cieczy
termometr	pomiar temperatury substancji i mieszanin

Sprzęt laboratoryjny z metalu, tworzywa sztucznego i drewna

Nazwa	Zastosowania
statyw, łąpa, łącznik, kółko	mocowanie naczyń i sprzętu laboratoryjnego
łyżka do spalań	spalanie substancji w płomieniu palnika
szczotka	mycie naczyń laboratoryjnych
palnik spirytusowy	podgrzewanie substancji i mieszanin w małych naczyniach
palnik gazowy	ogrzewanie substancji i mieszanin w małych i dużych naczyniach
czasza grzejna	ogrzewanie cieczy w kolbach okrągłodennych
trójnóg	stawianie naczyń laboratoryjnych
szczypta	trzymanie rozgrzanych przedmiotów
łyżeczka, szpatułka	pobieranie i dozowanie substancji sypkich i ich mieszanin
waga laboratoryjna	ważenie substancji i mieszanin
pipeta Pasteura	dozowanie cieczy
strzykawka	odmierzanie objętości cieczy
tryskawka	podawanie małych porcji wody destylowanej
naczynko wagowe	odważanie substancji stałych i ich mieszanin
statyw do probówek	zapewnienie stabilnego przechowywania probówek i dobrej widoczności ich zawartości
łąpa drewniana	trzymanie probówek np. nad palnikiem

Uwaga! Gorące i zimne naczynia szklane wyglądają tak samo, dlatego ich temperaturę należy sprawdzać przez zbliżenie do nich dłoni, a nie dotykanie.

Uwaga! Jeżeli doszło do oparzenia, należy poparzone miejsce schładzać strumieniem zimnej wody przez 15–20 minut, a następnie zabezpieczyć opatrunkiem jałowym lub żelowym.

Zanim użyje się palnika, należy zdjąć rękawice – tworzywo sztuczne topi się w wysokiej temperaturze i może wtopić się w skórę. Jeżeli doszło do oparzenia i tworzywo sztuczne wtopiło się, to nie wolno odrywać go od skóry.



Podstawowe czynności laboratoryjne



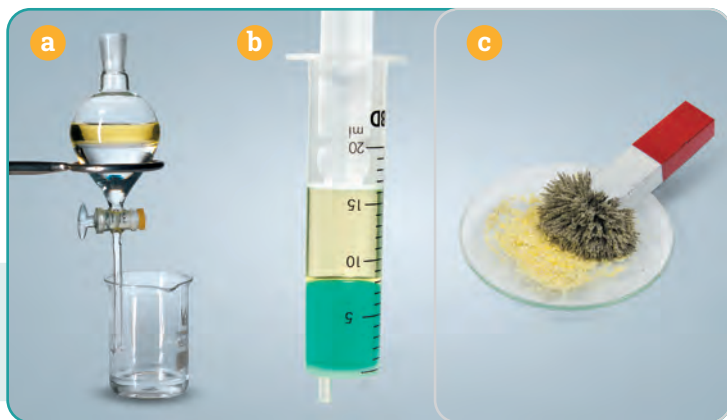
Dekantacja
poprzedzona
sedymentacją



Sączenie (filtracja)



Krystalizacja



Rozdzielanie
rozdzielaczem (a),
strzykawką (b)
i magnesem (c)



Odparowanie



Destylacja

Opisywanie doświadczeń chemicznych

Doświadczenia chemiczne powinny być opisane w sposób czytelny i zrozumiały. Podczas ich przeprowadzania należy pamiętać o właściwej kolejności wykonywania czynności. To decyduje o bezpiecznym eksperymentowaniu i gwarantuje uzyskanie poprawnych wyników.

Tytuł doświadczenia
określa temat doświadczenia.

Hipoteza
to przewidywana odpowiedź na problem badawczy.

Odczynniki
to lista potrzebnych substancji.

Problem badawczy
to pytanie, na które szuka się odpowiedzi podczas przeprowadzania doświadczenia.

Doświadczenie 1

Zmiany stanu skupienia jodu

Problem badawczy:

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

Hipoteza:

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

Odczynniki:
jod, lód

Sprzęt
to lista potrzebnego sprzętu i naczyń laboratoryjnych.

Sprzęt:

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

Wykonanie:

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

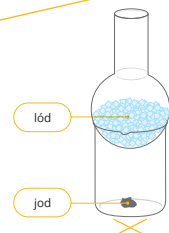
Obserwacje:

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

Wnioski:

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

Weryfikacja hipotezy: Hipoteza została potwierdzona.



Wykonanie
to opis wykonywanych czynności krok po kroku.

Obserwacje
to opis zaobserwowanych zmian zachodzących podczas doświadczenia.

Wnioski
to informacje wynikające z obserwacji.

Weryfikacja hipotezy
to porównanie wniosków z postawioną hipotezą.

Schemat
to poglądowo narysowane naczynia i najważniejszy sprzęt oraz zaznaczone istotne czynności.

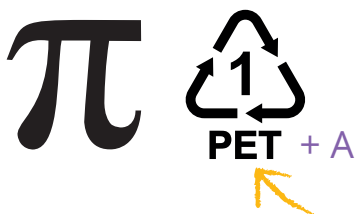
Sprawdź się!

1. Podaj nazwy środków ochrony osobistej stosowanych w laboratorium chemicznym. Wyjaśnij, w jaki sposób zabezpieczają one przed potencjalnym niebezpieczeństwem.
2. Podziel podane naczynia i sprzęt laboratoryjny na elementy ceramiczne, szklane, metalowe, drewniane i z tworzywa sztucznego.

zlewka • tryskawka • łapa do probówek • moździerz • pipeta Pasteura
• rozdzielacz • parownica • łyżka do spalań • kolba stożkowa
• cylinder miarowy • strzykawka • probówka

3. Rozwiąż rebusy. Podaj znaczenie każdego hasła.

a)



c)

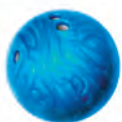


b)



~~KUKURYDZY~~

d)



A = ISTA

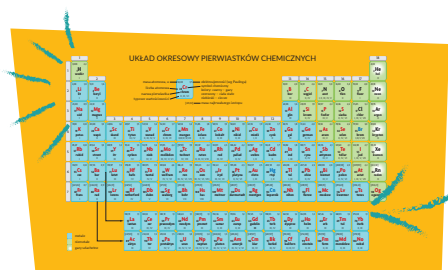


4. Wymień nazwy czynności laboratoryjnych, które należy wykonać, aby rozdzielić mieszaninę:

- a) wody i soli kuchennej,
- b) piasku i opiłków żelaza,
- c) wody i mąki pszennej,
- d) wody i oleju rzepakowego,
- e) wody i acetonu,
- f) wody, cukru i piasku.

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

8.2 Układ okresowy. Przemiany materii



UKŁAD OKRESOWY PIERWIĄSTKÓW CHEMICZNYCH

Te zagadnienia warto powtórzyć.

- ▶ Układ okresowy
- ▶ Prawo okresowości
- ▶ Przemiany materii
- ▶ Reakcje chemiczne
- ▶ Prawo stałości składu
- ▶ Prawo zachowania masy



Układ okresowy pierwiastków chemicznych

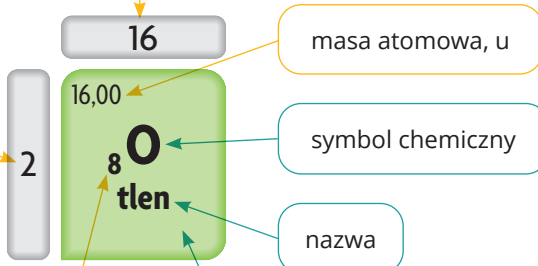
Układ okresowy to tabela składająca się z **grup** (kolumn) i **okresów** (wierszy). Można z niego odczytywać informacje o pierwiastkach i budujących je atomach.

Odczytywanie informacji o pierwiastkach i atomach

Numer grupy informuje o **liczbie elektronów walencyjnych**, co pozwala określić, jak dany atom łączy się z innymi atomami. Dla atomów pierwiastków grup 1. i 2. liczba elektronów walencyjnych jest równa numerowi grupy, natomiast dla atomów pierwiastków grup 13.–18. jest równa cyfrze jedności w numerze grupy.

Numer okresu informuje o **liczbie powłok elektronowych** w atomie.

Liczba atomowa (Z) informuje o liczbie **protonów** w jądrze atomu i jest równa liczbie wszystkich **elektronów** w atomie.



Kolor pola informuje np. o tym, czy pierwiastek jest metalem czy niemetalem.

Prawo okresowości

W 1869 r. Dmitrij Mendelejew zauważył podczas prac nad porządkowaniem pierwiastków w grupach (ich efektem było powstanie tzw. tablicy Mendelejewa), że właściwości co ósmego lub co osiemnastego pierwiastka są podobne – tym samym odkrył **prawo okresowości**.



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

Przemiany materii

Materia to wszystko, co nas otacza. Jest ona zbudowana z **substancji prostych** (pierwiastków) i **substancji złożonych** (związków chemicznych) oraz **mieszanin** tych substancji. Substancje mogą ulegać przemianom fizycznym i chemicznym.

Przemiany

przemiany fizyczne (zjawiska fizyczne)

w ich wyniku **nie powstają nowe substancje** o odmiennych właściwościach, np.



krojenie ogórków



rozłupywanie drewna

przemiany chemiczne (reakcje chemiczne)

w ich wyniku **powstają nowe substancje** o właściwościach odmiennych od substancji użytych do reakcji, np.



kiszenie ogórków



spalanie drewna

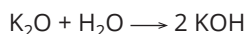
Podział reakcji chemicznych

Reakcje chemiczne

podział ze względu na liczbę substratów i produktów

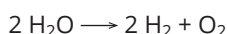
reakcja syntezy (łączenia)

z co najmniej dwóch substratów powstaje jeden produkt, np.



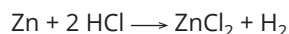
reakcja analizy (rozkładu)

jeden substrat ulega rozkładowi na co najmniej dwa produkty, np.



reakcja wymiany

z dwóch substratów powstają dwa produkty, np.



Reakcje chemiczne

podział ze względu na efekty energetyczne

reakcja endotermiczna

podczas jej przebiegu **energia w postaci ciepła jest pobierana z otoczenia**, np.



proces fotosyntezy



smażenie jajek

reakcja egzotermiczna

podczas jej przebiegu **energia w postaci ciepła jest oddawana do otoczenia**, np.



korozja



spalanie gazu ziemnego

Równanie reakcji chemicznej

Przebieg reakcji chemicznej zapisuje się najczęściej za pomocą **równania reakcji**, w którym substraty i produkty są przedstawiane za pomocą symboli pierwiastków i wzorów związków chemicznych, a cyfry oznaczają liczbę atomów lub jonów.



Równanie reakcji chemicznej musi być uzgodnione. To oznacza, że liczba atomów pierwiastków tworzących substraty musi być równa liczbie atomów pierwiastków tworzących produkty.

liczba i rodzaj atomów
po lewej stronie
równania



liczba i rodzaj atomów
po prawej stronie
równania

Aby uzgodnić równanie reakcji chemicznej, należy wpisywać współczynniki stechiometryczne przed symbolami lub wzorami substratów i produktów.



Prawo stałości składu



Każdy związek chemiczny, niezależnie od pochodzenia i metody otrzymywania, jest zbudowany z określonej liczby takich samych atomów lub jonów, czyli ma **stały skład jakościowy i ilościowy**.

Dzięki prawu stałości składu można:

- ▶ obliczyć **stosunek masowy pierwiastków** w związku chemicznym, czyli stosunek mas atomów (dla związków kowalencyjnych) lub jonów (dla związków jonowych) poszczególnych pierwiastków w związku chemicznym;
- ▶ obliczyć **masę cząsteczkową** związku chemicznego, czyli sumę mas wszystkich atomów tworzących cząsteczkę (dla związków kowalencyjnych) lub masę najmniejszego zbioru powtarzających się jonów (dla związków jonowych), wyrażoną w jednostkach masy atomowej (u);
- ▶ obliczyć **skład procentowy** związku chemicznego, czyli stosunek masy atomów danego pierwiastka do masy cząsteczkowej związku chemicznego, wyrażony w procentach;
- ▶ ustalać **wzory sumaryczne** prostych związków chemicznych.



Niezależnie od miejsca pozyskiwania chlorku sodu – głównego składnika soli kuchennej – jego skład jest zawsze taki sam.

Prawo zachowania masy

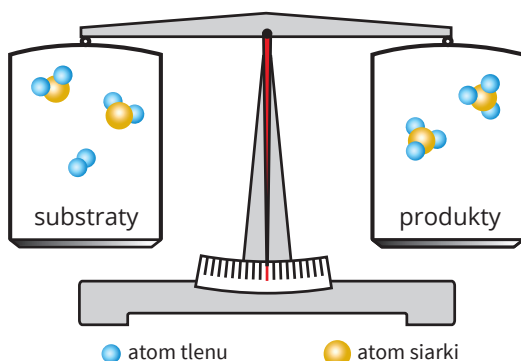


Podczas reakcji chemicznej zachodzącej w układzie zamkniętym, czyli takim, który nie wymienia masy z otoczeniem, ale może wymieniać energię, **łączna masa substratów jest równa łącznej masie produktów**.

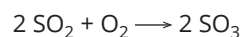
masa
substratów

masa
produktów

Modelowa interpretacja prawa zachowania masy



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



Stężenie procentowe roztworu

Rozpuszczanie to zjawisko fizyczne polegające na wymieszaniu rozpuszczalnika (np. wody) z substancją rozpuszczaną (np. cukrem), w wyniku czego powstaje **roztwór**. Miarą zawartości substancji rozpuszczonej w roztworze jest **stężenie procentowe roztworu**.



Stężenie procentowe roztworu (c_p) określa, ile gramów substancji rozpuszczonej znajduje się w 100 g roztworu.

$$c_p = \frac{m_s}{m_r} \cdot 100 \%$$

$$m_r = m_s + m_{\text{rozp.}}$$

$$c_p = \frac{m_s}{m_s + m_{\text{rozp.}}} \cdot 100 \%$$

gdzie:

m_s – masa substancji rozpuszczonej

m_r – masa roztworu, która jest sumą masy substancji oraz masy rozpuszczalnika

$m_{\text{rozp.}}$ – masa rozpuszczalnika

Sprawdź się!

1. Określ położenie w układzie okresowym oraz podaj symbole pierwiastków o następujących nazwach:

- | | | | |
|----------|------------|------------|-----------|
| a) tlen, | c) krzem, | e) wapń, | g) miedź, |
| b) glin, | d) siarka, | f) żelazo, | h) cyna. |

2. Z układu okresowego odczytaj wszystkie informacje o atomie chloru.

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

- | | |
|---|---|
| a) $\text{N}_2 + \text{H}_2 \rightarrow \text{NH}_3$ | d) $\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_3$ |
| b) $\text{HgO} \rightarrow \text{Hg} + \text{O}_2$ | e) $\text{C}_2\text{H}_6 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ |
| c) $\text{Al} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3$ | f) $\text{K} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{KOH} + \text{H}_2$ |

4. Oblicz masę cząsteczkową związków o podanych wzorach.

- | | | |
|-------------------------|----------------------------|-------------------------------|
| a) CO_2 | c) Fe_2O_3 | e) $\text{Al}(\text{OH})_3$ |
| b) N_2O | d) Cl_2O_7 | f) $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ |

5. Oblicz stosunek masowy oraz zawartość procentową pierwiastków (z dokładnością do liczby całkowitej) w związkach o podanych wzorach.

- | | | |
|---------------------------|--------------------------|----------------------------|
| a) C_3H_8 | c) Cu_2O | e) N_2O_3 |
| b) SO_2 | d) SnCl_4 | f) Al_2S_3 |

6. Oblicz, ile gramów wody powstanie w reakcji 0,8 g wodoru z tlenem. Wynik podaj z dokładnością do pierwszego miejsca po przecinku.

7. Oblicz, ile gramów tlenu i ile gramów siarki wzięło udział w reakcji, jeżeli powstało 12,8 g tlenku siarki(IV). Wyniki podaj z dokładnością do pierwszego miejsca po przecinku.

8. Oblicz stężenie procentowe roztworu o masie 150 g, który zawiera 7,5 g cukru.

9. Oblicz, ile gramów kwasu octowego jest w 250 g octu o stężeniu 6 %.



10. Na podstawie obliczeń ustal wzór wodorotlenku trójwartościowego metalu, jeżeli zawartość procentowa (% masowy) tlenu w tym wodorotlenku wynosi 45 %.

8.3 Wartościowość. Tlenki i wodorotlenki



Te zagadnienia warto powtórzyć.

- ▶ Wartościowość
- ▶ Wzory chemiczne
- ▶ Tlenki
- ▶ Wodorotlenki
- ▶ Dysocjacja elektrolityczna (jonowa)
- ▶ Skala pH, odczyn roztworu i wskaźniki kwasowo-zasadowe

Wartościowość pierwiastka

Wartościowość to liczba wiązań, które atom pierwiastka tworzy z atomami innych pierwiastków w związku chemicznym. Zazwyczaj zapisuje się ją za pomocą znaków rzymskich nad symbolem pierwiastka. Informację o wartościowości pierwiastka można:

- ▶ znaleźć w tablicach fizykochemicznych lub niektórych wersjach układu okresowego;
- ▶ ustalić na podstawie wzoru związku chemicznego tworzonego przez ten pierwiastek;
- ▶ określić na podstawie położenia w układzie okresowym (dla pierwiastków grup 1. i 2. oraz 13.–17.).



- ▶ **Pierwiastki w stanie wolnym** mają zawsze wartościowość **0**.
- ▶ **Wodór** w związkach chemicznych ma zawsze wartościowość **I**.
- ▶ **Tlen** w związkach chemicznych ma zawsze wartościowość **II**.
- ▶ **Fluor** we fluorkach, **chlor** w chlorkach, **brom** w bromkach i **jod** w jodkach mają zawsze wartościowość **I**.
- ▶ **Siarka** w siarczках ma zawsze wartościowość **II**.
- ▶ **Pierwiastki z 1. grupy** w związkach chemicznych mają zawsze wartościowość **I**.
- ▶ **Pierwiastki z 2. grupy** w związkach chemicznych mają zawsze wartościowość **II**.
- ▶ **Maksymalna wartościowość względem tlenu** pierwiastków z grup 13.–17. jest równa cyfrze jedności w numerze grupy.
- ▶ **Wartościowość względem wodoru:**
 - pierwiastków z grup 13. i 14. jest równa cyfrze jedności w numerze grupy;
 - pierwiastków z grup 15.–17. jest równa liczbie elektronów potrzebnych atomom tych pierwiastków do osiągnięcia oktetu elektronowego.



Wzory chemiczne

Skład jakościowy (rodzaj atomów) i ilościowy (liczba atomów) związku chemicznego można przedstawić **wzorami chemicznymi: sumarycznym i strukturalnym**.



Wzór sumaryczny składa się z symboli pierwiastków, których atomy (dla związków kowalencyjnych) lub jony (dla związków jonowych) wchodzi w skład związku chemicznego, i pokazuje liczbę tych atomów lub jonów.

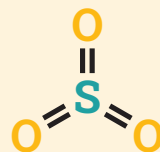
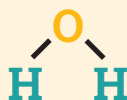
Przykłady:



Wzór strukturalny pokazuje, jak są połączone i rozmieszczone atomy w cząsteczce; wiązanie chemiczne oznacza się kreską.

Uwaga: wzorów strukturalnych nie rysuje się dla związków jonowych.

Przykłady:



Wzory i nazwy tlenków

Tlenki to związki tlenu z metalami lub niemetalami.



symbol chemiczny
pierwiastka
(metal lub niemetalu)

liczba atomów
pierwiastka E



liczba atomów tlenu

symbol chemiczny tlenu

Nazwy tlenków są dwuwyrazowe. Tworzy się je przez dodanie do słowa „tlenek” nazwy metalu lub niemetalu w dopełniaczu, np. tlenek magnezu, tlenek wodoru. Jeżeli metal lub niemetal ma kilka wartościowości, to informację o jego wartościowości w danym tlenku podaje się w nawiasie, tuż za nazwą tego pierwiastka, np. tlenek miedzi(II), tlenek krzemu(IV).

Przykład 1

Ustalanie wzoru sumarycznego tlenku glinu

Krok 1

Zapisujemy wzór
ogólny tlenków.



**Krok 2**

Sprawdzamy symbol i wartościowość glinu. Nad symbolami pierwiastków zapisujemy ich wartościowości.

Zamiast E wpisujemy symbol glinu, czyli Al. Wartościowość III zapisujemy nad symbolem glinu, a za symbolem tlenu wstawiamy 3. Wartościowość II zapisujemy nad symbolem tlenu, a za symbolem glinu wstawiamy 2.

**Krok 3**

Sprawdzamy, czy można uprościć indeksy stechiometryczne do najmniejszych możliwych.

We wzorze nie można uprościć indeksów stechiometrycznych, a zatem jest to wzór ostateczny.



Odpowiedź: Wzór sumaryczny tlenku glinu to Al_2O_3 .

Tlenki metali są związkami jonowymi – nie rysuje się ich wzorów strukturalnych. **Tlenki niemetalów są związkami kowalencyjnymi**, a zatem można utworzyć ich wzory strukturalne.

Przykład 2**Tworzenie wzoru strukturalnego tlenku azotu(IV)****Krok 1**

Ustalamy wzór sumaryczny tlenku azotu(IV).

Tlen ma zawsze wartościowość II. Wartościowość azotu podano w nazwie związku – IV.

$$\begin{array}{c} \text{IV} \quad \text{II} \\ \text{NO}_2 \end{array}$$
Krok 2

Wartościowość informuje, jaką liczbę wiązań utworzy atom danego pierwiastka w związku chemicznym.

Azot ma wartościowość IV, a zatem jego atom utworzy cztery wiązania; tlen ma zawsze wartościowość II, więc jego atom utworzy dwa wiązania.

Krok 3

Sprawdzamy liczbę atomów poszczególnych pierwiastków tworzących tlenek azotu(IV).

Tlenek azotu(IV) jest zbudowany z jednego atomu azotu i dwóch atomów tlenu.

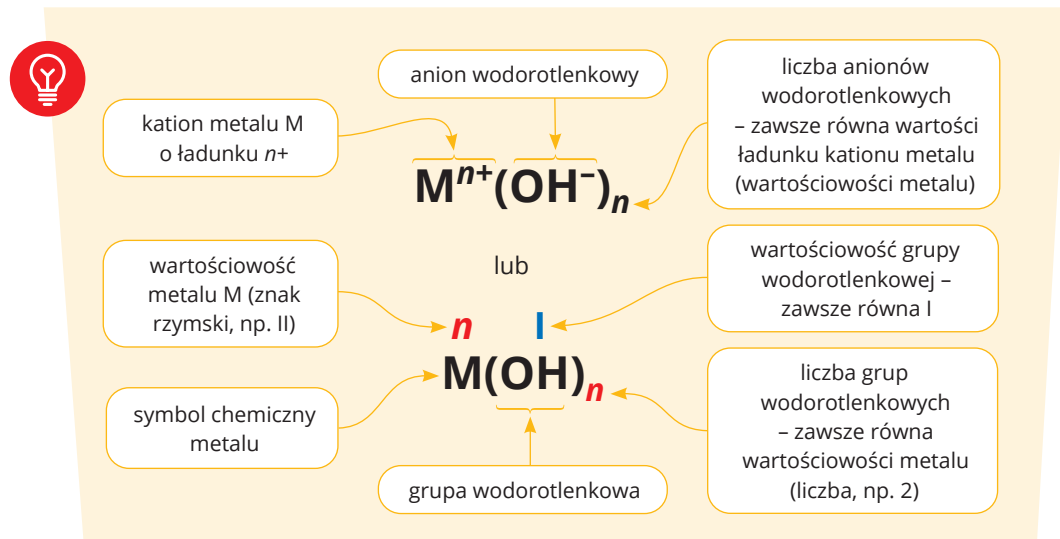
Krok 4

Uwzględniamy liczbę atomów, które mamy do dyspozycji, i liczbę wiązań, które każdy z nich może utworzyć, i rysujemy wzór strukturalny.



Wzory i nazwy wodorotlenków

Wodorotlenki to związki chemiczne zbudowane z kationów metalu i anionów wodorotlenkowych. Są związkami jonowymi, dlatego nie rysuje się ich wzorów strukturalnych.



Nazwy wodorotlenków są dwuwyrazowe. Tworzy się je przez dodanie do słowa „wodorotlenek” nazwy metalu w dopełniaczu, np. wodorotlenek magnezu. Jeżeli metal ma kilka wartościowości, to informację o jego wartościowości w danym wodorotlenku podaje się w nawiasie, tuż za nazwą tego pierwiastka, np. wodorotlenek miedzi(II).

Przykład 3

Ustalanie wzoru wodorotlenku baru

Krok 1	Zapisujemy wzór ogólny wodorotlenków.	$M^{n+}(OH^{-})_n$	
Krok 2	Sprawdzamy symbol i wartościowość baru.	Zamiast M wpisujemy symbol baru, czyli Ba. Wartościowość II zapisujemy nad symbolem baru, a za grupą wodorotlenkową – liczbę 2.	$II \quad I$ $Ba(OH)_2$
Krok 3	Podajemy wzór sumaryczny wodorotlenku baru.	Liczba 2 dotyczy grupy OH, więc we wzorze pozostawiamy nawias.	$Ba(OH)_2$

Odpowiedź: Wzór wodorotlenku baru to $Ba(OH)_2$.

Przykład 4

Ustalanie nazwy związku o wzorze $\text{Fe}(\text{OH})_3$

Krok 1	Zapisujemy wzór wodorotlenku.	$\text{Fe}(\text{OH})_3$
Krok 2	Ustalamy wartościowość żelaza.	We wzorze są trzy grupy OH, zatem wartościowość żelaza to III. Żelazo może mieć różne wartościowości (np. II albo III), dlatego w nazwie należy podać odpowiednią wartościowość.
Krok 3	Podajemy nazwę wodorotlenku.	wodorotlenek żelaza(III)

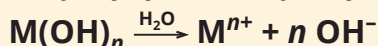
Odpowiedź: Nazwa związku o wzorze $\text{Fe}(\text{OH})_3$ to wodorotlenek żelaza(III).

Dysocjacja elektrolityczna wodorotlenków

Dysocjacja elektrolityczna (jonowa) to rozpad związku chemicznego na jony pod wpływem wody. Ulegają jej m.in. wodorotlenki rozpuszczalne w wodzie.



Ogólne równanie dysocjacji elektrolitycznej wodorotlenków

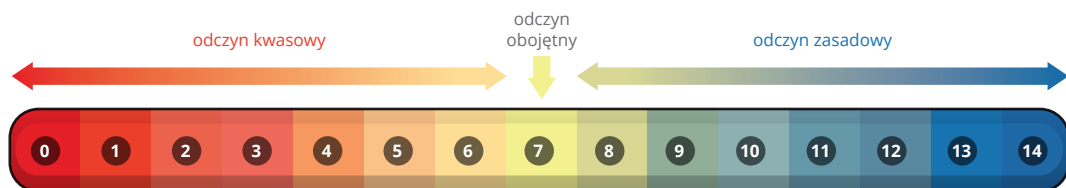


Wodorotlenki pod wpływem wody dysocjują na kationy metali i aniony wodorotlenkowe.

Równanie dysocjacji	Sposób odczytu
$\text{NaOH} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{Na}^+ + \text{OH}^-$	Wodorotlenek sodu pod wpływem wody dysocjuje na kationy sodu i aniony wodorotlenkowe. Liczba kationów sodu jest równa liczbie anionów wodorotlenkowych.
$\text{RbOH} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{Rb}^+ + \text{OH}^-$	Wodorotlenek rubidu pod wpływem wody dysocjuje na kationy rubidu i aniony wodorotlenkowe. Liczba kationów rubidu jest równa liczbie anionów wodorotlenkowych.
$\text{Ca}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{Ca}^{2+} + 2 \text{OH}^-$	Wodorotlenek wapnia pod wpływem wody dysocjuje na kationy wapnia i aniony wodorotlenkowe. Liczba kationów wapnia jest dwa razy mniejsza od liczby anionów wodorotlenkowych.
$\text{Ba}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{Ba}^{2+} + 2 \text{OH}^-$	Wodorotlenek baru pod wpływem wody dysocjuje na kationy baru i aniony wodorotlenkowe. Liczba kationów baru jest dwa razy mniejsza od liczby anionów wodorotlenkowych.

Odczyn roztworu

Skala pH to miara odczynu roztworu. Przyjmuje wartości od 0 do 14. Roztwór o $\text{pH} < 7$ ma odczyn kwasowy, o $\text{pH} = 7$ odczyn obojętny, a o $\text{pH} > 7$ odczyn zasadowy.



Skala pH z barwami wskaźnika uniwersalnego

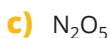
Do pomiaru pH roztworu służą **wskaźniki kwasowo-zasadowe**, zwane **indykatorami**. Są to mieszaniny substancji przyjmujące charakterystyczne barwy w roztworach o różnych wartościach pH. Jeśli nasączy się nimi paski bibuły, powstaną **papierki wskaźnikowe**.

Barwy wskaźników w roztworach o różnym odczynie

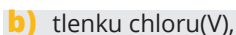
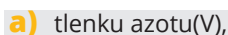
Wskaźnik	Odczyn		
	kwasowy	obojętny	zasadowy
uniwersalny papierek wskaźnikowy			
wywar z czerwonej kapusty			
oranż metylowy			
fenoloftaleina			

Sprawdź się!

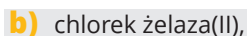
1. Na podstawie wzorów sumarycznych związków ustal wartościowość pierwiastków wchodzących w ich skład.



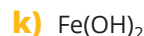
2. Przedstaw wzory strukturalne:



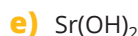
3. Ustal wzory sumaryczne związków o następujących nazwach:



4. Podaj nazwy systematyczne związków o podanych wzorach.



5. Przedstaw równania dysocjacji wodorotlenków o podanych wzorach.



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

1	Wskaźniki kwasowo-zasadowe służą do pomiaru pH roztworu.	P	F
2	Roztwór o $\text{pH} < 7$ ma odczyn zasadowy.	P	F
3	Fenoloftaleina w roztworze o odczynie zasadowym barwi się na malinowo.	P	F
4	Za pomocą roztworu oranżu metylowego można potwierdzić odczyn kwasowy roztworu.	P	F

PODSUMOWANIE DZIAŁU VIII

Warto powtórzyć

W pracowni chemicznej

- ▶ Bądźcie zawsze przygotowani do zajęć.
- ▶ Przestrzegajcie regulaminu (m.in. stosujcie niezbędne środki ochrony osobistej, nie spożywajcie w pracowni posiłków i napojów oraz nie żujcie gumi).
- ▶ Przeprowadzajcie doświadczenia chemiczne pod opieką nauczyciela.

Układ okresowy

Odczytuje się z niego informacje:

- ▶ **o pierwiastku**, czyli nazwę, symbol, liczbę atomową (Z), masę atomową, rodzaj (metal lub niemetal);
- ▶ **o atomie**, czyli liczby protonów i elektronów, liczbę powłok elektronowych, liczbę elektronów walencyjnych.

Chemia

To nauka zajmująca się **badaniem budowy, właściwości i przemian materii**. Jest ona podstawą wielu dyscyplin naukowych.

Przemiany materii

- ▶ **Zjawiska fizyczne** – w tych przemianach nie powstają nowe substancje.
- ▶ **Reakcje chemiczne** – w tych przemianach powstają nowe substancje o właściwościach odmiennych od substancji użytych jako substraty.

Tlenki

To związki tlenu z metalami lub niemetalami.

Przykłady:

tlenek sodu – Na_2O

tlenek magnezu – MgO

tlenek azotu(III) – N_2O_3

tlenek siarki(VI) – SO_3

Wodorotlenki

To związki zbudowane z kationów metalu i anionów wodorotlenkowych.

Przykłady:

wodorotlenek potasu – KOH

wodorotlenek magnezu – Mg(OH)_2

wodorotlenek miedzi(II) – Cu(OH)_2

wodorotlenek żelaza(III) – Fe(OH)_3

Odpowiedzi zapisz w zeszycie.

1. Wskaż zdania prawdziwe.

- A. Można smakować odczynniki chemiczne.
- B. Każde niebezpieczne zdarzenie, np. uszkodzenie sprzętu laboratoryjnego, należy niezwłocznie zgłosić nauczycielowi.
- C. Podczas ogrzewania zawartości probówki nie ma znaczenia, w którą stronę skieruje się jej wylot.
- D. Po przeprowadzeniu doświadczenia należy uporządkować stanowisko pracy, zakręcić gaz i wodę oraz umyć ręce.

2. Podaj zagrożenia, o których informują poniższe piktogramy.

a)



b)



c)



d)



3. Podaj nazwy naczyń i sprzętu laboratoryjnego przedstawionych na fotografiach.

a)



c)



e)



b)



d)



f)



4. Wymień nazwy środków ochrony osobistej, stosowanych w laboratorium chemicznym.

5. Zaprojektuj doświadczenie, dzięki któremu zbadasz rozpuszczalność piasku w wodzie.

6. Wskaż jedną informację spośród podanych w każdym nawiasie, tak aby powstały zdania prawdziwe.

I. (Sedymentacja / Dekantacja) polega na opadaniu na dno naczynia cząstek ciała stałego rozproszonego w cieczy pod wpływem siły ciężkości.

II. (Sedymentacja / Dekantacja) polega na zlanii cieczy znad osadu.

III. Mieszaninę wody i soli kuchennej można rozdzielić przez (sączenie / odparowanie).

IV. Destylacja to metoda rozdzielania mieszanin (jednorodnych / niejednorodnych), wykorzystująca znaczną różnicę wartości temperatury wrzenia składników.

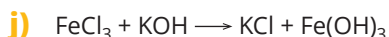
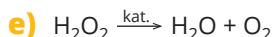
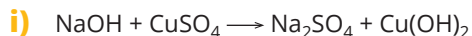
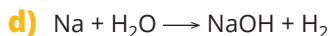
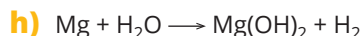
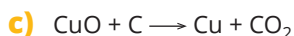
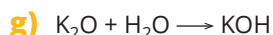
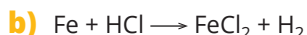
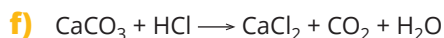
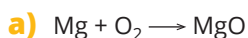
V. Krystalizacja zachodzi tylko w roztworze (nasyconym / nienasyconym).

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

1	Zmiana stanu skupienia ze stałego w ciekły to sublimacja.	P	F
2	Wszystkie pierwiastki z 1. grupy układu okresowego mają wartośćciowość I.	P	F
3	Wszystkie tlenki są związkami kowalencyjnymi.	P	F
4	Podczas reakcji endotermicznej wydzielą się ciepło.	P	F
5	Elektrolity to substancje, których wodne roztwory przewodzą prąd elektryczny.	P	F

8. Podaj treść praw: okresowości, stałości składu i zachowania masy.

9. Przepisz do zeszytu schematy reakcji chemicznych i je uzgodnij.



10. Oblicz, ile gramów sodu wzięło udział w reakcji z wodą, jeżeli powstało 1,6 g wodorotlenku sodu oraz wodór. Wynik podaj z dokładnością do drugiego miejsca po przecinku.

11. Podaj wzory sumaryczne i oblicz masę cząsteczkową związków o podanych nazwach.

a) tlenek baru

b) siarczek miedzi(II)

c) chlorek wapnia

DZIAŁ

IX

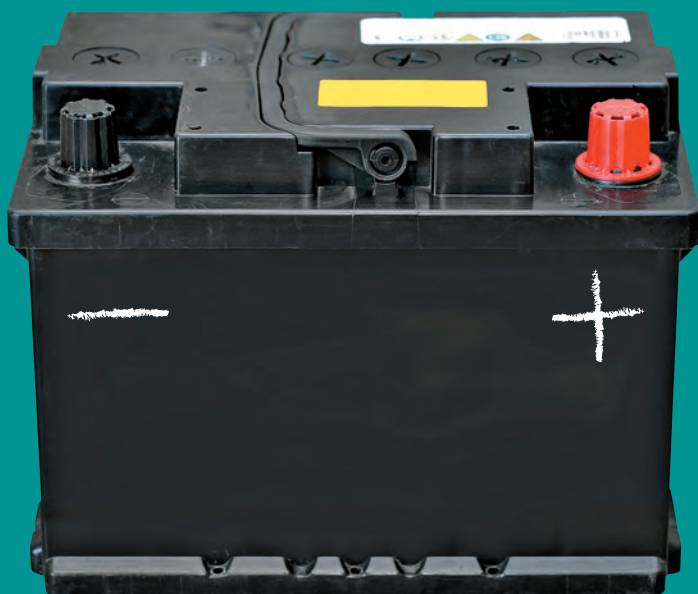
KWASY

Kwasy
beztlenowe

Kwasy
tlenowe

Dysocjacja
elektrolityczna
kwasów

O czym
to
będzie?



9.1 Wzory i nazewnictwo kwasów



Kwasy to związki chemiczne, z którymi codziennie masz do czynienia. Na przykład na etykiecie niektórych napojów gazowanych jest informacja, że w ich skład wchodzi regulator kwasowości – kwas fosforowy(V). Ten kwas jest również stosowany w produkcji środków piorących.

Na dzisiejszej lekcji poznasz wzory i nazwy niektórych kwasów.

Wzór ogólny kwasów

Kwasy to związki chemiczne, których cząsteczki są zbudowane z atomu lub atomów wodoru i atomu lub atomów tworzących resztę kwasową. Są związkami kowalencyjnymi.



symbol chemiczny wodoru

liczba atomów wodoru –
zawsze równa
wartościowości reszty
kwasowej

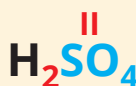


wartościowość reszty
kwasowej – zawsze równa
liczbie atomów wodoru

reszta kwasowa – zbudowana
z atomu niemetalu (innego niż
tlen i wodór) albo z atomu lub
atomów niemetalu (innego
niż tlen i wodór) i atomu lub
atomów tlenu



Przykłady:



Powyższe wzory kwasów czyta się następująco: „ha ce el”, „ha dwa es o cztery”.

A to ciekawe!

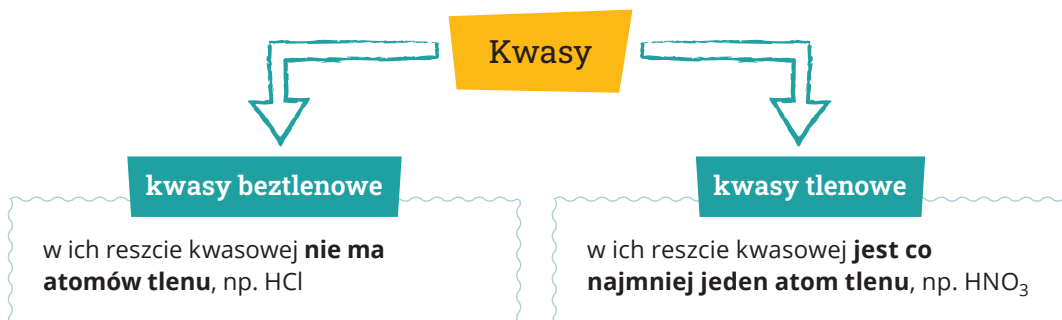
W życiu codziennym najczęściej masz do czynienia z tzw. **kwasami organicznymi** (ich budowę i właściwości poznasz w dziale XII), które są obecne m.in. w owocach, jak kwas cytrynowy w cytrynach i kwas askorbinowy w czarnej porzeczce.



Źródłem kwasu askorbinowego są również cytrusy.

Podział kwasów

Kwasy można podzielić ze względu na budowę reszty kwasowej, czyli obecność w niej atomów tlenu.



Nazwy i wzory kwasów

- ▶ **Nazwy kwasów beztlenowych** są dwuwyrazowe. Tworzy się je przez dodanie do słowa „kwas” nazwy niemetalu z dodanym łącznikiem **-o-** i przyrostkiem **-wodorowy**, np. kwas chlor**o**wodorowy.
- ▶ **Nazwy kwasów tlenowych** są również dwuwyrazowe. Tworzy się je przez dodanie do słowa „kwas” przymiotnika pochodzącego od nazwy niemetalu (innego niż tlen), np. kwas (jaki?) węgl**owy**. Jeżeli niemetal ma kilka wartościowości, to informację o jego wartościowości w danym kwasie podaje się tuż za utworzonym przymiotnikiem, np. kwas siarkowy(VI).

Nazwy i wzory wybranych kwasów

Nazwa pierwiastka (innego niż tlen) z reszty kwasowej	Nazwa kwasu	Wzór sumaryczny	Model
chlor	kwas chlorowodorowy (tzw. kwas solny)	HCl	
siarka	kwas siarkowodorowy	H ₂ S	
azot	kwas azotowy(V)	HNO ₃	
siarka	kwas siarkowy(IV)	H ₂ SO ₃	
siarka	kwas siarkowy(VI)	H ₂ SO ₄	
węgiel	kwas węglowy	H ₂ CO ₃	
fosfor	kwas fosforowy(V) (kwas ortofosforowy(V))	H ₃ PO ₄	

Wyznaczanie wartościowości niemetalu na podstawie wzoru kwasu tlenowego

Przykład 1

Wyznaczanie wartościowości siarki w kwasie o wzorze H_2SO_4

Krok 1	Nad symbolami wodoru i tlenu zapisujemy ich wartościowości. Wartościowość siarki oznaczamy literą a .	Wodór ma zawsze wartościowość I, a tlen ma zawsze wartościowość II. $\begin{array}{c} \text{I} \quad \text{II} \\ \text{H}_2\text{SO}_4 \end{array}$
Krok 2	Dopisujemy indeksy stechiometryczne o wartości 1.	$\begin{array}{c} \text{I} \quad \text{II} \\ \text{H}_2\text{S}_1\text{O}_4 \end{array}$
Krok 3	Układamy równanie i obliczamy wartościowość siarki, czyli a .	Iloczyn wartościowości siarki i jej indeksu stechiometrycznego jest równy różnicy iloczynu wartościowości tlenu i jego indeksu oraz iloczynu wartościowości wodoru i jego indeksu. $a \cdot 1 = \text{II} \cdot 4 - \text{I} \cdot 2$ $a = \text{VI}$

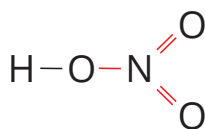
Odpowiedź: W kwasie o wzorze H_2SO_4 siarka ma wartościowość VI.

A to ciekawe!

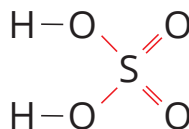
Kwasy są związkami kowalencyjnymi, a zatem można utworzyć ich **wzory strukturalne**.

- ▶ W cząsteczkach kwasów tlenowych atom lub atomy wodoru łączą się z odpowiednią liczbą atomów tlenu, które dalej tworzą wiązania z atomem lub atomami niemetalu (np. N, S). Następnie w zależności od wartościowości konkretnego niemetalu jego atom łączy się jeszcze z odpowiednią liczbą atomów tlenu.
- ▶ W cząsteczkach kwasów beztlenowych atom lub atomy wodoru łączą się bezpośrednio z atomem niemetalu będącym resztą kwasową.

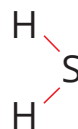
Wzory strukturalne
wybranych kwasów



kwas
azotowy(V)



kwas
siarkowy(VI)



kwas
siarkowodorowy

Zapamiętaj! To ważne!

Kwasy

To związki kowalencyjne zbudowane z atomu lub atomów wodoru i atomu lub atomów tworzących resztę kwasową.

Wzór ogólny kwasów



gdzie:

H – symbol atomu wodoru

n – liczba atomów wodoru

R – reszta kwasowa

Nazwy kwasów

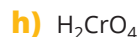
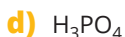
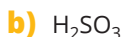
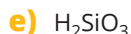
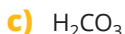
- ▶ **Nazwy kwasów beztlenowych** tworzy się przez dodanie do słowa „kwas” nazwy niemetalu z dodanym łącznikiem -o- i przyrostkiem -wodorowy.
- ▶ **Nazwy kwasów tlenowych** tworzy się przez dodanie do słowa „kwas” przymiotnika pochodzącego od nazwy niemetalu (innego niż tlen). Jeżeli niemetal ma kilka wartościowości, to informację o jego wartościowości w danym kwasie tlenowym podaje się tuż za utworzonym przymiotnikiem.

Sprawdź się!

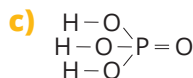
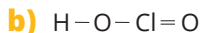
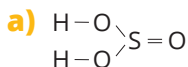
1. Podziel wymienione kwasy na tlenowe i beztlenowe.

kwas azotowy(V) • kwas chlorowodorowy • kwas siarkowy(VI)
• kwas węglowy • kwas siarkowodorowy • kwas fosforowy(V) • kwas siarkowy(IV)

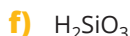
2. W kwasach o podanych wzorach oblicz wartościowość reszty kwasowej oraz niemetalu innego niż tlen, wchodzącego w skład reszty kwasowej.



3. Na podstawie wzorów strukturalnych kwasów ustal wartościowości pierwiastków wchodzących w ich skład.



4. Ustal nazwy kwasów o podanych wzorach.



9.2 Otrzymywanie kwasów tlenowych



Kwas węglowy otrzymuje się podczas rozpuszczania tlenku węgla(IV) w wodzie. W ten sposób powstaje woda gazowana. Można o niej powiedzieć, że jest wodnym roztworem kwasu węglowego. Kwas węglowy jest nietrwały i szybko rozkłada się na tlenek węgla(IV) i wodę. Wówczas można zaobserwować wydzielanie się bezbarwnych pęcherzyków w butelce lub szklance z wodą gazowaną.

Znasz już wzory i nazwy wybranych kwasów. Na dzisiejszej lekcji poznasz metodę otrzymywania kwasów tlenowych.

Otrzymywanie kwasów tlenowych

Kwasy tlenowe najczęściej otrzymuje się w reakcji odpowiednich tlenków niemetali, nazywanych również **tlenkami kwasowymi**, z wodą.



Równania reakcji otrzymywania wybranych kwasów tlenowych

Nazwa i wzór kwasu tlenowego	Nazwa i wzór tlenku niemetalu	Równanie reakcji otrzymywania kwasu tlenowego
kwas azotowy(V) HNO_3	tlenek azotu(V) N_2O_5	$\text{N}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2 \text{HNO}_3$
kwas siarkowy(IV) H_2SO_3	tlenek siarki(IV) SO_2	$\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}_2\text{SO}_3$
kwas siarkowy(VI) H_2SO_4	tlenek siarki(VI) SO_3	$\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$
kwas węglowy H_2CO_3	tlenek węgla(IV) CO_2	$\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$
kwas fosforowy(V) H_3PO_4	tlenek fosforu(V) P_4O_{10}	$\text{P}_4\text{O}_{10} + 6 \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4 \text{H}_3\text{PO}_4$

Otrzymywanie kwasu siarkowego(IV)

Sprawdźmy przebieg reakcji tlenku siarki(IV) z wodą.

Doświadczenie 1

Reakcja tlenku siarki(IV) z wodą



Problem badawczy:

Jaki związek chemiczny powstanie w reakcji tlenku siarki(IV) z wodą?

Sprzęt:

zlewka, pipeta, łyżka do spalań z korkiem, palnik, zapalarka, kolba stożkowa

Hipoteza:

W reakcji tlenku siarki(IV) z wodą powstanie kwas siarkowy(IV).

Odczynniki:

woda destylowana, roztwór oranżu metylowego, siarka, tlen

Wykonanie:

Do zlewki wlej ok. 50 cm³ wody i dodaj kilka kropli roztworu oranżu metylowego.

Łyżkę do spalań z siarką zbliż do płomienia. Gdy siarka zacznie się palić, wprowadź łyżkę do kolby z tlenem. Po 5 minutach wyjmij łyżkę z kolby, szybko wlej do niej wodę z oranżem, zatkaj korkiem i wstrząśnij.

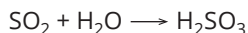
Uwaga: wszystkie czynności wykonuj pod wyciągiem.

Obserwacje:

Zawartość zlewki była pomarańczowa. Siarka spalała się jasnoniebieskim płomieniem. Podczas jej spalania powstawał biały dym. Ciecz po wlewu do kolby zmieniła barwę na czerwoną.

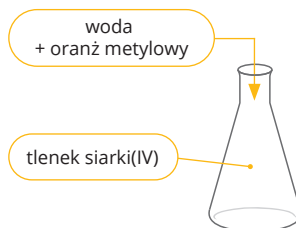
Wnioski:

Podczas reakcji siarki z tlenem powstaje tlenek siarki(IV) (biały dym), który reaguje z wodą, w wyniku czego powstaje kwas siarkowy(IV). Reakcje zachodzą zgodnie z równaniami:



Roztwór kwasu siarkowego(IV) ma odczyn kwasowy.

Weryfikacja hipotezy: Hipoteza została potwierdzona.



Otrzymywanie kwasu fosforowego(V)

Sprawdźmy przebieg reakcji tlenku fosforu(V) z wodą.

Doświadczenie 2

Reakcja tlenku fosforu(V) z wodą



Problem badawczy:

Jaki związek chemiczny powstanie w reakcji tlenku fosforu(V) z wodą?

Sprzęt:

cylinder do spalań, pipeta, łyżka do spalań, palnik, zapalarka, szkiełko zegarkowe

Hipoteza:

W reakcji tlenku fosforu(V) z wodą powstanie kwas fosforowy(V).

Odczynniki:

woda destylowana, roztwór oranżu metylowego, fosfor czerwony, tlen (obecny w powietrzu)

Wykonanie:

Do cylindra wlej wodę (do 1/5 wysokości naczynia) i dodaj kilka kropli roztworu oranżu metylowego. Łyżkę do spalań z fosforem zbliż do płomienia. Gdy fosfor zacznie się palić, wprowadź łyżkę do cylindra z wodą z oranżem metylowym i od razu przykryj cylinder szkiełkiem zegarkowym.

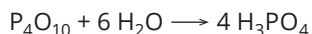
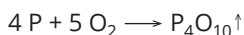
Uwaga: wszystkie czynności wykonuj pod wyciągiem.

Obserwacje:

Fosfor spalał się żółtym płomieniem. Podczas jego spalania powstawał dym. Ciecz zawarta w cylindrze zmieniła barwę z pomarańczowej na czerwoną.

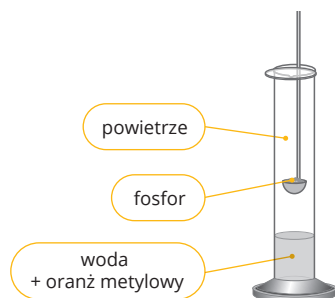
Wnioski:

Podczas reakcji fosforu z tlenem powstaje tlenek fosforu(V), który reaguje z wodą, w wyniku czego powstaje kwas fosforowy(V). Reakcje zachodzą zgodnie z równaniami:



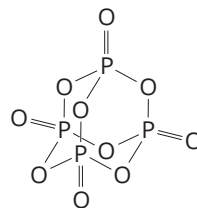
Roztwór kwasu fosforowego(V) ma odczyn kwasowy.

Weryfikacja hipotezy: Hipoteza została potwierdzona.



A to ciekawe!

Zapisany zgodnie z poznanymi zasadami wzór sumaryczny **tlenku fosforu(V)** to P_2O_5 . Jednak błędnie odzwierciedla on budowę cząsteczki tego tlenku. W przyrodzie tlenek fosforu(V) występuje tylko w postaci cząsteczek o wzorze **P_4O_{10}** , dlatego w równaniach reakcji będziemy używać właśnie tego zapisu.



Wzór strukturalny tlenku fosforu(V)

Zapamiętaj! To ważne!

Otrzymywanie większości kwasów tlenowych

tlenek niemetalu (tlenek kwasowy) + tlen $\rightarrow$ kwas tlenowy

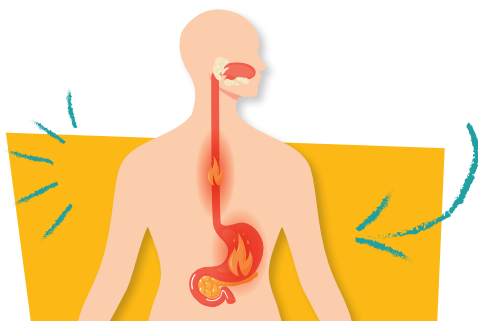


Roztwór oranżu metylowego pod wpływem roztworów kwasów tlenowych zmienia barwę z pomarańczowej na czerwoną.

Sprawdź się!

- Wskaż poprawne dokończenie zdania.
Kwas siarkowy(IV) można otrzymać w reakcji
 - tlenku siarki(VI) z wodą.
 - siarki z wodą.
 - tlenku siarki(IV) z wodą.
 - siarki z tlenem.
- Spośród podanych wzorów chemicznych: Na_2O , N_2O_5 , S_8 , MgO , SO_3 , P_4O_{10} , H_2SO_3 , Al_2O_3 , CO_2 wybierz wzory tlenków kwasowych. Przedstaw równania reakcji tych tlenków z wodą.
- Oblicz zawartość procentową (% masowy) siarki w kwasie siarkowym(IV) i kwasie siarkowym(VI). W którym z tych związków zawartość procentowa siarki jest większa?
- Podaj, jakie barwy przyjmują wywar z czerwonej kapusty i uniwersalny papierek wskaźnikowy w roztworach o odczynie kwasowym.

9.3 Otrzymywanie kwasów beztlenowych



Jednym ze składników soku trawiennego wydzielającego się w żołądku człowieka po spożyciu pokarmu, tj. soku żołądkowego, jest kwas chlorowodorowy (kwas solny). Obecność tego kwasu zapewnia odpowiednie warunki enzymom trawiennym katalizującym trawienie białek. Nadmierne wydzielanie się soku żołądkowego (nadkwasota) może powodować uczucie pieczenia w przełyku (zgagę).
Na dzisiejszej lekcji poznasz metodę otrzymywania dwóch kwasów beztlenowych: chlorowodorowego i siarkowodorowego.

Otrzymywanie kwasów beztlenowych

Kwasy beztlenowe są wodnymi roztworami wodorków odpowiednich niemetalu. Już wiesz, że wodorki niemetalu otrzymuje się w reakcji syntezy wodoru z niemetalami. Te wodorki można również uzyskać w reakcji soli (poznasz je w dziale X), np. siarczków i chlorków, ze stężonymi kwasami, np. stężonym kwasem siarkowym(VI).



Kwasy beztlenowe otrzymuje się w wyniku rozpuszczania w wodzie niektórych wodorków niemetalu.

A to ciekawe!

Podczas erupcji z wulkanu wydobywa się tzw. **gaz wulkaniczny**. W jego skład wchodzi m.in. para wodna, wodór, tlenki węgla, tlenek siarki(IV), metan, amoniak, siarkowodór, chlorowodór i fluorowodór. Większość składników gazu wulkanicznego jest toksyczna, np. tlenek siarki(IV) i siarkowodór działają drażniąco na skórę i układ oddechowy.



Wydobywanie się gazów podczas erupcji wulkanu Calbuco [kalbuko] w Chile [czile]

Otrzymywanie kwasu chlorowodorowego

Otrzymywanie kwasu chlorowodorowego

Etap I	Reakcja syntezy wodoru z chlorem , w wyniku której powstaje gazowy produkt – chlorowodór: $\text{H}_{2(\text{g})} + \text{Cl}_{2(\text{g})} \longrightarrow 2 \text{HCl}_{(\text{g})}$.
Etap II	Rozpuszczanie w wodzie chlorowodoru , w wyniku czego powstaje roztwór – kwas chlorowodorowy: $\text{HCl}_{(\text{g})} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{HCl}_{(\text{aq})}$.

Aby jednoznacznie określić substancje, w powyższych równaniach reakcji w indeksach dolnych przy wzorach niektórych reagentów użyto zapisów:

- **(g)** – co oznacza substancję w gazowym stanie skupienia;
- **(aq)** – co oznacza substancję w wodnym roztworze.

Chlorowodór ($\text{HCl}_{(\text{g})}$) można również otrzymać w reakcji np. chlorku sodu ze stężonym kwasem siarkowym(VI), zgodnie z równaniem: $2 \text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow 2 \text{HCl}_{(\text{g})} + \text{Na}_2\text{SO}_4$. Chlorek sodu wykorzystywany w tej reakcji jest pozyskiwany z soli kamiennej, stąd inna nazwa kwasu chlorowodorowego to **kwas solny**.

Otrzymywanie kwasu siarkowodorowego

Czy zdarzyło ci się kiedyś rozbić zepsute jajko? Takie jajko wydziela charakterystyczny, nieprzyjemny zapach. Tak pachnie siarkowodór, który w naturze tworzy się m.in. podczas rozkładu białek mających w składzie siarkę.

Siarkowodór, tak jak chlorowodór, rozpuszcza się w wodzie. W tym wypadku powstaje kwas siarkowodorowy.

Siarkowodór w niewielkiej ilości znajduje się w niektórych wodach termalnych.



Otrzymywanie kwasu siarkowodorowego

Etap I	Reakcja syntezy wodoru z siarką , w wyniku której powstaje gazowy produkt – siarkowodór: $\text{H}_{2(\text{g})} + \text{S}_{(\text{s})} \longrightarrow \text{H}_2\text{S}_{(\text{g})}$.
Etap II	Rozpuszczanie w wodzie siarkowodoru , w wyniku czego powstaje roztwór – kwas siarkowodorowy: $\text{H}_2\text{S}_{(\text{g})} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{H}_2\text{S}_{(\text{aq})}$.

Zapis **(s)** oznacza substancję w stałym stanie skupienia.

Siarkowodór ($\text{H}_2\text{S}_{(\text{g})}$) można również otrzymać w reakcji np. siarczku potasu ze stężonym kwasem siarkowym(VI).

Doświadczenie 1

Otrzymywanie kwasu siarkowodorowego



Problem badawczy:

Co powstaje w wyniku rozpuszczania w wodzie siarkowodoru?

Sprzęt:

2 probówki, szpatułka laboratoryjna, pipeta, korek z rurką odprowadzającą, statyw z łapą

Hipoteza:

W wyniku rozpuszczania w wodzie siarkowodoru powstaje kwas siarkowodorowy.

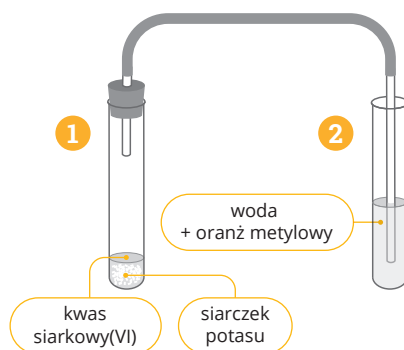
Odczynniki:

siarczek potasu, stężony kwas siarkowy(VI), woda destylowana, roztwór oranżu metylowego

Wykonanie:

Do probówki 1 wysyp szpatułkę siarczku potasu i dodaj kilka kropli stężonego kwasu siarkowego(VI). Szybko zatkać ją korkiem z rurką odprowadzającą. Drugi koniec rurki umieścić w probówce 2 z wodą z kilkoma kroplami roztworu oranżu metylowego.

Uwaga: siarkowodor jest silnie trującym gazem, dlatego wszystkie czynności wykonuj pod wyciągiem.

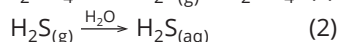
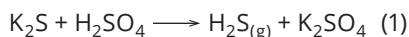


Obserwacje:

W probówce 1 intensywnie wydzielają się pęcherzyki bezbarwnego gazu. Zawartość probówki 2 zmieniła barwę z pomarańczowej na czerwoną.

Wnioski:

W probówce 1 wydzielił się siarkowodor, który rozpuścił się w wodzie w probówce 2 i utworzył kwas siarkowodorowy. W probówkach reakcje zachodzą zgodnie z równaniami:



Kwas siarkowodorowy ma odczyn kwasowy.

Weryfikacja hipotezy: Hipoteza została potwierdzona.



A to ciekawe!

Siarkowodor w powietrzu powyżej stężenia 300 mg/m^3 jest niewyczuwalny dla człowieka, ponieważ powoduje porażenie nerwu węchowego; jeszcze większe stężenie może spowodować uszkodzenia wzroku i mózgu lub śmierć. **Jeśli podejrzewasz, że w pomieszczeniu jest siarkowodor, natychmiast opuść to miejsce!**



Zapamiętaj! To ważne!

Otrzymywanie kwasów beztlenowych

Kwasy beztlenowe otrzymuje się w wyniku rozpuszczenia w wodzie niektórych wodorków niemetalu.

Kwas chlorowodorowy otrzymuje się w wyniku rozpuszczania w wodzie chlorowodoru: $\text{HCl}_{(\text{g})} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{HCl}_{(\text{aq})}$

Kwas siarkowodorowy otrzymuje się w wyniku rozpuszczania w wodzie siarkowodoru: $\text{H}_2\text{S}_{(\text{g})} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{H}_2\text{S}_{(\text{aq})}$

Roztwór oranżu metylowego pod wpływem kwasów beztlenowych zmienia barwę z pomarańczowej na czerwoną, tak jak w wypadku kwasów tlenowych.

Sprawdź się!

1. Wśród podanych wzorów wskaż ten, który jednoznacznie oznacza kwas chlorowodorowy.
A. $\text{HCl}_{(\text{g})}$ **B.** HCl **C.** $\text{HCl}_{(\text{aq})}$ **D.** HClO
2. Siarkowodor można otrzymać w reakcji siarczku żelaza(II) ze stężonym kwasem siarkowym(VI), zgodnie z równaniem reakcji: $\text{FeS} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{H}_2\text{S} + \text{FeSO}_4$.
Oblicz, ile gramów siarkowodoru otrzymano, jeżeli w reakcji wzięło udział 4,4 g siarczku żelaza(II). Wynik podaj z dokładnością do pierwszego miejsca po przecinku.
3. W reakcji 1,96 g kwasu siarkowego(VI) z chlorkiem sodu otrzymano chlorowodor, który całkowicie rozpuszczono w 150 g wody. Oblicz stężenie procentowe otrzymanego roztworu. Wynik podaj z dokładnością do drugiego miejsca po przecinku.
4. Na podstawie dostępnych źródeł informacji podaj nazwy dwóch aminokwasów, których rozkład może spowodować wydzielanie się siarkowodoru.
5. Kwasy można podzielić na mocne, np. kwas chlorowodorowy, i słabe, np. kwas siarkowodorowy. Mocny kwas wypiera słabszy kwas z jego związków chemicznych. Zaprojektuj doświadczenie, dzięki któremu wykażesz, że kwas chlorowodorowy jest mocniejszy od kwasu siarkowodorowego. Do dyspozycji masz następujące odczynniki: Na_2S , $\text{HCl}_{(\text{aq})}$.

9.4 Kwaśne opady. Właściwości i zastosowania kwasów

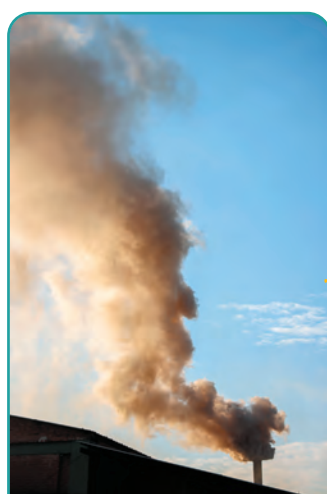


Na etykiecie butelki z kwasem chlorowodorowym są piktogramy informujące o tym, że jest to substancja drażniąca, uczulająca, żrąca i korodująca metale. Większość kwasów, a zwłaszcza ich stężonych roztworów, w kontakcie ze skórą może powodować oparzenia i trudno gojące się rany. Z tego powodu podczas przeprowadzania doświadczeń z użyciem kwasów należy zachować szczególną ostrożność.

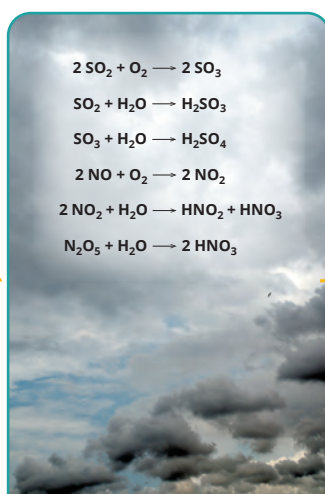
Na dzisiejszej lekcji poznasz właściwości i zastosowania wybranych kwasów w różnych dziedzinach gospodarki.

Kwaśne opady

Kwaśne opady to opady atmosferyczne (m.in. deszcz i śnieg) mające odczyn kwasowy. Powstają one w wyniku łączenia się w atmosferze niektórych tlenków kwasowych, emitowanych m.in. podczas spalania paliw kopalnych, z wodą. Kwaśne opady powodują zakwaszanie zbiorników wodnych i gleby, obumieranie roślinności, niszczenie budynków i konstrukcji stalowych. Są także zagrożeniem dla zdrowia ludzi.



Tlenki siarki i azotu są emitowane do atmosfery.



W atmosferze tlenki te łączą się z wodą i powstają kwasy.



Kwasy wraz z opadami atmosferycznymi spadają na ziemię.

▲ Schemat powstawania kwaśnych opadów

Właściwości i zastosowania kwasu chlorowodorowego

Właściwości kwasu chlorowodorowego ($\text{HCl}_{(\text{aq})}$)



fizyczne (25 °C, 1013 hPa)

- ▶ ciecz
- ▶ bez barwy
- ▶ elektrolit

chemiczne

- ▶ o ostrym i drażniącym zapachu
- ▶ żrący
- ▶ o odczynie kwasowym
- ▶ aktywny chemicznie



Jest stosowany w produkcji włókien i tworzyw sztucznych.

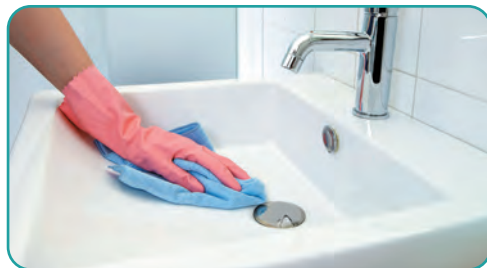


Jest stosowany w filtrach do uzdatniania i zmiękczenia wody.

Kwas chlorowodorowy



Jest stosowany do czyszczenia i obróbki stali oraz pozyskiwania metali z rud.



Jest stosowany w produkcji wybielaczy i środków używanych do czyszczenia urządzeń sanitarnych.

Właściwości i zastosowania kwasu siarkowodorowego

Właściwości kwasu siarkowodorowego ($\text{H}_2\text{S}_{(\text{aq})}$)



fizyczne (25 °C, 1013 hPa)

- ▶ ciecz
- ▶ bez barwy
- ▶ elektrolit

chemiczne

- ▶ o zapachu zgniłych jaj
- ▶ żrący i trujący
- ▶ o odczynie kwasowym
- ▶ aktywny chemicznie



Jest substratem w produkcji siarki i jej związków.



Jest stosowany do wykrywania kationów niektórych metali.

Kwas siarkowodorowy



Jest składnikiem wód leczniczych stosowanych w leczeniu m.in. chorób skórnych.



Jest substratem w produkcji związków chemicznych stosowanych w procesie wyrabiania papieru.

Właściwości i zastosowania kwasu azotowego(V)

Właściwości kwasu azotowego(V) (HNO_3)



fizyczne (25 °C, 1013 hPa)

- ▶ ciecz
- ▶ bez barwy
- ▶ elektrolit

chemiczne

- ▶ o ostrym i drażniącym zapachu
- ▶ żrący
- ▶ o odczynie kwasowym
- ▶ aktywny chemicznie

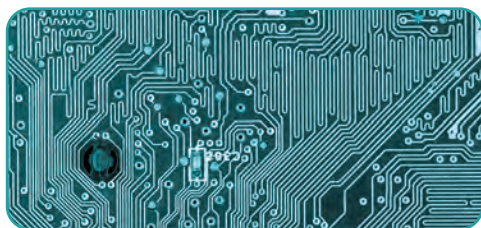


Jest substratem w produkcji nawozów mineralnych (sztucznych).

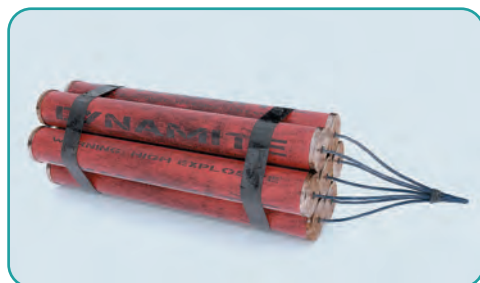


Jest substratem w produkcji leków dla osób z chorobami serca.

Kwas azotowy(V)



Jest stosowany do trawienia ścieżek na płytach drukowanych, wykorzystywanych do montażu elementów konstrukcyjnych urządzeń elektrycznych.



Jest stosowany w produkcji materiałów wybuchowych: trotylu i nitrogliceryny.

Właściwości i zastosowania kwasu siarkowego(IV)

Właściwości kwasu siarkowego(IV) (H_2SO_3)



fizyczne (25 °C, 1013 hPa)

- ▶ ciecz
- ▶ bez barwy
- ▶ elektrolit

chemiczne

- ▶ o ostrym i duszącym zapachu
- ▶ żrący
- ▶ o odczynie kwasowym
- ▶ aktywny chemicznie
- ▶ nietrwały (rozpadający się na tlenek siarki(IV) i wodę)



Jest stosowany w procesie bielenia papieru.

Jest substratem w produkcji kwasu siarkowego(VI).



Kwas siarkowy(IV)



Jest konserwantem hamującym ciemnienie i psucie się np. suszonych owoców.



Jest stosowany do odkażania szklarni i tuneli oraz beczek, kadzi fermentacyjnych i uli.

Właściwości i zastosowania kwasu siarkowego(VI)

Właściwości kwasu siarkowego(VI) (H_2SO_4)



fizyczne (25 °C, 1013 hPa)

- ▶ oleista ciecz
- ▶ bez barwy
- ▶ elektrolit

chemiczne

- ▶ o ostrym i drażniącym zapachu
- ▶ żrący
- ▶ higroskopijny
- ▶ o odczynie kwasowym
- ▶ aktywny chemicznie

Stężony kwas siarkowy(VI) jest silnie higroskopijny – pochłania wodę z substancji organicznych, np. z cukru spożywczego ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$), co powoduje ich zwęglenie.

Doświadczenie 1

Działanie stężonego kwasu siarkowego(VI) na cukier spożywczy



Problem badawczy:

Jaki wpływ na cukier spożywczy ma stężony kwas siarkowy(VI)?

Sprzęt:

zlewka, łyżeczka, pipeta

Hipoteza:

Stężony kwas siarkowy(VI) powoduje zwęglenie cukru spożywczego.

Odczynniki:

cukier spożywczy,
stężony kwas siarkowy(VI)

Wykonanie:

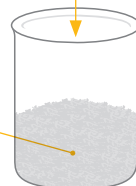
Zlewkę wypełnij cukrem do 1/2 wysokości. Ostrożnie polewaj cukier stężonym kwasem siarkowym(VI) (ok. 5 cm^3).

Obserwacje:

Zwilżony kwasem cukier początkowo zmienił zabarwienie na pomarańczowe, a potem na czarne. Czarna substancja stała zwiększyła swoją objętość. Wydzielął się biały dym.

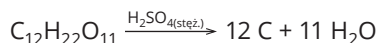
stężony
kwas siarkowy(VI)

cukier
spożywczy



Wnioski:

Kwas siarkowy(VI) pochłania wodę z cukru, w wyniku czego powstają węgiel (czarna substancja stała) i woda (para wodna ulegająca kondensacji). Reakcja zachodzi zgodnie z równaniem:



Weryfikacja hipotezy:

Hipoteza została potwierdzona.



Podczas rozcieńczania stężonych kwasów wydzielą się duża ilość ciepła. Należy pamiętać, aby **wlewać zawsze kwas do wody**; nigdy na odwrót.

Stężony kwas siarkowy(VI) ma gęstość większą od gęstości wody – podczas wlewania go do wody opada na dno; zawartość naczynia równomiernie się ogrzewa. Natomiast gdyby wlewano wodę do stężonego kwasu siarkowego(VI), zawartość naczynia zaczęłaby wrzeć, co spowodowałoby rozpryskiwanie się kwasu.

Pamiętaj, chemiku młody, wlewaj zawsze kwas do wody!



stężony kwas



woda



Doświadczenie 2

Rozcieńczanie stężonego kwasu siarkowego(VI)



Problem badawczy:

Jakim procesem jest rozcieńczanie stężonego kwasu siarkowego(VI) – endotermicznym czy egzotermicznym?

Sprzęt:

probówka, statyw, pipeta, termometr

Hipoteza:

Rozcieńczanie stężonego kwasu siarkowego(VI) jest procesem egzotermicznym.

Odczynniki:

woda, stężony kwas siarkowy(VI)

Wykonanie:

Do probówki z wodą (ok. 1/2 wysokości naczynia) włoż termometr i zmierz wartość jej temperatury. Następnie ostrożnie kroplami dodawaj ok. 3 cm³ kwasu i co jakiś czas odczytuj wartość temperatury mieszaniny.

Obserwacje:

Podczas dodawania stężonego kwasu siarkowego(VI) do wody temperatura mieszaniny wzrastała.

Wnioski:

Rozcieńczanie stężonego kwasu siarkowego(VI) jest procesem egzotermicznym.

Weryfikacja hipotezy:

Hipoteza została potwierdzona.

stężony kwas
siarkowy(VI)

woda



Jest elektrolitem w akumulatorach samochodowych.



Jest substratem w produkcji nawozów mineralnych.

Kwas
siarkowy(VI)



Jest stosowany w produkcji tworzyw sztucznych.



Jest stosowany w produkcji barwników.

Właściwości i zastosowania kwasu węglowego

Właściwości kwasu węglowego (H_2CO_3)



fizyczne (25 °C, 1013 hPa)

- ▶ ciecz
- ▶ bez barwy
- ▶ elektrolit



chemiczne

- ▶ bezwonny
- ▶ o odczynie kwasowym
- ▶ aktywny chemicznie
- ▶ nietrwały (rozpadający się na tlenek węgla(IV) i wodę)



Jest stosowany do wykrywania kationów niektórych niemetali.

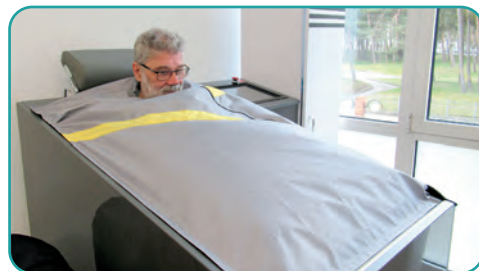


Jest stosowany w produkcji napojów gazowanych i wody gazowanej.

Kwas węglowy



Jest substratem w produkcji związków chemicznych stosowanych m.in. w budownictwie.



Jest składnikiem wód leczniczych (tzw. kwasowęglowych) stosowanych w leczeniu np. chorób układu krążenia.

Właściwości i zastosowania kwasu fosforowego(V)

Właściwości kwasu fosforowego(V) (H_3PO_4)



fizyczne (25 °C, 1013 hPa)

- ▶ ciało stałe
- ▶ bez barwy
- ▶ elektrolit

chemiczne

- ▶ bezwonny
- ▶ żrący
- ▶ higroskopijny
- ▶ roztwór o odczynie kwasowym
- ▶ aktywny chemicznie



Jest regulatorem kwasowości w napojach gazowanych.



Jest substratem w produkcji nawozów mineralnych.

Kwas fosforowy(V)



Jest składnikiem środków piorących.



Jest składnikiem środków usuwających kamień i rdzę.

Zapamiętaj! To ważne!

Kwaśne opady

To opady atmosferyczne o **odczynie kwasowym**. Zawierają kwasy powstałe w atmosferze w reakcji gazowych tlenków siarki i azotu z wodą.

Wybrane właściwości kwasów

- ▶ Są na ogół żrącymi cieczami.
- ▶ Są aktywne chemicznie.
- ▶ Ich wodne roztwory mają odczyn kwasowy.
- ▶ Są elektrolitami.

W trakcie przeprowadzania doświadczeń z użyciem stężonych kwasów należy zachować szczególną ostrożność. Pamiętaj, że **podczas rozcieńczania kwasu do naczynia należy najpierw wlać wodę, a potem kwas**.

Sprawdź się!

1. Wymień trzy sposoby ograniczania emisji tlenków siarki i azotu w powietrzu.
2. Oceń prawdziwość podanych zdań. Wybierz **P**, jeśli zdanie jest prawdziwe, albo **F** – jeśli jest fałszywe.

1	Kwas siarkowodorowy ma charakterystyczny zapach zgniłych jaj.	P	F
2	Kwas siarkowy(VI) jest nietrwały – rozkłada się na tlenek siarki(IV) i wodę.	P	F
3	Kwas fosforowy(V) jest higroskopijny.	P	F
4	Rozcieńczanie stężonego kwasu siarkowego(VI) jest procesem endotermicznym.	P	F

3. Wymień nazwy pięciu produktów stosowanych w domu, do których produkcji wykorzystano kwasy.



4. Na podstawie dostępnych źródeł informacji podaj nazwy i wzory substancji wchodzących w skład:

a) mieszaniny nitrującej,

b) wody królewskiej.

9.5 Dysocjacja elektrolityczna kwasów



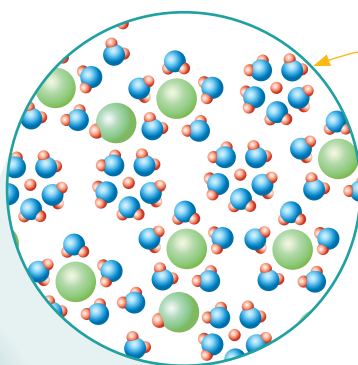
Akumulatory są źródłem prądu elektrycznego np. w smartfonach, hulajnogach elektrycznych i pojazdach silnikowych. Akumulator w samochodzie dostarcza energię elektryczną potrzebną m.in. do uruchomienia silnika. Jest on zbudowany z dwóch elektrod: z ołowiu i tlenku ołowiu(IV), a elektrolitem jest w nim kwas siarkowy(VI).

Podczas tej lekcji poznasz przebieg dysocjacji elektrolitycznej poznanych kwasów.

Przebieg dysocjacji elektrolitycznej kwasów

Z klasy 7 pamiętasz, że dysocjacja elektrolityczna (jonowa) to rozpad związku chemicznego na jony pod wpływem wody. Temu procesowi ulegają również kwasy. Podczas dysocjacji elektrolitycznej kwasów cząsteczki wody osłabiają wiązania między wodorem a resztą kwasową. Wówczas powstają kationy wodoru i aniony reszty kwasowej.

Schemat modelowy dysocjacji elektrolitycznej kwasu chlorowodorowego



Cząsteczki wody otaczają uwolnione jony. Biegunem ujemnym ustawiają się w kierunku kationu wodoru, a biegunem dodatnim – w kierunku anionu chlorkowego.

● kation wodoru

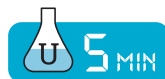
● anion chlorkowy

● cząsteczka wody

● cząsteczka kwasu chlorowodorowego

Kwasy dysocjują, a więc są **elektrolitami** – ich wodne roztwory przewodzą prąd elektryczny.

Doświadczenie 1



Badanie przewodnictwa elektrycznego kwasu chlorowodorowego i wody destylowanej

Problem badawczy:

Czy kwas chlorowodorowy i woda destylowana przewodzą prąd elektryczny?

Sprzęt:

2 szalki Petriego, tryskawka, detektor przewodnictwa elektrycznego

Hipoteza:

Kwas chlorowodorowy przewodzi prąd elektryczny, a woda destylowana nie przewodzi prądu elektrycznego.

Odczynniki:

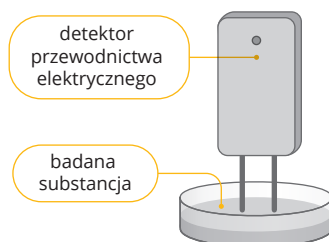
kwas chlorowodorowy, woda destylowana

Wykonanie:

Do szalek wlej: do pierwszej – kwas chlorowodorowy (1), a do drugiej – wodę destylowaną (2). Zanurz elektrody detektora w każdej z cieczy. Po każdym pomiarze przeemyj elektrody wodą destylowaną.

Obserwacje:

Po zanurzeniu elektrod w kwasie chlorowodorowym dioda detektora świeciła (1). Po zanurzeniu elektrod w wodzie destylowanej dioda detektora nie świeciła (2).



Wnioski:

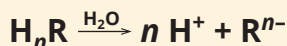
Kwas chlorowodorowy przewodzi prąd elektryczny. Woda destylowana nie przewodzi prądu elektrycznego.

Weryfikacja hipotezy: Hipoteza została potwierdzona.

Równanie dysocjacji elektrolitycznej kwasów



Ogólne równanie dysocjacji elektrolitycznej kwasów



Kwasy pod wpływem wody dysocjują na kationy wodoru i aniony reszt kwasowych.

Uwolnione kationy wodoru odpowiadają za odczyn kwasowy roztworów kwasów.

Kwasy, w zależności od tego, w jakim stopniu ich cząsteczki dysocjują na jony, można podzielić na:

- ▶ **kwasy mocne** – w ich roztworach cząsteczki dysocjują całkowicie lub prawie całkowicie (są tu obecne głównie jony), np. HCl, HNO₃, H₂SO₄;
- ▶ **kwasy słabe** – w ich roztworach cząsteczki dysocjują w mniejszym stopniu (są tu obecne zarówno jony, jak i cząsteczki niezdysocjowane), np. H₂S, H₂CO₃, H₂SO₃, H₃PO₄.

Proces dysocjacji kwasów zawierających więcej niż jeden atom wodoru jest kilkustopniowy, w zależności od liczby atomów wodoru w cząsteczce. W przypadku procesu dysocjacji kwasu siarkowego(VI) etap pierwszy zachodzi prawie całkowicie, a etap drugi – w mniejszym, ale również wysokim stopniu. Z tego powodu ten kwas jest zaliczany do kwasów mocnych, a proces jego dysocjacji można opisać równaniem przedstawiającym dysocjację całkowitą.

Dysocjacja kwasów mocnych	
równanie dysocjacji	sposób odczytu
$\text{HCl} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{H}^+ + \text{Cl}^-$	Cząsteczka kwasu chlorowodorowego pod wpływem wody dysocjuje na 1 kation wodoru i 1 anion chlorkowy.
$\text{H}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} 2 \text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$	Cząsteczka kwasu siarkowego(VI) pod wpływem wody dysocjuje na 2 kationy wodoru i 1 anion siarczanowy(VI).
Dysocjacja stopniowa kwasów słabych	
równanie dysocjacji	sposób odczytu
Etap I: $\text{H}_2\text{S} \xrightleftharpoons{\text{H}_2\text{O}} \text{H}^+ + \text{HS}^-$ Etap II: $\text{HS}^- \xrightleftharpoons{\text{H}_2\text{O}} \text{H}^+ + \text{S}^{2-}$	Cząsteczka kwasu siarkowodorowego pod wpływem wody dysocjuje na kation wodoru i anion wodorosiarczkowy. Anion wodorosiarczkowy pod wpływem wody dysocjuje na kation wodoru i anion siarczkowy.
Etap I: $\text{H}_2\text{CO}_3 \xrightleftharpoons{\text{H}_2\text{O}} \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$ Etap II: $\text{HCO}_3^- \xrightleftharpoons{\text{H}_2\text{O}} \text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-}$	Cząsteczka kwasu węglowego pod wpływem wody dysocjuje na kation wodoru i anion wodorowęglanowy. Anion wodorowęglanowy pod wpływem wody dysocjuje na kation wodoru i anion węglanowy.

Dysocjacja stopniowa kwasów słabych na pierwszym etapie zachodzi w największym stopniu, a na kolejnych etapach – w coraz mniejszym stopniu. W roztworach **kwasów słabych** znajdują się: kationy wodoru, aniony reszty kwasowej, częściowo zdysocjowane oraz niezdysocjowane cząsteczki kwasu. Z tego powodu w zapisie równania dysocjacji stopniowej stosuje się **dwie strzałki** z grotami skierowanymi w przeciwną stronę.

Odczyn roztworu

Obecność w roztworze kationów wodoru (H^+) i anionów wodorotlenkowych (OH^-) nadaje roztworowi właściwość zwaną odczynem.



Odczyn roztworu jest:

- ▶ **kwasowy**, jeżeli jest w nim więcej jonów H^+ niż OH^- ;
- ▶ **obojętny**, jeżeli jest w nim tyle samo jonów H^+ i OH^- ;
- ▶ **zasadowy**, jeżeli jest w nim mniej jonów H^+ niż OH^- .

Zapamiętaj! To ważne!

Dysocjacja elektrolityczna kwasów

Kwasy pod wpływem wody dysocjują na kationy wodoru i aniony reszty kwasowej.



Sprawdź się!

1. Wskaż wszystkie poprawne dokończenia zdania.
Prąd elektryczny może przewodzić
 - A. woda destylowana.
 - B. roztwór wodorotlenku potasu.
 - C. roztwór kwasu siarkowego(VI).
 - D. stały chlorek sodu.
2. Przedstaw równania dysocjacji kwasów azotowego(V) i siarkowego(VI). W procesie dysocjacji którego z tych kwasów powstanie więcej jonów dodatnich?
3. Przedstaw równania dysocjacji stopniowej kwasu siarkowego(IV).
4. Podaj wzory jonów obecnych w roztworze kwasu fosforowego(V).
5. Jeśli porówna się kwasy tlenowe mające takie same atomy niemetalu w reszcie kwasowej, okazuje się, że moc kwasu rośnie wraz ze wzrostem liczby atomów tlenu w cząsteczce kwasu. Rozstrzygnij i uzasadnij, który z poznanych kwasów siarkowych ma większą moc.

PODSUMOWANIE DZIAŁU IX

Kwasy

Kwasy

To związki chemiczne zbudowane z atomu lub atomów wodoru i atomu lub atomów tworzących resztę kwasową.

Wzór ogólny kwasów



gdzie:

H – symbol chemiczny wodoru

n – liczba atomów wodoru

R – reszta kwasowa

Kwasy

kwasy tlenowe

w ich reszcie kwasowej **jest co najmniej jeden atom tlenu**, np.

HNO_3 – kwas azotowy(V)

H_2SO_3 – kwas siarkowy(IV)

H_2SO_4 – kwas siarkowy(VI)

H_2CO_3 – kwas węglowy

H_3PO_4 – kwas fosforowy(V)

kwasy beztlenowe

w ich reszcie kwasowej **nie ma atomów tlenu**, np.

HCl – kwas chlorowodorowy

H_2S – kwas siarkowodorowy

Otrzymywanie kwasów

tlenowych

tlenek niemetalu + woda $\longrightarrow$ kwas tlenowy

np. $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$

beztlenowych

rozpuszczanie w wodzie niektórych wodorków niemetalu

np. $\text{HCl}_{(\text{g})} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{HCl}_{(\text{aq})}$

Kwaśne opady

To opady atmosferyczne mające odczyn kwasowy. Powstają w wyniku łączenia się w atmosferze niektórych tlenków kwasowych, emitowanych m.in. podczas spalania paliw kopalnych, z wodą.



Skutki kwaśnych opadów

- ▶ zakwaszanie gleb i zbiorników wodnych
- ▶ obumieranie roślinności
- ▶ niszczenie budynków i konstrukcji stalowych

Wybrane właściwości kwasów

To na ogół żrące ciecze. Są aktywne chemicznie. Ich wodne roztwory mają odczyn kwasowy. Są elektrolitami.

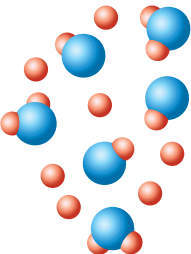
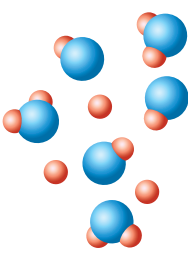
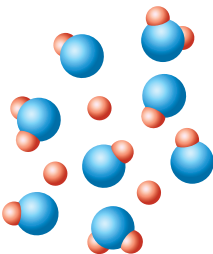
Dysocjacja elektrolityczna kwasów

Kwasy pod wpływem wody dysocjują (rozpadają się) na kationy wodoru i aniony reszty kwasowej.



Kwasy mocne, np. HCl i HNO₃, dysocjują jednoetapowo, a kwasy słabe, np. H₂S i H₂SO₃ – wieloetapowo i na kolejnych etapach odłączają się po jednym kationie wodoru (tzw. **dysocjacja stopniowa**).

Odczyn roztworu

Odczyn roztworu	kwasowy	obojętny	zasadowy
Liczba kationów wodoru ($n \text{H}^+$) względem liczby anionów wodorotlenkowych ($m \text{OH}^-$)	$n \text{H}^+ > m \text{OH}^-$	$n \text{H}^+ = m \text{OH}^-$	$n \text{H}^+ < m \text{OH}^-$
Schemat modelowy roztworu  kation wodoru  anion wodorotlenkowy  cząsteczka wody			



Odpowiedzi zapisz w zeszycie.

1. Wskaż poprawne dokończenie zdań.

I. Wzór kwasu siarkowego(VI) to

- A.** H_2S
- B.** H_2SO_3
- C.** H_2SO_4
- D.** $\text{H}_2\text{S}_{(\text{aq})}$

II. Reszta kwasowa kwasu siarkowego(VI) ma wartościowość

- A.** I
- B.** II
- C.** IV
- D.** VI

III. Kwas siarkowy(VI) jest

- A.** higroskopijny.
- B.** bezbarwnym gazem o zapachu zgniłych jaj.
- C.** białym ciałem stałym.
- D.** stosowany podczas produkcji napojów gazowanych.

2. Każdej wartościowości: I, III, IV, V, VI przypisz symbol niemetalu (innego niż tlen) wchodzącego w skład reszty kwasowej kwasów o podanych wzorach.

- | | | | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------------------|------------------------------------|
| a) H_2SO_4 | d) H_2CO_3 | g) HIO_3 | j) H_2SiO_3 |
| b) H_2SO_3 | e) H_3PO_3 | h) HNO_2 | k) HBrO |
| c) HNO_3 | f) HClO_3 | i) HClO_2 | l) HClO |

3. Przepisz do zeszytu schematy reakcji i je uzupełnij.

- | | |
|--|---|
| a) $\boxed{} + \boxed{} \longrightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$ | d) $\text{N}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \boxed{}$ |
| b) $\text{P}_4\text{O}_{10} + \boxed{} \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \boxed{}$ | e) $\boxed{} \text{KCl} + \boxed{} \longrightarrow \boxed{} + \text{K}_2\text{SO}_4$ |
| c) $\boxed{} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{H}_2\text{S}_{(\text{aq})}$ | f) $\text{K}_2\text{S} + \boxed{} \longrightarrow \boxed{} + \text{K}_2\text{SO}_4$ |

4. Przepisz do zeszytu schematy dysocjacji elektrolitycznej kwasów i je uzupełnij.

- | | |
|---|---|
| a) $\boxed{} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \boxed{} + \text{SO}_4^{2-}$ | d) $\boxed{} \xrightleftharpoons{\text{H}_2\text{O}} \boxed{} + \text{HS}^-$ |
| b) $\text{HNO}_3 \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{H}^+ + \boxed{}$ | e) $\text{HS}^- \xrightleftharpoons{\text{H}_2\text{O}} \boxed{} + \boxed{}$ |
| c) $\boxed{} \xrightleftharpoons{\text{H}_2\text{O}} \text{H}^+ + \text{H}_2\text{PO}_4^-$ | f) $\boxed{} \xrightleftharpoons{\text{H}_2\text{O}} \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$ |

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

1	Kwas chlorowodorowy jest kwasem tlenowym.	P	F
2	Fosfor w kwasie o empirycznym wzorze sumarycznym HPO_3 przyjmuje wartościowość V.	P	F
3	Kwas węglowy jest silnie trujący.	P	F
4	Fenoloftaleina w roztworze kwasu siarkowego(VI) przyjmuje malinowe zabarwienie.	P	F
5	Za pomocą uniwersalnego papierka wskaźnikowego nie można potwierdzić odczynu kwasowego.	P	F
6	Kwas siarkowodorowy powstaje w reakcji syntezy wodoru z siarką.	P	F
7	W roztworze kwasu siarkowego(VI) jest więcej jonów H^+ niż w roztworze kwasu azotowego(V).	P	F

6. Masa cząsteczkowa pewnego kwasu siarkowego to 114 u. Zawartość procentowa (% masowy) siarki w cząsteczce tego kwasu wynosi 56 %. Reszta kwasowa w tym kwasie ma wartościowość II.

Na podstawie obliczeń ustal wzór sumaryczny tego nietrwałego kwasu.

7. Tlenek azotu(IV) w reakcji z wodą tworzy kwasy o wzorach HNO_2 i HNO_3 .

a) Na podstawie obliczeń ustal wartościowość azotu w podanych wzorach kwasów.

b) Przedstaw równanie opisanej reakcji.

c) Oblicz, ile gramów tlenku azotu(IV) przereagowało z wodą, jeżeli powstało 18,9 g kwasu o wzorze HNO_3 . Wynik podaj z dokładnością do pierwszego miejsca po przecinku.

8. W trzech probówkach oznaczonych numerami 1, 2 i 3 znajdują się: roztwór wodorotlenku sodu, kwas chlorowodorowy i woda destylowana.

a) Rozstrzygnij i uzasadnij, czy za pomocą roztworu oranżu metylowego można rozróżnić zawartość probówek.

b) Zaproponuj naturalny wskaźnik kwasowo-zasadowy, za pomocą którego można rozróżnić zawartość probówek. Uzasadnij swój wybór.

9. Za pomocą uniwersalnych papierków wskaźnikowych zbadano odczyn trzech roztworów. Wygląd papierków po badaniu przedstawiono obok.

Podaj numer papierka, którym badano odczyn roztworu kwasu siarkowego(IV). Uzasadnij swoją odpowiedź.



DZIAŁ

X

SOLE

Sole

Reakcja
zobojętniania

Reakcje
strąceniowe

O czym
to
będzie?



10.1 Wzory i nazewnictwo soli

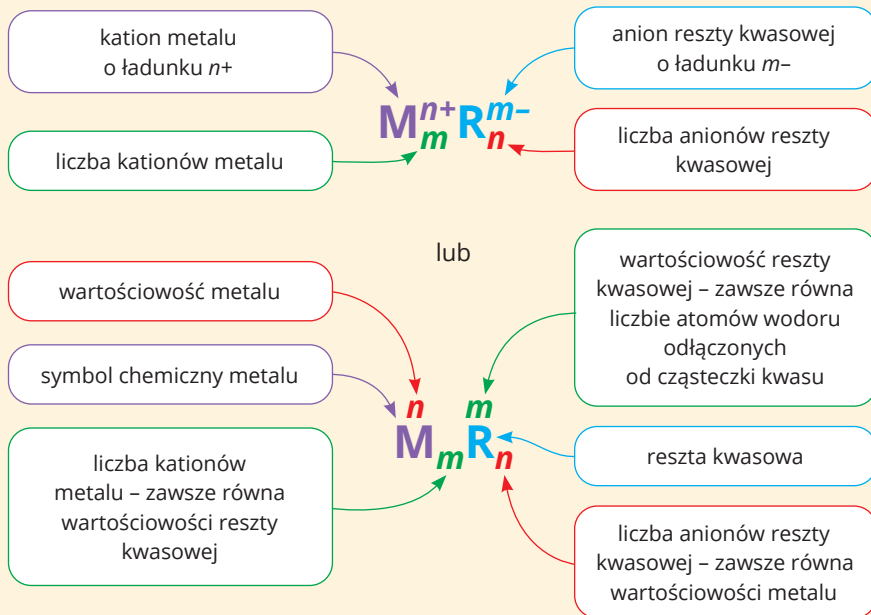


Słowo „sól” większości ludzi kojarzy się z najpopularniejszą przyprawą, czyli solą kuchenną. Z chemicznego punktu widzenia sól to związek zbudowany z jonów. Natomiast sól kuchenna jest mieszaniną soli, m.in. chlorku sodu (NaCl), chlorku magnezu (MgCl_2) i jodanu(V) potasu (KIO_3).

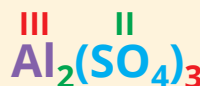
Na tej lekcji nauczysz się tworzyć wzory i nazwy soli.

Wzór ogólny soli

Sole to związki chemiczne zbudowane z kationów metalu i anionów reszty kwasowej. Są zatem związkami **o budowie jonowej**. Z tego powodu nie rysuje się ich wzorów strukturalnych.



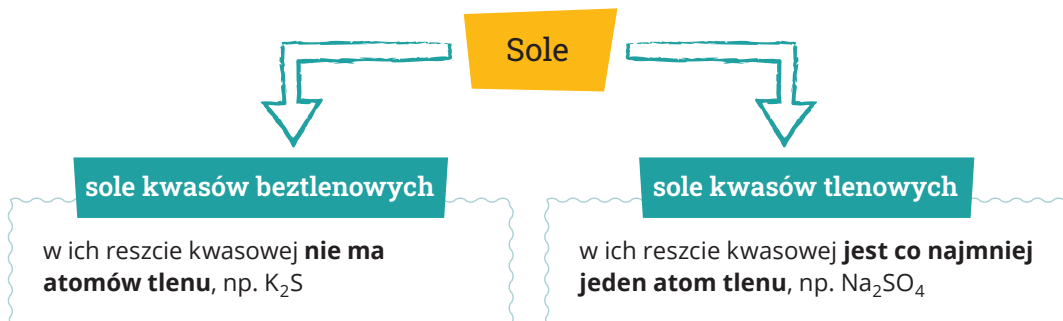
Przykłady:



Powyższe wzory soli czyta się następująco: „em gie ce el dwa”, „ce a ce o trzy”, „a el dwa es o cztery trzy razy wzięte”.

Podział soli

Sole można podzielić ze względu na budowę reszty kwasowej, czyli obecność w niej atomów tlenu.



Nazwy i wzory soli

Nazwy soli są dwuwyrazowe. Pierwszy wyraz pochodzi od nazwy reszty kwasowej i ma przyrostek **-ek** (dla soli kwasów beztlenowych) lub **-an** (dla soli kwasów tlenowych), a drugi wyraz to nazwa metalu w dopełniaczu, np. chlorek (czego?) magnezu, węglan (czego?) wapnia. Jeżeli metal ma kilka wartościowości, to informację o jego wartościowości w danej soli podaje się w nawiasie, tuż za nazwą tego pierwiastka, np. siarczek miedzi(II).

Tworzenie nazw wybranych soli

Nazwa i wzór kwasu	Nazwa i wzór jonu reszty kwasowej	Nazwa i symbol metalu	Wartośćowość metalu	Nazwa i wzór soli
kwas chlorowodorowy HCl	chlorkowy Cl^-	potas K	I	chlorek potasu KCl
kwas siarkowodorowy H_2S	siarczkowy S^{2-}	miedź Cu	I	siarczek miedzi(II) Cu_2S
kwas siarkowy(VI) H_2SO_4	siarczanowy(VI) SO_4^{2-}	wapń Ca	II	siarczan(VI) wapnia $CaSO_4$
kwas siarkowy(IV) H_2SO_3	siarczanowy(IV) SO_3^{2-}	magnez Mg	II	siarczan(IV) magnezu $MgSO_3$
kwas azotowy(V) HNO_3	azotanowy(V) NO_3^-	miedź Cu	II	azotan(V) miedzi(II) $Cu(NO_3)_2$
kwas węglowy H_2CO_3	węglanowy CO_3^{2-}	sód Na	I	węglan sodu Na_2CO_3
kwas fosforowy(V) H_3PO_4	fosforanowy(V) PO_4^{3-}	glin Al	III	fosforan(V) glinu $AlPO_4$

Ustalanie wzoru soli na podstawie jej nazwy

Przykład 1

Ustalanie wzoru chlorku wapnia

Krok 1	Zapisujemy wzór ogólny soli.	M_mR_n	
Krok 2	Zapisujemy symbol metalu i wzór reszty kwasowej.	Zamiast M wpisujemy symbol wapnia, czyli Ca, a zamiast R wpisujemy Cl.	Ca_mCl_n
Krok 3	Ustalamy wartościowość wapnia i reszty kwasowej.	Wapń znajduje się w 2. grupie, więc jego wartościowość to II. Reszta kwasowa pochodzi od kwasu chlorowodorowego (HCl), więc jej wartościowość to I.	Ca_mCl_n II I
Krok 4	Przenosimy na krzyż wartościowości w miejsca indeksów stechiometrycznych i zamieniamy je na cyfry arabskie.	Za symbolem wapnia zapisujemy liczbę 1, a za symbolem chloru – liczbę 2.	Ca_1Cl_2 II I
Krok 5	Sprawdzamy, czy można uprościć indeksy stechiometryczne do najmniejszych możliwych liczb.	We wzorze nie można uprościć indeksów stechiometrycznych.	Ca_1Cl_2
Krok 6	Podajemy wzór chlorku wapnia.	Usuwamy liczbę 1.	$CaCl_2$

Odpowiedź: Wzór chlorku wapnia to $CaCl_2$.

Przykład 2

Ustalanie wzoru siarczanu(VI) żelaza(II)

Krok 1	Zapisujemy wzór ogólny soli.	M_mR_n
--------	------------------------------	----------



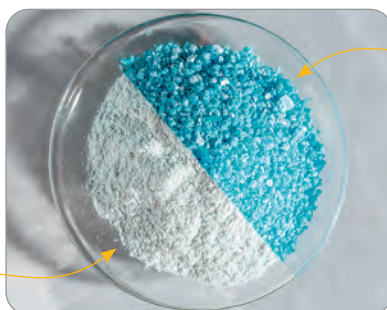
Krok 2	Zapisujemy symbol metalu i wzór reszty kwasowej.	Zamiast M wpisujemy symbol żelaza, czyli Fe, a zamiast R wpisujemy SO_4 .	$\text{Fe}_m(\text{SO}_4)_n$
Krok 3	Ustalamy wartościowość żelaza i reszty kwasowej.	Wartościowość żelaza podano w nazwie soli – II. Reszta kwasowa pochodzi od kwasu siarkowego(VI) (H_2SO_4), więc jej wartościowość to II.	$\overset{\text{II}}{\text{Fe}}_m(\overset{\text{II}}{\text{SO}}_4)_n$
Krok 4	Przenosimy na krzyż wartościowości w miejsca indeksów stechiometrycznych i zamieniamy je na cyfry arabskie.	Za symbolem żelaza zapisujemy liczbę 2, a za nawiasem – również liczbę 2.	$\overset{\text{II}}{\text{Fe}}_2(\overset{\text{II}}{\text{SO}}_4)_2$
Krok 5	Upraszczamy indeksy stechiometryczne do najmniejszych możliwych liczb.	W obu dopisanych indeksach stechiometrycznych jest liczba 2, więc wzór upraszamy.	$\text{Fe}_1(\text{SO}_4)_1$
Krok 6	Podajemy wzór siarczynu(VI) żelaza(II).	Usuwamy obie liczby 1 oraz nawias.	FeSO_4

Odpowiedź: Wzór siarczynu(VI) żelaza(II) to FeSO_4 .

A to ciekawe!

Niektóre związki chemiczne mają zdolność do wbudowywania w swoją sieć krystaliczną cząsteczek wody. Wówczas tworzą się **hydraty**.

Siarczan(VI) miedzi(II) w postaci bezwodnej ma barwę białą. Po wbudowaniu do swojej sieci krystalicznej cząsteczek wody przybiera barwę niebieską. Podczas tego procesu powstaje hydrat o nazwie **siarczan(VI) miedzi(II)–woda (1/5)**, a jego wzór to $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$.



bezwodny siarczan(VI)
miedzi(II)

uwodniony
siarczan(VI) miedzi(II)

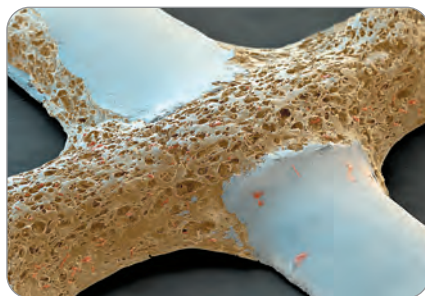
Ustalanie wzoru fosforanu(V) magnezu

Krok 1	Zapisujemy wzór ogólny soli.	M_mR_n	
Krok 2	Zapisujemy symbol metalu i wzór reszty kwasowej.	Zamiast M wpisujemy symbol magnezu, czyli Mg, a zamiast R wpisujemy PO_4 .	$Mg_m(PO_4)_n$
Krok 3	Ustalamy wartościowość magnezu i reszty kwasowej.	Magnez znajduje się w 2. grupie, więc jego wartościowość to II. Reszta kwasowa pochodzi od kwasu fosforowego(V) (H_3PO_4), więc jej wartościowość to III.	$Mg_m^{II}(PO_4)_n^{III}$
Krok 4	Przenosimy na krzyż wartościowości w miejsca indeksów stechiometrycznych i zamieniamy je na cyfry arabskie.	Za symbolem magnezu zapisujemy liczbę 3, a za nawiasem – liczbę 2.	$Mg_3^{II}(PO_4)_2^{III}$
Krok 5	Sprawdzamy, czy można uprościć indeksy stechiometryczne do najmniejszych możliwych liczb.	We wzorze nie można uprościć indeksów stechiometrycznych, a zatem to jest wzór ostateczny.	$Mg_3(PO_4)_2$

Odpowiedź: Wzór fosforanu(V) magnezu to $Mg_3(PO_4)_2$.

A to ciekawe!

Biodruk to technologia wykorzystująca komórki macierzyste do hodowania np. substytutów kości twarzoczaszki i szczęki. Za pomocą drukarki 3D drukuje się rusztowanie z cementu kostnego składającego się m.in. z fosforanu(V) magnezu. Następnie nakłada się na niego żel zawierający komórki macierzyste. Podczas hodowli komórki dzielą się i tworzą tkanki na powierzchni rusztowania.



Biodrukowanie zamiennika kości

Ustalanie nazwy soli na podstawie jej wzoru

Przykład 4

Ustalanie nazwy soli o wzorze CuSO_4

Krok 1	Zapisujemy wzór soli.	CuSO_4
Krok 2	Ustalamy wartościowość reszty kwasowej.	Reszta kwasowa pochodzi od kwasu siarkowego(VI) (H_2SO_4), więc jej wartościowość to II.
Krok 3	Ustalamy wartościowość miedzi.	Nad wzorem reszty kwasowej zapisujemy wartościowość II. Wartościowość miedzi oznaczamy literą a. $\begin{array}{c} a \quad \text{II} \\ \text{CuSO}_4 \end{array}$ Za symbolem miedzi i wzorem reszty kwasowej dopisujemy indeksy stechiometryczne o wartości 1. $\begin{array}{c} a \quad \text{II} \\ \text{Cu}_1(\text{SO}_4)_1 \end{array}$ Układamy równanie: iloczyn wartościowości miedzi jej indeksu stechiometrycznego jest równy iloczynowi wartościowości reszty kwasowej i liczby anionów reszty kwasowej. Następnie obliczamy wartościowość miedzi, czyli a. $a \cdot 1 = \text{II} \cdot 1$ $a = \text{II}$ Miedź może mieć różne wartościowości (np. I albo II), dlatego w nazwie należy podać jej wartościowość.
Krok 4	Podajemy nazwę soli.	Pierwszy wyraz pochodzi od nazwy reszty kwasowej kwasu siarkowego(VI). ↓ siarczan(VI) miedzi(II) ↑ Drugi wyraz jest nazwą metalu w dopełniaczu.

Odpowiedź: Nazwa soli o wzorze CuSO_4 to siarczan(VI) miedzi(II).

Przykład 5

Ustalanie nazwy soli o wzorze $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$

Krok 1	Zapisujemy wzór soli.	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$
Krok 2	Ustalamy wartościowość reszty kwasowej.	Reszta kwasowa pochodzi od kwasu azotowego(V) (HNO_3), więc jej wartościowość to I.
Krok 3	Ustalamy wartościowość ołowiu.	Nad wzorem reszty kwasowej zapisujemy wartościowość I. Wartościowość ołowiu oznaczamy literą a. Dopisujemy indeks stechiometryczny o wartości 1. $\begin{array}{c} a \quad \text{I} \\ \text{Pb}_1(\text{NO}_3)_2 \end{array}$ Układamy równanie i obliczamy wartościowość ołowiu, czyli a. $a \cdot 1 = 1 \cdot 2 \Rightarrow a = \text{II}$ Ołów może mieć różne wartościowości (np. II albo IV), dlatego w nazwie należy podać jego wartościowość.
Krok 4	Podajemy nazwę soli.	azotan(V) ołowiu(II)

Odpowiedź: Nazwa soli o wzorze $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ to azotan(V) ołowiu(II).

Przykład 6

Ustalanie nazwy soli o wzorze Al_2S_3

Krok 1	Zapisujemy wzór soli.	Al_2S_3
Krok 2	Ustalamy wartościowość reszty kwasowej.	Reszta kwasowa pochodzi od kwasu siarkowodorowego (H_2S), więc jej wartościowość to II.
Krok 3	Ustalamy wartościowość glinu.	Nad wzorem reszty kwasowej zapisujemy wartościowość II. Wartościowość glinu oznaczamy literą a. $\begin{array}{c} a \quad \text{II} \\ \text{Al}_2\text{S}_3 \end{array}$





Układamy równanie i obliczamy wartościowość glinu, czyli a .

$$a \cdot 2 = 11 \cdot 3 \Rightarrow a = III$$

Glin ma zawsze wartościowość III, dlatego w nazwie nie podaje się jego wartościowości.

Krok 4

Podajemy nazwę soli.

siarczek glinu

Odpowiedź: Nazwa soli o wzorze Al_2S_3 to siarczek glinu.

Zapamiętaj! To ważne!

Sole

To związki jonowe zbudowane z kationów metalu i anionów reszty kwasowej.



Nazwy soli

Nazwy soli tworzy się przez dodanie do wyrazu pochodzącego od nazwy reszty kwasowej z przyrostkiem **-ek** (dla soli kwasów beztlenowych) lub **-an** (dla soli kwasów tlenowych) nazwy metalu w dopełniaczu. Jeżeli metal ma kilka wartościowości, to informację o jego wartościowości w danej soli podaje się w nawiasie, tuż za nazwą tego pierwiastka.

Wzór ogólny soli



gdzie:

M – symbol chemiczny metalu

R – reszta kwasowa

m – liczba kationów metalu

n – liczba anionów reszty kwasowej

Sprawdź się!

1. Ustal wzory soli o podanych nazwach.

a) siarczek żelaza(II)

c) węglan magnezu

e) fosforan(V) sodu

b) chlorek miedzi(II)

d) azotan(V) wapnia

f) siarczan(VI) glinu

2. Ustal nazwy soli o podanych wzorach.

a) KCl

c) Na_2CO_3

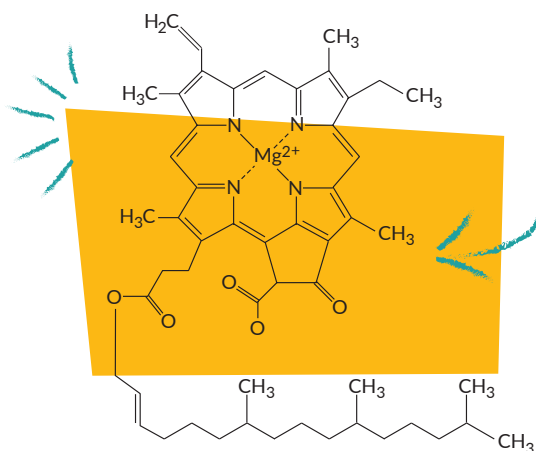
e) Ag_3PO_4

b) Cu_2S

d) $BaSO_4$

f) $Fe(NO_3)_3$

10.2 Dysocjacja elektrolityczna soli



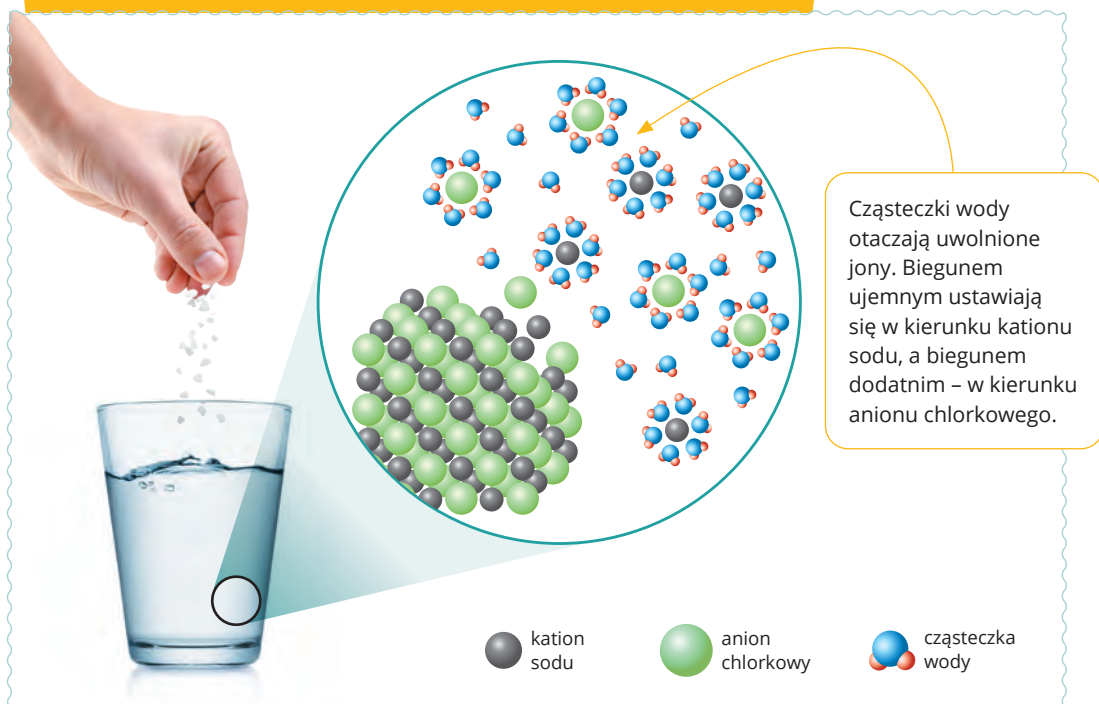
Pod wpływem chlorofilu (jego wzór przedstawiono na ilustracji obok) oraz światła w komórkach roślinnych z tlenku węgla(IV) i wody powstają substancje odżywcze, np. cukry. Obecny w chlorofilu magnez sprawia, że związek ten zyskuje zdolność do pochłaniania światła. Aby zapewnić roślinom dobre warunki rozwoju, warto im dostarczać jony magnezu, np. przez podlewanie nawozami zawierającymi siarczan(VI) magnezu.

Procesem umożliwiającym uwalnianie jonów Mg^{2+} z nawozów jest dysocjacja elektrolityczna (jonowa).

Przebieg dysocjacji elektrolitycznej soli

Sole rozpuszczalne w wodzie ulegają dysocjacji. Podczas tego procesu cząsteczki wody wnikają do sieci krystalicznej soli i osłabiają wiązania między kationami metalu a anionami reszty kwasowej.

Schemat modelowy dysocjacji elektrolitycznej chlorku sodu



Podobnie jak w wypadku wodorotlenków, informację o tym, czy sól rozpuszcza się w wodzie, można odczytać z tabeli rozpuszczalności soli i wodorotlenków w wodzie.

Tabela rozpuszczalności wybranych soli i wodorotlenków w wodzie (w 25 °C)

Kationy Aniony	Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Ba ²⁺	Fe ²⁺	Fe ³⁺	Cu ²⁺	Ag ⁺	Zn ²⁺	Al ³⁺	Pb ²⁺
OH ⁻	R	R	T	S	R	T	T	T	T	T	T	T
Cl ⁻	R	R	R	R	R	R	R	R	T	R	R	S
I ⁻	R	R	R	R	R	R	X	X	T	R	R	S
NO ₃ ⁻	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
CO ₃ ²⁻	R	R	T	T	T	T	X	T	T	T	X	T
S ²⁻	R	R	X	T	R	T	X	T	T	T	X	T
SO ₃ ²⁻	R	R	S	T	T	T	X	T	T	S	X	T
SO ₄ ²⁻	R	R	R	S	T	R	R	R	S	R	R	T
PO ₄ ³⁻	R	R	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T

Substancja:

- R – dobrze rozpuszczalna
- S – średnio rozpuszczalna
- T – trudno rozpuszczalna
- X – ulega rozkładowi w wodzie albo jest nietrwała albo nie została otrzymana

Barwy osadów
wybranych
fosforanów(V)



fosforan(V)
magnezu
Mg₃(PO₄)₂



fosforan(V)
miedzi(II)
Cu₃(PO₄)₂



fosforan(V)
srebra(I)
Ag₃PO₄



fosforan(V)
cynku
Zn₃(PO₄)₂

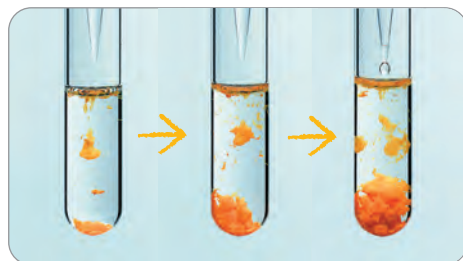


fosforan(V)
glinu
AlPO₄

A to ciekawe!

Reakcje strącania osadów soli są wykorzystywane w analizie jakościowej do wykrywania obecności niektórych jonów.

Jednym z odczynników używanych do wykrywania jonów Cd²⁺ jest kwas siarkowodorowy (H₂S). Jeżeli w mieszaninie są jony Cd²⁺, to w obecności jonów S²⁻ ulegają one strąceniu w postaci żółtego osadu siarczku kadmu (CdS).



Strącanie się osadu siarczku kadmu

Jeśli w roztworze soli umieści się elektrody połączone ze źródłem prądu stałego, to przez roztwór przepłynie prąd elektryczny. Kationy metalu będą przemieszczać się do elektrody ujemnej, a aniony reszty kwasowej – do elektrody dodatniej. Z klasy 7 pamiętasz, że substancja, której wodny roztwór przewodzi prąd elektryczny, jest nazywana **elektrolitem**.

Doświadczenie 1

Badanie przewodnictwa elektrycznego wybranych soli



Problem badawczy:

Czy chlorek sodu i siarczan(VI) miedzi(II) są elektrolitami?

Sprzęt:

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

Hipoteza:

Chlorek sodu i siarczan(VI) miedzi(II) są elektrolitami.

Odczynniki:

woda destylowana, chlorek sodu, siarczan(VI) miedzi(II)

Wykonanie:

Przygotuj wodne roztwory chlorku sodu i siarczanu(VI) miedzi(II): do dwóch zlewek nalej taką samą objętość wody, do jednej dodaj łyżkę chlorku sodu (1), a do drugiej – łyżkę siarczanu(VI) miedzi(II) (2). Mieszaj zawartości obu zlewek aż do rozpuszczenia substancji. Zbuduj obwód prądu elektrycznego. Za pomocą przewodów elektrycznych połącz elektrody z baterią i żarówką. Zanurz elektrody w każdym roztworze i zbadaj ich przewodnictwo elektryczne. Po każdym pomiarze przemij elektrody wodą destylowaną.

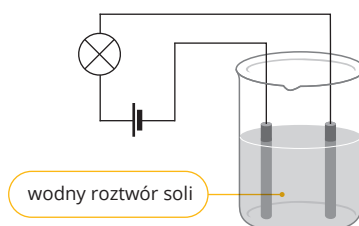
Obserwacje:

Po zanurzeniu elektrod w roztworze chlorku sodu (1) i roztworze siarczanu(VI) miedzi(II) (2) żarówka świeciła.

Wnioski:

Wodne roztwory chlorku sodu i siarczanu(VI) miedzi(II) przewodzą prąd elektryczny, co oznacza, że chlorek sodu i siarczan(VI) miedzi(II) są elektrolitami.

Weryfikacja hipotezy: Hipoteza została potwierdzona.



Równanie dysocjacji elektrolitycznej soli

Sole rozpuszczalne w wodzie są elektrolitami, ponieważ pod wpływem wody ulegają dysocjacji elektrolitycznej (jonowej).



Ogólne równanie dysocjacji elektrolitycznej soli



Sole pod wpływem wody dysocjują na kationy metalu i aniony reszty kwasowej.

Równanie dysocjacji	Sposób odczytu
$NaCl \xrightarrow{H_2O} Na^+ + Cl^-$	Chlorek sodu pod wpływem wody dysocjuje na kationy sodu i aniony chlorkowe. Liczba kationów sodu jest równa liczbie anionów chlorkowych.
$K_2S \xrightarrow{H_2O} 2 K^+ + S^{2-}$	Siarczek potasu pod wpływem wody dysocjuje na kationy potasu i aniony siarczkowe. Liczba kationów potasu jest dwa razy większa od liczby anionów siarczkowych.
$CuSO_4 \xrightarrow{H_2O} Cu^{2+} + SO_4^{2-}$	Siarczan(VI) miedzi(II) pod wpływem wody dysocjuje na kationy miedzi(II) i aniony siarczanowe(VI). Liczba kationów miedzi(II) jest równa liczbie anionów siarczanowych(VI).
$Mg(NO_3)_2 \xrightarrow{H_2O} Mg^{2+} + 2 NO_3^-$	Azotan(V) magnezu pod wpływem wody dysocjuje na kationy magnezu i aniony azotanowe(V). Liczba kationów magnezu jest dwa razy mniejsza od liczby anionów azotanowych(V).

A to ciekawe!

Elektroliza to szereg reakcji chemicznych zachodzących podczas przepływu prądu stałego np. przez stopione sole rozpuszczalne w wodzie lub ich wodne roztwory. Tą metodą można m.in. wydzielić metale z ich rud.

Aby otrzymać glin, elektrolizie poddaje się tlenek glinu (pozyskany w wyniku przeróbki boksytu – skały osadowej składającej się głównie z wodorotlenku glinu) rozpuszczony w stopionym kriolicie. W tym procesie kriolit pełni funkcję rozpuszczalnika oraz obniża temperaturę topnienia tlenku glinu z 2000 °C do temperatury ok. 950 °C.



Kriolit (Na_3AlF_6)

Zapamiętaj! To ważne!

Dysocjacja elektrolityczna soli

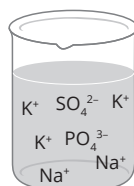
Sole rozpuszczalne w wodzie pod wpływem wody dysocjują na kationy metalu i aniony reszty kwasowej.



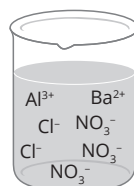
Sprawdź się!

1. Podaj nazwy i wzory soli, które znajdują się w podanych roztworach.

a)



b)



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

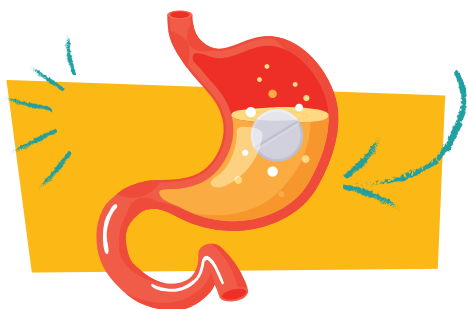
1	Wszystkie sole pod wpływem wody ulegają dysocjacji elektrolitycznej.	P	F
2	Węglan magnezu jest solą trudno rozpuszczalną w wodzie.	P	F
3	Elektrolit to wodny roztwór substancji, który przewodzi prąd elektryczny.	P	F
4	Chlorek potasu jest elektrolitem.	P	F
5	Podczas dysocjacji azotanu(V) wapnia powstaje dwa razy więcej kationów wapnia niż anionów azotanowych(V).	P	F

3. Spośród podanych nazw: chlorek wapnia, siarczan(VI) sodu, fosforan(V) magnezu, siarczki sodu, siarczan(VI) baru, węglan wapnia wybierz nazwy soli, które ulegają dysocjacji elektrolitycznej. Przedstaw równania dysocjacji tych soli. Skorzystaj z tabeli rozpuszczalności soli i wodorotlenków w wodzie, zamieszczonej na końcu podręcznika.

4. Na podstawie tabeli rozpuszczalności soli i wodorotlenków w wodzie oceń rozpuszczalność soli azotanowych(V) w wodzie. Następnie przedstaw równanie dysocjacji soli powstałej w wyniku reakcji kwasu azotowego(V) z wybranym przez siebie trójwartościowym metalem.

10.3

Reakcja zobojętniania



Na pewno pamiętasz, że nadmierne wydzielanie się soku żołądkowego może powodować zgagę, czyli uczucie pieczenia w przełyku i klatce piersiowej. Osoby cierpiące na nadkwasotę mogą stosować leki zobojętniające (neutralizujące) kwas solny w żołądku, w których skład często wchodzi wodorotlenki glinu i magnezu.

Na tej lekcji poznasz jedną z metod otrzymywania soli – reakcję kwasu z wodorotlenkiem.

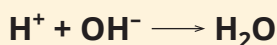
Reakcja zobojętniania

Wiesz, że kwasy pod wpływem wody dysocjują na kationy wodoru (H^+) i aniony reszty kwasowej, a wodorotlenki rozpuszczalne w wodzie – na kationy metalu i aniony wodorotlenkowe (OH^-). Od stosunku liczby jonów H^+ do liczby jonów OH^- zależy odczyn roztworu.

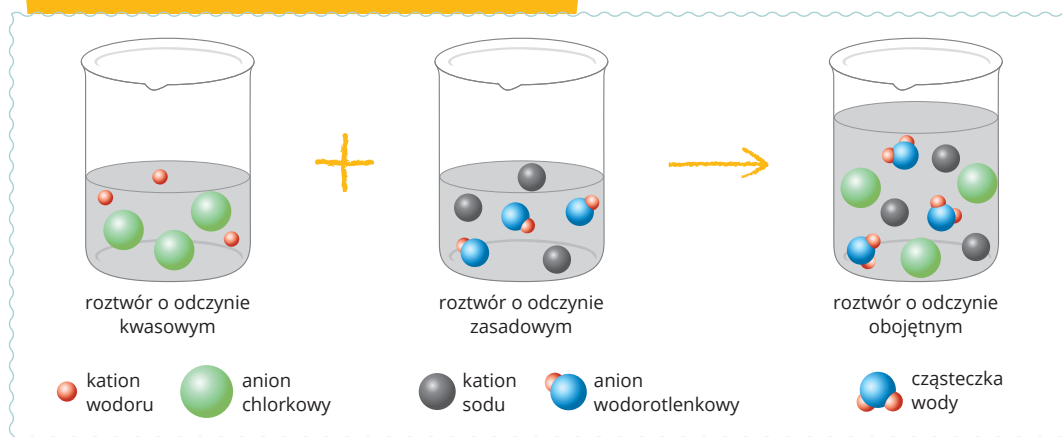
Podczas dodawania kwasu do roztworu wodorotlenku lub roztworu wodorotlenku do kwasu następuje **zobojętnianie**. Odczyn powstałego roztworu będzie obojętny, jeśli liczby jonów H^+ i OH^- będą takie same, ponieważ jony H^+ reagują z jonami OH^- , w wyniku czego powstają cząsteczki wody.



Reakcja zobojętniania to reakcja łączenia się jonów H^+ z jonami OH^- , w wyniku czego powstają cząsteczki wody.



Schemat modelowy reakcji zobojętniania



Podczas przeprowadzania doświadczeń przedstawiających reakcję zobojętniania stosuje się wskaźniki kwasowo-zasadowe. Zmiana ich zabarwienia pokazuje moment, w którym otrzymany roztwór zmienia odczyn z zasadowego lub kwasowego na obojętny.

Doświadczenie 1



Reakcja wodorotlenku sodu z kwasem solnym w obecności fenoloftaleiny

Problem badawczy:

Czy reakcja wodorotlenku sodu z kwasem solnym jest reakcją zobojętniania?

Sprzęt:

kolba stożkowa, cylinder miarowy, biureta, statyw z łapą

Hipoteza:

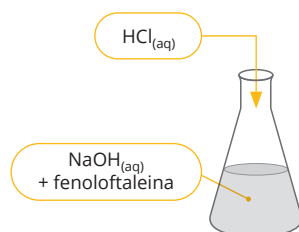
Reakcja wodorotlenku sodu z kwasem solnym jest reakcją zobojętniania.

Odczynniki:

roztwór wodorotlenku sodu, kwas solny, alkoholowy roztwór fenoloftaleiny

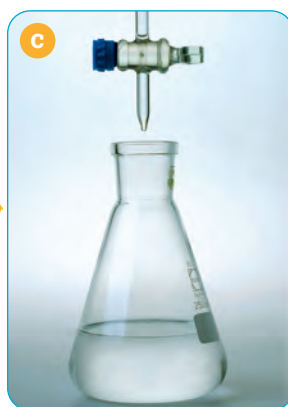
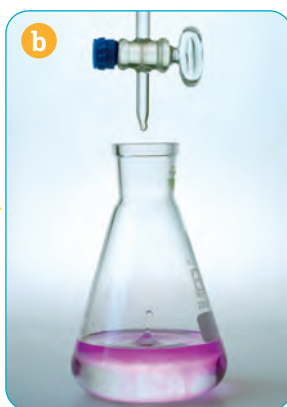
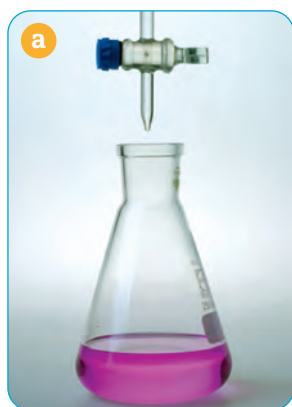
Wykonanie:

Do kolby z 50 cm³ roztworu wodorotlenku sodu dodaj kilka kropli roztworu fenoloftaleiny. Następnie, ciągle mieszając zawartość naczynia, dodawaj niewielkie porcje kwasu solnego – do momentu odbarwienia zawartości kolby.



Obserwacje:

Zawartość kolby miała malinową barwę (a). Podczas dodawania kwasu solnego malinowa barwa jaśniała (b), aż całkowicie zniknęła (c).



Wnioski:

Reakcja wodorotlenku sodu z kwasem solnym jest reakcją zobojętniania. Podczas jej przebiegu następuje zmiana odczynu roztworu z zasadowego na obojętny.

Weryfikacja hipotezy: Hipoteza została potwierdzona.

Zapis przebiegu reakcji zobojętniania

Reakcja zobojętniania jest jedną z metod otrzymywania soli.



Umiesz już zapisywać równanie reakcji w **formie cząsteczkowej**. Niektóre takie równania można zapisać również w **formach jonowej pełnej i jonowej skróconej**.



W równaniu reakcji zapisanym w formie jonowej pełnej substancje, które ulegają dysocjacji, zapisuje się w postaci wzorów jonów, a substancje, które nie ulegają dysocjacji – w postaci wzorów związków chemicznych.

W równaniu reakcji zapisanym w formie jonowej skróconej pomija się wzory jonów powtarzających się po lewej i prawej stronie równania.

Zapisywanie przebiegu reakcji otrzymywania chlorku sodu

Równanie reakcji w formie cząsteczkowej	$\text{HCl} + \text{NaOH} \longrightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$
Równanie reakcji w formie jonowej pełnej	$\text{H}^+ + \text{Cl}^- + \text{Na}^+ + \text{OH}^- \longrightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$
Równanie reakcji w formie jonowej skróconej	$\text{H}^+ + \text{OH}^- \longrightarrow \text{H}_2\text{O}$

Zapisywanie przebiegu reakcji otrzymywania siarczanu(VI) potasu

Równanie reakcji w formie cząsteczkowej	$\text{H}_2\text{SO}_4 + 2 \text{KOH} \longrightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O}$
Równanie reakcji w formie jonowej pełnej	$2 \text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + 2 \text{K}^+ + 2 \text{OH}^- \longrightarrow 2 \text{K}^+ + \text{SO}_4^{2-} + 2 \text{H}_2\text{O}$
Równanie reakcji w formie jonowej skróconej	$2 \text{H}^+ + 2 \text{OH}^- \longrightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$ $\text{H}^+ + \text{OH}^- \longrightarrow \text{H}_2\text{O}$

A to ciekawe!

Jad pszczoły ma odczyn kwasowy. Jeżeli użądli cię pszczoła, to najpierw ostrożnie usuń żądło. Następnie miejsce użądlenia szybko zobojętnij przez przemycie wodą z sodą oczyszczoną lub mydłem.

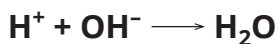
Skóra w miejscu użądlenia przez pszczołę jest zaczerwieniona i obrzęknięta.



Zapamiętaj! To ważne!

Reakcja zobojętniania

To reakcja łączenia się kationów H^+ z anionami OH^- , w wyniku czego powstają cząsteczki wody. Podczas jej przebiegu następuje zmiana odczynu roztworu z zasadowego lub kwasowego na obojętny.



Zobojętnianie zachodzi podczas reakcji kwasu z wodorotlenkiem rozpuszczalnym w wodzie. Powstają wówczas sól oraz woda.



Sprawdź się!

1. Podaj nazwę wskaźnika kwasowo-zasadowego, którego można użyć w doświadczeniu przedstawiającym reakcję zobojętniania kwasu solnego roztworem wodorotlenku sodu. Uzasadnij swój wybór.
2. Na podstawie tabeli rozpuszczalności soli i wodorotlenków w wodzie, zamieszczonej na końcu podręcznika, wybierz spośród podanych wzorów: KOH , $Fe(OH)_3$, $Ba(OH)_2$, $Mg(OH)_2$, $Al(OH)_3$, $LiOH$, $Zn(OH)_2$ wzory wodorotlenków, które rozpuszczają się w wodzie. Następnie przedstaw w formach cząsteczkowej, jonowej pełnej i jonowej skróconej równania reakcji tych wodorotlenków z kwasem solnym.
3. Przedstaw w formach cząsteczkowej, jonowej pełnej i jonowej skróconej równania reakcji zobojętniania, w których można otrzymać:
a) chlorek wapnia, b) azotan(V) potasu, c) siarczan(VI) sodu.
4. Zaprojektuj doświadczenie, którego celem będzie zobojętnienie kwasu solnego w obecności wskaźnika kwasowo-zasadowego.
a) Zaproponuj tytuł doświadczenia.
b) Dobierz odpowiedni sprzęt oraz odczynniki.
c) Opisz przebieg doświadczenia i przedstaw go w postaci schematu.
d) Jeżeli jest taka możliwość, przeprowadź doświadczenie, sformułuj obserwacje i wyciągnij wnioski.

10.4

Sposoby otrzymywania soli



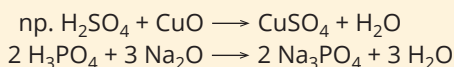
Sole występują naturalnie w przyrodzie w postaci minerałów pochodzenia morskiego lub oceanicznego. Ze względu na efektowną barwę i rzadkość występowania wiele z nich – np. szmaragd, topaz i turmalin (sole kwasu krzemowego) – wykorzystuje się w jubilerstwie. **Wiesz, że w laboratorium sól można uzyskać w reakcji zobojętniania. Na tej lekcji poznasz kolejne metody otrzymywania soli.**

Ogólne równania wybranych reakcji otrzymywania soli

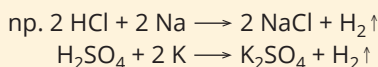


Tymi metodami otrzymuje się tylko **sole kwasów tlenowych**.

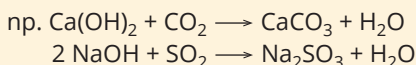
kwas + tlenek metalu → sól + woda



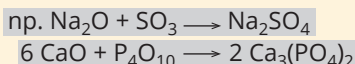
kwas + aktywny metal → sól + wodór



wodorotlenek + tlenek niemetalu → sól + woda

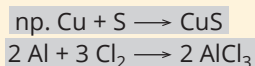


tlenek metalu + tlenek niemetalu → sól

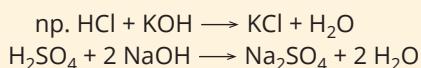


Tą metodą otrzymuje się tylko **sole kwasów beztlenowych**.

metal + niemetal → sól



kwas + wodorotlenek → sól + woda



Zapisywanie równań reakcji otrzymywania fosforanu(V) magnezu

Krok 1

Ustalamy, w których reakcjach można otrzymać fosforan(V) magnezu. Podajemy zapisy słowne równań tych reakcji.

- a kwas fosforowy(V) + tlenek magnezu $\rightarrow$
 $\rightarrow$ fosforan(V) magnezu + woda
- b kwas fosforowy(V) + magnez $\rightarrow$ fosforan(V) magnezu + wodór
- c wodorotlenek magnezu + tlenek fosforu(V) $\rightarrow$ fosforan(V) magnezu + woda
- d tlenek magnezu + tlenek fosforu(V) $\rightarrow$
 $\rightarrow$ fosforan(V) magnezu
- e kwas fosforowy(V) + wodorotlenek magnezu $\rightarrow$ fosforan(V) magnezu + woda

Krok 2

Nazwy substratów i produktów zamieniamy na wzory lub symbole i uzgadniamy równania reakcji.

- a

$$\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{MgO} \rightarrow \text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2 + \text{H}_2\text{O}$$

► Liczba atomów **fosforu** się nie zgadza. Przed wzorem H_3PO_4 wpisujemy **2**.

$$2 \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{MgO} \rightarrow \text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2 + \text{H}_2\text{O}$$

► Liczba kationów **magnezu** się nie zgadza. Przed wzorem MgO wpisujemy **3**.

$$2 \text{H}_3\text{PO}_4 + 3 \text{MgO} \rightarrow \text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2 + \text{H}_2\text{O}$$

► Liczba atomów **wodoru** się nie zgadza. Przed wzorem H_2O wpisujemy **3**.

$$2 \text{H}_3\text{PO}_4 + 3 \text{MgO} \rightarrow \text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2 + 3 \text{H}_2\text{O}$$
- b

$$\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{Mg} \rightarrow \text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2 + \text{H}_2$$

► Liczba atomów **fosforu** się nie zgadza. Przed wzorem H_3PO_4 wpisujemy **2**.

$$2 \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{Mg} \rightarrow \text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2 + \text{H}_2$$

► Liczba kationów **magnezu** się nie zgadza. Przed symbolem Mg wpisujemy **3**.

$$2 \text{H}_3\text{PO}_4 + 3 \text{Mg} \rightarrow \text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2 + \text{H}_2$$

► Liczba atomów **wodoru** się nie zgadza. Przed wzorem H_2 wpisujemy **3**.

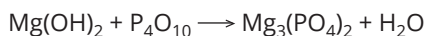
$$2 \text{H}_3\text{PO}_4 + 3 \text{Mg} \rightarrow \text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2 + 3 \text{H}_2$$



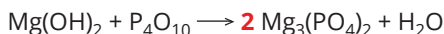
Krok 3

Zapisujemy
uzgodnione
równania reakcji.

c



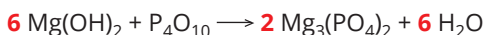
- Liczba atomów **fosforu** się nie zgadza.
Przed wzorem $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ wpisujemy **2**.



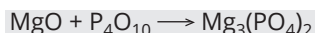
- Liczba kationów **magnezu** się nie zgadza.
Przed wzorem $\text{Mg}(\text{OH})_2$ wpisujemy **6**.



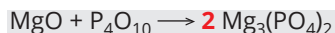
- Liczba atomów **wodoru** się nie zgadza.
Przed wzorem H_2O wpisujemy **6**.



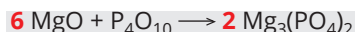
d



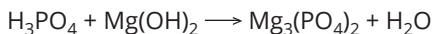
- Liczba atomów **fosforu** się nie zgadza.
Przed wzorem $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ wpisujemy **2**.



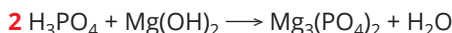
- Liczba kationów **magnezu** się nie zgadza. Przed
wzorem MgO wpisujemy **6**.



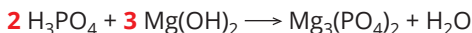
e



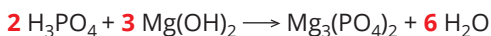
- Liczba atomów **fosforu** się nie zgadza.
Przed wzorem H_3PO_4 wpisujemy **2**.



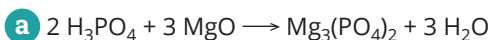
- Liczba kationów **magnezu** się nie zgadza.
Przed wzorem $\text{Mg}(\text{OH})_2$ wpisujemy **3**.



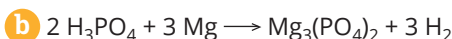
- Liczba atomów **wodoru** się nie zgadza.
Przed wzorem H_2O wpisujemy **6**.



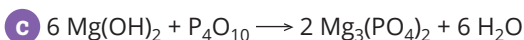
a



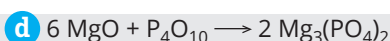
b



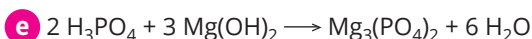
c



d



e



Doświadczenie 1

Reakcja kwasu solnego z sodem



Problem badawczy:

Jaki odczyn ma produkt reakcji kwasu solnego z sodem?

Sprzęt:

zlewka, cylinder miarowy, pipeta, krystalizator, pęseta, nóż, szalka Petriego, bibuła

Wykonanie:

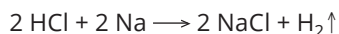
Do zlewki wlej 50 cm³ rozcieńczonego kwasu solnego i dodaj kilka kropli roztworu oranżu metylowego. Umieść ją w krystalizatorze wypełnionym lodem (reakcja będzie miała spokojniejszy przebieg). Następnie do zlewki dodaj kawałek sodu wielkości główki od szpilki.

Obserwacje:

W zlewce metal utrzymywał się na powierzchni cieczy; szybko odbijał się od ścianek zlewki i przybrał kształt kuli; po chwili zniknął. Przez cały czas intensywnie wydzielają się pęcherzyki bezbarwnego gazu; słychać było syczenie. Zawartość zlewki zmieniła barwę z czerwonej na pomarańczową.

Wnioski:

Sód gwałtownie reaguje z kwasem solnym. W zlewce powstaje chlorek sodu oraz wydziela się wodór. Reakcja zachodzi zgodnie z równaniem:



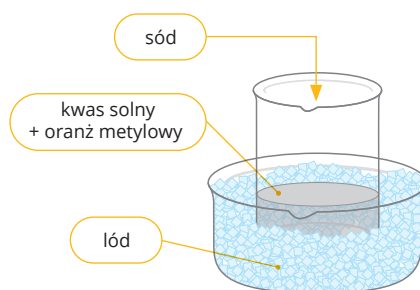
O zajściu reakcji między kwasem solnym a sodem świadczy zmiana barwy zawartości zlewki. W wyniku reakcji powstaje m.in. chlorek sodu, którego roztwór ma odczyn obojętny.

Hipoteza:

Produkt reakcji kwasu solnego z sodem ma odczyn obojętny.

Odczynniki:

rozcieńczony kwas solny, roztwór oranżu metylowego, pokruszony lód, sód



Weryfikacja hipotezy: Hipoteza została potwierdzona.

Zapamiętaj! To ważne!

Otrzymywanie soli kwasów tlenowych

- ▶ wodorotlenek + tlenek niemetalu $\rightarrow$ sól + woda
- ▶ tlenek metalu + tlenek niemetalu $\rightarrow$ sól

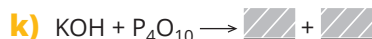
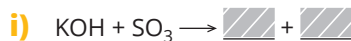
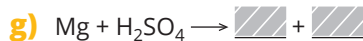
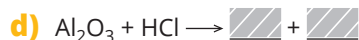
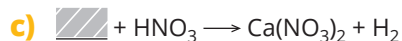
- ▶ kwas + tlenek metalu $\rightarrow$ sól + woda
- ▶ kwas + aktywny metal $\rightarrow$ sól + wodór
- ▶ kwas + wodorotlenek $\rightarrow$ sól + woda

- ▶ metal + niemetal $\rightarrow$ sól

Otrzymywanie soli kwasów beztlenowych

Sprawdź się!

1. Przepisz do zeszytu schematy reakcji i je uzupełnij.



2. Podaj po trzy równania reakcji otrzymywania soli o podanych nazwach.

a) siarczan(VI) żelaza(III)

b) chlorek wapnia

c) węglan magnezu

3. Wyjaśnij, dlaczego soli kwasów beztlenowych nie można otrzymać w reakcjach wodorotlenku z tlenkiem niemetalu oraz tlenku metalu z tlenkiem niemetalu.

10.5 Reakcje strąceniowe

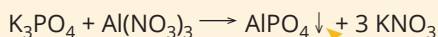
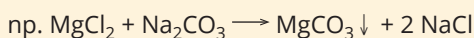
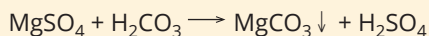
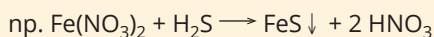
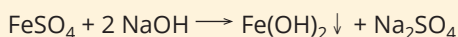
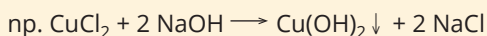


Z pewnością pamiętasz doświadczenie, podczas którego wykrywa się tlenek węgla(IV) w wydychanym powietrzu. W czasie wdmuchiwania powietrza woda wapienna mętnieje, ponieważ tlenek węgla(IV) reaguje z wodorotlenkiem wapnia i powstają węglan wapnia (biały osad) i woda. Ta reakcja jest tzw. reakcją strąceniową.

Na dzisiejszej lekcji nauczysz się zapisywać równania reakcji z udziałem soli, podczas których powstają osady.

Reakcje strąceniowe z udziałem soli

Reakcja strąceniowa to reakcja zachodząca między dwoma substratami dobrze rozpuszczalnymi w wodzie, w wyniku której co najmniej jeden produkt – wodorotlenek lub sól – strąca się w postaci osadu. Reakcje soli rozpuszczalnych w wodzie z wodorotlenkami rozpuszczalnymi w wodzie, kwasami lub innymi solami rozpuszczalnymi w wodzie są reakcjami strąceniowymi; są to również metody otrzymywania soli.



Strzałka skierowana do dołu w równaniu reakcji oznacza, że jej produkt wydziela się w postaci osadu.

Podczas zapisywania równań reakcji strąceniowych warto korzystać z tabeli rozpuszczalności soli i wodorotlenków w wodzie (zamieszczonej w temacie 10.2 lub na końcu podręcznika). Na jej podstawie można:

- ▶ określić, które substancje należy mieszać, aby otrzymać wodorotlenek lub sól średnio lub trudno rozpuszczalne w wodzie;
- ▶ sprawdzić, czy produkt reakcji będzie dobrze rozpuszczalny w wodzie, czy strąci się w postaci osadu.

Podobnie jak równania reakcji zobojętniania, równania reakcji strąceniowych można zapisywać w trzech formach:

- ▶ **cząsteczkowej** – sole, kwasy i wodorotlenki zapisuje się za pomocą wzorów związków chemicznych;
- ▶ **jonowej pełnej** – sole, kwasy i wodorotlenki ulegające dysocjacji zapisuje się w postaci wzorów jonów, a nieulegające dysocjacji – w postaci wzorów związków chemicznych;
- ▶ **jonowej skróconej** – pomija się wzory jonów powtarzających się po lewej i prawej stronie równania.

Zapisywanie przebiegu reakcji otrzymywania wodorotlenku żelaza(II)

Równanie reakcji w formie cząsteczkowej	$\text{FeSO}_4 + 2 \text{KOH} \longrightarrow \text{Fe(OH)}_2 \downarrow + \text{K}_2\text{SO}_4$
Równanie reakcji w formie jonowej pełnej	$\text{Fe}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + 2 \text{K}^+ + 2 \text{OH}^- \longrightarrow \text{Fe(OH)}_2 \downarrow + 2 \text{K}^+ + \text{SO}_4^{2-}$
Równanie reakcji w formie jonowej skróconej	$\text{Fe}^{2+} + 2 \text{OH}^- \longrightarrow \text{Fe(OH)}_2 \downarrow$

Zapisywanie przebiegu reakcji otrzymywania fosforanu(V) magnezu

Równanie reakcji w formie cząsteczkowej	$3 \text{MgCl}_2 + 2 \text{H}_3\text{PO}_4 \longrightarrow \text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2 \downarrow + 6 \text{HCl}$
Równanie reakcji w formie jonowej pełnej	$3 \text{Mg}^{2+} + 6 \text{Cl}^- + 6 \text{H}^+ + 2 \text{PO}_4^{3-} \longrightarrow \text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2 \downarrow + 6 \text{H}^+ + 6 \text{Cl}^-$
Równanie reakcji w formie jonowej skróconej	$3 \text{Mg}^{2+} + 2 \text{PO}_4^{3-} \longrightarrow \text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2 \downarrow$

Zapisywanie przebiegu reakcji otrzymywania siarczanu(IV) miedzi(II)

Równanie reakcji w formie cząsteczkowej	$\text{Cu(NO}_3)_2 + \text{K}_2\text{SO}_3 \longrightarrow \text{CuSO}_3 \downarrow + 2 \text{KNO}_3$
Równanie reakcji w formie jonowej pełnej	$\text{Cu}^{2+} + 2 \text{NO}_3^- + 2 \text{K}^+ + \text{SO}_3^{2-} \longrightarrow \text{CuSO}_3 \downarrow + 2 \text{K}^+ + 2 \text{NO}_3^-$
Równanie reakcji w formie jonowej skróconej	$\text{Cu}^{2+} + \text{SO}_3^{2-} \longrightarrow \text{CuSO}_3 \downarrow$

Otrzymywanie soli średnio i trudno rozpuszczalnych w wodzie

Sprawdźmy, czy w reakcjach azotanu(V) srebra(I) z kwasami solnym (chlorowodorowym) i siarkowym(VI) oraz jodku potasu z azotanem(V) ołowiu(II) strąca się osady.

Doświadczenie 1

Reakcje azotanu(V) srebra(I) z kwasami solnym i siarkowym(VI)



Problem badawczy:

Czy w reakcjach azotanu(V) srebra(I) z kwasami solnym i siarkowym(VI) powstaną osady?

Sprzęt:

2 probówki, pipety, statyw

Hipoteza:

W reakcjach azotanu(V) srebra(I) z kwasami solnym i siarkowym(VI) powstaną osady.

Odczynniki:

roztwór azotanu(V) srebra(I), kwas solny, kwas siarkowy(VI)

Wykonanie:

Do dwóch probówek wypełnionych do połowy roztworem azotanu(V) srebra(I) dodaj: do pierwszej – ok. 2 cm³ kwasu solnego (1), a do drugiej – ok. 2 cm³ kwasu siarkowego(VI) (2).

Obserwacje:

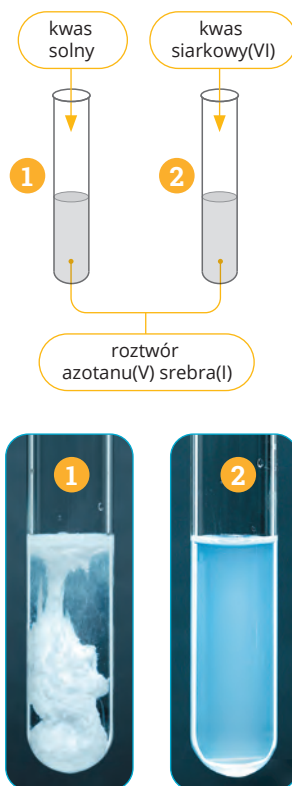
W probówce 1 widać było biały serowaty osad, a w probówce 2 – białe zmętnienie.

Wnioski:

Azotan(V) srebra(I) reaguje z kwasami solnym i siarkowym(VI), w wyniku czego powstają – oprócz kwasu azotowego(V) – sole trudno i średnio rozpuszczalne w wodzie, odpowiednio chlorek srebra(I) (biały serowaty osad) i siarczan(VI) srebra(I) (białe zmętnienie). Reakcje zachodzą zgodnie z równaniami:



Weryfikacja hipotezy: Hipoteza została potwierdzona.



Doświadczenie 2

Reakcja jodku potasu z azotanem(V) ołowiu(II)



Problem badawczy:

Czy w reakcji jodku potasu z azotanem(V) ołowiu(II) powstanie osad?

Hipoteza:

W reakcji jodku potasu z azotanem(V) ołowiu(II) powstanie osad.

Sprzęt:

2 zlewki

Odczynniki:

roztwór jodku potasu,
roztwór azotanu(V) ołowiu(II)

Wykonanie:

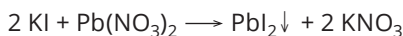
Do zlewki zawierającej ok. 50 cm³ roztworu jodku potasu powoli wlewaj taką samą objętość roztworu azotanu(V) ołowiu(II).

Obserwacje:

W zlewce pojawił się żółty osad.

Wnioski:

Jodek potasu reaguje z azotanem(V) ołowiu(II), w wyniku czego powstają jodek ołowiu(II) (żółty osad) i azotan(V) potasu. Reakcja chemiczna zachodzi zgodnie z równaniem:



Weryfikacja hipotezy: Hipoteza została potwierdzona.

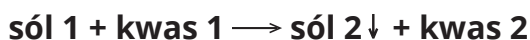
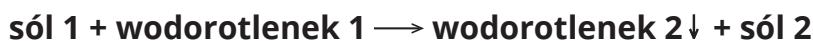
Zapamiętaj! To ważne!

Reakcja strąceniowa

To reakcja zachodząca między dwoma substratami dobrze rozpuszczalnymi w wodzie, w wyniku której jeden z produktów strąca się w postaci osadu.



Reakcje strąceniowe z udziałem soli



Sprawdź się!

1. Spośród podanych wzorów: BaCl_2 , NaNO_3 , K_2SO_4 , $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$, K_3PO_4 wybierz pary tych soli, które w reakcji ze sobą dadzą produkt trudno rozpuszczalny. Następnie przedstaw równania tych reakcji w formach cząsteczkowej, jonowej pełnej i jonowej skróconej.
2. Podaj nazwy i wzory soli lub wodorotlenków, których można użyć, aby otrzymać produkty o poniższych nazwach. Następnie przedstaw w formach cząsteczkowej, jonowej pełnej i jonowej skróconej równania reakcji między zaproponowanymi substratami.
 - a) chlorek srebra(I)
 - b) węglan magnezu
 - c) siarczan(IV) żelaza(II)
3. Tomek przeprowadził doświadczenie, w którym do zlewki z nasyconym roztworem wodorotlenku wapnia (tzw. wodą wapienną) wprowadzał tlenek węgla(IV). Zaobserwował, że w zlewce pojawiło się białe zmętnienie.
 - a) Przedstaw schemat doświadczenia, które przeprowadził Tomek.
 - b) Przedstaw równanie reakcji chemicznej, która zaszła w zlewce.
 - c) Podaj nazwę substancji, która w zlewce strąciła się w postaci białego zmętnienia. Do której grupy związków chemicznych ją zaliczysz?



4. Którą metodą rozdzielania można oddzielić jodek ołowiu(II) od azotanu(V) potasu? Odpowiedź uzasadnij.

10.6 Zastosowania soli



Na co dzień spotykasz się z różnymi solami, nie tylko z chłorkiem sodu – składnikiem soli kuchennej. Te substancje mają szeroki zakres zastosowań, m.in. w medycynie, budownictwie, produkcji i konserwacji żywności czy przy wytwarzaniu kosmetyków i nawozów. Występują również naturalnie w minerałach i organizmach. **Na dzisiejszej lekcji poznasz zastosowania wybranych grup soli.**

Zastosowania chlorków

Najbardziej znanym przedstawicielem chlorków jest chlorek sodu (NaCl), który w przyrodzie występuje m.in. jako minerał halit. Związek ten jest głównym składnikiem soli kuchennej. Chlorek sodu obniża temperaturę krzepnięcia wody. Zmieszany z lodem tworzy tzw. **mieszaninę oziębiającą**, która oziębia otoczenie, pochłaniając z niego ciepło.

Doświadczenie 1

Sporządzanie mieszaniny lodu i chlorku sodu



Problem badawczy:

Czy sporządzanie mieszaniny lodu i chlorku sodu jest procesem egzotermicznym czy endotermicznym?

Sprzęt:

waga, naczynka wagowe, krystalizator, termometr, łyżka

Wykonanie:

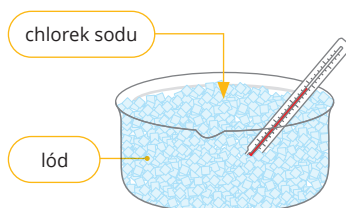
Krystalizator napełnij ok. 50 g lodu i zmierz wartość jego temperatury. Następnie dodaj ok. 15 g chlorku sodu i dokładnie wymieszaj zawartość krystalizatora. Zmierz wartość temperatury sporządzonej mieszaniny.

Hipoteza:

Sporządzanie mieszaniny lodu i chlorku sodu jest procesem endotermicznym.

Odczynniki:

pokruszony lód, chlorek sodu





Obserwacje:

Temperatura lodu wynosiła ok. 0°C (a). Po wymieszaniu lodu z chlorkiem sodu temperatura zawartości naczynia się obniżyła (b).



Wnioski:

Podczas mieszania lodu z chlorkiem sodu jest pochłaniane ciepło z otoczenia (proces endotermiczny).

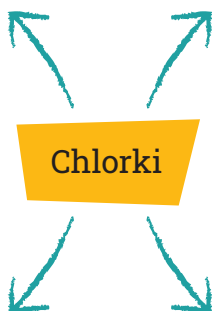
Weryfikacja hipotezy: Hipoteza została potwierdzona.



Chlorek sodu w postaci wodnego roztworu o stężeniu 0,9 % (soli fizjologicznej) jest podawany za pomocą kroplówki odwodnionym pacjentom.



Chlorek sodu jest składnikiem lizawek uzupełniających niedobór minerałów i witamin u zwierząt gospodarskich.



Chlorek wapnia jest używany w pochłaniaczach wilgoci.



Chlorek potasu jest składnikiem leków stosowanych w uzupełnianiu niedoboru potasu w organizmie.

Zastosowania węglanów

Jednym z przedstawicieli węglanów jest węglan wapnia (CaCO_3). Możesz go znaleźć w czajniku, w którym tworzy się on w wyniku termicznego rozkładu związków wapnia. Proces ten zachodzi podczas podgrzewania nieprzefiltrowanej wody. Węglan wapnia jest składnikiem minerałów, np. kalcytu i aragonitu, oraz skał, np. wapieni, kredy i marmuru.



Węglan wapnia jest składnikiem pudru do twarzy.

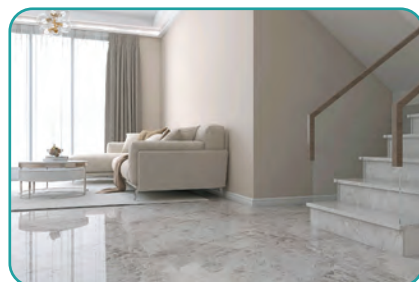


Węglan wapnia jest stosowany w produkcji wapna i cementu.

Węglan wapnia



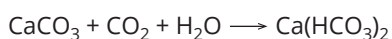
Węglan wapnia w postaci sproszkowanej kredy jest materiałem ściernym w pastach do zębów.



Węglan wapnia w postaci marmuru jest stosowany w budownictwie i rzeźbiarstwie.

A to ciekawe!

Skały wapienne są narażone na tzw. **wietrzenie chemiczne** – proces, w wyniku którego zmienia się ich skład. Głównym czynnikiem powodującym wietrzenie chemiczne jest tlenek węgla(IV) rozpuszczony w wodzie. Reaguje on z węglanem wapnia ze skały, w wyniku czego powstaje rozpuszczalny w wodzie wodorowęglan wapnia, zgodnie z równaniem reakcji:



Powstawanie różnorodnych form skalnych jest efektem m.in. wietrzenia chemicznego.

Zastosowania azotanów(V)

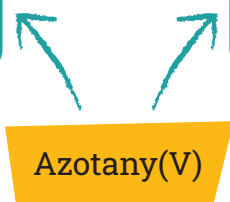
Azotany(V) naturalnie występują w przyrodzie w postaci minerałów: saletry norweskiej ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$), saletry indyjskiej (KNO_3) i saletry chilijskiej (NaNO_3).



Azotany(V) wapnia, potasu i sodu są składnikami nawozów mineralnych.



Azotany(V) sodu i potasu są konserwantami mięsa (E251, E252).



Azotany(V)



Azotan(V) potasu w połączeniu ze sproszkowanymi siarką i węglem tworzy proch strzelniczy.



Azotan(V) srebra(I) jest substratem w reakcji stosowanej przy pokrywaniu lusterek błyszczącą powierzchnią.

A to ciekawe!

Latem 2020 roku w magazynie portowym w Bejrucie doszło do wybuchu ok. 2750 t **saletry amonowej (azotanu(V) amonu – NH_4NO_3)**. Prawdopodobnie to pożar spowodował rozkład saletry amonowej (ta reakcja jest egzotermiczna). W wyniku eksplozji port został doszczętnie zniszczony. W miejscu wybuchu powstał krater o średnicy ok. 120 m.



Zniszczony port w Bejrucie

Zastosowania siarczanów(VI)

Siarczany(VI) występują naturalnie w przyrodzie w postaci minerałów, m.in. anhydrytu (CaSO_4), gipsu palonego ($(\text{CaSO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$), gipsu krystalicznego ($\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$) i epsomit ($\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$), tzw. soli gorzkiej.



Gips palony jest surowcem w produkcji m.in. zaprawy gipsowej i płyt gipsowo-kartonowych.

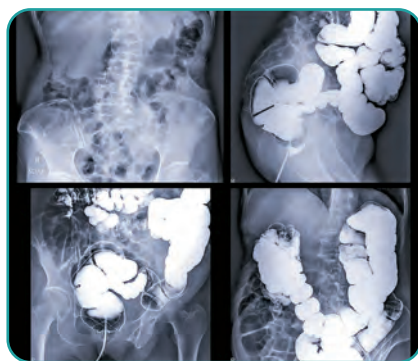


Siarczan(VI) magnezu jest składnikiem nawozów mineralnych.

Siarczany(VI)



Roztwór **siarczanu(VI) miedzi(II)** o stężeniu 2–10 % jest stosowany w leczeniu grzybicy kopyt.



Siarczan(VI) baru jest kontrastem podawanym przy prześwietleniach układu pokarmowego.

A to ciekawe!

Podobnie jak siarczan(VI) miedzi(II), siarczan(VI) wapnia ma zdolność do wbudowywania w swoją sieć krystaliczną cząsteczek wody. W wyniku tego procesu powstaje hydrat – gips palony o wzorze $(\text{CaSO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ i nazwie systematycznej siarczan(VI) wapnia-woda (2/1), który po zmieszaniu z wodą tworzy kolejny hydrat – **gips krystaliczny** o wzorze $\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ i nazwie systematycznej siarczan(VI) wapnia-woda (1/2).



Gips krystaliczny

Zastosowania fosforanów(V)

Sole fosforanowe, m.in. fosforany(V), powstają w przyrodzie w wyniku przemian biochemicznych związków fosforu. Następnie są pobierane przez rośliny, którym służą do tworzenia związków organicznych. Rośliny są zjadane przez roślinożerców, w wyniku czego sole fosforanowe trafiają do kolejnych ogniw łańcucha pokarmowego.



Fosforany(V) są składnikami nawozów mineralnych.



Fosforany(V) są dodawane do produktów mięsnych w celu poprawy ich walorów smakowych.

Fosforany(V)



Fosforan(V) wapnia jest środkiem przeciwbrylającym (E341) dodawanym m.in. do przypraw i mleka w proszku.



Fosforan(V) wapnia jest składnikiem preparatów wybielających zęby.

A to ciekawe!

Eutrofizacja to przeżyźnienie zbiorników wodnych w związku z nadmiernym przedostawaniem się do nich związków azotu i fosforu, pochodzących m.in. z nawozów. Jej wynikiem jest masowy zakwit glonów i sinic. Po obumarciu glony i sinice opadają na dno. Tam ulegają rozkładowi, podczas którego zużywany jest tlen z przydennych warstw wody. To powoduje powstawanie na dnie zbiorników wodnych stref o obniżonej zawartości tlenu, a nawet stref martwych, w których nie ma roślin i zwierząt.



Zakwit sinic na Motławie

Zapamiętaj! To ważne!



Sprawdź się!

1. Wymień dwa produkty ze swojego otoczenia, w skład których wchodzi:

a) chlorki,

b) azotany(V).

2. Na podstawie dostępnych źródeł informacji podaj po jednym zastosowaniu (innym niż podano w temacie 10.6) wybranych przez siebie trzech soli.

3. Zaprojektuj plakat, na którym przedstawisz zastosowania soli w życiu codziennym.



4. Na podstawie dostępnych źródeł informacji podaj, czym jest papka barytowa, i wymień jej zastosowanie.



5. Czarny proch – mieszanina azotanu(V) potasu ze sproszkowanymi siarką i węglem – spala się zgodnie z równaniem reakcji: $10 \text{KNO}_3 + 3 \text{S} + 8 \text{C} \rightarrow 2 \text{K}_2\text{CO}_3 + 3 \text{K}_2\text{SO}_4 + 6 \text{CO}_2 + 5 \text{N}_2$. Oblicz, ile dm^3 tlenku węgla(IV) i azotu powstało łącznie, jeżeli spaleniemu uległ czarny proch składający się m.in. z 8 g siarki. Przyjmij, że 44 g CO_2 zajmuje objętość 203 dm^3 i 28 g N_2 również zajmuje objętość 203 dm^3 (1013 hPa, 2200 °C). Wynik podaj z dokładnością do drugiego miejsca po przecinku.



6. Wodorowęglany (HCO_3^-) to częściowo zdysocjowane cząsteczki kwasu węglowego. Znajdują się one m.in. we krwi, gdzie utrzymują jej optymalne pH. Na podstawie dostępnych źródeł informacji opisz, w jaki sposób wodorowęglany utrzymują optymalne pH krwi. Przedstaw odpowiednie równania reakcji.

PODSUMOWANIE DZIAŁU X

Sole

Sole

To związki jonowe zbudowane z kationów metalu i anionów reszty kwasowej.

Wzór ogólny soli



gdzie:

M^{n+} – kation metalu o ładunku $n+$

m – liczba kationów metalu

R^{m-} – anion reszty kwasowej o ładunku $m-$

n – liczba anionów reszty kwasowej



gdzie:

M – symbol chemiczny metalu

m – liczba kationów metalu

R – reszta kwasowa

n – liczba anionów reszty kwasowej

Sole

sole kwasów beztlenowych

w ich reszcie kwasowej **nie ma atomów tlenu**, np. NaCl, CuS

sole kwasów tlenowych

w ich reszcie kwasowej **jest co najmniej jeden atom tlenu**, np. K_2CO_3 , $FeSO_4$

Nazwy soli

- ▶ Tworzy się je przez dodanie do wyrazu pochodzącego od nazwy reszty kwasowej z przyrostkiem **-ek** (dla soli kwasów beztlenowych) lub **-an** (dla soli kwasów tlenowych) nazwy metalu w dopełniaczu.

Przykłady: chlorek sodu, węglan potasu.

- ▶ Jeżeli metal ma kilka wartościowości, to informację o jego wartościowości w danej soli podaje się w nawiasie, tuż za nazwą tego pierwiastka.

Przykłady: siarczek miedzi(II), siarczan(VI) żelaza(II).

Dysocjacja elektrolityczna soli

Sole rozpuszczalne w wodzie pod wpływem wody dysocjują na kationy metalu i aniony reszty kwasowej.



Otrzymywanie soli

kwas + wodorotlenek $\longrightarrow$ sól + woda

kwas + tlenek metalu $\longrightarrow$ sól + woda

kwas + aktywny metal $\longrightarrow$ sól + wodór

wodorotlenek + tlenek niemetalu $\longrightarrow$ sól kwasu tlenowego + woda

tlenek metalu + tlenek niemetalu $\longrightarrow$ sól kwasu tlenowego

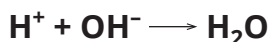
metal + niemetal $\longrightarrow$ sól kwasu beztlenowego

sól 1 + kwas 1 $\longrightarrow$ sól 2↓ + kwas 2

sól 1 + sól 2 $\longrightarrow$ sól 3↓ + sól 4

Reakcja zobojętniania

To reakcja łączenia się jonów H^+ z jonami OH^- , w wyniku czego powstają cząsteczki wody.



Reakcja strąceniowa

To reakcja zachodząca między dwoma substratami dobrze rozpuszczalnymi w wodzie, w wyniku której co najmniej jeden produkt – wodorotlenek lub sól – strąca się w postaci osadu.

Równania reakcji zobojętniania i strąceniowych można zapisywać w trzech formach: cząsteczkowej, jonowej pełnej i jonowej skróconej.

Zastosowania soli

Medycyna

- ▶ **KCl** – składnik leków stosowanych w leczeniu niedoboru potasu
- ▶ **BaSO₄** – kontrast podawany przy prześwietleniach układu pokarmowego



Rolnictwo

- ▶ **Ca(NO₃)₂, KNO₃, NaNO₃, MgSO₄** – składniki nawozów mineralnych
- ▶ **NaCl** – składnik lizawek dla zwierząt gospodarskich



Budownictwo

- ▶ **CaCO₃** – surowiec w produkcji wapna i cementu
- ▶ **(CaSO₄)₂ · H₂O** – surowiec w produkcji płyt gipsowo-kartonowych



Przemysł spożywczy

- ▶ **KNO₃, NaNO₃** – konserwanty mięsa
- ▶ **Ca₃(PO₄)₂** – środek przeciwzbrylający dodawany do przypraw





Odpowiedzi zapisz w zeszycie.

1. Ustal wzory soli o podanych nazwach.

- | | |
|-----------------------|-----------------------------|
| a) chlorek glinu | e) azotan(V) baru |
| b) siarczek srebra(I) | f) siarczan(IV) żelaza(III) |
| c) chlorek miedzi(II) | g) siarczan(VI) chromu(III) |
| d) węglan cynku | h) fosforan(V) miedzi(II) |

2. Ustal nazwy soli o podanych wzorach.

- | | |
|-------------------------------|---------------------------------|
| a) SnCl_2 | e) Na_2SO_4 |
| b) K_2S | f) $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2$ |
| c) BaCl_2 | g) $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ |
| d) $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ | h) FeSO_3 |

3. Przedstaw równania dysocjacji soli o podanych nazwach.

- | | |
|---------------------|-----------------------------|
| a) azotan(V) wapnia | c) siarczan(VI) żelaza(III) |
| b) chlorek baru | d) azotan(V) glinu |

4. Przepisz do zeszytu schematy reakcji i je uzupełnij.

- | | |
|---|---|
| a) $\text{Na}_2\text{O} + \square \longrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4$ | f) $\square + \text{CO}_2 \longrightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ |
| b) $\square + \square \text{HCl} \longrightarrow \text{MgCl}_2 + \text{H}_2$ | g) $\square + \text{SO}_3 \longrightarrow \text{BaSO}_4$ |
| c) $\text{KOH} + \square \longrightarrow \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$ | h) $\square + \square \longrightarrow \square \text{Al}(\text{NO}_3)_3$ |
| d) $\text{CaCl}_2 + \square \longrightarrow \text{CaSO}_4 \downarrow + \square \text{NaCl}$ | i) $\text{HCl} + \square \longrightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ |
| e) $\square + \square \longrightarrow \text{Al}_2\text{S}_3$ | j) $\square \text{HNO}_3 + \square \longrightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$ |

5. Przedstaw w formach cząsteczkowej, jonowej pełnej i jonowej skróconej równania reakcji zobojętniania, w których można otrzymać:

- | | |
|-----------------------|----------------------|
| a) siarczek baru, | c) azotan(V) potasu, |
| b) siarczan(VI) sodu, | d) chlorek baru. |

6. Podaj nazwy substancji oznaczonych literami A, E, X i Z.

- | | |
|---|---|
| a) $\text{A} + \text{Na}_2\text{O} \longrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{E}$ | c) $\text{A} + 2 \text{K} \longrightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{X}$ |
| b) $\text{Na}_2\text{O} + \text{E} \longrightarrow 2 \text{NaOH}$ | d) $\text{BaCl}_2 + \text{A} \longrightarrow \text{Z} + 2 \text{HCl}$ |



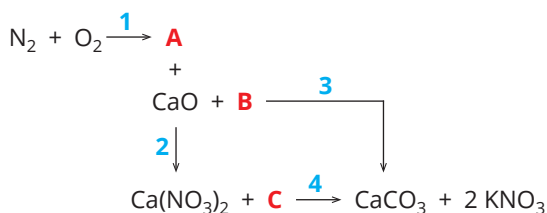
7. Skorzystaj z tabeli rozpuszczalności soli i wodorotlenków w wodzie, zamieszczonej na końcu podręcznika, i podaj nazwy oraz wzory soli lub wodorotlenków, których można użyć, aby otrzymać:

- a)** siarczek ołowiu(II), **b)** wodorotlenek żelaza(II), **c)** siarczan(VI) baru.

Przedstaw w formach cząsteczkowej i jonowej (pełnej i skróconej) równania reakcji między zaproponowanymi substratami.

8. Rozwiąż chemograf.

- a)** Przedstaw równania reakcji oznaczone numerami 1, 2, 3 i 4.
b) Przedstaw równanie reakcji oznaczone numerem 4 w formach jonowej pełnej i jonowej skróconej.
c) Podaj nazwy substancji oznaczonych literami A, B i C.



9. W trzech probówkach oznaczonych numerami 1, 2 i 3 znajdują się roztwory wodorotlenku potasu, chlorku sodu i wodorotlenku baru. Aby określić zawartość każdej z nich, badano właściwości tych roztworów.

- a)** Rozstrzygnij i uzasadnij, która probówka zawiera roztwór wodorotlenku potasu, która roztwór chlorku sodu, a która roztwór wodorotlenku baru, jeżeli:
▶ po dodaniu alkoholowego roztworu fenoloftaleiny tylko zawartość probówki 1 nie zabarwiła się na malinowo;
▶ po dodaniu kwasu siarkowego(VI) zaobserwowano powstanie białego osadu tylko w probówce 2.
b) Przedstaw równania reakcji substancji z probówek 2 i 3 z kwasem siarkowym(VI).

10. Do kolby z 50 g roztworu kwasu siarkowego(VI) o stężeniu 15 % dodano roztwór wodorotlenku sodu.

- a)** Przedstaw równanie reakcji, która zajdzie w naczyniu, w formach cząsteczkowej, jonowej pełnej i jonowej skróconej.
b) Oblicz, ile cm^3 roztworu wodorotlenku o stężeniu 20 % i gęstości $1,2 \text{ g/cm}^3$ ($t = 20^\circ \text{C}$) należy dodać, aby zobojętnić roztwór kwasu siarkowego(VI) o podanym stężeniu. Wynik podaj z dokładnością do pierwszego miejsca po przecinku.
c) Rozstrzygnij i uzasadnij, czy podczas tego doświadczenia można użyć fenoloftaleiny jako wskaźnika pokazującego moment zmiany odczynu roztworu na obojętny.

DZIAŁ

XI

WĘGLOWODORY

Naturalne
źródła
węglowodorów

Węglowodory
nienasycone

Węglowodory
nasycone



O czym
to
będzie?

11.1 Węgiel. Naturalne źródła węglowodorów



Kiedy słyszysz słowo „węgiel”, na myśl przychodzi ci pewnie węgiel kamienny – surowiec energetyczny, skała osadowa pochodzenia roślinnego. Czasami na jego bryłach można zauważyć odciski roślin węglotwórczych, np. widłaków i paproci.

Czy wiesz, że twoje ciało również zawiera węgiel?

Występowanie węgla w przyrodzie

Węgiel to pierwiastek, który jest podstawowym elementem **organicznych związków chemicznych**, budujących organizmy. Częsteczki tych substancji składają się z tzw. **łańcucha węglowego**, czyli z połączonych ze sobą atomów węgla, do których są dołączone atomy wodoru, a czasem też atomy innych pierwiastków.

Węgiel w przyrodzie występuje w kilku odmianach, m.in. jako diament i grafit. Naukowcom udało się sztucznie stworzyć także inne postacie węgla, takie jak fulereny i grafen. Wszystko to są **alotropowe odmiany** węgla. **Alotropia** to zjawisko występowania tego samego pierwiastka w postaciach różniących się budową sieci krystalicznej lub liczbą atomów w cząsteczce, co powoduje różnice we właściwościach fizycznych i chemicznych.



Węgiel jest składnikiem wielu związków chemicznych: **nieorganicznych**, takich jak tlenek węgla(II), tlenek węgla(IV), kwas węglowy i jego sole, np. węglan wapnia, oraz **organicznych** – olbrzymiej grupy substancji złożonych, w których skład wchodzi zawsze **węgiel czterwartościowy** oraz wodór, a czasem też inne pierwiastki, np. tlen i azot.



Chemia organiczna to dział chemii zajmujący się budową, właściwościami, metodami otrzymywania i zastosowaniami związków organicznych. Najprostszymi związkami organicznymi są **węglowodory** – związki chemiczne zbudowane wyłącznie z węgla i wodoru.

Związki organiczne wchodzi w skład wszystkich organizmów. Sprawdźmy, czy węgiel na pewno jest składnikiem skrobi – organicznego związku chemicznego, stanowiącego materiał zapasowy niektórych roślin. Skrobię można znaleźć w każdym domu, ponieważ jest obecna w mące ziemniaczanej.

Doświadczenie 1

Wykrywanie węgla w skrobi



Problem badawczy:

Czy węgiel wchodzi w skład skrobi?

Sprzęt:

zlewka, łyżeczka, bagietka, lejek, 2 probówki, korek z rurką odprowadzającą, statyw z łapą, palnik, zapalarka

Wykonanie:

W zlewce przygotuj mieszaninę: pięć łyżeczek skrobi i jedną łyżeczkę tlenku miedzi(II). Do probówki 1 wsyp dwie łyżeczki tej mieszaniny. Zamknij ją korkiem z rurką odprowadzającą. Drugi koniec rurki umieść w wodzie wapiennej znajdującej się w probówce 2. Następnie zawartość probówki 1 ogrzewaj w płomieniu palnika.

Obserwacje:

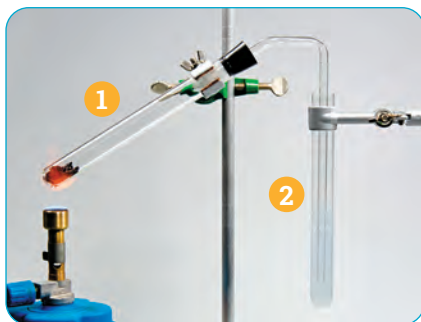
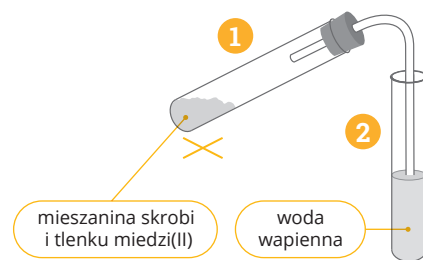
Podczas ogrzewania zawartość probówki 1 zmieniła barwę z ciemnoszarej na czerwono-brunatną. Wydzielały się w niej także pęcherzyki bezbarwnego gazu, które spowodowały zmętnienie wody wapiennej w probówce 2.

Hipoteza:

Węgiel wchodzi w skład skrobi.

Odczynniki:

skrobia (mąka ziemniaczana), tlenek miedzi(II)



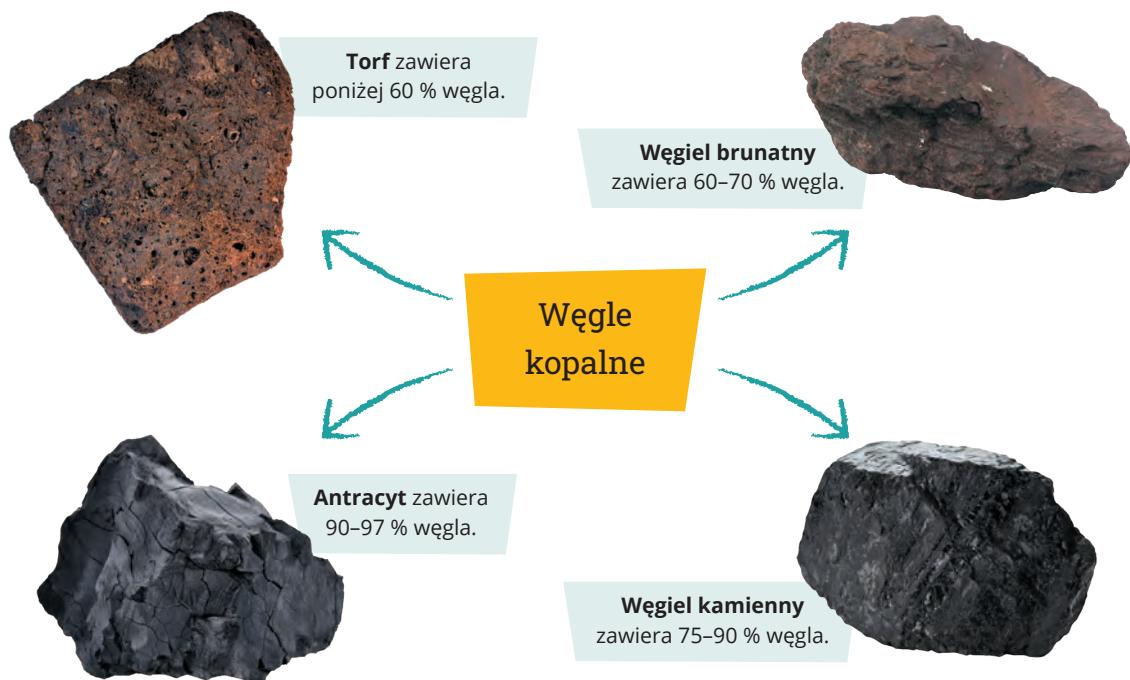
↓
Wnioski:

W skład skrobi wchodzi węgiel, który podczas ogrzewania mieszaniny reaguje z tlenkiem miedzi(II). W wyniku reakcji powstaje m.in. tlenek węgla(IV) – gaz, który powoduje mętnienie wody wapiennej.

Weryfikacja hipotezy: Hipoteza została potwierdzona.

Naturalne źródła węglowodorów

Wraz z rozwojem cywilizacji ludzkość potrzebowała coraz więcej energii. Aby ją uzyskać, wykorzystywano różne paliwa. Do dziś najpopularniejszymi paliwami są **węgle kopalne** – skały osadowe, które powstały w wyniku gromadzenia się, a potem przeobrażania materii organicznej. Węgla kopalne różnią się barwą, twardością oraz procentową zawartością węgla.



Od XIX w., wraz z rozwojem technik wydobywania i przeróbki paliw, na znaczeniu zyskały również **ropa naftowa** i **gaz ziemny**. Ropa naftowa to jednorodna mieszanina węglowodorów o gazowym, ciekłym i stałym stanie skupienia oraz innych związków organicznych i nieorganicznych. W warunkach 20 °C i 1013 hPa jest ciemnobrązową, lepłą, palną cieczą, która nie miesza się z wodą. Ma intensywny i nieprzyjemny zapach. Spala się żółtym, kopcącym płomieniem.



Spalanie ropy naftowej

Ropa naftowa również powstała w wyniku przemian szczątków pochodzenia organicznego. Wyso-
kie ciśnienie oraz wysoka temperatura powodowały dalsze procesy chemiczne, w wyniku których
część składników ropy naftowej przeobrażała się w gaz ziemny. Z tego powodu złożom ropy
naftowej często towarzyszą złoża gazu ziemnego.

Doświadczenie 2

Badanie wpływu wycieku ropy naftowej na środowisko



Problem badawczy:

Czy wyciek ropy naftowej zagraża życiu
organizmów?

Sprzęt:

zlewka, pipeta, bagietka, szczypany, szalka
Petriego, tryskawka, ręcznik papierowy

Hipoteza:

Wyciek ropy naftowej zagraża życiu
organizmów.

Odczynniki:

woda, ropa naftowa, ptasie pióro

Wykonanie:

Do zlewki napełnionej do 1/3 wysokości wodą dodaj
ok. 5 cm³ ropy naftowej i wrzuć pióro. Zamieszaj zawar-
tość zlewki. Przenieś pióro na szalkę i spróbuj je oczyścić
wodą oraz ręcznikiem papierowym.

Obserwacje:

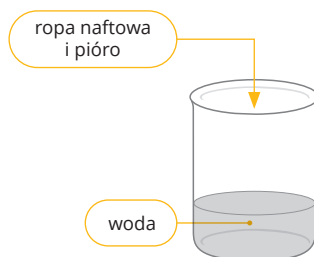
Ropa naftowa unosiła się na powierzchni wody i oblepiła
pióro, które się posklejało. Nie udało się go oczyścić ani
wodą, ani ręcznikiem papierowym.

Wnioski:

Ropa naftowa ma gęstość mniejszą
od gęstości wody. Jest trudna do
usunięcia. Z tego powodu po prze-
dostaniu się do zbiorników wodnych
zagraża życiu organizmów.

Weryfikacja hipotezy:

Hipoteza została potwierdzona.



Przeróbka ropy naftowej

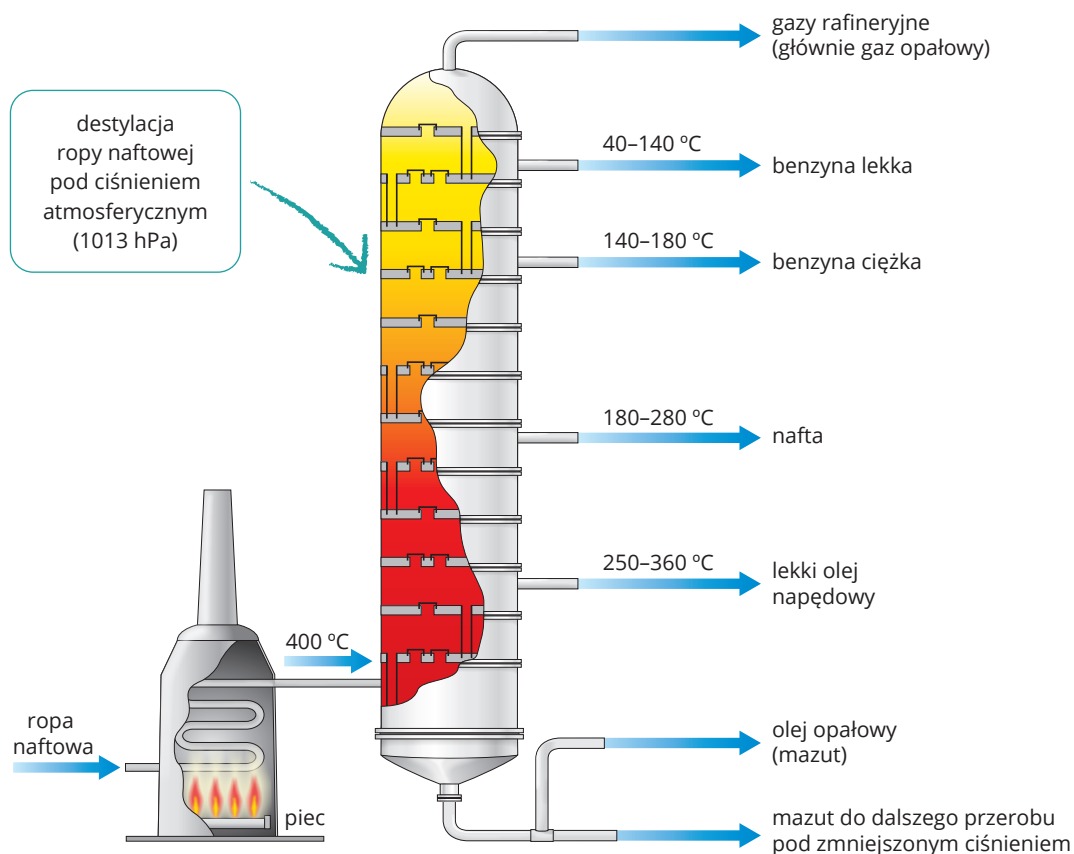
Ropa naftowa to jednorodna mieszanina m.in. węglowodorów, różniących się temperaturą wrzenia. Już wiesz, że mieszaniny można rozdzielać na składniki. Ropę naftową rozdziela się metodą **destylacji frakcjonowanej** na tzw. **frakcje** – mieszaniny składników o zbliżonej temperaturze wrzenia. Ten proces na skalę przemysłową jest stosowany w zakładach zwanych **rafineriami ropy naftowej**. Po raz pierwszy na świecie destylację ropy naftowej przeprowadził w 1852 r. polski farmaceuta i przedsiębiorca **Ignacy Łukasiewicz**. Jedną z otrzymanych frakcji – naftę – wykorzystał w 1853 r. w swoim wynalazku – lampie naftowej. W tym samym roku Łukasiewicz założył także pierwszą na świecie kopalnię ropy naftowej.



Rafineria ropy naftowej w Gdańsku

Frakcje ropy naftowej i ich zastosowania

Prawie każdy przedmiot znajdujący się w naszym otoczeniu istnieje dzięki ropie naftowej – powstał z jej składników lub dzięki energii wytworzonej z jej frakcji, albo przetransportowano go z użyciem paliw ropopochodnych, np. paliwa lotniczego.



Zastosowania produktów destylacji ropy naftowej



Gazy rafineryjne są składnikami paliw w kuchenkach turystycznych i domowych kuchenkach gazowych.



Benzyna jest składnikiem paliw w silnikach spalinowych oraz dobrym rozpuszczalnikiem lakierów i farb.



Nafta jest składnikiem paliw w silnikach odrzutowych i rakietowych.



Olej napędowy jest składnikiem paliw w silnikach Diesla.



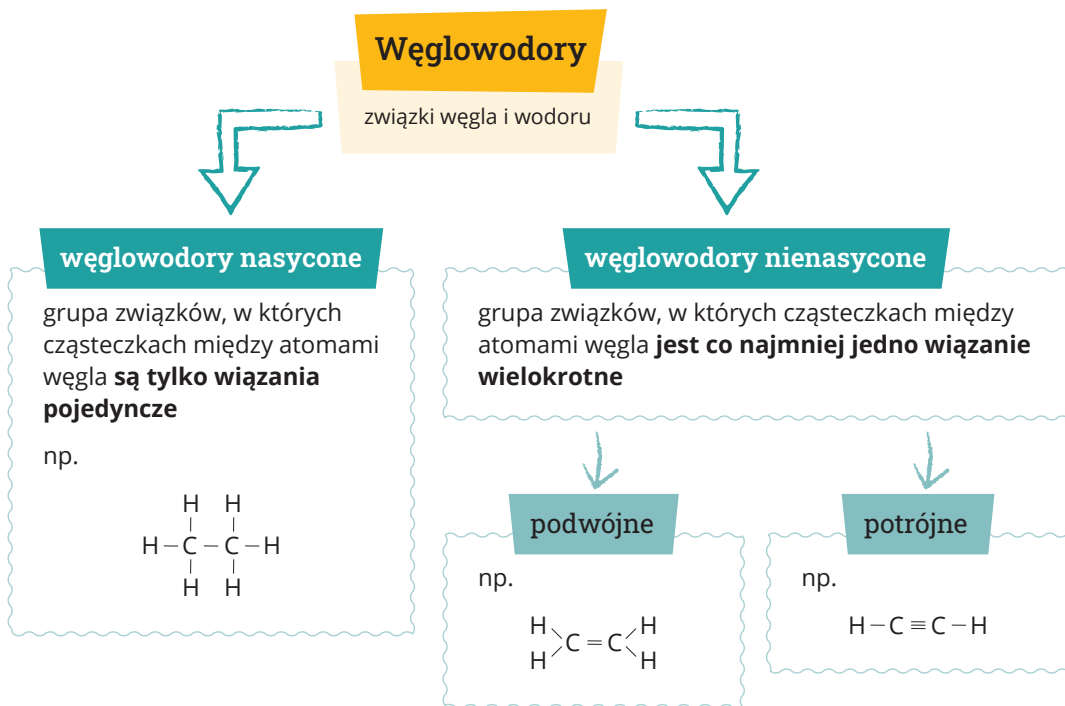
Olej opałowy jest składnikiem paliw w kotłach okrętowych i w kotłach centralnego ogrzewania.



Mazut jest stosowany w produkcji smarów, parafiny i wazeliny.

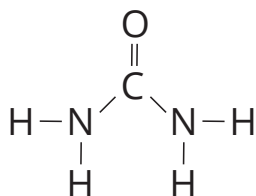
Węglowodory nasycone i nienasycone

Ogromne zainteresowanie ropą naftową i jej przeróbką wiąże się z możliwością wyodrębnienia najważniejszych jej składników – **węglowodorów**. To duża grupa związków chemicznych. Można ją podzielić ze względu na krotność wiązań między atomami węgla w ich cząsteczkach.



A to ciekawe!

Niemiecki chemik **Friedrich Wöhler** [fridrich weler] w 1828 r. dokonał przełomowego odkrycia. Zsyntetyzował w laboratorium związek organiczny – mocznik – z substratów będących związkami nieorganicznymi. Reakcję tę na cześć naukowca nazwano syntezą Wöhlera. To odkrycie obaliło teorię, że związki organiczne mogą powstawać tylko w organizmach przy udziale tajemnej siły, zwanej siłą życiową (łac. *vis vitalis*).



Wzór mocznika



Friedrich Wöhler
(1800–1882)

Zapamiętaj! To ważne!

Chemia organiczna

Dział chemii zajmujący się budową, właściwościami, otrzymywaniem i zastosowaniem **związków organicznych** (związków chemicznych węgla z wodorem, a czasem także z innymi pierwiastkami).

Naturalne źródła węglowodorów

- ▶ **węgle kopalne** (torf, węgiel brunatny, węgiel kamienny, antracyt)
- ▶ **ropa naftowa**
- ▶ **gaz ziemny**

Węglowodory

Najprostsze związki organiczne, których cząsteczki są zbudowane z łańcucha węglowego i przyłączonych do niego atomów wodoru.

Węglowodory nasycone

Grupa związków, w których cząsteczkach między atomami węgla **są tylko wiązania pojedyncze**.

Węglowodory nienasycone

Grupa związków, w których cząsteczkach między atomami węgla **jest co najmniej jedno wiązanie podwójne lub potrójne**.

Sprawdź się!

1. Podaj wszystkie informacje dotyczące atomu węgla znajdujące się w układzie okresowym.
2. Wymień naturalne źródła węglowodorów.
3. Symbol węgla pochodzi od łacińskiej nazwy *carboneum* [karboneum]. Na podstawie dostępnych źródeł informacji podaj, kto i w którym roku zaproponował polską nazwę tego pierwiastka.
4. Na podstawie dostępnych źródeł informacji, np. atlasu geograficznego, podaj miejsca występowania naturalnych źródeł węglowodorów na Ziemi. Oceń, czy dostęp do tych surowców ma wpływ na sytuację gospodarczą w danym rejonie świata.
5. Sporządź krótką notatkę o wpływie na środowisko wydobycia ropy naftowej i gazu ziemnego. Skorzystaj z dostępnych źródeł informacji.
6. Na podstawie dostępnych źródeł informacji podaj definicję reformingu.

11.2 Węglowodory nasycone – alkanany



W jednej z dzielnic Czeladzi, noszącej nazwę Piaski, znajduje się pomnik przedstawiający lampę górniczą. Ma on upamiętniać czynną do 1996 r. kopalnię węgla kamiennego „Czeladź” oraz być hołdem dla pracujących w niej górników. Dlaczego właśnie ta lampa stała się atrybutem górników? **Lampa górnicza wykrywała w korytarzach kopalni zbyt wysokie stężenie metanu – węglowodoru nasyconego, który z powietrzem może utworzyć mieszaninę wybuchową.**

Wzory sumaryczne alkanów

Z poprzedniej lekcji pamiętasz, że węglowodory to duża grupa związków organicznych zbudowanych wyłącznie z węgla i wodoru.



Alkany to związki organiczne należące do grupy węglowodorów nasyconych. W ich cząsteczkach atomy węgla są połączone ze sobą wyłącznie wiązaniami pojedynczymi. Wzór ogólny alkanów to C_nH_{2n+2} , gdzie n to liczba atomów węgla i $n \geq 1$.

Przykład 1

Ustalanie wzoru sumarycznego alkanu

Ustalmy wzór sumaryczny alkanu, który w cząsteczce ma 4 atomy węgla.

Krok 1	Zapisujemy wzór ogólny alkanów.	C_nH_{2n+2}
Krok 2	Za n podstawiamy 4.	$C_4H_{2 \cdot 4 + 2}$
Krok 3	Wykonujemy obliczenie i podajemy wzór sumaryczny.	C_4H_{10}

Nazwy alkanów

Nazwy czterech początkowych alkanów – metan, etan, propan i butan – są nazwami zwyczajowymi. Nazwy kolejnych alkanów składają się z rdzenia określającego liczbę atomów węgla w łańcuchu węglowym i przyrostka **-an**, np. pentan (gr. *penta* – pięć), heksan (gr. *heksa* – sześć), heptan (gr. *hepta* – siedem), oktan (gr. *okta* – osiem).

Wzory strukturalne i półstrukturalne alkanów

Budowę cząsteczek węglowodorów najczęściej przedstawia się za pomocą:

- ▶ **wzoru strukturalnego**, który pokazuje, jak łączą się wszystkie atomy w cząsteczce;
- ▶ **wzoru półstrukturalnego** (grupowego), który pokazuje najważniejsze fragmenty cząsteczki.

Nazwy i wzory alkanów do 5 atomów węgla w cząsteczce

Nazwa	Wzór sumaryczny	Wzór strukturalny	Wzór półstrukturalny (grupowy)
metan	CH_4	<pre> H H-C-H H</pre>	CH_4
etan	C_2H_6	<pre> H H H-C - C-H H H</pre>	CH_3-CH_3
propan	C_3H_8	<pre> H H H H-C - C - C-H H H H</pre>	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
butan	C_4H_{10}	<pre> H H H H H-C - C - C - C-H H H H H</pre>	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ lub $\text{CH}_3-[\text{CH}_2]_2-\text{CH}_3$
pentan	C_5H_{12}	<pre> H H H H H H-C - C - C - C - C-H H H H H H</pre>	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ lub $\text{CH}_3-[\text{CH}_2]_3-\text{CH}_3$

Szereg homologiczny

Podczas ustalania wzorów kolejnych alkanów można zauważyć, że ich **łańcuch węglowy** – najdłuższy w cząsteczce związku organicznego łańcuch atomów węgla – zwiększa się o taką samą grupę $-\text{CH}_2-$.



Szereg homologiczny to szereg związków organicznych o podobnej budowie i właściwościach chemicznych, w którym cząsteczka każdego kolejnego związku ma łańcuch węglowy dłuższy o grupę $-\text{CH}_2-$.

Właściwości fizyczne alkanów (25 °C, 1013 hPa)

Właściwości fizyczne węglowodorów w szeregu homologicznym zmieniają się stopniowo wraz ze wzrostem liczby atomów węgla w cząsteczce.

Zmiana stanu skupienia w szeregu homologicznym alkanów

Liczba atomów węgla w cząsteczce	1–4	5–17	od 18
Stan skupienia	gazowy	ciekły	stały

Alkany to związki bezbarwne i o małej gęstości. Bardzo słabo rozpuszczają się w wodzie. Gęstość i temperatura wrzenia alkanów rosną wraz ze wzrostem długości łańcucha węglowego, natomiast temperatura topnienia najpierw maleje, a od butanu rośnie.

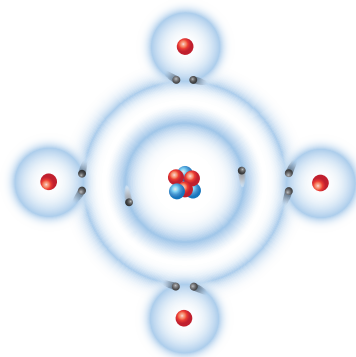
Budowa cząsteczki metanu

Metan to związek węgla i wodoru – jego cząsteczka składa się z jednego atomu węgla i czterech atomów wodoru.

Na podstawie położenia pierwiastków w układzie okresowym wiadomo, że:

- ▶ atom węgla ma 2 powłoki elektronowe (okres 2.) i 4 elektrony walencyjne (grupa 14.);
- ▶ atom wodoru ma 1 powłokę elektronową (okres 1.) i 1 elektron walencyjny (grupa 1.).

Atomowi węgla brakuje 4 elektronów, aby uzyskać oktet elektronowy (8 elektronów). Atomowi wodoru brakuje 1 elektronu, aby uzyskać dublet elektronowy (2 elektrony). W czasie tworzenia wiązań atom węgla utworzy z każdym z atomów wodoru po jednej wspólnej parze elektronowej. Są to **wiązania kowalencyjne**, słabo spolaryzowane ($\Delta E_{C-H} = 0,4$).

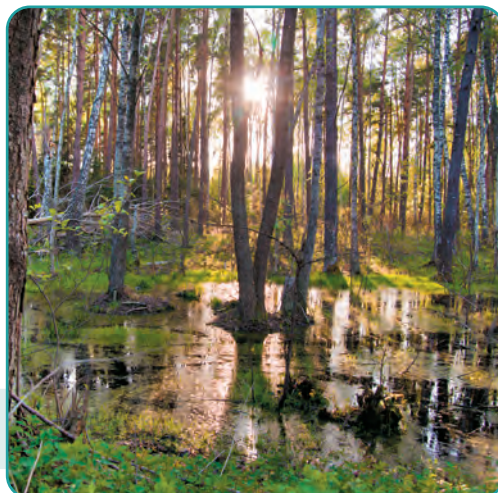


Model cząsteczki metanu

Źródła i właściwości metanu

Naturalnymi źródłami metanu są m.in. mokradła i bagna. Jednak metan wydziela się również podczas wydobycia i transportu ropy naftowej i węgla, a ponadto jest głównym składnikiem gazu ziemnego. Jego źródłem jest także chów przemysłowy zwierząt (głównie krów, owiec i trzody chlewnej) oraz rozkład materii organicznej na składowiskach odpadów (wysypiskach śmieci, kompostownikach). Metan jest gazem cieplarnianym – jego nadmierna emisja do atmosfery przyczynia się do wzrostu efektu cieplarnianego.

Mokradła i bagna odpowiadają mniej więcej za 20 % emisji metanu do atmosfery.



Właściwości metanu

fizyczne (25 °C, 1013 hPa)

- ▶ bezbarwny gaz
- ▶ bardzo słabo rozpuszczalny w wodzie
- ▶ o gęstości mniejszej od gęstości powietrza

chemiczne

- ▶ bez zapachu
- ▶ palny
- ▶ mało aktywny chemicznie

Gaz ziemny w warunkach 20 °C i 1013 hPa jest mieszaniną gazowych węglowodorów. Jego główny składnik to **metan** – gaz łatwopalny (zmieszany w odpowiednich proporcjach z powietrzem tworzy mieszaninę wybuchową) i bezwonny. Dystrybutorzy gazu ziemnego nawaniają go substancją o niemiłym zapachu, aby ludzki nos mógł wykryć jego ulatnianie. Zazwyczaj środkami nawaniającymi są związki organiczne siarki. W Polsce do nawaniania gazu ziemnego stosuje się prawie wyłącznie tetrahydrotiofen (THT). Gaz ziemny jest stosowany m.in. w produkcji energii cieplnej i elektrycznej oraz w syntezie wielu związków chemicznych, np. amoniaku, z którego produkuje się nawozy mineralne. Sprężony gaz ziemny jest paliwem w silnikach spalinowych, np. samochodów i autobusów.



Spalanie gazu ziemnego

Doświadczenie 1

Badanie palności metanu i identyfikacja produktów jego spalania



Problem badawczy:

Jakie produkty powstaną podczas spalania metanu?

Sprzęt:

waga, naczynko wagowe, 2 zlewki, tyżeczka, bagietka, lejek, 2 probówki, statyw z łapą, korek z rurką odprowadzającą, łuczywo, zapalarka, pipeta, korek

Hipoteza:

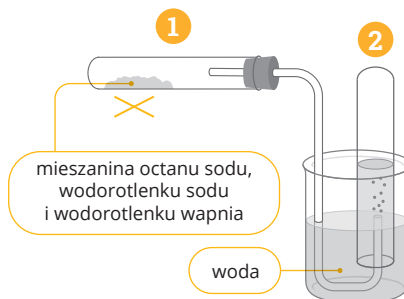
Podczas spalania metanu powstaną tlenek węgla(IV) i woda.

Odczynniki:

octan sodu, wodorotlenek sodu, wodorotlenek wapnia, woda, woda wapienna

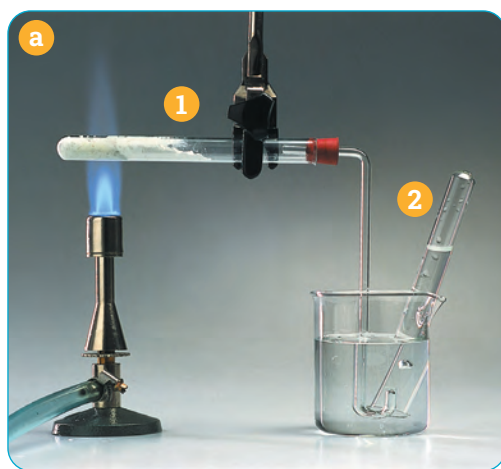
Wykonanie:

Do zlewki wsyp po 2 g: octanu sodu, wodorotlenku sodu i wodorotlenku wapnia. Sporządzoną mieszaninę przesyp do probówki 1. Probówkę zamknij korkiem z rurką odprowadzającą. Drugi koniec rurki włóż do probówki 2 wypełnionej wodą i umieść ją do góry dnem w zlewce z wodą (a). Gdy probówka 2 wypełni się gazem, ostrożnie wyjmij ją ze zlewki. Do jej wylotu zbliż zapalone łuczywo (b). Następnie do probówki z gazem wlej ok. 2 cm³ wody wapiennej, zamknij ją korkiem i wstrząśnij (c).



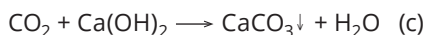
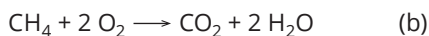
Obserwacje:

W probówce 1 intensywnie wydzielają się pęcherzyki bezbarwnego gazu, które wypychają wodę z probówki 2 (a). Po zbliżeniu zapalonego łuczywa do wylotu probówki 2 pojawił się jasnoniebieski płomień, a na ściankach naczynia widać było krople bezbarwnej cieczy (b). Woda wapienna zmętniała (c).



Wnioski:

Ogrzewanie mieszaniny powoduje wydzielanie się metanu – bezbarwnego gazu (a). Podczas próby palności metan się spala (b), w wyniku czego powstają tlenek węgla(IV) – gaz powodujący zmętnienie wody wapiennej (c) – i woda (krople bezbarwnej cieczy na ściankach probówki). Reakcje w probówce 2 zachodzą zgodnie z równaniami:



Weryfikacja hipotezy: Hipoteza została potwierdzona.

Reakcje spalania alkanów

Gdy korzystasz z kuchenki gazowej, np. podczas gotowania ulubionej potrawy, alkany ulegają reakcjom spalania. Produkty tych reakcji są uzależnione od dostępu tlenu.



Uwaga! Tlenek węgla(II), potocznie zwany czadem, jest silnie toksyczny. Ten bezbarwny i bezwonny gaz jest trudny do wykrycia. Czad szybciej niż tlen wiąże się z hemoglobiną krwi. To powoduje niedotlenienie organizmu, co dalej prowadzi do zatrucia, a nawet zgonu. Z tego powodu w pomieszczeniach z piecykami gazowymi, kuchenkami i w kotłowniach należy zamontować czujnik czadu.



Czujnik czadu wykrywa nawet śladowe ilości tlenu węgla(II).

Przykład 2

Reakcja spalania całkowitego alkanów

W przypadku braku dostępu do sieci gazowej gospodarstwa domowe lub turyści korzystają z butli zawierających mieszaninę propanu i butanu albo sam propan.

Napiszmy i uzgodnimy równanie reakcji całkowitego spalania propanu.

Krok 1	Zapisujemy słownie przebieg reakcji całkowitego spalania propanu.	propan + tlen $\longrightarrow$ tlenek węgla(IV) + woda
Krok 2	Nazwy pierwiastków i związków chemicznych zamieniamy na wzory.	$C_3H_8 + O_2 \longrightarrow CO_2 + H_2O$

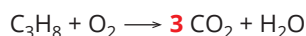




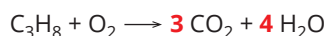
Krok 3

Uzgadniamy równanie reakcji.

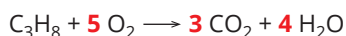
- ▶ Liczba atomów **węgla** po obu stronach równania się nie zgadza. Po lewej stronie są 3 atomy węgla, a po prawej 1. Przed wzorem CO_2 wpisujemy **3**.



- ▶ Liczba atomów **wodoru** po obu stronach równania się nie zgadza. Po lewej stronie jest 8 atomów wodoru, a po prawej 2. Przed wzorem H_2O wpisujemy **4**.



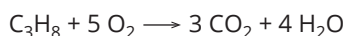
- ▶ Liczba atomów **tlenu** po obu stronach równania się nie zgadza. Po lewej stronie są 2 atomy tlenu, a po prawej 10. Przed wzorem O_2 wpisujemy **5**.



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

Krok 4

Zapisujemy uzgodnione równanie reakcji.



Przykład 3



Reakcje spalania niecałkowitego alkanów

Napiszmy i uzgodnijmy równania reakcji niecałkowitego spalania propanu.

Krok 1

Zapisujemy słownie przebieg obu reakcji niecałkowitego spalania propanu.

a propan + tlen $\longrightarrow$ tlenek węgla(II) + woda

b propan + tlen $\longrightarrow$ węgiel + woda

Krok 2

Nazwy substratów i produktów zamieniamy na wzory lub symbole.

a $\text{C}_3\text{H}_8 + \text{O}_2 \longrightarrow \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$

b $\text{C}_3\text{H}_8 + \text{O}_2 \longrightarrow \text{C} + \text{H}_2\text{O}$





Krok 3

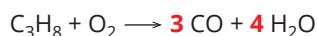
Uzgadniamy
równania reakcji.

a

- Liczba atomów **węgla** po obu stronach równania się nie zgadza. Przed wzorem CO wpisujemy **3**.



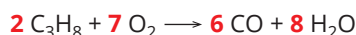
- Liczba atomów **wodoru** po obu stronach równania się nie zgadza. Przed wzorem H_2O wpisujemy **4**.



- Liczba atomów **tłenu** po obu stronach równania się nie zgadza. Po lewej stronie są 2 atomy tlenu, a po prawej 7. Liczba 2 jest parzysta, a liczba 7 jest nieparzysta. Aby liczba atomów tlenu została uzgodniona, współczynniki stechiometryczne przy propanie, tlenku węgla(II) i wodzie mnożymy przez 2.



- Teraz po lewej stronie równania są 2 atomy tlenu, a po prawej 14. Przed wzorem O_2 wpisujemy **7**.

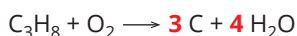


b

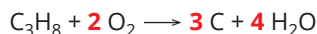
- Liczba atomów **węgla** po obu stronach równania się nie zgadza. Przed symbolem C wpisujemy **3**.



- Liczba atomów **wodoru** po obu stronach równania się nie zgadza. Przed wzorem H_2O wpisujemy **4**.



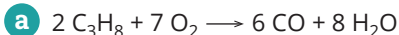
- Liczba atomów **tłenu** po obu stronach równania się nie zgadza. Przed wzorem O_2 wpisujemy **2**.



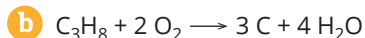
Krok 4

Zapisujemy
uzgodnione
równania reakcji.

a



b



Zastosowania alkanów



Są składnikami paliw (LPG, benzyna, olej napędowy).



Reakcje spalania alkanów są źródłem energii cieplnej w piecach i kuchenkach gazowych.

Alkany



Są gazami nośnymi w dezodorantach i gazami spieniającymi w piankach do golenia.



Alkany o długich łańcuchach węglowych, m.in. parafiny, wazeliny, są składnikami kosmetyków, np. pomadek do ust.

A to ciekawe!

Lampę górniczą skonstruował Anglik, **Humphry Davy** [hamfri dejwi]. Pierwszy test lampy odbył się w 1816 r. w kopalni Hebburn Colliery [hebern kolieri] w Wielkiej Brytanii. Gęstość metanu jest mniejsza od gęstości powietrza, dlatego gaz ten gromadzi się pod stropem tuneli kopalni. Z tego powodu lampę Davy'ego wieszano wysoko. Jeżeli w powietrzu znajdował się metan, płomień się wydłużał (w wyniku ograniczonego dostępu tlenu), a jego barwa stawała się coraz bardziej niebieska (w wyniku spalania metanu). Płomień w lampie otaczała siatka, która pochłaniała ciepło i zapobiegała nagłemu zapaleniu się gazów w otoczeniu lampy. Obecnie w kopalniach stosuje się elektroniczne czujniki metanu.

Notatki Davy'ego dotyczące bezpieczeństwa używania lampy górniczej



Zapamiętaj! To ważne!

Alkany (węglowodory nasycone)

Węglowodory, w których cząsteczkach występują **tylko wiązania pojedyn-
cze** między atomami węgla. Wzór
ogólny alkanów to C_nH_{2n+2} . Alkany
tworzą **szereg homologiczny**.

Właściwości alkanów (25 °C, 1013 hPa)

- ▶ Wraz ze wzrostem długości łańcucha wę-
glowego alkanów rosną ich gęstość i tem-
peratura wrzenia, a temperatura topnie-
nia najpierw maleje, a od butanu rośnie.
- ▶ Alkany mające: do 4 atomów węgla w czą-
steczce to gazy, od 5 do 17 – to ciecze,
a od 18 – to ciała stałe.

Reakcje spalania alkanów

- ▶ spalanie całkowite (przy nieograniczonym dostępie tlenu):
alkan + tlen $\rightarrow$ tlenek węgla(IV) + woda
- ▶ spalanie niecałkowite (przy ograniczonym dostępie tlenu):
alkan + tlen $\rightarrow$ tlenek węgla(II) + woda lub alkan + tlen $\rightarrow$ węgiel + woda

Sprawdź się!

1. Przedstaw wzory: sumaryczny i półstrukturalny (grupowy) alkanu, który w cząsteczce ma:
a) 5 atomów węgla, **b)** 8 atomów węgla, **c)** 10 atomów węgla.
2. Oblicz zawartość procentową (% masowy) pierwiastków w metanie.
3. Przedstaw równania reakcji spalania całkowitego i niecałkowitego:
a) metanu, **b)** etanu, **c)** propanu, **d)** pentanu.
4. Wyjaśnij, w jaki sposób dostęp tlenu wpływa na produkty reakcji spalania alkanów.
5. Oblicz, ile kilogramów metanu jest w 5 m³ mieszaniny metanu z powietrzem o $t = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$, w której zawartość procentowa tego alkanu wynosi 2,5 %. Gęstość metanu w tych warunkach wynosi 0,657 kg/m³. Wynik podaj z dokładnością do trzeciego miejsca po przecinku.
6. Przedstaw wzory sumaryczne i półstrukturalne (grupowe) alkanów o nazwach heptadekan i oktadekan, jeżeli wiesz, że z greckiego *deka* oznacza dziesięć.

11.3 Węglowodory nienasycone – alkeny i alkiny



Z pewnością zdarzyło ci się kiedyś kupić jabłka zapakowane w zamknięty worek foliowy. Podczas otwierania takiego worka można poczuć słodkawy zapach. **Tak pachnie eten, węglowodór nienasycony – gazowy hormon roślinny, m.in. regulujący dojrzewanie owoców.**

Wzory sumaryczne alkenów

Alkeny należą do **węglowodórów nienasyconych**, czyli takich, w których cząsteczkach między atomami węgla jest co najmniej jedno wiązanie wielokrotne.



Alkeny to związki organiczne, w których cząsteczkach występuje jedno wiązanie podwójne między atomami węgla; pozostałe wiązania są pojedyncze.

Wzór ogólny alkenów to C_nH_{2n} , gdzie n to liczba atomów węgla i $n \geq 2$.

Wszystkie cząsteczki alkenów mają dwa razy więcej atomów wodoru niż węgla. Alkeny, podobnie jak alkany, tworzą szereg homologiczny.

Przykład 1

Ustalanie wzoru sumarycznego alkenu

Ustalmy wzór sumaryczny alkenu, który w cząsteczce ma 3 atomy węgla.

Krok 1	Zapisujemy wzór ogólny alkenów.	C_nH_{2n}
Krok 2	Za n podstawiamy 3.	$C_3H_{2 \cdot 3}$
Krok 3	Wykonujemy obliczenie i podajemy wzór sumaryczny.	C_3H_6

Nazwy alkenów

Nazwy alkenów tworzy się od nazw alkanów. Przyrostek -an zmienia się na przyrostek **-en**, np. **eten**, **propen**. W nazwach alkenów mających w cząsteczce co najmniej 4 atomy węgla podaje się liczbę (zwaną **lokantem**) wskazującą atom węgla, przy którym znajduje się wiązanie podwójne. Atomy węgla w łańcuchu węglowym numeruje się od tego końca, bliżej którego znajduje się wiązanie wielokrotne. W rezultacie lokant w nazwie ma jak najmniejszą wartość; zapisuje się go tuż przed przyrostkiem -en, np. but-**1-en**, but-**2-en**.

Wzory strukturalne i półstrukturalne alkenów

Cząsteczki alkenów zawierają wiązanie podwójne między atomami węgla, dlatego szereg homologiczny tych węglowodorów zaczyna się od alkenu z dwoma atomami węgla, tj. etenu.

Nazwy i wzory alkenów do 5 atomów węgla w cząsteczce

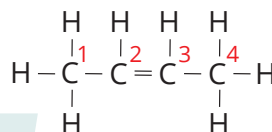
Nazwa	Wzór sumaryczny	Wzór strukturalny	Wzór półstrukturalny (grupowy)
eten (nazwa zwyczajowa: etylen)	C_2H_4	$\begin{array}{c} H & & H \\ & \diagdown & / \\ & C = C \\ & / & \diagdown \\ H & & H \end{array}$	$CH_2=CH_2$
propen	C_3H_6	$\begin{array}{c} & & H \\ & & \\ H & & C - C - H \\ & / & \\ & C = & H \\ & / & \\ H & & \end{array}$	$CH_2=CH-CH_3$
but-1-en	C_4H_8	$\begin{array}{c} & H & H & H \\ & & & \\ H & & C^1 = C^2 - C^3 - C^4 - H \\ & / & & \\ & C = & H & H \\ & / & & \\ H & & & \end{array}$	$CH_2=CH-CH_2-CH_3$
pent-1-en	C_5H_{10}	$\begin{array}{c} & H & H & H & H \\ & & & & \\ H & & C^1 = C^2 - C^3 - C^4 - C^5 - H \\ & / & & & \\ & C = & H & H & H \\ & / & & & \\ H & & & & \end{array}$	$CH_2=CH-CH_2-CH_2-CH_3$ lub $CH_2=CH-[CH_2]_2-CH_3$

Budowa cząsteczek dwóch początkowych alkenów – etenu i propenu – jest jednoznaczna. Budowa cząsteczek kolejnych alkenów może być różna, mimo że będą miały taki sam skład chemiczny.



Zjawisko występowania związków chemicznych o tym samym składzie chemicznym (czyli mających taki sam wzór sumaryczny), lecz różniących się budową (czyli mających różne wzory strukturalne), nazywa się **izomerią**, a takie związki – **izomerami**.

Na przykład alken o wzorze sumarycznym C_4H_8 ma m.in. dwa izomery nierozgałęzione, różniące się położeniem wiązania wielokrotnego – podwójnego (tzw. **izomeria położenia wiązania wielokrotnego**): but-1-en i but-2-en.



Wzór but-2-enu

Wzory sumaryczne alkinów

Alkiny, podobnie jak alkeny, są węglowodorami nienasyconymi tworzącymi szereg homologiczny.



Alkiny to związki organiczne, w których cząsteczkach występuje jedno wiązanie potrójne między atomami węgla; pozostałe wiązania są pojedyncze.

Wzór ogólny alkinów to C_nH_{2n-2} , gdzie n to liczba atomów węgla i $n \geq 2$.

Przykład 2

Ustalanie wzoru sumarycznego alkinu

Ustalmy wzór sumaryczny alkinu, który w cząsteczce ma 8 atomów węgla.

Krok 1	Zapisujemy wzór ogólny alkinów.	C_nH_{2n-2}
Krok 2	Za n podstawiamy 8.	$C_8H_{2 \cdot 8 - 2}$
Krok 3	Wykonujemy obliczenie i podajemy wzór sumaryczny.	C_8H_{14}

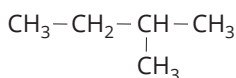
A to ciekawe!

Węglowodory można podzielić ze względu na kształt łańcucha węglowego w cząsteczce.

Węglowodory nierozgałęzione mają proste łańcuchy węglowe.
Przykład: pentan



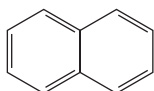
Węglowodory rozgałęzione mają boczne odgałęzienia w łańcuchu.
Przykład: 2-metylobutan



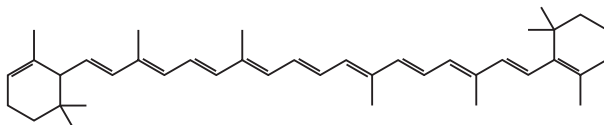
Węglowodory cykliczne mają formę pierścienia.
Przykład: cyklopentan



Węglowodory policykliczne (gr. *poli* – wiele) mają co najmniej dwa pierścienie połączone wspólnymi atomami węgla. Przykład: naftalen



Węglowodory mieszane są połączeniem różnych kombinacji. Występują w nich pierścienie, proste łańcuchy węglowe i boczne odgałęzienia w łańcuchu. Przykład: α -karoten



Nazwy alkinów

Nazwy alkinów tworzy się od nazw alkanów. Przyrostek **-an** zamienia się na przyrostek **-yn**, np. **etyn**, **propyn**. W nazwach alkinów mających w cząsteczce co najmniej 4 atomy węgla tuż przed przyrostkiem **-yn** zapisuje się liczbę określającą atom węgla, przy którym znajduje się wiązanie potrójne, np. **but-1-yn**, **but-2-yn**. Atomy węgla w łańcuchu węglowym, numeruje się od tego końca, bliżej którego znajduje się wiązanie potrójne.

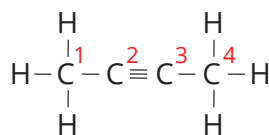
Wzory strukturalne i półstrukturalne alkinów

W szeregu homologicznym alkinów, tak jak w szeregu homologicznym alkenów, nie ma węglowodoru zawierającego jeden atom węgla w cząsteczce. Szereg homologiczny tych węglowodorów zaczyna się od alkinu z dwoma atomami węgla, tj. etynu.

Nazwy i wzory alkinów do 5 atomów węgla w cząsteczce

Nazwa	Wzór sumaryczny	Wzór strukturalny	Wzór półstrukturalny (grupowy)
etyn (nazwa zwyczajowa: acetylen)	C_2H_2	$H-C \equiv C-H$	$CH \equiv CH$
propyn	C_3H_4	$ \begin{array}{c} H \\ \\ H-C \equiv C-C-H \\ \\ H \end{array} $	$CH \equiv C-CH_3$
but-1-yn	C_4H_6	$ \begin{array}{c} H \quad H \\ \quad \\ H-C^1 \equiv C^2-C^3-C^4-H \\ \quad \\ H \quad H \end{array} $	$CH \equiv C-CH_2-CH_3$
pent-1-yn	C_5H_8	$ \begin{array}{c} H \quad H \quad H \\ \quad \quad \\ H-C^1 \equiv C^2-C^3-C^4-C^5-H \\ \quad \quad \\ H \quad H \quad H \end{array} $	$CH \equiv C-CH_2-CH_2-CH_3$ lub $CH \equiv C-[CH_2]_2-CH_3$

Podobnie jak w alkenach, budowa cząsteczek dwóch początkowych alkinów – etynu i propynu – jest jednoznaczna, natomiast budowa kolejnych cząsteczek alkinów może być różna, mimo takiego samego wzoru sumarycznego. Na przykład alkin o wzorze sumarycznym C_4H_6 występuje m.in. w postaci dwóch izomerów nierozgałęzionych, różniących się położeniem wiązania wielokrotnego – potrójnego: **but-1-ynu** i **but-2-ynu**.



Wzór but-2-ynu

Przykład 3

Ustalanie wzorów półstrukturalnych alkinów

Przedstawmy wzory półstrukturalne wszystkich nierozgałęzionych izomerów alkinu, który w cząsteczce ma 6 atomów węgla. Nazwijmy te izomery. Ile izomerów nierozgałęzionych ma ten alkin?

Krok 1	Ustalamy wzór sumaryczny alkinu.	$C_nH_{2n-2} \Rightarrow C_6H_{2 \cdot 6 - 2} \Rightarrow C_6H_{10}$
Krok 2	Rysujemy łańcuch 6 atomów węgla.	$\begin{array}{cccccc} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 \\ C & - & C & - & C & - & C & - & C & - & C \end{array}$
Krok 3	Przedstawiamy wzory półstrukturalne (grupowe) wszystkich izomerów. Nadajemy nazwy tym izomerom.	a Zaznaczamy wiązanie potrójne między 1. a 2. atomem węgla $\begin{array}{cccccc} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 \\ C & \equiv & C & - & C & - & C & - & C \end{array}$ i dopisujemy odpowiednią liczbę symboli wodoru tuż przy symbolach węgla. $\begin{array}{cccccc} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 \\ CH & \equiv & C & - & CH_2 & - & CH_2 & - & CH_3 \end{array}$ heks-1-yn
		b Zaznaczamy wiązanie potrójne między 2. a 3. atomem węgla $\begin{array}{cccccc} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 \\ C & - & C & \equiv & C & - & C & - & C \end{array}$ i dopisujemy odpowiednią liczbę symboli wodoru. $\begin{array}{cccccc} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 \\ CH_3 & - & C & \equiv & C & - & CH_2 & - & CH_2 & - & CH_3 \end{array}$ heks-2-yn
		c Zaznaczamy wiązanie potrójne między 3. a 4. atomem węgla $\begin{array}{cccccc} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 \\ C & - & C & - & C & \equiv & C & - & C \end{array}$ i dopisujemy odpowiednią liczbę symboli wodoru. $\begin{array}{cccccc} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 \\ CH_3 & - & CH_2 & - & C & \equiv & C & - & CH_2 & - & CH_3 \end{array}$ heks-3-yn

Odpowiedź: Alkin o 6 atomach węgla w cząsteczce ma 3 izomery nierozgałęzione.

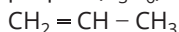
Zapamiętaj! To ważne!

Węglowodory nienasycone

alkeny (C_nH_{2n})

w ich cząsteczkach jest **jedno wiązanie podwójne** między atomami węgla

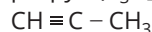
np. propen (C_3H_6)



alkiny (C_nH_{2n-2})

w ich cząsteczkach jest **jedno wiązanie potrójne** między atomami węgla

np. propyn (C_3H_4)



Sprawdź się!

1. Podaj wzór sumaryczny:

- a) alkenu mającego w cząsteczce 3 atomy węgla,
- b) alkenu mającego w cząsteczce 12 atomów węgla,
- c) alkinu mającego w cząsteczce 7 atomów węgla,
- d) alkinu mającego w cząsteczce 8 atomów węgla.

2. Przedstaw wzory strukturalne i półstrukturalne (grupowe) wszystkich nierozgałęzionych izomerów alkenu zawierającego 6 atomów węgla w cząsteczce.

3. Oblicz masę cząsteczkową alkinu o wzorze $C_{10}H_{18}$.

4. Oblicz zawartość procentową (% masowy) wodoru w okt-1-enie o wzorze C_8H_{16} . Wynik podaj z dokładnością do pierwszego miejsca po przecinku. Do której grupy węglowodorów go zaliczysz?



5. W dostępnych źródłach informacji zapoznaj się z zasadami nazywania i przedstawiania wzorów półstrukturalnych (grupowych) węglowodorów o rozgałęzionych łańcuchach węglowych w cząsteczkach. Następnie przedstaw wzory półstrukturalne (grupowe):

- a) 2-metylobutanu,
- b) 2-metylopropenu,
- c) 4-metylopent-2-ynu.

11.4 Właściwości i zastosowania węglowodorów nienasyconych



W 1862 r. Friedrich Wöhler odkrył węglík wapnia (karbid). Ponadto zauważył, że zmieszanie tej substancji z wodą powoduje wydzielanie się gazu spalającego się jasnym płomieniem – etynu (acetylenu). **To odkrycie znalazło zastosowanie w produkcji lamp acetylenowych, tzw. karbidówek (zdjęcie obok), w których acetylen był wytwarzany, a następnie spalany. Karbidówki dawały jasne światło, dlatego używano ich m.in. do oświetlania ulic.**

Właściwości najprostszých węglowodorów nienasyconych

Najprostszymi węglowodorami nienasyconymi mającymi w cząsteczce jedno wiązanie podwójne albo jedno wiązanie potrójne są odpowiednio **eten** (alken) oraz **etyn** (alkin).

Właściwości etenu (etylenu)	Właściwości etynu (acetylenu)
fizyczne (25 °C, 1013 hPa)	
▶ bezbarwny gaz ▶ słabo rozpuszczalny w wodzie (możliwe zbieranie nad wodą) ▶ o gęstości mniejszej od gęstości powietrza	▶ bezbarwny gaz ▶ słabo rozpuszczalny w wodzie (możliwe zbieranie nad wodą) ▶ o gęstości mniejszej od gęstości powietrza
chemiczne	
▶ słodkawy zapach ▶ palny ▶ aktywny chemicznie	▶ bez zapachu ▶ palny ▶ aktywny chemicznie

Uwaga! Acetylen jest skrajnie łatwopalnym gazem – zawartość ok. 2–3 % objętościowych tego gazu w powietrzu stwarza **zagrożenie wybuchem**. Osoby narażone na wdychanie acetylenu mogą odczuwać bóle głowy, nudności, zaburzenia świadomości, a nawet się udusić. Z tego powodu do celów przemysłowych acetylen zanieczyszcza się związkami siarki i fosforu, które nadają mu nieprzyjemny zapach. Dzięki temu łatwo stwierdzić, że doszło do wycieku acetylenu.

Reakcje spalania etenu i etynu

Węglowodory nienasycone, podobnie jak węglowodory nasycone, w zależności od dostępu tlenu ulegają reakcjom spalania całkowitego lub niecałkowitego.

Równania reakcji spalania etenu i etynu

Spalanie całkowite	
etenu	etynu
$\text{C}_2\text{H}_4 + 3 \text{O}_2 \longrightarrow 2 \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$	$2 \text{C}_2\text{H}_2 + 5 \text{O}_2 \longrightarrow 4 \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$
Spalanie niecałkowite	
etenu	etynu
$\text{C}_2\text{H}_4 + 2 \text{O}_2 \longrightarrow 2 \text{CO} + 2 \text{H}_2\text{O}$	$2 \text{C}_2\text{H}_2 + 3 \text{O}_2 \longrightarrow 4 \text{CO} + 2 \text{H}_2\text{O}$
$\text{C}_2\text{H}_4 + \text{O}_2 \longrightarrow 2 \text{C} + 2 \text{H}_2\text{O}$	$2 \text{C}_2\text{H}_2 + \text{O}_2 \longrightarrow 4 \text{C} + 2 \text{H}_2\text{O}$

A to ciekawe!

Karbidówki składały się z dwóch zbiorników umieszczonych jeden nad drugim. Woda z górnego zbiornika kapiała na karbid w dolnym. Z dolnego zbiornika wychodziła rurka zakończona palnikiem. Taka konstrukcja sprawiała, że acetylen, który wytwarzał się zgodnie z równaniem reakcji $\text{CaC}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{C}_2\text{H}_2 + \text{Ca(OH)}_2$, mógł się od razu spalać. W czasie spalania acetyleny powstaje jasny i świecący płomień, dlatego te lampy były wykorzystywane w kopalniach, na kolei, jako reflektory rowerowe, motocyklowe i samochodowe, a nawet do oświetlania ulic do czasu rozpowszechnienia się oświetlenia elektrycznego.



Karbidówki były powszechnie stosowane do oświetlania kopalń.

Przyłączenie (addycja)

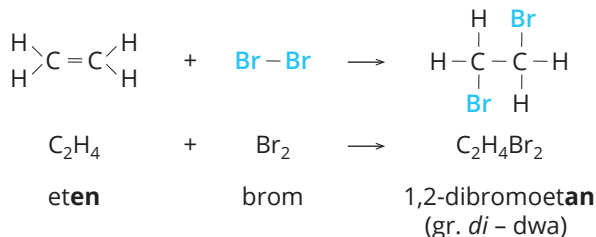
Węglowodory nienasycone ulegają reakcji przyłączenia (addycji; łac. *additio* – dodawanie) m.in. bromu lub wodoru. Ta reakcja jest charakterystyczna dla nienasyconych związków organicznych i pozwala je wykrywać.



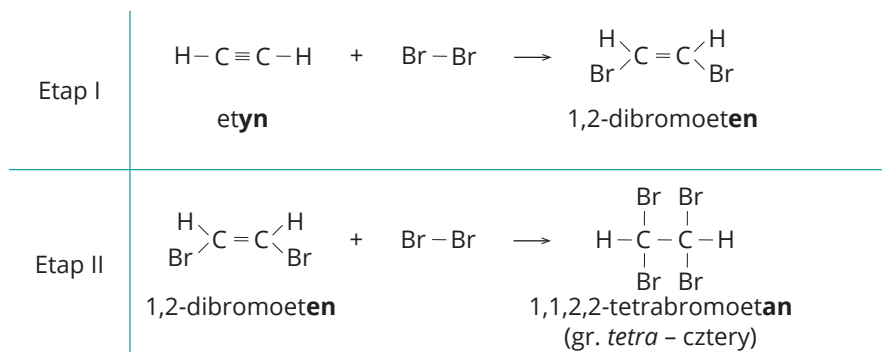
Przyłączenie (addycja) polega na pękaniu wiązania wielokrotnego między atomami węgla i przyłączeniu do nich atomów innych pierwiastków, np. fluoru, chloru, bromu, wodoru. W efekcie powstaje związek nasycony.

Reakcje przyłączenia bromu

Reakcja przyłączenia bromu do etenu

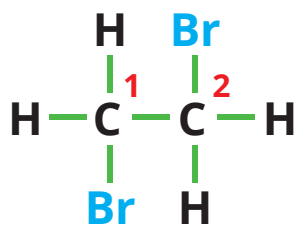


Reakcja przyłączenia bromu do etynu przebiega dwuetapowo.



Ten proces można przedstawić równaniem: $\text{C}_2\text{H}_2 + 2 \text{Br}_2 \longrightarrow \text{C}_2\text{H}_2\text{Br}_4$

Nazywanie produktów reakcji przyłączenia



Lokanty **1** i **2** wskazują położenie atomów bromu w łańcuchu węglowym cząsteczki.

1,2-dibromoetan

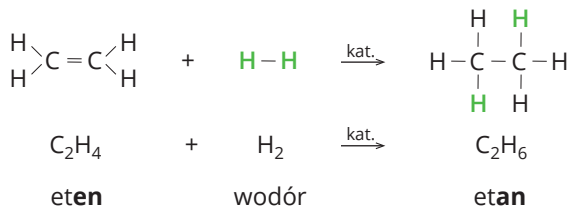
Przedrostek **di-** informuje, że cząsteczka zawiera dwa atomy bromu.

Przyrostek **-an** informuje, że jest to związek nasycony (alkan) – między atomami węgla w cząsteczce są wyłącznie wiązania pojedyncze.

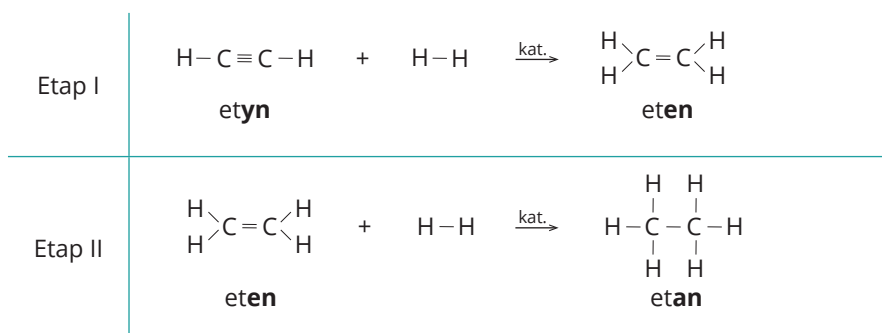
Reakcja przyłączenia wodoru do węglowodorów nienasyconych – **uwodornienie** – przebiega w obecności katalizatora. Końcowym produktem tej reakcji jest węglowódor nasycony – alkan.

Reakcje przyłączenia wodoru

Reakcja przyłączenia wodoru do etenu



Reakcja przyłączenia wodoru do etynu przebiega również dwuetapowo.



Ten proces można przedstawić równaniem: $\text{C}_2\text{H}_2 + 2 \text{H}_2 \xrightarrow{\text{kat.}} \text{C}_2\text{H}_6$

Polimeryzacja

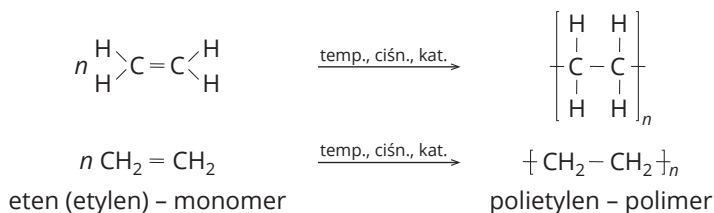
Ze względu na obecność wiązań wielokrotnych w cząsteczkach węglowodorów nienasyconych mogą one łączyć się ze sobą w długie łańcuchy.



Polimeryzacja to reakcja polegająca na łączeniu się wielu cząsteczek związku nienasyconego (tzw. **monomerów**; gr. *mono* – jeden) w związek wielkocząsteczkowy (tzw. **polimer**; gr. *poli* – wiele).

Polimeryzacja etenu

Zachodzi w warunkach podwyższonej temperatury i zwiększonego ciśnienia oraz w obecności katalizatora.



Zastosowania etenu i etynu



Jest przetwarzany w polietylen (PE), stosowany w produkcji m.in. reklamówek i worków foliowych oraz plastikowych butelek i pojemników.



W rolnictwie stosuje się go do przyspieszania procesu dojrzewania owoców.

Eten



Jest substratem do otrzymywania związków stosowanych w produkcji kauczuków i lakierów.



Jest surowcem do produkcji poli(chlorku winylu) (PVC), z którego wytwarzane są m.in. ramy okienne.

Etyn



Płomień powstający podczas spalania etynu ma temperaturę ok. 3100 °C, dlatego ten alkin jest stosowany w palnikach acetylenowo-tlenowych do cięcia i spawania metali.



Jest substratem do otrzymywania związków stosowanych w produkcji lekkiej i sprężystej pianki EVA, z której wytwarza się m.in. podeszwy obuwia sportowego, kalosze i klapki.

Zapamiętaj! To ważne!

Eten (w 25 °C, 1013 hPa)

To bezbarwny gaz o **słodkawym zapachu**. Jest palny. Bardzo słabo rozpuszcza się w wodzie. Jego gęstość jest mniejsza od gęstości powietrza. Jest aktywny chemicznie – ulega m.in. reakcjom spalania, przyłączenia (addycji) i polimeryzacji.

Etyn (w 25 °C, 1013 hPa)

To bezbarwny i **bezwonny** gaz. Jest palny. Bardzo słabo rozpuszcza się w wodzie. Jego gęstość jest mniejsza od gęstości powietrza. Jest aktywny chemicznie – ulega m.in. reakcjom spalania i przyłączenia (addycji).

Przyłączenie (addycja)

Polega na **pękaniu wiązania wielokrotnego** między atomami węgla i **przyłączeniu do nich atomów innych pierwiastków**, np. bromu, wodoru.

Polimeryzacja

Polega na łączeniu się wielu cząsteczek (**monomerów**) w związek wielkocząsteczkowy (**polimer**).

Sprawdź się!

1. Przedstaw równania reakcji niecałkowitego spalania propenu.
2. Rozstrzygnij i uzasadnij, w jakim położeniu należy trzymać probówkę z etenem, aby ta substancja zbyt szybko nie opuściła naczynia: dnem do góry czy dnem do dołu. Odwołaj się do właściwości fizycznych etenu.
3. Przedstaw równanie reakcji spalania propynu przy nieograniczonym dostępie tlenu.
4. Rozstrzygnij i uzasadnij, w jakim położeniu należy trzymać probówkę z acetylenem, aby ta substancja zbyt szybko nie opuściła naczynia: dnem do góry czy dnem do dołu. Odwołaj się do właściwości fizycznych acetylenu.
5. Wyjaśnij, dlaczego zrezygnowano z używania lamp acetylenowych (karbidówek) w kopalniach. W odpowiedzi uwzględnij właściwości acetylenu.
6. W dostępnych źródłach informacji odszukaj, jakie tworzywa sztuczne są wytwarzane z etenu i etynu. Podaj po jednym zastosowaniu tych tworzyw w życiu codziennym.

11.5 Wykrywanie wiązania wielokrotnego



W specjalistycznych hurtowniach można kupić butle z tzw. gazami technicznymi, np. tlenem, metanem, acetylenem. Te butle są oznakowane – oprócz obowiązkowej etykiety produktu mają różne barwy, informujące o ich zawartości. Na przykład butla z tlenem jest niebieska, z metanem – szara, a z acetylenem – kasztanowoczerwona. **W laboratorium także można odróżnić od siebie gazy powstające w trakcie poszczególnych doświadczeń, np. metan od acetyleny.**

Otrzymywanie etenu i etynu

W laboratorium eten otrzymuje się w wyniku ogrzewania etanolu o wzorze C_2H_5OH (poznasz go w dziale XII); ten proces zachodzi z udziałem katalizatora, np. tlenku glinu. Natomiast etyn można otrzymać w reakcji węgliku wapnia (CaC_2) z wodą.

Węglowodory nienasycone w warunkach przemysłowych można uzyskać podczas przeróbki ropy naftowej.



Doświadczenie 1

Otrzymywanie etenu

Problem badawczy:

Który węglowodór powstanie podczas ogrzewania etanolu z tlenkiem glinu?

Sprzęt:

2 próbówki, pipeta, łyżeczka, statyw z łapą, korek z rurką odprowadzającą, krystalizator, 2 palniki, zapalarka

Hipoteza:

Podczas ogrzewania etanolu z tlenkiem glinu powstanie eten.

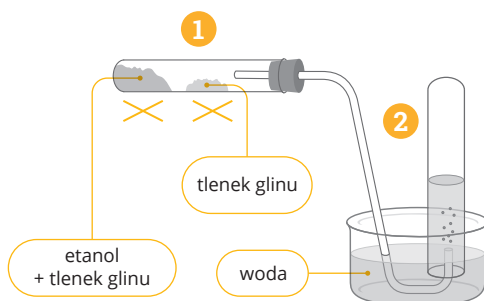
Odczynniki:

etanol o stężeniu 96 %, tlenek glinu, woda



Wykonanie:

Probówkę 1 z 2 cm³ etanolu i łyżeczką tlenku glinu umocuj w statywie w pozycji poziomej. Następnie w połowie wysokości tej probówki umieść kolejną łyżeczkę tlenku glinu. Wylot probówki zamknij korkiem z rurką odprowadzającą. Drugi koniec rurki włóż do probówki 2 wypełnionej wodą i umieść ją do góry dnem w krystalizatorze z wodą. Następnie probówkę 1 ogrzewaj: pierwszy palnik umieść pod mieszaniną etanolu i tlenku glinu, a drugi – pod czystym tlenkiem glinu.



Obserwacje:

Podczas ogrzewania zawartości probówki 1 wydzielały się pęcherzyki bezbarwnego gazu, które wypierały wodę z probówki 2.



Wnioski:

Podczas ogrzewania etanol rozkłada się, w wyniku czego powstaje m.in. eten. Reakcja w probówce 1 zachodzi zgodnie z równaniem:



Eten słabo rozpuszcza się w wodzie.

Weryfikacja hipotezy: Hipoteza została potwierdzona.

Doświadczenie 2

Otrzymywanie etynu



Problem badawczy:

Który węglowodór powstanie w wyniku reakcji węgliku wapnia z wodą?

Sprzęt:

statyw z łapą, kolba z boczną rurką odprowadzającą, łyżeczka, zlewka, bagietka, korek z osadzonym wkraplaczem, probówka, krystalizator

Wykonanie:

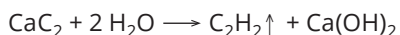
W kolbie umieść kilka kawałków węgliku wapnia i zamknij ją korkiem z wkraplaczem. Do wkraplacza wlej mieszaninę wody i etanolu w stosunku objętościowym 1 : 1 (reakcja będzie miała spokojniejszy przebieg). Koniec bocznej rurki odprowadzającej włóż do probówki wypełnionej wodą i umieść ją do góry dnem w krystalizatorze z wodą. Ostrożnie odkręć kranik, tak aby mieszanina wody i etanolu powoli kapała do kolby z karbidem.

Obserwacje:

Zawartość kolby intensywnie się spienia. Wydzielają się pęcherzyki bezbarwnego gazu, które wypierają wodę z probówki.

Wnioski:

W reakcji węgliku wapnia z wodą powstaje m.in. etyn. Reakcja w kolbie zachodzi zgodnie z równaniem:



Etyn słabo rozpuszcza się w wodzie.

Weryfikacja hipotezy:

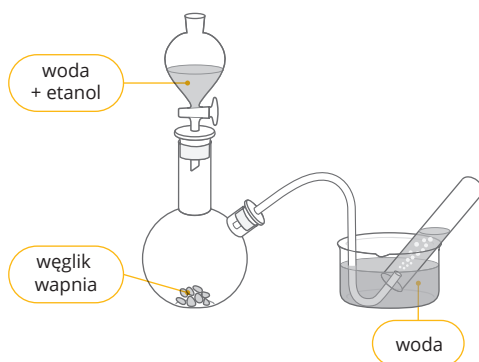
Hipoteza została potwierdzona.

Hipoteza:

W wyniku reakcji węgliku wapnia z wodą powstanie etyn.

Odczynniki:

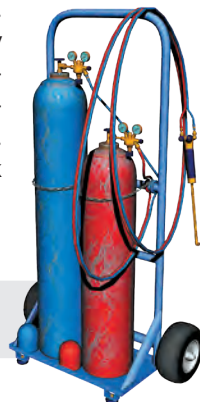
węglík wapnia (karbid), woda, etanol o stężeniu 96 %



A to ciekawe!

Etyn dobrze rozpuszcza się w rozpuszczalnikach niepolarnych, np. w acetonie. Dzięki tej właściwości może być bezpiecznie przechowywany w stalowych butlach (sprężanie samego etynu jest niebezpieczne – powoduje jego wybuch). Takie butle są wypełnione materiałem porowatym nasyconym acetonem, w którym jest rozpuszczony sprężony etyn. Gdy zawór butli zostanie otwarty, etyn się ulatnia – podobnie jak tlenek węgla(IV) po otwarciu butelki z napojem gazowanym.

Zestaw butli z palnikiem do spawania acetylenowo-tlenowego: w niebieskiej butli znajduje się tlen, a w kasztanowoczerwonej – etyn (acetylen).



Wykrywanie wiązania wielokrotnego

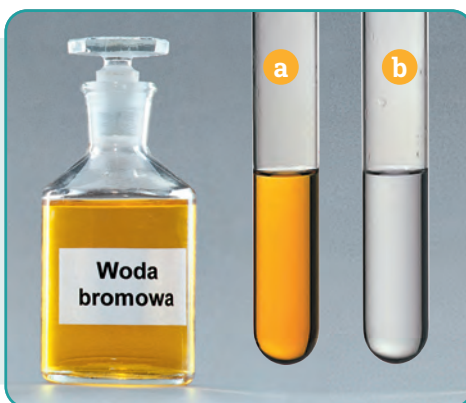
- ▶ Alkany są węglowodorami nasyconymi – ich cząsteczki mają wyłącznie pojedyncze wiązania między atomami węgla. Ta cecha budowy powoduje, że są one mało aktywne chemicznie.
- ▶ **Alkeny i alkiiny** są węglowodorami nienasyconymi – ich cząsteczki mają wiązanie wielokrotne między atomami węgla. Ta cecha budowy powoduje, że są one **aktywne chemicznie**. Podczas reakcji chemicznej wiązanie wielokrotne może zostać łatwo rozerwane, a do atomów węgla tworzących to wiązanie mogą zostać przyłączone atomy innych pierwiastków.



Obecność wiązania wielokrotnego w cząsteczkach węglowodorów nienasyconych **wpływa na ich aktywność chemiczną** i pozwala odróżniać je od węglowodorów nasyconych.

Woda bromowa

Do wykrywania nienasyconych związków organicznych służy m.in. **woda bromowa** – wodny roztwór bromu ($\text{Br}_{2(aq)}$). Pomarańczowa woda bromowa w obecności węglowodorów nasyconych się nie odbarwia (a), natomiast w obecności węglowodorów nienasyconych się odbarwia (b).



Wiązanie wielokrotne – wiązanie podwójne w cząsteczkach alkenów oraz wiązanie potrójne w cząsteczkach alkinów – można wykryć za pomocą wody bromowej.

Doświadczenie 3



Badanie wpływu etanu, etenu i etynu na wodę bromową

Problem badawczy:

Jaki wpływ na wodę bromową mają etan, eten i etyn?

Hipoteza:

Etan nie odbarwia wody bromowej; eten i etyn powodują jej odbarwienie.

Sprzęt:

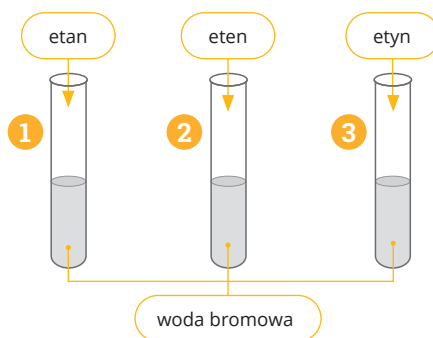
3 probówki, pipeta, 3 korki, statyw

Odczynniki:

woda bromowa, etan, eten, etyn

Wykonanie:

Do trzech probówek z wodą bromową wprowadź: do pierwszej – etan, do drugiej – eten, a do trzeciej – etyn. Każdą probówkę zamknij korkiem i wytrząśnij.



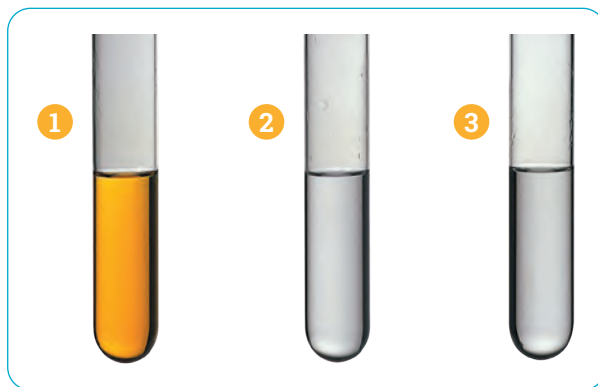
Obserwacje:

Zawartość probówki 1 miała barwę pomarańczową. Zawartości probówek 2 i 3 były bezbarwne.

Wnioski:

Etan to węglowodór nasycony – w jego cząsteczce między atomami węgla jest wiązanie pojedyncze. To związek mało aktywny chemicznie.

Eten i etyn to węglowodory nienasycone – w ich cząsteczkach między atomami węgla jest wiązanie wielokrotne. Ta cecha budowy sprawia, że te związki są aktywne chemicznie – pod ich wpływem pomarańczowa woda bromowa się odbarwia.



Weryfikacja hipotezy: Hipoteza została potwierdzona.

Zapamiętaj! To ważne!

Odróżnianie węglowodorów nienasyconych od nasyconych

Węglowodory nienasycone można odróżnić od węglowodorów nasyconych m.in. za pomocą **wody bromowej**. W obecności węglowodoru nienasyconego pomarańczowa woda bromowa się odbarwia.



Węglowodory nasycone (alkany)

W ich cząsteczkach między atomami węgla występują tylko wiązania pojedyncze, dlatego związki te **nie odbarwiają wody bromowej**.



Węglowodory nienasycone (alkeny i alkiny)

W ich cząsteczkach między atomami węgla występuje wiązanie wielokrotne – podwójne (alkeny) lub potrójne (alkiny) – dlatego związki te **odbarwiają wodę bromową**.

Sprawdź się!



1. Wyjaśnij, dlaczego eten i etyn mogą być zbierane nad wodą.
2. Podaj sposób, w jaki można odróżnić węglowódor nienasycony od nasyconego.
3. Przedstaw za pomocą wzorów strukturalnych równanie reakcji propenu z bromem. Podaj nazwę tej reakcji.
4. Oblicz zawartość procentową (% masowy) węgla w acetylenie. Wynik podaj z dokładnością do pierwszego miejsca po przecinku.
5. Zaprojektuj doświadczenie, dzięki któremu odróżnisz propen od propanu.
6. Na podstawie dostępnych źródeł informacji odpowiedz na pytanie: Czy w warunkach szkolnych można przeprowadzić doświadczenie, dzięki któremu odróżnisz eten od etynu? Uzasadnij swoją odpowiedź.



PODSUMOWANIE DZIAŁU XI

Węglowodory

Chemia organiczna

Dział chemii, który zajmuje się budową, właściwościami, otrzymywaniem i zastosowaniami **związków organicznych** – substancji złożonych, składających się z węgla czterowartościowego oraz wodoru, a czasem też innych pierwiastków.

Węglowodory

Najprostsze związki organiczne, zbudowane wyłącznie z węgla i wodoru.

Naturalne źródła węglowodorów

węgla kopalne

ropa naftowa

gaz ziemny

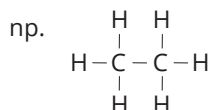
Węglowodory

węglowodory nasycone

węglowodory nienasycone

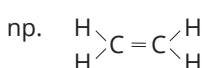
alkany (C_nH_{2n+2})

grupa związków chemicznych, w których cząsteczkach między atomami węgla są **tylko wiązania pojedyncze**,



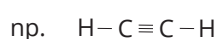
alkeny (C_nH_{2n})

grupa związków chemicznych, w których cząsteczkach między atomami węgla jest **jedno wiązanie podwójne**,



alkiny (C_nH_{2n-2})

grupa związków chemicznych, w których cząsteczkach między atomami węgla jest **jedno wiązanie potrójne**,



Szereg homologiczny

Szereg związków organicznych o podobnej budowie i właściwościach chemicznych, w którym każdy następny związek różni się od poprzedniego o grupę $-\text{CH}_2-$. Alkany, alkeny i alkiны tworzą szeregi homologiczne.

Nazwy i wzory sumaryczne węglowodorów do 5 atomów węgla w cząsteczce

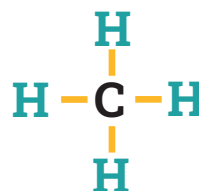
Liczba atomów węgla w cząsteczce	Nazwa i wzór alkanu	Nazwa i wzór alkenu		Nazwa i wzór alkinu	
1	metan CH_4	–		–	
2	etan C_2H_6	eten (etylen) C_2H_4		etyń (acetylen) C_2H_2	
3	propan C_3H_8	propen C_3H_6		propyn C_3H_4	
4	butan C_4H_{10}	but-1-en	but-2-en	but-1-yn	but-2-yn
		C_4H_8		C_4H_6	
5	pentan C_5H_{12}	pent-1-en	pent-2-en	pent-1-yn	pent-2-yn
		C_5H_{10}		C_5H_8	

Właściwości fizyczne alkanów (25 °C, 1013 hPa)

- ▶ Zmieniają się wraz ze wzrostem liczby atomów węgla w cząsteczce alkanu.
- ▶ Alkany zawierające: do 4 atomów węgla w cząsteczce to gazy, od 5 do 17 atomów węgla w cząsteczce to ciecze, a od 18 atomów węgla w cząsteczce to ciała stałe.
- ▶ Wraz ze wzrostem długości łańcucha węglowego rosną gęstość i temperatura wrzenia alkanów.
- ▶ Wraz ze wzrostem długości łańcucha węglowego temperatura topnienia alkanów najpierw maleje, a od butanu rośnie.
- ▶ Są bezbarwne.
- ▶ Nie rozpuszczają się w wodzie.

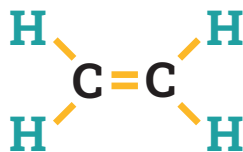
Właściwości metanu (25 °C, 1013 hPa)

- ▶ bezbarwny i bezwonny gaz
- ▶ bardzo słabo rozpuszczalny w wodzie
- ▶ o gęstości mniejszej od gęstości powietrza
- ▶ palny
- ▶ mało aktywny chemicznie (nie odbarwiający wody bromowej)



Właściwości etenu (etylenu) (25 °C, 1013 hPa)

- ▶ bezbarwny gaz o słodkawym zapachu
- ▶ słabo rozpuszczalny w wodzie
- ▶ o gęstości mniejszej od gęstości powietrza
- ▶ palny
- ▶ aktywny chemicznie (odbarwiający wodę bromową)



Właściwości etynu (acetylenu) (25 °C, 1013 hPa)

- ▶ bezbarwny i bezwonny gaz
- ▶ słabo rozpuszczalny w wodzie
- ▶ o gęstości mniejszej od gęstości powietrza
- ▶ palny
- ▶ aktywny chemicznie (odbarwiający wodę bromową)



Spalanie węglowodorów

spalanie całkowite

zachodzi przy **nieograniczonym dostępie tlenu**
węglowódor + tlen $\rightarrow$ tlenek węgla(IV) + woda

spalanie niecałkowite

zachodzi przy **ograniczonym dostępie tlenu**
węglowódor + tlen $\rightarrow$ tlenek węgla(II) + woda
lub
węglowódor + tlen $\rightarrow$ węgiel + woda

Przyłączenie (addycja)

Polega na pękaniu wiązania wielokrotnego między atomami węgla i przyłączaniu do nich atomów innych pierwiastków, np. fluoru, chloru, bromu, wodoru.

Polimeryzacja

Polega na łączeniu się wielu cząsteczek związku nienasyconego (tzw. monomerów) w związek wielkocząsteczkowy (tzw. polimer).



Odpowiedzi zapisz w zeszycie.

1. Wymień nazwy frakcji, które uzyskuje się podczas destylacji ropy naftowej.

2. Ustal wzór sumaryczny:
 - a) alkanu, który w cząsteczce ma 6 atomów węgla;
 - b) alkenu, który w cząsteczce ma 8 atomów węgla;
 - c) alkinu, który w cząsteczce ma 10 atomów węgla.

3. Przedstaw równania reakcji całkowitego i niecałkowitego spalania:
 - a) butanu,
 - b) butenu,
 - c) butynu.

4. Przedstaw wzory strukturalne i półstrukturalne (grupowe) propenu i propynu.

5. Przedstaw wzory półstrukturalne (grupowe) wszystkich izomerów alkinu zawierającego 5 atomów węgla w cząsteczce.

6. Oblicz skład procentowy (z dokładnością do pierwszego miejsca po przecinku) propanu, etenu i butynu. Uszereguj te węglowodory według wzrastającej zawartości procentowej węgla.

7. Wymień wspólne właściwości etenu i etynu.

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



1	W cząsteczkach węglowodorów nasyconych są tylko pojedyncze wiązania między atomami węgla, a w cząsteczkach węglowodorów nienasyconych jest co najmniej jedno wiązanie podwójne lub potrójne między atomami węgla.	P	F
2	Alkany, które mają od 1 do 5 atomów węgla w cząsteczce, w warunkach 25 °C i 1013 hPa są ciałami stałymi.	P	F
3	Alkeny i alkiny są aktywne chemicznie.	P	F
4	Wraz ze wzrostem długości łańcucha węglowego maleje temperatura wrzenia alkanów.	P	F
5	Wraz ze wzrostem długości łańcucha węglowego rośnie gęstość alkanów.	P	F

9. Oblicz, ile gramów waży $7,47 \text{ dm}^3$ etanu (20°C , 1013 hPa) o gęstości $1,34 \text{ g/dm}^3$. Wynik podaj z dokładnością do liczby całkowitej.



10. Oblicz, ile gramów tlenu jest potrzebne do całkowitego spalania 36 g metanu.

11. Oblicz, ile gramów metanu uległo spalaniu całkowitemu, jeżeli w reakcji użyto $3,50 \text{ dm}^3$ tlenu o gęstości $1,33 \text{ g/dm}^3$ (25°C , 1013 hPa). Wynik podaj z dokładnością do drugiego miejsca po przecinku.

12. Masa pewnego węglowodoru nasyconego jest równa 58 u . Ustal wzór sumaryczny tego węglowodoru.

13. Częsteczka pewnego węglowodoru nasyconego składa się z 5 atomów węgla i 12 atomów wodoru. W reakcji tego węglowodoru z $0,50 \text{ g}$ tlenu powstaje $1,76 \text{ g}$ tlenku węgla(IV) i $0,90 \text{ g}$ wody.

a) Ustal wzór sumaryczny tego węglowodoru.

b) Oblicz skład procentowy (z dokładnością do jedności) tego węglowodoru.

c) Przedstaw przebieg tej reakcji za pomocą równania.

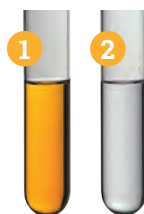
d) Oblicz, ile gramów tego węglowodoru wzięło udział w reakcji spalania całkowitego. Wynik podaj z dokładnością do drugiego miejsca po przecinku.



14. W dwóch probówkach znajdują się: w pierwszej but-1-en, a w drugiej but-2-yn. Do obu probówek wiano po 3 cm^3 wody bromowej. Zawartość obu probówek wytrząsnięto. Rozstrzygnij i uzasadnij, czy za pomocą wody bromowej można odróżnić but-1-en od but-2-ynu.

15. Zakwaszony fioletowy roztwór manganianu(VII) potasu można stosować do wykrywania wiązań wielokrotnych w cząsteczkach węglowodorów. Pod wpływem węglowodoru nienasyconego ten roztwór się odbarwia, natomiast węglowodor nasycony nie powoduje tej zmiany. Rozstrzygnij i uzasadnij, czy za pomocą zakwaszonego roztworu manganianu(VII) potasu można odróżnić eten od etanu.

16. W dwóch probówkach oznaczonych numerami 1 i 2 znajdują się etan i etyn. Aby zidentyfikować zawartości probówek, użyto wody bromowej. Barwy zawartości probówek po dodaniu wody bromowej przedstawiono na zdjęciu obok. Rozstrzygnij, w której probówce znajdował się etyn. Uzasadnij swoją odpowiedź.



DZIAŁ

XII

POCHODNE WĘGLOWODORÓW

Kwasy
karboksylowe

Alkohole

Estry kwasów
karboksylowych



O czym
to
będzie?

12.1 Wzory i nazewnictwo alkoholi monohydroksylowych



Czasami na ulicy można zobaczyć szyld sklepu monopolowego z napisem „alkohole”. Tak w języku potocznym określa się napoje wysokokowe, w skład których wchodzi ten sam alkohol – etanol. **Na dzisiejszej lekcji dowiesz się jednak, że alkohole to duża grupa związków organicznych pochodzących od węglowodorów.**

Pochodne węglowodorów

Wiesz, że do atomów węgla w cząsteczkach węglowodorów mogą być dołączane atomy innych pierwiastków niż wodor.

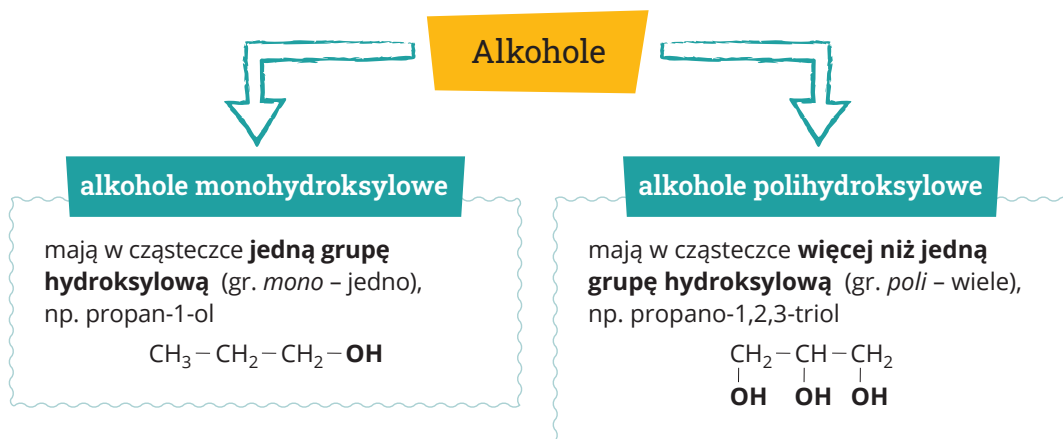


Pochodne węglowodorów to związki organiczne powstałe w wyniku zastąpienia co najmniej jednego atomu wodoru w cząsteczce węglowodoru **grupą funkcyjną** (atorem innego pierwiastka lub grupą atomów), nadającą tym związkom nowe charakterystyczne właściwości.

Jedną z grup pochodnych węglowodorów są **alkohole**, których grupą funkcyjną jest **grupa hydroksylowa** (–OH).

Podział alkoholi

Alkohole można podzielić ze względu na liczbę grup hydroksylowych przyłączonych do łańcucha węglowego.



Wzór ogólny alkoholi monohydroksylowych

W cząsteczkach alkoholi monohydroksylowych jeden atom wodoru został zastąpiony grupą hydroksylową. Alkohole te tworzą szereg homologiczny.



część pochodząca od alkanu (tzw. grupa alkilowa powstała w wyniku odłączenia atomu wodoru od cząsteczki alkanu)



lub



grupa hydroksylowa

gdzie:

n – liczba atomów węgla i $n \geq 1$

$2n+1$ – liczba atomów wodoru w grupie alkilowej

R – grupa alkilowa

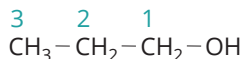
Nazwy alkoholi

Wiesz, że określenie „alkohol” jest ogólne i dotyczy dużej grupy związków organicznych. Każdy związek w tej grupie ma swoją nazwę.

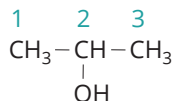
- ▶ **Nazwy systematyczne** alkoholi monohydroksylowych tworzy się od nazw alkanów. Do nazwy odpowiedniego alkanu dodaje się przyrostek **-ol**, np. **metanol**.
- ▶ **Nazwy zwyczajowe** tworzy się przez dodanie do słowa „alkohol” przymiotnika utworzonego przez zmianę w nazwie odpowiedniego alkanu przyrostka **-an** na **-yłow**y, np. **alkohol metylowy**.

W systematycznych nazwach alkoholi mających w cząsteczce co najmniej 3 atomy węgla tuż przed przyrostkiem **-ol** zapisuje się liczbę określającą atom węgla, do którego jest dołączona grupa hydroksylowa, np. propan-**1-ol**, butan-**2-ol**. Atomy węgla w łańcuchu węglowym numeruje się od tego końca, bliżej którego znajduje się grupa hydroksylowa.

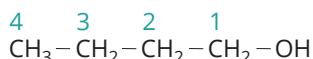
Przykłady:



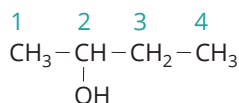
propan-**1-ol**



propan-**2-ol**



butan-**1-ol**



butan-**2-ol**

Wzory strukturalne i półstrukturalne alkoholi monohydroksylowych

Nazwy i wzory wybranych alkoholi monohydroksylowych

Nazwa i wzór sumaryczny alkanu	Nazwa i wzór alkoholu	Wzór strukturalny alkoholu	Wzór półstrukturalny (grupowy) alkoholu
metan CH_4	metanol CH_3OH	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{O}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$	CH_3-OH
etan C_2H_6	etanol $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{O}-\text{H} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{OH}$
propan C_3H_8	propan-1-ol $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{O}-\text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$ lub $\text{CH}_3-[\text{CH}_2]_2-\text{OH}$
butan C_4H_{10}	butan-1-ol $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{O}-\text{H} \\ \quad \quad \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$ lub $\text{CH}_3-[\text{CH}_2]_3-\text{OH}$
pentan C_5H_{12}	pentan-1-ol $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{OH}$	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \quad \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{O}-\text{H} \\ \quad \quad \quad \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$ lub $\text{CH}_3-[\text{CH}_2]_4-\text{OH}$

A to ciekawe!

Zjawisko występowania związków chemicznych o takim samym wzorze sumarycznym, lecz różniących się położeniem grupy funkcyjnej (czyli mających różne wzory strukturalne) nazywa się **izomerią położenia grupy funkcyjnej**, a takie związki – **izomerami**.

Propanol ma dwa izomery: propan-1-ol i propan-2-ol, zwany izopropanolem.

Izopropanol to bezbarwna, łatwopalna ciecz o ostrym zapachu. Ze względu na właściwości grzybobójcze i bakteriobójcze jest składnikiem środków odkażających i dezynfekujących.

Czyszczenie soczewek okularowych płynem z izopropanolem



Zapamiętaj! To ważne!

Pochodne węglowodorów

To związki organiczne powstałe w wyniku zastąpienia co najmniej jednego atomu wodoru w cząsteczce węglowodoru **grupą funkcyjną**.

Alkohole

To pochodne węglowodorów, w których cząsteczkach co najmniej jeden atom wodoru został zastąpiony grupą **-OH (grupą hydroksylową)**.

Wzór ogólny alkoholi monohydroksylowych



Nazwy alkoholi monohydroksylowych

Nazwy systematyczne tworzy się przez dodanie do nazwy odpowiedniego alkanu przyrostka **-ol**, natomiast **nazwy zwyczajowe** – przez dodanie do słowa „alkohol” nazwy odpowiedniego alkanu ze zmienionym przyrostkiem -an na **-ylowy**.

Sprawdź się!

1. Przedstaw wzór półstrukturalny (grupowy) alkoholu monohydroksylowego, który w cząsteczce ma 8 atomów węgla.
2. Oblicz zawartość procentową (% masowy) pierwiastków w propan-1-olu. Wyniki podaj z dokładnością do jedności.
3. Oblicz, ile gramów etanolu jest w 330 cm³ napoju alkoholowego o gęstości 1 g/cm³. Producent podaje, że stężenie etanolu w tym napoju wynosi 4,5 %. Wynik podaj z dokładnością do drugiego miejsca po przecinku.
4. Na podstawie dostępnych źródeł informacji zaprojektuj plakat, który będzie zachęcał do używania poprawnych nazw konkretnych alkoholi, a nie uogólnionych. Spróbuj odwołać się do sytuacji, w których błędne nazwanie substancji może doprowadzić do niebezpiecznych zdarzeń.

12.2 Metanol i etanol – właściwości i zastosowania



Alkohole naturalnie występują w niektórych warzywach i owocach. **Na przykład etanol powstaje m.in. w przezrząłych winogronach podczas fermentacji alkoholowej przebiegającej pod wpływem enzymów wytwarzanych przez drożdże.** Na skalę przemysłową fermentację alkoholową wykorzystuje się w produkcji napojów alkoholowych.

Właściwości metanolu i etanolu

Metanol i etanol mają wiele wspólnych właściwości, dlatego nie można ich rozróżnić bez przeprowadzenia badań laboratoryjnych.

Metanol (25 °C, 1013 hPa)

- ▶ bezbarwna, lotna ciecz o charakterystycznym zapachu
- ▶ bardzo dobrze rozpuszczalny w wodzie
- ▶ o gęstości mniejszej od gęstości wody
- ▶ palny
- ▶ wodny roztwór o odczynie obojętnym

Etanol (25 °C, 1013 hPa)

- ▶ bezbarwna, lotna ciecz o charakterystycznym zapachu
- ▶ bardzo dobrze rozpuszczalny w wodzie
- ▶ o gęstości mniejszej od gęstości wody
- ▶ palny
- ▶ wodny roztwór o odczynie obojętnym

Uwaga! Etanol to jedyny alkohol monohydroksylowy, który można spożywać. Ma on jednak negatywny wpływ na organizm człowieka.

Uwaga! Metanol jest silną trucizną. Spożycie ok. 4 cm³ tego alkoholu powoduje uszkodzenie nerwu wzrokowego, a nawet utratę wzroku; większe dawki mogą powodować śpiączkę lub zgon.

A to ciekawe!

Aby powstrzymać zmiany klimatyczne, opracowuje się metody ograniczające emisję tlenku węgla(IV), np. przez jednoczesne wychwytywanie tego gazu z atmosfery lub elektrowni węglowych i przekształcanie go m.in. w **metanol**.



Metanol to jedna z najczęściej produkowanych substancji

Doświadczenie 1

Badanie wybranych właściwości metanolu i etanolu



Problem badawczy:

Jakie właściwości mają metanol i etanol?

Hipoteza:

Metanol i etanol to bezbarwne ciecze o charakterystycznym zapachu, które dobrze rozpuszczają się w wodzie.

Sprzęt:

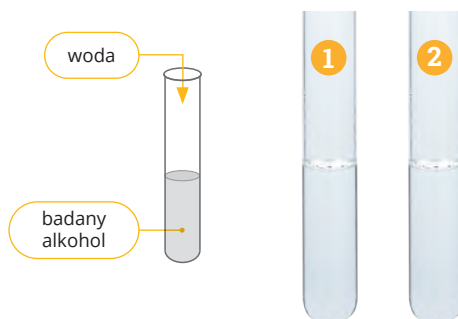
2 probówki, pipeta, bagietka, statyw

Odczynniki:

metanol, etanol, woda destylowana

Wykonanie:

Do probówki 1 dodaj ok. 3 cm^3 metanolu, a do probówki 2 – ok. 3 cm^3 etanolu. Określ ich stan skupienia i barwę. Ostrożnie sprawdź ich zapach. Następnie do każdej probówki dodaj ok. 3 cm^3 wody. Wymieszaj dokładnie zawartości probówek i oceń rozpuszczalność alkoholi w wodzie.



Obserwacje:

Właściwość	Badana substancja	
	metanol	etanol
stan skupienia ($t = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$)	ciekły	ciekły
barwa	brak	brak
zapach	charakterystyczny, drażniący, bardzo podobny do zapachu etanolu	charakterystyczny, drażniący, bardzo podobny do zapachu metanolu
rozpuszczanie w wodzie	bezbarwna, jednorodna ciecz	bezbarwna, jednorodna ciecz

Wnioski:

Metanol i etanol to bezbarwne ciecze o charakterystycznych, bardzo podobnych zapachach. Oba alkohole bardzo dobrze rozpuszczają się w wodzie. Tych alkoholi nie można odróżnić po zapachu i wyglądzie.

Weryfikacja hipotezy: Hipoteza została potwierdzona.

Alkohole, w zależności od dostępu tlenu, ulegają spalaniu całkowitemu lub niecałkowitemu.

Równania reakcji spalania metanolu i etanolu

Spalanie całkowite	
metanolu	etanolu
$2 \text{CH}_3\text{OH} + 3 \text{O}_2 \longrightarrow 2 \text{CO}_2 + 4 \text{H}_2\text{O}$	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 3 \text{O}_2 \longrightarrow 2 \text{CO}_2 + 3 \text{H}_2\text{O}$
Spalanie niecałkowite	
metanolu	etanolu
$\text{CH}_3\text{OH} + \text{O}_2 \longrightarrow \text{CO} + 2 \text{H}_2\text{O}$	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2 \text{O}_2 \longrightarrow 2 \text{CO} + 3 \text{H}_2\text{O}$
$2 \text{CH}_3\text{OH} + \text{O}_2 \longrightarrow 2 \text{C} + 4 \text{H}_2\text{O}$	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{O}_2 \longrightarrow 2 \text{C} + 3 \text{H}_2\text{O}$

Doświadczenie 2

Spalanie etanolu



Problem badawczy:

Czy etanol jest palny?

Hipoteza:

Etanol jest palny.

Sprzęt:

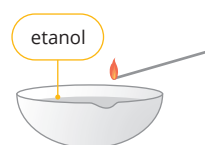
parownica, pipeta, łuczywo, zapalarka

Odczynniki:

etanol

Wykonanie:

Do parownicy wlej ok. 3 cm³ etanolu. Ostrożnie zbliż zapalone łuczywo do powierzchni cieczy.

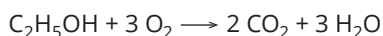


Obserwacje:

Podczas zbliżania zapalonego łuczywa nad parownicą pojawił się niebieskawy płomień.

Wnioski:

Etanol to lotna i palna ciecz. W wyniku reakcji powstają tlenek węgla(IV) i woda. Reakcja zachodzi zgodnie z równaniem:



Weryfikacja hipotezy: Hipoteza została potwierdzona.



Wodne roztwory alkoholi mają odczyn obojętny.

Doświadczenie 3



Badanie odczynu roztworu etanolu

Problem badawczy:

Jaki odczyn ma roztwór etanolu?

Sprzęt:

szkiełko zegarkowe, bagietka

Wykonanie:

Na szkiełku zegarkowym połóż uniwersalny papierek wskaźnikowy. Bagietką nanieś na papierek kroplę roztworu etanolu.

Obserwacje:

Papierek wskaźnikowy nie zmienił zabarwienia.

Wnioski:

Roztwór etanolu ma odczyn obojętny.

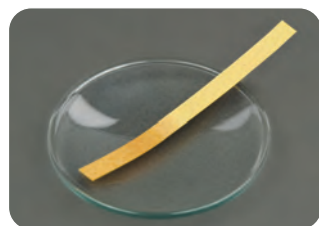
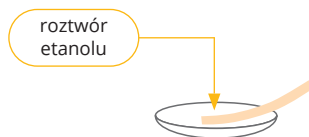
Weryfikacja hipotezy: Hipoteza została potwierdzona.

Hipoteza:

Roztwór etanolu ma odczyn obojętny.

Odczynniki:

roztwór etanolu (np. o stężeniu 40 %),
uniwersalny papierek wskaźnikowy



A to ciekawe!

Podczas mieszania etanolu z wodą zachodzi **kontrakcja objętości**. To oznacza, że mieszanina etanolu i wody ma mniejszą objętość niż suma objętości etanolu i wody przed zmieszaniem. Przyczyną tego zjawiska fizycznego są oddziaływania między cząsteczkami składników mieszaniny – między wolnymi parami elektronowymi atomów tlenu w cząsteczkach wody a atomami wodoru grupy hydroksylowej w cząsteczkach etanolu tworzą się **wiązania wodorowe**.



25 cm³ etanolu
zabarwionego atramentem

25 cm³
wody

48 cm³ mieszaniny
etanolu i wody

Negatywny wpływ etanolu na organizm człowieka

Częste picie napojów alkoholowych może doprowadzić do uzależnienia od etanolu. Ta choroba powoduje **negatywne skutki zdrowotne i społeczne**.



A to ciekawe!

Zawartość etanolu we krwi wyraża się w **promilach** (‰; łac. *pro mille* – na tysiąc). Czy wiesz, jaki wpływ na organizm człowieka ma wzrost zawartości etanolu we krwi?

0,3–0,5 ‰ – niewielkie zaburzenia równowagi i widzenia, euforia, obniżenie krytycyzmu

0,7–2,0 ‰ – obniżony próg bólu, spadek sprawności intelektualnej, drażliwość, zachowania agresywne, wzrost ciśnienia krwi, przyspieszenie akcji serca

3,0–4,0 ‰ – spadek ciśnienia krwi, obniżenie temperatury ciała, osłabienie lub zanik odruchów fizjologicznych, głębokie zaburzenia świadomości

Wzrost zawartości etanolu we krwi

0,5–0,7 ‰ – pobudliwość, gadatliwość, obniżenie samokontroli, błędne ocenianie własnych możliwości

2,0–3,0 ‰ – bełkotliwa mowa, wyraźnie zaburzona równowaga, senność, wyraźnie obniżona samokontrola

powyżej 4,0 ‰ – zaburzenia czynności oddychania i pracy serca, śpiączka

Zastosowania metanolu i etanolu

Metanol



Jest składnikiem paliwa w silnikach spalinowych m.in. motocykli żużlowych, monster trucków [traków] i samolotów.



Jest stosowany w produkcji leków.



Jest substratem do otrzymywania związków wykorzystywanych m.in. w produkcji tworzyw sztucznych i klejów.

Etanol



Ze względu na właściwości grzybobójcze i bakteriobójcze jest składnikiem produktów do dezynfekcji.



Otrzymywany z biomasy jest paliwem m.in. w biokominkach.



Jest bazą perfum, wód toaletowych i kolońskich.

Zapamiętaj! To ważne!

Metanol i etanol (w 25 °C, 1013 hPa)

To bezbarwne, lotne ciecze o charakterystycznym zapachu. Bardzo dobrze rozpuszczają się w wodzie. Gęstość każdego z nich jest mniejsza od gęstości wody. Są palne. Ich wodne roztwory mają odczyn obojętny.

Uwaga! Niebezpieczeństwo!

Metanol jest silną trucizną, a etanol – substancją szkodliwą dla zdrowia. Ponieważ tych substancji nie można odróżnić po zapachu i smaku, zdarzają się tragiczne wypadki nieświadomego spożycia metanolu.

Sprawdź się!

1. Podaj trzy wspólne właściwości metanolu i etanolu.

2. Przedstaw równania reakcji całkowitego spalania:

a) metanolu,

c) propanolu,

b) etanolu,

d) butanolu.

3. Wymień trzy negatywne skutki działania etanolu na organizm ludzki.

4. Wymień nazwy trzech produktów stosowanych w domu, w których skład wchodzi etanol.

5. Odszukaj w internecie kartę charakterystyki propan-1-olu i na jej podstawie:

- a) podaj właściwości fizyczne tej substancji, takie jak: barwa, stan skupienia, temperatura topnienia, temperatura wrzenia, rozpuszczalność w wodzie;
- b) podaj, o jakich zagrożeniach informują znajdujące się w niej piktogramy;
- c) wyjaśnij, dlaczego pojemniki z tym alkoholem trzeba przechowywać z dala od źródeł ciepła.

Wskazówka: Inne nazwy propan-1-olu stosowane w kartach charakterystyki to np. *n*-propanol, 1-propanol.

6. Na podstawie dostępnych źródeł informacji zaproponuj dwa argumenty i dwa kontrargumenty do hipotezy: „Metanol jest bardziej pożytecznym alkoholem niż etanol”.

12.3 Glicerol – alkohol polihydroksylowy



Czy wiesz, że używasz produktów, w których skład wchodzi alkohol? Na przykład zawarty w kremach nawilżających heksadekan-1-ol zapobiega przesuszaniu się skóry.

Na dzisiejszej lekcji poznasz właściwości glicerolu – alkoholu polihydroksylowego, który jest m.in. składnikiem syropów na kaszel i kosmetyków.

Budowa i właściwości glicerolu

Wiesz, że w cząsteczkach alkoholi może być więcej niż jedna grupa hydroksylowa. Takie pochodne węglowodorów nazywa się **alkoholami polihydroksylowymi**. Jednym z najbardziej znanych alkoholi polihydroksylowych jest **glicerol**, nazywany również **gliceryną**.

Glicerol i gliceryna to nazwy zwyczajowe. Nazwa systematyczna tego alkoholu, rekomendowana przez IUPAC* [jupak], to **propano-1,2,3-triol**. Wskazuje ona, że ten związek organiczny jest pochodną propanu, a do każdego atomu węgla w łańcuchu węglowym jest przyłączona grupa hydroksylowa – łącznie w cząsteczce glicerolu są trzy grupy $-OH$.

Nazwy i wzory glicerolu

Nazwy zwyczajowe	Nazwa systematyczna	Wzór	Wzór strukturalny	Wzór półstrukturalny (grupowy)
glicerol, gliceryna	propano-1,2,3-triol	$C_3H_5(OH)_3$	$\begin{array}{c} H \\ \\ H-C-O-H \\ \\ H-C-O-H \\ \\ H-C-O-H \\ \\ H \end{array}$	$\begin{array}{c} CH_2-OH \\ \\ CH-OH \\ \\ CH_2-OH \end{array}$

A to ciekawe!

Glicerol wytwarzają niektóre zwierzęta, ponieważ obniża on temperaturę krzepnięcia ich płynów ustrojowych, co pozwala przetrwać w warunkach niskiej temperatury otoczenia. Muchówka, galasówka wierzbowia, dzięki obecności glicerolu w płynach ustrojowych może przechłodzić organizm (obniżyć jego temperaturę bez zamarznięcia) do $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$ i przetrwać zimę na Alasce.



Galasówka

* Ang. *International Union of Pure and Applied Chemistry* [internasjonalna unia czystej i stosowanej chemii].

Właściwości glicerolu

fizyczne (25 °C, 1013 hPa)

- ▶ bezbarwna, lepka ciecz
- ▶ bardzo dobrze rozpuszczalny w wodzie
- ▶ o gęstości większej od gęstości wody
- ▶ higroskopijny

chemiczne

- ▶ bez zapachu
- ▶ o słodkim smaku
- ▶ palny
- ▶ wodny roztwór o odczynie obojętnym

Doświadczenie 1

Badanie wybranych właściwości glicerolu



Problem badawczy:

Jakie właściwości ma glicerol?

Sprzęt:

zlewka, bagietka

Wykonanie:

Do zlewki wlej glicerol (do 1/3 wysokości naczynia). Określ jego stan skupienia, barwę i zapach. Następnie dolej tyle samo wody i wymieszaj zawartość naczynia.

Obserwacje:

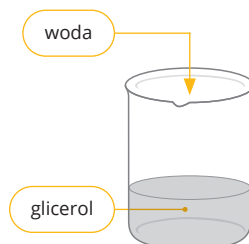
Właściwość	Glicerol
stan skupienia ($t = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$)	lepka ciecz
barwa	brak
zapach	brak
rozpuszczanie w wodzie	jednorodna, bezbarwna ciecz

Hipoteza:

Glicerol to bezbarwna, bezwonna i lepka ciecz, dobrze rozpuszczająca się w wodzie.

Odczynniki:

glicerol, woda



Wnioski:

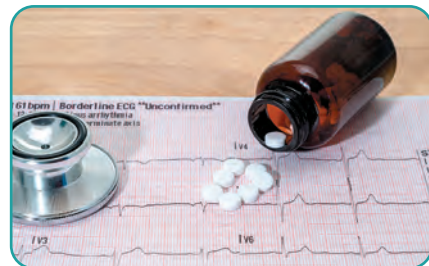
Glicerol to bezbarwna, bezwonna i lepka ciecz. Bardzo dobrze rozpuszcza się w wodzie.

Weryfikacja hipotezy: Hipoteza została potwierdzona.

Zastosowania glicerolu



Jest konserwantem utrzymującym odpowiedni poziom wilgotności produktów spożywczych.



Jest substratem w produkcji nitrogliceryny – substancji stosowanej w lekach dla osób z chorobami serca.

Glicerol



Jest środkiem słodzącym oraz nawilżającym błony śluzowe w syropach na kaszel.



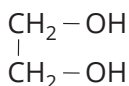
Jest składnikiem m.in. kremów, balsamów, pomadek do ust i kropli do oczu.

A to ciekawe!

Do alkoholi polihydroksylowych należy **etano-1,2-diol**, nazwany również **glikolem etylenowym**. Ten związek organiczny jest pochodną etanu, a do każdego atomu węgla w jego łańcuchu węglowym jest przyłączona grupa hydroksylowa.

Glikol etylenowy jest stosowany m.in. w płynach niezamarzających do chłodziw samochodowych i pomp ciepła znajdujących się na zewnątrz budynku.

Uwaga! Glikol etylenowy jest silną trucizną. Spożycie nawet 15 g tej substancji może spowodować śmierć. Z tego powodu produkty zawierające w składzie glikol etylenowy zazwyczaj są zabarwane na różowo, niebiesko lub zielono.



Wzór glikolu etylenowego



Płyn chłodziwy przenosi energię cieplną między silnikiem a chłodziwą, dzięki czemu silnik się chłodzi.

Zapamiętaj! To ważne!

Glicerol (gliceryna, propano-1,2,3-triol) (25 °C, 1013 hPa)

To bezbarwna, bezwonna i lepka ciecz o słodkim smaku. Bardzo dobrze rozpuszcza się w wodzie. Jego gęstość jest większa od gęstości wody. Jest higroskopijny i palny. Jego wodny roztwór ma odczyn obojętny.

Sprawdź się!

1. Wybierz zdanie fałszywe.

- A. Wzór glicerolu to $C_3H_5(OH)_3$.
- B. Glicerol jest substancją toksyczną.
- C. Glicerol dobrze rozpuszcza się w wodzie.
- D. Wodny roztwór glicerolu ma odczyn obojętny.



2. Oblicz masę cząsteczkową glicerolu.

3. Przepisz do zeszytu schematy reakcji spalania glicerolu i je uzgodnij.

- a) $C_3H_5(OH)_3 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$
- b) $C_3H_5(OH)_3 + O_2 \rightarrow CO + H_2O$
- c) $C_3H_5(OH)_3 + O_2 \rightarrow C + H_2O$

4. Wymień nazwy trzech produktów ze swojego otoczenia, w których skład wchodzi glicerol.



5. Zaprojektuj doświadczenie, w którym zostanie zbadany odczyn wodnego roztworu glicerolu.

- a) Zaproponuj tytuł doświadczenia.
- b) Dobierz odpowiedni sprzęt oraz odczynniki.
- c) Opisz przebieg doświadczenia i przedstaw go w postaci schematu.
- d) Sformułuj oczekiwane obserwacje i wyciągnij wnioski.



6. Na podstawie dostępnych źródeł informacji zaprojektuj plakat, na którym przedstawisz historię ustanowienia Nagrody Nobla. Umieść na nim informacje o polskich noblistach (imiona i nazwiska, daty oraz dziedziny, w których otrzymali nagrodę).

12.4 Kwasy karboksylowe



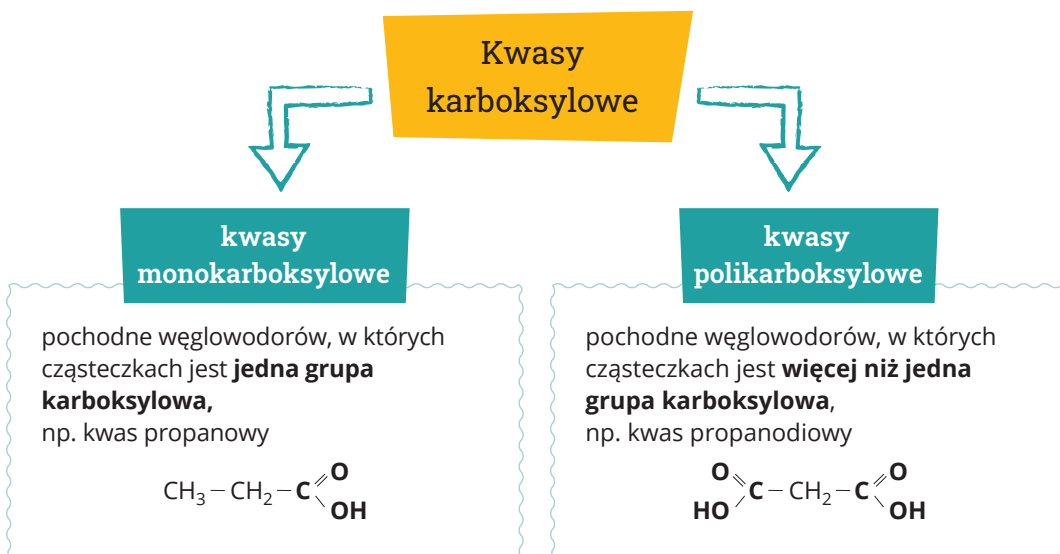
Jogurt naturalny, ogórki kiszone, chleb tostowy i ciastka mają wspólny składnik – kwas propanowy, który jest kwasem organicznym pochodzącym od propanu. W przetworach mlecznych i kiszonkach powstaje on w wyniku fermentacji mlekowej, natomiast jako konserwant (E280) jest dodawany m.in. do pieczywa i wyrobów cukierniczych. **Na dzisiejszej lekcji poznasz kwasy karboksylowe – dużą grupę pochodnych węglowodorów, które są produktami przemian biochemicznych zachodzących w organizmach i produktach roślinnych lub zwierzęcych.**

Podział kwasów karboksylowych

Wiesz, że kwasy to związki chemiczne, których cząsteczki pod wpływem wody rozpadają się na kationy wodoru i aniony reszty kwasowej. Uwolnione kationy wodoru powodują obniżenie pH roztworu.

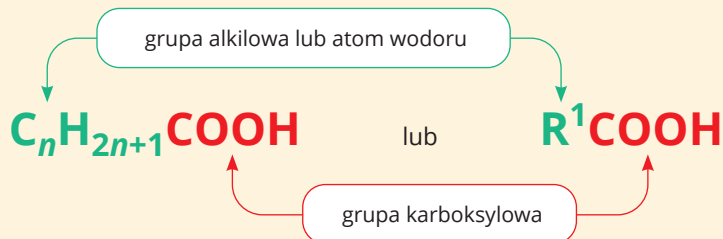
Kwasy to olbrzymia grupa związków zarówno nieorganicznych, jak i organicznych.

Kwasy karboksylowe, należące do kwasów organicznych, są jedną z grup pochodnych węglowodorów, których grupą funkcyjną jest **grupa karboksylowa ($-\text{COOH}$)**. Można je podzielić ze względu na liczbę grup karboksylowych przyłączonych do łańcucha węglowego.



Wzór ogólny kwasów monokarboksylowych

W cząsteczkach kwasów monokarboksylowych jeden atom wodoru został zastąpiony grupą karboksylową. Kwasy te tworzą szereg homologiczny.



gdzie:

n – liczba atomów węgla i $n \geq 0$

$2n+1$ – liczba atomów wodoru w grupie alkilowej

R^1 – grupa alkilowa lub atom wodoru

Nazwy kwasów monokarboksylowych

Nazwy systematyczne kwasów monokarboksylowych tworzy się przez dodanie do słowa „kwas” nazwy odpowiedniego alkanu z dodanym przyrostkiem **-owy**, np. **kwas propanowy**.

Oprócz nazw systematycznych kwasów monokarboksylowych stosuje się także ich **nazwy zwyczajowe**. Pochodzą one od nazw organizmów i produktów roślinnych lub zwierzęcych, z których wyodrębniono te kwasy, np. kwas propionowy.



Kwas metanowy (kwas mrówkowy)

jest we włoskach
pokryw
i w jadzie
mrówek.



Kwas propanowy (kwas propionowy)

wytwarzają bakterie
Cutibacterium
(dawniej
Propionibacterium).



Kwas butanowy (kwas masłowy)

powstaje podczas
psucia się
(jęłczenia)
masła.

Wzory strukturalne i półstrukturalne kwasów monokarboksylowych

Nazwy i wzory wybranych kwasów monokarboksylowych

Nazwy systematyczna i zwyczajowa oraz wzór	Wzór strukturalny	Wzór półstrukturalny (grupowy)
kwas metanowy kwas mrówkowy* HCOOH	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}-\text{C} \\ \\ \text{O}-\text{H} \end{array}$	H-COOH
kwas etanowy kwas octowy* CH ₃ COOH	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{C} \\ \quad \parallel \\ \text{H} \quad \text{O} \\ \quad \\ \quad \text{O}-\text{H} \end{array}$	CH ₃ -COOH
kwas propanowy kwas propionowy C ₂ H ₅ COOH	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C} \\ \quad \quad \parallel \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{O} \\ \quad \quad \\ \quad \quad \text{O}-\text{H} \end{array}$	CH ₃ -CH ₂ -COOH
kwas butanowy kwas masłowy C ₃ H ₇ COOH	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C} \\ \quad \quad \quad \parallel \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{O} \\ \quad \quad \\ \quad \quad \text{O}-\text{H} \end{array}$	CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -COOH lub CH ₃ -[CH ₂] ₂ -COOH
kwas pentanowy kwas walerianowy C ₄ H ₉ COOH	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C} \\ \quad \quad \quad \quad \parallel \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{O} \\ \quad \quad \\ \quad \quad \text{O}-\text{H} \end{array}$	CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -COOH lub CH ₃ -[CH ₂] ₃ -COOH

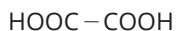
* Nazwy zalecane przez IUPAC.

Kwasy polikarboksylowe występujące w przyrodzie

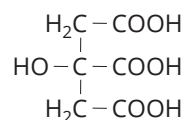
Do najbardziej znanych kwasów polikarboksylowych występujących w przyrodzie należą **kwas szczawiowy**, który w cząsteczce ma dwie grupy karboksylowe, i **kwas cytrynowy**, który w cząsteczce ma trzy grupy karboksylowe, a ponadto jedną grupę hydroksylową.



Kwas szczawiowy występuje m.in. w szpinaku, rabarbarze oraz szczawiu.



Kwas cytrynowy występuje m.in. w cytrusach, głównie w cytrynach, limonkach i grejpfrutach.



Zastosowania wybranych kwasów karboksylowych

kwas mrówkowy



Jest składnikiem preparatów grzybobójczych stosowanych np. do odkażania uli.

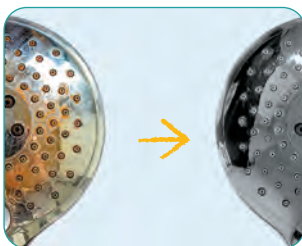


Jest konserwantem (E236), np. w wędzonych rybach.



Jest składnikiem środków zmiękczających skórę.

kwas szczawiowy



Roztwór kwasu szczawowego jest stosowany do usuwania rdzy.

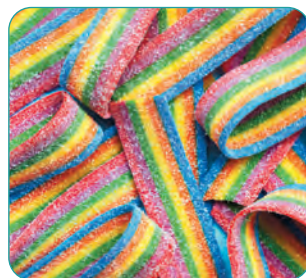


Jest składnikiem produktów stosowanych do czyszczenia urządzeń sanitarnych.



Jest stosowany do usuwania plam z drewnianych mebli.

kwas cytrynowy



Jest regulatorem kwasowości (E330), np. w żelkach.



Jest wykorzystywany do usuwania kamienia kotłowego osadzającego się np. w czajniku.



Jest składnikiem kosmetyków do pielęgnacji cery trądzikowej.

Zapamiętaj! To ważne!

Kwasy karboksylowe

To pochodne węglowodorów, w których cząsteczkach jest co najmniej jedna grupa **-COOH (grupa karboksylowa)**.

Wzór ogólny kwasów monokarboksylowych



Nazwy kwasów monohydroksylowych

Nazwy systematyczne tworzy się przez dodanie do słowa „kwas” nazwy odpowiedniego alkanu z dodanym przyrostkiem **-owy**, natomiast **nazwy zwyczajowe** pochodzą od nazw organizmów i produktów roślinnych lub zwierzęcych, z których wyodrębniono te kwasy.

Sprawdź się!

1. Przedstaw wzory strukturalny i półstrukturalny (grupowy) kwasu monokarboksylowego, który w cząsteczce ma 6 atomów węgla. Oblicz masę cząsteczkową tego kwasu.
2. Oblicz stosunek masowy pierwiastków w kwasie propanowym.
3. Wymień nazwy czterech produktów stosowanych w domu, w których skład wchodzi kwas karboksylowy.
4. Na podstawie dostępnych źródeł informacji:
 - a) przedstaw wzór strukturalny kwasu szczawiowego;
 - b) podaj nazwy pięciu warzyw, które zawierają kwas szczawiowy;
 - c) wyjaśnij, jaki wpływ na organizm człowieka ma nadmiar kwasu szczawiowego w diecie.
5. Na podstawie dostępnych źródeł informacji wyjaśnij, dlaczego napar z czarnej herbaty po dodaniu soku z cytryny przybiera jaśniejszy kolor.
6. Zaprojektuj plakat – list gończy w stylu Dzikiego Zachodu, na którym przedstawisz właściwości i zastosowania wybranego przez siebie kwasu karboksylowego (możesz wybrać inny niż opisane w temacie 12.4). Skorzystaj z dostępnych źródeł informacji.



12.5 Właściwości kwasu octowego



Ocet jabłkowy to rodzaj octu stosowany m.in. podczas odchudzania (zwiększa uczucie sytości, lecz w nadmiarze może zaszkodzić, np. podrażnić przewód pokarmowy) i jako przyprawa. Jest produktem procesów fermentacji, podczas których cukier zawarty w jabłkach lub soku jabłkowym ulega przemianom w etanol i tlenek węgla(IV). **Następnie alkohol w tzw. fermentacji octowej, czyli pod wpływem tlenu z powietrza i enzymów wytwarzanych przez bakterie octowe, ulega przemianom w kwas octowy i wodę.**

Właściwości kwasu octowego

Kwas octowy (CH_3COOH) należy do szeregu homologicznego kwasów monokarboksylowych.

Właściwości kwasu octowego

fizyczne (25 °C, 1013 hPa)

- ▶ bezbarwna i lotna ciecz
- ▶ bardzo dobrze rozpuszczalny w wodzie
- ▶ elektrolit

chemiczne

- ▶ o charakterystycznym, ostrym zapachu
- ▶ o kwaśnym smaku
- ▶ palny
- ▶ wodny roztwór o odczynie kwasowym
- ▶ aktywny chemicznie



Ocet, czyli wodny roztwór kwasu octowego o stężeniu 6 % lub 10 %, jest przyprawą oraz konserwantem żywności.

Doświadczenie 1

Badanie wybranych właściwości fizycznych kwasu octowego



Problem badawczy:

Jakie właściwości ma kwas octowy?

Hipoteza:

Kwas octowy to bezbarwna ciecz, dobrze rozpuszczająca się w wodzie.

Sprzęt:

probówka, pipeta, bagietka, statyw

Odczynniki:

kwas octowy, woda

Wykonanie:

Określ stan skupienia i barwę kwasu octowego. Następnie do próbówki wlej ok. 3 cm³ wody i tyle samo kwasu octowego. Wymieszaj dokładnie zawartość próbówki i oceń rozpuszczalność kwasu w wodzie.

Uwaga: doświadczenie wykonuj w okularach i rękawicach ochronnych.

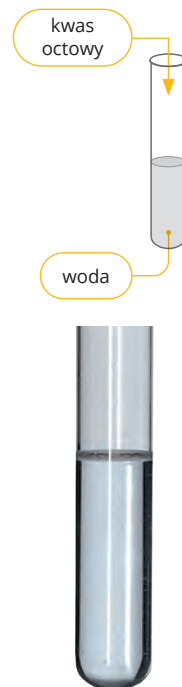
Obserwacje:

Właściwość	Kwas octowy
stan skupienia (t = 25 °C)	ciecz
barwa	brak
rozpuszczanie w wodzie	jednorodna, bezbarwna ciecz

Wnioski:

Kwas octowy to bezbarwna ciecz. Dobrze rozpuszcza się w wodzie.

Weryfikacja hipotezy: Hipoteza została potwierdzona.



A to ciekawe!

Kwas octowy o stężeniu 100 % (tzw. **bezwodny kwas octowy**) jest higroskopijny. Otwarcie butelki z tą substancją w pomieszczeniu o dużej wilgotności powietrza powoduje, że kwas octowy zaczyna pochłaniać parę wodną z powietrza. Jest to proces endotermiczny; butelka ochładza się, a na jej ściankach pojawia się szron.

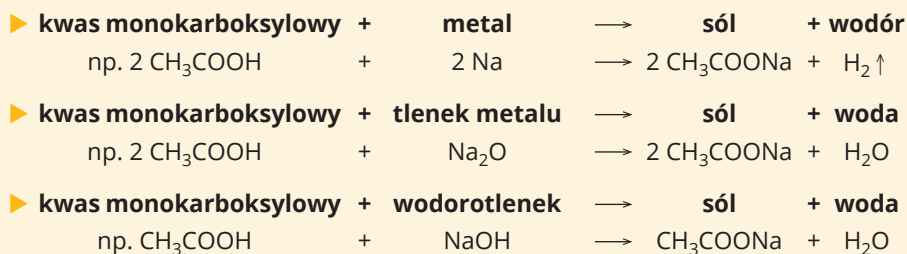
Bezwodny kwas octowy krzepnie w temperaturze poniżej 16 °C. W postaci ciała stałego przypomina lód, dlatego jest nazywany **kwasem octowym lodowatym**.

Zestalony kwas octowy lodowaty



Wybrane reakcje kwasów monokarboksylowych

Kwasy organiczne (tak jak nieorganiczne) reagują z metalami, tlenkami metali oraz wodorotlenkami, w wyniku czego powstają sole, np. octan sodu (CH_3COONa), oraz wodór lub woda.



Doświadczenie 2

Reakcje kwasu octowego z magnezem, tlenkiem miedzi(II) i wodorotlenkiem sodu



Problem badawczy:

Czy w reakcjach kwasu octowego z metalami, tlenkami metali i wodorotlenkami można otrzymać sól?

Hipoteza:

W reakcjach kwasu octowego z metalami, tlenkami metali i wodorotlenkami można otrzymać sól.

Sprzęt:

3 probówki, statyw, łyżeczka, pipeta, łuszczywo, zapalarka, palnik, łapa drewniana

Odczynniki:

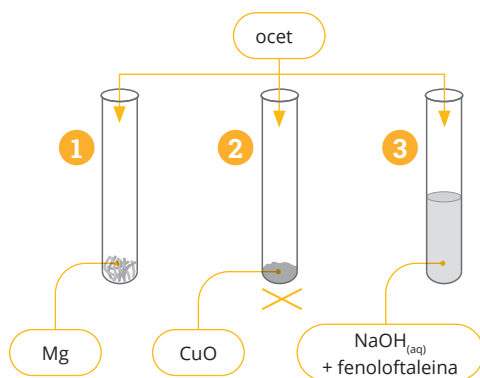
ocet, wstążka magnezowa, tlenek miedzi(II), roztwór wodorotlenku sodu, alkoholowy roztwór fenoloftaleiny

Wykonanie:

Do probówki 1 wrzucić kilka kawałków wstążki magnezowej i dodać ok. 3 cm^3 octu. Po chwili do wylotu probówki zbliżyć zapalone łuszczywo.

Do probówki 2 wsyp szczyptę tlenku miedzi(II) i dodać ok. 3 cm^3 octu. Ogrzewać probówkę w płomieniu palnika.

Do probówki 3 wleć 3 cm^3 roztworu wodorotlenku sodu z dodatkiem trzech kropli roztworu fenoloftaleiny, a następnie wkraplać ocet do momentu odbarwienia zawartości probówki.

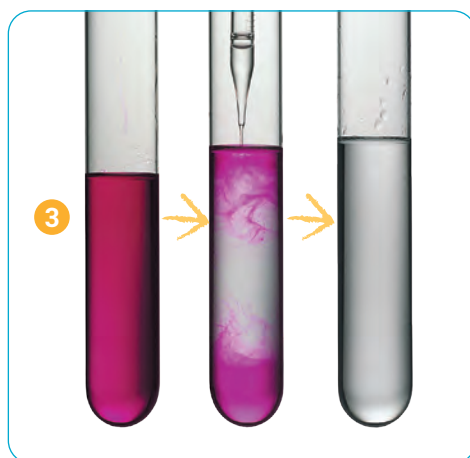
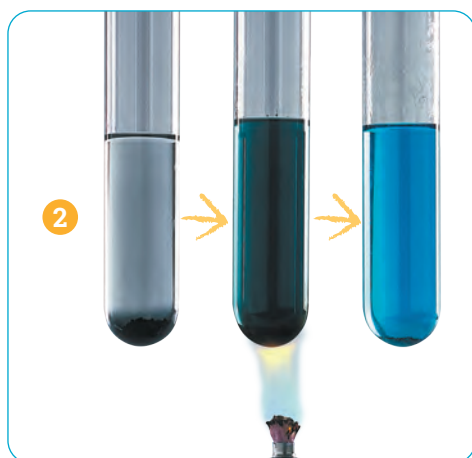
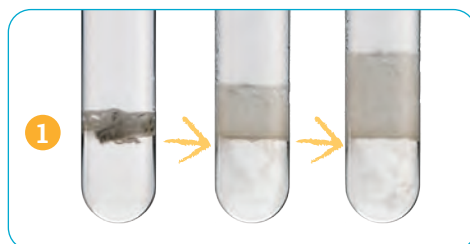


Obserwacje:

Zawartość probówki 1 intensywnie się pienia. Wydzielają się pęcherzyki bezbarwnego gazu. Po zbliżeniu zapalonego łuczywa do wylotu probówki słychać było charakterystyczny dźwięk.

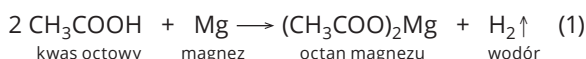
W probówce 2 po dodaniu octu do czarnego tlenku miedzi(II) powstała zawiesina. Podczas ogrzewania zawartość probówki stała się przejrzysta i niebieska.

W probówce 3 podczas wkraplania octu malinowa barwa zawartości stopniowo jaśniała, aż całkowicie zniknęła.

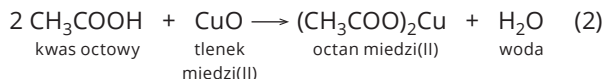


Wnioski:

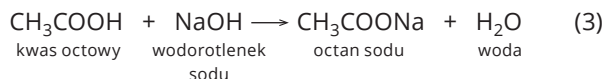
Kwas octowy reaguje z magnezem, w tej reakcji powstają octan magnezu (sól) oraz wodór (gaz). Reakcja zachodzi zgodnie z równaniem:



Kwas octowy reaguje z tlenkiem miedzi(II), w tej reakcji powstają octan miedzi(II) (sól o niebieskim zabarwieniu) oraz woda. Reakcja zachodzi zgodnie z równaniem:



Między kwasem octowym a wodorotlenkiem sodu zachodzi reakcja zobojętniania (o czym świadczy odbarwienie się fenoloftaleiny), w wyniku której powstają octan sodu (sól) oraz woda. Reakcja zachodzi zgodnie z równaniem:



Weryfikacja hipotezy: Hipoteza została potwierdzona.

Kwasy monokarboksylowe, w zależności od dostępu tlenu, ulegają reakcjom spalania całkowitego lub niecałkowitego.

Równania reakcji spalania kwasu octowego

Spalanie całkowite kwasu octowego	$\text{CH}_3\text{COOH} + 2 \text{O}_2 \longrightarrow 2 \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$
Spalanie niecałkowite kwasu octowego	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{O}_2 \longrightarrow 2 \text{CO} + 2 \text{H}_2\text{O}$
Uwaga! Kwas octowy nie spala się z utworzeniem węgla i wody.	

Doświadczenie 3

Spalanie kwasu octowego



Problem badawczy:

Czy kwas octowy jest palny?

Hipoteza:

Kwas octowy jest palny.

Sprzęt:

łyżka do spalań, pipeta, palnik, zapalarka kwas octowy

Odczynniki:

Wykonanie:

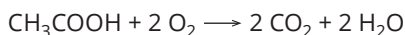
Łyżkę z niewielką ilością kwasu octowego wprowadzić w płomień palnika.

Obserwacje:

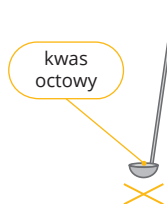
Nad cieczą pojawił się niebieskożółty płomień. Po zgaśnięciu płomienia łyżka do spalań była pusta.

Wnioski:

Kwas octowy jest palną cieczą. Ulega reakcji spalania całkowitego, w wyniku której powstają tlenek węgla(IV) i woda. Reakcja zachodzi zgodnie z równaniem:

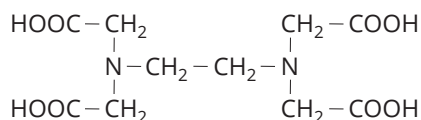


Weryfikacja hipotezy: Hipoteza została potwierdzona.



A to ciekawe!

Do kwasów karboksylowych należy **kwas wersenowy**, znany również pod nazwą **EDTA**. Znajduje on zastosowanie m.in. w medycynie jako substancja zmniejszająca krzepliwość próbek krwi przeznaczonych do badania morfologicznego.



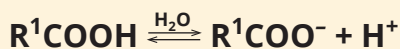
Wzór kwasu wersenowego

Dysocjacja elektrolityczna kwasów monokarboksylowych

Kwasy organiczne, tak jak kwasy nieorganiczne, ulegają dysocjacji elektrolitycznej. Kwasy organiczne są kwasami słabymi (w rozworze nie każda cząsteczka ulega dysocjacji), dlatego w równaniu dysocjacji stosuje się dwie strzałki o przeciwnych zwrotach.



Ogólne równanie dysocjacji elektrolitycznej kwasów monokarboksylowych



gdzie R^1 – grupa alkilowa lub atom wodoru.

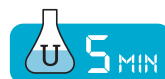
Cząsteczki kwasów monokarboksylowych pod wpływem wody dysocjują na aniony reszty kwasowej i kationy wodoru.

Równanie dysocjacji	Sposób odczytu
$HCOOH \xrightleftharpoons{H_2O} HCOO^- + H^+$	Cząsteczka kwasu mrówkowego pod wpływem wody dysocjuje na anion mrówczanowy i kation wodoru.
$CH_3COOH \xrightleftharpoons{H_2O} CH_3COO^- + H^+$	Cząsteczka kwasu octowego pod wpływem wody dysocjuje na anion octanowy i kation wodoru.

Uwolnione jony H^+ odpowiadają za odczyn kwasowy roztworów kwasów monokarboksylowych.

Doświadczenie 4

Badanie odczynu roztworu kwasu octowego



Problem badawczy:

Jaki odczyn ma roztwór kwasu octowego?

Hipoteza:

Roztwór kwasu octowego ma odczyn kwasowy.

Sprzęt:

szkiełko zegarkowe, bagietka

Odczynniki:

ocet, uniwersalny papierek wskaźnikowy

Wykonanie:

Na szkiełku zegarkowym połóż uniwersalny papierek wskaźnikowy. Bagietką nanieś na niego kroplę octu.

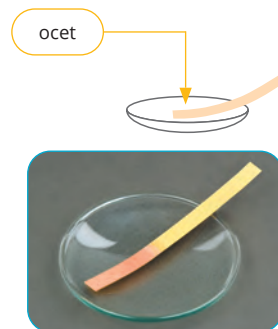
Obserwacje:

Papierek wskaźnikowy zmienił zabarwienie na jasnoczerwone.

Wnioski:

Roztwór kwasu octowego ma odczyn kwasowy.

Weryfikacja hipotezy: Hipoteza została potwierdzona.

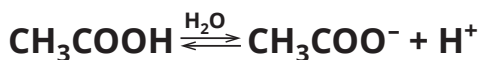


Zapamiętaj! To ważne!

Kwas octowy (w 25 °C, 1013 hPa)

To bezbarwna i lotna ciecz o ostrym zapachu i kwaśnym smaku. Jest palny. Dobrze rozpuszcza się w wodzie. Jest elektrolitem. Jego wodny roztwór ma odczyn kwasowy. Jest aktywny chemicznie – reaguje m.in. z metalami, tlenkami metali i wodorotlenkami oraz ulega reakcjom spalania.

Dysocjacja elektrolityczna kwasu octowego



cząsteczka kwasu octowego

anion octanowy

kation wodoru

Sprawdź się!

1. Przedstaw równania reakcji kwasu octowego z:
 - a) cynkiem,
 - b) tlenkiem magnezu,
 - c) wodorotlenkiem potasu.
2. Ocet spożywczy, używany w kuchni jako przyprawa, ma pH równe 2,9. Określ odczyn octu spożywczego.
3. Na podstawie dostępnych źródeł informacji zaprojektuj plakat, na którym przedstawisz zastosowania kwasu octowego.
4.  Ocet jest często uznawany za ekologiczny środek czyszczący. Odszukaj w internecie kartę charakterystyki octu (roztworu kwasu octowego o stężeniu 10 %) i na jej podstawie:
 - a) podaj, jakie środki bezpieczeństwa należy stosować, aby bezpiecznie używać octu jako środka czyszczącego;
 - b) wyjaśnij, dlaczego nie należy czyścić octem przedmiotów wykonanych z metali i ich stopów.

12.6 Estrы

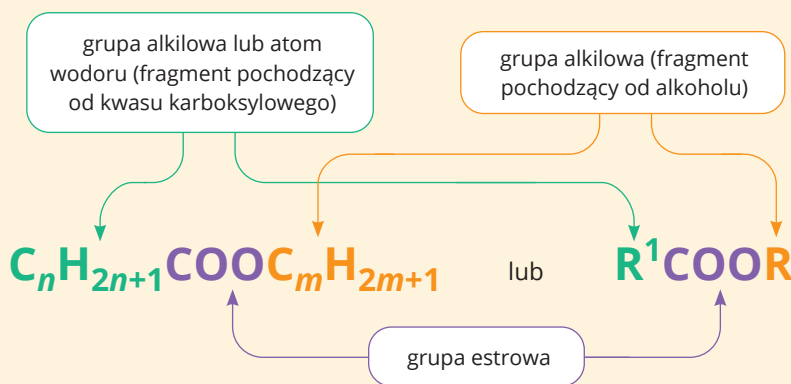


Objawem COVID-19, choroby wywoływanej przez wirus SARS-CoV-2, jest czasami utrata węchu. W takiej sytuacji zapachy, np. ziół, owoców czy kwiatów, nie są odbierane przez osoby chore.

Na dzisiejszej lekcji poznasz estrы kwasów karboksylowych – pochodne kwasów karboksylowych i alkoholi, które w przyrodzie są m.in. substancjami zapachowymi.

Wzór ogólny estrów kwasów karboksylowych

Estrы kwasów karboksylowych to pochodne węglowodorów, które powstają w reakcji kwasów karboksylowych z alkoholami. Ich grupą funkcyjną jest **grupa estrowa** ($-\text{COO}-$).



gdzie:

n – liczba atomów węgla we fragmencie pochodzącym od kwasu karboksylowego i $n \geq 0$

$2n+1$ – liczba atomów wodoru we fragmencie pochodzącym od kwasu karboksylowego

m – liczba atomów węgla we fragmencie pochodzącym od alkoholu i $m \geq 1$

$2m+1$ – liczba atomów wodoru we fragmencie pochodzącym od alkoholu

R^1 – grupa alkilowa lub atom wodoru (fragment pochodzący od kwasu karboksylowego)

R – grupa alkilowa (fragment pochodzący od alkoholu)

Nazwy estrów kwasów karboksylowych



Pochodzą od nazw kwasów karboksylowych i alkoholi.

fragment pochodzący od nazwy systematycznej kwasu karboksylowego

fragment pochodzący od nazwy zwyczajowej kwasu karboksylowego

metanian etylu lub **mrówczan etylu**

fragment pochodzący od nazwy systematycznej alkoholu

Tworzenie nazw wybranych estrów

Nazwy systematyczna i zwyczajowa kwasu karboksylowego	Nazwa systematyczna alkoholu	Nazwy systematyczna i zwyczajowa estru
kwas metanowy kwas mrówkowy	metanol	metanian metylu mrówczan metylu *
kwas metanowy kwas mrówkowy	etanol	metanian etylu mrówczan etylu *
kwas etanowy kwas octowy	metanol	etanian metylu octan metylu *
kwas etanowy kwas octowy	etanol	etanian etylu octan etylu *

* Nazwy zalecane przez IUPAC.

Wzory estrów kwasów karboksylowych

Nazwy i wzory wybranych estrów

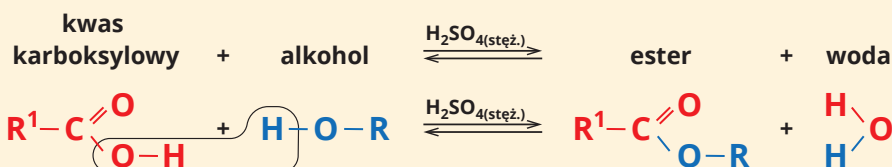
Nazwa	Wzór	Wzór półstrukturalny (grupowy)
mrówczan metylu	HCOOCH_3	$\text{H}-\text{C}\begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{O}-\text{CH}_3 \end{array}$
mrówczan etylu	HCOOC_2H_5	$\text{H}-\text{C}\begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \end{array}$
octan metylu	$\text{CH}_3\text{COOCH}_3$	$\text{CH}_3-\text{C}\begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{O}-\text{CH}_3 \end{array}$
octan etylu	$\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$	$\text{CH}_3-\text{C}\begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \end{array}$

Otrzymywanie i właściwości estrów kwasów karboksylowych

Podstawową metodą otrzymywania estrów jest reakcja estryfikacji. **Estryfikacja** to reakcja kwasu z alkoholem, której produktami są ester i woda. Zachodzi w obecności katalizatora, najczęściej stężonego kwasu siarkowego(VI). **Ten proces jest odwracalny**, dlatego w zapisie jego równania stosuje się dwie strzałki o przeciwnych zwrotach.

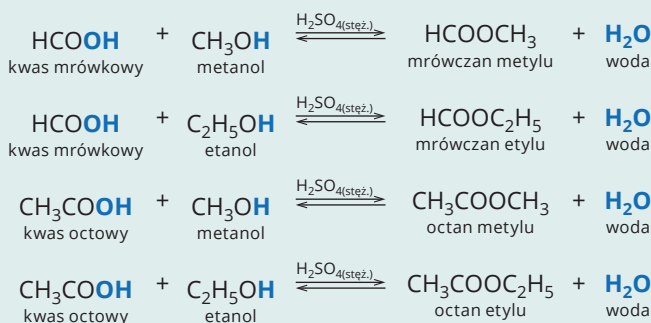


Schemat ogólny estryfikacji



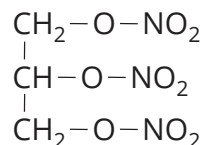
Estry w reakcji z wodą tworzą kwas i alkohol. Jest to **reakcja hydrolizy**. Aby zapobiec temu procesowi, stosuje się stężony kwas siarkowy(VI), który – oprócz pełnienia funkcji katalizatora – pochłania z układu reakcyjnego wodę powstającą podczas estryfikacji (jest higroskopijny). To utrudnia zajście reakcji hydrolizy estrów.

Równania reakcji otrzymywania wybranych estrów kwasów karboksylowych



A to ciekawe!

Estry powstają także w reakcjach kwasów nieorganicznych z alkoholami. Najbardziej znanym estrem kwasu nieorganicznego jest **triazotan(V) glicerolu** (nitrogliceryna), który stosuje się jako składnik materiałów wybuchowych i lek rozszerzający naczynia krwionośne.



Wzór triazotanu(V) glicerolu – estru kwasu azotowego(V) i glicerolu

Estry kwasów karboksylowych o krótkich łańcuchach węglowych są bezbarwnymi, lotnymi cieczami **o intensywnych, charakterystycznych zapachach owoców i kwiatów**, np. octan etylu ma przyjemny owocowy zapach. Słabo rozpuszczają się w wodzie, **natomiast** dobrze – w rozpuszczalnikach organicznych. Mają gęstość mniejszą od gęstości wody. Są palne.

Doświadczenie 1

Otrzymywanie octanu etylu



Problem badawczy:

Czy w wyniku reakcji kwasu octowego z etanolem powstaje octan etylu?

Sprzęt:

probówka, pipeta, 2 zlewki

Hipoteza:

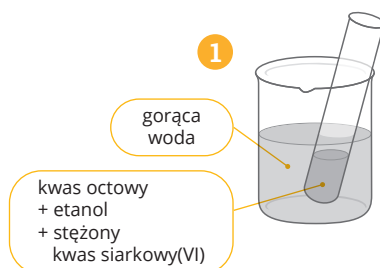
W wyniku reakcji kwasu octowego z etanolem powstaje octan etylu.

Odczynniki:

kwas octowy, etanol, stężony kwas siarkowy(VI), chłodna woda (ok. 20 °C), gorąca woda (ok. 80 °C)

Wykonanie:

Do probówki wlej 3 cm³ kwasu octowego i tyle samo etanolu oraz kilka kropli stężonego kwasu siarkowego(VI). Następnie umieść probówkę w zlewce 1 z gorącą wodą. Po upływie 5 minut przelej ciecz z probówki do zlewki 2 z chłodną wodą. Ostrożnie powąchaj zawartość zlewki 2.

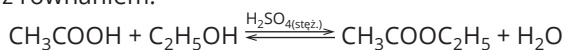


Obserwacje:

Po wlaniu zawartości probówki do chłodnej wody w zlewce 2 utworzyły się dwie warstwy niemieszających się cieczy; górna warstwa cieczy była oleista. Zawartość tej zlewki miała przyjemny i owocowy zapach.

Wnioski:

Pod wpływem stężonego kwasu siarkowego(VI) kwas octowy reaguje z etanolem, w wyniku czego powstają ester o zapachu owocowym – octan etylu – oraz woda. Reakcja w probówce zachodzi zgodnie z równaniem:



Otrzymany ester jest nierozpuszczalny w wodzie; ma gęstość mniejszą od gęstości wody, dlatego unosi się na jej powierzchni.

Weryfikacja hipotezy: Hipoteza została potwierdzona.



Zastosowania estrów kwasów karboksylowych



To dobre rozpuszczalniki organiczne, dlatego są składnikami rozpuszczalników farb i lakierów.



Mają przyjemne zapachy, dlatego w przemyśle kosmetycznym są wykorzystywane jako esencje zapachowe, np. w perfumach.

Estry



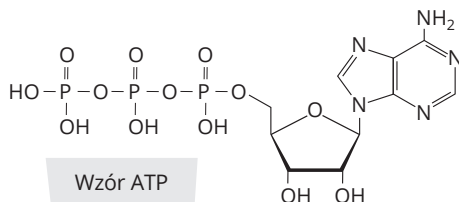
Niektóre estry kwasu salicylowego są składnikami leków przeciwbólowych, przeciwgorączkowych i przeciwzapalnych.



Ester o nazwie benzoesan denatonium ma bardzo gorzki smak, dlatego jest dodawany do toksycznych produktów, np. denaturatu, metanolu, odmrażaczy, aby zapobiec ich spożyciu.

A to ciekawe!

W organizmach powszechnie występują **estry kwasu fosforowego(V)**, np. adenozyno-5'-trifosforan (ATP) powstający w procesach fotosyntezy i oddychania komórkowego. Jest on nośnikiem energii wykorzystywanej w różnych procesach biochemicznych, np. podczas podziałów komórki, w przewodzeniu impulsów nerwowych i biosyntezach (reakcjach powstawania m.in. białek, tłuszczów i cukrów, zachodzących w organizmach).

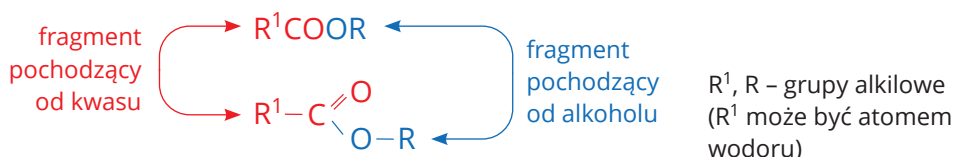


Zapamiętaj! To ważne!

Estry kwasów karboksylowych

To pochodne węglowodorów, które otrzymuje się w wyniku **estryfikacji** – reakcji kwasów karboksylowych z alkoholami w obecności stężonego kwasu siarkowego(VI). W ich cząsteczkach grupą funkcyjną jest **grupa estrowa** ($-\text{COO}-$).

Wzór ogólny estrów kwasów karboksylowych



Nazwy estrów kwasów karboksylowych

Tworzy się je od nazw kwasów karboksylowych i alkoholi, od których pochodzą.

Sprawdź się!

1. Przedstaw wzory półstrukturalne (grupowe) oraz równania reakcji otrzymywania:

- a) mrówczanu metylu, c) octanu metylu,
b) mrówczanu etylu, d) octanu butylu.

2. Wskaż poprawne dokończenie zdania.

Aby otrzymać octan etylu, jako substratów należy użyć

- A. kwasu octowego i metanolu.
B. kwasu octowego i etanolu.
C. kwasu octowego, etanolu i stężonego kwasu siarkowego(VI).
D. kwasu mrówkowego i etanolu.



3. Oblicz zawartość procentową (% masowy) pierwiastków w cząsteczce octanu etylu.



4. Przedstaw wzory półstrukturalne (grupowe) i podaj nazwy wszystkich estrów kwasów karboksylowych o wzorze sumarycznym $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$.

PODSUMOWANIE DZIAŁU XII

Pochodne węglowodorów

Pochodne węglowodorów

To związki organiczne powstałe w wyniku zastąpienia co najmniej jednego atomu wodoru w cząsteczce węglowodoru **grupą funkcyjną**.

Grupa funkcyjna

To atom lub grupa atomów, których obecność w cząsteczkach pochodnych węglowodorów nadaje tym związkom **nowe charakterystyczne właściwości**.

Wybrane pochodne węglowodorów

alkohole

grupa funkcyjna:
hydroksylowa –OH

kwasy karboksylowe

grupa funkcyjna:
karboksylowa –COOH

estry

grupa funkcyjna:
estrowa –COO–

alkohole monohydroksylowe



kwasy monokarboksylowe



Wzory ogólne pochodnych węglowodorów

estry kwasów karboksylowych

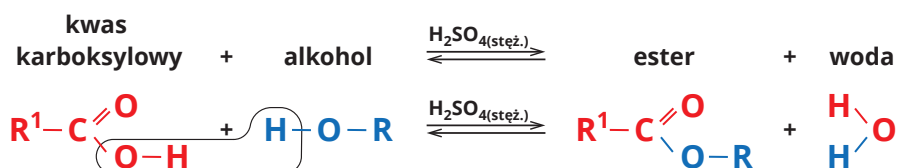


Właściwości wybranych przedstawicieli pochodnych węglowodorów

Nazwy systematyczna i zwyczajowa	Wzór	Właściwości (25 °C, 1013 hPa)
etanol alkohol etylowy	C_2H_5OH	▶ bezbarwna, lotna ciecz o charakterystycznym zapachu ▶ bardzo dobrze rozpuszczalny w wodzie ▶ o gęstości mniejszej od gęstości wody ▶ palny ▶ wodny roztwór o odczynie obojętnym
kwas etanowy kwas octowy	CH_3COOH	▶ bezbarwna, lotna ciecz o charakterystycznym, ostrym zapachu i kwaśnym smaku ▶ bardzo dobrze rozpuszczalny w wodzie ▶ elektrolit ▶ palny ▶ wodny roztwór o odczynie kwasowym ▶ aktywny chemicznie
etanian etylu octan etylu	$CH_3COOC_2H_5$	▶ bezbarwna, lotna ciecz o przyjemnym owocowym zapachu ▶ słabo rozpuszczalny w wodzie; dobrze rozpuszczalny w rozpuszczalnikach organicznych ▶ o gęstości mniejszej od gęstości wody ▶ palny

Estryfikacja

Reakcja kwasu z alkoholem w obecności katalizatora – stężonego kwasu siarkowego(VI) – której produktami są ester i woda.





Odpowiedzi zapisz w zeszycie.

1. Wskaż poprawne dokończenia zdań.

- I.** Pochodne węglowodorów to związki organiczne
 - A.** powstałe w wyniku zastąpienia co najmniej jednego atomu węgla w cząsteczce węglowodoru grupą funkcyjną.
 - B.** powstałe w wyniku zastąpienia co najmniej dwóch atomów wodoru w cząsteczce węglowodoru grupami funkcyjnymi.
 - C.** powstałe w wyniku zastąpienia co najmniej jednego atomu wodoru w cząsteczce węglowodoru grupą funkcyjną.
 - D.** zbudowane z łańcucha węglowego i przyłączonych do niego atomów wodoru.
- II.** Do pochodnych węglowodorów należą m.in.
 - C.** alkohole, kwasy karboksylowe i estry.
 - D.** tlenki, alkohole i estry.
 - E.** wodorotlenki, alkohole i kwasy karboksylowe.
 - F.** alkohole, kwasy tlenowe i estry.

2. Przedstaw wzory sumaryczne i półstrukturalne (grupowe) pochodnych węglowodorów takich jak alkohole monohydroksylowe, kwasy monokarboksylowe i estry, mających w cząsteczce po 5 atomów węgla.

3. Na podstawie obliczeń uszereguj substancje: metanol, kwas mrówkowy i mrówczan metylu według malejącej zawartości procentowej węgla w ich cząsteczkach.



4. Przedstaw równania reakcji całkowitego i niecałkowitego spalania:

- | | |
|----------------------|------------------------------|
| a) metanolu, | d) kwasu mrówkowego, |
| b) etanolu, | e) kwasu octowego, |
| c) propanolu, | f) kwasu propanowego. |

5. Przedstaw równania reakcji:

- a)** kwasu mrówkowego z wodorotlenkiem sodu,
- b)** kwasu octowego z tlenkiem potasu,
- c)** kwasu octowego z magnezem.

6. Przedstaw równania dysocjacji elektrolitycznej:

- a) kwasu octowego,
- b) kwasu propanowego,
- c) kwasu butanowego.

7. Maślan etylu o wzorze $C_3H_7COOC_2H_5$ ma zapach ananasów.

Przedstaw wzór półstrukturalny (grupowy) tego związku chemicznego. Do jakiej grupy pochodnych węglowodorów go zaliczysz?

8. Za pomocą wzorów półstrukturalnych przedstaw równania reakcji:

- a) kwasu mrówkowego z metanolem,
- b) kwasu mrówkowego z etanolem,
- c) kwasu octowego z metanolem,
- d) kwasu octowego z etanolem.

9. Oblicz, ile gramów kwasu octowego jest w 0,5 kg roztworu tego kwasu o stężeniu 6 %.

10. W trzech probówkach oznaczonych numerami 1, 2 i 3 znajdują się: octan etylu, kwas octowy i etanol. Aby określić zawartość każdej z nich, badano właściwości tych substancji.

- a) Rozstrzygnij, która probówka zawiera etanol, która kwas octowy, a która octan etylu, jeżeli:
 - ▶ każda z badanych substancji ulega reakcji spalania całkowitego;
 - ▶ tylko wodny roztwór substancji z probówki 2 ma odczyn kwasowy;
 - ▶ substancja z probówki 1 ma przyjemny, owocowy zapach;
 - ▶ substancja z probówki 2 reaguje z magnezem, tlenkiem miedzi(II) i wodorotlenkiem potasu.
- b) Przedstaw równanie reakcji całkowitego spalania substancji znajdującej się w probówce 2.
- c) Przedstaw równania reakcji substancji z probówki 2 z magnezem, tlenkiem miedzi(II) i wodorotlenkiem potasu.

11. W dwóch probówkach oznaczonych numerami 1 i 2 znajdują się ocet i wodny roztwór metanolu. Aby rozróżnić zawartości probówek, użyto roztworu oranżu metylowego. Barwy zawartości probówek po dodaniu tego wskaźnika przedstawiono obok.

- a) Rozstrzygnij, w której probówce znajdował się ocet. Uzasadnij swoją odpowiedź.
- b) Podaj, jak zmienia się barwy uniwersalnego papierka wskaźnikowego i wywaru z czerwonej kapusty w obecności octu.



DZIAŁ

XIII

BIOLOGIA SIOSTRĄ CHEMII

Tłuszcze

Cukry

Białka



O czym
to
będzie?

13.1 Wyższe kwasy tłuszczowe



Reszty kwasowe niektórych kwasów monokarboksylowych wchodzą w skład tłuszczów. Te związki są nazywane kwasami tłuszczowymi. W życiu codziennym można je znaleźć w maśle kakaowym, maśle shea [sze] i kredkach świecowych.

Na dzisiejszej lekcji poznasz budowę i właściwości trzech kwasów tłuszczowych: palmitynowego, stearynowego i oleinowego.

Podział kwasów monokarboksylowych

Kwasy monokarboksylowe ze względu na długość łańcucha węglowego dzieli się na:

- ▶ **niższe kwasy monokarboksylowe** – mające w cząsteczce **do 10 atomów węgla**, np. kwas butanowy (C_3H_7COOH);
- ▶ **wyższe kwasy monokarboksylowe** – mające w cząsteczce **więcej niż 10 atomów węgla**, np. kwas stearynowy ($C_{17}H_{35}COOH$).

Reszty kwasowe niektórych niższych i wyższych kwasów monokarboksylowych wchodzą w skład tłuszczów i z tego powodu te substancje są nazywane **kwasami tłuszczowymi**.



Kwasy tłuszczowe to kwasy monokarboksylowe mające w cząsteczce **od 4 do 28 atomów węgla**.

Kwasy tłuszczowe można podzielić ze względu na krotność wiązań między atomami węgla.

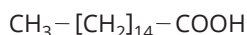


Kwasy tłuszczowe



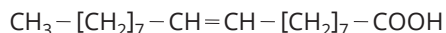
nasycone kwasy tłuszczowe

w ich cząsteczkach między atomami węgla są **tylko wiązania pojedyncze**,
np. kwas palmitynowy ($C_{15}H_{31}COOH$)



nienasycone kwasy tłuszczowe

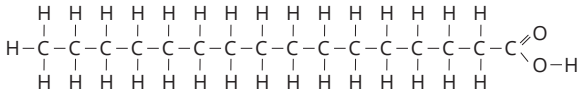
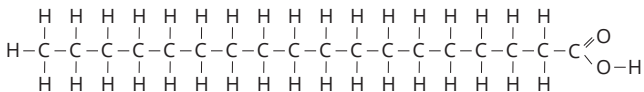
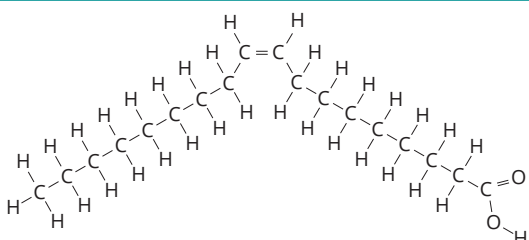
w ich cząsteczkach między atomami węgla jest **co najmniej jedno wiązanie podwójne**,
np. kwas oleinowy ($C_{17}H_{33}COOH$)



Nazwy i wzory wyższych kwasów tłuszczowych

Wyższymi kwasami tłuszczowymi są m.in. **kwasy palmitynowy, stearynowy i oleinowy**.

Nazwy i wzory wybranych wyższych kwasów tłuszczowych

Nazwy systematyczna i zwyczajowa oraz wzór	Wzory strukturalny i półstrukturalny (grupowy)
kwas heksadekanowy kwas palmitynowy $C_{15}H_{31}COOH$	 $CH_3 - [CH_2]_{14} - COOH$
kwas oktadekanowy kwas stearynowy $C_{17}H_{35}COOH$	 $CH_3 - [CH_2]_{16} - COOH$
kwas oktadec-9-enowy kwas oleinowy $C_{17}H_{33}COOH$	 $CH_3 - [CH_2]_7 - CH = CH - [CH_2]_7 - COOH$

Kwasy palmitynowy i stearynowy są **nasyconymi kwasami tłuszczowymi** – w ich cząsteczkach między atomami węgla są tylko wiązania pojedyncze. Kwas oleinowy jest **nienasyconym kwasem tłuszczowym** – w jego cząsteczce między 9. a 10. atomem węgla jest wiązanie podwójne.

Właściwości wybranych kwasów tłuszczowych (25 °C, 1013 hPa)

Kwas palmitynowy – $C_{15}H_{31}COOH$

- ▶ białe ciało stałe
- ▶ bez zapachu
- ▶ o temperaturze topnienia 63 °C
- ▶ o gęstości mniejszej od gęstości wody
- ▶ nierozpuszczalny w wodzie, ale dobrze rozpuszczalny w rozpuszczalnikach niepolarnych, np. benzynie
- ▶ palny
- ▶ o odczynie obojętnym



Kwas stearynowy – $C_{17}H_{35}COOH$

- ▶ białe ciało stałe
- ▶ bez zapachu
- ▶ o temperaturze topnienia $69\text{ }^{\circ}\text{C}$
- ▶ o gęstości mniejszej od gęstości wody
- ▶ nierozpuszczalny w wodzie, ale dobrze rozpuszczalny w rozpuszczalnikach niepolarnych, np. benzynie
- ▶ palny
- ▶ o odczynie obojętnym



Kwas oleinowy – $C_{17}H_{33}COOH$

- ▶ słomkowa ciecz
- ▶ o zapachu starego oleju
- ▶ o temperaturze topnienia $16\text{ }^{\circ}\text{C}$
- ▶ o gęstości mniejszej od gęstości wody
- ▶ nierozpuszczalny w wodzie, ale dobrze rozpuszczalny w rozpuszczalnikach niepolarnych, np. benzynie
- ▶ palny
- ▶ o odczynie obojętnym



Doświadczenie 1

Badanie wybranych właściwości kwasów stearynowego i oleinowego



Problem badawczy:

Jakie właściwości mają kwasy stearynowy i oleinowy?

Sprzęt:

4 probówki, łyżeczka, pipeta,
4 korki, statyw

Hipoteza:

Kwas stearynowy to białe ciało stałe, nierozpuszczalne w wodzie, o odczynie obojętnym; kwas oleinowy to słomkowa ciecz, nierozpuszczalna w wodzie, o odczynie obojętnym.

Odczynniki:

kwas stearynowy, kwas oleinowy,
woda destylowana, roztwór oranżu
metylowego, alkoholowy roztwór
fenoloftaleiny

Wykonanie:

Określ stan skupienia i barwę kwasów stearynowego i oleinowego. Następnie do dwóch probówek wsyp po łyżeczce kwasu stearynowego, wlej po 2 cm³ wody i dodaj do pierwszej kilka kropli roztworu oranżu metylowego (1a), a do drugiej – kilka kropli roztworu fenoloftaleiny (1b). Obie probówki zamknij korkami i wytrząśnij. Powtórz te czynności dla kwasu oleinowego.

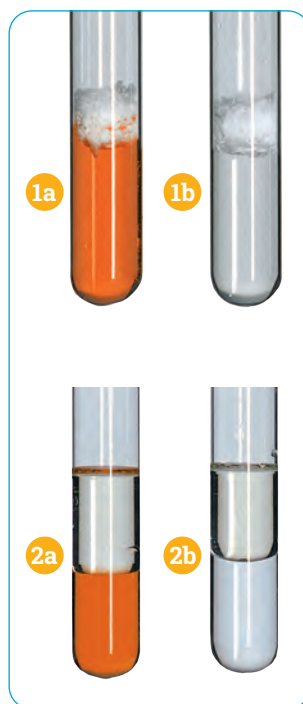
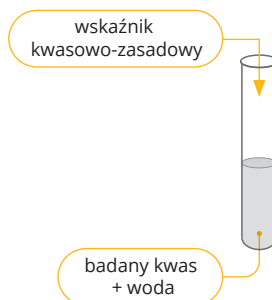
Obserwacje:

Właściwość	Kwas stearynowy	Kwas oleinowy
stan skupienia (t = 25 °C)	ciało stałe	ciecz
barwa	biała	słomkowa
rozpuszczanie w wodzie	pływający na powierzchni wody	pływający na powierzchni wody
wpływ na barwę oranżu metylowego	brak (1a)	brak (2a)
wpływ na barwę fenoloftaleiny	brak (1b)	brak (2b)

Wnioski:

Kwas stearynowy to białe ciało stałe, a kwas oleinowy to słomkowa ciecz. Oba kwasy nie rozpuszczają się w wodzie i mają odczyn obojętny.

Weryfikacja hipotezy: Hipoteza została potwierdzona.



Kwasy tłuszczowe w zależności od dostępu tlenu ulegają reakcjom spalania całkowitego lub niecałkowitego.

Równania reakcji spalania kwasu stearynowego

Spalanie całkowite kwasu stearynowego	$\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH} + 26 \text{O}_2 \longrightarrow 18 \text{CO}_2 + 18 \text{H}_2\text{O}$
Spalanie niecałkowite kwasu stearynowego	$\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH} + 17 \text{O}_2 \longrightarrow 18 \text{CO} + 18 \text{H}_2\text{O}$
	$\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH} + 8 \text{O}_2 \longrightarrow 18 \text{C} + 18 \text{H}_2\text{O}$

Doświadczenie 2

Spalanie kwasu stearynowego



Problem badawczy:

Czy kwas stearynowy jest palny?

Hipoteza:

Kwas stearynowy jest palny.

Sprzęt:

trójnóg, siatka z płytką ceramiczną, parownica, łyżeczka, palnik, zapalarka, łuczywo

Odczynniki:

kwas stearynowy

Wykonanie:

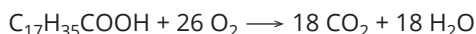
Na trójnogu z siatką z płytką ceramiczną umieść parownicę z łyżeczką kwasu stearynowego. Ogrzewaj ją. Gdy substancja stopi się, ostrożnie zbliż zapalone łuczywo do powierzchni cieczy.

Obserwacje:

Podczas zbliżania zapalonego łuczywa nad parownicą pojawił się żółty płomień.

Wnioski:

Kwas stearynowy po stopieniu jest lotny i palny. W wyniku reakcji powstają tlenek węgla(IV) i woda. Reakcja zachodzi zgodnie z równaniem:



Weryfikacja hipotezy:

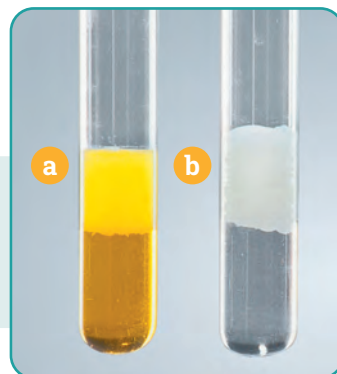
Hipoteza została potwierdzona.



Odróżnianie kwasów nienasyconych od nasyconych

Podobnie jak w alkenach i alkinach, wiązanie wielokrotne w łańcuchach nienasyconych kwasów tłuszczowych można wykryć za pomocą wody bromowej.

Pomarańczowa woda bromowa w obecności nasyconych kwasów tłuszczowych nie odbarwia się (a), natomiast w obecności nienasyconych kwasów tłuszczowych się odbarwia, a dodatkowo pojawia się biały osad (b).



Doświadczenie 3



Badanie wpływu kwasów stearynowego i oleinowego na wodę bromową

Problem badawczy:

Jaki wpływ na wodę bromową mają kwasy stearynowy i oleinowy?

Sprzęt:

2 probówki, pipeta, 2 korki, statyw

Wykonanie:

Do probówek z kwasem stearynowym (1) i kwasem oleinowym (2) wlej wodę bromową (do 1/3 wysokości naczyni). Każdą probówkę zamknij korkiem i wytrząśnij.

Obserwacje:

W probówce 1 utworzyły się dwie warstwy: dolną stanowiła pomarańczowa ciecz, a górną – biała substancja stała.

W probówce 2 utworzyły się dwie warstwy: dolną stanowiła bezbarwna ciecz, a górną – biała substancja stała.

Wnioski:

Kwas stearynowy to nasycony kwas tłuszczowy – w jego cząsteczce między atomami węgla są wiązania pojedyncze.

Kwas oleinowy to nienasycony kwas tłuszczowy – w jego cząsteczce jest wiązanie wielokrotne – podwójne. Pod wpływem tego kwasu pomarańczowa woda bromowa się odbarwia, a dodatkowo wydziela się biała substancja stała.

Weryfikacja hipotezy:

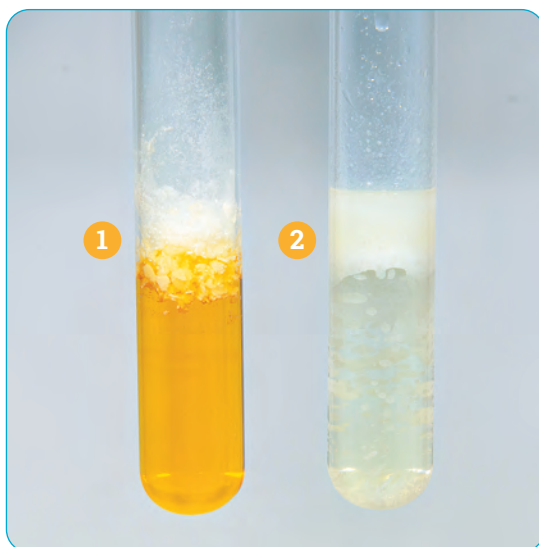
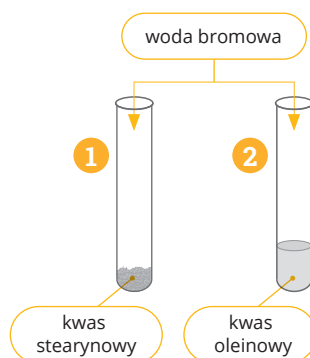
Hipoteza została potwierdzona.

Hipoteza:

Kwas stearynowy nie odbarwia wody bromowej, a kwas oleinowy – odbarwia.

Odczynniki:

kwas stearynowy, kwas oleinowy, woda bromowa

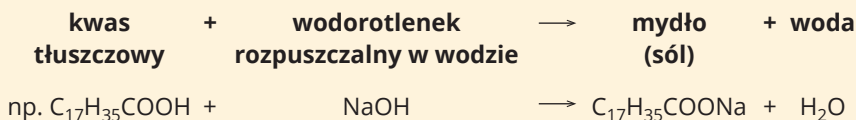


Mydła

Kwasy tłuszczowe reagują z wodorotlenkami rozpuszczalnymi w wodzie, w wyniku czego powstają **mydła** (sole), np. stearynian sodu ($C_{17}H_{35}COONa$), oraz woda.



Mydła to sole kwasów tłuszczowych.



Doświadczenie 4

Reakcja kwasu stearynowego z wodorotlenkiem sodu



Problem badawczy:

Czy w reakcji kwasu stearynowego z wodorotlenkiem sodu można otrzymać mydło?

Sprzęt:

probówka, szpatułka, pipeta, palnik, zapalarka, łąpa do probówek

Hipoteza:

W reakcji kwasu stearynowego z wodorotlenkiem sodu można otrzymać mydło.

Odczynniki:

kwas stearynowy, stężony roztwór wodorotlenku sodu

Wykonanie:

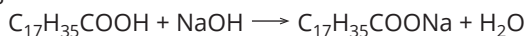
W probówce umieścić szpatułkę kwasu stearynowego i ok. 3 cm³ roztworu wodorotlenku sodu. Następnie ogrzewać ją w płomieniu palnika.

Obserwacje:

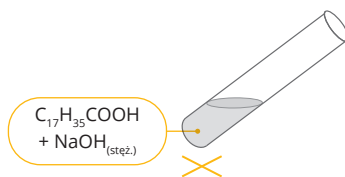
Podczas ogrzewania kwas stearynowy się stopił. Zawartość probówki się speniła.

Wnioski:

Kwas stearynowy reaguje z wodorotlenkiem sodu, w wyniku czego powstają stearynian sodu (mydło – sól, która się speniła) i woda. Reakcja zachodzi zgodnie z równaniem:



Weryfikacja hipotezy: Hipoteza została potwierdzona.



Zapamiętaj! To ważne!

Kwasy tłuszczowe

To kwasy monokarboksylowe mające w cząsteczce **od 4 do 28 atomów węgla**.

Mydła

To sole powstające w reakcjach wyższych kwasów tłuszczowych z wodorotlenkami rozpuszczalnymi w wodzie.

Nasycone kwasy tłuszczowe

W ich cząsteczkach między atomami węgla **są tylko wiązania pojedyncze**. Należą do nich np. kwas palmitynowy, kwas stearynowy.

Nienasycone kwasy tłuszczowe

W ich cząsteczkach między atomami węgla **jest co najmniej jedno wiązanie podwójne**. Jest to np. kwas oleinowy.

Sprawdź się!

1. Oblicz zawartość procentową (% masowy) pierwiastków w kwasie stearynowym. Wyniki podaj z dokładnością do liczby całkowitej.
2. Przedstaw równania reakcji spalania całkowitego kwasów stearynowego i palmitynowego.
3. Przedstaw równanie reakcji kwasu stearynowego z wodorotlenkiem potasu.
4. Na podstawie dostępnych źródeł informacji podaj nazwy i wzory kwasów tłuszczowych wchodzących w skład:
 - a) oliwy,
 - b) orzechów makadamia.
5. Na podstawie dostępnych źródeł informacji wyjaśnij, dlaczego świece stearynowe są uznawane za ekologiczne.
6. Na podstawie dostępnych źródeł informacji:
 - a) wyjaśnij, czym są niezbędne nienasycone kwasy tłuszczowe;
 - b) podaj nazwy czterech układów w organizmie człowieka, których praca jest wspierana przez niezbędne nienasycone kwasy tłuszczowe.

13.2 Tłuszcze

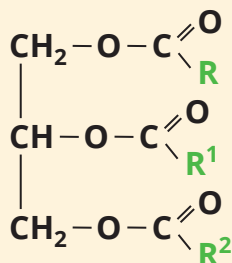


Tłuszcze występują we wszystkich organizmach. U zwierząt gromadzą się w tkance tłuszczowej, mięśniach i mleku. W roślinach zawarte są głównie w nasionach i miąższu owoców.

Tłuszcze stanowią niezbędny składnik naszej diety. Pełnią wiele funkcji w organizmach, są m.in. źródłem energii, biorą udział w syntezie hormonów i budują błony komórkowe.

Wzór ogólny tłuszczów

Tłuszcze to pochodne węglowodorów, estry glicerolu i kwasów tłuszczowych.

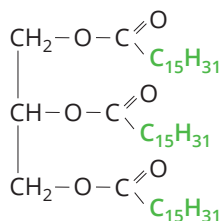


gdzie:
R, R¹, R² – grupy węglowodorowe pochodzące od kwasów tłuszczowych (mogą one być jednakowe lub różne)

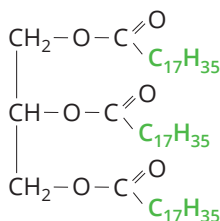
Nazwy i wzory tłuszczów

Nazwy tłuszczów pochodzą od glicerolu i nazw kwasów tłuszczowych, z których one powstają.

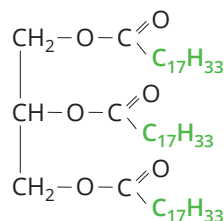
Nazwy i wzory wybranych tłuszczów



tripalmitynian glicerolu



tristearynian glicerolu



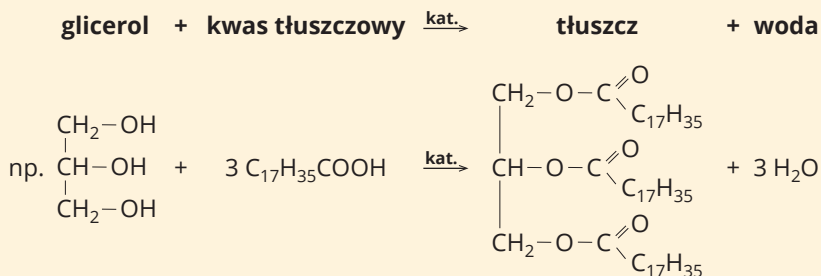
trioleinian glicerolu

Otrzymywanie tłuszczów

W laboratorium tłuszcze otrzymuje się w wyniku estryfikacji.



Schemat ogólny otrzymywania tłuszczów



Tłuszcze można również wyodrębnić z organizmów roślinnych i zwierzęcych.

Tłuszcze

tłuszcze roślinne

Przykłady:



olej słonecznikowy



oliwa



olej kokosowy



olej rycynowy

tłuszcze zwierzęce

Przykłady:



masło

śłonina



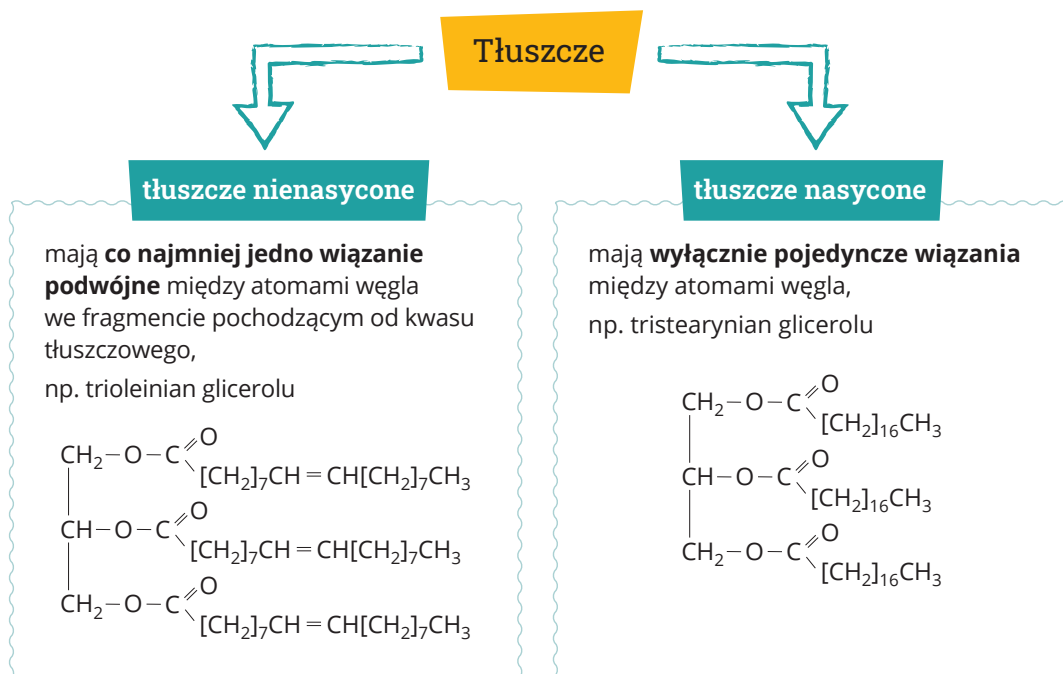
smalec

tran



Podział tłuszczów ze względu na charakter chemiczny

Tłuszcze można podzielić ze względu na krotność wiązań między atomami węgla.



Podział tłuszczów ze względu na stan skupienia (20 °C)

Rodzaj kwasów tłuszczowych wchodzących w skład tłuszczów wpływa na ich stan skupienia.



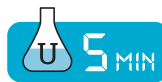
Tłuszcze roślinne są najczęściej cieciami, a tłuszcze zwierzęce – najczęściej ciałami stałymi.

Właściwości fizyczne tłuszczów

Tłuszcze to ciała stałe lub ciecze. Nie rozpuszczają się w wodzie, natomiast rozpuszczają się w benzynie. Ich temperatura topnienia jest niska. Mają gęstość mniejszą od gęstości wody.

Doświadczenie 1

Badanie rozpuszczalności oleju słonecznikowego w wodzie i benzynie



Problem badawczy:

Czy olej słonecznikowy rozpuszcza się w wodzie i benzynie?

Sprzęt:

2 probówki, pipeta, bagietka, statyw

Hipoteza:

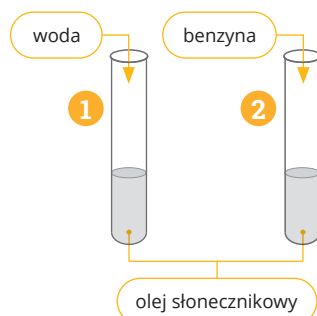
Olej słonecznikowy nie rozpuszcza się w wodzie, ale rozpuszcza się w benzynie.

Odczynniki:

olej słonecznikowy, woda, benzyna

Wykonanie:

Do dwóch probówek zawierających ok. 2 cm³ oleju słonecznikowego każda dodaj: do pierwszej 2 cm³ wody (1), a do drugiej – 2 cm³ benzyny (2). Zawartość probówek zamieszaj i odstaw do statywu na ok. 5 minut. Po upływie tego czasu oceń rozpuszczalność próbek w wodzie i benzynie.



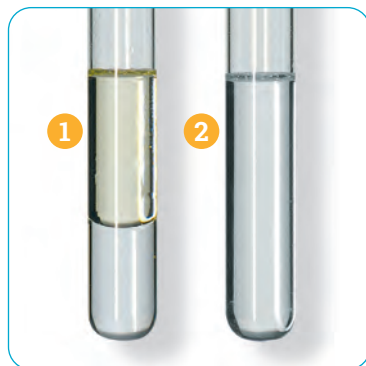
Obserwacje:

W probówce 1 utworzyły się dwie warstwy cieczy: górna jasnożółta, a dolna – bezbarwna. Zawartość probówki 2 była jednorodna i bezbarwna.

Wnioski:

Olej słonecznikowy nie rozpuszcza się w wodzie, ale rozpuszcza się w benzynie – tworzy z nią roztwór. Olej słonecznikowy ma gęstość mniejszą od gęstości wody.

Weryfikacja hipotezy: Hipoteza została potwierdzona.



A to ciekawe!

Temperatura topnienia **tłuszczu kakaowego** wynosi 30–35 °C, dlatego topi się on np. po nałożeniu na skórę. Tłuszcz kakaowy wygładza i nawilża skórę, dlatego jest składnikiem m.in. balsamów do ciała i pomadek.

Tłuszcz kakaowy w temperaturze pokojowej, tj. 20 °C, jest ciałem stałym.



Wykrywanie wiązania wielokrotnego w tłuszczach nienasyconych

Podobnie jak w nienasyconych kwasach tłuszczowych, wiązanie wielokrotne w cząsteczkach tłuszczów nienasyconych można wykryć za pomocą wody bromowej, która w ich obecności się odbarwia, a dodatkowo pojawia się biały osad.

Doświadczenie 2



Badanie wpływu tłuszczów nienasyconych na wodę bromową

Problem badawczy:

Jaki wpływ na wodę bromową mają tłuszcze nienasycone wchodzące w skład olejów śliwkowego i kokosowego?

Sprzęt:

3 probówki, pipeta, 2 korki, statyw

Hipoteza:

Tłuszcze nienasycone wchodzące w skład olejów śliwkowego i kokosowego powodują odbarwienie wody bromowej.

Odczynniki:

olej śliwkowy, olej kokosowy, woda bromowa

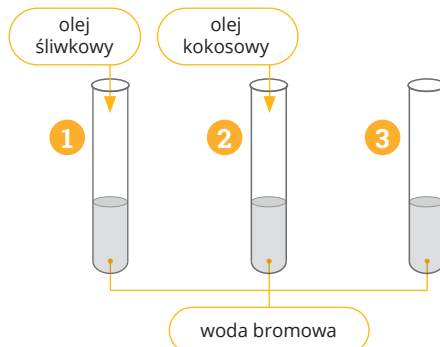
Wykonanie:

Do każdej z trzech probówek wlej po 2 cm³ wody bromowej.

Do probówki 1 dodaj ok. 2 cm³ oleju śliwkowego, zamknij ją korkiem, wytrząśnij i odstaw.

Do probówki 2 dodawaj porcjami ok. 2 cm³ roztopionego oleju kokosowego, jednocześnie mieszając jej zawartość, następnie zamknij ją korkiem, wytrząśnij i odstaw.

Do probówki 3 nie dodawaj niczego – jest to próba kontrolna.

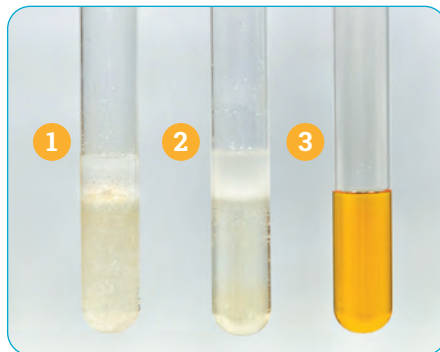


Obserwacje:

W probówce 1 utworzyły się dwie warstwy: dolną stanowiła bezbarwna ciecz, a górną – biała substancja stała.

W probówce 2 początkowo było widać dwie warstwy: dolną stanowiła ciecz o jasnożółtym zabarwieniu, a górną – ciało stałe o pomarańczowym zabarwieniu. Wytrząśnięcie spowodowało, że dolna warstwa stała się bezbarwna, a górna zmieniła barwę na białą.

W probówce 3 zawartość była pomarańczowa.



Wnioski:

Olej śliwkowy składa się w większości z tłuszczów nienasyconych, pod których wpływem pomarańczowa woda bromowa dość szybko się odbarwia (1).

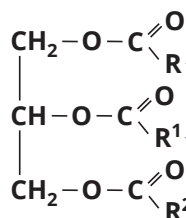
Olej kokosowy składa się w większości z tłuszczów nasyconych, dlatego odbarwienie wody bromowej następuje stopniowo i wolno (2).

Weryfikacja hipotezy: Hipoteza została potwierdzona.

Zapamiętaj! To ważne!

Tłuszcze

To estry glicerolu i kwasów tłuszczowych.



grupy węglowodorowe pochodzące od kwasów tłuszczowych (mogą one być jednakowe lub różne)

Podziały tłuszczów

- ▶ roślinne i zwierzęce
- ▶ nienasycone i nasycone
- ▶ ciekłe i stałe

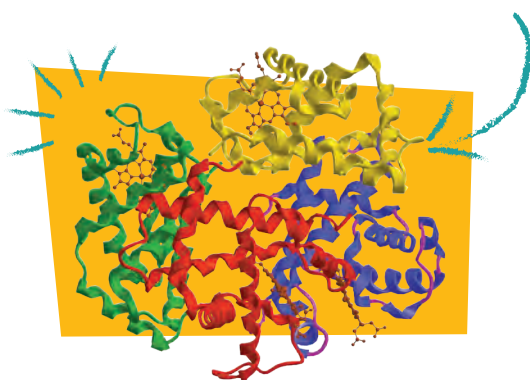
Sprawdź się!

- Podaj informacje, których brakuje w poniższych zdaniach.
 - Tłuszcze to  glicerolu i kwasów tłuszczowych.
 - Tłuszcze nienasycone mają w cząsteczkach  wiązanie między atomami węgla.
 - Tłuszcze nasycone mają w cząsteczkach  wiązania między atomami węgla.
- Wskaż nazwę czynności laboratoryjnej, dzięki której można rozdzielić mieszaninę wody i oleju rzepakowego.

A. sączenie	C. destylacja
B. rozdzielanie przy użyciu rozdzielnicy	D. odparowanie
- Na podstawie dostępnych źródeł informacji podaj nazwy kwasów tłuszczowych wchodzących w skład tłuszczu cupuaçu [kupłasu]. Jaki jest stan skupienia tego tłuszczu w temperaturze pokojowej, tj. 20 °C?

13.3 Aminokwasy.

Powstawanie peptydów i białek

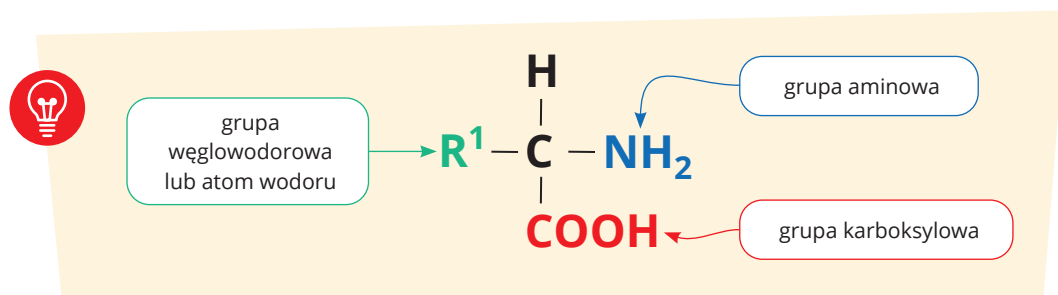


Białka (gr. *proteios* [protejos] – pierwszy, najważniejszy) są podstawowym budulcem komórek. W organizmie człowieka jest ok. 100 000 różnych białek, m.in. kolagen w skórze, aktyna i miozyna w mięśniach oraz hemoglobina we krwi (model jej struktury przedstawiono na ilustracji obok).

Aby powstało białko, należy połączyć ze sobą mniejsze cząsteczki – odpowiednie aminokwasy, które mogą być zsyntetyzowane w organizmie ludzkim lub dostarczone organizmowi z pożywieniem.

Wzór ogólny aminokwasów

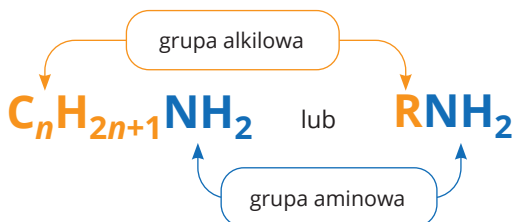
Aminokwasy to związki organiczne, w których cząsteczkach są dwa rodzaje grup funkcyjnych: **aminowa ($-\text{NH}_2$)** i **karboksylowa ($-\text{COOH}$)**. Tylko 20 spośród znanych nam kilkuset aminokwasów buduje białka. Są to **aminokwasy białkowe**.



A to ciekawe!

Grupa aminowa w cząsteczkach aminokwasów pochodzi od **amin** – pochodnych węglowodorów powstałych w wyniku zastąpienia co najmniej jednego atomu wodoru w cząsteczce węglowodoru grupą aminową $-\text{NH}_2$. Najprostszą aminą jest **metyloamina** o wzorze CH_3NH_2 .

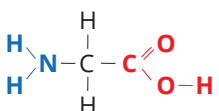
Wzór ogólny amin



Budowa i właściwości glicyny

Najprostszym aminokwasem białkowym jest **kwask aminooctowy**, nazywany również **glicyną**. Częsteczka tego związku organicznego jest zbudowana z atomu węgla, do którego są przyłączone dwa atomy wodoru, **grupa aminowa** i **grupa karboksylowa**.

Nazwy i wzory glicyny

Nazwa zwyczajowa	Nazwa systematyczna	Wzór strukturalny	Wzór półstrukturalny (grupowy)
glicyna*	kwask aminooctowy		$\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{COOH}$

* Nazwa zalecana przez IUPAC.

Aminokwasy są białymi ciałami stałymi, na ogół dobrze rozpuszczalnymi w wodzie. Wodne roztwory aminokwasów mają odczyn obojętny. W cząsteczkach tych związków są dwa rodzaje grup funkcyjnych, dlatego reagują one i z kwasami, i z wodorotlenkami rozpuszczalnymi w wodzie. Ta cecha budowy sprawia również, że cząsteczki aminokwasów mogą łączyć się ze sobą.

Właściwości glicyny

fizyczne (25 °C, 1013 hPa)

- ▶ białe ciało stałe
- ▶ dobrze rozpuszczalna w wodzie

Glicyna



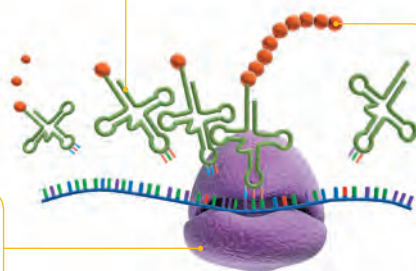
chemiczne

- ▶ o słodkim smaku
- ▶ wodny roztwór o odczynie obojętnym
- ▶ reagująca z kwasami i wodorotlenkami rozpuszczalnymi w wodzie
- ▶ możliwość łączenia się z innymi aminokwasami białkowymi z utworzeniem peptydów i białek

A to ciekawe!

Rybosomy to jedne z podstawowych elementów budujących komórki. Ich funkcją jest synteza białek.

1. Rybosom odczytuje z RNA informacje o kolejności aminokwasów.



2. Aminokwasy są transportowane przez cząsteczki, które potrafią dopasować się do sekwencji RNA.

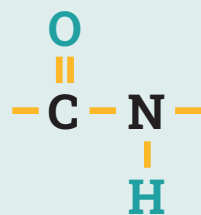
3. Kolejne aminokwasy przyłączają się do łańcucha białkowego.

Powstawanie peptydów i białek

Cząsteczki aminokwasów łączą się w reakcji kondensacji. **Kondensacja** to reakcja łączenia się co najmniej dwóch cząsteczek, której produktami są większa cząsteczka i cząsteczka wody. Wiązanie łączące fragmenty aminokwasów to **wiązanie peptydowe**. Jest ono tworzone przez atomy z grup karboksylowej i aminowej.

W wyniku kondensacji 2 cząsteczek aminokwasów powstaje **dipeptyd**, 3 cząsteczek aminokwasów – **tripeptyd** itd.

W wyniku kondensacji od 11 do 100 cząsteczek aminokwasów powstaje **polipeptyd**, a więcej niż 100 cząsteczek aminokwasów – **białko**.

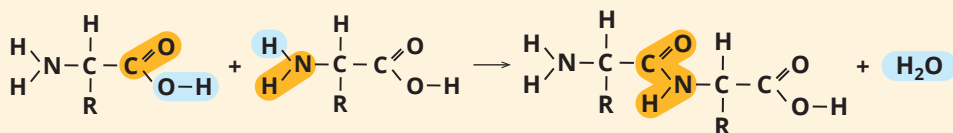


Wiązanie peptydowe

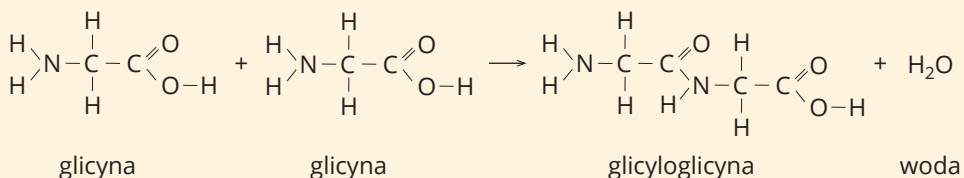
Schemat ogólny otrzymywania dipeptydu



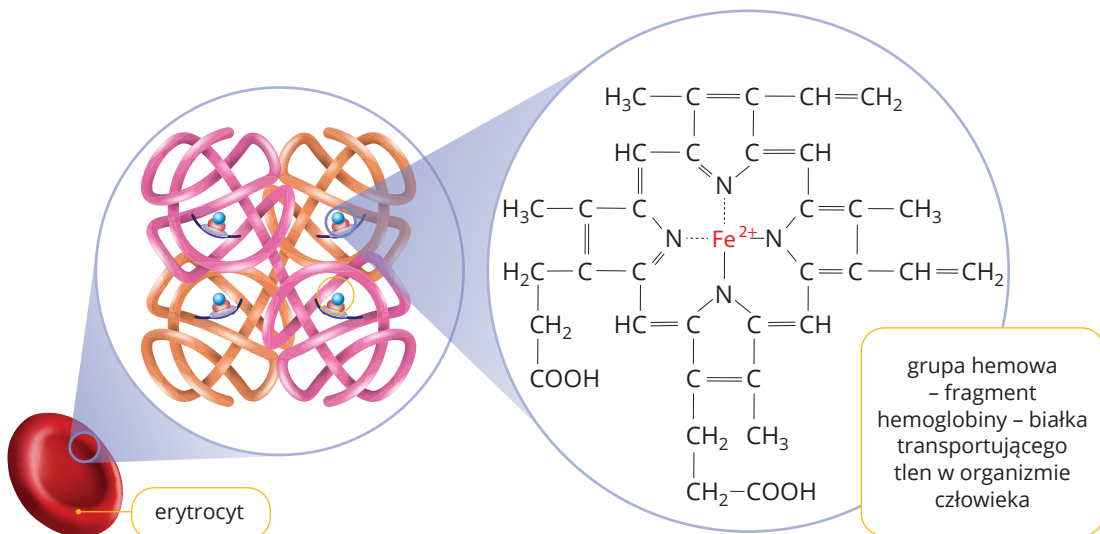
aminokwas + aminokwas → dipeptyd + woda



np.



Białka to struktury złożone z ponad 100 aminokwasów. Każda cząsteczka białka jest zawsze zbudowana z atomów czterech pierwiastków: węgla, wodoru, tlenu i azotu. Ponadto w skład niektórych białek wchodzi siarka i fosfor, rzadziej miedź, magnez, cynk, żelazo i jod.



Zapamiętaj! To ważne!

Aminokwasy

To związki organiczne, w których cząsteczkach **są dwa rodzaje grup funkcyjnych: aminowa i karboksylowa.**

Właściwości glicyny (25 °C, 1013 hPa)

To białe ciało stałe o słodkim smaku. Dobrze rozpuszcza się w wodzie. Wodny roztwór glicyny ma odczyn obojętny. Jest aktywna chemicznie.

Kondensacja

Reakcja łączenia się co najmniej dwóch cząsteczek, której produktami są większa cząsteczka i cząsteczka wody.

W wyniku kondensacji aminokwasów powstają peptydy albo białka oraz woda.

Wiązanie peptydowe

Tworzy się między grupą karboksylową jednego aminokwasu a grupą aminową drugiego aminokwasu.

Sprawdź się!

1. Wskaż wszystkie poprawne dokończenia zdania.
Produkty spożywcze będące źródłem aminokwasów białkowych to
 - A. czekolada, mleko i masło.
 - B. fasola, mięso i ser żółty.
 - C. chleb, sok pomarańczowy i groch.
 - D. jaja, ryby i soczewica.

2. Oblicz masę cząsteczkową glicyny.

3. Wyjaśnij pojęcia:

a) kondensacja, **b)** wiązanie peptydowe, **c)** białka.

4. Podaj symbole pierwiastków, które mogą budować białka.



5. Na podstawie dostępnych źródeł informacji podaj cztery funkcje, które pełni glicyna w organizmie człowieka.



13.4 Białka – koagulacja i wykrywanie



Podczas gotowania jaja na twardo białko i żółtko zmieniają konsystencję z płynnej na stałą. Jest to spowodowane niszczeniem oddziaływań, które stabilizują struktury białek budujących jajo, np. wiązań wodorowych. Tego procesu nie można cofnąć.

Z tej lekcji dowiesz się, które czynniki mają wpływ na zmianę struktury białek.

Koagulacja białek

Podwyższona temperatura ciała człowieka, zazwyczaj oznaczająca infekcję, to reakcja obronna organizmu przed wirusami i bakteriami. Jednak gorączka powyżej 41,5 °C jest bardzo niebezpieczna. W tej temperaturze może nastąpić **koagulacja nieodwracalna** struktur białek w tkankach, np. w tkance nerwowej mózgu.



Koagulacja nieodwracalna (denaturacja) to nieodwracalne zniszczenie struktury białka pod wpływem m.in. ogrzewania.

Białka mogą również ulegać **koagulacji odwracalnej**.



Koagulacja odwracalna (wysalanie) to odwracalna zmiana struktury białka pod wpływem soli metali lekkich*, np. chlorku sodu. Po dodaniu wody ścięte białko wraca do swojej struktury.

*Metale lekkie to metale o gęstości mniejszej niż 4,5 g/cm³. Metale powyżej tej wartości gęstości to metale ciężkie.

A to ciekawe!

W medycynie wykorzystuje się **procesy koagulacji** białek podczas zabiegów laserowych, np. leczenia zmian skórnych, zamykania popękanych naczyń krwionośnych i leczenia zmian chorobowych siatkówki oka.

Efekt laserowego zamykania popękanych naczyń krwionośnych



Doświadczenie 1

Wpływ ogrzewania i chlorku sodu na białka



Problem badawczy:

Jaki wpływ na białka mają ogrzewanie i chlorek sodu?

Sprzęt:

3 probówki, pipeta, palnik, zapalarka, łąpa do probówek, bagietka, 2 korki, statyw

Wykonanie:

Do trzech probówek nalej po 3 cm³ białka. Probówkę 2 chwyć łąpą i ogrzewaj w płomieniu palnika (2a) aż do zauważenia zmian. Do probówki 3 dodaj 3 cm³ roztworu chlorku sodu (3a) i całość zamieszaj. Następnie do probówek 2 i 3 dodaj po 3 cm³ wody (2b i 3b) i je wytrząśnij.

Obserwacje:

Po podgrzaniu zawartość probówki 2 zwiększyła objętość. Powstał biały, kłaczkowaty osad, który przykleił się do ścianek naczynia. Osad nie rozpuścił się w wodzie (2b).

W probówce 3 po dodaniu roztworu chlorku sodu powstał biały osad. Po dodaniu wody zawartość tej probówki ponownie stała się jednorodna i przejrzysta (3b).

Wnioski:

Pod wpływem ogrzewania białka ulegają denaturacji, a pod wpływem chlorku sodu – wysalaniu.

Weryfikacja hipotezy:

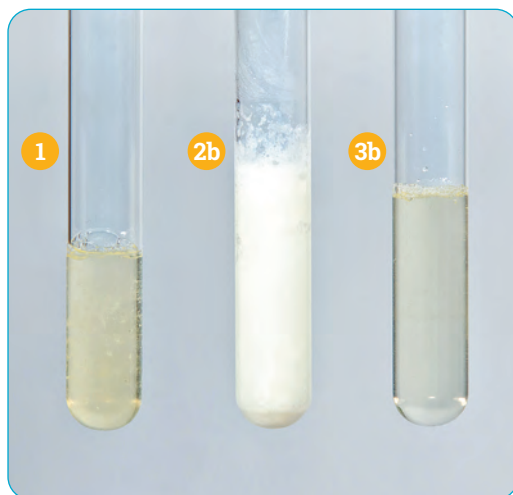
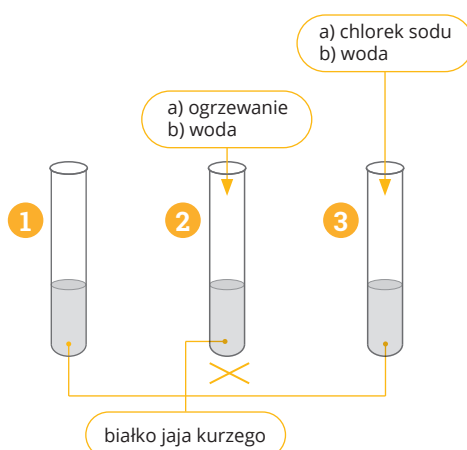
Hipoteza została potwierdzona.

Hipoteza:

Ogrzewanie powoduje denaturację białek, a chlorek sodu – wysalanie białek.

Odczynniki:

białko jaja kurzego, nasycony roztwór chlorku sodu, woda destylowana



Wpływ innych czynników na białka

Wiesz, że ogrzewanie powoduje denaturację białek. Ten proces zachodzi również pod wpływem niektórych substancji.



Każda komórka jest zbudowana z białek, dlatego należy zachować ostrożność podczas używania tych substancji, aby uniknąć denaturacji białek budujących tkanki i narządy organizmu.

Doświadczenie 2

Badanie wpływu wybranych substancji na białka



Problem badawczy:

Jaki wpływ na białka mają kwas chlorowodorowy, wodorotlenek sodu, siarczan(VI) miedzi(II), etanol i woda?

Sprzęt:

6 probówek, pipety, 5 korków, statyw

Hipoteza:

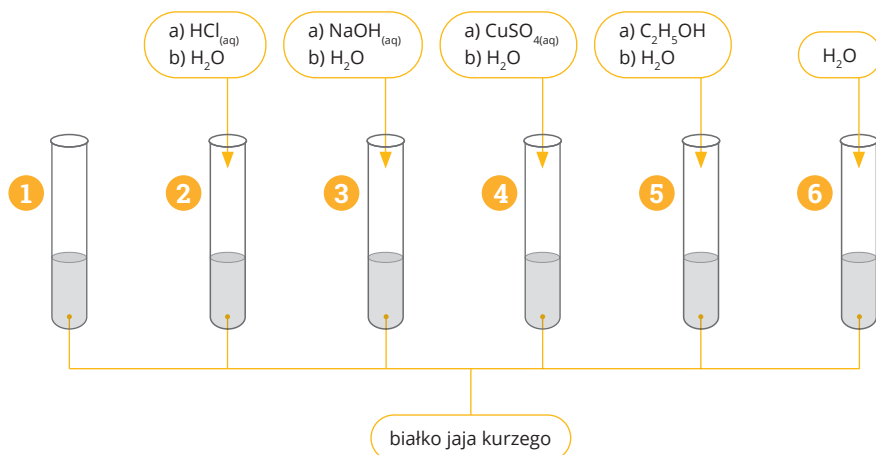
Kwas chlorowodorowy, wodorotlenek sodu, siarczan(VI) miedzi(II) i etanol powodują denaturację białek, a woda nie powoduje denaturacji białek.

Odczynniki:

białko jaja kurzego, kwas chlorowodorowy, roztwór wodorotlenku sodu, roztwór siarczanu(VI) miedzi(II), etanol, woda destylowana

Wykonanie:

Do sześciu probówek nalej po 3 cm^3 białka. Następnie dodaj po 2 cm^3 substancji: do drugiej – kwasu chlorowodorowego, do trzeciej – roztworu wodorotlenku sodu, do czwartej – roztworu siarczanu(VI) miedzi(II), do piątej – etanolu, a do szóstej – wody. Wytrząśnij zawartość probówek 2, 3, 4, 5 i 6. W kolejnym kroku do probówek 2, 3, 4 i 5 dodaj po 2 cm^3 wody i ponownie wytrząśnij ich zawartość.



Obserwacje:

W probówkach 2, 3, 4 i 5 strąciły się białe, kłaczkowate osady, które nie rozpuściły się w wodzie. W probówce 6 nie strącił się żaden osad.



Wnioski:

Pod wpływem kwasu chlorowodorowego, wodorotlenku sodu, siarczanu(VI) miedzi(II) i etanolu białka ulegają denaturacji. Białko jaja kurzego częściowo rozpuszcza się w wodzie i tworzy z nią koloid.

Weryfikacja hipotezy: Hipoteza została potwierdzona.

Wykrywanie białek w produktach spożywczych

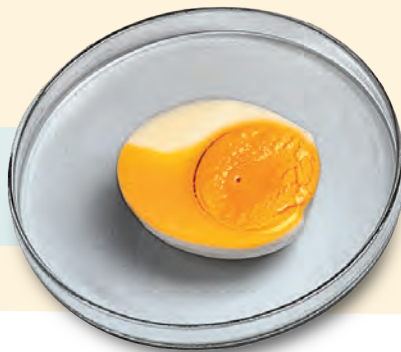
Białka można wykryć za pomocą **reakcji ksantoproteinowej**.



Reakcja ksantoproteinowa to reakcja charakterystyczna* białek, polegająca na dodaniu do próbki białka lub produktu zawierającego w składzie białka **stężonego kwasu azotowego(V)**. Pod wpływem tego odczynnika białka barwią się na żółto.

* Reakcja charakterystyczna umożliwia identyfikację np. grupy funkcyjnej, grupy związków chemicznych. Efektem takiej reakcji jest najczęściej zmiana barwy próbki.

Białko jaja kurzego pod wpływem stężonego kwasu azotowego(V) przyjmuje żółte zabarwienie.



Doświadczenie 3

Wykrywanie białek w wybranych produktach spożywczych



Problem badawczy:

Czy w jogurcie naturalnym, fasoli białej, orzechach włoskich, płatkach owsianych i serze białym są białka?

Sprzęt:

10 szkiełek zegarkowych, łyżeczka, pipeta

Hipoteza:

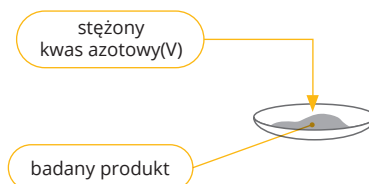
W jogurcie naturalnym, fasoli białej, orzechach włoskich, płatkach owsianych i serze białym są białka.

Odczynniki:

jogurt naturalny, fasola biała, orzech włoski, płatki owsiane, ser biały, stężony kwas azotowy(V)

Wykonanie:

Na dwóch szkiełkach połów po próbce jogurtu naturalnego. Następnie do jednej z nich dodaj kilka kropli kwasu azotowego(V). Po 5 minutach porównaj wygląd próbek (1a i 1b). Czynności powtórz dla pozostałych produktów spożywczych.



Obserwacje:

Na powierzchni jogurtu naturalnego (1b), fasoli białej (2b), orzecha włoskiego (3c), płatków owsianych (4b) i sera białego (5b) pojawiło się żółte zabarwienie.



Wnioski:

Badane produkty spożywcze zawierają białka, o czym świadczy pojawienie się na ich powierzchni żółtego zabarwienia pod wpływem stężonego kwasu azotowego(V).

Weryfikacja hipotezy: Hipoteza została potwierdzona.

A to ciekawe!

Denaturację białek wykorzystuje się w kuchni, np. podczas przyrządzania **jaja w koszulce**. Aby przygotować tę potrawę, należy do osolonej gorącej wody dodać trochę octu (kwas octowy przyspiesza denaturację białek), całość zamieszać tak, aby powstał wir, i szybko wbić jajo. Mniej więcej po 2 minutach należy ostrożnie je wyjąć, np. łyżką cedzakową, i położyć np. na grzance.



W jajku w koszulce białko będzie ścięte, a żółtko pozostanie płynne.

Zapamiętaj! To ważne!

Wysalanie

Odwracalna zmiana struktury białka pod wpływem soli metali lekkich, np. chlorku sodu.

Denaturacja

Nieodwracalna zmiana struktury białka pod wpływem ogrzewania, stężonych kwasów, zasad, soli metali ciężkich i niektórych alkoholi.

Reakcja ksantoproteinowa

Reakcja wykrywająca obecność białek. **Pod wpływem stężonego kwasu azotowego(V) białka barwią się na żółto.**

Sprawdź się!

1. Podaj informacje, których brakuje w poniższych zdaniach.

- I. Koagulacja [] (wysalanie) to [] zmiana struktury białka pod wpływem soli metali lekkich, np. [].
- II. Koagulacja [] (denaturacja) to [] zmiana struktury białka pod wpływem m.in. ogrzewania.

2. Spośród podanych czynników wybierz wszystkie, które powodują denaturację białek.

- A. stężony kwas chlorowodorowy
- B. stężony kwas azotowy(V)
- C. woda destylowana
- D. roztwór wodorotlenku potasu
- E. roztwór chlorku sodu
- F. etanol

3. Wskaż nazwę substancji, pod wpływem której białka barwią się na żółto.

- A. etanol
- B. kwas siarkowy(VI)
- C. kwas azotowy(V)
- D. kwas azotowy(III)



4. Na podstawie dostępnych źródeł informacji podaj dwie przyczyny, które spowodowały, że większość państw w Europie wprowadziła zakaz połowu wielorybów oraz spożywania ich mięsa.

13.5 Cukry – podział i funkcje



Sacharoza (łac. *saccharum* [sakarum] – cukier) to substancja słodząca, będąca głównym składnikiem cukru spożywczego. Należy do sacharydów, zwyczajowo nazywanych cukrami lub węglowodanami.

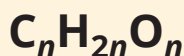
Na dzisiejszej lekcji dowiesz się, że cukry to duża grupa związków organicznych, do których zalicza się również glukozę, fruktozę, laktozę, skrobię i celulozę.

Wzór ogólny cukrów

Cukry to pochodne węglowodorów, których cząsteczki są zbudowane z atomów trzech pierwiastków: węgla, wodoru i tlenu. Inną nazwę tych związków – **węglowodany** – można spotkać np. na etykietach produktów spożywczych. Nazwa ta wzięła się stąd, że na każdy atom węgla w cząsteczce cukru przypadają jeden atom tlenu i dwa atomy wodoru, co odpowiada cząsteczce wody.



Wzór ogólny cukrów prostych



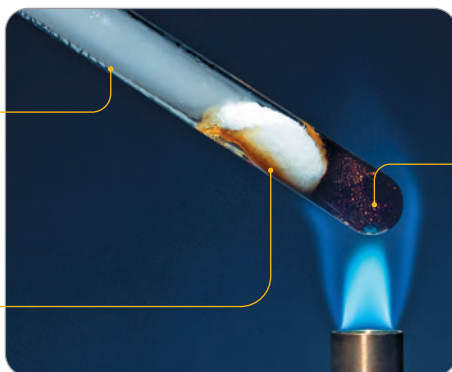
gdzie: n – liczba atomów węgla i tlenu; $n \geq 3$

A to ciekawe!

Skład pierwiastkowy sacharydów można zbadać podczas ogrzewania cukru spożywczego.

Na ściankach naczynia widać krople wody, **co świadczy o obecności wodoru i tlenu.**

Sacharoza topi się, a następnie ciemnieje. Wówczas powstaje **karmel.**



Zbyt długie ogrzewanie powoduje zwęglenie sacharozy, **co świadczy o obecności węgla.**

Podział cukrów ze względu na budowę

Cukry można podzielić ze względu na wielkość cząsteczek.



Cukry proste są głównym źródłem energii w organizmie człowieka. Z kolei w naszej diecie jest wiele produktów, w skład których wchodzi cukry złożone. Aby powstały z nich cukry proste, cukry złożone muszą pod wpływem enzymów ulec reakcjom rozkładu, czyli zostać strawione. Trawienie cukrów zachodzi w różnych odcinkach układu pokarmowego: skrobia jest trawiona już w jamie ustnej, natomiast sacharoza i laktoza – w jelicie cienkim.

Funkcje wybranych cukrów złożonych w organizmach

Sacharoza

W roślinach pełni funkcje regulującą i zapasową.



Korzeń buraka cukrowego zawiera ok. 15 % masowych sacharozy.

Laktoza

U ssaków pełni funkcję energetyczną.

Mleko kobiety zawiera ok. 7 % masowych laktozy.



Skrobia

W roślinach pełni funkcję zapasową.



Bulwa ziemniaka zawiera do 16 % masowych skrobi.

Celuloza

W roślinach pełni funkcję budulcową.

Włókno bawełny zawiera ok. 90 % masowych celulozy.



Zapamiętaj! To ważne!

Cukry (sacharydy, węglowodany)

To pochodne węglowodorów, których cząsteczki są zbudowane z atomów trzech pierwiastków: **węgla, wodoru i tlenu**.

cukry proste

np. glukoza, fruktoza, galaktoza

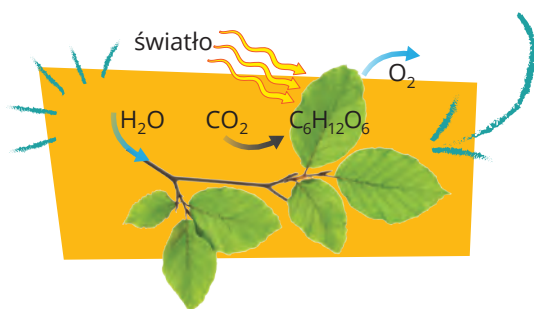
cukry złożone

np. sacharoza, laktoza, skrobia, celuloza

Sprawdź się!

1. Wymień symbole wszystkich pierwiastków wchodzących w skład cukrów.
2. Wskaż zestaw, który zawiera tylko nazwy cukrów złożonych.
 - A. glukoza, sacharoza, skrobia
 - B. fruktoza, sacharoza, skrobia
 - C. skrobia, celuloza, sacharoza
 - D. sacharoza, fruktoza, glukoza
3. Cukry proste są głównym źródłem energii grzybów chorobotwórczych. Podaj nazwy pięciu produktów spożywczych, które powinny być wykluczone z diety osób chorych na grzybicę.
4. Wyjaśnij, dlaczego spożywanie produktów, w skład których wchodzi cukry złożone, zapewnia dłuższe uczucie sytości niż spożywanie produktów, w skład których wchodzi cukry proste.
5. Na podstawie dostępnych źródeł informacji podaj nazwę cukru wchodzącego w skład liści bambusa.
6. Na podstawie dostępnych źródeł informacji podaj przyczynę nietolerancji laktozy u niektórych dorosłych ludzi.

13.6 Glukoza i fruktoza



Rośliny można nazwać zielonymi fabrykami, ponieważ w ich komórkach z tlenku węgla(IV) i wody pod wpływem światła (najczęściej słonecznego) i chlorofilu powstają glukoza – podstawowe źródło energii wszystkich komórek – i tlen. **Ten proces jest nazywany fotosyntezą, a jego przebieg można w uproszczeniu przedstawić równaniem:**



W dalszych procesach glukoza jest przekształcana w inne związki organiczne.

Budowa i właściwości glukozy i fruktozy

Glukoza i fruktoza są cukrami prostymi. Mają taki sam wzór sumaryczny, ale różną strukturę cząsteczek. Budowę cząsteczek cukrów przedstawia się m.in. za pomocą **taflowych wzorów Hawortha** [hałorta], pokazujących strukturę przestrzenną cząsteczek na płaszczyźnie.

Wzory glukozy i fruktozy

Nazwa i występowanie cukru	Wzór sumaryczny	Wzór Hawortha (taflowy)
glukoza winogrona	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$	
fruktoza miód	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$	

Glukoza i fruktoza mają wiele wspólnych właściwości.

Glukoza (25 °C, 1013 hPa)

- ▶ białe ciało stałe o słodkim smaku
- ▶ dobrze rozpuszczalna w wodzie
- ▶ palna
- ▶ wodny roztwór o odczynie obojętnym
- ▶ nieelektrolit

Fruktoza (25 °C, 1013 hPa)

- ▶ białe ciało stałe o słodkim smaku
- ▶ dobrze rozpuszczalna w wodzie
- ▶ palna
- ▶ wodny roztwór o odczynie obojętnym
- ▶ nieelektrolit

Doświadczenie 1

Badanie wybranych właściwości glukozy i fruktozy



Problem badawczy:

Jakie właściwości mają glukoza i fruktoza?

Hipoteza:

Glukoza i fruktoza to białe ciała stałe o słodkim smaku, dobrze rozpuszczające się w wodzie; ich wodne roztwory mają odczyn obojętny; nie są elektrolitami.

Sprzęt:

2 szkiełka zegarkowe, 2 zlewki, łyżka, bagietka, 2 szalki Petriego, detektor przewodnictwa elektrycznego

Odczynniki:

glukoza, fruktoza, woda destylowana, uniwersalne papierki wskaźnikowe

Wykonanie:

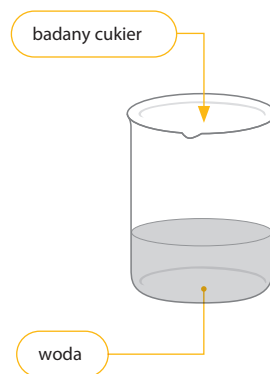
Określ stan skupienia, barwę i smak* glukozy. Następnie do zlewki z wodą dodaj łyżkę tej substancji. Wymieszaj dokładnie zawartość zlewki i oceń rozpuszczalność próbki w wodzie.

Na szkiełku zegarkowym połóż uniwersalny papierek wskaźnikowy. Bagietką nanieś na niego kroplę powstałej mieszaniny.

Do szalki wlej trochę tej cieczy i zanurz w niej elektrody detektora przewodnictwa.

Powtórz te czynności dla fruktozy. Pamiętaj, aby przed badaniem przewodnictwa kolejnej cieczy przemyć elektrody wodą destylowaną.

* Badanie smaku jest możliwe, ponieważ glukoza i fruktoza w niewielkich ilościach są nieszkodliwe. Pamiętaj o zachowaniu zasad higieny podczas tej czynności.



↓
Obserwacje:

Właściwość	Badana substancja	
	glukoza	fruktoza
stan skupienia ($t = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$)	stały (1a)	stały (2a)
barwa	biała (1a)	biała (2a)
smak	słodki	słodki
rozpuszczanie w wodzie	bezbarwna, jednorodna ciecz (1b)	bezbarwna, jednorodna ciecz (2b)
wpływ na barwę papierka wskaźnikowego	brak (1c)	brak (2c)
badanie przewodnictwa elektrycznego	brak świecenia diody (1d)	brak świecenia diody (2d)



Wnioski:

Glukoza i fruktoza to białe ciała stałe o słodkim smaku. Dobrze rozpuszczają się w wodzie – tworzą z nią roztwory o odczynie obojętnym. Nie są elektrolitami.

Weryfikacja hipotezy: Hipoteza została potwierdzona.

Zastosowania glukozy i fruktozy

Glukoza



Jest środkiem słodzącym i zwiększającym objętość produktów spożywczych.



Jest substratem w reakcji stosowanej w procesie srebrzenia bombek i pokrywania luster błyszczącą powierzchnią.



Jest składnikiem kroplówek i leków stosowanych w leczeniu odwodnienia i hipoglikemii (zmniejszenia stężenia glukozy we krwi).

Fruktoza



Jest środkiem słodzącym produktów spożywczych, np. napojów i galaretek.



Jest konserwantem zapobiegającym wysychaniu pieczywa i wyrobów cukierniczych.



Jest składnikiem zwiększającym rozpuszczalność barwnika indygo w wodzie podczas farbowania przędzy i tkanin.

Zapamiętaj! To ważne!

Glukoza i fruktoza (w 25 °C, 1013 hPa)

To białe ciała stałe o słodkim smaku. Są palne. Bardzo dobrze rozpuszczają się w wodzie. Ich wodne roztwory mają odczyn obojętny. Nie są elektrolitami.



Glukoza i fruktoza **mają taki sam wzór sumaryczny** – $C_6H_{12}O_6$ – lecz różnią się strukturą cząsteczki.

Sprawdź się!

1. Przedstaw wzór sumaryczny glukozy.



2. Oblicz masę cząsteczkową fruktozy.

3. Wymień trzy zastosowania fruktozy.

4. Doustny test obciążenia glukozą wykonuje się m.in. kobietom w ciąży w celu rozpoznania bądź wykluczenia cukrzycy ciążowej. To badanie polega na wypiciu na czczo w ciągu 5 minut roztworu sporządzonego z 75 g glukozy i 250 g wody. Oblicz stężenie procentowe tego roztworu. Wynik podaj z dokładnością do liczby całkowitej.



5. Miód jest naturalnym źródłem cukrów prostych, wchłanianych w układzie pokarmowym bezpośrednio do krwi. Z tego powodu bywa składnikiem diety sportowców, ponieważ zwiększa wydajność i przyspiesza regenerację mięśni. Na podstawie dostępnych źródeł informacji podaj, który rodzaj miodu ma największą zawartość fruktozy.



6. Zaprojektuj plakat zachęcający twoich rówieśników do ograniczania cukrów prostych w diecie.

13.7 Sacharoza

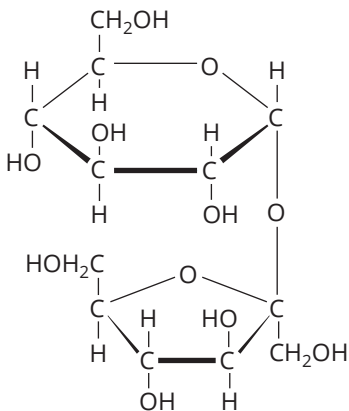


Sacharoza, potocznie nazywana cukrem, jest substancją słodzącą powszechnie stosowaną np. do uzyskania słodkiej herbaty. Pierwotnie otrzymywano ją wyłącznie z trzciny cukrowej. W 1786 r. niemiecki chemik i biolog Franz Karl Achard [aszar] opracował przemysłową metodę otrzymywania cukru z korzeni buraków cukrowych, a w 1801 r. we wsi Konary na Dolnym Śląsku uruchomił pierwszą na świecie cukrownię. **Obecnie 2/3 światowej produkcji cukru pozyskuje się z korzeni buraków cukrowych.**

Budowa i właściwości sacharozy

Sacharoza to cukier złożony, a dokładnie **dwucukier** (disacharyd). Jej cząsteczka jest zbudowana z fragmentów dwóch cząsteczek cukrów prostych: glukozy i fruktozy.

Wzory sacharozy

Nazwa i występowanie	Wzór sumaryczny	Wzór Hawortha (taflowy)
sacharoza  trzcina cukrowa	$C_{12}H_{22}O_{11}$	

W organizmie człowieka podczas trawienia – pod wpływem wody, enzymów i kwasu solnego – cząsteczki sacharozy rozkładają się na cząsteczki glukozy i fruktozy. Reakcja rozkładu sacharozy zachodzi zgodnie z zapisem: sacharoza $\longrightarrow$ glukoza + fruktoza. Następnie te cukry proste są wchłaniane w jelicie cienkim i ulegają dalszym przemianom.

Właściwości sacharozy

fizyczne (25 °C, 1013 hPa)

- ▶ białe ciało stałe
- ▶ dobrze rozpuszczalna w wodzie
- ▶ nieelektrolit

chemiczne

- ▶ o słodkim smaku
- ▶ palna
- ▶ wodny roztwór o odczynie obojętnym

Doświadczenie 1

Badanie wybranych właściwości sacharozy



Problem badawczy:

Jakie właściwości ma sacharoza?

Hipoteza:

Sacharoza to białe ciało stałe o słodkim smaku, dobrze rozpuszczające się w wodzie; jej wodny roztwór ma odczyn obojętny; nie jest elektrolitem.

Sprzęt:

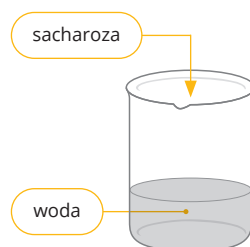
szkiełko zegarkowe, zlewka, łyżka, bagietka, detektor przewodnictwa elektrycznego

Odczynniki:

cukier spożywczy, woda destylowana, uniwersalny papierek wskaźnikowy

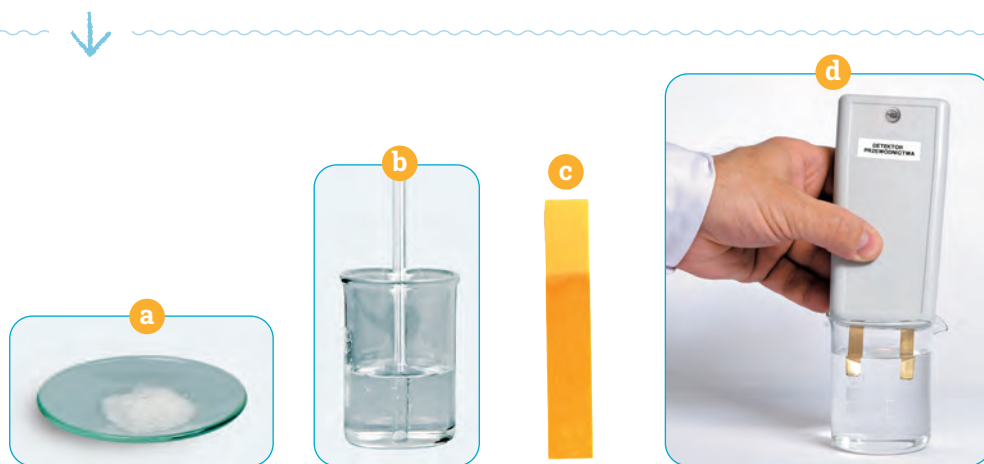
Wykonanie:

Określ stan skupienia, barwę i smak cukru. Następnie do zlewki z wodą dodaj łyżkę tej substancji. Wymieszaj dokładnie zawartość zlewki i oceń rozpuszczalność próbki w wodzie. Na szkiełku zegarkowym połóż uniwersalny papierek wskaźnikowy. Bagietką nanieś na niego kroplę powstałej mieszaniny. Zanurz elektrody detektora przewodnictwa w cieczy znajdującej się w zlewce.



Obserwacje:

Właściwość	Cukier spożywczy
stan skupienia ($t = 25\text{ °C}$)	stały (a)
barwa	biała (a)
smak	słodki
rozpuszczanie w wodzie	bezbarwna, jednorodna ciecz (b)
wpływ na barwę papierka wskaźnikowego	brak (c)
badanie przewodnictwa elektrycznego	brak świecenia diody (d)



Wnioski:

Sacharoza to białe ciało stałe o słodkim smaku. Dobrze rozpuszcza się w wodzie – tworzy z nią roztwór o odczynie obojętnym. Nie jest elektrolitem.

Weryfikacja hipotezy: Hipoteza została potwierdzona.

Zastosowania sacharozy



W przemyśle spożywczym jest środkiem słodzącym używanym w wielu produktach, np. słodyczach, wyrobach cukierniczych, jogurtach, napojach, sokach, gotowych sosach, dżemach. **Uwaga: spożywanie cukrów w nadmiarze może powodować m.in. nadwagę i otyłość, cukrzycę i próchnicę.**

Sacharoza



W przemyśle farmaceutycznym jest środkiem słodzącym syropów i tabletek do ssania.

W przemyśle kosmetycznym jest składnikiem peelingów i kosmetyków do depilacji.



Zapamiętaj! To ważne!

Sacharoza – $C_{12}H_{22}O_{11}$ (w 25 °C, 1013 hPa)

To białe ciało stałe o słodkim smaku. Jest palna. Bardzo dobrze rozpuszcza się w wodzie. Jej wodny roztwór ma odczyn obojętny. Nie jest elektrolitem.

Sprawdź się!



1. Oblicz masę cząsteczkową sacharozy.

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

1	Sacharoza jest cukrem prostym.	P	F
2	Cząsteczka sacharozy składa się z dwóch fragmentów glukozy.	P	F
3	Cząsteczka sacharozy pod wpływem wody, enzymów i kwasu solnego rozkłada się na cząsteczkę glukozy i cząsteczkę fruktozy.	P	F
4	Sacharozę pozyskuje się głównie z buraków cukrowych.	P	F

3. Wyjaśnij, dlaczego sacharoza należy do dwucukrów (disacharydów).

4. Wymień nazwy pięciu produktów, w których skład wchodzi sacharoza.

5. Oblicz stężenie procentowe mieszaniny sporządzonej z 200 g wody i 2 łyżeczek sacharozy (jedna łyżeczka sacharozy waży 2,5 g). Wynik podaj z dokładnością do pierwszego miejsca po przecinku.



6. Zaprojektuj i przeprowadź doświadczenie, dzięki któremu odpowiesz na pytanie: Czy sacharoza dobrze rozpuszcza się w etanolu?

a) Zaproponuj tytuł doświadczenia.

b) Sformułuj problem badawczy oraz hipotezę.

c) Dobierz odpowiedni sprzęt oraz odczynniki.

d) Opisz przebieg doświadczenia i przedstaw je w postaci schematu.

e) Przeprowadź doświadczenie.

f) Sformułuj obserwacje, wyciągnij wniosek oraz zweryfikuj hipotezę.

13.8 Skrobia i celuloza



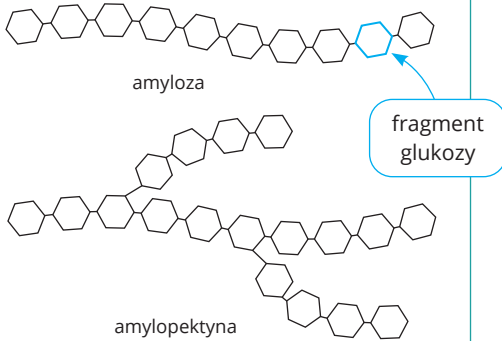
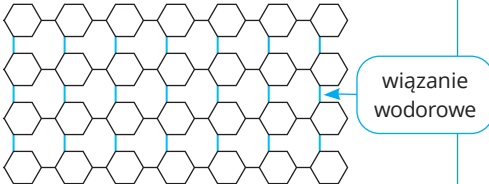
Skrobia i celuloza to cukry złożone, zbudowane z fragmentów glukozy. Skrobia jest materiałem zapasowym roślin i gromadzi się np. w bulwach ziemniaków. Jest jednym z głównych źródeł cukrów w diecie człowieka. Celuloza wchodzi w skład np. jabłek. Nasz układ pokarmowy nie jest w stanie jej strawić, niemniej obecność tego cukru w naszej diecie jest wskazana, ponieważ wspomaga on perystaltykę jelit.

Na tej lekcji poznasz budowę, właściwości oraz zastosowania skrobi i celulozy – cukrów, które nie mają słodkiego smaku.

Budowa i właściwości skrobi i celulozy

Skrobia i celuloza to cukry złożone, a dokładniej **wielocukry** (polisacharydy).

- ▶ Skrobia jest mieszaniną dwóch wielocukrów: nierozgałęzionej **amylozy** i rozgałęzionej **amylopektyny**. Zarówno amyloza, jak i amylopektyna są zbudowane z fragmentów glukozy.
- ▶ Celuloza jest zbudowana z fragmentów glukozy połączonych ze sobą w długi łańcuch.

Nazwa i występowanie cukru	Wzór	Model
skrobia  ziarna kukurydzy	$[C_6H_{10}O_5]_n$ gdzie n przyjmuje wartość od kilkuset do kilku tysięcy	 amyloza amylopektyna fragment glukozy
celuloza  soczewica	$[C_6H_{10}O_5]_n$ gdzie n przyjmuje wartość od 2500 do 10000	 wiązanie wodorowe

Skrobia (25 °C, 1013 hPa)

- ▶ biały proszek
- ▶ słabo rozpuszczalna w wodzie – tworząca z nią zawiesinę, przybierającą po ogrzaniu postać koloidu

Celuloza (25 °C, 1013 hPa)

- ▶ białe włókna
- ▶ nierozpuszczalna w wodzie zimnej ani gorącej

Doświadczenie 1

Badanie wybranych właściwości fizycznych skrobi i celulozy



Problem badawczy:

Jakie właściwości fizyczne mają skrobia i celuloza?

Sprzęt:

2 szkiełka zegarkowe, 2 zlewki, łyżka, bagietka, trójnóg, siatka z płytką ceramiczną, palnik, zapalarka

Hipoteza:

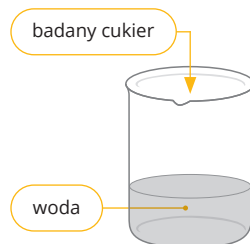
Skrobia to biały proszek, który słabo rozpuszcza się w wodzie; celuloza to białe włókna, które nie rozpuszczają się w wodzie.

Odczynniki:

skrobia, wata celulozowa, woda destylowana o $t = 19\text{ °C}$

Wykonanie:

Określ stan skupienia i barwę skrobi. Do zlewki z wodą dodaj łyżkę tej substancji. Wymieszaj dokładnie zawartość zlewki i oceń rozpuszczalność próbki w wodzie. Następnie ustaw zlewkę z mieszaniną na położonej na trójnogu siatce z płytką ceramiczną. Zapal palnik pod zlewką. Obserwuj zmiany zachodzące w zlewce. Powtórz te czynności dla celulozy.



Obserwacje:

Właściwość	Badana substancja	
	skrobia	celuloza
stan skupienia ($t = 25\text{ °C}$)	stały, o postaci proszku	stały, o postaci włókien
barwa	biała	biała
rozpuszczanie w wodzie	biały proszek opadający na dno zlewki, po ogrzaniu zawartość zlewki zmętniała (1)	włókna pływające w wodzie (2)



Wnioski:

Skrobia to biały proszek. Słabo rozpuszcza się w wodzie – z zimną wodą tworzy zawiesinę, a z gorącą – koloid. Celuloza to białe włókna, które nie rozpuszczają się w wodzie.

Weryfikacja hipotezy:

Hipoteza została potwierdzona.



Wykrywanie skrobi w produktach spożywczych

Skrobię można wykryć za pomocą **reakcji jodoskrobiowej**.



Reakcja jodoskrobiowa to reakcja charakterystyczna skrobi, polegająca na dodaniu do próbki skrobi lub produktu zawierającego w składzie skrobię **jodyny** (etanolowego roztworu jodu w jodku potasu) lub tzw. **płynu Lugola** (wodnego roztworu jodu w jodku potasu). Skrobia pod wpływem jodu zabarwia się na ciemnognatowo.

Skrobia pod wpływem jodu przyjmuje ciemnognatowe zabarwienie.



Doświadczenie 2

Wykrywanie skrobi w produktach spożywczych



Problem badawczy:

Czy w ziemniaku, bananie i wędlinie jest skrobia?

Sprzęt:

3 szkiełka zegarkowe, pipeta

Hipoteza:

W ziemniaku i bananie jest skrobia; w wędlinie nie ma skrobi.

Odczynniki:

plastry: ziemniaka, banana i wędliny, płyn Lugola



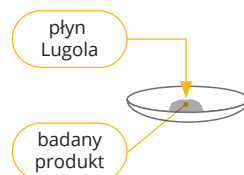


Wykonanie:

Na szkiełku położyć plaster ziemniaka, a następnie pipetą nanieść na jego powierzchnię kilka kropli płynu Lugola. Czynności powtórz dla pozostałych produktów spożywczych.

Obserwacje:

Na powierzchni plasterków ziemniaka (1) i banana (2) w miejscu zakroplenia płynem Lugola pojawiło się ciemnogrnatowe zabarwienie. Na powierzchni plastra wędliny było widać ciemnożółtą plamę (3).



Wnioski:

W ziemniaku i bananie jest skrobia, o czym świadczy pojawienie się ciemnogrnatowego zabarwienia. W wędlinie nie ma skrobi.

Weryfikacja hipotezy: Hipoteza została potwierdzona.

A to ciekawe!

W komórkach bakterii z grupy *Gluconacetobacter xylinus* [glukonacetobakter ksylinus] jest syntetyzowana tzw. **celuloza bakteryjna**. Ten nanobiomateriał ma wiele użytecznych właściwości, m.in. jest higroskopijny, czysty chemicznie, biokompatybilny, biofunkcjonalny, nietoksyczny, wytrzymały na rozciąganie, plastyczny i elastyczny. Celuloza bakteryjna jest wykorzystywana głównie w medycynie, w produkcji opatrunków stosowanych w leczeniu trudno gojących się ran i oparzeń, implantów naczyń krwionośnych czy tchawicy, a także kompozytów wykorzystywanych w leczeniu ubytków kości wywołanych osteoporozą. W innych dziedzinach jest stosowana m.in. jako membrana do głośników, filtr powietrza i ultrawtrzymały papier.



Opatrunek wykonany z celulozy bakteryjnej w kontakcie ze skórą nie wywołuje reakcji alergicznej. Jest on porowaty, dzięki czemu rana może „oddychać”.

Zastosowania skrobi i celulozy

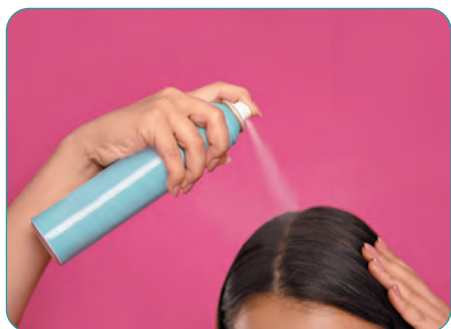
Skrobia



W przemyśle farmaceutycznym jest stosowana do wypełniania i powlekania tabletek.



W przemyśle spożywczym jest zagęszczaczem i wypełniaczem żywności, np. sosów, kleików i kisielei.



W przemyśle kosmetycznym jest składnikiem naturalnych dezodorantów, pudrów i suchych szamponów.

Celuloza



W przemyśle papierniczym jest składnikiem papieru i tektury.



W przemyśle budowlanym jest stosowana do ocieplania stropów i dachów.



W przemyśle odzieżowym jest substratem do otrzymywania sztucznego jedwabiu.

Zapamiętaj! To ważne!

Skrobia (w 25 °C, 1013 hPa)

To biały proszek. Słabo rozpuszcza się w wodzie – tworzy z nią zawiesinę, która po ogrzaniu staje się koloidem.



Reakcja jodaskrobiowa

Reakcja wykrywająca obecność skrobi. **Pod wpływem jodu skrobia zabarwia się na ciemnogrnatowo.**

Celuloza (w 25 °C, 1013 hPa)

To białe włókna. Nie rozpuszczają się w wodzie zimnej ani gorącej.

Sprawdź się!

- Wyjaśnij, dlaczego skrobia i celuloza należą do wielocukrów (polisacharydów).
- Janek chce przeprowadzić doświadczenie, dzięki któremu będzie mógł potwierdzić lub wykluczyć obecność skrobi w makaronie i parówkach.
Wskaż nazwę substancji, której Janek powinien użyć w doświadczeniu.

A. kwas siarkowy(VI)	C. jod
B. kwas azotowy(V)	D. etanol
- Wymień nazwy trzech produktów, w których skład wchodzi skrobia.
- W przemyśle medycznym jodyny używa się do odkażania ran i skóry przed zabiegami chirurgicznymi.
Oblicz, ile gramów jodu znajduje się w 20 g jodyny o stężeniu 3 %. Wynik podaj z dokładnością do pierwszego miejsca po przecinku.
- Na podstawie dostępnych źródeł informacji:

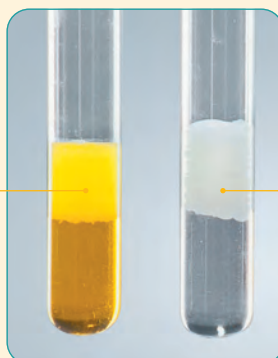
a) podaj, czym jest krochmal;	b) wymień dwa zastosowania krochmalu.
--------------------------------------	--
- Zaprojektuj i przeprowadź doświadczenie, w którym zbadasz obecność skrobi w czterech produktach spożywczych (np. ryżu, makaronie, soczewicy i fasoli białej).

Właściwości wybranych wyższych kwasów tłuszczowych

Grupa kwasów tłuszczowych	Nazwa i wzór	Właściwości (25 °C, 1013 hPa)
nasycone	kwas palmitynowy $C_{15}H_{31}COOH$	▶ bezwonne białe ciało stałe ▶ o temperaturze topnienia 63 °C ▶ o gęstości mniejszej od gęstości wody ▶ nierozpuszczalny w wodzie ▶ palny ▶ o odczynie obojętnym
	kwas stearynowy $C_{17}H_{35}COOH$	▶ bezwonne białe ciało stałe ▶ o temperaturze topnienia 69 °C ▶ o gęstości mniejszej od gęstości wody ▶ nierozpuszczalny w wodzie ▶ palny ▶ o odczynie obojętnym
nienasycone	kwas oleinowy $C_{17}H_{33}COOH$	▶ słomkowa ciecz o zapachu starego oleju ▶ o temperaturze topnienia 16 °C ▶ o gęstości mniejszej od gęstości wody ▶ nierozpuszczalny w wodzie ▶ palny ▶ o odczynie obojętnym

Odróżnianie kwasów nienasyconych od nasyconych

Woda bromowa w obecności nasyconych kwasów tłuszczowych się nie odbarwia.



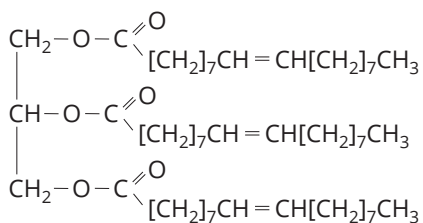
Woda bromowa w obecności nienasyconych kwasów tłuszczowych się odbarwia; dodatkowo pojawia się biały osad.

Tłuszcze

to estry glicerolu i kwasów tłuszczowych

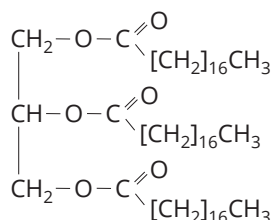
tłuszcze nienasycone

mają co najmniej **jedno wiązanie podwójne** między atomami węgla we fragmencie pochodzącym od kwasu tłuszczowego,
np. trioleinian glicerolu



tłuszcze nasycone

mają **wyłącznie pojedyncze wiązania** między atomami węgla,
np. tristearynian glicerolu



Podział tłuszczów (20 °C)

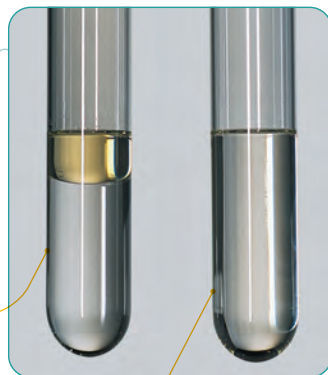
Tłuszcze			
roślinne		zwierzęce	
ciekłe	stałe	ciekłe	stałe
np. olej słonecznikowy, olej rzepakowy, oliwa	np. olej kokosowy, olej kakaowy	tran	np. masło, słonina, łój, smalec

Właściwości fizyczne tłuszczów

- ▶ ciała stałe lub ciecze
- ▶ nierozpuszczalne w wodzie, ale rozpuszczalne w benzynie
- ▶ o niskich wartościach temperatury topnienia
- ▶ o gęstości mniejszej od gęstości wody

olej rzepakowy i woda

olej rzepakowy i benzyna

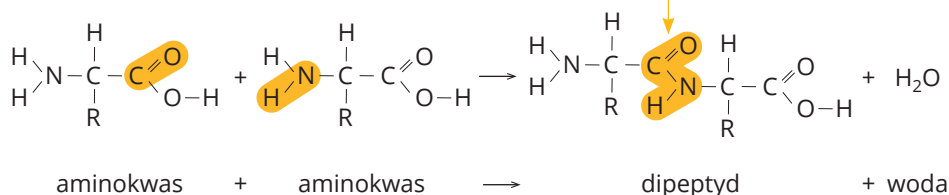


Aminokwasy

To związki organiczne, w których cząsteczkach są dwa rodzaje grup funkcyjnych: **amino-
wa** ($-\text{NH}_2$) i **karboksylowa** ($-\text{COOH}$). Łączą się ze sobą w większe cząsteczki w **reakcji
kondensacji**. Wówczas powstają **peptydy i białka**.



Schemat ogólny otrzymywania dipeptydu



Białko

Cząsteczka składająca się z więcej niż 100 fragmentów aminokwasów.

Koagulacja

koagulacja nieodwracalna (denaturacja)

**nieodwracalne zniszczenie struktury
białka** pod wpływem: ogrzewania, stężo-
nych kwasów, zasad, soli metali ciężkich,
niektórych alkoholi

koagulacja odwracalna (wysalanie)

odwracalna zmiana struktury białka
pod wpływem soli metali lekkich, np.
chlorku sodu; po dodaniu wody ścięte
białko wraca do swojej struktury

Reakcja ksantoproteinowa

Reakcja charakterystyczna, w której **białka pod wpływem
stężonego kwasu azotowego(V) barwią się na żółto**.

Pod wpływem stężonego kwasu azotowego(V) białka
zawarte w serze białym barwią się na żółto.



Cukry

to pochodne węglowodorów
zbudowane z atomów trzech
pierwiastków: **węgla, wodoru i tlenu**

cukry proste

nie można ich rozłożyć na inne cukry

cukry złożone

można je rozłożyć na cukry proste

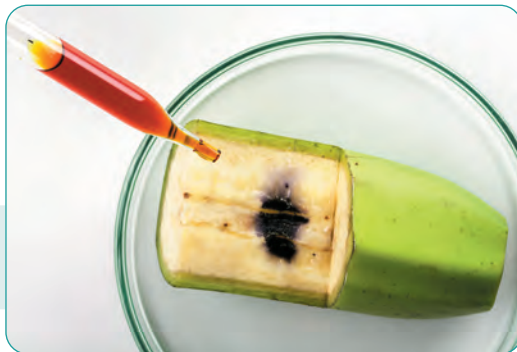
Właściwości wybranych cukrów

Grupa cukrów	Nazwa i wzór	Właściwości (25 °C, 1013 hPa)
proste	glukoza $C_6H_{12}O_6$	▶ białe ciała stałe o słodkim smaku ▶ dobrze rozpuszczalne w wodzie ▶ palne ▶ wodne roztwory o odczynie obojętnym ▶ nieelektrolity
	fruktoza $C_6H_{12}O_6$	
złożone	sacharoza $C_{12}H_{22}O_{11}$	▶ biały proszek ▶ słabo rozpuszczalna w wodzie – tworząca z nią zawiesinę, po ogrzaniu stająca się koloidem ▶ białe włókna ▶ nierozpuszczalna w wodzie zimnej ani gorącej
	skrobia $[C_6H_{10}O_5]_n$	
	celuloza $[C_6H_{10}O_5]_n$	

Reakcja jodoskrobiowa

Reakcja charakterystyczna, w której **skrobia pod wpływem jodu (np. z jodyny lub płynu Lugola) zabarwia się na ciemnogrnatowo.**

Pod wpływem jodu skrobia zawarta w bananie barwi się na ciemnogrnatowo.

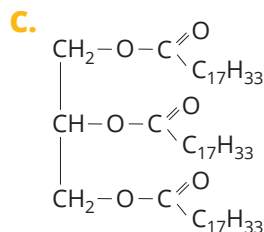
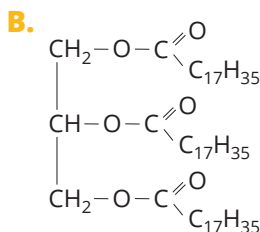
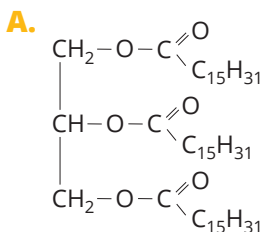




Odpowiedzi zapisz w zeszycie.

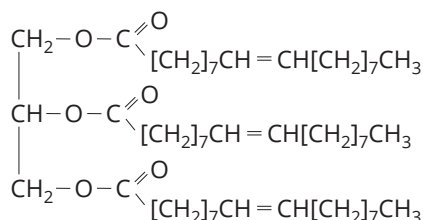
1. Przedstaw wzór półstrukturalny (grupowy) wyższego kwasu tłuszczowego o wzorze $C_{15}H_{31}COOH$.

2. Wśród podanych wzorów wskaż wzór tripalmitynianu glicerolu.



3. Oliwa i olej sezamowy zawierają w składzie związek organiczny, którego wzór półstrukturalny przedstawiono obok.

- a) Podaj nazwę tego związku.
b) Rozstrzygnij i uzasadnij, czy ten związek jest nasycony.



4. Podaj informacje, których brakuje w poniższych zdaniach.

- I. Aminokwasy to związki organiczne, w których cząsteczkach są dwa rodzaje grup funkcyjnych: aminowa i .
- II. Dipeptydy powstają w reakcji dwóch aminokwasów.
- III. Wiązanie łączy fragmenty cząsteczek aminokwasów w peptydach i białkach.
- IV. Białka to struktury zbudowane z ponad fragmentów aminokwasów.

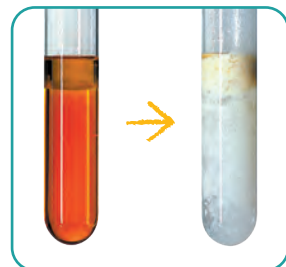
5. Wskaż zestaw, który zawiera nazwy tylko cukrów prostych.

- A. glukoza i sacharoza
B. fruktoza i sacharoza
C. skrobia i sacharoza
D. fruktoza i glukoza

6. Wymień trzy wspólne właściwości fruktozy i glukozy.

7. Wymień różnice we właściwościach skrobi i celulozy.

8. Do probówki z kwasem oleinowym dodano 3 cm^3 wody bromowej, zamknięto ją korkiem i wytrząsnięto. Wygląd zawartości probówki przed wytrząsnięciem i po nim przedstawiono na zdjęciu obok.
Podaj, który element budowy cząsteczki kwasu oleinowego spowodował odbarwienie wody bromowej.



9. Do probówki z białkiem jaja kurzego dodano 3 cm^3 nasyconego roztworu chlorku sodu, zamknięto ją korkiem i wytrząsnięto. Zaobserwowano, że powstał biały osad. Następnie do probówki dodano 3 cm^3 wody i ponownie ją wytrząsnięto. Zaobserwowano, że zawartość probówki stała się jednorodna i przejrzysta.

a) Wskaż poprawne dokończenie zdania.

Pod wpływem soli metali lekkich białko ulega

A. koagulacji nieodwracalnej.

C. wysoleniu.

B. denaturacji.

D. krystalizacji.

b) Podaj trzy czynniki powodujące denaturację białek.

10. Na zajęciach koła chemicznego uczniowie postanowili zbadać skład herbatników. W tym celu na herbatnik nanieśli kilka kropli jodiny. Wygląd powierzchni herbatnika mniej więcej po 3 minutach przedstawiono na zdjęciu obok.



Wskaż poprawne dokończenia zdań.

I. Podczas tego doświadczenia uczniowie dowiedli, że w skład herbatników wchodzi

B. skrobia.

D. sacharoza.

C. celuloza.

E. białko.

II. Wykryta substancja należy do

C. białek.

E. alkanów.

D. tłuszczów.

F. cukrów.

Odpowiedzi do zadań rachunkowych

s. 18

4. a) 44 u; **b)** 44 u; **c)** 160 u;
d) 183 u; **e)** 78 u; **f)** 164 u

5. a) 9 : 2, %C = 82 %, %H = 18 %;
b) 1 : 1, %S = 50 %, %O = 50 %;
c) 8 : 1, %Cu = 89 %, %O = 11 %;
d) 119 : 142, %Sn = 46 %, %Cl = 54 %;
e) 7 : 12, %N = 37 %, %O = 63 %;
f) 9 : 16, %Al = 36 %, %S = 64 %

6. 7,2 g

7. $m_S = 6,4$ g, $m_{O_2} = 6,4$ g

8. 5 %

9. 15 g

10. $Fe(OH)_3$

s. 28

10. 0,92 g

11. a) BaO, 153 u; **b)** CuS, 96 u;
c) $CaCl_2$, 111 u

s. 33

2. a) V; **b)** IV; **c)** IV; **d)** V; **e)** IV;
f) VII; **g)** V; **h)** VI

s. 37

3. 39 %, 33 %

s. 41

2. 1,7 g

3. 1,46 %

s. 60

6. $H_2S_2O_3$

7. a) III, V; **c)** 27,6 g

s. 95

5. 186,33 dm³

s. 100

10. b) 12,8 cm³

s. 119

2. %C = 75 %, %H = 25 %

5. 0,082 kg

s. 125

3. 138 u

4. 14,3 %

s. 137

4. 92,3 %

s. 141

6. propan: %C = 81,8 %, %H = 18,2 %;
eten: %C = 85,7 %, %H = 14,3 %;
butyn: %C = 88,9 %, %H = 11,1 %

s. 142

9. 10 g

10. 144 g

11. 1,16 g

12. C_4H_{10}

13. b) %C = 83 %, %H = 17 %; **d)** 2,16 g

s. 147

2. %C = 60 %, %H = 13 %, %O = 27 %

3. 14,85 g

s. 158

2. 92 u

s. 163

2. C : H : O = 18 : 3 : 16

s. 176

3. %C = 55 %, %H = 9 %, %O = 36 %

s. 179

2. mrówczan metylu, metanol,
kwas mrówkowy

s. 180

9. 30 g

s. 189

1. %C = 76 %, %H = 13 %, %O = 11 %

s. 199

2. 75 u

s. 214

2. 180 u

4. 23 %

s. 218

1. 342 u

5. 2,4 %

s. 224

4. 0,6 g

Polskie i angielskie nazwy oraz wzory wybranych związków organicznych

Nazwa związku chemicznego		Wzór związku chemicznego
polska	angielska	
metan	methane [mifejn]	CH_4
etan	ethane [ifejn]	C_2H_6
propan	propane [propejn]	C_3H_8
butan	butane [bjutejn]	C_4H_{10}
pentan	pentane [pentejn]	C_5H_{12}
eten, etylen	ethene, ethylene [efijn, efelij]	C_2H_4
propen	propene [propenej]	C_3H_6
etyln, acetylen	ethyne, acetylene [efajn, esetelin]	C_2H_2
propyn	propyn [propyn]	C_3H_4
metanol	methanol [mefanol]	CH_3OH
etanol	ethanol [efenol]	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$
glicerol	glycerol [glyserol]	$\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$
kwas mrówkowy	formic acid [formik asyd]	HCOOH
kwas octowy	acetic acid [esitek asyd]	CH_3COOH
mrówczan metylu	methyl formate [metyl formejt]	HCOOCH_3
mrówczan etylu	ethyl formate [efyl formejt]	HCOOC_2H_5
octan metylu	methyl acetate [metyl asitejt]	$\text{CH}_3\text{COOCH}_3$
octan etylu	ethyl acetate [efyl asitejt]	$\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$
kwas palmitynowy	palmitic acid [palmitik asyd]	$\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOH}$
kwas stearynowy	stearic acid [stiaryk asyd]	$\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$
kwas oleinowy	oleinic acid [olijek asyd]	$\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$
glukoza	glucose [glukoł]	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$
fruktoza	fructose [fruktoł]	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$
sacharoza	saccharose [sakarost]	$\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$
skrobia	starch [starcz]	$[\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5]_n$
celuloza	cellulose [seljules]	$[\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5]_n$

Właściwości wybranych związków organicznych (25 °C, 1013,25 hPa)

Nazwa	Stan skupienia	Gęstość, g/cm ³	Temperatura	
			topnienia, °C	wrzenia, °C
metan	gaz	0,442	-182,43	-161,48
etan	gaz	0,546	-183,2	-88,6
propan	gaz	0,585	-187,6	-42,2
butan	gaz	0,601	-138,3	-0,55
pentan	ciecz	0,626	-129,7	36,1
eten (etylen)	gaz	0,57	-169,1	-103,7
propen	gaz	0,61	-185,2	-47,7
but-1-en	gaz	0,626	-185,3	-6,3
etyln (acetylen)	gaz	0,618	-81,8	-83,8
propyn	gaz	0,607	-104,7	-23,2
metanol	ciecz	0,7866	-97,7	64,65
etanol	ciecz	0,7851	-114,1	78,3
glicerol	ciecz	1,258	18,2	290
kwask mrówkowy	ciecz	1,2131	8,3	100,7
kwask octowy	ciecz	1,0436	16,63	117,9
mrówczan metylu	ciecz	0,974	-99	31,5
mrówczan etylu	ciecz	0,9124	-79,4	54,1
octan metylu	ciecz	0,9273	-98,1	56,3
octan etylu	ciecz	0,8945	-83,8	77,1
kwask palmitynowy	ciało stałe	0,841	62,5	390
kwask stearynowy	ciało stałe	0,838	69,3	360
kwask oleinowy	ciecz	0,887	16,2	360

MODELE CZĄSTECZEK WYBRANYCH ZWIĄZKÓW ORGANICZNYCH

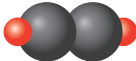
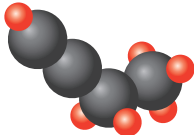
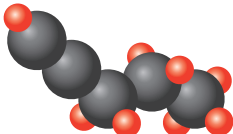
Alkany

Nazwa i wzór	Wzór strukturalny	Model
metan CH_4	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$	
etan C_2H_6	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	
propan C_3H_8	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	
butan C_4H_{10}	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \quad \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	
pentan C_5H_{12}	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \quad \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \quad \quad \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	

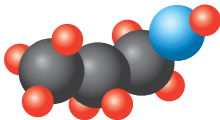
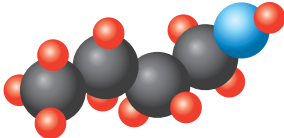
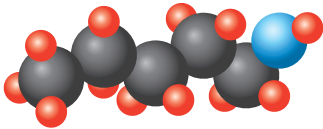
Alkeny

Nazwa i wzór	Wzór strukturalny	Model
eten (etylen) C_2H_4	$\begin{array}{c} \text{H} > \text{C} = \text{C} < \text{H} \\ \text{H} < \end{array}$	
propen C_3H_6	$\begin{array}{c} \text{H} > \text{C} = \text{C} - \text{C} - \text{H} \\ \text{H} < \quad \quad \\ \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	
but-1-en C_4H_8	$\begin{array}{c} \text{H} > \text{C} = \text{C} - \text{C} - \text{C} - \text{H} \\ \text{H} < \quad \quad \quad \\ \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	
pent-1-en C_5H_{10}	$\begin{array}{c} \text{H} > \text{C} = \text{C} - \text{C} - \text{C} - \text{C} - \text{H} \\ \text{H} < \quad \quad \quad \quad \\ \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	

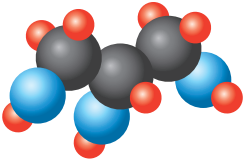
Alkiny

Nazwa i wzór	Wzór strukturalny	Model
etyń (acetylen) C_2H_2	$H-C \equiv C-H$	
propyn C_3H_4	$\begin{array}{c} H \\ \\ H-C \equiv C-C-H \\ \\ H \end{array}$	
but-1-yn C_4H_6	$\begin{array}{c} H & H \\ & \\ H-C \equiv C-C-C-H \\ & \\ H & H \end{array}$	
pen-1-yn C_5H_8	$\begin{array}{c} H & H & H \\ & & \\ H-C \equiv C-C-C-C-H \\ & & \\ H & H & H \end{array}$	

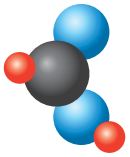
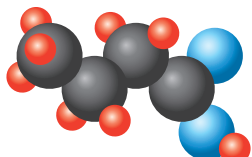
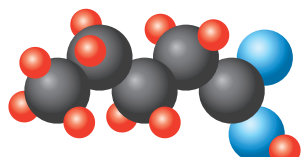
Alkohole monohydroksylowe

Nazwa i wzór	Wzór strukturalny	Model
metanol CH_3OH	$\begin{array}{c} H \\ \\ H-C-O-H \\ \\ H \end{array}$	
etanol C_2H_5OH	$\begin{array}{c} H & H \\ & \\ H-C-C-O-H \\ & \\ H & H \end{array}$	
propanol C_3H_7OH	$\begin{array}{c} H & H & H \\ & & \\ H-C-C-C-O-H \\ & & \\ H & H & H \end{array}$	
butan-1-ol C_4H_9OH	$\begin{array}{c} H & H & H & H \\ & & & \\ H-C-C-C-C-O-H \\ & & & \\ H & H & H & H \end{array}$	
pentan-1-ol $C_5H_{11}OH$	$\begin{array}{c} H & H & H & H & H \\ & & & & \\ H-C-C-C-C-C-O-H \\ & & & & \\ H & H & H & H & H \end{array}$	

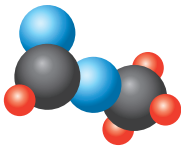
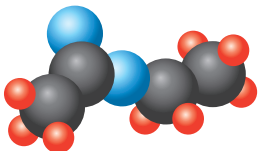
Glicerol

Nazwy i wzór	Wzór strukturalny	Model
glicerol gliceryna propano-1,2,3-triol $C_3H_5(OH)_3$	$ \begin{array}{ccccc} & H & H & H & \\ & & & & \\ H & - C & - C & - C & - H \\ & & & & \\ & O & O & O & \\ & & & & \\ & H & H & H & \end{array} $	

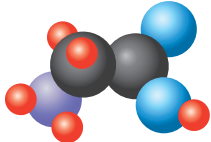
Kwasy karboksylowe

Nazwy i wzór	Wzór strukturalny	Model
kwasek metanowy kwasek mrówkowy HCOOH	$ \begin{array}{c} O \\ // \\ H - C \\ \backslash \\ O - H \end{array} $	
kwasek etanowy kwasek octowy CH ₃ COOH	$ \begin{array}{c} H \\ \\ H - C - C \\ \quad // \\ H \quad O \\ \quad \backslash \\ \quad O - H \end{array} $	
kwasek propanowy kwasek propionowy C ₂ H ₅ COOH	$ \begin{array}{c} H \quad H \\ \quad \\ H - C - C - C \\ \quad \quad // \\ H \quad H \quad O \\ \quad \quad \backslash \\ \quad \quad O - H \end{array} $	
kwasek butanowy kwasek masłowy C ₃ H ₇ COOH	$ \begin{array}{c} H \quad H \quad H \\ \quad \quad \\ H - C - C - C - C \\ \quad \quad \quad // \\ H \quad H \quad H \quad O \\ \quad \quad \quad \backslash \\ \quad \quad \quad O - H \end{array} $	
kwasek pentanowy kwasek walerianowy C ₄ H ₉ COOH	$ \begin{array}{c} H \quad H \quad H \quad H \\ \quad \quad \quad \\ H - C - C - C - C - C \\ \quad \quad \quad \quad // \\ H \quad H \quad H \quad H \quad O \\ \quad \quad \quad \quad \backslash \\ \quad \quad \quad \quad O - H \end{array} $	

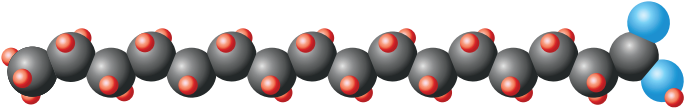
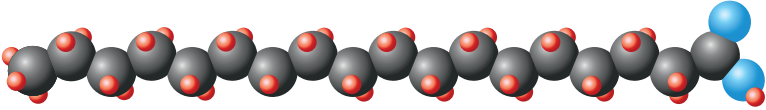
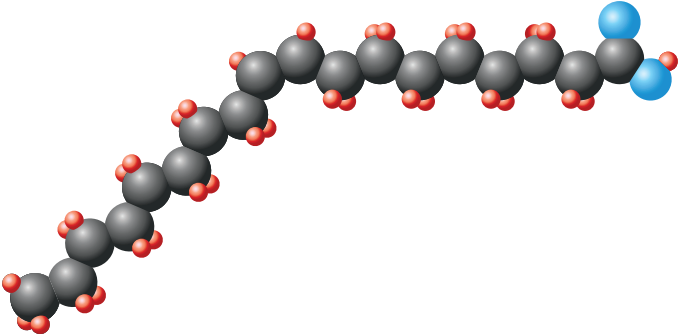
Estry

Nazwy i wzór	Wzór półstrukturalny (grupowy)	Model
metanian metylu mrówczan metylu HCOOCH_3	$\text{H}-\text{C}\begin{matrix} \text{O} \\ \parallel \\ \text{O}-\text{CH}_3 \end{matrix}$	
metanian etylu mrówczan etylu HCOOC_2H_5	$\text{H}-\text{C}\begin{matrix} \text{O} \\ \parallel \\ \text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \end{matrix}$	
etanian metylu octan metylu $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$	$\text{CH}_3-\text{C}\begin{matrix} \text{O} \\ \parallel \\ \text{O}-\text{CH}_3 \end{matrix}$	
etanian etylu octan etylu $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$	$\text{CH}_3-\text{C}\begin{matrix} \text{O} \\ \parallel \\ \text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \end{matrix}$	

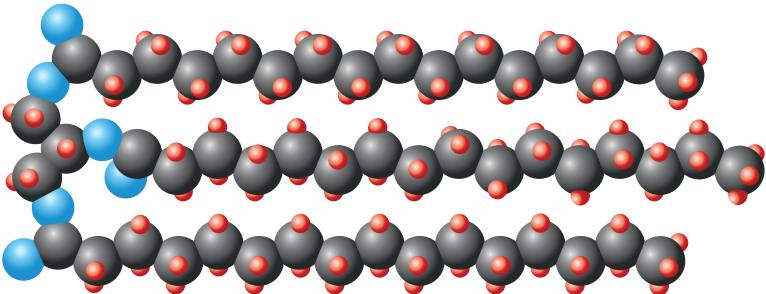
Glicyna

Nazwy	Wzór strukturalny	Model
glicyna kwas aminooctowy	$\begin{matrix} & \text{H} & & \\ & & & \\ \text{H} & -\text{C} & - & \text{C} \begin{matrix} \text{O} \\ \parallel \\ \text{O}-\text{H} \end{matrix} \\ & & & \\ & \text{N} & & \\ & / \backslash & & \\ & \text{H} \quad \text{H} & & \end{matrix}$	

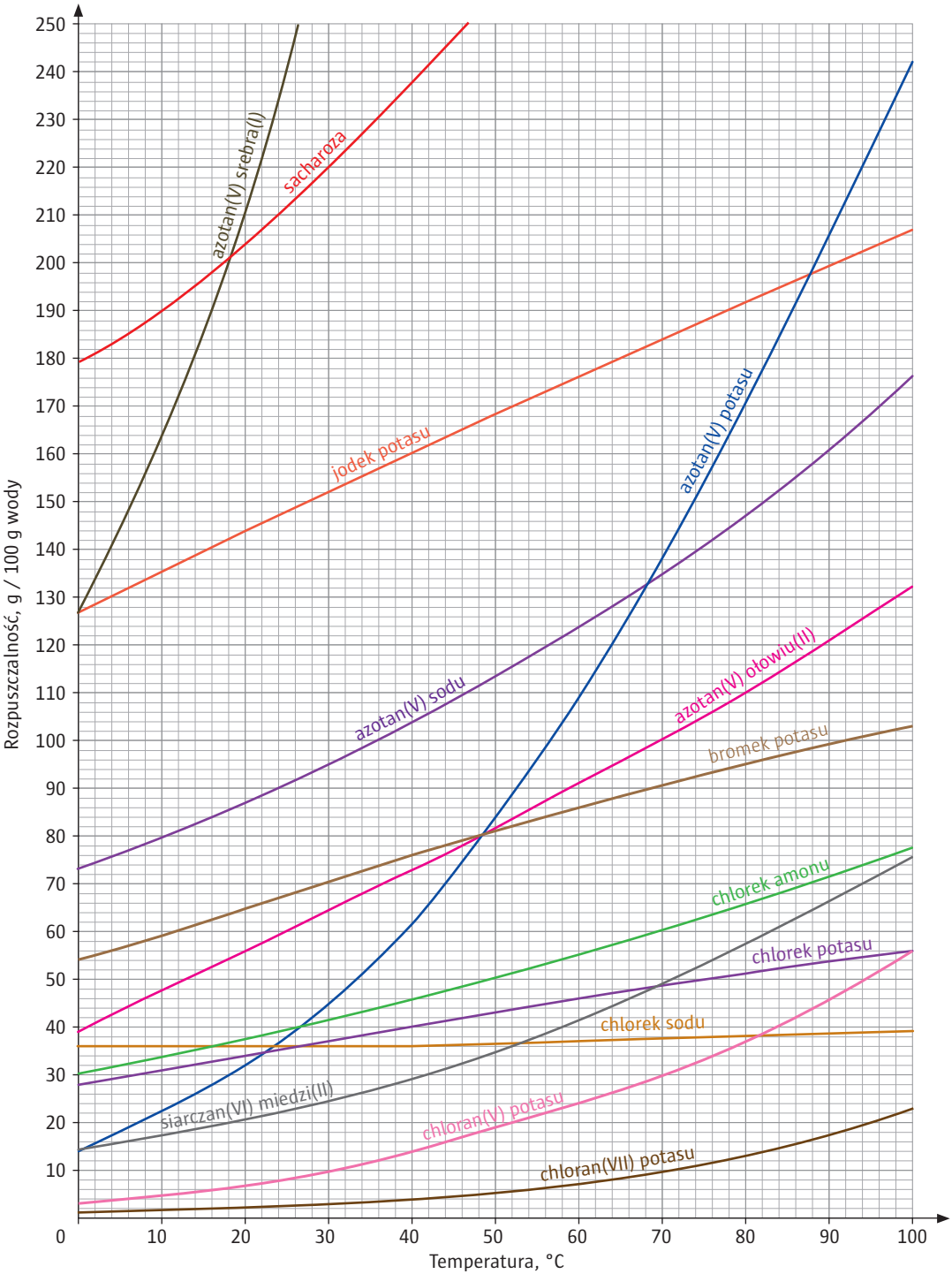
Kwasy tłuszczowe

Nazwy i wzór	Model
kwas heksadekanowy kwas palmitynowy $C_{15}H_{31}COOH$	
kwas oktadekanowy kwas stearynowy $C_{17}H_{35}COOH$	
kwas oktadec-9-enowy kwas oleinowy $C_{17}H_{33}COOH$	

Tripalmitynian glicerolu

Nazwa i wzór	Model
tripalmitynian glicerolu $\begin{array}{l} \text{CH}_2 - \text{O} - \text{C}(=\text{O}) - \text{C}_{15}\text{H}_{31} \\ \\ \text{CH} - \text{O} - \text{C}(=\text{O}) - \text{C}_{15}\text{H}_{31} \\ \\ \text{CH}_2 - \text{O} - \text{C}(=\text{O}) - \text{C}_{15}\text{H}_{31} \end{array}$	

Krzywe rozpuszczalności ciał stałych w wodzie w zależności od temperatury



Krzywe rozpuszczalności gazów w wodzie w zależności od temperatury

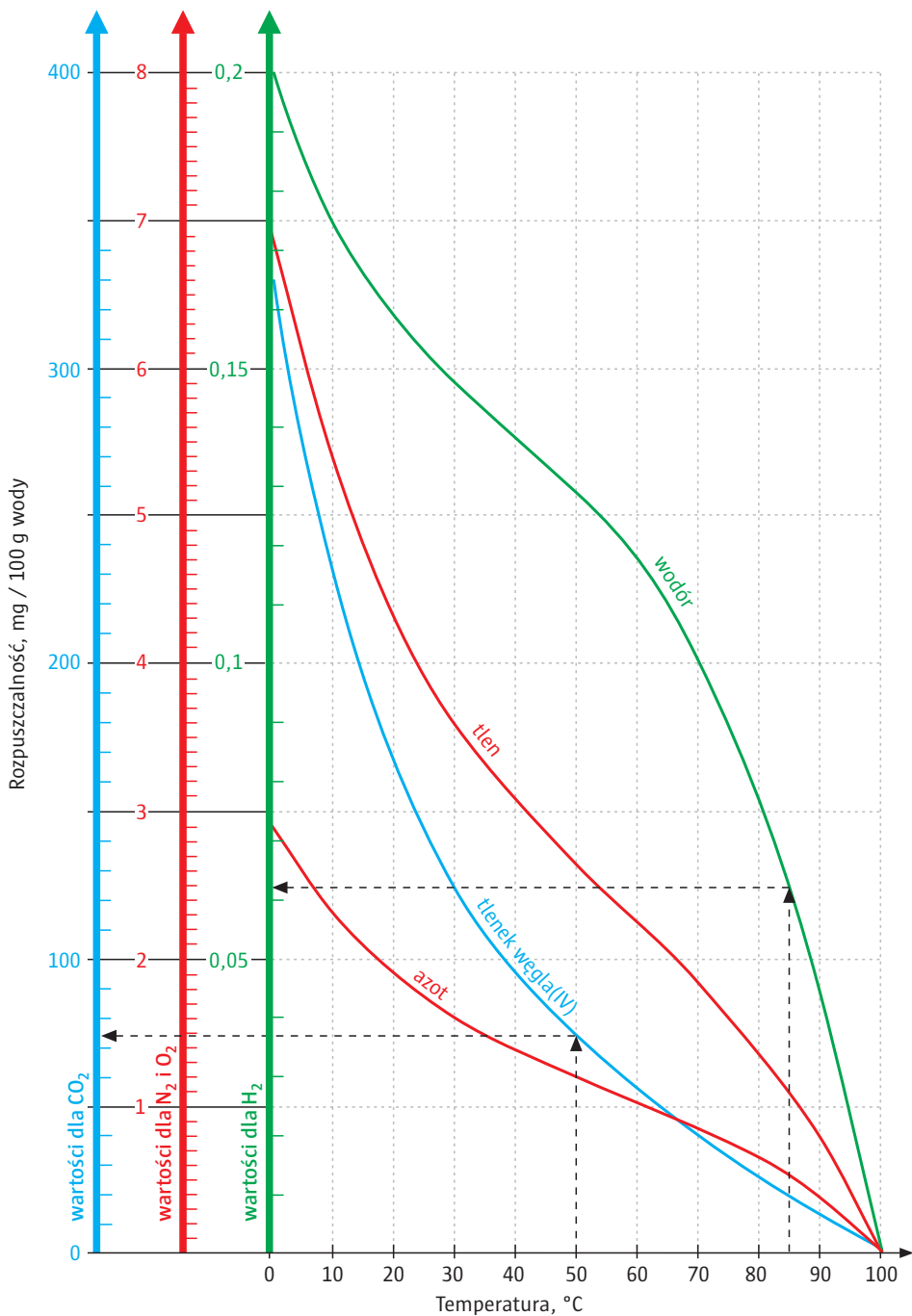


Tabela rozpuszczalności soli i wodorotlenków w wodzie

Aniony Kationy	OH ⁻	Cl ⁻	I ⁻	NO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻	S ²⁻	SO ₃ ²⁻	SO ₄ ²⁻	PO ₄ ³⁻	CH ₃ COO ⁻
NH ₄ ⁺	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
Na ⁺	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
K ⁺	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
Mg ²⁺	T	R	R	R	T	X	S	R	T	R
Ca ²⁺	S	R	R	R	T	T	T	S	T	R
Ba ²⁺	R	R	R	R	T	R	T	T	T	R
Fe ²⁺	T	R	R	R	T	T	T	R	T	R
Fe ³⁺	T	R	X	R	X	X	X	R	T	X
Cu ²⁺	T	R	X	R	T	T	T	R	T	R
Ag ⁺	T	T	T	R	T	T	T	S	T	S
Zn ²⁺	T	R	R	R	T	T	S	R	T	R
Al ³⁺	T	R	R	R	X	X	X	R	T	X
Pb ²⁺	T	S	S	R	T	T	T	T	T	R

R – substancja dobrze rozpuszczalna

S – substancja średnio rozpuszczalna

T – substancja trudno rozpuszczalna

X – substancja ulega rozkładowi w wodzie albo jest nietrwała albo nie została otrzymana

Tabela rozpuszczalności soli i wodorotlenków w wodzie z barwami osadów i roztworów

Jony	OH ⁻	Cl ⁻	I ⁻	NO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻	S ²⁻	SO ₃ ²⁻	SO ₄ ²⁻	PO ₄ ³⁻	CH ₃ COO ⁻
NH ₄ ⁺										
Na ⁺										
K ⁺										
Mg ²⁺										
Ca ²⁺										
Ba ²⁺										
Fe ²⁺										
Fe ³⁺										
Cu ²⁺										
Ag ⁺										
Zn ²⁺										
Al ³⁺										
Pb ²⁺										
 Powstaje osad trudno rozpuszczalny.  Powstaje osad średnio rozpuszczalny.  Osad się nie strąca.  Proces złożony										

Indeks

a

acetylen (etyń) 126
–, spalanie 127
–, zastosowania 130
addycja (przyłączenie) 127
alkany 110
–, spalanie 115–117
–, zastosowania 118
alkeny 120
alkiny 122
alkohole 144
– monohydroksylowe 144
– polihydroksylowe 144
alotropia 102
aminokwasy 196
– białkowe 196
aminy 196
antracyt 104
azotany(V), zastosowania 92

b

benzyna ciężka 106–107
– lekka 106–107
białko 198
biodruk 66

c

celuloza 208, 219–221
– bakteryjna 222
–, zastosowania 223
chemia 6
– organiczna 103
chlorki, zastosowania 90
cukry (sacharydy, węglowodany) 207
cukry proste 208

cukry złożone 208
czad (tlenek węgla(II)) 115

d

dekantacja 10
denaturacja → koagulacja
nieodwracalna
destylacja 10
– frakcjonowana 106
dysocjacja elektrolityczna
(jonowa) 23
– – kwasów 53
– – – monokarboksylowych 161
– – soli 70, 73
– – wodorotlenków 23
– stopniowa 55

e

elektrolit 54, 72
elektroliza 73
estry kwasów
karboksylowych 171
– – –, zastosowania 175
estryfikacja 173
etanol 148–152
–, spalanie 150
–, zastosowania 153
eten (etylen) 126
–, spalanie 127
–, zastosowania 130
etyń → acetylen
eutrofizacja 94

f

fenoloftaleina 24
filtracja (sączenie) 10

fosforany(V), zastosowania 94
fotosynteza 210
frakcje 206
fruktoza 210–212
–, zastosowania 213

g

gaz ziemny 113
– wulkaniczny 38
gazy rafineryjne 106–107
gips palony 93
glicerol (gliceryna, propano-1,2,3-triol) 155–156
–, zastosowania 157
glicyna (kwas aminooctowy) 197
glikol etylenowy 157
glukoza 210–212
–, zastosowania 213
grupa alkilowa 145
– aminowa 196
– estrowa 171
– funkcyjna 144
– hydroksylowa 144
– karboksylowa 159

h

hipoteza 11
hydrat 65

i

indykatory 24
izomeria położenia grupy funkcyjnej 146
– – wiązania wielokrotnego 121
izomery 121

k

karbidówka (lampa górnicza) 127
karta charakterystyki 7
koagulacja nieodwracalna (denaturacja) 200
– odwracalna (wysalanie) 200
kondensacja 198
kontrakcja objętości 151
kwas aminooctowy → glicyna
– askorbinowy 30
– azotowy(V) 31, 34, 45
– –, zastosowania 45
– butanowy (masłowy) 160
– chlorowodorowy (solny) 31, 39, 43
– –, zastosowania 43
– cytrynowy 30, 161
– –, zastosowania 162
– etanowy (octowy) 164–169
– – bezwodny 165
– –, spalanie 168
– fosforowy(V) 31, 34, 36, 51
– –, zastosowania 51
– metanowy (mrówkowy) 160
– –, zastosowania 162
– oleinowy 184
– palmitynowy 183
– propanowy (propionowy) 160
– siarkowodorowy 31, 39, 44
– –, zastosowania 44
– siarkowy(IV) 31, 34, 46
– –, zastosowania 46
– siarkowy(VI) 31, 34, 47–49
– –, zastosowania 49
– stearynowy 184

kwas stearynowy, spalanie 185

kwas szczawiowy 161
– –, zastosowania 162
– wersenowy 168
– węglowy 31, 34, 50
– –, zastosowania 50
kwasy 30
– beztlenowe 31
– –, otrzymywanie 38
– karboksylowe 159
– mocne 55
– monokarboksylowe 159
– –, niższe 182
– –, wyższe 182
– polikarboksylowe 159
– słabe 55
– tlenowe 31
– –, otrzymywanie 34
– tłuszczowe 182
– –, nasycone 182–183
– –, nienasycone 182–183
kwaśne opady 42

l

laktoza 208
lampa górnicza → karbidówka
liczba atomowa (Z) 13
– elektronów walencyjnych 13
– porządkowa 14
– powłok elektronowych 13
lokant 121

ł

łańcuch węglowy 102

m

masa cząsteczkowa 16
materia 14
mazut 106–107
metan 112–113
–, spalanie 113–114
metanol 148–150
–, spalanie 150
–, zastosowania 153
mieszanina oziębiająca 89
monomer 129
mydła 188

n

nafta 106–107

o

obserwacje 11
ocet 164
odczyn roztworu 56
– kwasowy 56
– obojętny 56
– zasadowy 56
odparowanie 10
olej napędowy 106–107
– opałowy 106–107
oranż metylowy 24

p

papierki wskaźnikowe 24
– –, uniwersalne 24
peptydy 198
piktogram 7
pochodne węglowodorów 144
polimer 129
polimeryzacja 129
prawo okresowości 14

prawo stałości składu 16

– zachowania masy 17

problem badawczy 11

promil 152

propano-1,2,3-triol → glicerol

przemiany chemiczne 14

– fizyczne 14

przyłączenie → addycja

r

rafineria ropy naftowej 106

reakcja analizy
(rozkładu) 15

– egzotermiczna 15

– endotermiczna 15

– hydrolizy 173

– jodoskrobiowa

– ksantoproteinowa 204

– strąceniowa 71, 84

– syntezy (łączenia) 15

– wymiany 15

– zubożniania 75

reszta kwasowa 30

ropa naftowa 104–107

rozdzielanie magnezem 10

– rozdzielaczem 10

– strzykawką 10

rozpuszczanie 17

roztwór 17

równanie reakcji 16

– – w formie jonowej pełnej
77, 85

– – – – skróconej 77, 85

rybosom 197

s

sacharoza 208, 215–217

–, zastosowania 217

sacharydy → cukry

sączenie → filtracja

siarczany(VI),
zastosowania 93

siarkowodór 40

skala pH 24

skład procentowy 16

skrobia 208, 219–22

–, zastosowania 223

sole 63, 166–167

–, otrzymywanie 79

– kwasów beztlenowych 63

– – tlenowych 63

spalanie całkowite 115

– niecałkowite 115

stężenie procentowe
roztworu 17

stosunek masowy
pierwiastków 16

substancja prosta 14

– złożona 14

szereg homologiczny 111

t

tabela rozpuszczalności
soli i wodorotlenków
w wodzie 71, 241

tlenek kwasowy 34

– węgla(II) → czad

tlenki 20

tłuszcze 190–191

– ciekłe 192

– nasycone 192

– nienasycone 192

– roślinne 191

– stałe 192

– zwierzęce 191

torf 104

triazotan(V) glicerolu 173

u

układ okresowy 13

uwodornienie 128

w

wartościowość 19

węgiel brunatny 104

– kamienny 104

węglan wapnia 91

węgłe kopalne 104

węglowodany → cukry

węglowodory 103, 108

– cykliczne 122

– mieszane 122

– nasycone 108

– nienasycone 108

– rozgałęzione 122

– nierozgałęzione 122

wiązanie peptydowe 198

wietrzenie chemiczne skał 91

wnioski 11

woda bromowa 135

wodorotlenki 22

wskaźniki

kwasowo-zasadowe →
indykatory

wysalanie → koagulacja
odwracalna

wywar z czerwonej
kapusty 24

wzór strukturalny 20

– sumaryczny 20

– taflowy Hawortha 210

z

związki nieorganiczne 103

– organiczne 103

Źródła fotografii i ilustracji

Okładka: (chłopiec w fartuchu) Sergei Kazakov/Shutterstock.com, (naczynia laboratoryjne) New Africa/Shutterstock.com, (kolba z cieczą) Akim Lakeev/Shutterstock.com, (owoc) Markus Mainka/Shutterstock.com, (statyw) Mehmet Cetin/Shutterstock.com, (roślina) onair/Shutterstock.com, (rozdzielacz) Alexandre Dotta/SCIENCE SOURCE/BE&W, (wzór aminokwasu) Natalia/Shutterstock.com, (rozdzielanie wody i oleju) Piotr Kubat/WSiP, (grafiki 1) nexusby/Shutterstock.com, (grafiki 2) Valeriya_Dor/Shutterstock.com, (grafiki 3) runLenarun/Shutterstock.com

Strony działowe: s. 5 (próbówki w statywie) pukach/Shutterstock.com; s. 29 (akumulator) Ensup/iStockphoto/Getty Images; s. 61 (kreda) Alex Kosev/Shutterstock.com; s. 101 (dystrybutor paliwa) Sergiy1975/iStockphoto/Getty Images; s. 143 (winogrona) Valenty Volkov/Shutterstock.com; s. 181 (talerz) Aquarius Studio/Shutterstock.com, (nasiona) Prostock-studio/Shutterstock.com, (ryż brązowy, kasza) Svetlana Lukienko/Shutterstock.com, (szparagi) StudioPhotoDFlorez/Shutterstock.com, (jarmuż) Binh Thanh Bui/Shutterstock.com, (owoce) MaraZe/Shutterstock.com, (orzechy) digieye/Shutterstock.com, (kurczak) seksan wangjaisuk/Shutterstock.com, (fasola) Superheang168/Shutterstock.com, (papryka) Anna Minsk/Shutterstock.com, (cebula) Albo003/Shutterstock.com, (cytryna) Valenty Volkov/Shutterstock.com, (jajko) siloto/Shutterstock.com, (łosoś) Smit/Shutterstock.com, (makaron) Thirteen/Shutterstock.com, (ser) Karamazov Brother/Shutterstock.com, (pomidor, marchew) Valentina Razumova/Shutterstock.com, (bułka) Gerisima/Shutterstock.com, (chleb) Eivaisla/iStockphoto/Getty Images, (brokuł) Volosina/Shutterstock.com, (kapusta czerwona) Kaisynet Studio/Shutterstock.com, (gruszką) Kyselova Inna/Shutterstock.com, (sałata) Peter Hermes Furian/Shutterstock.com, (porzeczka) Natalia Pyzhova/Shutterstock.com, (jabłko) StudioPhotoDFlorez/Shutterstock.com, (truskawka) Pektoral/Shutterstock.com

Tekst główny: s. 6 (dziewczyna w laboratorium) ilikestudio/Shutterstock.com, (prześwietlenie płuc) anilakkus/iStockphoto/Getty Images, (ujawnianie śladów daktyloskopijnych) PeopleImages.com - Yuri A/Shutterstock.com; s. 9 (ogrzewanie cieczy w zlewce) Image Source Trading Ltd/Shutterstock.com; s. 10 (dekantacja, sączenie, rozdzielanie rozdzielaczem, destylacja) Piotr Kubat/WSiP, (krystalizacja) Wojciech Wójtowicz/WSiP, (rozdzielanie strzykawką) Robert Wolski/WSiP, (rozdzielanie magnelem) Łukasz Opaliński/Zamkor/WSiP, (odparowanie) TCL/Science Photo Library/East News; s. 11 (sublimacja jodu) CHARLES WINTERS/SCIENCE SOURCE/BE&W; s. 12 (symbol liczby Pi) TotemArt/Shutterstock.com, (truskawka) Artem Kutsenko/Shutterstock.com, (kukurydza) Kovaleva_Ka/Shutterstock.com, (kula) Nomad_Soul/Shutterstock.com, (bagażnik) MisterStock/Shutterstock.com; s. 14 (krojenie ogórków) Marccphoto/iStockphoto/Getty Images, (rozłupywanie drewna) Kosijerphotography/E+/Getty Images, (kiszzenie ogórków) Pawel_B/iStockphoto/Getty Images, (spalanie drewna) Vitelle/iStockphoto/Getty Images; s. 15 (fotosynteza) Olga Seifutdinova/iStockphoto/Getty Images, (smażenie jajek) GMVozd/E+/Getty Images, (korozja) OgnjenO/iStockphoto/Getty Images, (spalanie gazu ziemnego) Valerii Vtoryhin/iStockphoto/Getty Images; s. 16 (pozyskiwanie soli kuchennej) wanderluster/E+/Getty Images; s. 19 (wodorotlenek sodu) Piotr Kubat/WSiP; s. 24 (uniwersalne papierki wskaźnikowe) R3M/Science Photo Library/East News, barwy wywaru w czerwonej kapusty, oranżu metylowego i fenolofaleiny w roztworach o różnym odczynie) Wojciech Wójtowicz/WSiP; s. 27 (trójnóg) Mehmet Cetin/Shutterstock.com, (termometr) Galushko Sergey/Shutterstock.com, (rozdzielacz) Q15/Shutterstock.com, (parownica) Endorphin_SK/Shutterstock.com, (palnik gazowy) Rabbitmindphoto/Shutterstock.com, (krystalizator) Łukasz Opaliński/Zamkor/WSiP; s. 30 (napoje) Anton Starikov/Shutterstock.com, (cytrusy) Anna Kucherova/Shutterstock.com; s.34 (szklanka z wodą) ILYA AKINSHIN/Shutterstock.com; s. 35 (odczyn kwasu siarkowego(IV)) Wojciech Wójtowicz/WSiP; s. 36 (otrzymywanie kwasu fosforowego(VI) i odczyn jego roztworu) Łukasz Opaliński/Zamkor/WSiP; s. 38 (nadkwasota) marina_ua/Shutterstock.com, (erupcja wulkanu Calbuco w Chile) gadaian/E+/Getty Images; s. 39 (wody termalne) Dragoncello/iStockphoto/Getty Images; s. 40 (odczyn kwasu siarkowodorowego) Wojciech Wójtowicz/WSiP; s. 43 (kwas chlorowodorowy) Martyn F. Chillmaid/Science Photo Library, (dym z kolumny) ozgurcankaya/iStockphoto/Getty Images, (chmury) adomer/iStockphoto/Getty Images, (uschnięte drzewa) xmxmxx/iStockphoto/Getty Images; s. 43 (plastikowe zabawki) monticello/iStockphoto/Getty Images, (filtry do uzdatniania wody) Belish/Shutterstock.com, (most) dvoevnore/iStockphoto/Getty Images, (czyszczenie umywalki) xefstock/E+/Getty Images; s. 44 (produkcja siarki) GEFHunter/iStockphoto/Getty Images, (wykrywanie jonów metali) GIPHOTOSTOCK/Science Photo Library, (leczenie chorób skóry) Marina Demeshko/Shutterstock.com, (produkcja papieru) tifonimages/iStockphoto/Getty Images; s. 45 (nawóz mineralny) sarka/Shutterstock.com, (kardiogram) Alexander62/iStockphoto/Getty Images, (płyta drukowana) PowerUp/Shutterstock.com, (materiał wybuchowy) Bob_Eastman/iStockphoto/Getty Images; s. 46 (ryzy papieru) zoomstudio/E+/Getty Images, (kwas siarkowy(VI)) sulit.photos/Shutterstock.com, (suszone owoce) nada54/Shutterstock.com, (szklarnia) Mieszko9/iStockphoto/Getty Images; s. 48 (działanie st. kwasu siarkowego(VI) na cukier spożywczy – 2 zdjęcia) David Taylor/Science Photo Library; s. 49 (akumulator) Natalia Kokhanova/iStockphoto/Getty Images, (nawożenie) fotokostic/iStockphoto/Getty Images, (plastikowe pojemniki) Coprid/iStockphoto/Getty Images, (atramenty do drukarek) JustHappy/iStockphoto/Getty Images; s. 50 (wykrywanie kationów niemetalii) saknakorn/iStockphoto/Getty Images, (napoje) DenisMart/iStockphoto/Getty Images, (murowanie) Bogdanhoda/iStockphoto/Getty Images, (kąpiel kwasowęglowa) Zofia i Marek Bazak/East News; s. 51 (wlewanie napoju do szklanki) Viktor_LA/Shutterstock.com, (nawożenie) Fotokostic/Shutterstock.com, (środkii piorące) Christin Klose/Shutterstock.com, (usuwanie kamienia i rdzy) Luliia Mikhailitskaia/iStockphoto/Getty Images; s. 53 (akumulator) BalancePhoto/Shutterstock.com, (kwas solny w butelce) Science Photo Library; s. 54 (badanie przewodnictwa elektrycznego – 2 zdjęcia) Łukasz Opaliński/Zamkor/WSiP; s. 60 (papierki wskaźnikowe) R3M/Science Photo Library/East News; s. 62 (solniczka) Gyvafoto/Shutterstock.com; s. 65 (bezwodny i uwodniony siarczan(VI) miedzi(II)) Science Photo Library/East News; s. 66 (biodrutowanie zamiennika kości) Science Photo Library/East News; s. 70 (solenie) Inna Tarasenko/iStockphoto/Getty Images, szklanka z wodą) kedsanee/E+/Getty Images; s. 71 (barwy osadów wybranych fosforanów (V), strącanie się osadu siarczku kadmu) Turtle Rock Scientific/Science Source/BE&W; s. 72 (badanie przewodnictwa elektrycznego) Wojciech Wójtowicz/WSiP; s. 73 (kriolit) Science Photo Library/East News; s. 75 (złodek) marina_ua/Shutterstock.com; s. 76 (reakcja wodorotlenku sodu z kwasem solnym – 3 zdjęcia) Piotr Kubat/WSiP; s. 77 (śląd po ukąszeniu pszczoły) WIRACHAPHOTO/Shutterstock.com; s. 79 (kolczyki ze szmaragdami) Ukki Studio/Shutterstock.com; s. 82 (reakcja kwasu solnego z sodem) Wojciech Wójtowicz/WSiP; s. 84 (zmętnienie wody wapiennej) Turtle Rock Scientific/Science Source/BE&W; s. 86 (reakcje azotan(V) srebra(I) z kwasem solnym i kwasem siarkowym(VI)) Turtle Rock Scientific/Science Source/BE&W; s. 86 (reakcja jodku potasu z azotanem(V) ołowiu(II)) Turtle Rock Scientific/Science Source/BE&W; s. 89 (wędlina) beats1/Shutterstock.com; s. 90 (sporządzanie mieszaniny lodu i chlorku sodu – 2 zdjęcia) Robert Wolski/WSiP, (kroplówka) ABRAHAM GONZALEZ FERNANDEZ/iStockphoto/Getty Images, (lizawka) Groomee/iStockphoto/Getty Images, (pochłaniacz

wilgoci) Tomislav Pinter/Shutterstock.com, (tabletki) luchschenF/Shutterstock.com; s. 91 (puder) nastya_ph/iStockphoto/Getty Images, (cement) Bet_Noire/iStockphoto/Getty Images, (pasta do zębów) dulezidar/iStockphoto/Getty Images, (marmur) Suchada Tansirimas/iStockphoto/Getty Images, (wietrzenie chemiczne skał) Bernard Bialorucki/iStockphoto/Getty Images; s. 92 (nawóz mineralny) Zbynek Pospisil/iStockphoto/Getty Images, (wędliny) beats3/iStockphoto/Getty Images, (proch strzelniczy) David Tadevosian/Shutterstock.com, (lustro) New Africa/Shutterstock.com, (zniszczony port w Bejrucie) Ali Chehade/Shutterstock.com; s. 93 (gips palony) saravut vanset/iStockphoto/Getty Images, (nawożenie) fotokostic/iStockphoto/Getty Images, (czyszczenie końskiego kopyta) SimonSkafar/E+/Getty Images, (prześwietlenie) mr.suphachai praserdumrongchai/iStockphoto/Getty Images, (gips krystaliczny) Grazyna Bryk i Malgorzata Kozioł/WSiP; s. 94 (nawożenie) Dziurek/iStockphoto/Getty, (wędliny na desce) matteo fabbian/Shutterstock.com, (przyprawy) SGAPhoto/E+/Getty Images, (wybielanie zębów) Aleksandr Rybalko/iStockphoto/Getty Images, (zakwit sinic na Motławie) Abrada/iStock Editorial/Getty Images; s. 98 (szpital) upixa/iStockphoto/Getty Images, (pole kukurydzy) dszcz/E+/Getty Images, (budowa domu jednorodzinnego) filmfoto/iStockphoto/Getty Images, (wędliny) Sergey Nazarov/iStockphoto/Getty Images; s. 102 (odcisk paproci w węglu) CatbirdHill/Shutterstock.com, (diament) focal point/Shutterstock.com, (ołówek) rzstudio/Shutterstock.com, (tablet) mama_mia/Shutterstock.com, (rakietka tenisowa) Tatiana Popova/Shutterstock.com; s. 103 (wykrywanie węgla w skrobi) Robert Wolski/WSiP; s. 104 (torf) www.sandatlas.org/Shutterstock.com, (węgiel brunatny) BanksPhotos/E+/Getty Images, (węgiel kamienny) Jacek Fulawka/Shutterstock.com, (atracyt) Air Kanlaya/Shutterstock.com, (spalanie ropy naftowej) Wojciech Wójtowicz/WSiP; s. 105 (badanie wpływu wycieku ropy naftowej na środowisko) Robert Wolski/WSiP; s. 106 (rafineria ropy naftowej w Gdańsku) Voyagerix/Shutterstock.com; s. 107 (kuchenka gazowa) Luri Gagarin/iStockphoto/Getty Images, (tankowanie benzyny) Just2Shutter/Shutterstock.com, (samolot) IM_photo/Shutterstock.com, (tankowanie oleju napędowego) artas/iStockphoto/Getty Images, (parowiec) Per-Boge/Shutterstock.com, (wazelina) govindji/Shutterstock.com; s. 108 (Friedrich Wöhler) GeorgiosArt/iStockphoto/Getty Images; s. 110 (lampa górnicza) sasaperic/Shutterstock.com; s. 112 (bagna); s. 113 (spalanie gazu ziemnego) filmfoto/iStockphoto/Getty Images; s. 114 (otrzymywanie metanu, spalanie metanu) Wojciech Wójtowicz/WSiP; s. 115 (czujnik czadu) leekris/iStockphoto/Getty Images; s. 118 (stacja benzynowa) FUN FUN PHOTO/Shutterstock.com, (kuchenka gazowa) sumire8/Shutterstock.com, (dezodorant) Picsfive/Shutterstock.com, (pomadka do ust) FotoDuets/iStockphoto/Getty Images, (notatki Davy'ego) Science Photo Library/East News; s. 120 (jabłka w torebce foliowej) Ekkapon/iStockphoto/Getty Images; s. 126 (lampa karbidowa) Fer Gregory/Shutterstock.com; s. 127 (karbidówka w kopalni) SergeYatunin/iStockphoto/Getty Images; s. 130 (reklamówka) MNI/Shutterstock.com, (worek) xpixel/Shutterstock.com, (butelka) Africa Studio/Shutterstock.com, (pojemnik) HandmadePictures/Shutterstock.com, (banany) Svein Solberg/Shutterstock.com, (opony) cihatatceken/iStockphoto/Getty Images, (okna) Franck Boston/Shutterstock.com, (spawanie) N_Sakarin/Shutterstock.com, (buty sportowe) Mirage_studio/Shutterstock.com; s. 132 (acetylen) Oleksiy Mark/Shutterstock.com, (rafineria) ymgerman/Shutterstock.com; s. 133 (otrzymywanie etenu) Robert Wolski/WSiP; s. 134 (otrzymywanie etynu) Wojciech Wójtowicz/WSiP; s. 135 (zestaw do spawania) Dr. Norbert Lange/Shutterstock.com, (barwy wody bromowej w obecności węglowodorów nasyconych i nienasyconych) Wojciech Wójtowicz/WSiP; s. 135 (badanie wpływu etanu, etenu i etynu na wodę bromową) Wojciech Wójtowicz/WSiP; s. 143 (dwie próbówki) Wojciech Wójtowicz/WSiP; s. 144 (butelki) Africa Studio/Shutterstock.com; s. 146 (czyszczenie soczewek okularowych) Micolino/iStockphoto/Getty Images; s. 148 (winogrona) sssss1gmel/iStockphoto/Getty Images, (metanol) JK Sulit/Shutterstock.com; s. 149 (badanie właściwości metanolu i etanolu) Piotr Kubat/WSiP; s. 150 (spalanie etanolu) Wojciech Wójtowicz/WSiP; s. 151 (odczyn roztworu metanolu) Łukasz Opaliński/Zamkor/WSiP, (kontrakcja) Piotr Kubat/WSiP; s. 153 (motocykle żuźlowe) technotr/E+/Getty Images, (leki) apomares/E+/Getty Images, (klej) AscentXmedia/iStockphoto/Getty Images, (dezynfekcja klamki) neptunestocks/iStockphoto/Getty Images, (biokominek) Marina_Skoropadskaya/iStockphoto/Getty Images, (perfumy) White Bear Studio/iStockphoto/Getty Images; s. 155 (syrop na kaszel) Liudmila Chernetska/iStockphoto/Getty Images, (galasówka wierzbową) Tomasz Klejdysz/iStockphoto/Getty Images; s. 156 (badanie właściwości glicerolu) Wojciech Goc/WSiP; s. 157 (suszone owoce) 5PH/Shutterstock.com, (tabletki) clubfoto/iStockphoto/Getty Images, (syrop) Syda Productions/Shutterstock.com, (krem do rąk) AndreiDavid/iStockphoto/Getty Images, (nawlewanie płynu chłodniczego) APChanel/Shutterstock.com; s. 159 (jogurt) OxfordSquare/Shutterstock.com, (chleb tostowy) Timmary/Shutterstock.com, (kiszzone ogórki) Billion Photos/Shutterstock.com, (ciastka) Neirfy/Shutterstock.com; s. 160 (mrówki) Musat/iStockphoto/Getty Images, (bakterie) Kateryna Kon/Shutterstock.com, (masło) Sea Wave/Shutterstock.com; s. 161 (szczaw) Volosina/Shutterstock.com, (szpinak) Binh Thanh Bui/Shutterstock.com, (rabarbar) Diana Taliun/Shutterstock.com, (cytrusy) New Africa/Shutterstock.com; s. 162 (ule) AscentXmedia/E+/Getty Images, (wędzone ryby) Nordroden/iStockphoto/Getty Images, (skóry) Kostikova/iStockphoto/Getty Images, (usuwanie rdzy) TanyaLovus/Shutterstock.com, (czyszczenie urządzeń sanitarnych) izusek/iStockphoto/Getty Images, (czyszczenie drewnianych mebli) eyepark/iStockphoto/Getty Images, (żelki) laimdata/iStockphoto/Getty Images, (usuwanie kamienia kotłowego) FotoDuets/Shutterstock.com, (krem) zoranm/E+/Getty Images; s. 164 (ocet jabłkowy) Everyday better to do everything/iStockphoto/Getty Images, (przetwory) Artem Shadrin/Shutterstock.com; s. 165 (badanie wybranych właściwości fizycznych kwasu octowego, zestalony kwas octowy lodowaty) Wojciech Wójtowicz/WSiP; s. 167 (reakcja kwasu octowego z magnezem) Łukasz Opaliński/Zamkor/WSiP, (reakcje kwasu octowego z tlenkiem miedzi(II) i wodorotlenkiem sodu) Wojciech Wójtowicz/WSiP; s. 168 (spalanie kwasu octowego) Łukasz Opaliński/Zamkor/WSiP; s. 169 (badanie odczynu roztworu kwasu octowego) Łukasz Opaliński/Zamkor/WSiP; s. 171 (dziewczyna z kwiatami) Nestor Rizhniak/Shutterstock.com; s. 174 (otrzymywanie octanu etylu) Piotr Jagodziński, Robert Wolski/WSiP; s. 175 (rozpuszczalnik) Africa Studio/Shutterstock.com, (tabletki) Slav Bukhal/Shutterstock.com, (perfumy) FabrikaSimf/Shutterstock.com, (odmrażanie szyb) Daniel Krason/Shutterstock.com; s. 180 (dwie próbówki) Wojciech Wójtowicz/WSiP; s. 182 (kredki świecowe) empire331/iStockphoto/Getty Images; s. 183 (kwas palmitynowy) Wojciech Wójtowicz/WSiP; s. 184 (kwas stearynowy, kwas oleinowy) Wojciech Wójtowicz/WSiP; s. 198 (badanie właściwości kwasu stearynowego) Piotr Kubat/WSiP, (badanie właściwości kwasu oleinowego) Wojciech Wójtowicz/WSiP; s. 186 (spalanie kwasu stearynowego, barwa wody bromowej w obecności tłuszczów nasyconych i nienasyconych) Wojciech Wójtowicz/WSiP; s. 187 (wpływ kwasów stearynowego i oleinowego na wodę bromową) Robert Wolski/WSiP; s. 188 (otrzymywanie mydła) Piotr Kubat/WSiP; s. 190 (krowa) 123ducu/iStockphoto/Getty Images, (awokado) Floortje/iStockphoto/Getty Images; (słonecznik) Sergei Dolgov/iStockphoto/Getty Images; s. 191 (olej słonecznikowy) Oksana Shufrych/Shutterstock.com, (oliwa) Volosina/Shutterstock.com, (olej kokosowy) MaraZe/Shutterstock.com, (olej rycynowy) JuanamariGonzalez/iStockphoto/Getty Images, (masło) orinocoArt/Shutterstock.com, (słonina) Martina_L/Shutterstock.com, (smałek) Pixel-Shot/Shutterstock.com, (tran) Brian A Jackson/Shutterstock.com; s. 193 (dwie próbówki) Piotr Kubat/WSiP; s. 193 (tłuszcz kakaowy) Geshas/iStockphoto/Getty Images; s. 194 (wpływ tłuszczów nienasyconych na wodę bromową) Robert Wolski/WSiP; s. 196 (hemoglobina) Raimundo79/Shutterstock.com; s. 197 (glicyna) Łukasz Opaliński/Zamkor/WSiP, (rybosom) Science Photo Library; s. 198 (erytrocyt) Rujirat

Boonyong/iStock/Getty Images Plus; s. 200 (ugotowane jajko) urfinguss/iStockphoto/Getty Images, (efekt laserowego zamykania popękanych naczyń krwionośnych) sruilk/Shutterstock.com; s. 201 (trzy probówki) Robert Wolski/WSiP; s. 203 (sześć probówek) Robert Wolski/WSiP; s. 204 (wykrywanie białka) Wojciech Wójtowicz/WSiP; s. 205 (jajko w koszulce) Tatiana_Didenko/iStockphoto/Getty Images; s. 207 (kostki cukru) lucentius/iStockphoto/Getty Images, (ogrzewanie sacharozy) Turtle Rock Scientific/Science Source/BE&W; s. 208 (burak cukrowy) Matauw/Shutterstock.com, (karmienie niemowlęcia) LightFieldStudios/iStockphoto/Getty Images, (ziemniaki) nednapa/Shutterstock.com, (bawełna) mgstudyo/iStockphoto/Getty Images; s. 210 (liść) Antonel/iStockphoto/Getty Images, (winogrona) Evgeny Karandaev/Shutterstock.com, (miód) chictype/Getty Images; s. 212 (glukoza, fruktoza, rozpuszczalność glukozy i fruktozy w wodzie, badanie przewodnictwa elektrycznego) Łukasz Opaliński/Zamkor/WSiP, (odczyn roztworu glukozy) R3M/Science Photo Library/East News; s. 213 (słodcyce) stockcreations/Shutterstock.com, (srebrne bombki) digieye/Shutterstock.com, (kroplówka) SDI Productions/E+/Getty Images, (napoje gazowane) monticello/iStockphoto/Getty Images, (pieczywo) margouillatphotos/iStockphoto/Getty Images, (niebieska włóczka) c11yg/iStockphoto/Getty Images; s. 215 (burak cukrowy) luisarlosjimenez/iStockphoto/Getty Images, (trzcina cukrowa) Photographer/iStockphoto/Getty Images; s. 217 (sacharoza, rozpuszczalność sacharozy w wodzie, badanie przewodnictwa elektrycznego) Łukasz Opaliński/Zamkor/WSiP, (odczyn roztworu sacharozy) R3M/Science Photo Library/East News, (cukierki) xpixel/Shutterstock.com, (lizak) tartanparty/Shutterstock.com, (ciastka) Alexander Rath/Shutterstock.com, (jogurty) fotofermer/iStockphoto/Getty Images, (napoje) Nitr/Shutterstock.com, (sos) DenisMART/iStockphoto/Getty Images, (dżemy) monticello/Shutterstock.com, (leki) New Africa/Shutterstock.com, (peeling) Komarova Julia/Shutterstock.com; s. 219 (ziemniak) MRAORAOR/Shutterstock.com, (jabłko) Dionisvera/Shutterstock.com, (kolba kukurydzy) Danny Smythe/Shutterstock.com, (soczewica czerwona) dianazh/iStockphoto/Getty Images; s. 221 (dwie zlewki) Łukasz Opaliński/Zamkor/WSiP, (wykrywanie skrobi) Turtle Rock Scientific/Science Source/BE&W; s. 222 (trzy szkiełka zegarkowe) Robert Wolski/WSiP, (opatrunek z celulozy bakteryjnej) Kallayane Naloka/Shutterstock.com; s. 223 (tabletki) VonaUA/Shutterstock.com, (kisiel) larik_malasha/Shutterstock.com, (suchy szampon) Liudmila Chernetska/iStockphoto/Getty Images, (pudełko tekturowe) malerapaso/E+/Getty Images, (wełna mineralna) Patryk_Kosmider/iStockphoto/Getty Images, (tkaniny) LisaValder/E+/Getty Images; s. 225 (barwa wody bromowej w obecności tłuszczów nasyconych i nienasyconych) Wojciech Wójtowicz/WSiP; s. 226 (mieszaniny oleju i wody oraz oleju i benzyny) Wojciech Wójtowicz/WSiP; s. 227 (wykrywanie białka) Wojciech Wójtowicz/WSiP; s. 228 (wykrywanie skrobi w bananie) MCH/Science Photo Library/East News; s. 230 (kwas oleinowy i woda bromowa) Wojciech Wójtowicz/WSiP, (wykrywanie skrobi w herbatnikach) Turtle Rock Scientific/Science Source/BE&W

Ilustracje wykonane przez: Verde, Kraków

Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne oświadczają, że podjęły starania, mające na celu dotarcie do właścicieli i dysponentów praw autorskich wszystkich zamieszczonych utworów. Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, przytaczając w celach dydaktycznych utwory lub fragmenty, postępują zgodnie z art. 27¹ ustawy o prawie autorskim. Jednocześnie Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne oświadczają, że są jedynym podmiotem właściwym do kontaktu autorów tych utworów lub innych podmiotów uprawnionych w wypadkach, w których twórcy przysługuje prawo do wynagrodzenia.

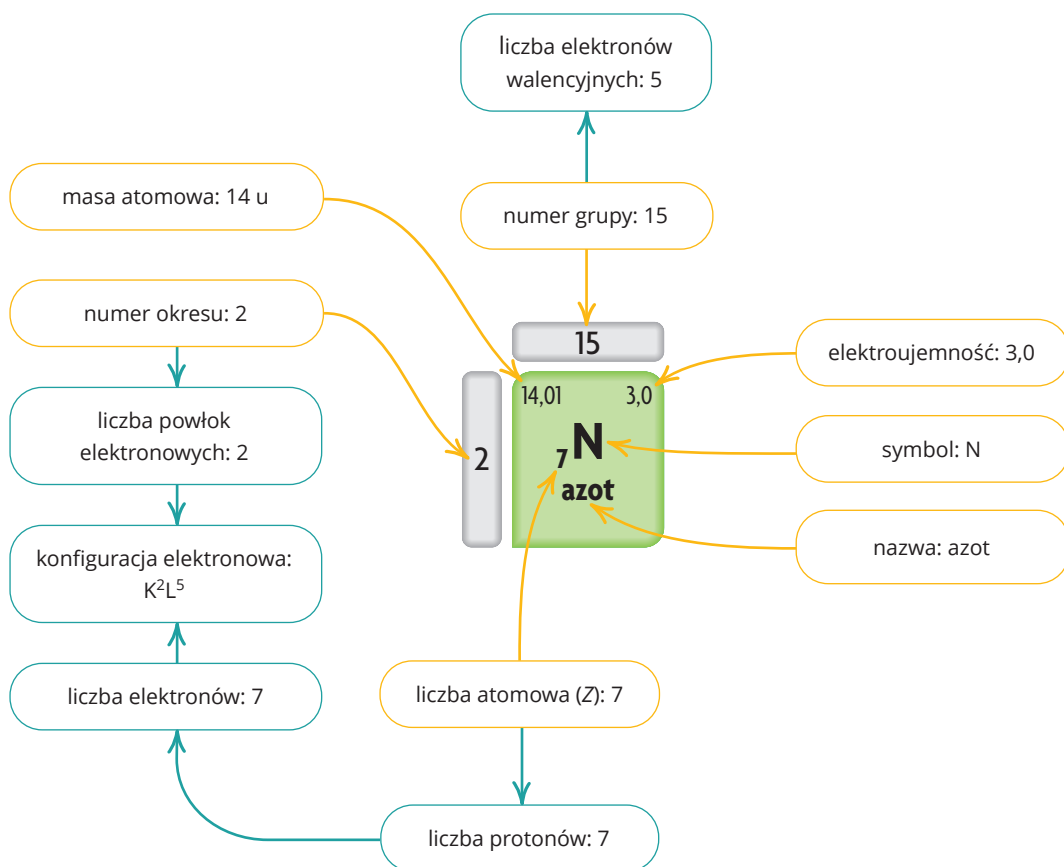
Odczytywanie informacji z układu okresowego

Informacje, które można odczytać bezpośrednio z układu okresowego

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

Informacje o budowie atomu, które można określić na podstawie położenia pierwiastka w układzie okresowym

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



UKŁAD OKRESOWY PIERWIASTKÓW CHEMICZNYCH

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
1.008 1H wodor I	6.94 3Li lit II	23.00 11Na sód I	39.10 19K potas I	85.47 37Rb rubid I	132.91 55Cs cez I	223.02 87Fr frans I	101.07 47Lu lutet III	174.97 71Lu lutet III	175.04 72Hf hafn IV	178.49 73Ta tantal IV, V	180.95 74W wolfram IV, V, VI	183.84 75Re ren III, IV, V, VI, VII	186.21 76Os osm III, IV, V, VI, VII, VIII	190.23 77Ir iryd III, IV, V, VI	192.22 78Pt platyna II, IV, V, VI	195.08 79Au złoto I, III	196.97 80Hg rtęć I, II	200.59 81Tl tal I, III	204.38 82Pb ołów II, IV	207.20 83Bi bismut III, V	208.98 84Po polon II, IV, VI	209.99 85At astat I, III, V, VII	210.99 86Rn radon 0	212.02 87Fr frans I	212.02 88Ra rad II	212.02 89Ac akty III	212.02 90Th tor IV	212.02 91Pa protaktyn IV, V	212.02 92U uran III, IV, V, VI	212.02 93Np neptun III, IV, V, VI	212.02 94Pu pluton III, IV, V, VI	212.02 95Am ameryk III, IV, V, VI	212.02 96Cm kiur III, IV	212.02 97Bk berkel III, IV	212.02 98Cf kaliforn II, III, IV	212.02 99Es einstein II, III	212.02 100Fm ferm II, III	212.02 101Md mendelew II, III	212.02 102No nobel II, III	212.02 103Lr lorens III	212.02 104Rf rutherford IV	212.02 105Db dubn V	212.02 106Sg seaborg VI	212.02 107Bh bohr VII	212.02 108Hs has VIII	212.02 109Mt meitner IX	212.02 110Ds darmstadt X	212.02 111Rg roentgen X	212.02 112Cn kopernik X	212.02 113Nh nihon X	212.02 114Fl flerow X	212.02 115Mc moskow X	212.02 116Lv liwermor X	212.02 117Ts tenes X	212.02 118Og oganeson X	212.02 119Uu unbinid X	212.02 120Uub ubierki X	212.02 121Uut tantal X	212.02 122Uuq quintessencja X	212.02 123Uubk kubierow X	212.02 124Uubh hassium X	212.02 125Uubg gheishia X	212.02 126Uubv venetia X	212.02 127Uubw wigner X	212.02 128Uubx xbow X	212.02 129Uubz zbow X	212.02 130Uubz zbow X	212.02 131Uubz zbow X	212.02 132Uubz zbow X	212.02 133Uubz zbow X	212.02 134Uubz zbow X	212.02 135Uubz zbow X	212.02 136Uubz zbow X	212.02 137Uubz zbow X	212.02 138Uubz zbow X	212.02 139Uubz zbow X	212.02 140Uubz zbow X	212.02 141Uubz zbow X	212.02 142Uubz zbow X	212.02 143Uubz zbow X	212.02 144Uubz zbow X	212.02 145Uubz zbow X	212.02 146Uubz zbow X	212.02 147Uubz zbow X	212.02 148Uubz zbow X	212.02 149Uubz zbow X	212.02 150Uubz zbow X	212.02 151Uubz zbow X	212.02 152Uubz zbow X	212.02 153Uubz zbow X	212.02 154Uubz zbow X	212.02 155Uubz zbow X	212.02 156Uubz zbow X	212.02 157Uubz zbow X	212.02 158Uubz zbow X	212.02 159Uubz zbow X	212.02 160Uubz zbow X	212.02 161Uubz zbow X	212.02 162Uubz zbow X	212.02 163Uubz zbow X	212.02 164Uubz zbow X	212.02 165Uubz zbow X	212.02 166Uubz zbow X	212.02 167Uubz zbow X	212.02 168Uubz zbow X	212.02 169Uubz zbow X	212.02 170Uubz zbow X	212.02 171Uubz zbow X	212.02 172Uubz zbow X	212.02 173Uubz zbow X	212.02 174Uubz zbow X	212.02 175Uubz zbow X	212.02 176Uubz zbow X	212.02 177Uubz zbow X	212.02 178Uubz zbow X	212.02 179Uubz zbow X	212.02 180Uubz zbow X	212.02 181Uubz zbow X	212.02 182Uubz zbow X	212.02 183Uubz zbow X	212.02 184Uubz zbow X	212.02 185Uubz zbow X	212.02 186Uubz zbow X	212.02 187Uubz zbow X	212.02 188Uubz zbow X	212.02 189Uubz zbow X	212.02 190Uubz zbow X	212.02 191Uubz zbow X	212.02 192Uubz zbow X	212.02 193Uubz zbow X	212.02 194Uubz zbow X	212.02 195Uubz zbow X	212.02 196Uubz zbow X	212.02 197Uubz zbow X	212.02 198Uubz zbow X	212.02 199Uubz zbow X	212.02 200Uubz zbow X	212.02 201Uubz zbow X	212.02 202Uubz zbow X	212.02 203Uubz zbow X	212.02 204Uubz zbow X	212.02 205Uubz zbow X	212.02 206Uubz zbow X	212.02 207Uubz zbow X	212.02 208Uubz zbow X	212.02 209Uubz zbow X	212.02 210Uubz zbow X	212.02 211Uubz zbow X	212.02 212Uubz zbow X	212.02 213Uubz zbow X	212.02 214Uubz zbow X	212.02 215Uubz zbow X	212.02 216Uubz zbow X	212.02 217Uubz zbow X	212.02 218Uubz zbow X	212.02 219Uubz zbow X	212.02 220Uubz zbow X	212.02 221Uubz zbow X	212.02 222Uubz zbow X	212.02 223Uubz zbow X	212.02 224Uubz zbow X	212.02 225Uubz zbow X	212.02 226Uubz zbow X	212.02 227Uubz zbow X	212.02 228Uubz zbow X	212.02 229Uubz zbow X	212.02 230Uubz zbow X	212.02 231Uubz zbow X	212.02 232Uubz zbow X	212.02 233Uubz zbow X	212.02 234Uubz zbow X	212.02 235Uubz zbow X	212.02 236Uubz zbow X	212.02 237Uubz zbow X	212.02 238Uubz zbow X	212.02 239Uubz zbow X	212.02 240Uubz zbow X	212.02 241Uubz zbow X	212.02 242Uubz zbow X	212.02 243Uubz zbow X	212.02 244Uubz zbow X	212.02 245Uubz zbow X	212.02 246Uubz zbow X	212.02 247Uubz zbow X	212.02 248Uubz zbow X	212.02 249Uubz zbow X	212.02 250Uubz zbow X	212.02 251Uubz zbow X	212.02 252Uubz zbow X	212.02 253Uubz zbow X	212.02 254Uubz zbow X	212.02 255Uubz zbow X	212.02 256Uubz zbow X	212.02 257Uubz zbow X	212.02 258Uubz zbow X	212.02 259Uubz zbow X	212.02 260Uubz zbow X	212.02 261Uubz zbow X	212.02 262Uubz zbow X	212.02 263Uubz zbow X	212.02 264Uubz zbow X	212.02 265Uubz zbow X	212.02 266Uubz zbow X	212.02 267Uubz zbow X	212.02 268Uubz zbow X	212.02 269Uubz zbow X	212.02 270Uubz zbow X	212.02 271Uubz zbow X	212.02 272Uubz zbow X	212.02 273Uubz zbow X	212.02 274Uubz zbow X	212.02 275Uubz zbow X	212.02 276Uubz zbow X	212.02 277Uubz zbow X	212.02 278Uubz zbow X	212.02 279Uubz zbow X	212.02 280Uubz zbow X	212.02 281Uubz zbow X	212.02 282Uubz zbow X	212.02 283Uubz zbow X	212.02 284Uubz zbow X	212.02 285Uubz zbow X	212.02 286Uubz zbow X	212.02 287Uubz zbow X	212.02 288Uubz zbow X	212.02 289Uubz zbow X	212.02 290Uubz zbow X	212.02 291Uubz zbow X	212.02 292Uubz zbow X	212.02 293Uubz zbow X	212.02 294Uubz zbow X	212.02 295Uubz zbow X	212.02 296Uubz zbow X	212.02 297Uubz zbow X	212.02 298Uubz zbow X	212.02 299Uubz zbow X	212.02 300Uubz zbow X	212.02 301Uubz zbow X	212.02 302Uubz zbow X	212.02 303Uubz zbow X	212.02 304Uubz zbow X	212.02 305Uubz zbow X	212.02 306Uubz zbow X	212.02 307Uubz zbow X	212.02 308Uubz zbow X	212.02 309Uubz zbow X	212.02 310Uubz zbow X	212.02 311Uubz zbow X	212.02 312Uubz zbow X	212.02 313Uubz zbow X	212.02 314Uubz zbow X	212.02 315Uubz zbow X	212.02 316Uubz zbow X	212.02 317Uubz zbow X	212.02 318Uubz zbow X	212.02 319Uubz zbow X	212.02 320Uubz zbow X	212.02 321Uubz zbow X	212.02 322Uubz zbow X	212.02 323Uubz zbow X	212.02 324Uubz zbow X	212.02 325Uubz zbow X	212.02 326Uubz zbow X	212.02 327Uubz zbow X	212.02 328Uubz zbow X	212.02 329Uubz zbow X	212.02 330Uubz zbow X	212.02 331Uubz zbow X	212.02 332Uubz zbow X	212.02 333Uubz zbow X	212.02 334Uubz zbow X	212.02 335Uubz zbow X	212.02 336Uubz zbow X	212.02 337Uubz zbow X	212.02 338Uubz zbow X	212.02 339Uubz zbow X	212.02 340Uubz zbow X	212.02 341Uubz zbow X	212.02 342Uubz zbow X	212.02 343Uubz zbow X	212.02 344Uubz zbow X	212.02 345Uubz zbow X	212.02 346Uubz zbow X	212.02 347Uubz zbow X	212.02 348Uubz zbow X	212.02 349Uubz zbow X	212.02 350Uubz zbow X	212.02 351Uubz zbow X	212.02 352Uubz zbow X	212.02 353Uubz zbow X	212.02 354Uubz zbow X	212.02 355Uubz zbow X	212.02 356Uubz zbow X	212.02 357Uubz zbow X	212.02 358Uubz zbow X	212.02 359Uubz zbow X	212.02 360Uubz zbow X	212.02 361Uubz zbow X	212.02 362Uubz zbow X	212.02 363Uubz zbow X	212.02 364Uubz zbow X	212.02 365Uubz zbow X	212.02 366Uubz zbow X	212.02 367Uubz zbow X	212.02 368Uubz zbow X	212.02 369Uubz zbow X	212.02 370Uubz zbow X	212.02 371Uubz zbow X	212.02 372Uubz zbow X	212.02 373Uubz zbow X	212.02 374Uubz zbow X	212.02 375Uubz zbow X	212.02 376Uubz zbow X	212.02 377Uubz zbow X	212.02 378Uubz zbow X	212.02 379Uubz zbow X	212.02 380Uubz zbow X	212.02 381Uubz zbow X	212.02 382Uubz zbow X	212.02 383Uubz zbow X	212.02 384Uubz zbow X	212.02 385Uubz zbow X	212.02 386Uubz zbow X	212.02 387Uubz zbow X	212.02 388Uubz zbow X	212.02 389Uubz zbow X	212.02 390Uubz zbow X	212.02 391Uubz zbow X	212.02 392Uubz zbow X	212.02 393Uubz zbow X	212.02 394Uubz zbow X	212.02 395Uubz zbow X	212.02 396Uubz zbow X	212.02 397Uubz zbow X	212.02 398Uubz zbow X	212.02 399Uubz zbow X	212.02 400Uubz zbow X	212.02 401Uubz zbow X	212.02 402Uubz zbow X	212.02 403Uubz zbow X	212.02 404Uubz zbow X	212.02 405Uubz zbow X	212.02 406Uubz zbow X	212.02 407Uubz zbow X	212.02 408Uubz zbow X	212.02 409Uubz zbow X	212.02 410Uubz zbow X	212.02 411Uubz zbow X	212.02 412Uubz zbow X	212.02 413Uubz zbow X	212.02 414Uubz zbow X	212.02 415Uubz zbow X	212.02 416Uubz zbow X	212.02 417Uubz zbow X	212.02 418Uubz zbow X	212.02 419Uubz zbow X	212.02 420Uubz zbow X	212.02 421Uubz zbow X	212.02 422Uubz zbow X	212.02 423Uubz zbow X	212.02 424Uubz zbow X	212.02 425Uubz zbow X	212.02 426Uubz zbow X	212.02 427Uubz zbow X	212.02 428Uubz zbow X	212.02 429Uubz zbow X	212.02 430Uubz zbow X	212.02 431Uubz zbow X	212.02 432Uubz zbow X	212.02 433Uubz zbow X	212.02 434Uubz zbow X	212.02 435Uubz zbow X	212.02 436Uubz zbow X	212.02 437Uubz zbow X	212.02 438Uubz zbow X	212.02 439Uubz zbow X	212.02 440Uubz zbow X	212.02 441Uubz zbow X	212.02 442Uubz zbow X	212.02 443Uubz zbow X	212.02 444Uubz zbow X	212.02 445Uubz zbow X	212.02 446Uubz zbow X	212.02 447Uubz zbow X	212.02 448Uubz zbow X	212.02 449Uubz zbow X	212.02 450Uubz zbow X	212.02 451Uubz zbow X	212.02 452Uubz zbow X	212.02 453Uubz zbow X	212.02 454Uubz zbow X	212.02 455Uubz zbow X	212.02 456Uubz <

UKŁAD OKRESOWY PIERWIASTKÓW CHEMICZNYCH

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1 1,008 H wodor	2 6,94 Li lit	3 23,00 Na sód	4 39,10 K potas	5 85,47 Rb rubid	6 132,91 Cs cez	7 [223,02] Fr frans	8 [223,02] Ac akty	9 [227,03] Th tor	10 [232,04] Pa protaktyn	11 [238,03] U uran	12 [238,03] Np neptun	13 [238,03] Pu pluton	14 [238,03] Am ameryk	15 [238,03] Cm kiur	16 [238,03] Bk berkel	17 [238,03] Cf kaliforn	18 [238,03] Es einstein
19 4,00 He hel	20 20,18 Ne neon	21 39,95 Ar argon	22 39,95 Kr krypton	23 131,29 Xe ksenon	24 [222,02] Rn radon	25 [294,21] Og oganeson	26 [294,21] Ts tenes	27 [294,21] Lv liwermor	28 [294,21] Po polon	29 [294,21] At astat	30 [294,21] Ra radon	31 [294,21] Fr frans	32 [294,21] Ac akty	33 [294,21] Th tor	34 [294,21] Pa protaktyn	35 [294,21] U uran	36 [294,21] Np neptun
37 1,008 H wodor	38 6,94 Li lit	39 23,00 Na sód	40 39,10 K potas	41 85,47 Rb rubid	42 132,91 Cs cez	43 [223,02] Fr frans	44 [223,02] Ac akty	45 [227,03] Th tor	46 [232,04] Pa protaktyn	47 [238,03] U uran	48 [238,03] Np neptun	49 [238,03] Pu pluton	50 [238,03] Am ameryk	51 [238,03] Cm kiur	52 [238,03] Bk berkel	53 [238,03] Cf kaliforn	54 [238,03] Es einstein
55 4,00 He hel	56 20,18 Ne neon	57 39,95 Ar argon	58 39,95 Kr krypton	59 131,29 Xe ksenon	60 [222,02] Rn radon	61 [294,21] Og oganeson	62 [294,21] Ts tenes	63 [294,21] Lv liwermor	64 [294,21] Po polon	65 [294,21] At astat	66 [294,21] Ra radon	67 [294,21] Fr frans	68 [294,21] Ac akty	69 [294,21] Th tor	70 [294,21] Pa protaktyn	71 [294,21] U uran	72 [294,21] Np neptun
73 1,008 H wodor	74 6,94 Li lit	75 23,00 Na sód	76 39,10 K potas	77 85,47 Rb rubid	78 132,91 Cs cez	79 [223,02] Fr frans	80 [223,02] Ac akty	81 [227,03] Th tor	82 [232,04] Pa protaktyn	83 [238,03] U uran	84 [238,03] Np neptun	85 [238,03] Pu pluton	86 [238,03] Am ameryk	87 [238,03] Cm kiur	88 [238,03] Bk berkel	89 [238,03] Cf kaliforn	90 [238,03] Es einstein
91 4,00 He hel	92 20,18 Ne neon	93 39,95 Ar argon	94 39,95 Kr krypton	95 131,29 Xe ksenon	96 [222,02] Rn radon	97 [294,21] Og oganeson	98 [294,21] Ts tenes	99 [294,21] Lv liwermor	100 [294,21] Po polon	101 [294,21] At astat	102 [294,21] Ra radon	103 [294,21] Fr frans	104 [294,21] Ac akty	105 [294,21] Th tor	106 [294,21] Pa protaktyn	107 [294,21] U uran	108 [294,21] Np neptun
109 1,008 H wodor	110 6,94 Li lit	111 23,00 Na sód	112 39,10 K potas	113 85,47 Rb rubid	114 132,91 Cs cez	115 [223,02] Fr frans	116 [223,02] Ac akty	117 [227,03] Th tor	118 [232,04] Pa protaktyn	119 [238,03] U uran	120 [238,03] Np neptun	121 [238,03] Pu pluton	122 [238,03] Am ameryk	123 [238,03] Cm kiur	124 [238,03] Bk berkel	125 [238,03] Cf kaliforn	126 [238,03] Es einstein
127 4,00 He hel	128 20,18 Ne neon	129 39,95 Ar argon	130 39,95 Kr krypton	131 131,29 Xe ksenon	132 [222,02] Rn radon	133 [294,21] Og oganeson	134 [294,21] Ts tenes	135 [294,21] Lv liwermor	136 [294,21] Po polon	137 [294,21] At astat	138 [294,21] Ra radon	139 [294,21] Fr frans	140 [294,21] Ac akty	141 [294,21] Th tor	142 [294,21] Pa protaktyn	143 [294,21] U uran	144 [294,21] Np neptun
145 1,008 H wodor	146 6,94 Li lit	147 23,00 Na sód	148 39,10 K potas	149 85,47 Rb rubid	150 132,91 Cs cez	151 [223,02] Fr frans	152 [223,02] Ac akty	153 [227,03] Th tor	154 [232,04] Pa protaktyn	155 [238,03] U uran	156 [238,03] Np neptun	157 [238,03] Pu pluton	158 [238,03] Am ameryk	159 [238,03] Cm kiur	160 [238,03] Bk berkel	161 [238,03] Cf kaliforn	162 [238,03] Es einstein
167 4,00 He hel	168 20,18 Ne neon	169 39,95 Ar argon	170 39,95 Kr krypton	171 131,29 Xe ksenon	172 [222,02] Rn radon	173 [294,21] Og oganeson	174 [294,21] Ts tenes	175 [294,21] Lv liwermor	176 [294,21] Po polon	177 [294,21] At astat	178 [294,21] Ra radon	179 [294,21] Fr frans	180 [294,21] Ac akty	181 [294,21] Th tor	182 [294,21] Pa protaktyn	183 [294,21] U uran	184 [294,21] Np neptun
189 1,008 H wodor	190 6,94 Li lit	191 23,00 Na sód	192 39,10 K potas	193 85,47 Rb rubid	194 132,91 Cs cez	195 [223,02] Fr frans	196 [223,02] Ac akty	197 [227,03] Th tor	198 [232,04] Pa protaktyn	199 [238,03] U uran	200 [238,03] Np neptun	201 [238,03] Pu pluton	202 [238,03] Am ameryk	203 [238,03] Cm kiur	204 [238,03] Bk berkel	205 [238,03] Cf kaliforn	206 [238,03] Es einstein
207 4,00 He hel	208 20,18 Ne neon	209 39,95 Ar argon	210 39,95 Kr krypton	211 131,29 Xe ksenon	212 [222,02] Rn radon	213 [294,21] Og oganeson	214 [294,21] Ts tenes	215 [294,21] Lv liwermor	216 [294,21] Po polon	217 [294,21] At astat	218 [294,21] Ra radon	219 [294,21] Fr frans	220 [294,21] Ac akty	221 [294,21] Th tor	222 [294,21] Pa protaktyn	223 [294,21] U uran	224 [294,21] Np neptun
225 1,008 H wodor	226 6,94 Li lit	227 23,00 Na sód	228 39,10 K potas	229 85,47 Rb rubid	230 132,91 Cs cez	231 [223,02] Fr frans	232 [223,02] Ac akty	233 [227,03] Th tor	234 [232,04] Pa protaktyn	235 [238,03] U uran	236 [238,03] Np neptun	237 [238,03] Pu pluton	238 [238,03] Am ameryk	239 [238,03] Cm kiur	240 [238,03] Bk berkel	241 [238,03] Cf kaliforn	242 [238,03] Es einstein
247 4,00 He hel	248 20,18 Ne neon	249 39,95 Ar argon	250 39,95 Kr krypton	251 131,29 Xe ksenon	252 [222,02] Rn radon	253 [294,21] Og oganeson	254 [294,21] Ts tenes	255 [294,21] Lv liwermor	256 [294,21] Po polon	257 [294,21] At astat	258 [294,21] Ra radon	259 [294,21] Fr frans	260 [294,21] Ac akty	261 [294,21] Th tor	262 [294,21] Pa protaktyn	263 [294,21] U uran	264 [294,21] Np neptun
269 1,008 H wodor	270 6,94 Li lit	271 23,00 Na sód	272 39,10 K potas	273 85,47 Rb rubid	274 132,91 Cs cez	275 [223,02] Fr frans	276 [223,02] Ac akty	277 [227,03] Th tor	278 [232,04] Pa protaktyn	279 [238,03] U uran	280 [238,03] Np neptun	281 [238,03] Pu pluton	282 [238,03] Am ameryk	283 [238,03] Cm kiur	284 [238,03] Bk berkel	285 [238,03] Cf kaliforn	286 [238,03] Es einstein
287 4,00 He hel	288 20,18 Ne neon	289 39,95 Ar argon	290 39,95 Kr krypton	291 131,29 Xe ksenon	292 [222,02] Rn radon	293 [294,21] Og oganeson	294 [294,21] Ts tenes	295 [294,21] Lv liwermor	296 [294,21] Po polon	297 [294,21] At astat	298 [294,21] Ra radon	299 [294,21] Fr frans	300 [294,21] Ac akty	301 [294,21] Th tor	302 [294,21] Pa protaktyn	303 [294,21] U uran	304 [294,21] Np neptun
305 1,008 H wodor	306 6,94 Li lit	307 23,00 Na sód	308 39,10 K potas	309 85,47 Rb rubid	310 132,91 Cs cez	311 [223,02] Fr frans	312 [223,02] Ac akty	313 [227,03] Th tor	314 [232,04] Pa protaktyn	315 [238,03] U uran	316 [238,03] Np neptun	317 [238,03] Pu pluton	318 [238,03] Am ameryk	319 [238,03] Cm kiur	320 [238,03] Bk berkel	321 [238,03] Cf kaliforn	322 [238,03] Es einstein
329 4,00 He hel	330 20,18 Ne neon	331 39,95 Ar argon	332 39,95 Kr krypton	333 131,29 Xe ksenon	334 [222,02] Rn radon	335 [294,21] Og oganeson	336 [294,21] Ts tenes	337 [294,21] Lv liwermor	338 [294,21] Po polon	339 [294,21] At astat	340 [294,21] Ra radon	341 [294,21] Fr frans	342 [294,21] Ac akty	343 [294,21] Th tor	344 [294,21] Pa protaktyn	345 [294,21] U uran	346 [294,21] Np neptun
357 1,008 H wodor	358 6,94 Li lit	359 23,00 Na sód	360 39,10 K potas	361 85,47 Rb rubid	362 132,91 Cs cez	363 [223,02] Fr frans	364 [223,02] Ac akty	365 [227,03] Th tor	366 [232,04] Pa protaktyn	367 [238,03] U uran	368 [238,03] Np neptun	369 [238,03] Pu pluton	370 [238,03] Am ameryk	371 [238,03] Cm kiur	372 [238,03] Bk berkel	373 [238,03] Cf kaliforn	374 [238,03] Es einstein
379 4,00 He hel	380 20,18 Ne neon	381 39,95 Ar argon	382 39,95 Kr krypton	383 131,29 Xe ksenon	384 [222,02] Rn radon	385 [294,21] Og oganeson	386 [294,21] Ts tenes	387 [294,21] Lv liwermor	388 [294,21] Po polon	389 [294,21] At astat	390 [294,21] Ra radon	391 [294,21] Fr frans	392 [294,21] Ac akty	393 [294,21] Th tor	394 [294,21] Pa protaktyn	395 [294,21] U uran	396 [294,21] Np neptun
397 1,008 H wodor	398 6,94 Li lit	399 23,00 Na sód	400 39,10 K potas	401 85,47 Rb rubid	402 132,91 Cs cez	403 [223,02] Fr frans	404 [223,02] Ac akty	405 [227,03] Th tor	406 [232,04] Pa protaktyn	407 [238,03] U uran	408 [238,03] Np neptun	409 [238,03] Pu pluton	410 [238,03] Am ameryk	411 [238,03] Cm kiur	412 [238,03] Bk berkel	413 [238,03] Cf kaliforn	414 [238,03] Es einstein
419 4,00 He hel	420 20,18 Ne neon	421 39,95 Ar argon	422 39,95 Kr krypton	423 131,29 Xe ksenon	424 [222,02] Rn radon	425 [294,21] Og oganeson	426 [294,21] Ts tenes	427 [294,21] Lv liwermor	428 [294,21] Po polon	429 [294,21] At astat	430 [294,21] Ra radon	431 [294,21] Fr frans	432 [294,21] Ac akty	433 [294,21] Th tor	434 [294,21] Pa protaktyn	435 [294,21] U uran	436 [294,21] Np neptun
439 1,008 H wodor	440 6,94 Li lit	441 23,00 Na sód	442 39,10 K potas	443 85,47 Rb rubid	444 132,91 Cs cez	445 [223,02] Fr frans	446 [223,02] Ac akty	447 [227,03] Th tor	448 [232,04] Pa protaktyn	449 [238,03] U uran	450 [238,03] Np neptun	451 [238,03] Pu pluton	452 [238,03] Am ameryk	453 [238,03] Cm kiur	454 [238,03] Bk berkel	455 [238,03] Cf kaliforn	456 [238,03] Es einstein
457 4,00 He hel	458 20,18 Ne neon	459 39,95 Ar argon	460 39,95 Kr krypton	461 131,29 Xe <													