
Oznaczono zmiany i wykreślenia
E-book na eduranga.pl
PODSTAWA 2024
REFORMA 2017
CHEMIA
Świat chemii
Podręcznik
8
WSiP
szkoła podstawowa

Drogi WSiP,

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

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

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

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

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

Dbajmy o środowisko, zróbmy to dla młodych pokoleń.

Spis treści

O podręczniku 4
To warto powtórzyć 5

6. Wodorotlenki i kwasy

6.1. Woda jako substrat reakcji chemicznych 12
6.2. Otrzymywanie kwasów, ich budowa i podział 17
6.3. Właściwości kwasów 21
6.4. Kwasy wokół nas 28
6.5. Zasady – wodne roztwory wodorotlenków 36
6.6. Właściwości wodorotlenków i ich zastosowanie 40
6.7. Dysocjacja elektrolityczna kwasów i wodorotlenków 44
Domowe laboratorium 51
Czy wiesz, że... 53
Podsumowanie działu 54
Test do działu 56
Sprawdź się 58

7. Sole

7.1. Wzory i nazwy soli 62
7.2. Dysocjacja elektrolityczna soli 66
7.3. Reakcja zobojętniania 70
7.4. Sole – produkty różnych reakcji metali 75
7.5. Sole – produkty reakcji tlenków z kwasami i zasadami 80
7.6. Reakcje chemiczne z udziałem soli 83
7.7. Sole wokół nas 90
Domowe laboratorium 95
Czy wiesz, że... 96
Podsumowanie działu 98
Test do działu 101
Sprawdź się 103

8. Węglowodory

8.1. Węgiel i jego związki 106
8.2. Metan – najprostszy węglowodór 111
8.3. Alkany – homologi metanu 115
8.4. Etylen – najprostszy alken 120
8.5. Acetylen – najprostszy alkin 127
Domowe laboratorium 133
Czy wiesz, że... 135
Podsumowanie działu 137
Test do działu 141
Sprawdź się 143

9. Pochodne węglowodorów

9.1. Alkohole – pochodne węglowodorów ... 146
9.2. Szereg homologiczny alkanoli 151
9.3. Glicerol – alkohol polihydroksylowy 155
9.4. Metyloamina – związek pochodzący od amoniaku i metanu 159
9.5. Kwasy karboksylowe 163
9.6. Wyższe kwasy karboksylowe 169
9.7. Estry – produkty reakcji kwasów z alkoholami 176
Domowe laboratorium 182
Czy wiesz, że... 184
Podsumowanie działu 187
Test do działu 191
Sprawdź się 193

10. Między chemią a biologią

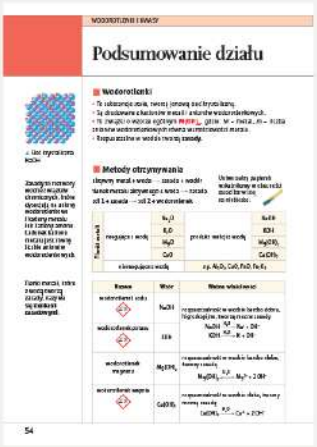
10.1. Substancje chemiczne o znaczeniu biologicznym 196
10.2. Glukoza – produkt procesu fotosyntezy 200
10.3. Cukry złożone 206
10.4. Tłuszcze 212
10.5. Budowa i występowanie białek 218
10.6. Właściwości białek 223
Domowe laboratorium 227
Czy wiesz, że... 229
Podsumowanie działu 232
Test do działu 236
Sprawdź się 238

Test końcowy 241
Odpowiedzi 246
Doświadczenia, o których warto pamiętać 247
Szeregi homologiczne 262
Tabela rozpuszczalności 265
Indeks 266
Układ okresowy pierwiastków chemicznych ..... wklejka

O podręczniku



Krótkie bloki tekstowe umożliwiają łatwe przyswojenie wiedzy.



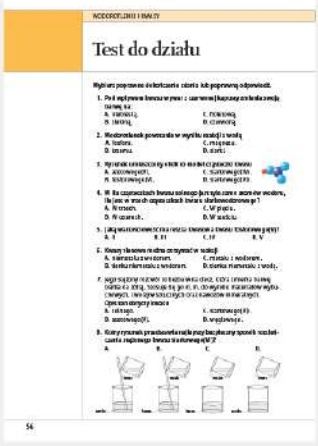
Podsumowania po każdym dziale porządkują wiedzę i pomagają ją utrwalić.



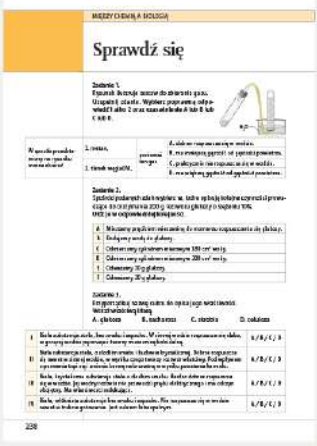
Czy wiesz, że... to ciekawostki, poszerzające wiadomości.



Domowe laboratorium zaproponowane tu doświadczenia możesz wykonać w domu – zapytaj rodziców o zgodę.



Test do działu test wielokrotnego wyboru pomaga w przygotowaniu się do klasówek i sprawdzianów.



Sprawdź się zestaw zadań podany po dziale pozwala wyćwiczyć umiejętności.

Oznaczenia znajdujące się w podręczniku

Doświadczenie, które może wykonać uczeń.	Doświadczenie, które wykonuje nauczyciel.

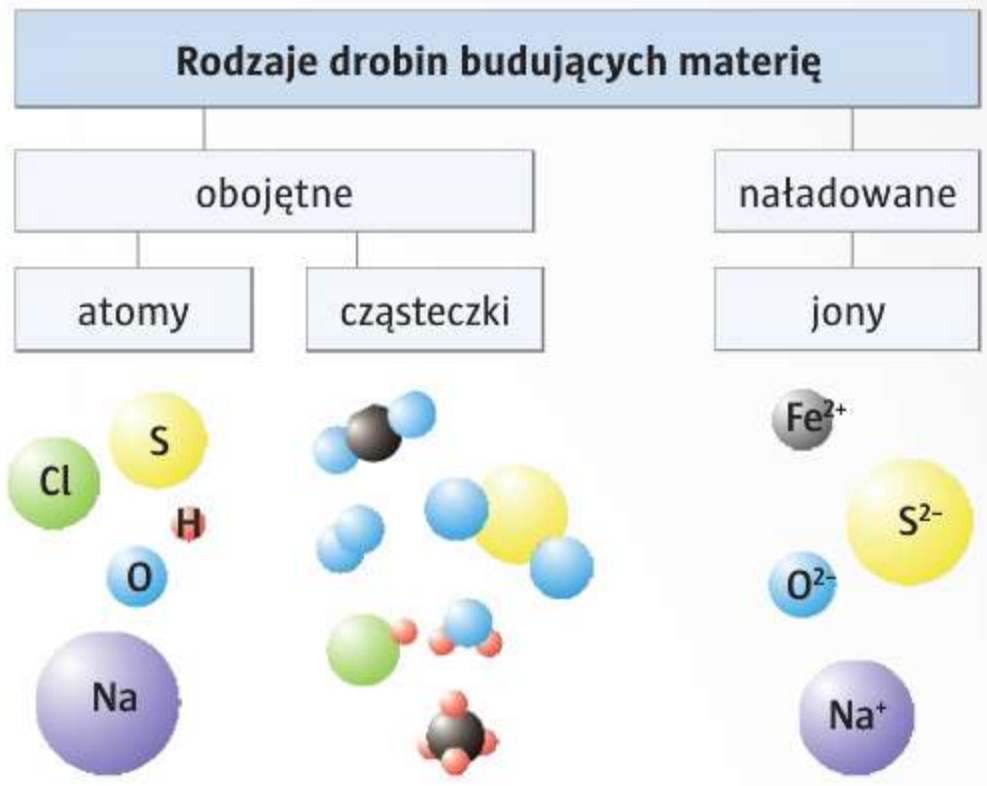
zmiany i wykreślenia według podstawy programowej 2024

Pamiętaj, by odpowiedzi do wszystkich zadań zamieszczonych w podręczniku zapisywać w zeszycie przedmiotowym.

To warto powtórzyć

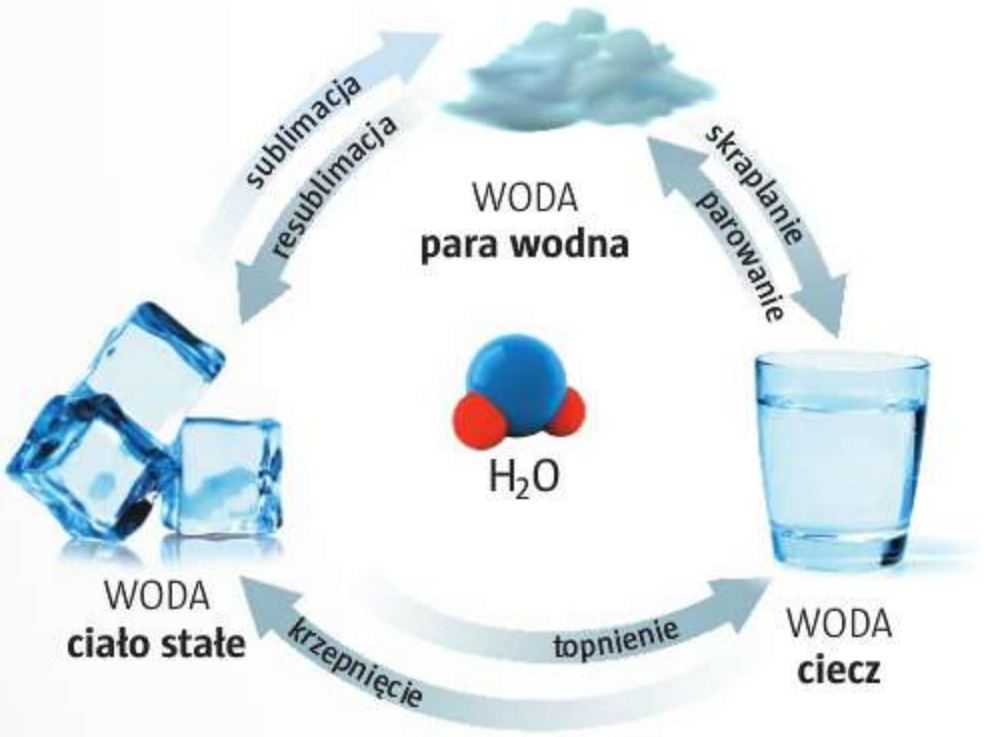
Materia

- **Materia** ma budowę ziarnistą, drobinową (molekularną). Drobiny (molekuły) to atomy, cząsteczki, jony.
- **Atom** to najmniejsza część pierwiastka zachowująca jego właściwości.
- **Cząsteczka** to najmniejsza trwała część substancji (pierwiastka lub związku chemicznego), złożona z co najmniej dwóch atomów tego samego pierwiastka lub różnych pierwiastków.
- **Jon** to drobina obdarzona ładunkiem elektrycznym: dodatnim lub ujemnym.



Przemiany materii

- **Przemiana fizyczna** (zjawisko fizyczne) polega na zmianie właściwości fizycznych substancji, np. zmianie stanu skupienia.



- **Przemiana chemiczna** (np. reakcja chloru z sodem) to przemiana, w której wyniku powstaje nowa substancja o zupełnie innych właściwościach niż substancje ulegające przemianie.



Sposoby opisywania materii

- **Właściwości fizyczne:** stan skupienia, barwa, twardość, połysk, ciągliwość (plastyczność), kowalność, kruchość, sprężystość, właściwości magnetyczne, gęstość, rozpuszczalność.

$$\text{gęstość} \quad d = \frac{m}{V}$$

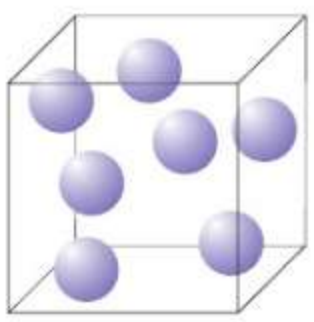
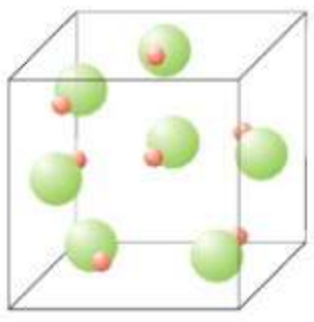
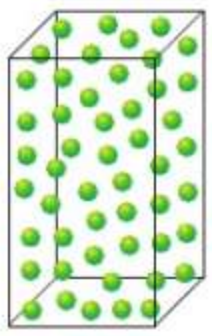
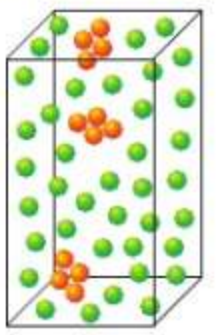
m — masa; V — objętość

- **Właściwości chemiczne:** smak, zapach, palność, zachowanie wobec innych substancji.

Złoto

- **Właściwości fizyczne**
  - ciało stałe, żółte, połysk metaliczny, ciągliwe, kowalne, nie ma właściwości magnetycznych, dobry przewodnik ciepła i elektryczności;
  - gęstość $d = 19{,}3\ \text{g/cm}^3$;
  - temperatura topnienia $T_{top.} = 1337{,}33\ \text{K}$;
  - temperatura wrzenia $T_{wrz.} = 3129\ \text{K}$
- **Właściwości chemiczne**
  - niepalne;
  - mało aktywne chemicznie.

Rodzaje materii

Materia			
Substancje		**Mieszaniny substancji**	
proste (pierwiastki chemiczne)	**złożone** (związki chemiczne)	**jednorodne**	**niejednorodne**
			



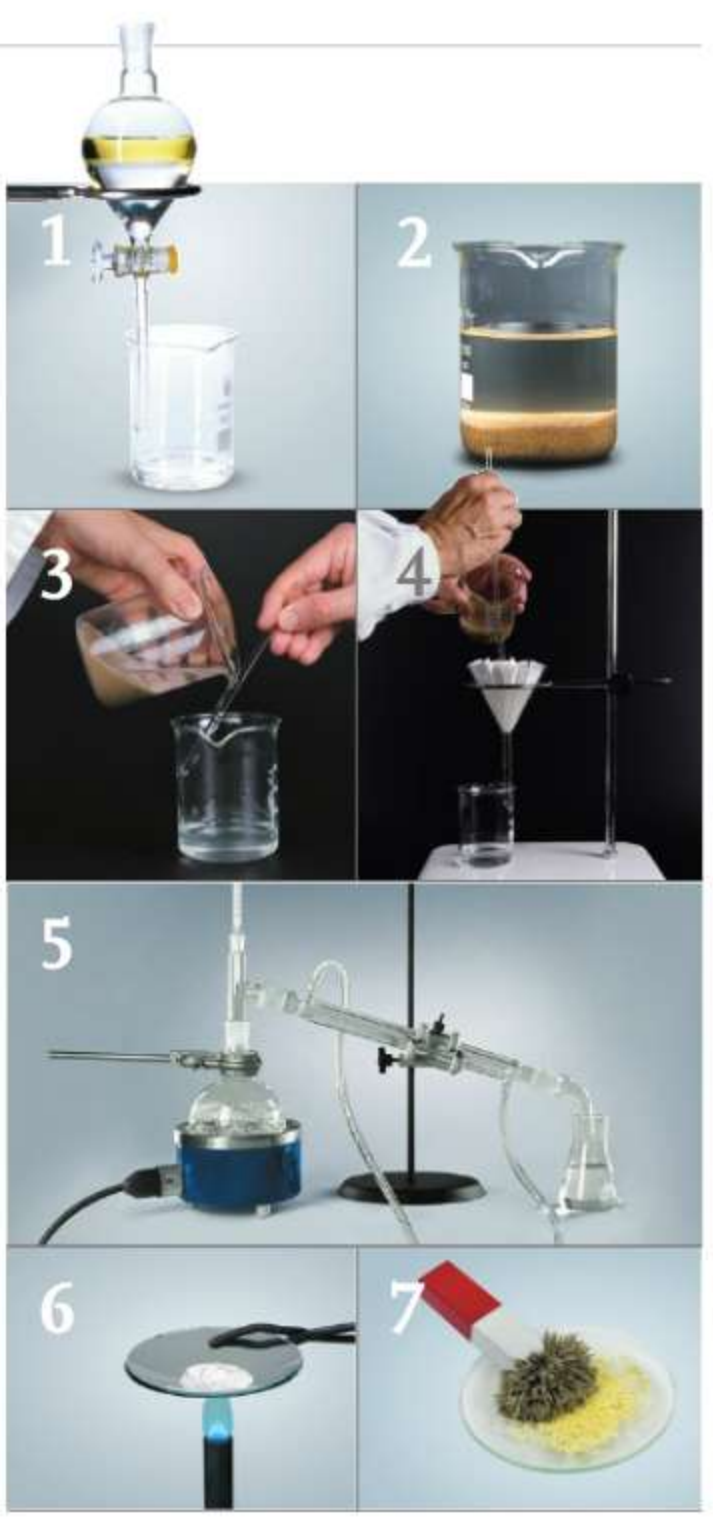
metale — **Substancje proste (pierwiastki chemiczne)** — niemetale

Pierwiastek chemiczny to substancja złożona z atomów o takiej samej liczbie atomowej.

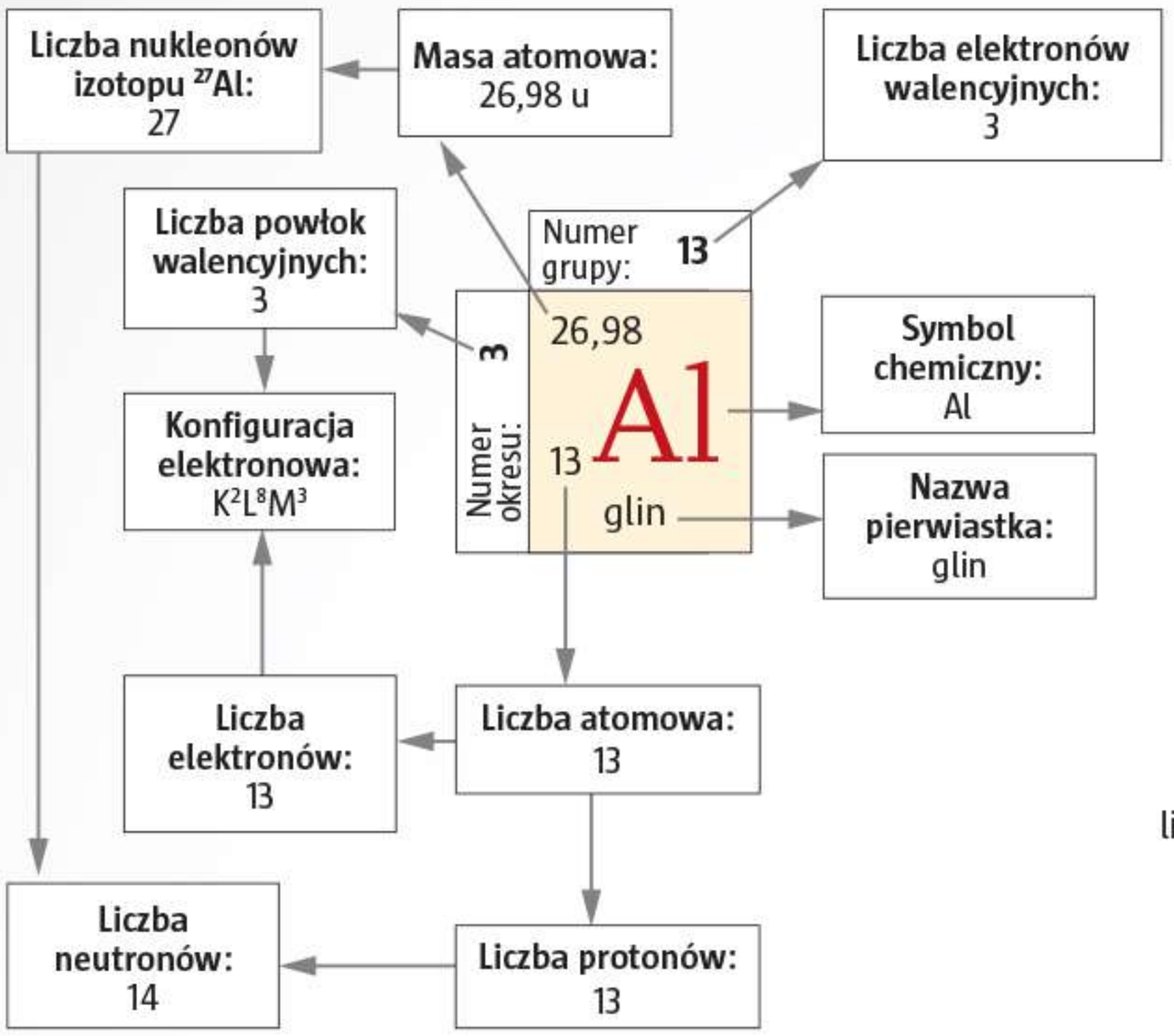


Sposoby rozdziału mieszanin

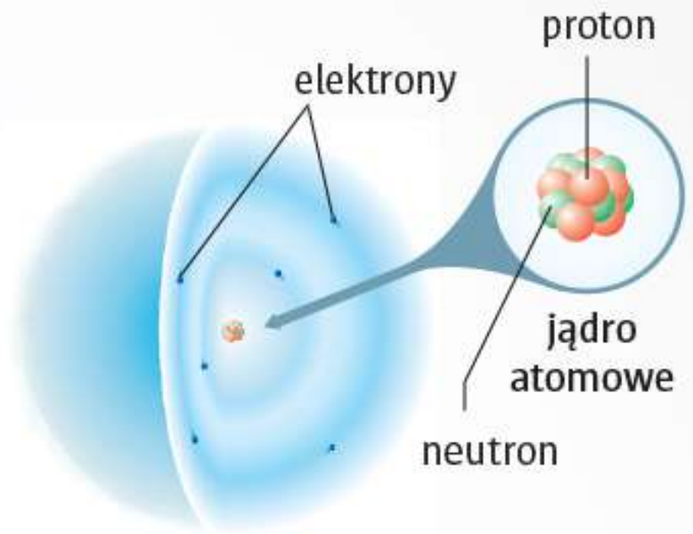
1. **Rozdział za pomocą rozdzielacza** (np. woda i olej jadalny)
   Rozdzielenie dwóch niemieszających się cieczy. Polega na wykorzystaniu różnic w gęstości składników mieszaniny.
2. **Sedymentacja** (np. woda i piasek)
   Opadanie cząstek nierozpuszczalnego ciała stałego pod wpływem sił ciężkości na dno naczynia.
3. **Dekantacja** (np. woda i piasek)
   Zlewanie cieczy znad osadu, który opadł na dno naczynia.
4. **Sączenie** (np. woda i piasek), filtracja (woda wodociągowa)
   Przepuszczanie mieszaniny przez różnorodne sączki i filtry, zatrzymujące określone jej składniki.
5. **Destylacja** (np. woda i alkohol)
   Metoda rozdziału mieszaniny cieczy polegająca na wykorzystaniu różnicy w temperaturze wrzenia składników mieszaniny.
6. **Odparowanie** (np. woda i sól kuchenna)
   Odparowanie rozpuszczalnika. Przez usunięcie rozpuszczalnika odzyskujemy substancję rozpuszczoną.
7. **Działanie magnesem** (np. siarka i żelazo)
   Oddzielenie składników mieszaniny wykorzystujące różny sposób oddziaływania substancji z magnesem.



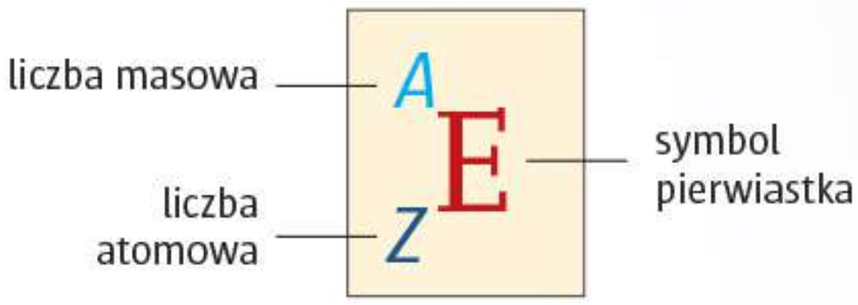
Informacje dotyczące budowy atomu zawarte w układzie okresowym



- **Budowa atomu**

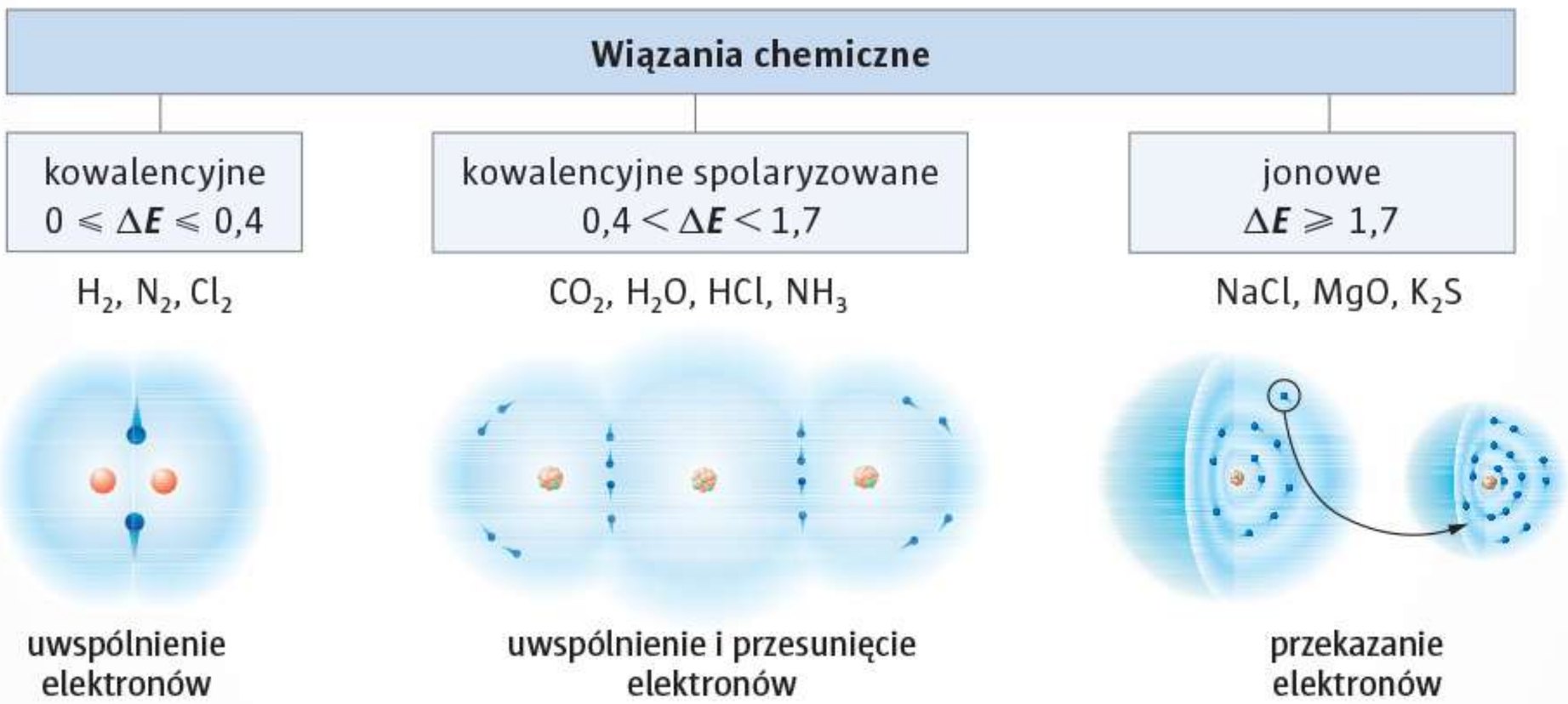


- **symboliczny zapis atomu – określonego izotopu**

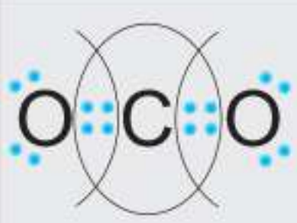
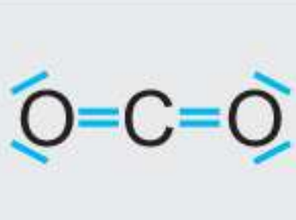


Wiązania chemiczne

- **Elektroujemność** to cecha pierwiastka, bezwymiarowa wielkość charakteryzująca zdolność atomów do przyciągania elektronów.
- ΔE – różnica elektroujemności atomów tworzących wiązanie



Wzory chemiczne

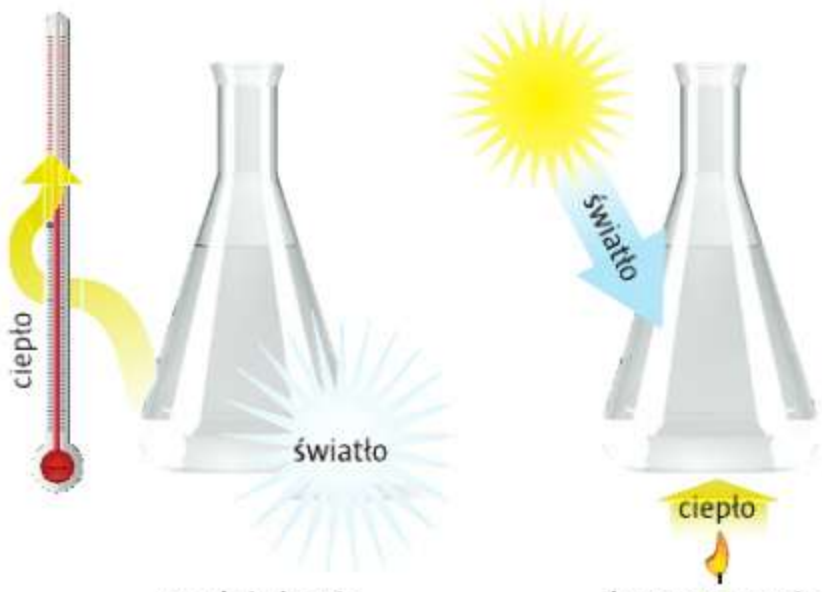
Nazwa związku chemicznego	Wzór				Model cząsteczki
	sumaryczny	elektronowy	kreskowy	strukturalny	
tlenek węgla(IV)	CO_2			O=C=O	

Reakcje chemiczne

- **Efekty towarzyszące reakcjom chemicznym**



wydzielanie gazu | zmiana barwy | strącanie osadu



wydzielanie energii | dostarczanie energii

Reakcje egzotermiczne przebiegają z wydzieleniem ciepła z układu do otoczenia.
Reakcje endotermiczne – ich przebieg jest uzależniony od ciepła dostarczanego do układu.

- **Typy reakcji chemicznych**

synteza, łączenie

$$A + B \rightarrow AB$$

$2Mg + O_2 \rightarrow 2MgO + \text{energia}$

reakcja egzotermiczna

analiza, rozkład

$$AB \rightarrow A + B$$

$2HgO + \text{energia} \rightarrow 2Hg + O_2\uparrow$

reakcja endotermiczna

wymiana

$$A + BC \rightarrow AC + B$$

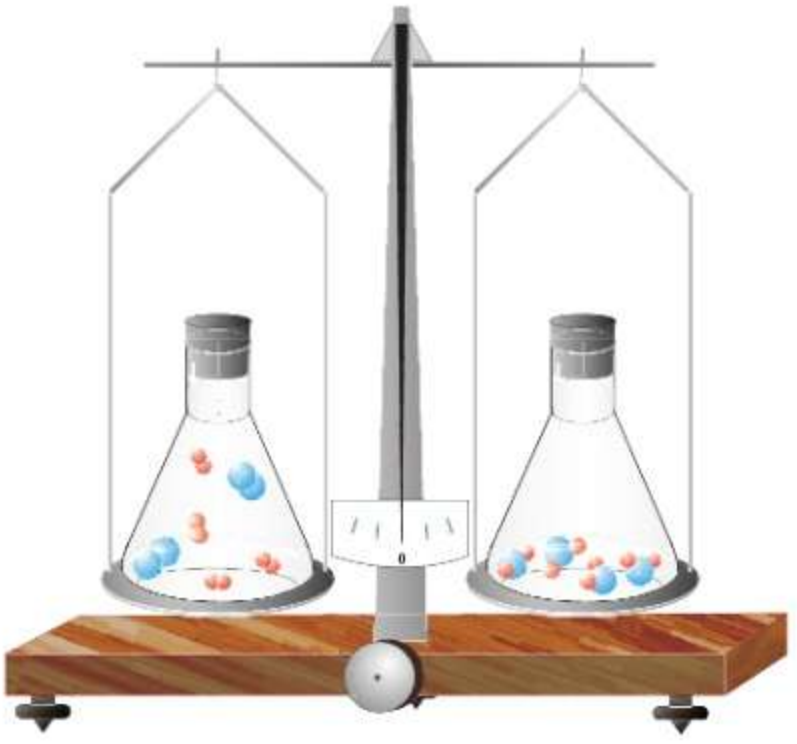
$2K + 2H_2O \rightarrow 2KOH + H_2\uparrow$

Modelowa ilustracja przebiegu reakcji	**wodór**	+	**tlen**	→	**tlenek wodoru (woda)**
		+		→	
Równanie reakcji	$2\ H_2$	+	O_2	→	$2\ H_2O$
Sposób odczytu równania reakcji	dwie cząsteczki wodoru	reagują z	jedną cząsteczką tlenu	powstają	dwie cząsteczki wody
	substrat	**reaguje z**	**substratem**	**powstaje**	**produkt**
Interpretacja masowa	$2 \cdot 2\,u = 4\,u$	+	$32\,u$	=	$2 \cdot 18\,u = 36\,u$
	$36\,u$			=	$36\,u$

Katalizator to substancja, która umożliwia i przyspiesza przebieg reakcji chemicznej, ale się nie zużywa.

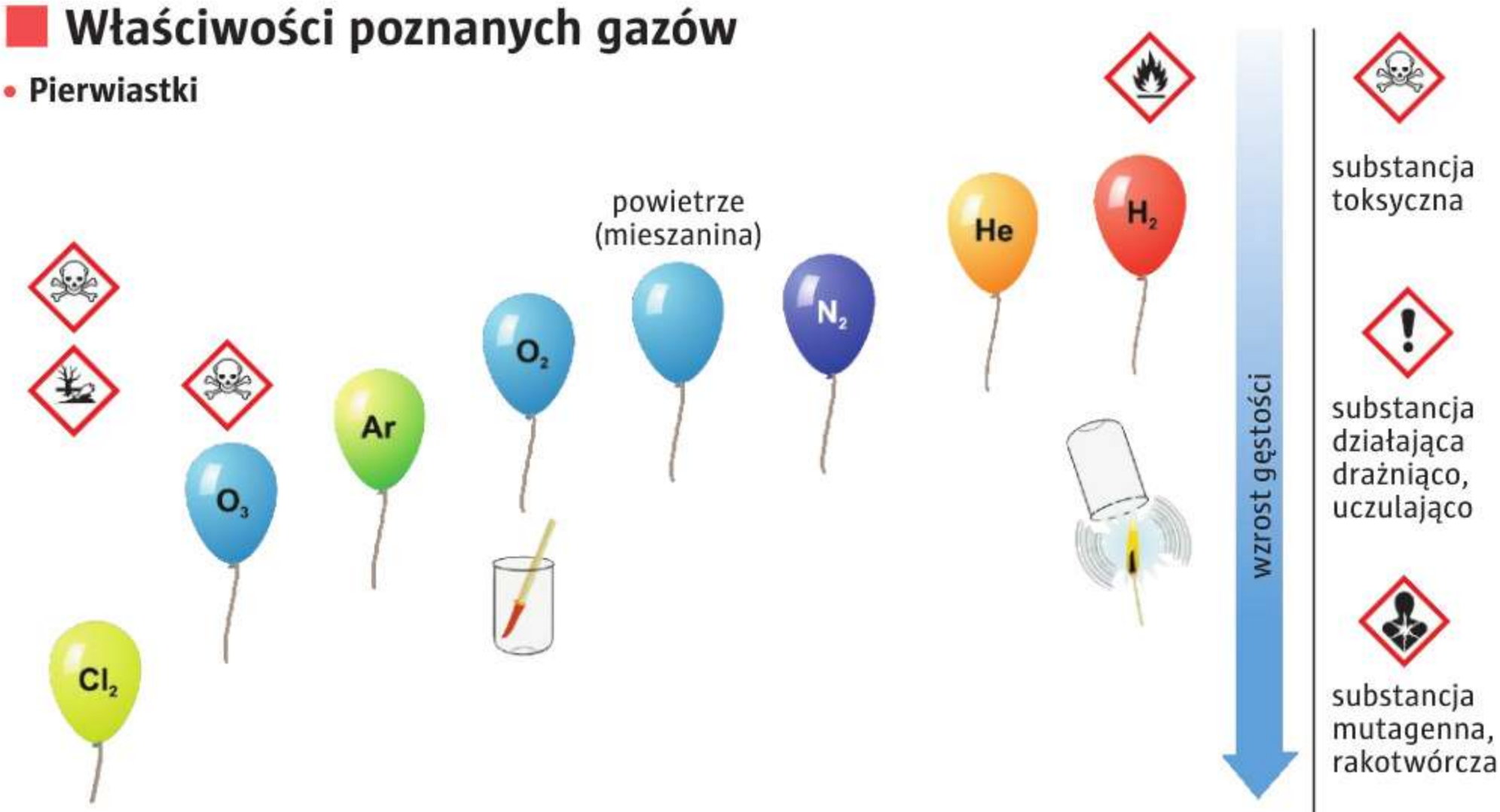
Prawo zachowania masy

Łączna masa substratów reakcji (w układzie zamkniętym) jest równa łącznej masie produktów.

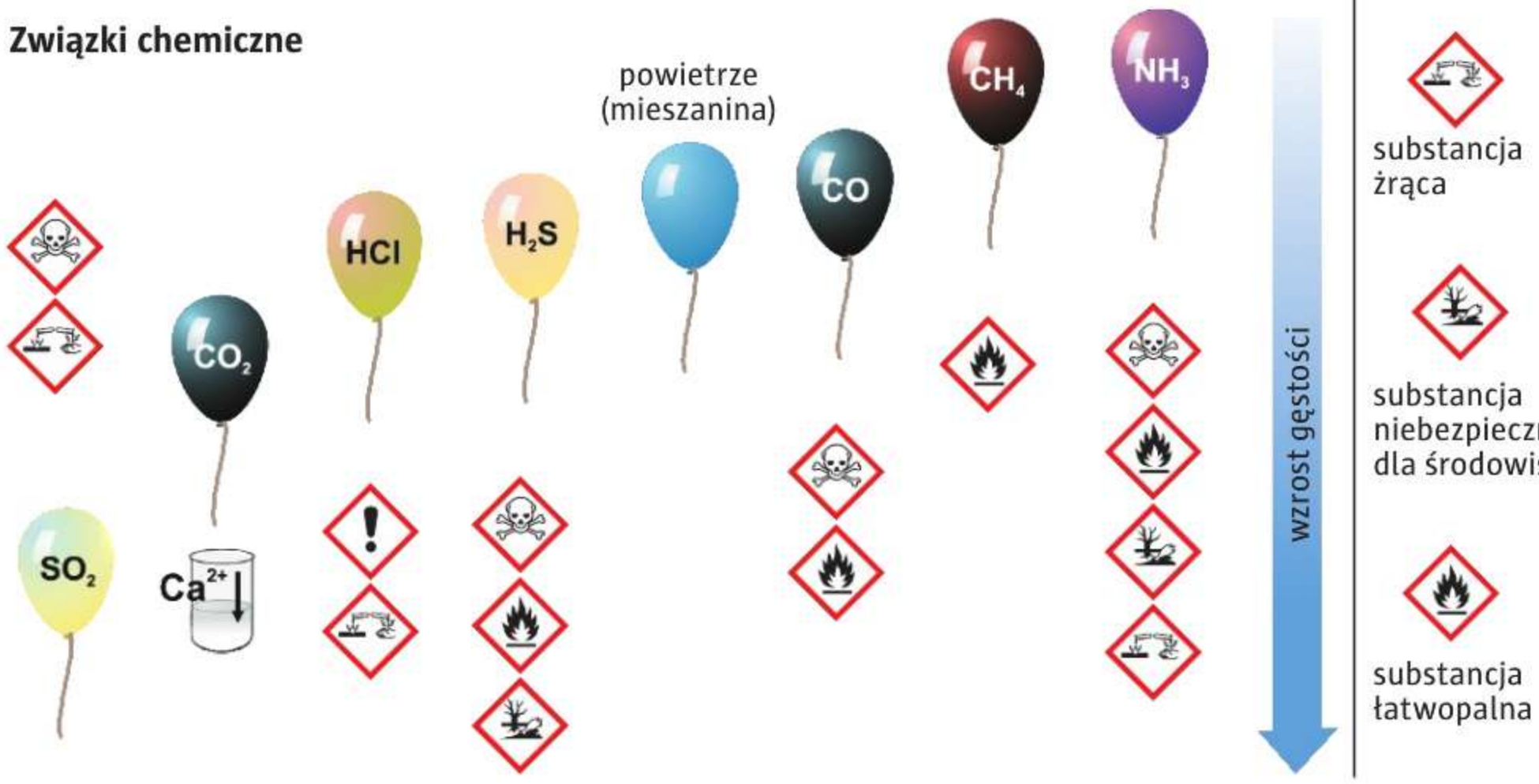


Właściwości poznanych gazów

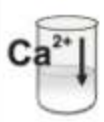
- **Pierwiastki**



- **Związki chemiczne**



Reakcje charakterystyczne gazów

Gaz	Rodzaj próby	Efekt wizualny, akustyczny
tlen	 rozżarzone łuczywo	płomień
wodór	 zapalone łuczywo	charakterystyczny trzask
tlenek węgla(IV)	 woda wapienna	mętnienie

- **Sposoby zbierania gazów**

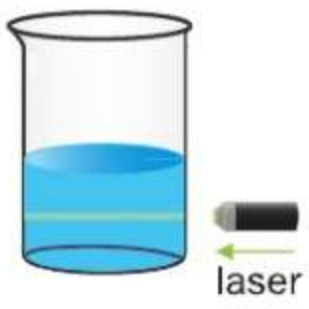
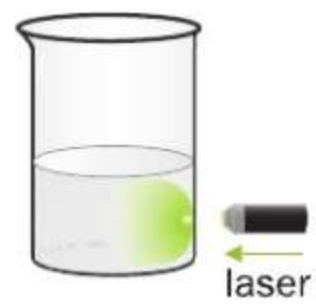


gazy słabo rozpuszczalne i nierozpuszczalne w wodzie

gazy o gęstości mniejszej od gęstości powietrza

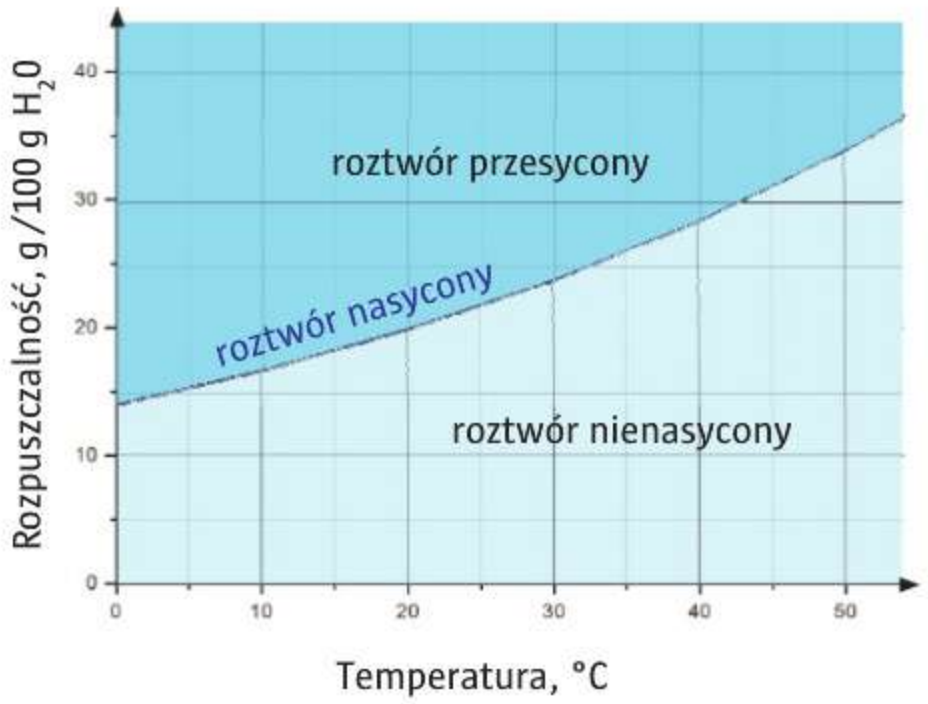
gazy o gęstości większej od gęstości powietrza

Rodzaje mieszanin

	Roztwór właściwy	Koloid	Zawiesina
Rozmiary cząstek substancji rozpuszczanej	mniejsze od 1 nm	większe od 1 nm, ale mniejsze od 200 nm	większe od 200 nm
Sposób przejścia światła przez mieszaninę			

Rozpuszczalność

- Rozpuszczalność to maksymalna masa substancji, jaką można rozpuścić w 100 g rozpuszczalnika w określonej temperaturze, a w przypadku gazów – również przy określonym ciśnieniu.
- Krzywa rozpuszczalności to wykres zależności rozpuszczalności substancji od temperatury.

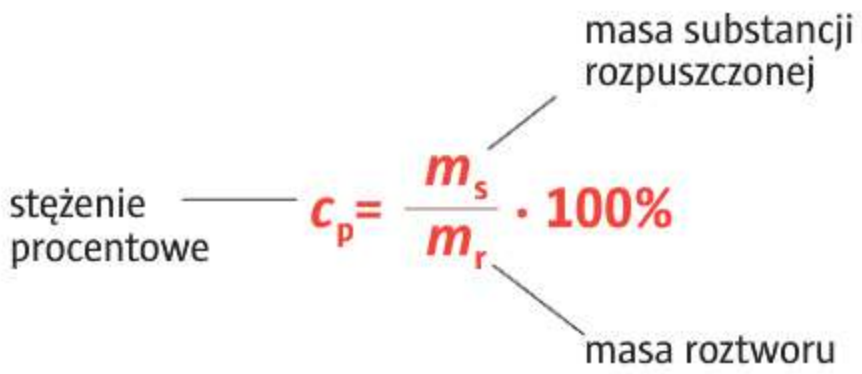


Rodzaje roztworów

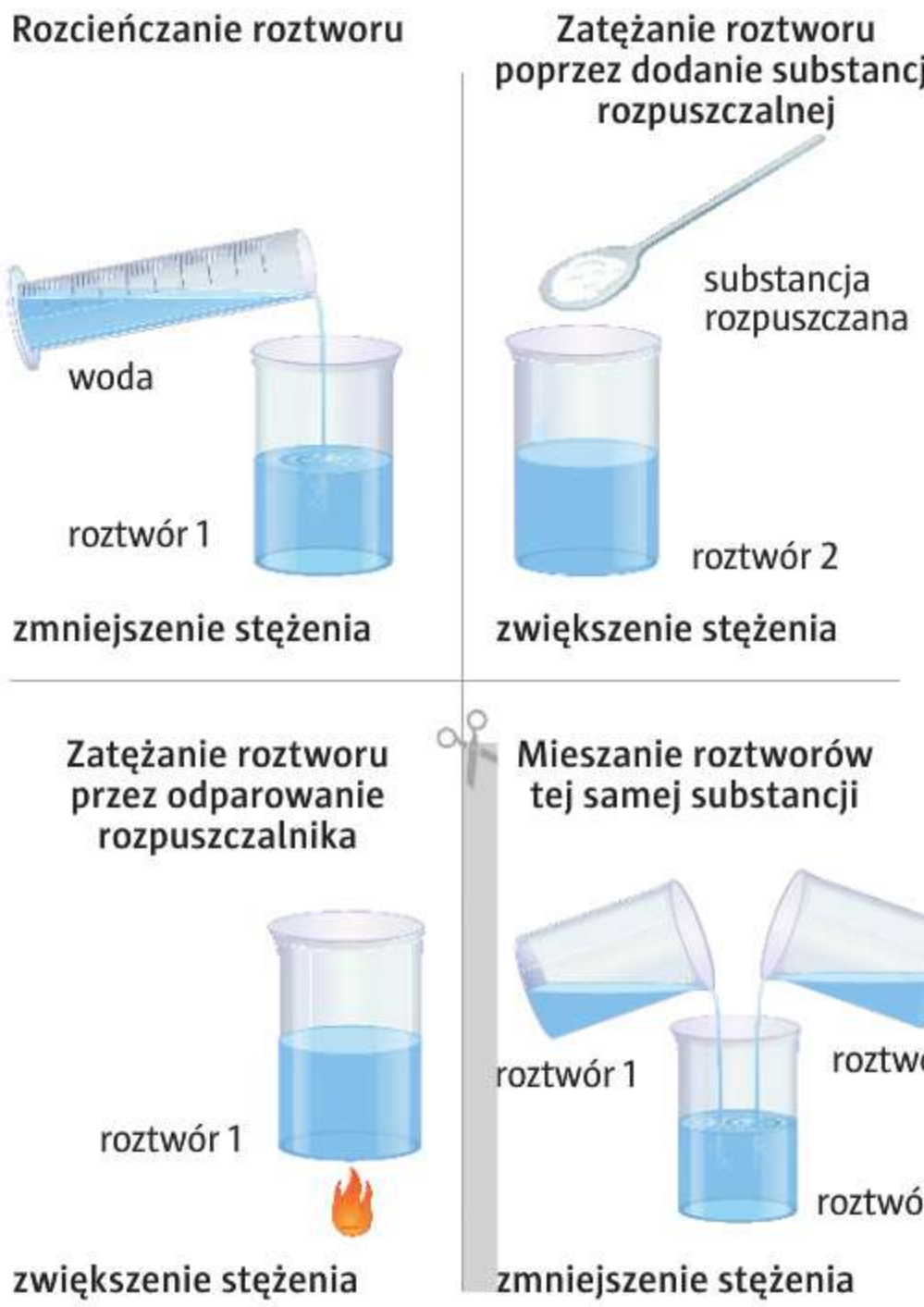
Aby określić rodzaj roztworu, należy porównać masę substancji (m_s) rozpuszczoną w 100 g wody z rozpuszczalnością tej substancji (R_T) w danej temperaturze (T).

- **nienasycony** $m_s < R_T$
- **nasycony** $m_s = R_T$
- **przesycony** $m_s > R_T$

Stężenie procentowe roztworu



Zmiana stężenia roztworu



6 Wodorotlenki i kwasy



Co łączy bielenie drzewek, wapnowanie gleby i zaprawę murarską?

Gdzie szukać kwasu foliowego niezbędnego od poczęcia do starości?

Czy kora drzewa może być lekarstwem?

Czy pH gleby ma wpływ na barwę kwiatów?



Co wspólnego z kwasem mlekowym ma zmęczenie fizyczne, a co – produkcja jogurtów?

6.1 Woda jako substrat reakcji chemicznych

Woda to bardzo ważna substancja – bierze udział w procesie fotosyntezy, jest bardzo dobrym rozpuszczalnikiem, transportuje substancje odżywcze w organizmach, ponadto jest substratem ważnych reakcji chemicznych.

Czy pierwiastki trzeciego okresu reagują z wodą?



▲ Pierwiastki trzeciego okresu
– metal
– niemetal

Powyżej przedstawiono fragment układu okresowego pierwiastków chemicznych – fotografie pierwiastków należących do trzeciego okresu. Trzy z nich to metale, pozostałe są niemetalami. Zgodnie z prawem okresowości właściwości fizyczne i chemiczne pierwiastków uporządkowanych według wzrastającej liczby atomowej powtarzają się okresowo. Z wyjątkiem pierwszego okresu, pozostałe rozpoczynają się od najaktywniejszego w okresie metalu grupy pierwszej. Kolejne pierwiastki znajdujące się w tym samym okresie mają coraz słabsze właściwości metaliczne, a przejawiają coraz więcej cech typowych dla niemetali.



▲ Zmiana właściwości pierwiastków w trzecim okresie

Porównajmy zachowanie pierwiastków trzeciego okresu i ich tlenków wobec wody z dodatkiem wywaru z czerwonej kapusty. Zmienia on swoje zabarwienie jak kameleon, zależnie od środowiska. Opis jego otrzymywania znajdziesz w *Domowym laboratorium*.

Doświadczenie 6.1.1

Zachowanie pierwiastków trzeciego okresu wobec wody z dodatkiem wywaru z czerwonej kapusty

Do sześciu szalek Petriego i zlewki wlewamy wodę o temperaturze ok. 25°C z dodatkiem wywaru z czerwonej kapusty. Następnie do szalek wkładamy niewielkie ilości sodu, magnezu, glinu, krzemu, fosforu i siarki, a do zlewki wprowadzamy chlor.

Obserwujemy zachodzące zmiany.





sód



magnez



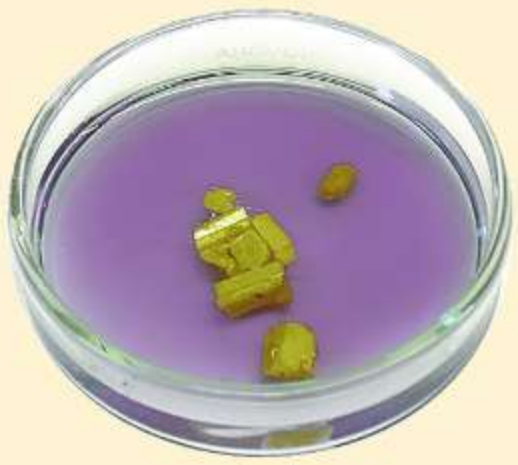
glin



krzem



fosfor



siarka

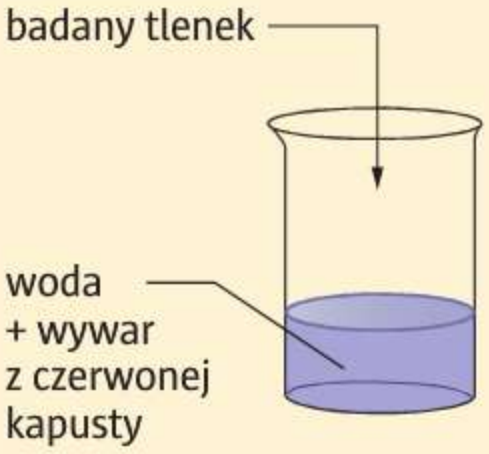


Obserwacje: Po dodaniu sodu zachodzi gwałtowne wydzielanie się gazu i zabarwienie wywaru z czerwonej kapusty zmienia się z fioletowego na zielone. Na powierzchni magnezu są widoczne pojedyncze pęcherzyki gazu, a barwa wywaru z czerwonej kapusty staje się zielona. W obecności glinu, krzemu, fosforu i siarki zabarwienie wywaru się nie zmienia. Gazowy chlor powoduje zmianę zabarwienia wywaru z czerwonej kapusty na czerwone.

Wnioski: Sód i magnez reagują z wodą, a produkty tych reakcji zmieniają zabarwienie wywaru z czerwonej kapusty z fioletowoniebieskiego na zielone. Glin, krzem, fosfor i siarka nie reagują z wodą. Chlor – najaktywniejszy niemetal – w wyniku reakcji z wodą tworzy produkt zmieniający zabarwienie wywaru z czerwonej kapusty na czerwone.

Czy wybrane tlenki pierwiastków trzeciego okresu reagują z wodą?

Doświadczenie 6.1.2
Zachowanie tlenków pierwiastków trzeciego okresu wobec wody z dodatkiem wywaru z czerwonej kapusty



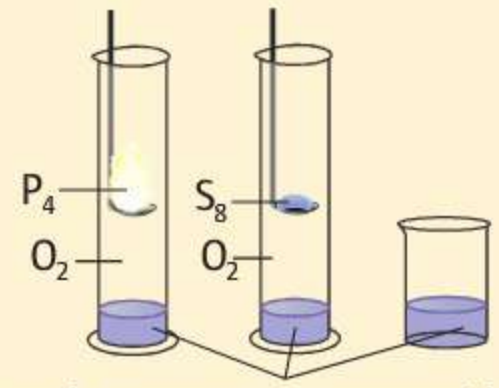
A. Do trzech zlewek z wodą i dodatkiem wywaru z czerwonej kapusty wsypujemy niewielkie ilości tlenku magnezu, tlenku glinu i tlenku krzemu(IV). Pręcikiem szklanym mieszamy zawartość każdej zlewki.

Obserwacje: Po wprowadzeniu do wody tlenku magnezu powstaje biała zawiesina, a barwa wywaru z czerwonej kapusty zmienia się na zieloną. Tlenek glinu i tlenek krzemu(IV) osadzają się na dnie zlewki i nie powodują zmiany zabarwienia wywaru.



tlenek magnezu tlenek glinu tlenek krzemu(IV)

Wnioski: Tlenek magnezu reaguje z wodą, a produkt tej reakcji powoduje zmianę barwy wywaru z czerwonej kapusty na zieloną. Tlenek glinu i tlenek krzemu(IV) nie reagują z wodą.



B. Przygotowujemy dwa cylindry do spalań wypełnione tlenem. Wlewamy do nich niewielką ilość wody z dodatkiem wywaru z czerwonej kapusty. Następnie do jednego z cylindrów wprowadzamy zapalony fosfor, a do drugiego – zapaloną siarkę. Oba cylindry przykrywamy szkiełkiem (np. zegarkowym). Część wywaru pozostawiamy w celu porównania barwy.



Obserwacje: Podczas spalania zarówno fosforu, jak i siarki powstaje dym i czuć nieprzyjemny, duszący zapach. W obu cylindrach zabarwienie wywaru z czerwonej kapusty zmienia się z fioletowoniebieskiego na czerwone.

Wnioski: Tlenki powstałe w wyniku spalania niemetali – tlenek fosforu(V) oraz tlenek siarki(IV) – roztwarzają się w wodzie, czyli reagują z wodą. Produkty reakcji powodują zmianę zabarwienia wywaru na czerwone.

Najbardziej aktywne metale oraz ich tlenki reagują z wodą i powodują zmianę zabarwienia wywaru z czerwonej kapusty na zielone.
Produkty tych reakcji nazywamy **wodorotlenkami**, a ich roztwory wodne – **zasadami**.
Niemetale z reguły nie reagują z wodą, z wyjątkiem najaktywniejszych pierwiastków grupy siedemnastej: fluoru, chloru i bromu. Produkty tych reakcji oraz produkty reakcji wielu tlenków niemetali z wodą zmieniające barwę wywaru z czerwonej kapusty na czerwone to **kwasy**.
Związki chemiczne lub ich mieszaniny, których barwa zmienia się w roztworach różnych związków, nazywamy **wskaźnikami**.

▼ Wskaźniki laboratoryjne

Jakie wskaźniki są używane w laboratoriach chemicznych?

Wskaźniki stosowane w laboratoriach chemicznych to m.in.:

- uniwersalne papierki wskaźnikowe,
- fenoloftaleina,
- oranż metylowy,
- lakmus,
- błękit tymolowy.



Wskaźnik	Barwa wskaźnika			Ilustracja
	zasada	woda	kwas	
uniwersalny papierek wskaźnikowy	niebieska	żółta	czerwona	
fenoloftaleina	różowa (malinowa)	bezbarwna	bezbarwna	
oranż metylowy	pomarańczowa	pomarańczowa	czerwona	
lakmus	niebieska	fioletowa	czerwona	
błękit tymolowy	niebieska	pomarańczowa	czerwona	



herbata



herbata z cytryną

Najwygodniejsze w użyciu są uniwersalne papierki wskaźnikowe, ponieważ dzięki nim można łatwo odróżnić kwas od zasady i wody. Za pomocą fenoloftaleiny wykrywa się tylko zasady, a przy użyciu oranżu metylowego – tylko kwasy.
Oprócz wywaru z czerwonej kapusty istnieją jeszcze inne wskaźniki naturalne, stosowane w warunkach domowych, np. herbata, sok z jagód, sok z czarnej porzeczki.

Podsumowanie

1. Produktami reakcji najaktywniejszych metali i ich tlenków z wodą są **zasady**.
2. Wiele tlenków niemetali reaguje z wodą. Produktami tych reakcji są **kwasy**.
3. **Wskaźniki** to związki chemiczne lub ich mieszaniny, które zmieniają swoje zabarwienie w roztworach różnych związków.

Sprawdź, czy wiesz i rozumiesz

1. Które metale trzeciego okresu reagują z wodą?
2. Jaka jest różnica w przebiegu reakcji z wodą metalu pierwszej i drugiej grupy układu okresowego?
3. Które tlenki metali i niemetali reagują z wodą?
4. Jak nazwano produkty reakcji z wodą tlenków metali, a jak – tlenków niemetali?

Dowiedz się więcej

W dostępnych źródłach poszukaj informacji na temat:

a) indykatorów,
b) procesu chlorowania wody w basenach i stacjach uzdatniania wody.

6.2

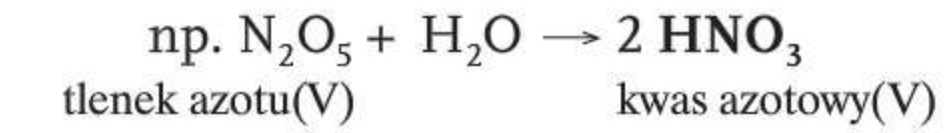
Otrzymywanie kwasów, ich budowa i podział

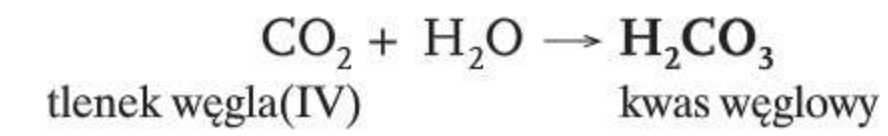
Kwasy to duża rodzina związków chemicznych o podobnej budowie i właściwościach. Z niektórymi stykasz się na co dzień, chociaż nie zdajesz sobie z tego sprawy. Na lekcjach poznasz te najważniejsze.

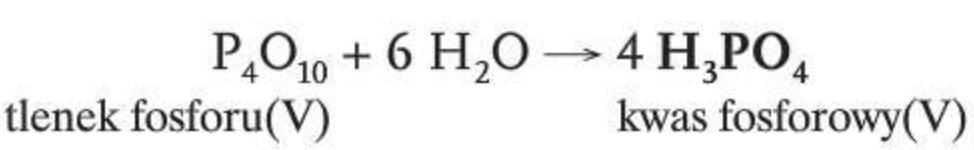
W jakich reakcjach chemicznych powstają kwasy?

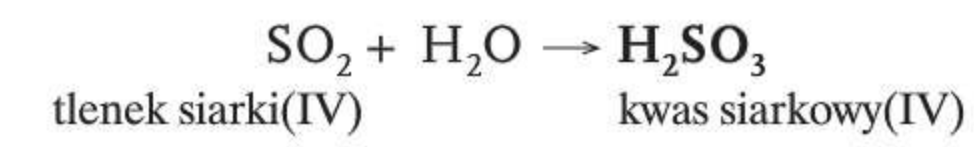
Kwasy wywodzą się od niemetali. Mogą być otrzymywane w reakcjach tlenków niemetali z wodą:

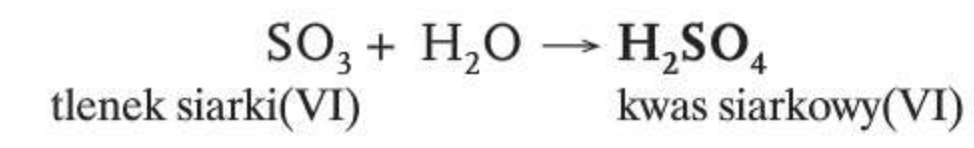
tlenek niemetalu + woda → kwas











W przypadku niemetalu, od którego pochodzi więcej niż jeden kwas, do nazwy kwasu dodaje się informację dotyczącą wartościowości tego niemetalu, np. H_2SO_3 to kwas siarkowy(IV), a H_2SO_4 to kwas siarkowy(VI). Istnieje tylko jeden kwas nieorganiczny pochodzący od węgla – kwas węglowy, dlatego nie uzupełnia się jego nazwy informacją o wartościowości niemetalu.

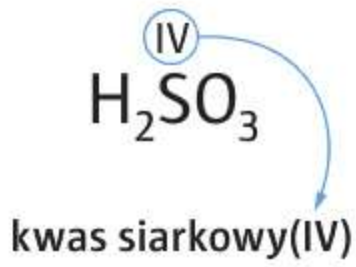
Czy wszystkie kwasy otrzymuje się w reakcji tlenków niemetali z wodą?

Znane są również kwasy, których nie otrzymuje się w reakcjach tlenków niemetali z wodą, lecz w wyniku rozpuszczenia w wodzie związków wodoru z niektórymi niemetalami, np. chlorowodoru i siarkowodoru. Oba te związki są trującymi gazami o duszącym zapachu.

Tlenki niemetali, tworzące w reakcji z wodą kwasy, nazywamy **tlenkami kwasowymi**.

Kwas fosforowy(V) jest nazywany również **kwasem ortofosforowym(V)**.



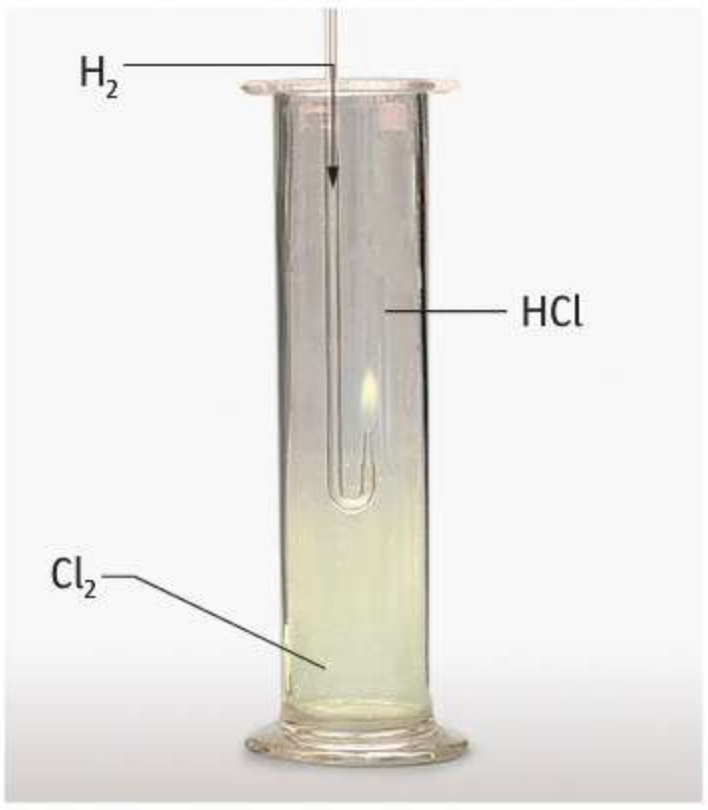


Indeksy dolne przy symbolach i wzorach chemicznych oznaczają:
(g) – gaz,
(s) – ciało stałe,
(aq) – roztwór wodny.

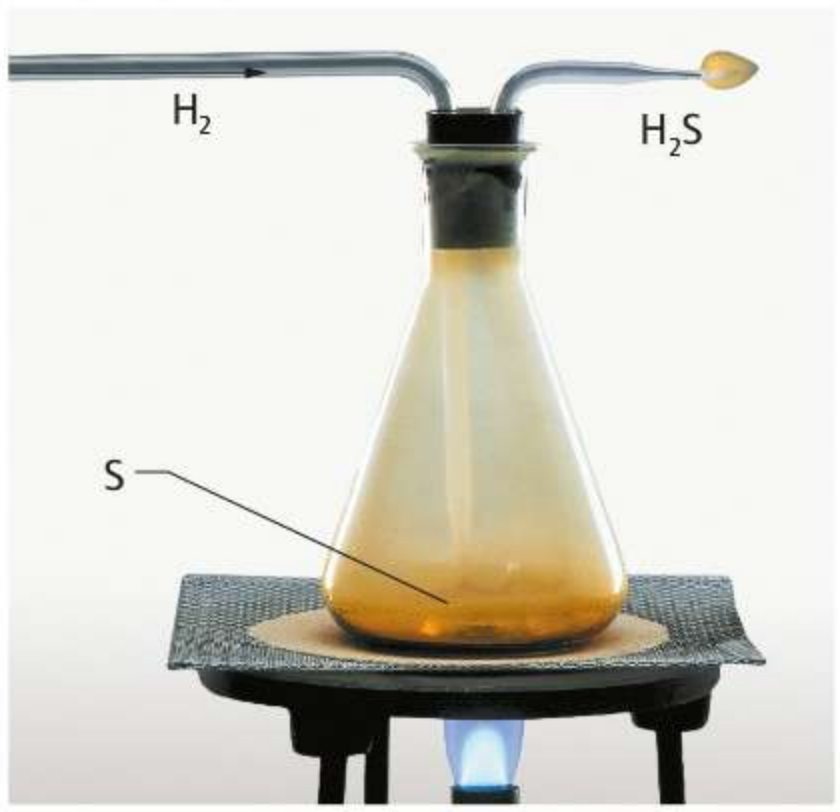
Można je otrzymać w bezpośredniej syntezie z pierwiastków:

$$H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \longrightarrow \underset{\text{chlorowodór}}{2\,HCl_{(g)}}$$

$$H_{2(g)} + S_{(s)} \longrightarrow \underset{\text{siarkowodór}}{H_2S_{(g)}}$$



▲ Otrzymywanie chlorowodoru – reakcja spalania wodoru w chlorze



▲ Otrzymywanie siarkowodoru – reakcja spalania wodoru w parach siarki

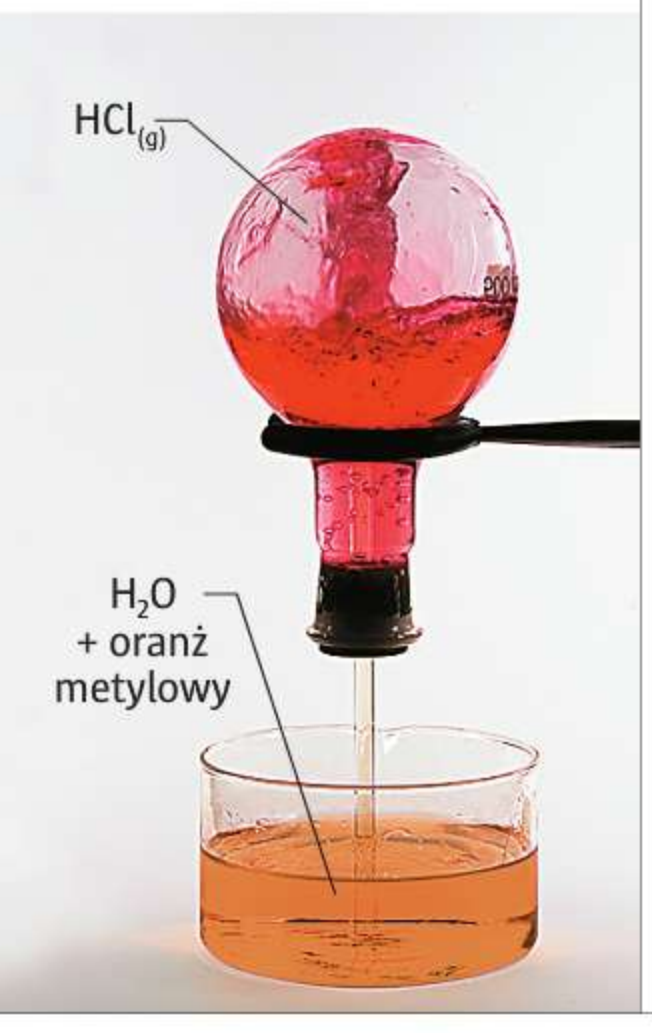
W wyniku rozpuszczenia ich w wodzie powstają roztwory wodne, które zmieniają kolor oranżu metylowego na czerwony. Te roztwory są kwasami.

$$\underset{\text{chlorowodór}}{HCl_{(g)}} \xrightarrow{\text{rozpuszcza się w wodzie}} \underset{\text{kwas chlorowodorowy}}{HCl_{(aq)}}$$

$$\underset{\text{siarkowodór}}{H_2S_{(g)}} \xrightarrow{\text{rozpuszcza się w wodzie}} \underset{\text{kwas siarkowodorowy}}{H_2S_{(aq)}}$$

Ich nazwy to odpowiednio: kwas chlorowodorowy, zwyczajowo nazywany solnym, i kwas siarkowodorowy. Nazwy takich kwasów tworzy się przez dodanie zakończenia ***-wodorowy*** do nazwy niemetalu tworzącego kwas.

Aby otrzymać kwas chlorowodorowy, należy kolbę wypełnioną chlorowodorem zatkać korkiem z otworem, w którym znajduje się dopasowana rurka szklana. Tak przygotowany zestaw włożyć do krystalizatora wypełnionego wodą z dodatkiem oranżu metylowego. Chlorowodór natychmiast rozpuszcza się w wodzie. Ciśnienie gazu w kolbie się obniża, staje się mniejsze od ciśnienia zewnętrznego, co skutkuje wciągnięciem do środka wody z dodatkiem wskaźnika. Tworzy się czerwona fontanna.



◀ Rozpuszczanie chlorowodoru w wodzie z dodatkiem oranżu metylowego

Jak są zbudowane cząsteczki kwasów?

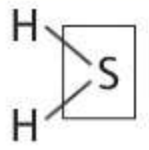
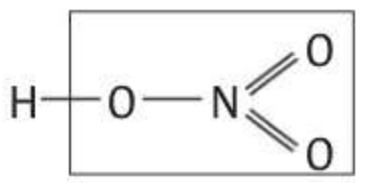
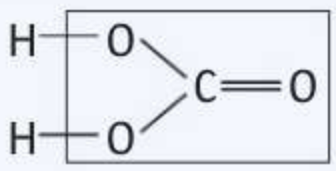
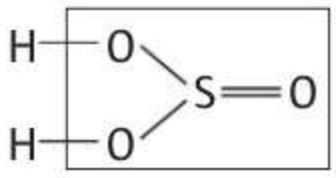
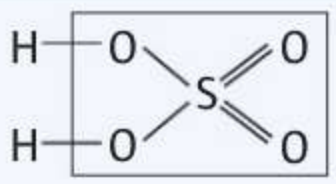
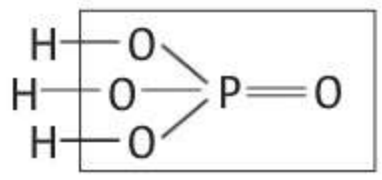
W cząsteczkach wszystkich kwasów znajdują się atomy **wodoru**. Pozostałe atomy tworzą **resztę kwasową**. **Kwasy** to związki chemiczne zbudowane z atomów wodoru i atomów tworzących resztę kwasową. Ogólny wzór kwasów ma postać:

H_nR

n – liczba atomów wodoru
R – reszta kwasowa

Liczba atomów wodoru w cząsteczce, które nadają kwasom specyficzne właściwości, jest równa wartościowości reszty kwasowej.

Do zapisu wzorów związków chemicznych należących do tej samej grupy związków często stosuje się **wzór ogólny**.

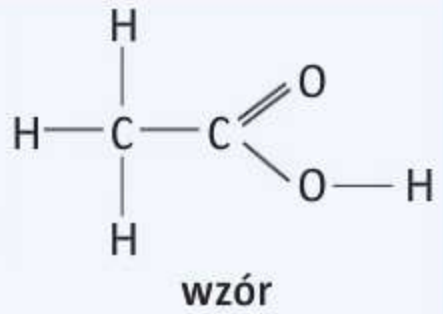
Nazwa kwasu	Wzór sumaryczny	Model kwasu	Wzór strukturalny (zaznaczono resztę kwasową)	Wartościowość reszty kwasowej
kwas chlorowodorowy	HCl			I
kwas siarkowodorowy	H_2S			II
kwas azotowy(III)	HNO_2			I
kwas azotowy(V)	HNO_3			I
kwas węglowy	H_2CO_3			II
kwas siarkowy(IV)	H_2SO_3			II
kwas siarkowy(VI)	H_2SO_4			II
kwas fosforowy(V)	H_3PO_4			III

Ciekawostka

Kwasu octowego, którego roztwór znamy z życia codziennego jako ocet, nie można otrzymać poznanymi sposobami. Należy on do grupy kwasów organicznych, o których będzie mowa w dziale 9. Kwas octowy powstaje np. w wyniku fermentacji owoców. Jego wzór ma postać CH_3COOH.



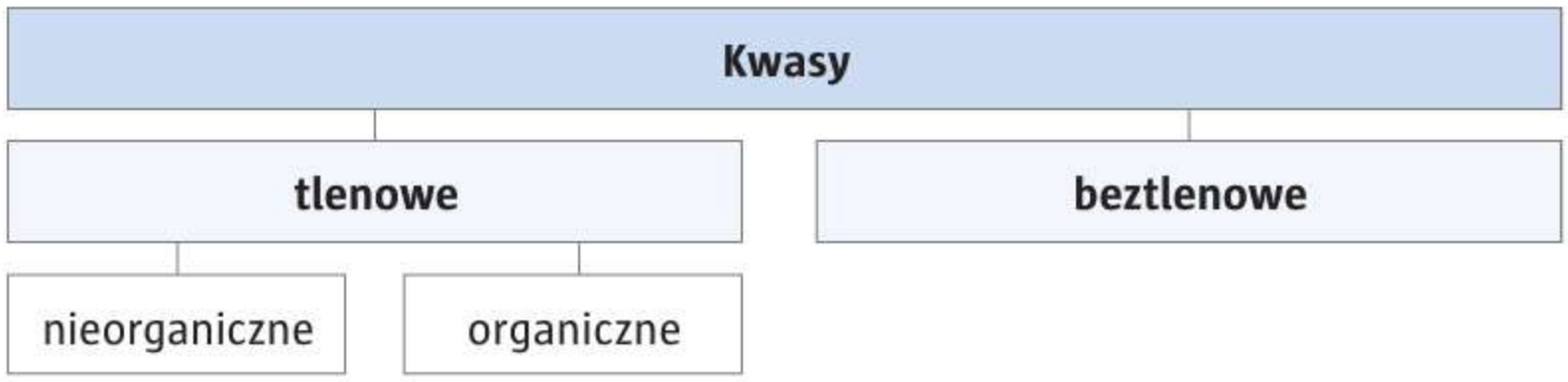
model cząsteczki



wzór strukturalny

Jak można pogrupować poznane kwasy?

Kwasy można podzielić ze względu na ich budowę i występowanie:



Kwasy tlenowe zawierają w swoich cząsteczkach atomy tlenu, np. H_2SO_4, CH_3COOH. Kwasy, których cząsteczki nie zawierają atomów tlenu, np. H_2S, to **kwasy beztlenowe**.

Kwasy nieorganiczne są kwasami, które można otrzymać z surowców mineralnych (np. z soli kamiennej). **Kwasy organiczne** to kwasy zawierające charakterystyczną grupę atomów –COOH. W warunkach naturalnych występują w organizmach (np. kwas mrówkowy czy szczawiowy).

Podsumowanie

1. Kwasy ze względu na obecność atomów tlenu w ich cząsteczkach dzielimy na tlenowe i beztlenowe.
2. Nieorganiczne **kwasy tlenowe** otrzymuje się najczęściej w reakcji odpowiedniego tlenku niemetalu z wodą.
3. **Kwasy beztlenowe** otrzymuje się przez rozpuszczenie w wodzie związku wodoru z niemetalem.
4. Kwasy są zbudowane z atomów **wodoru** i atomów tworzących **resztę kwasową**.
5. **Wartościowość reszty kwasowej** jest równa liczbie atomów wodoru w cząsteczce kwasu.

Sprawdź, czy wiesz i rozumiesz

1. Zapisz równania reakcji otrzymywania kwasów zawierających atom siarki.
2. Wyjaśnij, dlaczego w przypadku niektórych kwasów do nazwy dodaje się wartościowość niemetalu tworzącego kwas.
3. Podaj przykłady kwasów, których reszta kwasowa jest jednowartościowa.

Dowiedz się więcej

W dostępnych źródłach poszukaj informacji, jakie kwasy tlenowe tworzy chlor. Narysuj ich wzory strukturalne i zaznacz ich reszty kwasowe.

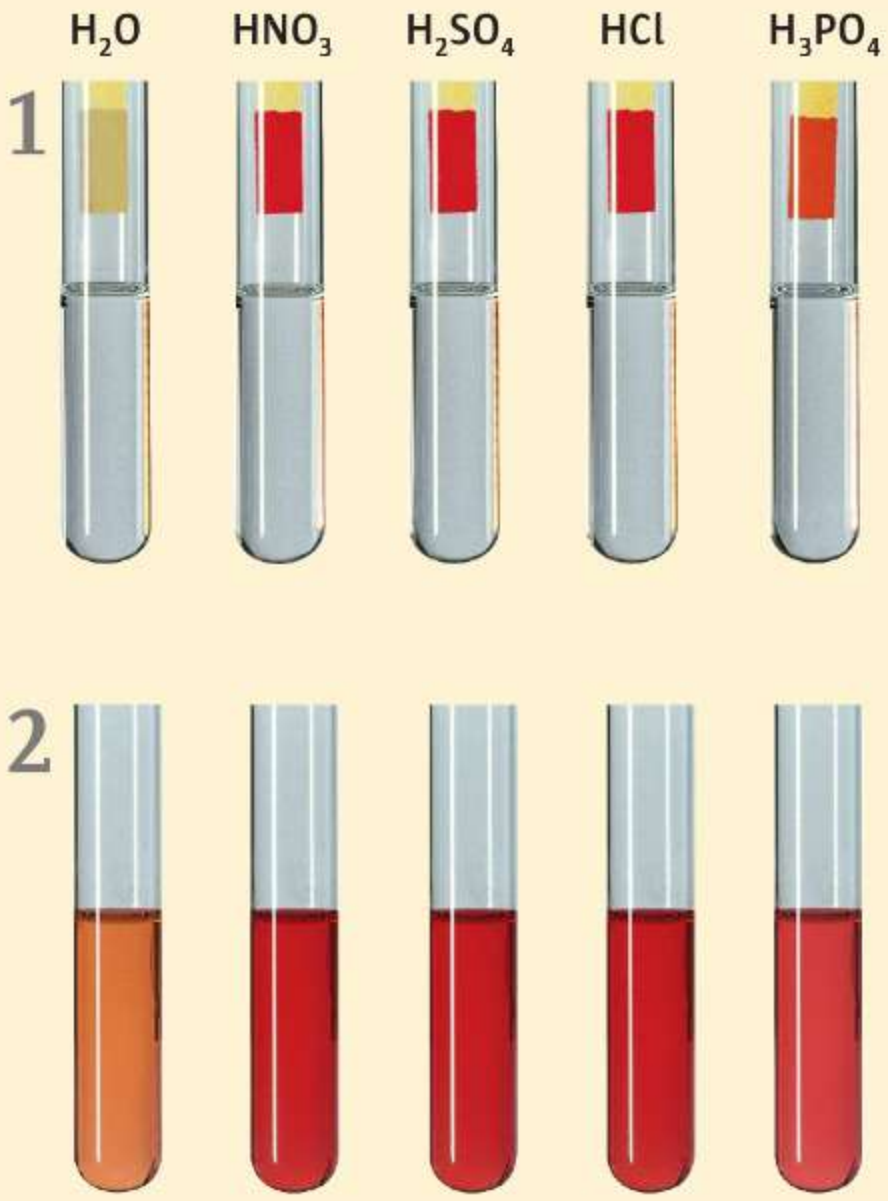
6.3 Właściwości kwasów

Poznane kwasy mają podobną budowę, ale nieco inne właściwości. Niektóre z nich są dodawane do napojów orzeźwiających, inne są żrące i toksyczne.

Czy wszystkie kwasy powodują zmianę barwy wskaźników na taki sam kolor?

Doświadczenie 6.3.1
Badanie zmiany zabarwienia wybranych wskaźników w obecności różnych kwasów

Do pięciu probówek nalej kolejno niewielką ilość: wody destylowanej oraz rozcieńczonych roztworów kwasów: azotowego(V), siarkowego(VI), solnego, fosforowego(V). W każdej cieczy zanurz uniwersalny papierek wskaźnikowy (1), a następnie dodaj po 1 kropli oranżu metylowego (2).



Obserwacje: Wszystkie badane roztwory kwasów powodują zmianę zabarwienia uniwersalnego papierka wskaźnikowego i oranżu metylowego. Oba wskaźniki barwią się na czerwono. Widoczna jest różnica w intensywności zabarwienia.

Wnioski: Kwasy barwią użyte wskaźniki na czerwono. Intensywność zabarwienia wskaźnika zależy od rodzaju kwasu.

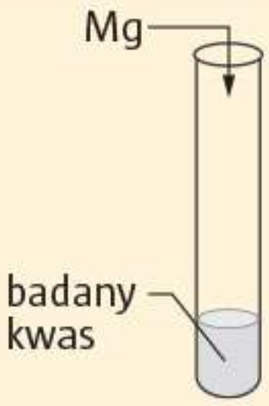
Ciekawostka

Znane są też kwasy, w których obecności barwa wskaźnika się nie zmienia lub zmienia się nieznacznie. Są to kwasy słabe lub nierozpuszczalne w wodzie. Należy do nich m.in. kwas węglowy. Na zdjęciu obok przedstawiono dwie zlewki. W pierwszej jest roztwór kwasu węglowego, a w drugiej – woda destylowana. Do obu zlewek dodano kilka kropli oranżu metylowego. W roztworze kwasu węglowego jego odcień jest ciemniejszy.



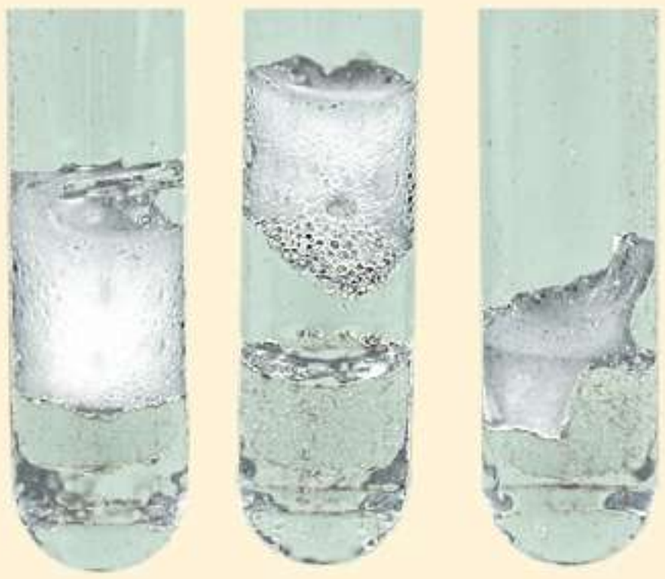
▶ Oranż metylowy w obecności H_2CO_3 i H_2O

Czy kwasy reagują z metalami?



Doświadczenie 6.3.2
Reakcja kwasów z magnezem

Do trzech probówek na wysokość około 1 cm wlej 10-procentowe roztwory kwasów: solnego, siarkowego(VI) i fosforowego(V). Następnie wrzuć kawałki (około 0,5 cm) wstążki magnezowej. Obserwuj zachodzące zmiany.



Obserwacje: We wszystkich probówkach widać pienienie, najintensywniej – w probówkach z kwasem solnym i kwasem siarkowym(VI). Probówki się nagrzewają – najbardziej te z kwasem solnym i kwasem siarkowym(VI).

Wnioski: Kwasy reagują z metalami, a podczas reakcji wydziela się gaz. Obserwowane reakcje to procesy egzotermiczne. Intensywność przebiegu reakcji zależy od rodzaju kwasu.

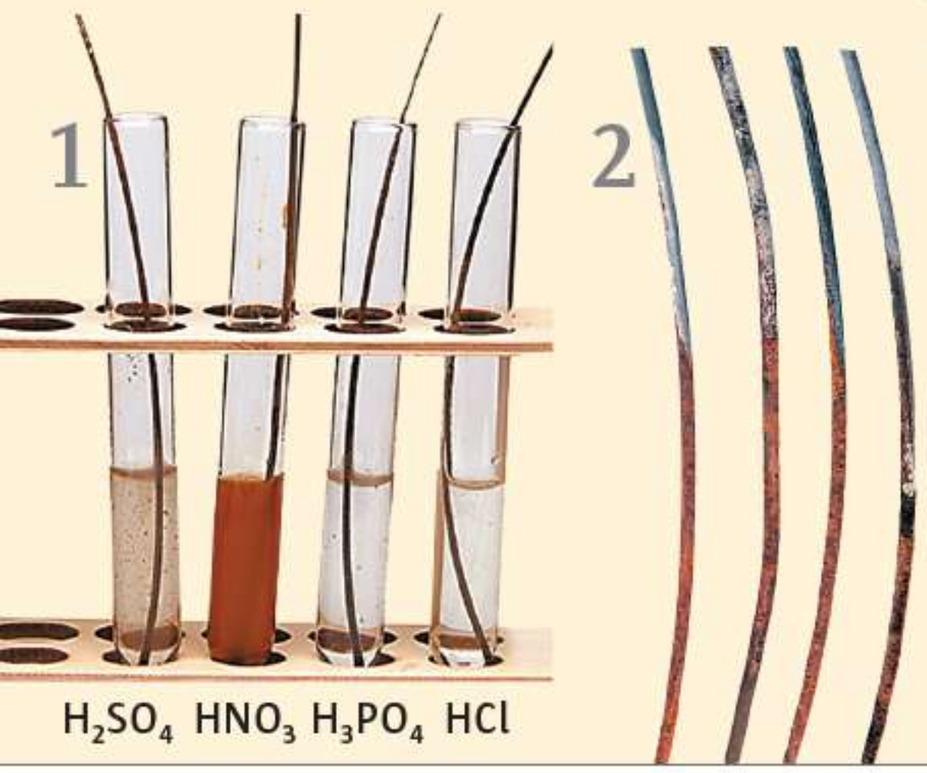
Kwasy użyte do doświadczenia różni szybkość reakcji z metalami. Kwasy nazywane **mocnymi** reagują gwałtowniej. Należą do nich m.in.: kwas solny, kwas siarkowy(VI) i kwas azotowy(V). Kwas fosforowy(V) jest kwasem o **średniej mocy**.

Czy kwasy reagują z tlenkami metali?



Doświadczenie 6.3.3
Usuwanie rdzy

Do probówek zawierających rozcieńczone roztwory kwasów: siarkowego(VI), azotowego(V), fosforowego(V) i solnego wkładamy stalowe druty pokryte rdzą (1). Po upływie 15 minut wyciągamy druty, umieszczamy je w takiej samej kolejności na bibule (2). Porównujemy ich wygląd.



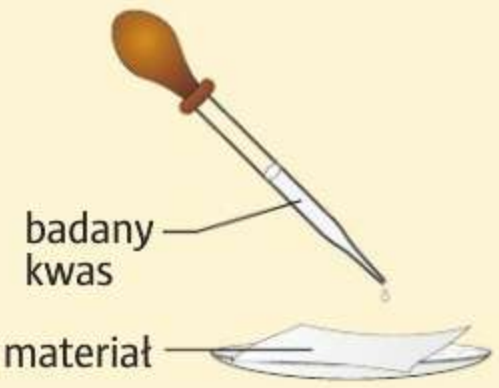
Obserwacje: Po zanurzeniu stalowych drutów pokrytych brunatnym nalotem rdzy osad znika. Widać metaliczny połysk charakterystyczny dla metali.

Wnioski: Kwasy: siarkowy(VI), azotowy(V), fosforowy(V) i solny roztwarzają rdzę, czyli związki żelaza.

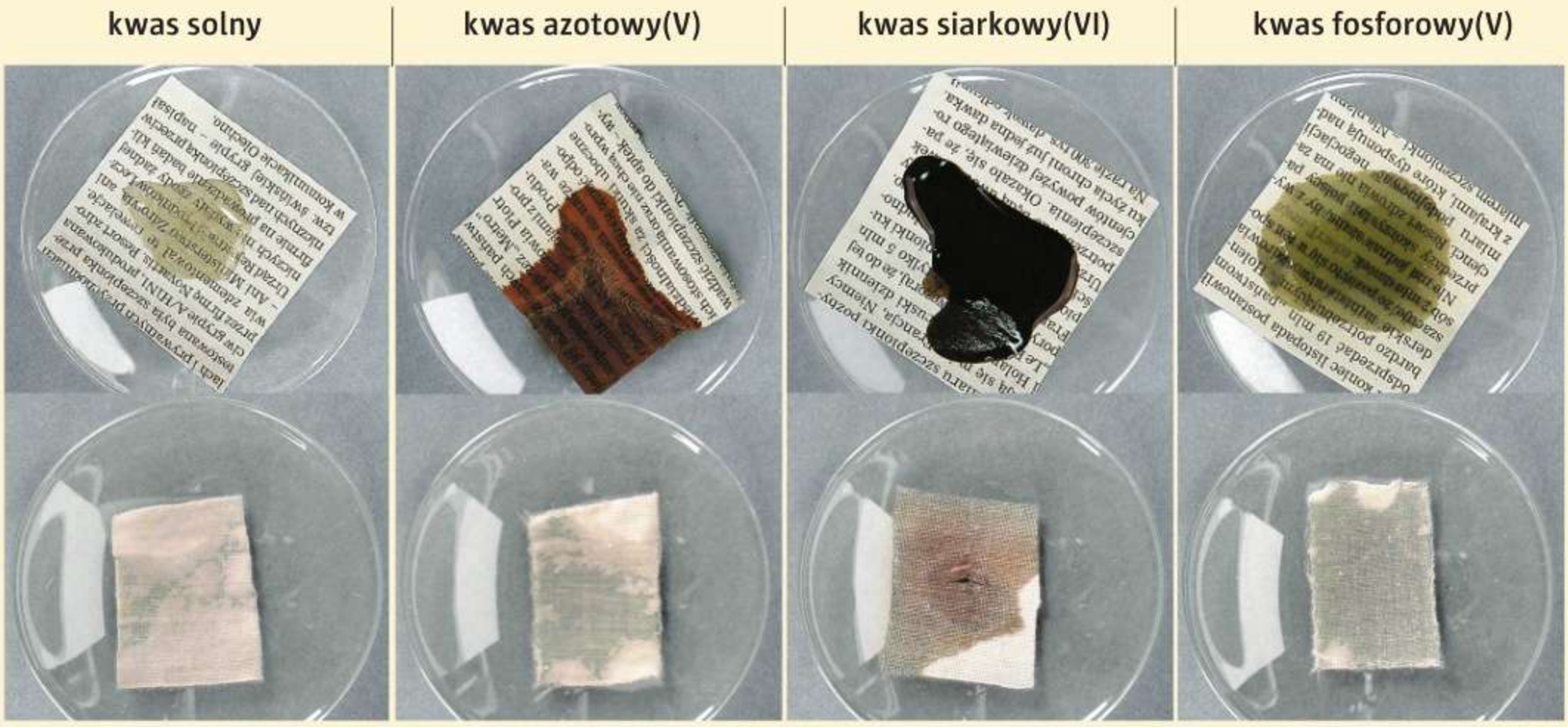
W czasie roztwarzania zachodzą równocześnie dwa procesy: chemiczny – reakcja chemiczna, i fizyczny – rozpuszczanie.

Czy praca z kwasami może być niebezpieczna?

Doświadczenie 6.3.4
Badanie właściwości stężonych kwasów



Przygotowujemy osiem szkiełek zegarkowych. Na czterech umieszczamy po kawałku papieru gazetowego, a na pozostałych – po kawałku bawełnianej tkaniny. Na wszystkie kawałki nanosimy po 5 kropli stężonych kwasów: solnego, azotowego(V), siarkowego(VI) i fosforowego(V). Po 15 minutach obserwujemy zmiany.



Obserwacje: Po naniesieniu stężonych kwasów na papier widać zmianę zabarwienia papieru na brunatne o różnej intensywności. Na tkaninie zmianę zabarwienia obserwujemy tylko po naniesieniu kwasu siarkowego(VI).

Wnioski: Stężony kwasy siarkowy(VI) ma silne właściwości żrące, uszkadza bawełnę i papier. Po upływie tego samego czasu pozostałe kwasy niszczą tylko papier, a na badanej tkaninie nie powodują większych zmian.

Uwaga! Praca ze stężonymi kwasami wymaga szczególnej ostrożności. Kontakt ze skórą powoduje poważne poparzenia i trudno gojące się rany. Nawet rozcieńczone roztwory niektórych kwasów uszkadzają materiał, z którym się stykają.



▲ Chlorowodór wydzielający się z roztworu barwi uniwersalny papierek wskaźnikowy na czerwono.

Co wyróżnia poszczególne kwasy?

● Kwas chlorowodorowy, HCl

Wodny roztwór chlorowodoru to kwas chlorowodorowy. Zwyczajowo nazywa się go **kwasem solnym** od jednej z metod jego otrzymywania (działanie stężonym kwasem siarkowym(VI) na sól kamienną).
Maksymalne stężenie kwasu solnego to około 37%. Wraz ze wzrostem temperatury rozpuszczalność chlorowodoru maleje i wydziela się on z roztworu. Stężony kwas solny jest bezbarwną dymiącą cieczą o nieprzyjemnym, drażniącym zapachu. Kwas solny należy do kwasów **mocnych**.

● Kwas siarkowodorowy, H_2S

Kwas siarkowodorowy to wodny roztwór siarkowodoru. Podobnie jak gazowy siarkowodór, ma on bardzo nieprzyjemny zapach zepsutych jaj i jest trujący. Jest kwasem słabym i nietrwałym. Siarkowodór ulatnia się z roztworu. Jego maksymalne stężenie nie przekracza 0,4%. Zmienia barwę wskaźników podobnie jak inne kwasy.

● Kwas węglowy, H_2CO_3

Kwas węglowy występuje tylko w postaci rozcieńczonego roztworu wodnego. Jest składnikiem wszystkich napojów gazowanych. To jeden z najsłabszych kwasów. Jest kwasem nietrwałym.
Powstaje w wyniku reakcji tlenku węgla(IV) z wodą i jednocześnie się rozkłada. Dlatego w zapisie jego otrzymywania stosujemy dwie strzałki skierowane w przeciwne strony:

$$CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3$$

Mimo dobrej rozpuszczalności tlenku węgla(IV) w wodzie maksymalne stężenie procentowe kwasu węglowego, jakie można uzyskać w temperaturze 20°C, wynosi około 0,002%. Wynika to stąd, że tylko niewielka liczba cząsteczek CO_2 reaguje z wodą.

● Kwas siarkowy(IV), H_2SO_3

Kwas siarkowy(IV) występuje jedynie w postaci roztworu wodnego o niewielkim stężeniu. Jest kwasem stosunkowo słabym i nietrwałym. Powstaje on w reakcji tlenku siarki(IV) z wodą:

$$SO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2SO_3$$

Ten kwas niszczy rośliny. Ma właściwości wybielające, bakteriobójcze i grzybobójcze. Jest niebezpieczny dla wszystkich organizmów.

Kwas siarkowy(VI), H_2SO_4

Kwas siarkowy(VI) jest bezbarwną, oleistą cieczą. To kwas mocny. Stężenie procentowe kwasu siarkowego(VI) używanego w laboratoriach ma najczęściej wartość około 98%. Jego gęstość wynosi w przybliżeniu 1,8 g/cm^3 i jest prawie dwukrotnie większa od gęstości wody. Dlatego jego rozcieńczanie wymaga szczególnej ostrożności.

Rozcieńczanie H_2SO_4

Uwaga! Podczas rozcieńczania niektórych stężonych kwasów, np. kwasu siarkowego(VI), temperatura gwałtownie rośnie nawet do 100°C. Krople wody wlewanej do stężonego kwasu siarkowego(VI) zaczynają wrzeć na jego powierzchni, co może skutkować niebezpiecznym rozpryskiwaniem się kwasu.

TAK



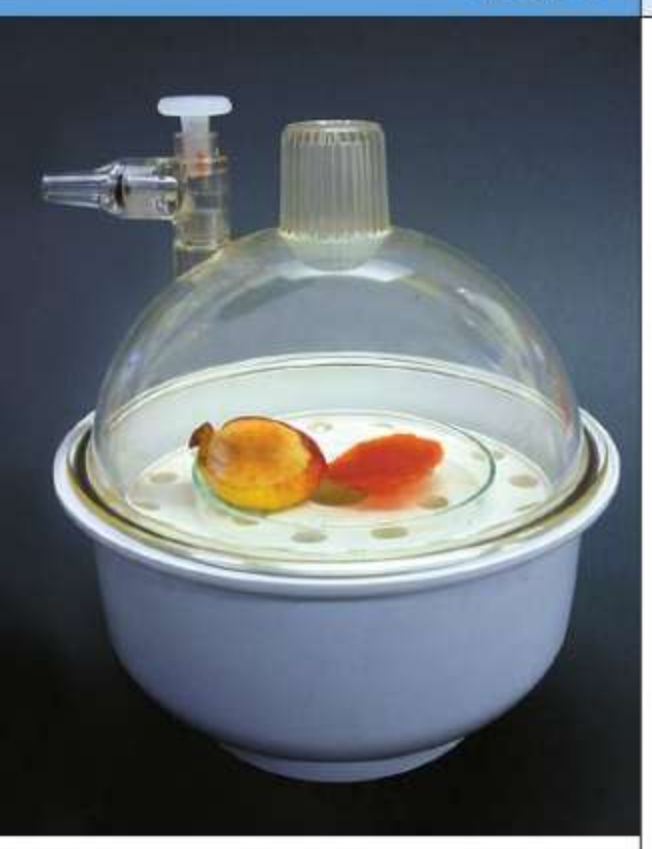
Aby tego uniknąć,
kwas należy wlewać do wody, nigdy odwrotnie!

NIE









▲ Kwas siarkowy(VI) pochłania wodę zawartą w warzywach i owocach.

Stężony kwas siarkowy(VI) ma właściwości **higroskopijne**. Oznacza to, że pochłania parę wodną zawartą w powietrzu i pozbawia substancje wody – dlatego używa się go do osuszania np. gazów i innych preparatów chemicznych.



▲ Stężony kwas siarkowy(VI) ma silne właściwości żrące, niszczy tkaniny, papier, powoduje zwęglanie substancji organicznych, np. cukru.

● Kwas azotowy(V), HNO_3

Stężony **kwas azotowy(V)** jest bezbarwną cieczą. Ten kwas przechowuje się w butelkach z ciemnego szkła, ponieważ rozkłada się on pod wpływem światła. Tlenki azotu powstające w czasie rozkładu nadają mu barwę od żółtej aż do czerwonożółtej. Jest kwasem mocnym. Stężenie procentowe kwasu używanego w laboratoriach wynosi około 68%, a gęstość jest równa 1,41 g/cm^3.

Kwas azotowy(V) powoduje powstawanie żółtego zabarwienia na substancjach białkowych. Reakcję tę, zwaną **reakcją ksantoproteinową**, można wykorzystać do wykrywania obecności białka w różnych produktach.



▲ Białko pod wpływem kwasu azotowego(V) żółknie.

Kwas fosforowy(V), H_3PO_4

Kwas fosforowy(V) jest ciałem stałym, które ma postać bezbarwnych kryształów. Bardzo dobrze rozpuszcza się w wodzie. Jest silnie higroskopijny.

Handlowy kwas fosforowy(V) jest 85–90-procentowym bezbarwnym, gęstym roztworem. Bardzo dobrze miesza się z wodą. To kwas o średniej mocy – słabszy od kwasu siarkowego(VI), azotowego(V) i solnego, ale mocniejszy od pozostałych poznanych kwasów. W niewielkich ilościach wchodzi w skład napojów typu cola.

Podsumowanie

1. Większość kwasów roztwarza niektóre metale i ich tlenki.
2. **Kwasy mocne** to kwasy: siarkowy(VI), azotowy(V), solny.
3. Kwas fosforowy(V) jest kwasem o **średniej mocy**.
4. Kwasy: siarkowodorowy, węglowy i siarkowy(IV), to **kwasy słabe i nietrwałe**.
5. Stężone kwasy: siarkowy(VI), azotowy(V), solny i – w mniejszym stopniu – fosforowy(V), mają **właściwości żrące**.
6. **Substancje higroskopijne** pochłaniają wodę z ich otoczenia.
7. **Stężony kwas siarkowy(VI)** jest higroskopijny i powoduje zwęglenie substancji organicznych.
8. **Kwas azotowy(V)** powoduje żółte zabarwienie substancji białkowych.

Sprawdź, czy wiesz i rozumiesz

1. Którego wskaźnika użyjesz do wykrywania kwasów? Uzasadnij wybór.
2. Jakie mogą być skutki nieostrożnej pracy ze stężonymi roztworami kwasów?
3. Który z poznanych kwasów jest substancją stałą i higroskopijną?
4. Oblicz stężenie procentowe kwasu solnego otrzymanego w wyniku rozpuszczenia 5 g chlorowodoru w 250 g wody. Rozpuszczalność chlorowodoru w temperaturze 20°C wynosi 72 g na 100 g wody. Czy otrzymany kwas można nazwać stężonym?

Dowiedz się więcej

W dostępnych źródłach poszukaj informacji na temat:

a) wody królewskiej, jej składu i właściwości,

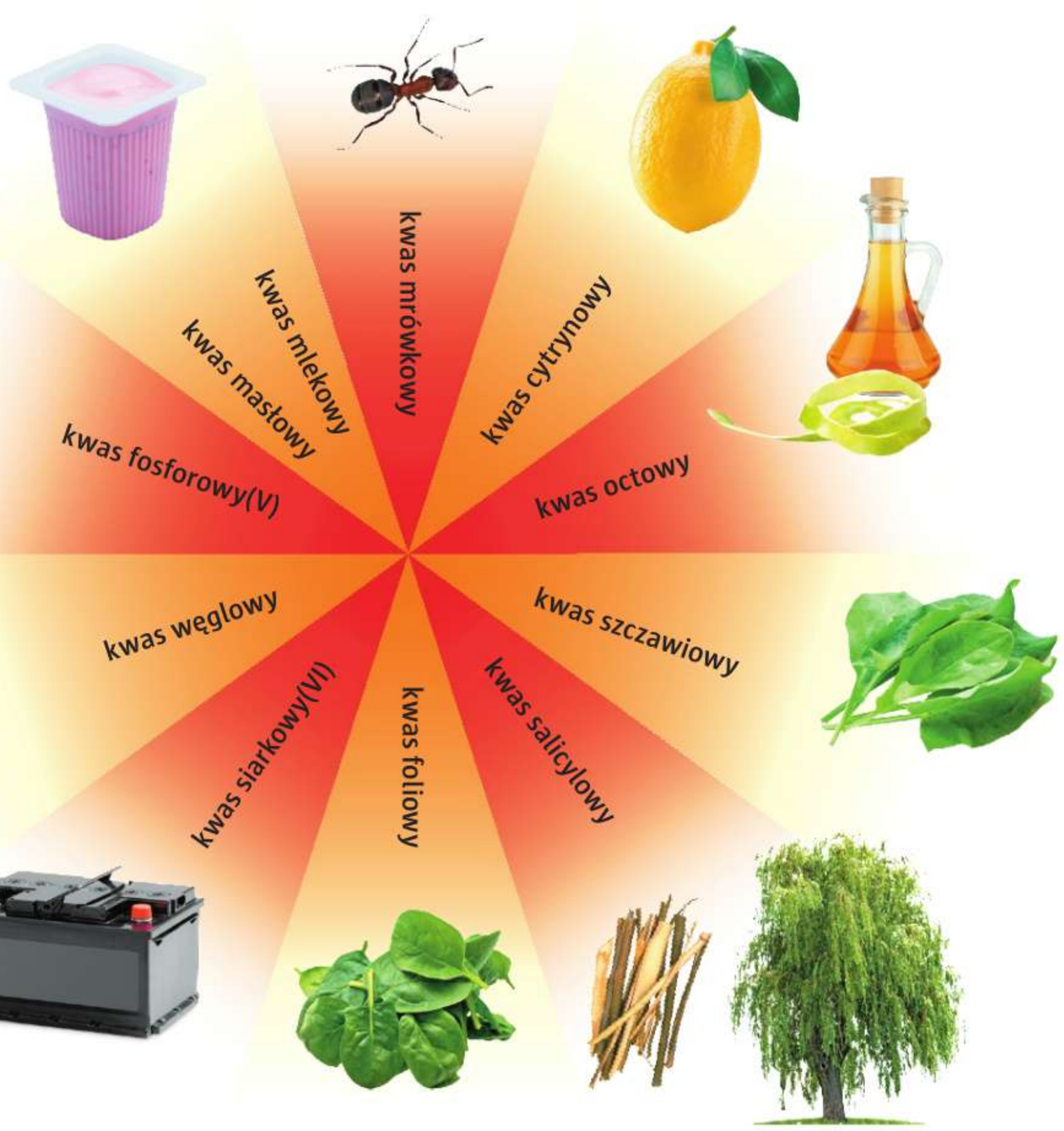
b) specyficznych właściwości kwasu fluorowodorowego.

6.4 Kwasy wokół nas

Z kwasami spotykasz się na co dzień, chociaż nie zdajesz sobie z tego sprawy. Obecne są one w owocach, jarzynach, napojach, środkach czystości. Kwasy są niezbędne m.in. do produkcji lekarstw, tworzyw sztucznych.

Z jakimi kwasami stykasz się na co dzień?

Kwasy są obecne w roślinach, owocach, warzywach, produktach przemysłu m.in. spożywczego. Za pomocą octu (roztworu kwasu octowego) usuniesz kamień z czajnika i żelazka. Prawie w każdym samochodzie akumulator jest wypełniony roztworem kwasu siarkowego(VI).



W których gałęziach przemysłu są wykorzystywane kwasy?

Kwasy są ważnymi surowcami w różnych dziedzinach gospodarki.

PRZEMYSŁ FARMACEUTYCZNY

KWAS SOLNY
produkcja leków na niestrawność, niedokwasotę

KWAS AZOTOWY(V)
produkcja nitrogliceryny – leku przeciwzawałowego

KWAS FOLIOWY (WITAMINA B_9)
reguluje wzrost i funkcjonowanie wszystkich komórek, potrzebny od poczęcia do późnej starości, chroni przed nowotworami

KWAS ACETYLOSALICYLOWY
główny składnik aspiryny o działaniu przeciwzapalnym

KWAS SALICYLOWY
produkcja maści zwalczających infekcje skórne

KWAS HIALURONOWY
przyspiesza proces gojenia się tkanek

KWAS SIARKOWODOROWY
kąpiele siarczkowe w uzdrowiskach stosowane m.in. w chorobach zwyrodnieniowych stawów, chorobach skórnych

KWAS WĘGLOWY
kąpiele kwasowęglowe, stosowane m.in. przy nadciśnieniu



PRZEMYSŁ SPOŻYWCZY

KWAS JABŁKOWY
regulator kwasowości, zapobiega brunatnieniu owoców

KWAS WĘGLOWY
produkcja napojów gazowanych

KWAS OCTOWY
produkcja octu spirytusowego i octu winnego, dodatek do potraw

KWAS CYTRYNOWY
regulator kwasowości

KWAS MLEKOWY
produkcja jogurtów i przetworów mlecznych

KWAS SIARKOWY(IV)
dezynfekcja pomieszczeń, beczek na wino i kiszonki

KWAS FOSFOROWY(V)
składnik napojów typu cola, regulator kwasowości

KWAS MASŁOWY
produkcja włoskiego sera – parmezanu





PRZEMYSŁ TWORZYW SZTUCZNYCH



KWAS SIARKOWY(VI)
produkcja barwników, tworzyw sztucznych

KWAS AZOTOWY(V)
produkcja barwników, tworzyw sztucznych

KWAS SOLNY
produkcja tworzyw i włókien sztucznych

KWAS OCTOWY
produkcja sztucznego jedwabiu

PRZEMYSŁ CHEMII GOSPODARCZEJ



KWAS SIARKOWY(VI)
produkcja środków piorących

KWAS FOSFOROWY(V)
produkcja środków piorących oraz preparatów usuwających kamień

KWAS OCTOWY
jako ocet do usuwania kamienia w łazience, do mycia okien

KWAS CYTRYNOWY
jako środek myjący w preparatach czyszczących

PRZEMYSŁ NAWOZÓW SZTUCZNYCH



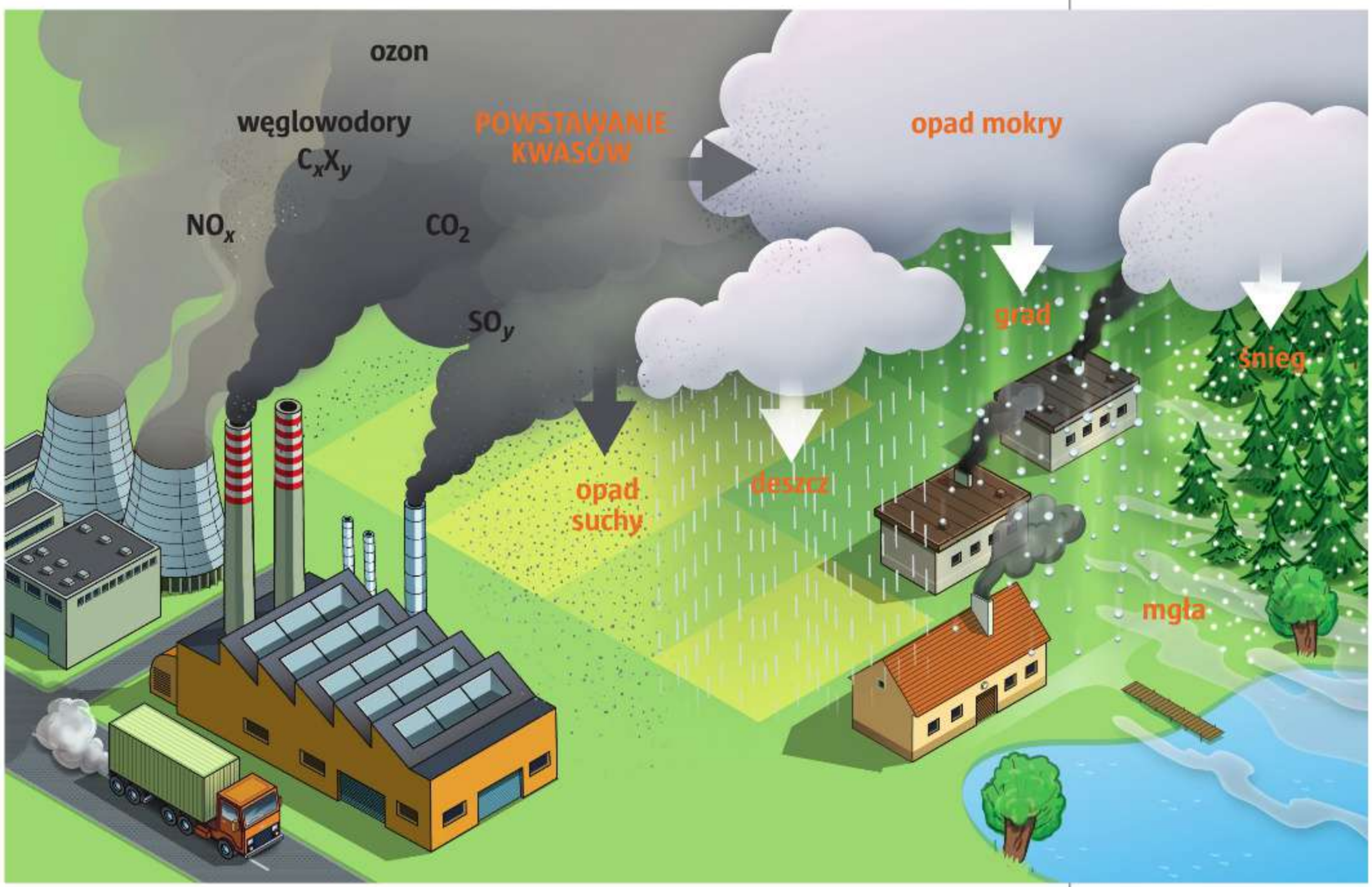
KWAS AZOTOWY(V)
produkcja nawozów mineralnych zwanych saletrami

KWAS SIARKOWY(VI)
produkcja nawozów mineralnych zwanych sztucznymi

Jak powstają kwaśne opady?

Opady atmosferyczne towarzyszą nam o każdej porze roku. Są związane ze skraplaniem pary wodnej znajdującej się w powietrzu. Mogą to być opady deszczu, śniegu czy gradu. Para wodna osadza się również na powierzchni ziemi w postaci np. rosy, szadzi i gołoledzi. Niestety – opady atmosferyczne często, oprócz pary wodnej, zawierają niewidoczne gołym okiem zanieczyszczenia powietrza.

Powstawanie kwaśnych opadów wiąże się z zanieczyszczeniem powietrza tlenkami siarki oraz tlenkami azotu. Łączą się one bezpośrednio lub pośrednio z zawartą w powietrzu parą wodną i w ten sposób tworzą się kwasy. Te, w postaci opadów – deszczu, śniegu, gradu, mgły – czyli tzw. **opadów mokrych**, spadają na powierzchnię ziemi, organizmy, budowle. Mogą również docierać na ziemię z innymi pylistymi



▲ Powstawanie kwaśnych opadów

zanieczyszczeniami powietrza w postaci **opadów suchych**. Wchłaniane są wtedy przez wilgotną glebę, zbiorniki wodne, bezpośrednio i pośrednio przez organizmy, które korzystają z wody. Opady suche występują w pobliżu źródeł emisji zanieczyszczeń, natomiast opady mokre przemieszczają się nawet setki kilometrów. Kwaśne opady na obszarach silnie uprzemysłowionych mogą zawierać także chlorowodór lub siarkowodór, które w połączeniu z wodą tworzą kwasy.

Jakie są źródła emisji tlenków siarki i tlenków azotu?

Siarka w postaci rozmaitych związków jest obecna w większości organizmów. Zawierają ją również paliwa kopalne: węgiel (nawet do 14%), ropa naftowa i gaz ziemny (około 1%). Podczas ich spalania tworzą się tlenki siarki, przede wszystkim tlenek siarki(IV) SO_2. Powstaje on również w procesach naturalnych, np. w czasie wybuchów wulkanów oraz – pośrednio – w procesach gnilnych substancji organicznych. Głównymi źródłami emisji tlenków siarki są:

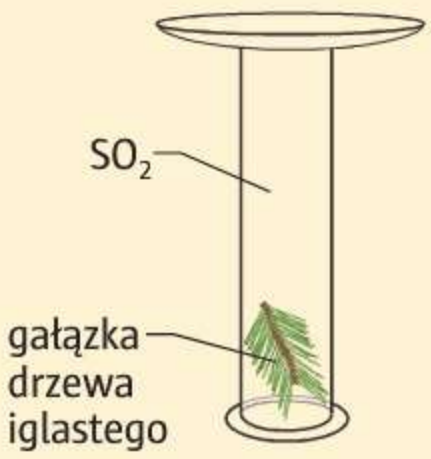
- energetyka,
- rafinerie i przemysł,
- gospodarstwa domowe,
- transport.

Azot występuje w powietrzu oraz w niewielkich ilościach, w postaci związków chemicznych, w paliwach kopalnych. Tlenki azotu powstają w warunkach naturalnych w czasie wyładowań atmosferycznych, ale przede wszystkim w czasie wysokotemperaturowego spalania paliw. Tworzy się wtedy toksyczny, bezbarwny i pozbawiony zapachu tlenek azotu(II) oraz żółtobrunatny, mający duszącą woń tlenek azotu(IV). Głównymi źródłami emisji tlenków azotu są:

- transport,
- energetyka,
- rafinerie i przemysł,
- gospodarstwa domowe.

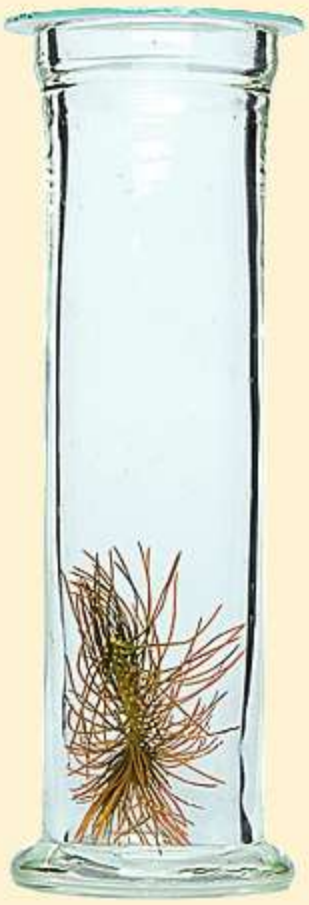
Jaki wpływ na środowisko i otoczenie mają kwaśne opady?

Kwaśne opady stwarzają zagrożenie dla ludzkiego zdrowia, a nawet dla życia. Szczególnie niebezpieczny jest tzw. **kwaśny smog**. Powstaje on, gdy jest mgła i występuje duże stężenie zanieczyszczeń powietrza pyłami, tlenkami siarki i węgla. Ten rodzaj smogu jest niebezpieczny zwłaszcza dla małych dzieci, ludzi starszych i osób z chorobami układu oddechowego. O skutkach omawianego zjawiska wspomniano już w pierwszej części podręcznika w temacie 4.6.



Doświadczenie 6.4.1
Wpływ tlenku siarki(IV) na rośliny

Do cylindra, w którym wcześniej spalono siarkę, wkładamy gałązkę drzewa iglastego i nakrywamy naczynie szkiełkiem. Obserwujemy zachodzące zmiany i porównujemy z materiałem pozostawionym na powietrzu.





przed



po

Obserwacja: W atmosferze tlenku siarki(IV) igły brunatnieją i tracą barwę.

Wnioski: Tlenek siarki(IV) niszczy chlorofil i barwniki zawarte w zielonych częściach roślin. Te zmiany są nieodwracalne.

Zarówno opady suche, jak i mokre uszkadzają liście i igły drzew, czego efektem jest ich wysuszenie, odbarwienie, w konsekwencji – opadanie. Z powodu zakwaszenia gleby zamierają też korzenie roślin. Substancje odżywcze potrzebne roślinom są rozpuszczane przez kwaśne opady i wymywane z gleby. Skutkuje to spowolnionym wzrostem i szybkim obumieraniem roślin.
Kwaśne opady są też szkodliwe dla budynków, ponieważ powodują rozkład wapienia, podstawowego składnika materiałów budowlanych, przyspieszają również korozję stalowych konstrukcji.

Ciekawostka

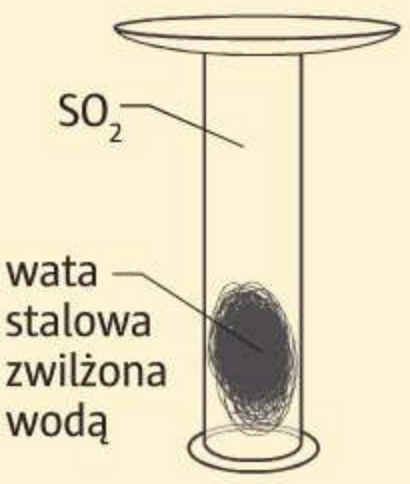
Kwaśne opady powodują zakwaszenie gleby i zbiorników wodnych. Z tego powodu do wody pitnej dostają się substancje szkodliwe (związki ołowiu, miedzi, cynku, glinu), które są wypłukiwane przez zakwaszoną wodę z gleby oraz instalacji wodociągowych. Zbyt duże stężenie tych substancji jest niebezpieczne dla zdrowia, np. nadmiar glinu prowadzi do zaburzeń pamięci i równowagi. Badania wskazują, że kumulacja glinu może mieć wpływ na powstawanie chorób Alzheimera oraz Parkinsona. U ryb nadmiar tego pierwiastka gromadzi się w skrzelach, utrudnia im oddychanie i może prowadzić do wyginięcia niektórych gatunków.



Doświadczenie 6.4.2

Zmiany na powierzchni waty stalowej pod wpływem tlenku siarki(IV)

Do cylindra, w którym wcześniej spalono siarkę, wkładamy zwilżoną watę stalową i nakrywamy naczynie szkiełkiem. Po upływie 48 godzin wyciągamy próbkę i porównujemy z watą stalową pozostawioną na powietrzu.





przed



po

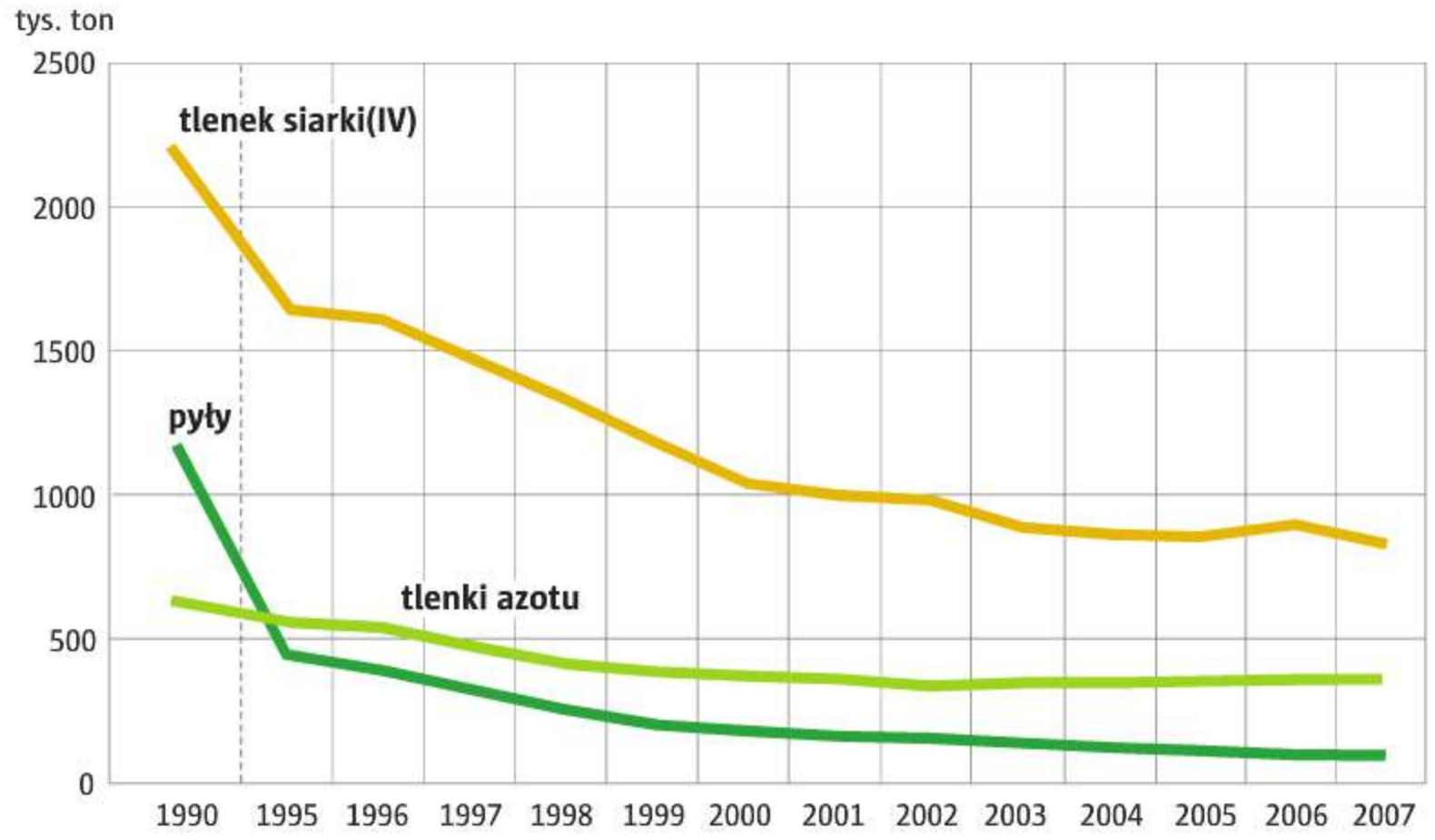


Obserwacje: Wata stalowa w cylindrze z tlenkiem siarki(IV) czernieje, a następnie pokrywa się brunatnym nalotem. W tym samym czasie na powierzchni waty pozostawionej na powietrzu nie zachodzą żadne zmiany.

Wniosek: Obecność tlenku siarki(IV) istotnie wpływa na proces korozji: bardzo go przyspiesza.

Co zrobiono, aby zmniejszyć przyczyny kwaśnych opadów, i jakie przyniosło to skutki?

Kwaśne opady są problemem ogólnoświatowym. Regulacje prawne (ograniczenia i limity emisji zanieczyszczeń dla poszczególnych państw, nakładanie kar) zaowocowały w latach 1990–2007 na terenie Unii Europejskiej znacznym obniżeniem ilości zarówno tlenku siarki(IV) emitowanego do atmosfery, jak i tlenków azotu.



▶ Emisja zanieczyszczeń powietrza z zakładów szczególnie uciążliwych w latach 1990–2007 na terenie Polski

Oto niektóre z przedsięwzięć poczynionych w tym zakresie:

- zakładanie odpowiednich filtrów na kominach;
- stosowanie kar finansowych dla największych trucicieli;
- wyposażanie silników samochodów osobowych i ciężarowych w katalizatory zmieniające skład emitowanych spalin;
- wprowadzanie alternatywnych źródeł energii (elektrownie wiatrowe, kolektory słoneczne itp.);
- finansowanie inwestycji proekologicznych, np. nowych technologii przemysłowych przyjaznych dla środowiska;
- prowadzenie działalności zwiększającej świadomość społeczną.

Efektem tych działań jest zmniejszenie emisji zanieczyszczeń. Wykres dotyczący okresu wzmożonych działań na rzecz zapobiegania kwaśnym opadom jest ilustracją tego korzystnego zjawiska.



Ciekawostka

Na podstawie danych statystycznych można wnioskować, że w Europie w roku 2008 najwięcej uszkodzonych drzew było u naszych sąsiadów w Czechach (blisko 60%), w Polsce – około 20%, a najmniej, bo niecałe 10%, w Danii, Irlandii, potem w Estonii i na Ukrainie.

◀ Las zniszczony przez kwaśne opady

Ciekawostka

Ogrodzenie placu wokół kościoła Świętych Apostołów Piotra i Pawła z rzeźbami dwunastu apostołów na ul. Grodzkiej w Krakowie zaprojektował Kacper Bażanka, a w roku 1722 wykonał z wapienia pińczowskiego Dawid Heel. Dziś, na miejscu XVIII-wiecznych, bardzo zniszczonych oryginałów, znajdują się ich współczesne kopie (także z wapienia pińczowskiego). Wymianę wymusiły kwaśne opady, wymywające twarze rzeźb.





Podsumowanie

1. Kwasy są powszechnie obecne w naszym otoczeniu i odgrywają istotną rolę w przemyśle, technice, medycynie. Stanowią składnik żywności.
2. **Kwas siarkowy(VI)** wykorzystuje się do produkcji tworzyw sztucznych i lekarstw.
3. Składnikiem napojów gazowanych jest **kwas węglowy**, a napojów typu cola – **kwas fosforowy(V)**.
4. **Kwaśne opady** powstają w wyniku emisji do atmosfery tlenków siarki i tlenków azotu.
5. Kwaśne opady są niebezpieczne dla wszystkich organizmów, powodują niszczenie budowli i przyspieszają proces korozji konstrukcji stalowych.
6. Przedsięwzięcia organizacji międzynarodowych, w tym – Unii Europejskiej, przeciwdziałające kwaśnym opadom przyniosły w Europie istotne rezultaty.

Sprawdź, czy wiesz i rozumiesz

1. Który z poznanych kwasów twoim zdaniem ma najwięcej praktycznych zastosowań? Uzasadnij.
2. Sformułuj cztery zagadki dotyczące występowania kwasów w twoim najbliższym otoczeniu.
3. Oblicz stężenie procentowe kwasu węglowego i kwasu fosforowego(V) zawartego w wybranym napoju typu cola. Potrzebne dane do obliczeń znajdziesz na etykiecie. Zastosuj przybliżenia, np. przyjmij, że gęstość napoju jest równa gęstości wody.

Dowiedz się więcej

W dostępnych źródłach poszukaj informacji na temat:

a) roli kwasu foliowego w organizmie człowieka,

b) hodowli sztucznych pereł,

c) skali porostowej,

d) zasady zrównoważonego rozwoju.

6.5 Zasady – wodne roztwory wodorotlenków

Z pewnością w twoim domu znajdziesz preparat, który służy do udrażniania zatkanych rur. Jego głównym składnikiem jest wodorotlenek sodu – przedstawiciel grupy związków wywodzących się od metali.

Jak są zbudowane wodorotlenki?

Wodorotlenki to substancje stałe o wzorze ogólnym:

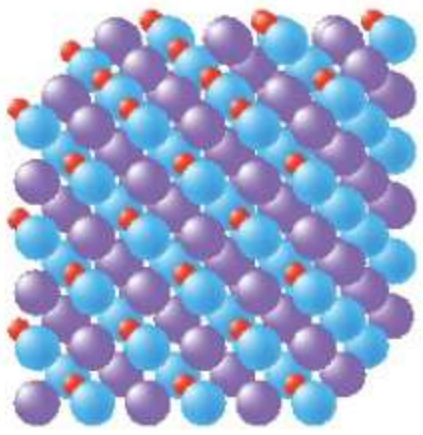
$$M^{m+}(OH^-)_m$$

M^{m+} – kation metalu o ładunku $m+$

m – liczba anionów wodorotlenkowych

Liczba anionów wodorotlenkowych jest równa wartościowości metalu. Wodorotlenki mają budowę jonową. Ich **sieć krystaliczną** budują kationy metali i aniony wodorotlenkowe. Aniony wodorotlenkowe mają ładunek jednoujemny, a dodatni ładunek kationów jest równy liczbie grup wodorotlenkowych. Te jony przyciągają się siłami elektrostatycznymi, dzięki temu tworzą sieć krystaliczną. Wodorotlenki nie tworzą więc cząsteczek. **$M(OH)_m$** to wzór uproszczony.

▼ Sieć krystaliczna wodorotlenku sodu



kation sodu

anion wodorotlenkowy

Uwaga!
Wzory, w których występują nawiasy, odczytujemy następująco: $Mg(OH)_2$ – „Mg OH dwa razy wzięte”.

Jak tworzy się nazwy wodorotlenków?

Nazwy wodorotlenków powstają przez dodanie do wyrazu *wodorotlenek* nazwy odpowiedniego metalu. Jeśli dany metal tworzy więcej niż jeden wodorotlenek, to w nazwie podajemy informację o wartościowości metalu.

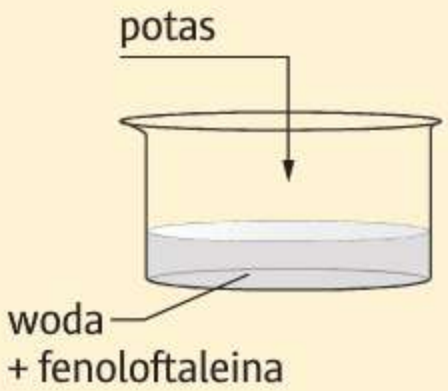
Nazwa metalu	Wartościowość metalu	Wzór sumaryczny wodorotlenku	Nazwa wodorotlenku
sód	I	$NaOH$	wodorotlenek sodu
potas	I	KOH	wodorotlenek potasu
wapń	II	$Ca(OH)_2$	wodorotlenek wapnia
miedź	II	$Cu(OH)_2$	wodorotlenek miedzi(II)
żelazo	II	$Fe(OH)_2$	wodorotlenek żelaza(II)
	III	$Fe(OH)_3$	wodorotlenek żelaza(III)

Jak otrzymuje się wodorotlenki?

Doświadczenie 6.5.1

Otrzymywanie wodnego roztworu wodorotlenku potasu w obecności fenoloftaleiny

Do krystalizatora wlewamy wodę. Dodajemy 2 krople roztworu fenoloftaleiny. Ostrożnie wrzucamy wyjęty z nafty i osuszony bibułą kawałek potasu wielkości ziarna ryżu. Obserwujemy zachodzące zmiany.



Obserwacje: Po wrzuceniu potasu do wody wydziela się gaz, który ulega samozapłonowi. Fenoloftaleina barwi się na kolor malinowy.



Wnioski: Potas gwałtownie reaguje z wodą. Powstającym gazem palnym jest wodór. Barwa fenoloftaleiny świadczy o tworzeniu się zasady. Reakcja chemiczna przebiega zgodnie z równaniem:

$$2\ K + 2\ H_2O \longrightarrow 2\ KOH + H_2\uparrow$$

Wodne roztwory wodorotlenków – **zasady** – otrzymuje się w wyniku reakcji aktywnych chemicznie metali z wodą.

aktywny metal + woda → wodorotlenek + wodór

W taki sposób przebiegają reakcje chemiczne pierwiastków pierwszej i drugiej grupy – litowców i berylowców (z wyjątkiem berylu) z wodą. Ilustrują je poniższe równania:

$$2\ Na + 2\ H_2O \longrightarrow 2\ NaOH + H_2\uparrow$$

$$Mg + 2\ H_2O \xrightarrow{temp.} Mg(OH)_2 + H_2\uparrow$$

$$Ca + 2\ H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2 + H_2\uparrow$$

Strzałka, której grot jest skierowany do góry, zapisana obok wzoru cząsteczki wodoru, oznacza w zapisie równania reakcji wydzielanie gazu. Szybkość tych reakcji rośnie w grupie litowców i berylowców wraz ze wzrostem liczby atomowej.

Zasady otrzymuje się również w reakcjach tlenków aktywnych metali z wodą:

tlenek aktywnego metalu + woda → wodorotlenek

$$Na_2O + H_2O \longrightarrow 2\ NaOH$$

$$K_2O + H_2O \longrightarrow 2\ KOH$$

$$MgO + H_2O \longrightarrow Mg(OH)_2$$

W ten sposób otrzymuje się zasady pochodzące od metali pierwszej i drugiej grupy (z wyjątkiem berylu).

Grupa 1		Grupa 2
Li	wzrost aktywności	Be
Na		Mg
K		Ca
Rb		Sr
Cs		Ba

Tlenki metali, tworzące z wodą zasady, nazywamy **tlenkami zasadowymi**.

Zasady sodowa i potasowa są **roztworami właściwymi**, a zasady magnezowa i wapniowa to **zawiesiny**. Po odparowaniu wody otrzymujemy odpowiednie wodorotlenki w postaci stałej.

woda wapienna



roztwór właściwy
używany w laboratoriach do wykrywania tlenku węgla(IV)

mleko wapienne



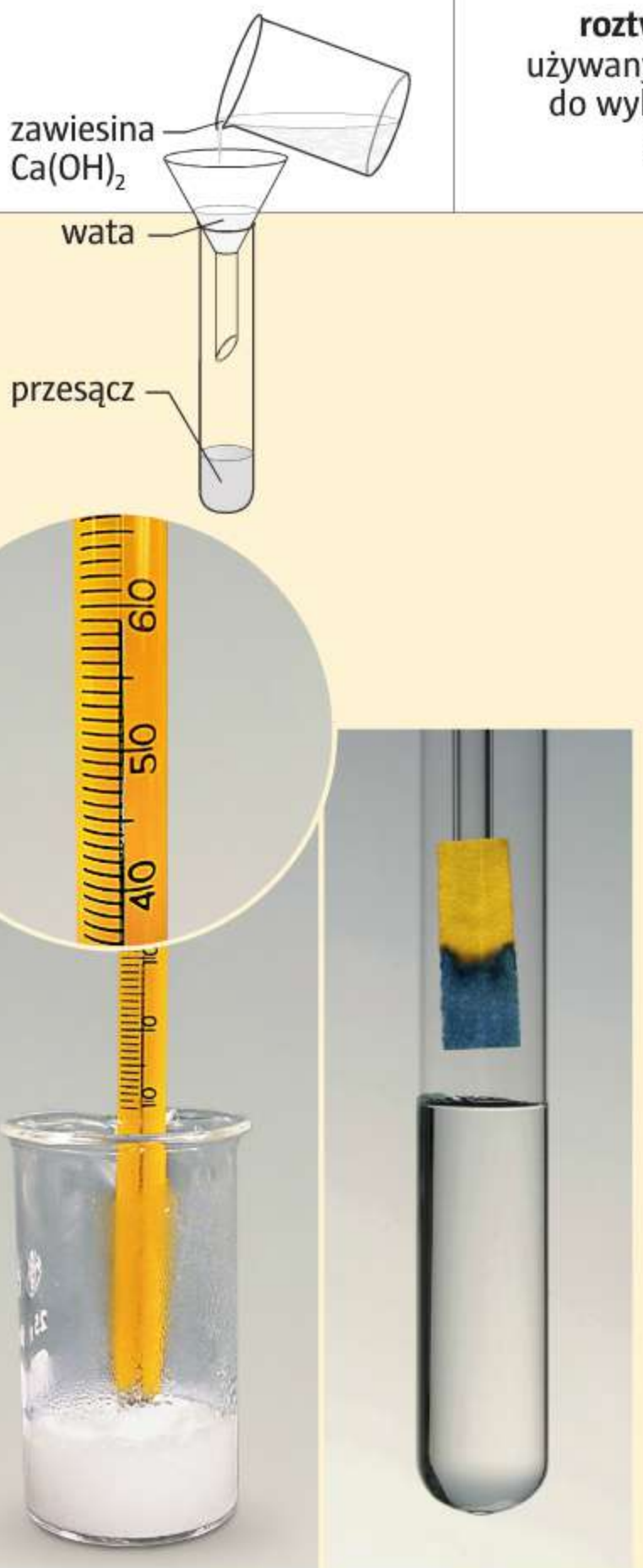
zawiesina
ma właściwości bakteriobójcze, do bielenia drzewek oraz ścian

ciasto wapienne



koloid
plastyczna białoszara masa, składnik zaprawy murarskiej

► Mieszanina wodorotlenku wapnia i wody



Doświadczenie 6.5.2

Otrzymywanie wodnego roztworu wodorotlenku wapnia

Do zlewki wsypujemy ok. 3 g świeżo wyprażonego tlenku wapnia. Wlewamy ok. 5 cm^3 wody o temperaturze ok. 25°C. Całość ostrożnie mieszamy pręcikiem. Odczytujemy ze wskazań termometru temperaturę otrzymanej mieszaniny. Następnie dolewamy wody i przesączamy. Sprawdzamy zabarwienie uniwersalnego papierka wskaźnikowego w otrzymanym przesączu.

Obserwacje: Po dolaniu wody do tlenku wapnia powstaje biała zawiesina. Zlewka, w której znajduje się mieszanina, staje się gorąca. Po przesączeniu zawiesiny otrzymujemy bezbarwny i klarowny roztwór. Uniwersalny papierek wskaźnikowy po zanurzeniu w roztworze zmienia zabarwienie na niebieskie.

Wnioski: Tlenek wapnia reaguje z wodą. Jest to proces egzotermiczny. Zmiana zabarwienia uniwersalnego papierka wskaźnikowego świadczy o powstaniu zasady. Reakcja tlenku wapnia z wodą przebiega zgodnie z równaniem reakcji:

$$CaO + H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2$$

Produktem reakcji jest zasada wapniowa, czyli wodny roztwór wodorotlenku wapnia.

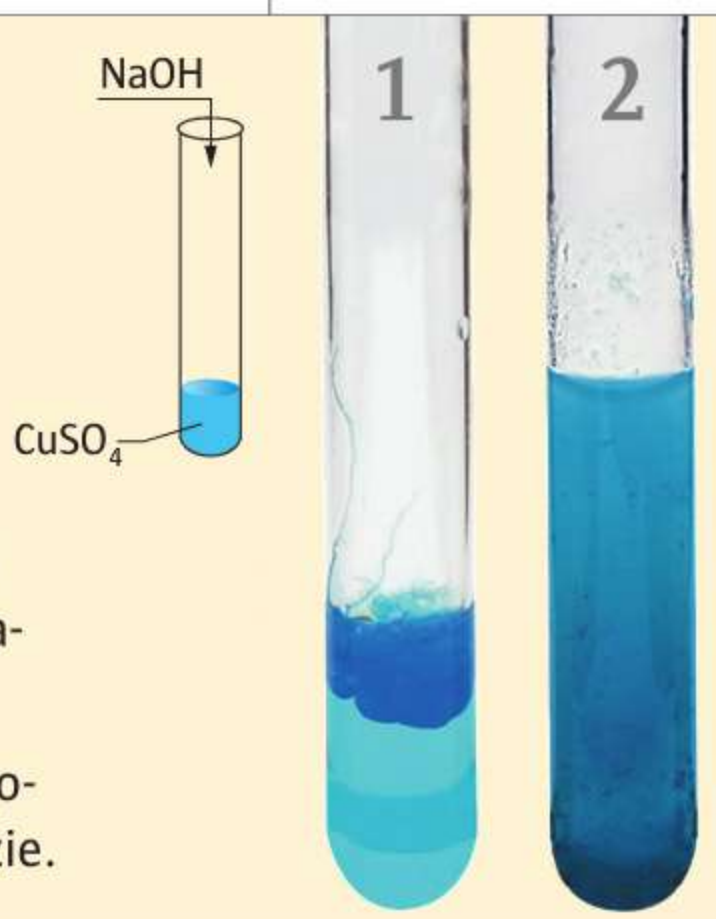
Czy wodorotlenki wszystkich metali mają zdolność tworzenia zasad?

Wodorotlenki są związkami chemicznymi metali, których w układzie okresowym jest około 5 razy więcej niż niemetali. Tylko niewielka liczba wodorotlenków dobrze rozpuszcza się w wodzie i tworzy zasady.

Wodorotlenki nierozpuszczalne w wodzie można otrzymać w innych reakcjach. Informacje – w postaci tabeli – na temat rozpuszczalności niektórych związków chemicznych znajdziesz na stronie 265.

Doświadczenie 6.5.3
Otrzymywanie wodorotlenku miedzi(II)

Do probówki (do 1/4 jej wysokości) wlej wodny roztwór siarczanu(VI) miedzi(II). Następnie dodawaj kroplami zasadę sodową, aż do zaobserwowania istotnych zmian (1). Sprawdź poprzez dolewanie wody rozpuszczalność produktu reakcji (2).



Obserwacje: Po dodaniu zasady sodowej do wodnego roztworu siarczanu(VI) miedzi(II) powstała niebieska zawiesina. A po dodaniu wody do tej zawiesiny nie obserwuje się zmian.

Wnioski: W reakcji zasady sodowej z siarczanem(VI) miedzi(II) powstaje wodorotlenek miedzi(II), który nie rozpuszcza się w wodzie.

Równanie reakcji otrzymywania wodorotlenku miedzi(II) zapiszemy po poznaniu nowej rodziny związków chemicznych – soli.

Podsumowanie

1. **Wodorotlenki** to ciała stałe o budowie jonowej, tworzą sieć krystaliczną z kationów metalu i anionów OH^-.
2. **Zasady** to wodne roztwory wodorotlenków.
3. Wodorotlenki otrzymuje się w wyniku reakcji **aktywnych chemicznie metali** lub ich **tlenków** z wodą.
4. Nie wszystkie wodorotlenki rozpuszczają się w wodzie i tworzą zasady.

Sprawdź, czy wiesz i rozumiesz

1. Jak zmienia się aktywność litowców wraz ze wzrostem liczby atomowej?
2. Czy wodorotlenek miedzi(II) można otrzymać w reakcji miedzi lub tlenku miedzi(II) z wodą?
3. Zastanów się, czy zasady to substancje chemiczne czy mieszaniny.
4. Zapisz w zeszycie równania reakcji otrzymywania wodorotlenku baru w wyniku reakcji odpowiedniego metalu i tlenku metalu z wodą.

Dowiedz się więcej

W dostępnych źródłach poszukaj informacji na temat wodorotlenku talu(I).

6.6 Właściwości wodorotlenków i ich zastosowanie

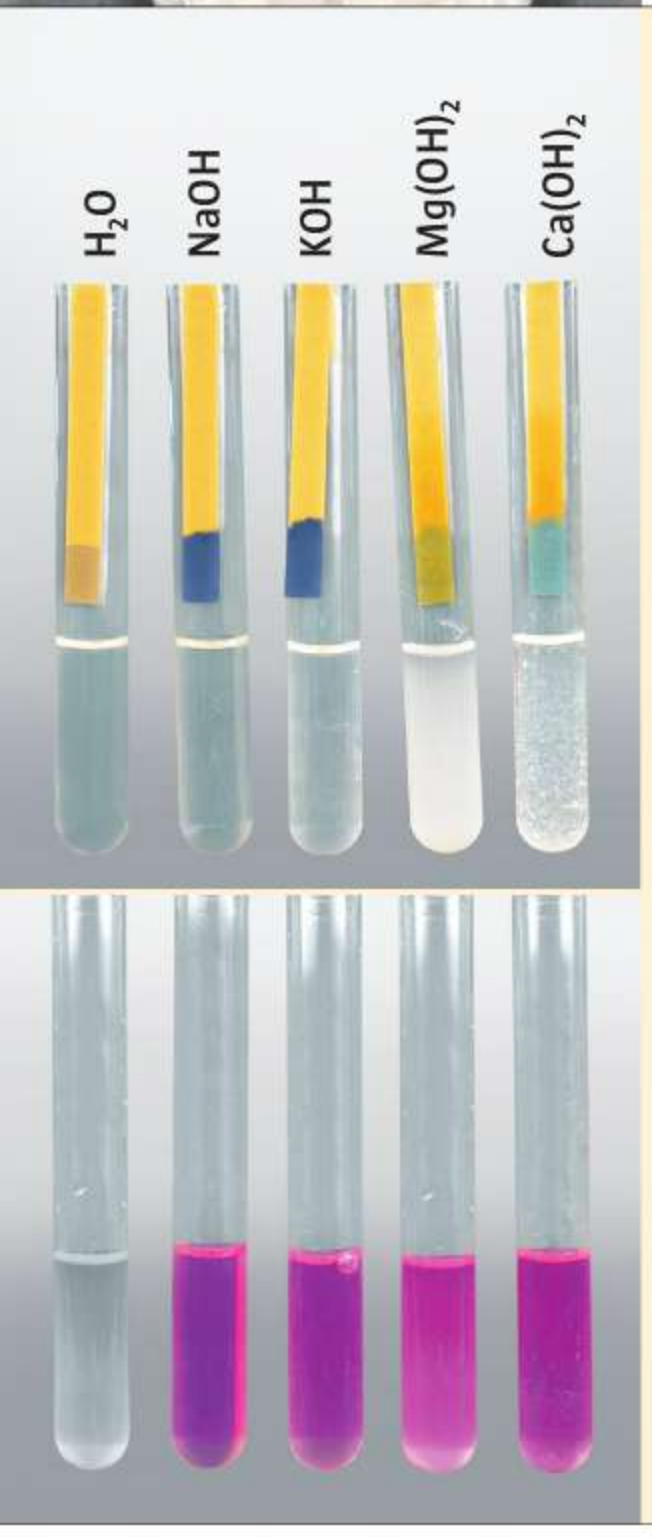
Wodorotlenki, podobnie jak kwasy, mają pewne podobne właściwości. Dotyczy to zwłaszcza wodorotlenków metali należących do tej samej grupy, np. litowców, berylowców.



Co łączy wodorotlenki różnych metali?

Wodorotlenek sodu jest białym ciałem stałym. Pochłania parę wodną, co oznacza, że jest **higroskopijny**. Wodorotlenek potasu ma podobne właściwości jak wodorotlenek sodu.

◀ Wodorotlenek sodu bezpośrednio wyjęty ze słoika (1) i po 10 minutach (2)



Doświadczenie 6.6.1

Badanie rozpuszczalności wodorotlenków w wodzie i zmiany zabarwienia wybranych wskaźników w obecności zasad

Do pięciu probówek wlewamy wodę. Do czterech wsypujemy po 1/4 łyżeczki wodorotlenków kolejno: sodu, potasu, magnezu i wapnia. Mieszamy zawartość probówek. Obserwujemy zachodzące zmiany. W każdej probówce zanurzamy uniwersalny papierek wskaźnikowy (1), a następnie dodajemy po 2 krople roztworu fenoloftaleiny (2).

Obserwacje: Wodorotlenki sodu i potasu całkowicie rozpuściły się w wodzie. W probówce z wodorotlenkiem magnezu powstała mleczna zawiesina, a w probówce z wodorotlenkiem wapnia są widoczne białe kłaczki. Wszystkie probówki są ciepłe.

Uniwersalny papierek wskaźnikowy zanurzony w zasadach sodowej i potasowej barwi się na niebiesko, w zasadzie magnezowej – na jasnozielono, a w wapniowej – na jasnoniebiesko. Fenoloftaleina zabarwiła się na malinowo we wszystkich tych probówkach.

Wnioski: Badane wodorotlenki różnią się rozpuszczalnością w wodzie, ale wszystkie w podobny sposób zmieniają zabarwienie wskaźników.

Rozpuszczalność wodorotlenków metali grupy pierwszej i drugiej rośnie w grupie wraz ze wzrostem liczby atomowej. Wodorotlenek magnezu jest praktycznie nierozpuszczalny w wodzie, a wodorotlenek wapnia – słabo rozpuszczalny. Rozpuszczaniu niektórych wodorotlenków metali aktywnych, np. sodu, potasu, towarzyszy wzrost temperatury. Jest to zatem proces egzotermiczny.

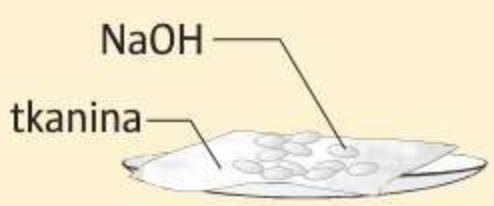
Zasady barwią uniwersalny papierek wskaźnikowy na zielononiebiesko, a fenoloftaleinę – na malinowo.

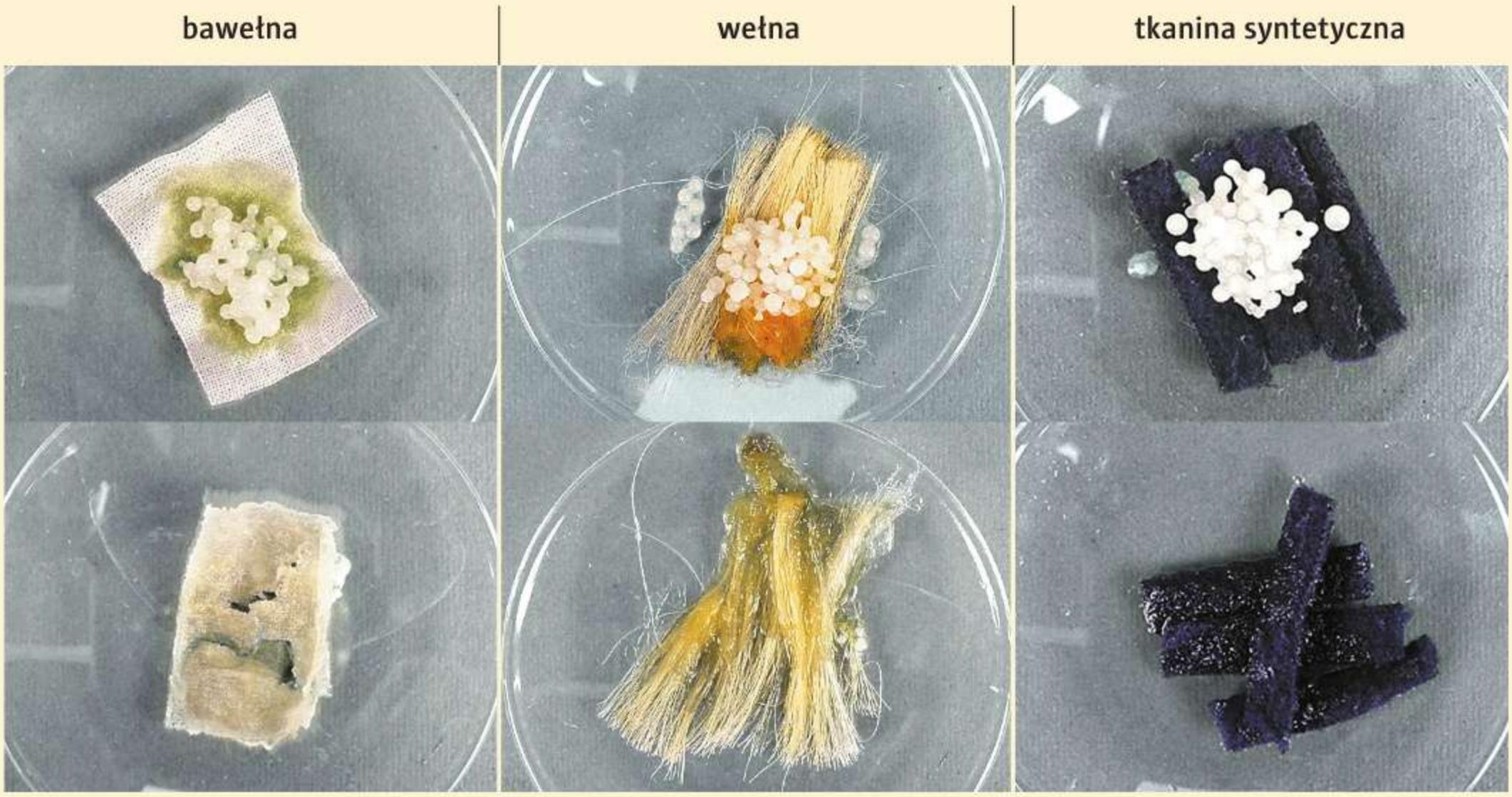
Wodorotlenki sodu, potasu i wapnia zarówno w postaci stałej, jak i stężonych roztworów mają właściwości żrące. Należy obchodzić się z nimi bardzo ostrożnie.

Doświadczenie 6.6.2

Badanie wpływu wodorotlenku sodu na różne tkaniny

Na trzech szkiełkach zegarkowych umieszczamy kolejno tkaniny: bawełnianą, wełnianą i syntetyczną. Zwilżamy je wodą i posypujemy granulkami wodorotlenku sodu. Po 15 minutach tkaniny zanurzamy w zlewce z wodą, oceniamy ich wygląd i próbujemy rozerwać.



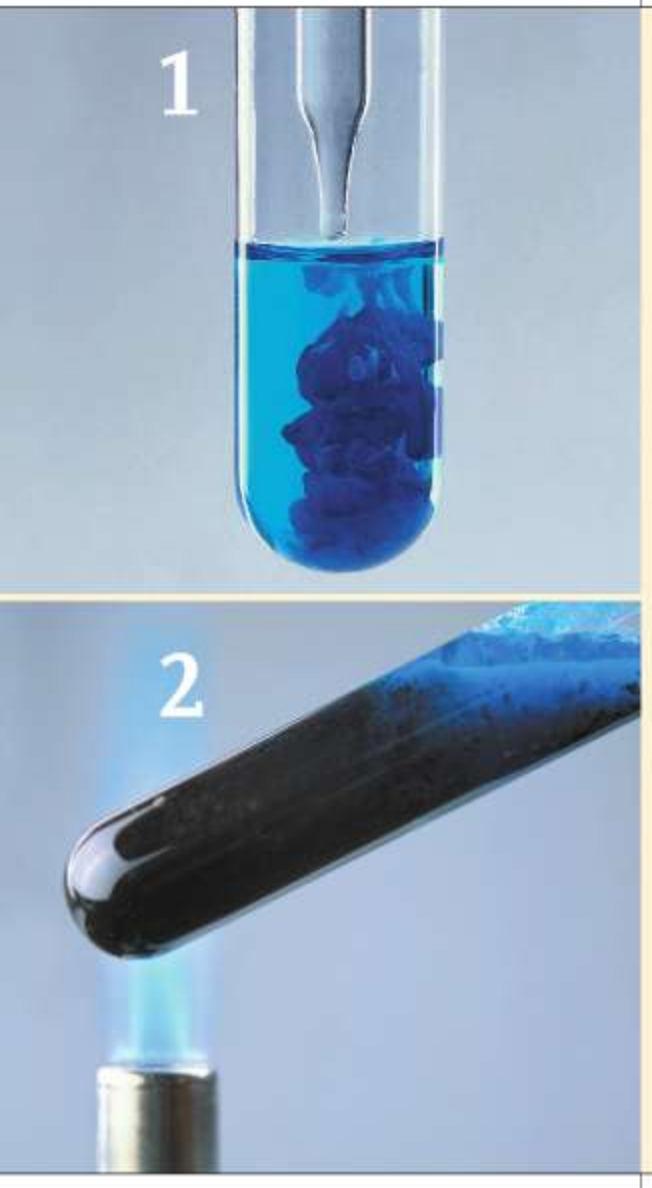


Obserwacje: Pod wpływem działania wodorotlenku sodu tkanina bawełniana łatwo ulega rozerwaniu, wełna brązowieje, a właściwości tkaniny syntetycznej się nie zmieniają.

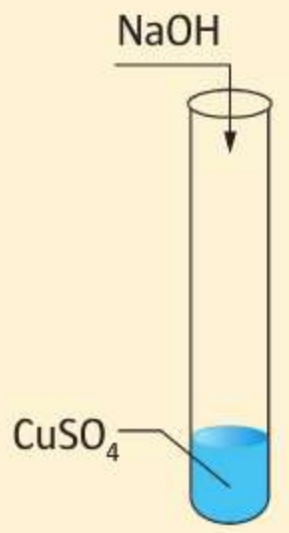
Wniosek: Odporna na działanie wodorotlenku sodu jest jedynie tkanina syntetyczna.

Jakie właściwości mają wodorotlenki nierozpuszczalne w wodzie?

Wodorotlenki nierozpuszczalne w wodzie nie zmieniają zabarwienia wskaźników. Niektóre z nich są barwne, np. wodorotlenek miedzi(II) jest niebieski, wodorotlenek żelaza(III) – brązowy, a wodorotlenek niklu(II) – zielony. W podwyższonej temperaturze się rozkładają.



Doświadczenie 6.6.3
Termiczny rozkład wodorotlenku miedzi(II)



Do probówki (do 1/6 jej wysokości) wlewamy wodny roztwór siarczanu(VI) miedzi(II), następnie dodajemy zasady sodowej. Strąca się osad wodorotlenku miedzi(II) (1). Otrzymaną zawiesinę ogrzewamy w płomieniu palnika (2). Obserwujemy zachodzące zmiany.

Obserwacje: W wyniku ogrzewania niebieska zawiesina wodorotlenku miedzi(II) czernieje. Na ściankach probówki widać krople wody.

Wnioski: Wodorotlenek miedzi(II) ulega termicznemu rozkładowi. Produktami reakcji są woda i tlenek miedzi(II). Przebieg reakcji można zapisać za pomocą równania:

$$Cu(OH)_2 \longrightarrow CuO + H_2O$$

Czy wodorotlenki mają praktyczne zastosowanie?









PRZEMYSŁ KOSMETYCZNY	PRZEMYSŁ SPOŻYWCZY	PRZEMYSŁ FARMACEUTYCZNY	PRZEMYSŁ CHEMICZNY
wodorotlenek sodu, **wodorotlenek potasu**, **wodorotlenek glinu** – produkcja mydła i detergentów; **wodorotlenek magnezu**, **wodorotlenek glinu** – produkcja pasty do zębów; **wodorotlenek glinu** – produkcja kosmetyków	**wodorotlenek sodu** – regulator kwasowości; **wodorotlenek magnezu** – produkcja kakao i czekolady; **wodorotlenek wapnia** – produkcja cukru	**wodorotlenek magnezu**, **wodorotlenek glinu** – leki na nadkwasotę	**wodorotlenek sodu** – produkcja: barwników, gumy, preparatów do udrażniania rur kanalizacyjnych, jedwabiu sztucznego, włókien sztucznych, szkła i szkła wodnego






PRZEMYSŁ PAPIERNICZY	BUDOWNICTWO	ROLNICTWO, OGRODNICTWO	POPRAWA JAKOŚCI WODY
wodorotlenek sodu, wodorotlenek glinu – produkcja papieru	**wodorotlenek wapnia** – zaprawa murarska, produkcja materiałów budowlanych	**wodorotlenek wapnia** – produkcja nawozów sztucznych, wapnowanie zakwaszonej gleby, bielenie drzewek	**wodorotlenek wapnia** – przemysłowe uzdatnianie wody, zmiękczanie wody

Podsumowanie

1. **Wodorotlenki sodu i potasu** są bardzo dobrze rozpuszczalne w wodzie, mają właściwości żrące.
2. Rozpuszczanie wodorotlenku sodu i wodorotlenku potasu w wodzie jest procesem **egzotermicznym**.
3. **Wodorotlenek wapnia** słabo rozpuszcza się w wodzie, ma właściwości żrące.
4. Niektóre wodorotlenki pod wpływem ogrzewania ulegają rozkładowi.
5. Wodorotlenki mają praktyczne zastosowanie w różnych gałęziach przemysłu.

Sprawdź, czy wiesz i rozumiesz

1. Jakimi wspólnymi właściwościami charakteryzują się wodorotlenek sodu i wodorotlenek potasu?
2. Porównaj właściwości wodorotlenku sodu i wodorotlenku miedzi(II).
3. Który z wodorotlenków jest składnikiem zaprawy murarskiej?
4. Oblicz, ile kilogramów wodorotlenku wapnia można otrzymać w wyniku reakcji 56 kg tlenku wapnia z 18 kg wody.

Dowiedz się więcej

W dostępnych źródłach poszukaj informacji na temat:
a) ługów,
b) detergentów.

6.7 Dysocjacja elektrolityczna kwasów i wodorotlenków

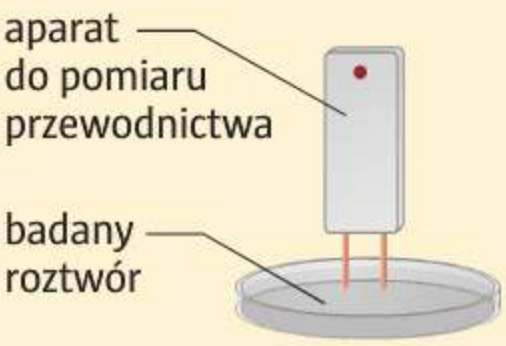
Poznane kwasy i wodorotlenki mają różne właściwości, różną budowę, ale jedną cechę wspólną. Ich wodne roztwory wywołują zmianę barwy wskaźników. Co jest tego przyczyną? Czy ma na to wpływ budowa tych związków? Jaką rolę odgrywa woda?

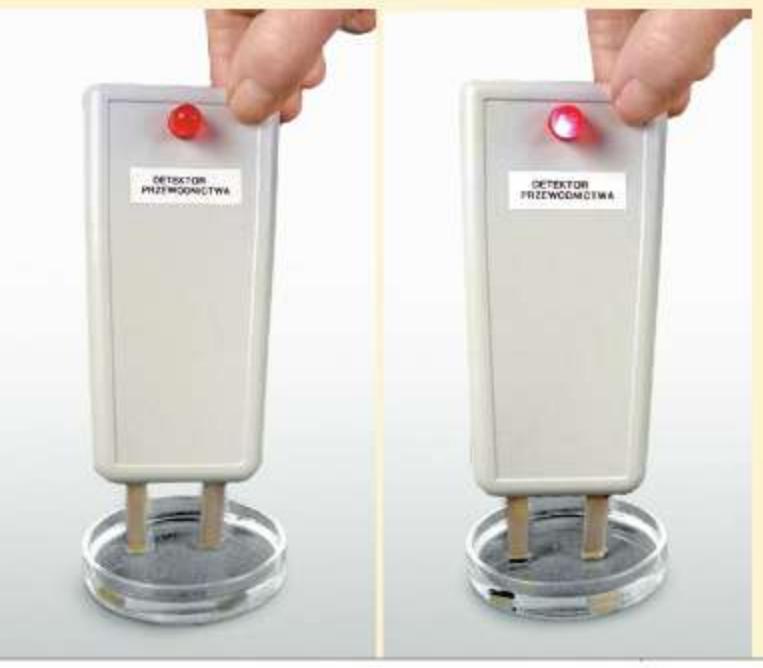


▲ Dipol wody

Jakie wspólne właściwości mają kwasy i wodorotlenki?

Woda ma budowę polarną – dzięki temu jest bardzo dobrym rozpuszczalnikiem wielu związków chemicznych. Zwykle dobrze rozpuszczalne w wodzie są związki o budowie jonowej lub polarnej. Do związków jonowych należą poznane już wodorotlenki. Natomiast w cząsteczkach kwasów występują wiązania kowalencyjne spolaryzowane. Substancje, które po rozpuszczeniu w wodzie przewodzą prąd elektryczny, nazywamy **elektrolitami**, a te nieprzewodzące prądu – **nieelektrolitami**.





Doświadczenie 6.7.1

Badanie przewodnictwa elektrycznego roztworów kwasów oraz wodorotlenków

Do sześciu szalek Petriego wlewamy kolejno: wodę destylowaną, kwas solny oraz wodne roztwory wodorotlenku sodu, wodorotlenku wapnia, kwasu azotowego(V) i kwasu siarkowego(VI). Następnie zanurzamy elektrody detektora prądu elektrycznego w każdym z roztworów i sprawdzamy przewodnictwo. Po każdej próbie przemywamy elektrody wodą destylowaną.

Obserwacje: Dioda detektora nie świeci po zanurzeniu elektrod w wodzie destylowanej, natomiast świeci po zanurzeniu ich w zasadach oraz roztworach kwasów.

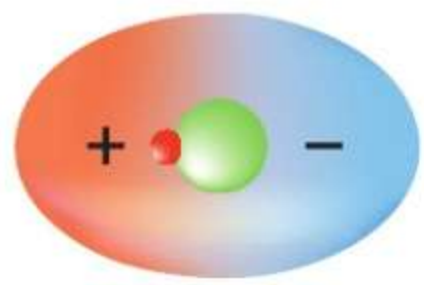
Wnioski: Woda destylowana nie przewodzi prądu elektrycznego. Wodne roztwory wodorotlenków sodu i wapnia oraz kwasów solnego, siarkowego(VI) i azotowego(V) przewodzą prąd elektryczny.

Dlaczego wodne roztwory kwasów przewodzą prąd elektryczny?

Cząsteczki kwasów otoczone wodą rozpadają się na jony. W cząsteczce chlorowodoru, podobnie jak w cząsteczce wody, występuje wiązanie kowalencyjne spolaryzowane.

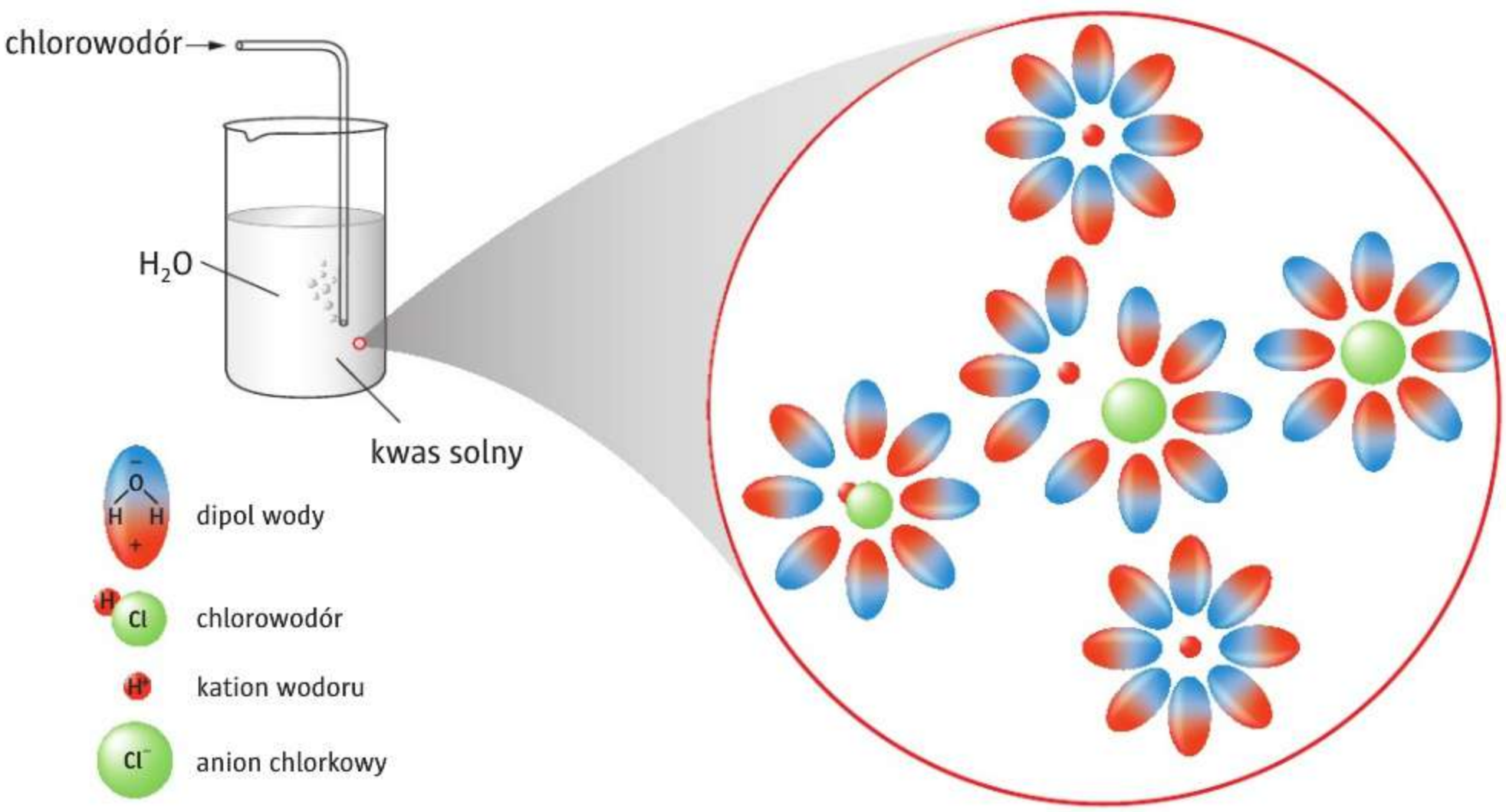


▲ Budowa elektronowa cząsteczki chlorowodoru



▲ Dipol chlorowodoru

Cząstkowy ładunek ujemny gromadzi się na atomie chloru, a cząstkowy ładunek dodatni – na atomie wodoru. Cząsteczka chlorowodoru, podobnie jak cząsteczka wody, ma dwa bieguny, czyli jest **dipolem**. Dipole wody i dipole chlorowodoru oddziałują ze sobą. Dipole wody zwracają się biegunem ujemnym w kierunku atomu wodoru, a biegunem dodatnim – w kierunku atomu chloru (reszty kwasowej). Efektem tego jest rozerwanie wiązania w cząsteczce chlorowodoru i powstanie jonów: kationu wodoru i anionu chlorkowego.



▼ Rozpad cząsteczek chlorowodoru na jony pod wpływem wody

Pod wpływem napięcia elektrycznego powstałe jony przemieszczają się w kierunku elektrod o przeciwnych znakach. Dlatego obserwujemy przepływ prądu elektrycznego, którego efektem jest zaświecenie się diody.

Rozpad cząsteczek na jony lub przejście jonów z sieci krystalicznej do wody pod wpływem wody nazywamy **dysocjacją elektrolityczną**.

Wspólnym jonem występującym w roztworach kwasów jest **kation wodoru**. To on powoduje zmianę barwy wskaźników. Na tej podstawie kwasy możemy zdefiniować następująco:

Kwasy to związki chemiczne, które w roztworze wodnym dysocjują na kationy wodoru i aniony reszt kwasowych. Ładunek anionu reszty kwasowej jest równy liczbie kationów wodoru.

W roztworach kwasów mocnych, w których rozpad na jony jest prawie 100-procentowy, znajdują się głównie jony pochodzące z dysocjacji.

Zapis i sposób odczytu dysocjacji elektrolitycznej kwasów mocnych:

HCl	$\xrightarrow{H_2O}$	H^+	+	Cl^-
cząsteczka kwasu chlorowodorowego	pod wpływem wody rozpada się na jony (dysocjuje)	1 kation wodoru	i	1 anion chlorkowy
H_2SO_4	$\xrightarrow{H_2O}$	$2\ H^+$	+	SO_4^{2-}
cząsteczka kwasu siarkowego(VI)	pod wpływem wody rozpada się na jony (dysocjuje)	2 kationy wodoru	i	1 anion siarczanowy(VI)

W roztworach kwasów średniej mocy i słabych są obecne zarówno jony, jak i cząsteczki niezdysocjowane. Dlatego w zapisie tego procesu stosuje się dwie strzałki skierowane w przeciwne strony. Dodatkowo kwasy zawierające więcej niż jeden atom wodoru dysocjują stopniowo, czyli najpierw odłącza się jeden kation wodoru, a następnie – kolejny.

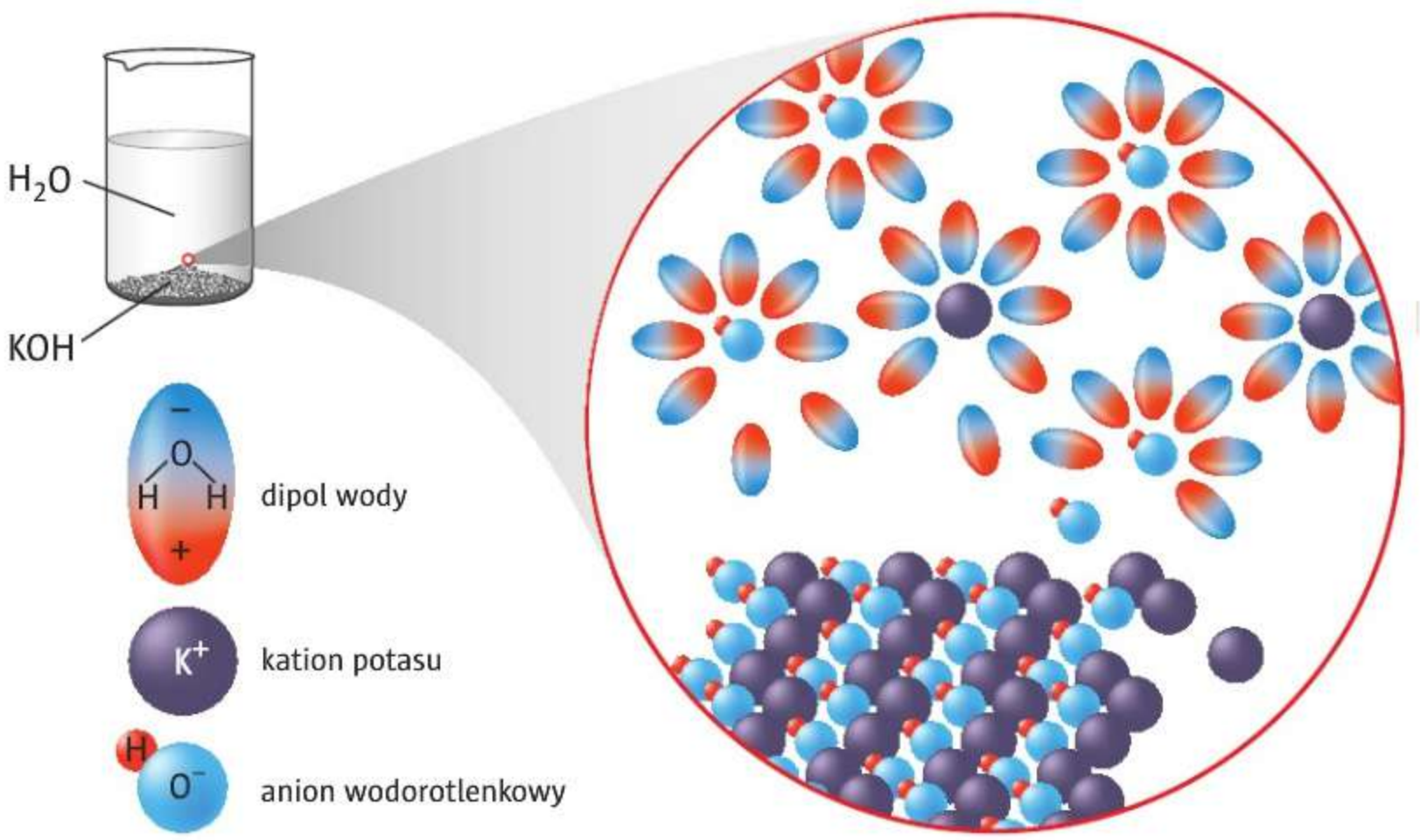
Zapis i sposób odczytu dysocjacji elektrolitycznej kwasów słabych i średniej mocy:

H_2S	$\rightleftharpoons^{H_2O}$	H^+	+	HS^-
cząsteczka kwasu siarkowodorowego	pod wpływem wody rozpada się na jony (dysocjuje)	kation wodoru	i	anion wodorosiarczkowy
HS^-	$\rightleftharpoons^{H_2O}$	H^+	+	S^{2-}
anion wodorosiarczkowy	pod wpływem wody rozpada się na jony (dysocjuje)	kation wodoru	i	anion siarczkowy
H_2CO_3	$\rightleftharpoons^{H_2O}$	H^+	+	HCO_3^-
cząsteczka kwasu węglowego	pod wpływem wody rozpada się na jony (dysocjuje)	kation wodoru	i	anion wodorowęglanowy
HCO_3^-	$\rightleftharpoons^{H_2O}$	H^+	+	CO_3^{2-}
anion wodorowęglanowy	pod wpływem wody rozpada się na jony (dysocjuje)	kation wodoru	i	anion węglanowy

Nazwa anionu pochodzącego od reszty kwasowej kwasu **beztlenowego** kończy się na ***-kowy***, np. anion chlorkowy, siarczkowy, fluorkowy. W nazwie anionu pochodzącego od reszty kwasowej kwasu **tlenowego** występuje zakończenie ***-anowy***. Jeśli jest taka konieczność, przy nazwie jonu podaje się wartościowość niemetalu specyficznego dla danego kwasu, np. anion siarczanowy(VI), siarczanowy(IV), azotanowy(V).

Dlaczego wodne roztwory wodorotlenków przewodzą prąd elektryczny?

Poznane wodorotlenki tworzą jonową sieć krystaliczną zbudowaną z kationów metali i anionów wodorotlenkowych. Pod wpływem dipoli wody, które biegunem dodatnim zwracają się do anionu wodorotlenkowego, a biegunem ujemnym – do kationu metalu, jony z sieci krystalicznej uwalniają się do roztworu. Wodny roztwór wodorotlenku to mieszanina jonów otoczonych cząsteczkami wody. Pod wpływem napięcia elektrycznego jony uwolnione z sieci krystalicznej przemieszczają się w kierunku elektrod o przeciwnych znakach. Dlatego obserwujemy przepływ prądu elektrycznego, którego efektem jest świecenie diody.



◀ Przechodzenie jonów z sieci krystalicznej wodorotlenku potasu do wody

Wspólnym jonem, który powstaje podczas dysocjacji wodorotlenków, jest **anion wodorotlenkowy**. To on nadaje właściwości zasadowe i powoduje zmianę zabarwienia wskaźników.

Zasady to roztwory wodne związków chemicznych dysocjujących na aniony wodorotlenkowe oraz kationy metalu. Ładunek kationu metalu jest równy liczbie anionów wodorotlenkowych.

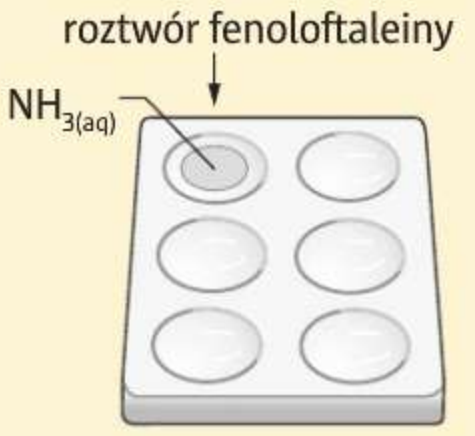
Zapis i sposób odczytu dysocjacji elektrolitycznej wodorotlenków:

$NaOH$	$\xrightarrow{H_2O}$	Na^+	+	OH^-
wodorotlenek sodu	pod wpływem wody rozpada się na jony (dysocjuje)	kationy sodu	i	aniony wodorotlenkowe
$Ca(OH)_2$	$\xrightarrow{H_2O}$	Ca^{2+}	+	$2\ OH^-$
wodorotlenek wapnia	pod wpływem wody rozpada się na jony (dysocjuje)	kationy wapnia	i	aniony wodorotlenkowe

W nazwach kationów stosuje się formę rzeczownikową: kation (czego?) sodu, magnezu, wodoru. Nazwa anionu jest przymiotnikiem: anion (jaki?) wodorotlenkowy.

Dlaczego amoniak rozpuszczony w wodzie zmienia zabarwienie wskaźników?

Amoniak, gaz o wzorze NH_3, nie jest wodorotlenkiem. Jednak po rozpuszczeniu w wodzie zmienia zabarwienie wskaźników.





Doświadczenie 6.7.2

Badanie zabarwienia fenoloftaleiny i uniwersalnego papierka wskaźnikowego pod wpływem wodnego roztworu amoniaku

Na ceramiczną płytkę kroplową nanieś 3 krople rozcieńczonego roztworu amoniaku, następnie dodaj do niego kroplę roztworu fenoloftaleiny. Dodatkowo kroplą roztworu amoniaku zwilż uniwersalny papierek wskaźnikowy.

Obserwacje: Fenoloftaleina zmienia zabarwienie na malinowe, a uniwersalny papierek wskaźnikowy – na zielone.

Wnioski: Zmiana barwy wskaźników dowodzi, że roztwór wodny amoniaku jest zasadą.

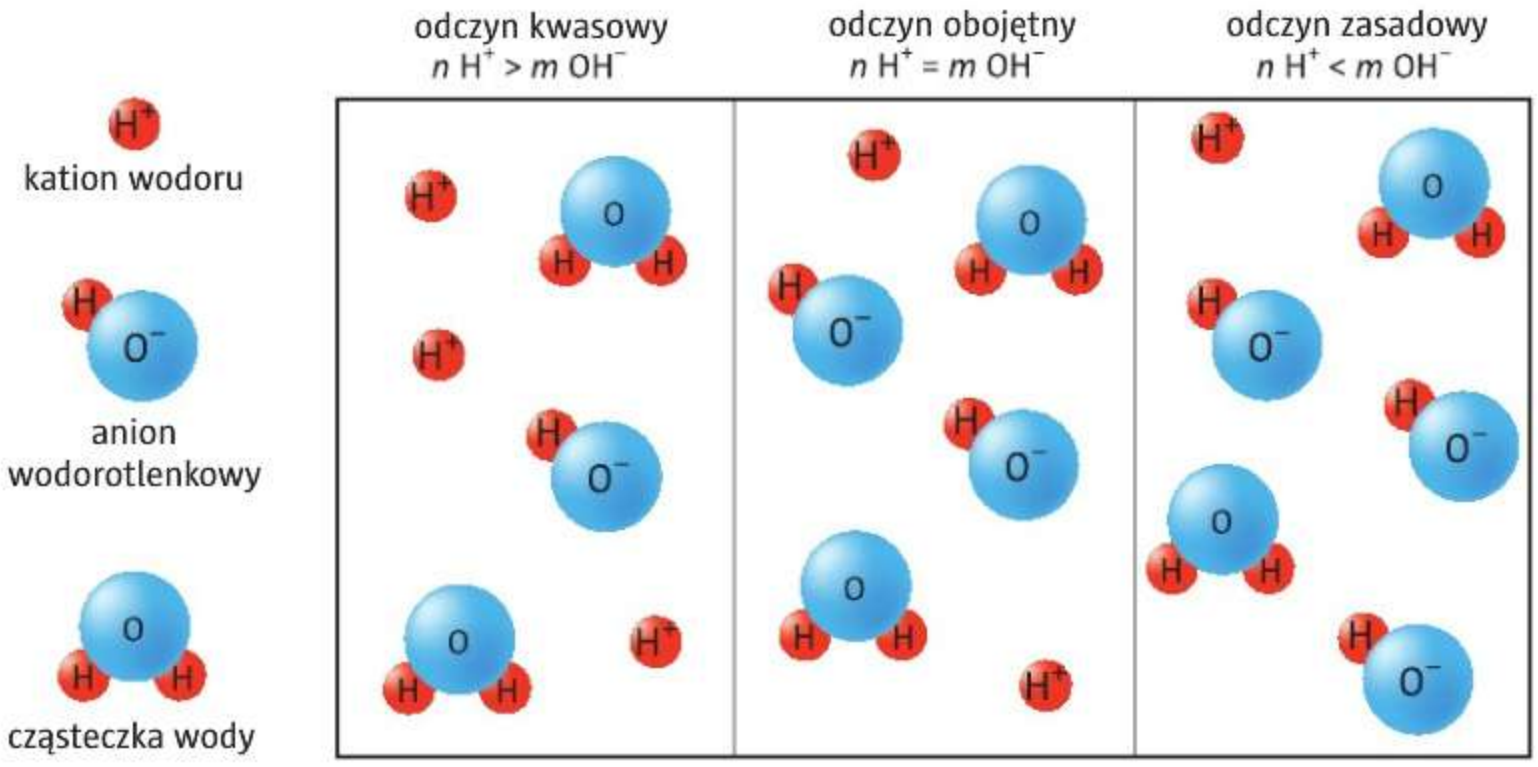
W wodnym roztworze amoniaku są obecne jony OH^-, które powodują zmianę barwy wskaźników, charakterystyczną dla zasad. Kationem obecnym w roztworze jest kation amonu NH_4^+. Sam zapis tego procesu jest nieco odmienny od poznanych wcześniej równań procesu dysocjacji wodorotlenków:

$NH_3 + H_2O \rightleftarrows NH_4^+ + OH^-$ lub $NH_{3(aq)} \rightleftarrows NH_4^+ + OH^-$

Zapis $\rightleftarrows$ oznacza, że w wodnym roztworze amoniaku znajdują się nie tylko kationy amonu NH_4^+ i aniony wodorotlenkowe OH^-, lecz także cząsteczki amoniaku NH_3.

Co oznaczają określenia: odczyn kwasowy, obojętny, zasadowy?

Występowanie w roztworze kationów wodoru H^+ i anionów wodorotlenkowych OH^- nadaje roztworowi cechę zwaną **odczynem**. Zależnie od tego, których jonów w roztworze jest więcej, mówimy albo o odczynie **kwasowym** (więcej kationów wodoru), albo o odczynie **zasadowym** (więcej anionów wodorotlenkowych). Gdy ich liczba jest taka sama, roztwór ma odczyn **obojętny**.



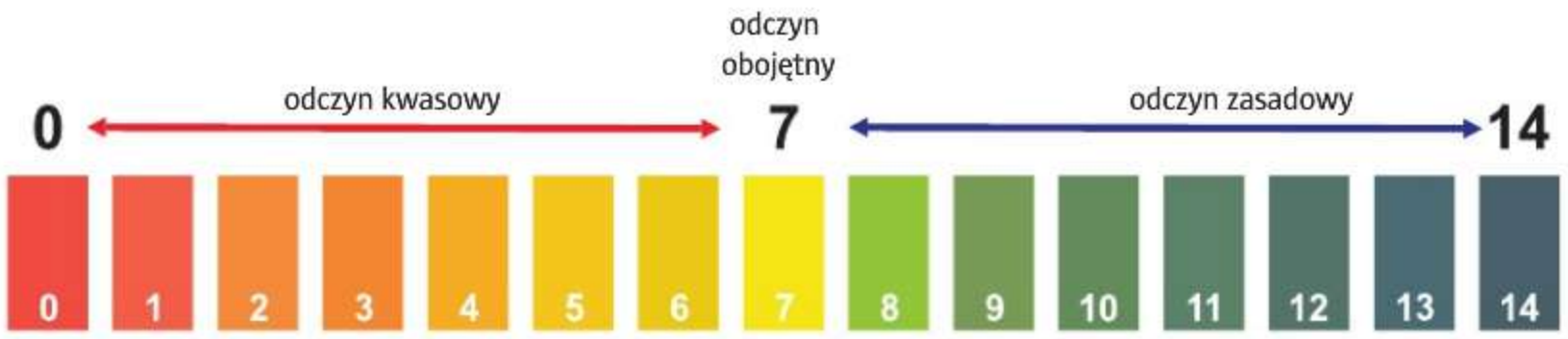
◀ Zależności odczynu od liczby i rodzaju jonów

$n\ H^+$ – liczba kationów wodoru
$m\ OH^-$ – liczba anionów wodorotlenkowych

Jak można określać odczyn roztworu?

Miarą odczynu roztworu jest **wartość pH**. Jest ona dla określonego roztworu uzależniona od stężenia kationów wodoru w roztworze. Tę zależność opisuje określony wzór matematyczny, a pH przyjmuje wartości od 0 do 14. Aby określić pH roztworu z dokładnością do liczby całkowitej, wystarczy porównać zabarwienie uniwersalnego papierka wskaźnikowego z barwną skalą pH.

Roztwory o odczynie kwasowym mają pH < 7, a o odczynie zasadowym – pH > 7. Wartość pH = 7 wskazuje na odczyn obojętny.



◀ Skala pH

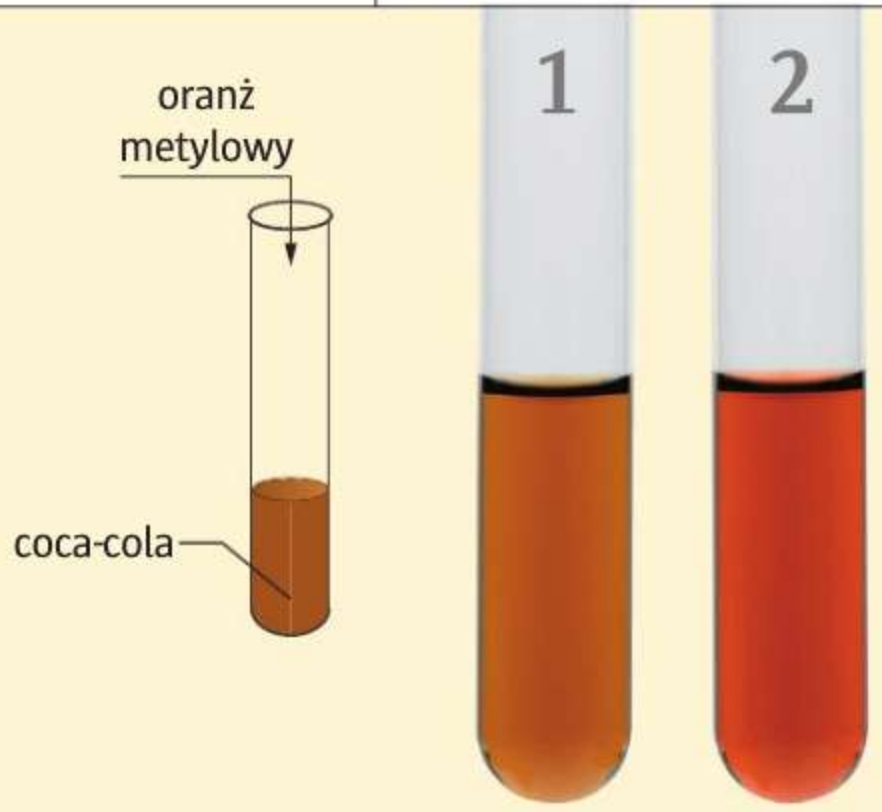
Spożywane na co dzień napoje zwykle mają odczyn kwasowy, np. pH mleka wynosi ok. 6, herbaty – 5, a soku z cytryny – 3.

Doświadczenie 6.7.3
Badanie odczynu napoju typu cola

Do dwóch probówek wlej odgazowaną coca-colę. Następnie do jednej z nich dodaj kilka kropel oranżu metylowego (2). Porównaj zabarwienie zawartości obu probówek.

Obserwacje: Dodanie oranżu metylowego do coca-coli spowodowało zmianę zabarwienia roztworu z brunatnego na brunatnoczerwony.

Wnioski: Czerwony odcień zabarwienia oranżu metylowego w coca-coli świadczy o kwasowym odczynie napoju.



Jak odczyn roztworu wpływa na barwę wskaźników?

Wskaźnik	Barwa wskaźnika		
	odczyn zasadowy pH > 7	odczyn obojętny pH = 7	odczyn kwasowy pH < 7
fenoloftaleina	malinowa 	bezbarwna 	bezbarwna 
oranż metylowy	pomarańczowa 	pomarańczowa 	czerwona 
uniwersalny papierek wskaźnikowy	niebieska 	żółta 	czerwona 
wywar z czerwonej kapusty	zielona 	fioletowoniebieska 	czerwona 

Podsumowanie

1. **Elektrolity** to substancje, które rozpuszczone w wodzie lub stopione, rozpadają się na jony dodatnie i ujemne.
2. Wodne roztwory wodorotlenków i kwasów przewodzą prąd elektryczny.
3. Woda powoduje rozpad cząsteczek kwasów na jony oraz przechodzenie jonów z sieci krystalicznej wodorotlenków do roztworu. Rozpad związku chemicznego na jony pod wpływem wody to **dysocjacja elektrolityczna**.
4. **Kwasy** to związki, które w wyniku dysocjacji w roztworze wodnym tworzą kationy wodoru i aniony reszt kwasowych.
5. **Zasady** to roztwory wodne związków chemicznych tworzących w wyniku dysocjacji aniony wodorotlenkowe i kationy metalu lub kationy amonu.
6. Miarą odczynu roztworu jest **pH**.

Sprawdź, czy wiesz i rozumiesz

1. Dlaczego wodne roztwory kwasów i wodorotlenków przewodzą prąd elektryczny?
2. Wyjaśnij, dlaczego wodny roztwór amoniaku jest zasadą.
3. Opisz, w jaki sposób cząsteczki wody oddziałują z cząsteczkami kwasów.
4. W pewnym roztworze uniwersalny papierek wskaźnikowy barwi się na kolor pomarańczowoczerwony. Jakie jony przeważają w tym roztworze?

Dowiedz się więcej

W dostępnych źródłach poszukaj informacji na temat:

a) Svante Arrheniusa,
b) solwatacji i hydratacji,
c) dysocjacji stopniowej,
d) stopnia dysocjacji.

Domowe laboratorium

Statyw do probówek z pudełka na CD

Z pudełka po płytach CD lub DVD wykonaj statyw do probówek. Gorącym gwoździem lub wiertłem zrób w jasnej części pudełka otwory o średnicy probówek. Te otwory mogą mieć różne średnice. Drugą część (czarną) podklej plasteliną, aby probówki w otworach stały stabilnie.



Detektor przewodnictwa elektrycznego

Z baterii 4,5 V, dwóch kawałków drutu, czterech krokodylków oraz diody LED zbuduj detektor przewodnictwa elektrycznego (dla ciał stałych i roztworów). Szczegóły konstrukcyjne uwidoczniono na zdjęciu. W celu wykonania pomiaru chwyć jednym krokodylkiem wybraną końcówkę diody, a drugim – spinacz. Wolną końcówkę diody i spinacz zanurz w badanym roztworze.



pH w kuchni

Na podstawie poniższych opisów przygotuj naturalne wskaźniki.

1. Suche łupiny z czerwonej cebuli włóż do słoika, zalej wrzątkiem i przykryj spodkiem. Od czasu do czasu zamieszaj łyżką.
2. Zalej wrzątkiem herbatę z owoców leśnych lub inną zawierającą hibiskus. Zaparzaj kilka minut, aż otrzymasz ciemnoczerwony roztwór.
3. Skórkę z różowych winogron zalej niewielką ilością gorącej wody.

Tak przygotowane wywary zlej do ciemnych butelek.

Poszukaj innych produktów roślinnych (niekoniecznie spożywczych) o podobnych właściwościach. Sprawdź zmiany zabarwienia przygotowanych wskaźników w mieszaninach:

- wody i octu,
- wody i preparatu do udrażniania rur rozcieńczonego w proporcji: jedna łyżeczka na pół szklanki wody,
- wody i sody oczyszczonej w proporcji: jedna łyżeczka na pół szklanki wody.









Kapuściane papierki wskaźnikowe

Czerwoną kapustę poszatkuj, a następnie zalej niewielką ilością wrzącej wody. Zlej powstały wywar. Potnij bibułę na paski i zanurz w otrzymanym wywarze. Kiedy paski zmienią barwę na fioletową, wyciągnij je i wysusz. Tak otrzymane papierki wskaźnikowe przechowuj w woreczku foliowym lub w zamykanym pudełku. Sprawdź, w jaki sposób barwią się w produktach spożywczych: wodzie mineralnej, soku z cytryny lub pomarańczy, napoju typu cola, roztworze sody oczyszczonej oraz w środkach czystości.

Kwaśna gleba w domu

Przygotuj trzy miseczki lub pojemniki po lodach. Każde naczynie podpisz: woda, sól, ocet. Ich dno wyłóż watą i przykryj gazą lub bandażem. Przygotuj w trzech butelkach: wodę, roztwór wody z octem zmieszany w stosunku 10 : 1 oraz roztwór soli kuchennej w proporcjach 1 łyżka stołowa soli na szklankę wody. Zwilż watę w każdym naczyniu odpowiednim płynem, zgodnie z etykietą. Do trzech tak przygotowanych naczyń wysyp nasiona rzeżuchy, owsa lub pszenicy. Wszystkie hodowle postaw w ciepłym nasłonecznionym miejscu. Zraszaj je spryskiwaczem albo delikatnie podlewaj każdą z nich odpowiednim roztworem. Pamiętaj, aby nie dopuścić do wyschnięcia nasion. Obserwuj wzrost kiełków, zapisuj daty i obserwacje.



Czy wiesz, że...

Wskaźniki wokół nas

W szkole spotkaliście się z kilkoma wskaźnikami, które służą do określania odczynu. W laskach wanilii występuje specyficzny indykator – wanilina. Jest to przykład wskaźnika olfaktorycznego, czyli zapachowego. W środowisku kwaśnym wanilina bardzo intensywnie pachnie, a w zasadowym traci zapach. Oczywiście nie stosuje się jej w laboratoriach z tego względu, że badanie zapachu jest czynnością dość ryzykowną. Z przypraw kuchennych wskaźnikiem może być kurkuma, która jest składnikiem proszku curry. Zawiera kurkuminę, barwiącą się w środowisku o odczynie zasadowym na czerwono, a kwasowym – na żółto. Na co dzień, być może nawet nieświadomie, używamy innego wskaźnika – herbaty, która w zależności od pH może przyjmować barwę od jasnożółtej do ciemnobrązowej.

Jakie jeszcze inne substancje w twoim otoczeniu mogą spełniać funkcję wskaźników?
Co stanie się z wilgotnym uniwersalnym papierkiem wskaźnikowym położonym na mrowisku?



► Wysuszone owoce wanilii

Zdradliwy kwas

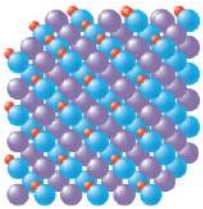
Kwas fluorowodorowy $HF_{(aq)}$ jest jeszcze bardziej niebezpieczny niż stężone kwasy: siarkowy(VI), azotowy(V) i solny. Działanie tego kwasu jest bardzo podstępne. W wyniku kontaktu ze skórą bardzo szybko przenika on przez tkanki i wiąże się z jonami wapnia we krwi, a nawet atakuje kości. Objawy zatrucia tym kwasem są zwykle utajone i niekiedy po oparzeniu się nim trzeba przeprowadzić amputację palca lub dłoni. Przechowuje się go w plastikowych butelkach, ponieważ trawi on szkło. Gdy chemik pracuje z tym odczynnikiem, to zakłada specjalną odzież ochronną. Ten kwas z łatwością przenika przez zwykłe rękawice laboratoryjne. Na szczęście nie jest to zbyt często używany odczynnik w laboratorium. Wykorzystuje się go m.in. w przemyśle petrochemicznym.

Co to jest teflon i do czego służy?
Na czym polega proces fluoryzacji zębów?



► Kieliszek ze szkła trawionego

Podsumowanie działu



▲ Sieć krystaliczna NaOH

Zasady to roztwory wodne związków chemicznych, dysocjujących na aniony wodorotlenkowe i kationy metalu lub kationy amonu. Ładunek kationu metalu jest równy liczbie anionów wodorotlenkowych.

Tlenki metali, tworzące z wodą zasady, nazywamy **tlenkami zasadowymi**.

Wodorotlenki

- To substancje stałe, tworzą jonową sieć krystaliczną.
- Są zbudowane z kationów metali i anionów wodorotlenkowych.
- To związki o wzorze ogólnym **$M(OH)_m$**, gdzie: M – metal, *m* – liczba anionów wodorotlenkowych równa wartościowości metalu.
- Rozpuszczalne w wodzie tworzą **zasady.**

Metody otrzymywania

aktywny metal + woda ⟶ zasada + wodór

tlenek metalu aktywnego + woda ⟶ zasada

sól 1 + zasada ⟶ sól 2 + wodorotlenek

Uniwersalny papierek wskaźnikowy w obecności zasad barwi się na niebiesko.



Tlenki metali	reagujące z wodą	Na_2O	produkt reakcji z wodą	NaOH
		K_2O		KOH
		MgO		$Mg(OH)_2$
		CaO		$Ca(OH)_2$
	niereagujące z wodą		np. Al_2O_3, CuO, FeO, Fe_2O_3	

Nazwa	Wzór	Ważne właściwości
wodorotlenek sodu 	NaOH	rozpuszczalność w wodzie bardzo dobra, higroskopijne, tworzą mocne zasady $NaOH \xrightarrow{H_2O} Na^+ + OH^-$ $KOH \xrightarrow{H_2O} K^+ + OH^-$
wodorotlenek potasu 	KOH	
wodorotlenek magnezu	$Mg(OH)_2$	rozpuszczalność w wodzie bardzo słaba, tworzy zasadę $Mg(OH)_2 \xrightleftharpoons{H_2O} Mg^{2+} + 2\,OH^-$
wodorotlenek wapnia 	$Ca(OH)_2$	rozpuszczalność w wodzie słaba, tworzy mocną zasadę $Ca(OH)_2 \xrightarrow{H_2O} Ca^{2+} + 2\,OH^-$

Kwasy

- Są zbudowane z atomów wodoru i reszty kwasowej.
- To związki o wzorze ogólnym H_nR, gdzie: R – reszta kwasowa, *n* – liczba atomów wodoru równa wartościowości reszty kwasowej.

Kwasy to związki chemiczne, które w roztworze wodnym dysocjują na kationy wodoru oraz aniony reszt kwasowych. Ładunek anionu reszty kwasowej równy jest liczbie atomów wodoru w cząsteczce kwasu.

Metody otrzymywania

wodór + niemetal ⟶ kwas beztlenowy

tlenek niemetalu + woda ⟶ kwas tlenowy



Uniwersalny papierek wskaźnikowy w obecności kwasów barwi się na czerwono.

Tlenki niemetali	reagujące z wodą	CO_2	produkt reakcji z wodą	H_2CO_3
		N_2O_5		HNO_3
		SO_2		H_2SO_3
		SO_3		H_2SO_4
		P_4O_{10}		H_3PO_4
	niereagujące z wodą		np. SiO_2, CO, NO	

Tlenki niemetali, tworzące w reakcji z wodą kwasy, nazywamy **tlenkami kwasowymi**.

Kwasy	Nazwa	Wzór	Model	Ważne właściwości
beztlenowe	kwas chlorowodorowy (solny) 	HCl		mocny $HCl \xrightarrow{H_2O} H^+ + Cl^-$
	kwas siarkowodorowy 	H_2S		trujący $H_2S \xrightleftharpoons{H_2O} H^+ + HS^-$ $HS^- \xrightleftharpoons{H_2O} H^+ + S^{2-}$
tlenowe	kwas azotowy(V) 	HNO_3		mocny, wykrywa białka $HNO_3 \xrightarrow{H_2O} H^+ + NO_3^-$
	kwas węglowy	H_2CO_3		słaby, nietrwały $H_2CO_3 \xrightleftharpoons{H_2O} H^+ + HCO_3^-$ $HCO_3^- \xrightleftharpoons{H_2O} H^+ + CO_3^{2-}$
	kwas siarkowy(IV) 	H_2SO_3		słaby, nietrwały $H_2SO_3 \xrightleftharpoons{H_2O} H^+ + HSO_3^-$ $HSO_3^- \xrightleftharpoons{H_2O} H^+ + SO_3^{2-}$
	kwas siarkowy(VI) 	H_2SO_4		mocny, higroskopijny $H_2SO_4 \xrightarrow{H_2O} 2\,H^+ + SO_4^{2-}$
	kwas fosforowy(V) 	H_3PO_4		higroskopijny $H_3PO_4 \xrightleftharpoons{H_2O} H^+ + H_2PO_4^-$ $H_2PO_4^- \xrightleftharpoons{H_2O} H^+ + HPO_4^{2-}$ $HPO_4^{2-} \xrightleftharpoons{H_2O} H^+ + PO_4^{3-}$

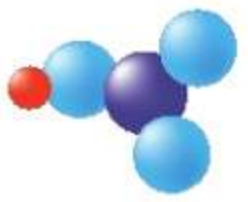
Test do działu

Wybierz poprawne dokończenie zdania lub poprawną odpowiedź.

1. **Pod wpływem kwasu wywar z czerwonej kapusty zmienia swoją barwę na:**
   A. niebieską.
   B. zieloną.
   C. fioletową.
   D. czerwoną.

2. **Wodorotlenek powstanie w wyniku reakcji z wodą**
   A. fosforu.
   B. krzemu.
   C. wapnia.
   D. siarki.

3. **Rysunek umieszczony obok to model cząsteczki kwasu**
   A. azotowego(V).
   B. fosforowego(V).
   C. siarkowego(IV).
   D. siarkowego(VI).



4. **W ilu cząsteczkach kwasu solnego jest tyle samo atomów wodoru, ile jest w trzech cząsteczkach kwasu siarkowodorowego?**
   A. W trzech.
   B. W czterech.
   C. W pięciu.
   D. W sześciu.

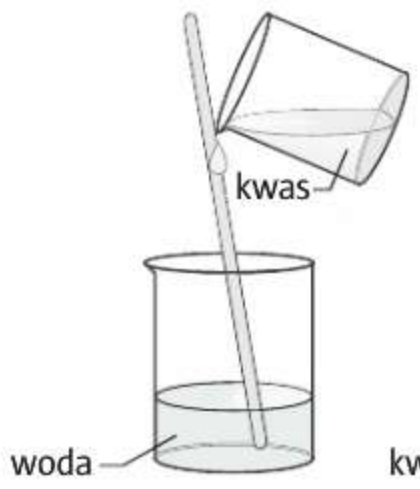
5. **Jaką wartościowość ma reszta kwasowa kwasu fosforowego(V)?**
   A. II **B.** III **C.** IV **D.** V

6. **Kwasy tlenowe można otrzymać w reakcji**
   A. niemetalu z wodorem.
   B. tlenku niemetalu z wodorem.
   C. metalu z wodorem.
   D. tlenku niemetalu z wodą.

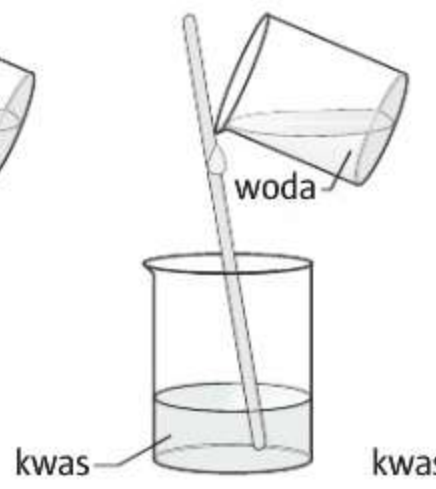
7. Jego stężony roztwór to bezbarwna ciecz, która zmienia barwę białka na żółtą. Stosuje się go m.in. do wyrobu materiałów wybuchowych, tworzyw sztucznych oraz nawozów mineralnych.
   Opis ten dotyczy kwasu
   A. solnego.
   B. azotowego(V).
   C. siarkowego(VI).
   D. węglowego.

8. **Który rysunek przedstawia najlepszy bezpieczny sposób rozcieńczania stężonego kwasu siarkowego(VI)?**

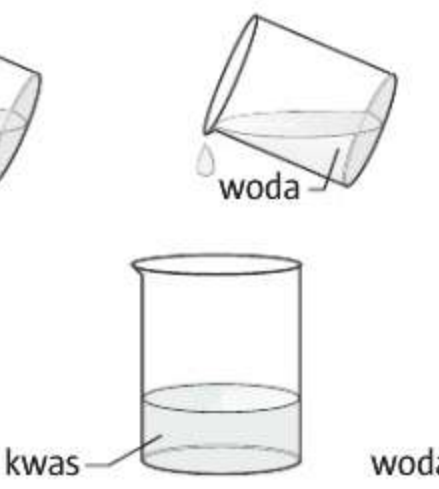
A.



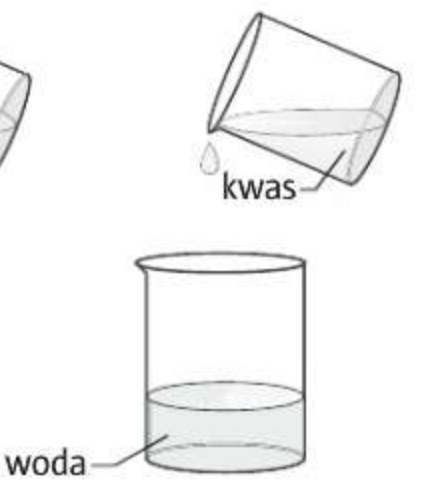
B.



C.



D.



9. Które równanie jest poprawnym zapisem dysocjacji kwasu siarkowego(VI)?

A. $H_2SO_4 \xrightarrow{H_2O} H^+ + SO^{4-}$

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

C. $H_2SO_4 \xrightarrow{H_2O} 2\,H^+ + 4\,SO^-$

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

10. W roztworze stwierdzono obecność niewielkich ilości jonów: Mg^{2+} i OH^-. **Substancją, którą wprowadzono do wody, był wodorotlenek o wzorze**

A. MgOH

B. Mg_2OH

C. $Mg(OH)_2$

D. $Mg_2(OH)_2$

11. Do probówki z wodą i kilkoma kroplami fenoloftaleiny wsypano niewielką ilość białej substancji. Zaszła reakcja chemiczna. Fenoloftaleina zmieniła zabarwienie na kolor malinowy.
Substancją dodaną w tym doświadczeniu mógł być

A. tlenek fosforu(V).

B. tlenek krzemu.

C. tlenek siarki(IV).

D. tlenek wapnia.

12. Jest powszechnie stosowany w budownictwie, a jego roztwór służy do wykrywania tlenku węgla(IV).
O jakim wodorotlenku mowa?

A. KOH

B. NaOH

C. $Ca(OH)_2$

D. $Cu(OH)_2$

13. Wodorotlenki rozpuszczalne w wodzie dysocjują na

A. kationy metalu i aniony wodorotlenkowe.

B. kationy metalu i aniony reszty kwasowej.

C. kationy wodoru i aniony wodorotlenkowe.

D. kationy wodoru i aniony reszty kwasowej.

14. Glebę o odczynie kwasowym może charakteryzować pH równe:

A. 5

B. 7

C. 9

D. 11

15. Jedną z przyczyn kwaśnych opadów jest

A. brązowienie igieł i liści drzew.

B. niszczenie budowli wapiennych.

C. zakwaszenie jezior i cieków wodnych.

D. emisja tlenków siarki i tlenków azotu do atmosfery.

Sprawdź się

Zadanie 1.
W skład pewnego kwasu wchodzą trzy pierwiastki:
1 – wodór $^{1}_{1}H$ 2 – tlen $^{16}_{8}O$ 3 – azot $^{14}_{7}N$
Oceń poprawność poniższych stwierdzeń (P – prawda, F – fałsz).

I	Deuter jest jednym z izotopów pierwiastka nr 1.	P / F
II	Największą liczbę elektronów walencyjnych ma atom pierwiastka nr 3.	P / F
III	Atom pierwiastka nr 2 ma największą liczbę neutronów.	P / F
IV	Pierwiastki nr 1 i 2 wchodzą w skład każdego kwasu.	P / F

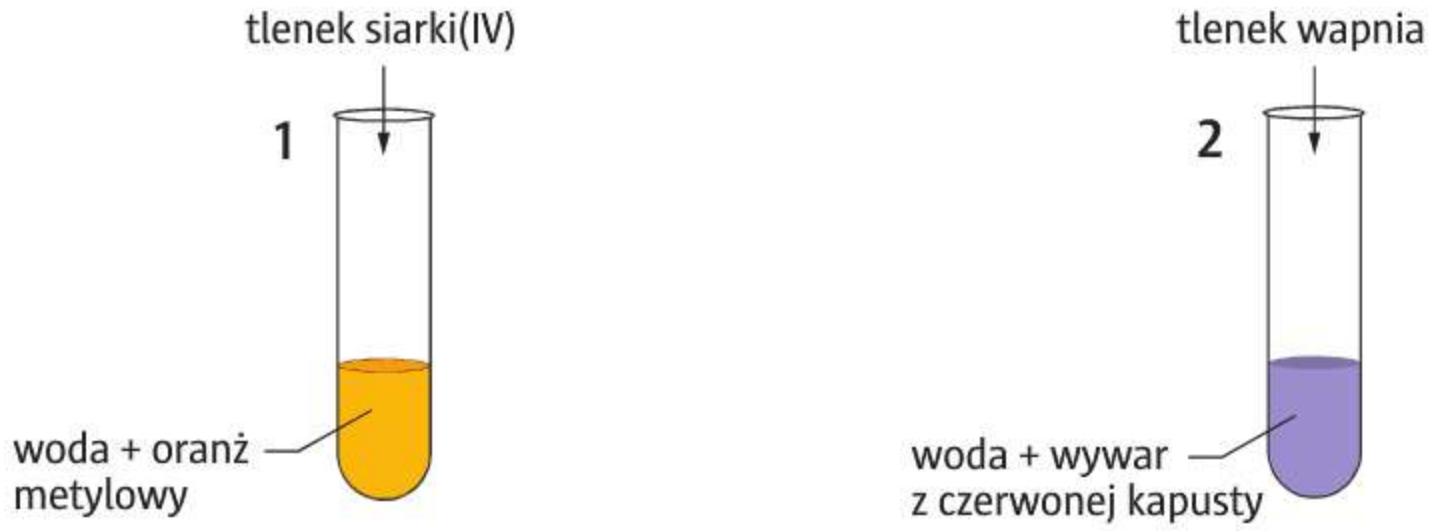
Zadanie 2.
Poniżej podano symbole i wzory różnych molekuł:
A. H_3PO_4 **C.** P_4 **E.** SO_4^{2-} **G.** H^+
B. Ca^{2+} **D.** H **F.** Mg **H.** O_3
Przyporządkuj je do odpowiedniego rodzaju molekuł. Wskaż w każdej komórce właściwe litery.

Atom	Cząsteczka		Jon	
	pierwiastka	związku chemicznego	kation	anion
A / B / C / D / E / F / G / H	A / B / C / D / E / F / G / H	A / B / C / D / E / F / G / H	A / B / C / D / E / F / G / H	A / B / C / D / E / F / G / H

Zadanie 3.
Pierwsza pomoc w razie zatrucia zasadami polega m.in. na podaniu poszkodowanemu 250 g 3-procentowego wodnego roztworu kwasu octowego. Uzupełnij zdanie. **Wybierz poprawne odpowiedzi A lub B oraz C lub D albo E.**

Do organizmu poszkodowanego wprowadza się	**A.** 3 g kwasu octowego	oraz	**C.** 250 g wody.
	B. 7,5 g kwasu octowego		**D.** 247 g wody.
			E. 242,5 g wody.

Zadanie 4.
W tabeli przedstawiono stwierdzenia będące obserwacjami lub wnioskami z przeprowadzonego doświadczenia:



Oceń poprawność poniższych stwierdzeń (P – prawda, F – fałsz).

I	W probówce nr 1 oranż metylowy zmienił barwę na czerwoną.	P / F
II	Po dodaniu tlenku wapnia wywar z czerwonej kapusty zabarwił się na zielono.	P / F
III	W probówce nr 2 wydzielił się bezbarwny, palny gaz.	P / F
IV	W probówce nr 1 zaszła reakcja opisana równaniem: $SO_3 + H_2O \longrightarrow H_2SO_4$.	P / F
V	W wyniku reakcji tlenku wapnia z wodą powstał wodorotlenek wapnia o wzorze $Ca(OH)_2$.	P / F

Zadanie 5.
Tabela przedstawia produkty i wartość ich pH:

A	ocet	pH = 2,3
B	piwo	pH = 5
C	roztwór amoniaku	pH = 12
D	roztwór proszku do prania	pH = 10
E	sok z jabłka	pH = 3,3
F	woda destylowana	pH = 7

Wskaż literę przypisaną produktowi, którego odczyn jest

a)	obojętny	A / B / C / D / E / F
b)	najbardziej zasadowy	A / B / C / D / E / F
c)	bardziej kwasowy niż odczyn soku jabłkowego	A / B / C / D / E / F

Zadanie 6.

Kwaśny opad tworzą zanieczyszczony deszcz i śnieg o pH poniżej 4,5. Taki opad powstaje w wyniku reakcji niektórych zanieczyszczeń powietrza – głównie tlenku siarki(IV) oraz tlenku azotu(IV) – z wodą obecną w atmosferze. Produktami reakcji zachodzących w powietrzu są kwasy i to właśnie one powodują zakwaszenie opadów. Skutkami kwaśnych opadów są choroby układu oddechowego i krwionośnego u ludzi, obumieranie drzew i runa leśnego, zakwaszenie gleb i wód, uszkodzenie zabytków.

Przepisz zdania I–IV do zeszytu i uzupełnij je właściwymi określeniami.

I. Uniwersalny papierek wskaźnikowy w deszczu o pH < 4,5 zabarwi się na kolor **A** / **B**.
A. czerwony **B.** niebieski

II. Do powstawania kwaśnych opadów przyczyniają się m.in. tlenki siarki i azotu, a przede wszystkim tlenki o wzorach **A** / **B** oraz **C** / **D**.
A. SO_2 **B.** SO_3 **C.** NO_2 **D.** N_2O

III. Kwaśne opady mają **A** / **B** wpływ na roślinność.
A. pozytywny **B.** negatywny

IV. Jednym ze sposobów zmniejszania ilości kwaśnych opadów jest **A** / **B**.
A. ograniczenie transportu drogowego
B. właściwa segregacja odpadów

7

Sole



Jaki związek wchodzi w skład skał wapiennych i marmuru?



Czy kwaśne opady mogą uszkodzić gipsowy klif?

Czy każda sól jest słona?

7.1 Wzory i nazwy soli

Sól kojarzy się z białymi słonymi kryształkami używanymi na co dzień w kuchni. Jednak czy każda sól jest słona? Soli występujących w przyrodzie i otrzymywanych w warunkach laboratoryjnych jest bardzo dużo. Dlatego, aby się nie mylić, konieczne jest poznanie budowy soli i reguł obowiązujących w ich nazywaniu.



▲ Kopalnia Soli w Wieliczce jest wpisana na Listę Światowego Dziedzictwa – listę obiektów szczególnie chronionych przez międzynarodową organizację UNESCO.

Gdzie można znaleźć sole?

Sól używana w kuchni, nazywana solą kuchenną, jest pozyskiwana z soli kamiennej, której pokłady są ukryte głęboko pod powierzchnią ziemi – tam, gdzie dawniej były morza: w Polsce występują w okolicach Kłodawy, Inowrocławia, Wieliczki i Bochni.

Sól kamienną wydobywa się w kopalniach. Otrzymuje się ją przez wypłukiwanie z podziemnych złóż i ponowną krystalizację. Są również miejsca, gdzie sól odparowuje się z wody morskiej.

Sól kamienna to cenny surowiec nie tylko dla przemysłu spożywczego, lecz także dla przemysłu chemicznego.

Głównym składnikiem soli kamiennej jest chlorek sodu – związek metalu z niemetalem. Jednak nie tylko chlorek sodu jest solą.

Dla chemika pod nazwą *sole* kryje się wiele związków chemicznych, o mniej lub bardziej złożonej budowie. Wiele minerałów wchodzących w skład skorupy ziemskiej stanowią sole. Te najprostsze to np. chlorki i siarczki, czyli związki chloru lub siarki z metalami.

Różnorodne sole, nie tylko chlorek sodu, znajdują się również w hydrosferze; są one rozpuszczone zarówno w wodzie morskiej, jak



Piryt, FeS_2



Sylwin, KCl



Halit, NaCl



Sfaleryt, ZnS



Cynober, HgS



Galena, PbS

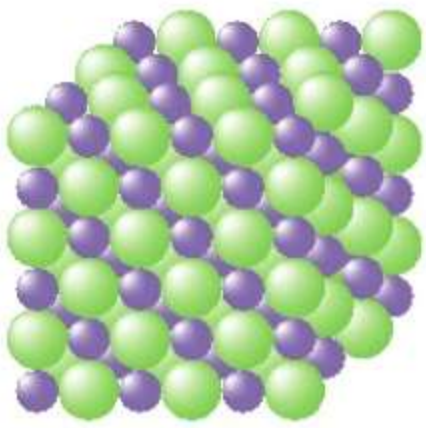
i słodkiej. Sole występują również w organizmach. Są niezbędne do prawidłowego funkcjonowania organizmu, dlatego powinny być obecne w codziennym jadłospisie. Zawierają je przede wszystkim warzywa, owoce, ale także mięso. Sole trudno rozpuszczalne w wodzie, obok innych związków o złożonej budowie, są składnikami szkieletu kostnego, zębów, skóry i włosów.
Sole stanowią bardzo ważny surowiec w wielu gałęziach przemysłu.

Jaką budowę mają sole?

Sole mają budowę jonową. Tworzą sieć krystaliczną, w której kationy metalu i aniony reszty kwasowej przyciągają się elektrostatycznie.
Sole można opisać wzorem ogólnym:

$$M_n^{m+} R_m^{n-}$$

M^{m+} – kation metalu o ładunku $m+$
n – liczba kationów metalu
R^{n-} – anion reszty kwasowej o ładunku $n-$
m – liczba anionów reszty kwasowej



kation sodu, Na^+
anion chlorkowy, Cl^-

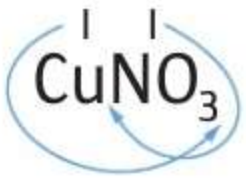
▲ Sieć krystaliczna chlorku sodu

Jak tworzy się nazwy soli?

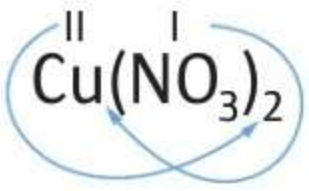
Nazwy soli składają się z dwóch wyrazów. Pierwszy wyraz pochodzi od nazwy reszty kwasowej i ma zakończenie ***-an*** (dla soli kwasów tlenowych) lub ***-ek*** (dla soli kwasów beztlenowych). Przykładowo: jeśli chcemy utworzyć nazwę soli kwasu siarkowego(VI), który jest kwasem tlenowym, to będzie to siarczan(VI). Natomiast sól beztlenowego kwasu siarkowodorowego to siarczek.
Drugi wyraz określa nazwę metalu. Jeżeli metal ma więcej niż jedną wartościowość, należy uwzględnić to w nazwie soli. Przykładem takiego metalu jest żelazo – w związkach chemicznych może być dwu- lub trójwartościowe. Dlatego istnieją dwie sole kwasu chlorowodorowego zawierające żelazo: chlorek **żelaza(II)** i chlorek **żelaza(III)**.

Wodorosól – sól, w której jeden z atomów wodoru nie został zastąpiony metalem.

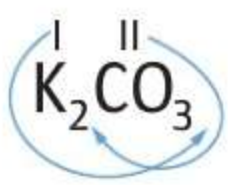
Rodzaj kwasu	Wzór kwasu	Nazwa kwasu	Pierwszy człon nazwy soli
beztlenowy	HCl	kwas chlorowodorowy	chlor**ek**
	H_2S	kwas siarkowodorowy	siarcz**ek**
	HBr	kwas bromowodorowy	brom**ek**
tlenowy	HNO_3	kwas azotowy(V)	azot**an**(V)
	H_2CO_3	kwas węglowy	węgl**an**
	H_2SO_3	kwas siarkowy(IV)	siarcz**an**(IV)
	H_2SO_4	kwas siarkowy(VI)	siarcz**an**(VI)
	H_3PO_4	kwas fosforowy(V)	fosfor**an**(V)



azotan(V) miedzi(I)



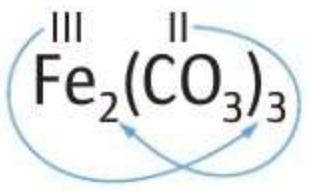
azotan(V) miedzi(II)



węglan potasu



fosforan(V) glinu



węglan żelaza(III)

Jak zapisać wzór soli?

W przypadku soli posługujemy się tylko wzorami sumarycznymi. **W sieci krystalicznej soli nie można wyodrębnić pojedynczych cząsteczek, dlatego nie rysuje się ich wzorów strukturalnych.** Wzór sumaryczny soli informuje, w jakim stosunku liczbowym kationy i aniony są połączone wiązaniem jonowym.

Aby poprawnie zapisać **wzór soli**, należy:

- zapisać symbol metalu i wzór reszty kwasowej;
- zaznaczyć cyfrą rzymską wartościowość metalu (równą ładunkowi kationu) nad symbolem metalu i wartościowość reszty kwasowej (równą ładunkowi anionu) nad wzorem reszty kwasowej;
- indeksy dolne dobrać przez przepisanie tych wartości na krzyż;
- jeśli dobrane indeksy mają wspólny dzielnik, to je uprościć;
- jeśli wartość któregoś z indeksów wynosi 1, to go nie zapisywać.

Wzór kwasu	Symbol metalu	Wartościowość metalu	Wzór soli	Nazwa soli
HCl	Cu	I	CuCl	chlorek miedzi(I)
HBr	Na	I	NaBr	bromek sodu
H_2S	Fe	II	FeS	siarczek żelaza(II)
HNO_3	Al	III	$Al(NO_3)_3$	azotan(V) glinu
H_2CO_3	Sn	II	$SnCO_3$	węglan cyny(II)
H_2SO_3	Fe	III	$Fe_2(SO_3)_3$	siarczan(IV) żelaza(III)
H_2SO_4	Zn	II	$ZnSO_4$	siarczan(VI) cynku
H_3PO_4	Sn	IV	$Sn_3(PO_4)_4$	fosforan(V) cyny(IV)

Niektóre sole, zamiast kationu metalu, mają w sieci krystalicznej jednododatnie kationy amonu NH_4^+. Są to tzw. **sole amonowe**. W zapisie ich wzorów sumarycznych stosuje się reguły takie same jak dla wszystkich soli. Przykłady soli amonowych to: chlorek amonu NH_4Cl, węglan amonu $(NH_4)_2CO_3$, fosforan(V) amonu $(NH_4)_3PO_4$.



$KMnO_4$



$Cr_2(SO_4)_3$



K_2CrO_4



$(NH_4)_2Cr_2O_7$



$FeSO_4$

Jakie nazwy soli spotyka się w życiu codziennym?

W mowie potocznej nie stosuje się nazw systematycznych soli, tylko ich odpowiedniki zwyczajowe.

Wzór soli	Nazwa systematyczna	Nazwa zwyczajowa
NaCl	chlorek sodu	sól kuchenna (kamienna)
$NaNO_3$	azotan(V) sodu	saletra sodowa (chilijska)
$NaHCO_3$	wodorowęglan sodu	soda oczyszczona
KNO_3	azotan(V) potasu	saletra potasowa (indyjska)
$Ca(NO_3)_2$	azotan(V) wapnia	saletra wapniowa (norweska)
$CaCO_3$	węglan wapnia	kalcyt (wapień)
$CaSO_4$	siarczan(VI) wapnia	anhydryt
$CaSO_4 \cdot 2\,H_2O$	siarczan(VI) wapnia—woda (1/2)	gips krystaliczny
$MgSO_4$	siarczan(VI) magnezu	sól gorzka
$AgNO_3$	azotan(V) srebra(I)	lapis



▲ Róża pustyni, gips, siarczan(VI) wapnia—woda (1/2)

Sól uwodniona (hydrat) – sól, która w sieć krystaliczną ma wbudowane cząsteczki wody.

Podsumowanie

1. Sole to duża grupa związków chemicznych, do której należy **chlorek sodu**, składnik popularnej soli kamiennej.
2. Sole występują w litosferze, hydrosferze i biosferze.
3. Sole mają **budowę jonową**, są zbudowane z kationów metalu (lub kationów amonu) oraz anionów reszty kwasowej.
4. Nazwy soli kwasów tlenowych mają zakończenie ***-an***, a nazwy kwasów beztlenowych kończą się na ***-ek***.

Sprawdź, czy wiesz i rozumiesz

1. Co wspólnego mają sól kuchenna, sól kamienna, halit i chlorek sodu?
2. Podaj nazwy systematyczne związków: KCl, Na_2S, $FeCl_2$, $FeCl_3$, CuS.
3. Zapisz w zeszycie wzory następujących soli: siarczku żelaza(II), węglanu wapnia, fosforanu(V) magnezu, azotanu(V) żelaza(III).
4. Podaj nazwy systematyczne soli o wzorach: $CuNO_3$, $Cu(NO_3)_2$, $FeSO_4$.

Dowiedz się więcej

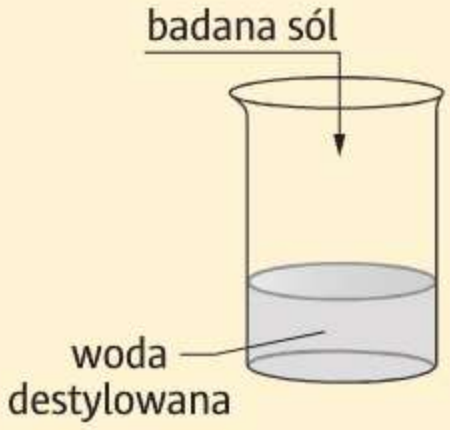
W dostępnych źródłach poszukaj informacji na temat właściwości i zastosowania grupy soli o nazwie *perowskity*.

7.2 Dysocjacja elektrolityczna soli

Sole są zbudowane z jonów. Wiesz już, że jony mogą być nośnikiem prądu elektrycznego. Możemy zatem przypuszczać, że sole przewodzą prąd elektryczny, czyli pod wpływem wody uwalniają jony z sieci krystalicznej. Czy tak jest? Sprawdźmy!

Czy sole rozpuszczają się w wodzie?

Wiecie już, że tylko rozpuszczalne w wodzie wodorotlenki i kwasy przewodzą prąd elektryczny. Jest to możliwe, ponieważ w ich wodnych roztworach są obecne jony. Sprawdźmy, czy wszystkie sole rozpuszczają się w wodzie, a następnie – jakie są tego konsekwencje.



Doświadczenie 7.2.1
Badanie rozpuszczalności soli w wodzie

Do pięciu zlewek nalej po 50 cm^3 wody destylowanej i wsyp po około 1 g soli: chlorku sodu, azotanu(V) potasu, węglanu wapnia, siarczanu(VI) miedzi(II), azotanu(V) żelaza(III). Wymieszaj. Oceń ich rozpuszczalność w wodzie.

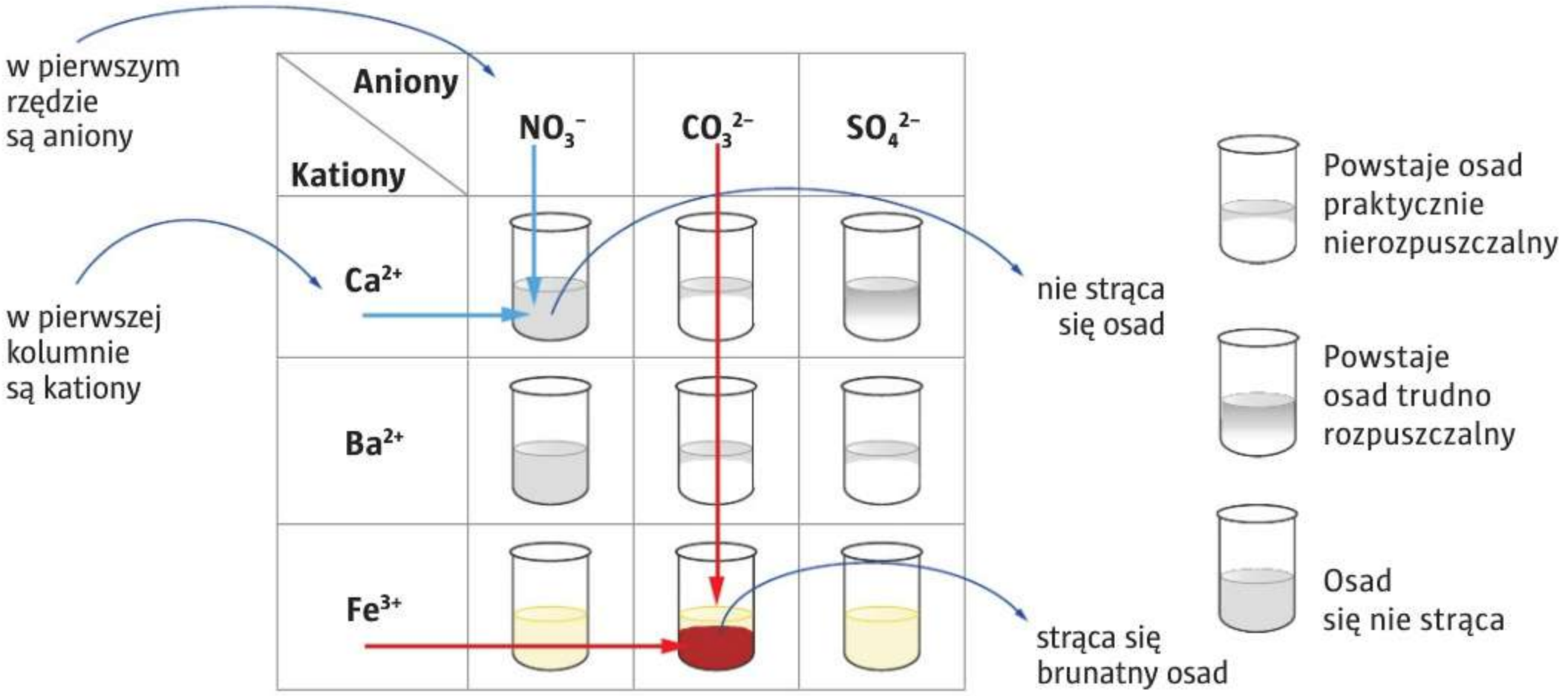


chlorek sodu | azotan(V) potasu | węglan wapnia | siarczan(VI) miedzi(II) | azotan(V) żelaza(III)

Obserwacje: Chlorek sodu, azotan(V) potasu, siarczan(VI) miedzi(II) oraz azotan(V) żelaza(III) bardzo dobrze rozpuszczają się w wodzie. Powstają roztwory w kolejności: dwa bezbarwne, niebieski i żółty. Węglan wapnia nie rozpuszcza się w wodzie: tworzy białą zawiesinę, która ulega sedymentacji.

Wnioski: Rozpuszczalność soli w wodzie jest różna.

Informacje na temat rozpuszczalności wybranych soli zebrano i zestawiono w tabeli rozpuszczalności soli i wodorotlenków (s. 265). W pierwszej kolumnie tabeli zestawiono wzory kationów, a w pierwszym rzędzie – wzory anionów. We wspólnej komórce, na przecięciu kolumny zawierającej wzór kationu i rzędu ze wzorem anionu, znajduje się graficzna informacja dotycząca rozpuszczalności soli utworzonej przez dane jony.



▲ Fragment tabeli rozpuszczalności soli i wodorotlenków w wodzie ilustrujący sposób odczytywania informacji o rozpuszczalności azotanu(V) wapnia oraz węglanu żelaza(III)

Czy wodne roztwory soli przewodzą prąd elektryczny?

Doświadczenie 7.2.2

Badanie przewodnictwa elektrycznego roztworów wodnych soli

W przygotowanych wcześniej mieszaninach soli i wody (dośw. 7.2.1) zanurzamy elektrody detektora prądu elektrycznego. Sprawdzamy przewodnictwo.

Obserwacje: Po włożeniu elektrod do roztworu chlorku sodu, azotanu(V) potasu, siarczanu(VI) miedzi, azotanu(V) żelaza(III) dioda detektora się świeci. Po włożeniu elektrod do zlewki z zawiesiną węglanu wapnia dioda się nie świeci.

Wnioski: Roztwory chlorku sodu, azotanu(V) potasu, siarczanu(VI) miedzi(II), azotanu(V) żelaza(III) przewodzą prąd elektryczny. Zawiesina węglanu wapnia nie przewodzi prądu.

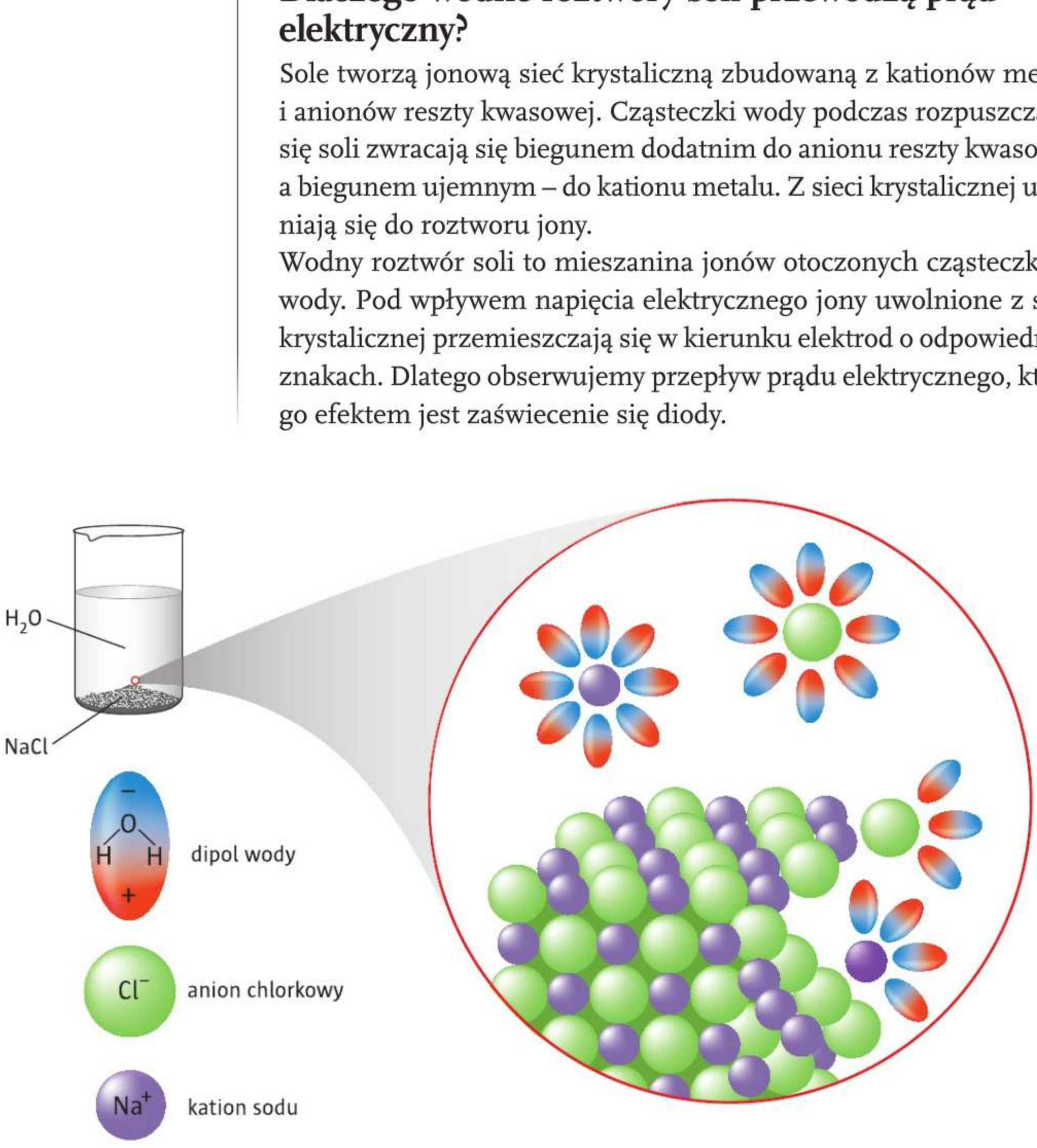


Sole rozpuszczalne w wodzie bardzo dobrze przewodzą prąd elektryczny. Im rozpuszczalność soli jest mniejsza, tym gorsze jest przewodnictwo. Niektóre sole w wysokiej temperaturze ulegają stopieniu i z ich sieci krystalicznej, podobnie jak w roztworze wodnym, uwalniają się jony. Mogą się one przemieszczać i być nośnikami prądu elektrycznego. Sole stopione, podobnie jak sole rozpuszczone w wodzie, są **elektrolitami**.

Dlaczego wodne roztwory soli przewodzą prąd elektryczny?

Sole tworzą jonową sieć krystaliczną zbudowaną z kationów metalu i anionów reszty kwasowej. Cząsteczki wody podczas rozpuszczania się soli zwracają się biegunem dodatnim do anionu reszty kwasowej, a biegunem ujemnym – do kationu metalu. Z sieci krystalicznej uwalniają się do roztworu jony.

Wodny roztwór soli to mieszanina jonów otoczonych cząsteczkami wody. Pod wpływem napięcia elektrycznego jony uwolnione z sieci krystalicznej przemieszczają się w kierunku elektrod o odpowiednich znakach. Dlatego obserwujemy przepływ prądu elektrycznego, którego efektem jest zaświecenie się diody.



▲ Dysocjacja elektrolityczna chlorku sodu

Sole, tak jak wodorotlenki i kwasy, pod wpływem wody ulegają dysocjacji elektrolitycznej.
Zapis i sposób odczytu dysocjacji elektrolitycznej soli:

$NaCl$	$\xrightarrow{H_2O}$	Na^+	+	Cl^-
chlorek sodu	pod wpływem wody dysocjuje na jony	kationy sodu	i	aniony chlorkowe
KNO_3	$\xrightarrow{H_2O}$	K^+	+	NO_3^-
azotan(V) potasu	pod wpływem wody dysocjuje na jony	kationy potasu	i	aniony azotanowe(V)
$CuSO_4$	$\xrightarrow{H_2O}$	Cu^{2+}	+	SO_4^{2-}
siarczan(VI) miedzi(II)	pod wpływem wody dysocjuje na jony	kationy miedzi(II)	i	aniony siarczanowe(VI)

Podsumowanie

1. **Sole** to w zdecydowanej większości przypadków ciała stałe, twarde, o budowie krystalicznej.
2. Nie wszystkie sole w takim samym stopniu rozpuszczają się w wodzie.
3. Aby sprawdzić **rozpuszczalność soli** w wodzie, należy wykonać odpowiednie doświadczenie lub odczytać informacje z tabeli rozpuszczalności.
4. Sole stopione i ich wodne roztwory **przewodzą prąd elektryczny**.
5. Sole pod wpływem wody **dysocjują** na kationy metalu (lub kationy amonu) i aniony reszty kwasowej.

Sprawdź, czy wiesz i rozumiesz

1. Podaj przykłady soli, które tworzą barwne roztwory.
2. Sprawdź w tabeli rozpuszczalności soli i wodorotlenków w wodzie rozpuszczalność fosforanu(V) magnezu.
3. Podaj wzory i nazwy tych soli, których kation metalu w połączeniu z różnymi anionami tworzy zarówno sól rozpuszczalną, trudno rozpuszczalną, jak i nierozpuszczalną w wodzie.
4. Zapisz w zeszycie równanie dysocjacji elektrolitycznej następujących soli: chlorku żelaza(II), siarczanu(IV) sodu, siarczanu(VI) magnezu, węglanu amonu. Nazwij powstałe jony.

Dowiedz się więcej

W dostępnych źródłach poszukaj informacji na temat:

a) elektrolizy soli,
b) galwanotechniki,
c) cieczy jonowych.

7.3 Reakcja zobojętniania

Wodne roztwory kwasów mają odczyn kwasowy, a wodorotlenków – zasadowy. Jaki odczyn mają sole? Czy jest on obojętny?

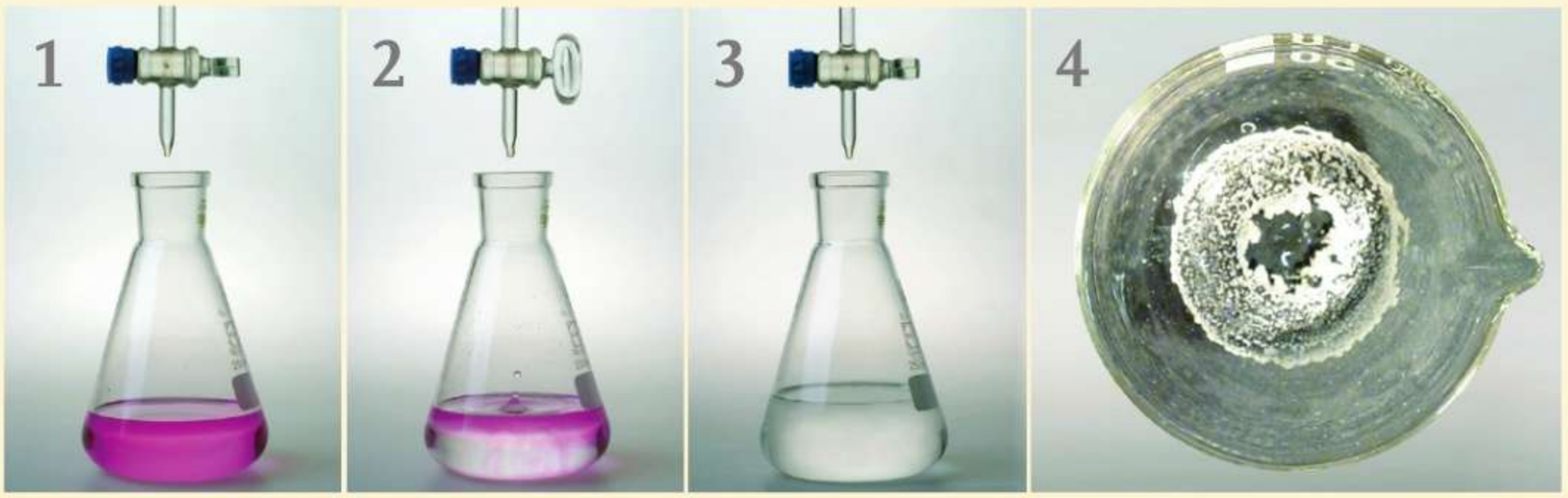
Czy kwasy reagują z zasadami?

Czy odczyn zasadowy można zneutralizować kwasem? Sprawdźmy to doświadczalnie z użyciem wskaźników.

Doświadczenie 7.3.1

Reakcja kwasu solnego z zasadą sodową w obecności fenoloftaleiny

Do kolby stożkowej wlewamy ok. 50 cm^3 zasady sodowej oraz 2–3 krople roztworu fenoloftaleiny (1). Następnie, ciągle mieszając zawartość kolby, dodajemy niewielkimi porcjami kwas solny (2) do momentu, w którym nastąpi odbarwienie roztworu (3). Część otrzymanego roztworu przenosimy do szklanej parownicy, sprawdzamy odczyn uniwersalnym papierkiem wskaźnikowym, a następnie roztwór ogrzewamy i odparowujemy wodę (4).



Obserwacje: Fenoloftaleina w zasadzie sodowej barwi się na malinowo. W miarę dodawania kwasu barwa fenoloftaleiny blednie, aż do całkowitego odbarwienia. Uniwersalny papierek wskaźnikowy zanurzony w roztworze zawierającym produkt reakcji nie zmienia barwy, pozostaje żółty. W parownicy po odparowaniu wody pozostaje biała substancja.

Wnioski: Między zasadą sodową a kwasem solnym zachodzi reakcja wymiany:

$$NaOH + HCl \longrightarrow NaCl + H_2O$$

Biała substancja otrzymana po odparowaniu wody z roztworu to chlorek sodu. Roztwór wodny produktu reakcji, chlorku sodu, ma odczyn obojętny.

Dlaczego w wyniku reakcji kwasu z zasadą zmienia się barwa wskaźników?

Malinowa barwa fenoloftaleiny świadczy o odczynie zasadowym i o obecności anionów wodorotlenkowych OH^-. Pochodzą one z dysocjacji elektrolitycznej wodorotlenku sodu:

$$NaOH \xrightarrow{H_2O} Na^+ + OH^-$$

Podczas dodawania kwasu solnego zwiększa się w powstałej mieszaninie liczba kationów wodoru tworzących się w wyniku dysocjacji kwasu:

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

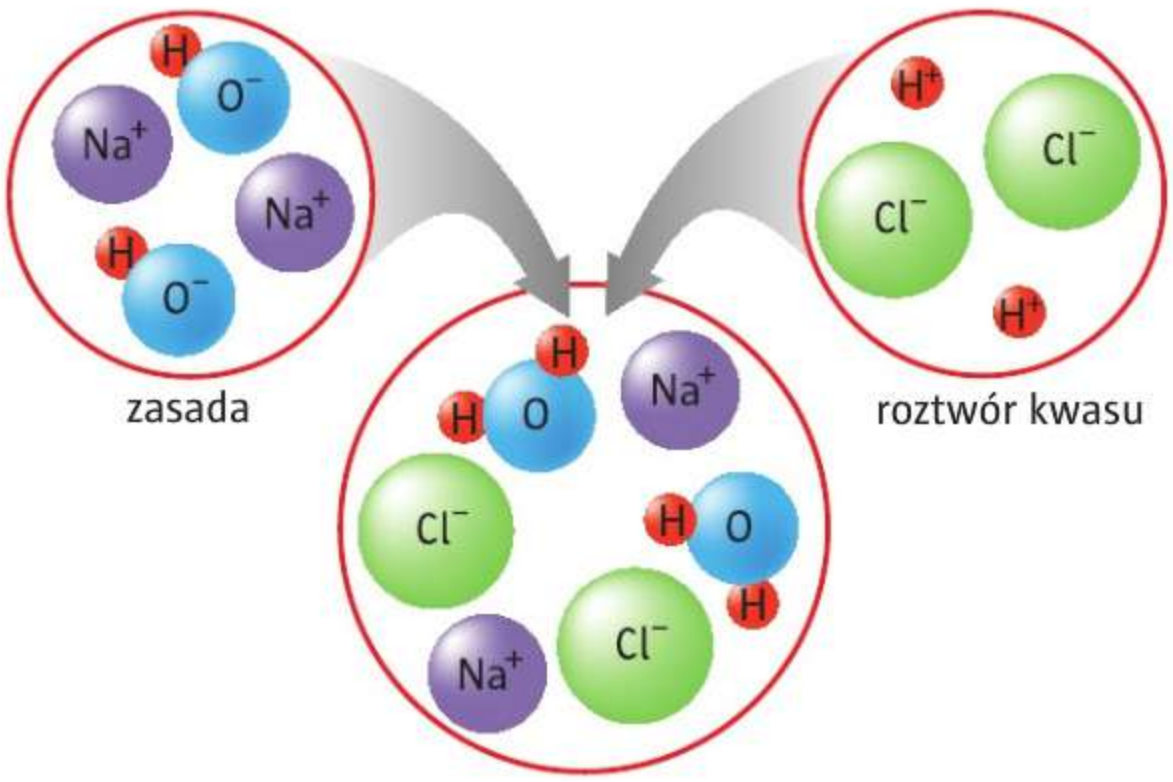
Kationy wodoru reagują z anionami wodorotlenkowymi i tworzą cząsteczki wody:

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

Liczba anionów wodorotlenkowych stopniowo maleje i dlatego po pewnym czasie fenoloftaleina się odbarwia. Gdy wszystkie aniony wodorotlenkowe pochodzące od zasady sodowej połączą się z kationami wodoru pochodzącymi od kwasu solnego, odczyn roztworu staje się **obojętny** – fenoloftaleina całkowicie się odbarwia, a uniwersalny papierek wskaźnikowy nie zmienia swojego zabawienia. Równanie zachodzącej reakcji możemy zapisać w postaci jonowej:

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

W roztworze pozostają kationy sodu i aniony chlorkowe. W zapisie równania reakcji chemicznej kationy sodu i aniony chlorkowe występują po stronie substratów i produktów w niezmienionej formie i w takiej samej liczbie. Dlatego możemy je pominąć i uwzględnić tylko te jony, które biorą udział w reakcji chemicznej. Istotę zachodzącej reakcji ukazuje uproszczony zapis (równanie jonowe skrócone):



▲ Zobojętnienie zasady sodowej kwasem solnym

$$\mathbf{H^+ + OH^- \longrightarrow H_2O}$$

Po odparowaniu wody z roztworu otrzymujemy chlorek sodu z kationami sodu Na^+ oraz anionami chlorkowymi Cl^- w sieci krystalicznej. **Istotą reakcji kwasu z zasadą jest łączenie się kationów wodoru z anionami wodorotlenkowymi.** Taką reakcję nazywa się **reakcją zobojętniania**.

kwas + zasada → sól + woda



▲ Lek podawany przy niedoborze kwasów żołądkowych



▲ Chemiczne oczyszczanie ścieków



▲ Ukąszenie mrówki

Jakie praktyczne znaczenie ma reakcja zobojętniania?

Jednym z najważniejszych składników soku żołądkowego jest kwas solny, odpowiedzialny za aktywowanie odpowiednich enzymów niezbędnych do prawidłowego trawienia pokarmu, niszczenie zawartych w nim chorobotwórczych bakterii i innych drobnoustrojów. Jeśli wydzielanie kwasu solnego do soku żołądkowego przekroczy dopuszczalną dawkę, pojawia się **nadkwasota**, niebezpieczna dla zdrowia. W jej zwalczaniu bardzo ważną rolę odgrywa dieta, jednak często konieczne jest leczenie farmakologiczne. Pacjentom podaje się wówczas leki zobojętniające kwas solny i osłaniające błonę śluzową żołądka. Najczęściej stosowaną grupą medykamentów są leki o odczynie zasadowym, zawierające np. wodorotlenek magnezu.

Pacjentom podaje się również leki zwalczające przyczynę niedoboru lub nadmiaru kwasu, a nie – tylko jego skutki.

Do zobojętniania **ścieków** o odczynie zasadowym używa się gazów spalinowych o odczynie kwasowym, powstających z paliw zasiarczonych. Obok zastosowania tlenków siarki i tlenków azotu szczególnie korzystna jest neutralizacja za pomocą tlenku węgla(IV), ponieważ ten gaz jest naturalnym składnikiem wody. Nie powoduje korozji instalacji, nie zakwasza nadmiernie ścieków i jest bezpieczny dla środowiska. Do neutralizacji ścieków o odczynie kwasowym używa się mleka wapiennego lub gazów odpadowych zawierających amoniak, czyli odczynników o odczynie zasadowym. **Ukąszenie mrówki**, której jad zawiera kwas mrówkowy, skutkuje najczęściej bolesnym pieczeniem i zaczerwienieniem skóry. Aby zmniejszyć te dolegliwości, należy zastosować zimne okłady i przemywać miejsca ukąszenia roztworem o słabym odczynie zasadowym, np. sodą oczyszczoną lub mydłem. Podobnie postępuje się w przypadku **użądlenia przez pszczołę**. Natomiast do zobojętniania zasadowego jadu **osy** stosuje się roztwór o słabym odczynie kwasowym – ocet lub sok cytrynowy.



Ciekawostka

Większość roślin rozwija się dobrze w glebach wykazujących pH od 6,1 do 6,5. Niestety wiele gleb w Polsce to gleby kwaśne i bardzo kwaśne o pH poniżej 6,0. Aby **zmniejszyć ich kwasowość**, należy zastosować nawozy wapniowo-magnezowe. Zawierają one tlenki wapnia i magnezu oraz węglany tych metali. Związki te zobojętniają substancje zawarte w glebie i zmniejszają jej kwasowość. Czasami zachodzi jednak potrzeba obniżenia pH gleby, czyli jej **zakwaszenia.** Najlepiej do tego celu nadaje się torf, którego pH ma wartość mniejszą od 4,0.

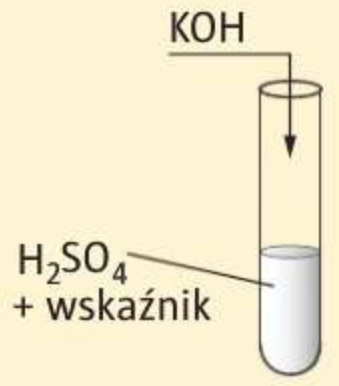
◀ Do uprawy pomidorów jest potrzebna lekko kwaśna gleba o pH od 5,5 do 6,5.

Jaką funkcję pełni wskaźnik w reakcji zobojętniania?

Wskaźniki, które zmieniają zabarwienie w obecności kwasów i zasad, odgrywają ważną rolę w reakcji zobojętniania. Pokazują mianowicie moment, w którym po zmieszaniu kwasu i zasady otrzymany roztwór ma odczyn obojętny, czyli liczba kationów wodoru jest równa liczbie anionów wodorotlenkowych.

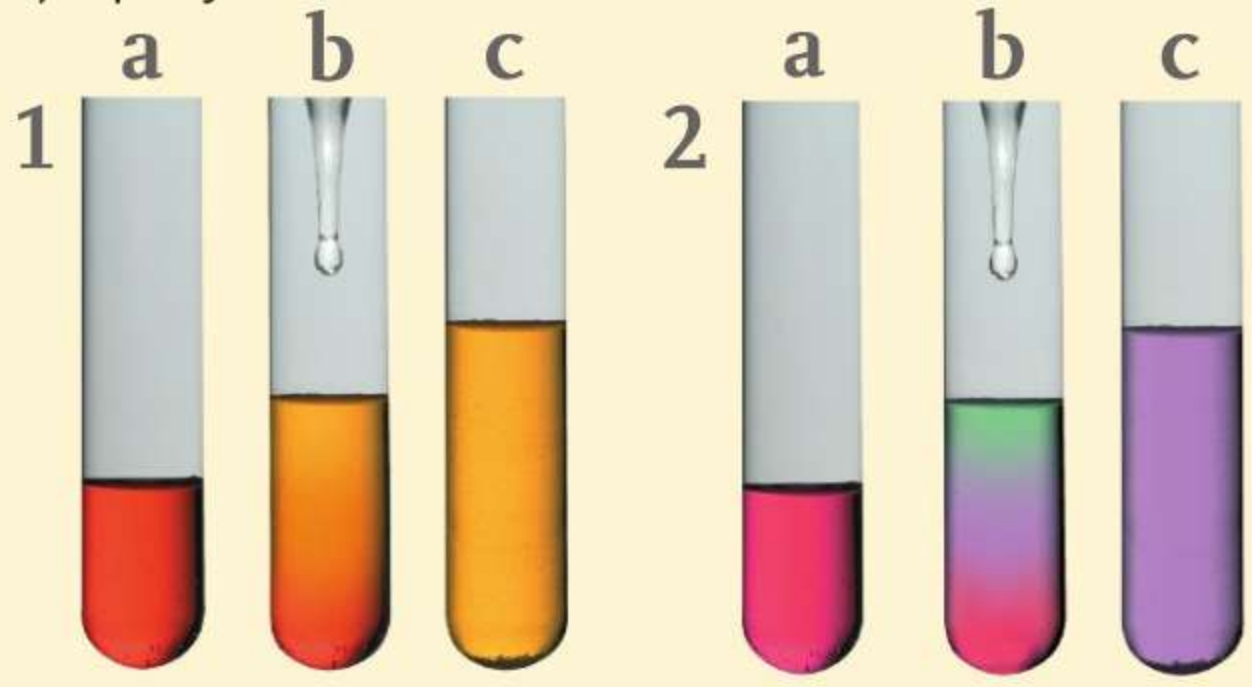
Doświadczenie 7.3.2

Reakcja kwasu siarkowego(VI) z zasadą potasową w obecności różnych wskaźników



1. Do probówki wlej ok. 2 cm^3 rozcieńczonego roztworu kwasu siarkowego(VI) i dodaj kilka kropli oranżu metylowego (a). Następnie dodawaj po kropli rozcieńczonej zasady potasowej (b), aż do zmiany zabarwienia wskaźnika (c).
2. Postąp tak samo z wywarem z czerwonej kapusty.

Obserwacje: Oranż metylowy w środowisku kwaśnym barwi się na czerwono. Po dodaniu zasady potasowej jego barwa zmienia się na żółtopomarańczową. Wywar z czerwonej kapusty w roztworze kwasu jest czerwony, a w wyniku dodawania zasady się zmienia. Widoczne są barwy: czerwona, fioletowa i zielona. Po zakończeniu doświadczenia wywar ma barwę fioletową.



Wnioski: Zmiana zabarwienia wskaźników świadczy o zmianie odczynu powstającego roztworu. Moment zobojętnienia można dokładniej zaobserwować w obecności wywaru z czerwonej kapusty, ponieważ barwa żółtopomarańczowa oranżu metylowego wskazuje zarówno odczyn obojętny, jak i zasadowy (wynikający z nadmiaru dodanej zasady potasowej).

W powyższym doświadczeniu zasada potasowa zobojętniła kwas siarkowy(VI). Zachodzącą reakcję można opisać równaniem:

$$H_2SO_4 + 2\ KOH \longrightarrow K_2SO_4 + 2\ H_2O$$

W postaci jonowej:

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

Po pominięciu powtarzających się jonów otrzymujemy skrócony zapis jonowy reakcji zobojętniania:

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

Czy wszystkie sole mają odczyn obojętny?

Roztwory wodne soli otrzymanych w doświadczeniach 7.3.1 i 7.3.2 – chlorek sodu i siarczan(VI) potasu – mają odczyn obojętny. Sprawdźmy doświadczalnie, jaki odczyn mają inne sole.



Doświadczenie 7.3.3
Badanie odczynu soli

Do trzech probówek wlej po 1 cm^3 roztworów soli: siarczanu(VI) miedzi(II) $CuSO_4$ (1), chlorku potasu KCl (2) i węglanu sodu Na_2CO_3 (3). W każdym roztworze zanurz uniwersalny papierek wskaźnikowy.

Obserwacje: Uniwersalny papierek wskaźnikowy w roztworze siarczanu(VI) miedzi(II) barwi się delikatnie na czerwono, w roztworze chlorku potasu pozostaje bez zmian, a w roztworze węglanu sodu zmienia zabarwienie na niebieskie.

Wnioski: Roztwór $CuSO_4$ ma odczyn kwasowy, roztwór KCl jest obojętny, a roztwór Na_2CO_3 – zasadowy. Nie wszystkie sole mają odczyn obojętny.

Odczyn soli zależy od mocy kwasów i zasad, od których sól pochodzi. Sole pochodzące od mocnych kwasów i słabych zasad mają odczyn kwasowy, a sole pochodzące od mocnych zasad i słabych kwasów mają odczyn zasadowy.

Podsumowanie

1. Kwasy można zobojętnić zasadami, a zasady – kwasami.
2. W **reakcji zobojętniania** jony H^+ łączą się z jonami OH^- i tworzą cząsteczki wody.
3. Jednym z produktów reakcji zobojętniania jest **sól**.
4. Sole mogą mieć **odczyn kwasowy**, **obojętny** i **zasadowy**.

Sprawdź, czy wiesz i rozumiesz

1. Co jest substratem, a co – produktem reakcji zobojętniania?
2. Zapisz równanie reakcji zobojętniania kwasu solnego zasadą wapniową, kwasu azotowego(V) zasadą sodową, kwasu fosforowego(V) zasadą potasową.
3. Jakie praktyczne zastosowania ma reakcja zobojętniania?

Dowiedz się więcej

W dostępnych źródłach poszukaj informacji na temat:

a) hydrolizy soli,

b) miareczkowania.

7.4

Sole – produkty różnych reakcji metali

Większość soli w swoim składzie ma kationy metali. Najprostszym sposobem otrzymania tych związków są reakcje metali z niemetalami lub kwasami.

Czy metale mogą reagować z niemetalami?

Jest wiele sposobów na otrzymanie soli. Najprostszy z nich polega na syntezie z pierwiastków (metalu i niemetalu). Taka reakcja jest związana z tworzeniem wiązań jonowych między pierwiastkami o przeciwnych właściwościach: metale oddają elektrony walencyjne, a niemetale je przyjmują. Produktem tego typu reakcji są sole kwasów beztlenowych. Sprawdźmy to doświadczalnie.

Doświadczenie 7.4.1
Otrzymywanie siarczku cynku

Cynk i siarkę wsypujemy do zamykanego pojemnika i dokładnie mieszamy. Następnie mieszaninę wysypujemy na cegłę, zapalamy płomieniem mikropalnika i obserwujemy zachodzące zmiany.



Obserwacje: Mieszanina cynku i siarki pali się i emituje zielonkawe światło. Unosi się obłok gęstego dymu. Na cegle tworzy się białożółta substancja, która blednie z upływem czasu.



Wniosek: W reakcji cynku z siarką powstaje siarczek cynku, zgodnie z równaniem reakcji:

$$Zn + S \longrightarrow ZnS$$

Reakcje metali z niemetalami są zwykle bardzo efektowne i egzoenergetyczne, czyli związane z emisją energii (światła lub ciepła).

Sole kwasów beztlenowych można otrzymać w reakcji metalu z niemetalem:

metal + niemetal → sól kwasu beztlenowego

Jak przebiegają reakcje metali z niemetalami?

Szybkość i efekty reakcji syntezy soli z metalu i niemetalu są różnorodne. Często zależą od warunków reakcji.

Synteza chlorku sodu

Reakcja sodu z chlorem przebiega powoli (1). Zielonożółta barwa chloru zanika, a powierzchnia sodu pokrywa się białym nalotem. Produktem reakcji jest chlorek sodu:

$$2\ Na_{(s)} + Cl_{2(g)} \longrightarrow 2\ NaCl_{(s)}$$

Reakcja ta przebiega znacznie szybciej, jeśli zostanie zainicjowana kroplą wody. Sód spala się wówczas gwałtownie w atmosferze chloru. Towarzyszy temu emisja światła (2).





Synteza chlorku miedzi(II)

Rozgrzana miedź, włożona do kolby wypełnionej chlorem, się zapala. Znika zielonożółte zabarwienie chloru. Powstaje brązowożółta substancja. Reakcja jest egzoenergetyczna. Powstaje chlorek miedzi(II):

$$Cu + Cl_2 \longrightarrow CuCl_2$$



Synteza chlorku glinu

Glin spala się gwałtownie w atmosferze chloru. Znika zielonożółte zabarwienie chloru. Powstaje biały dym. Tworzy się biała substancja. Reakcja jest egzoenergetyczna. Jej produkt to chlorek glinu:

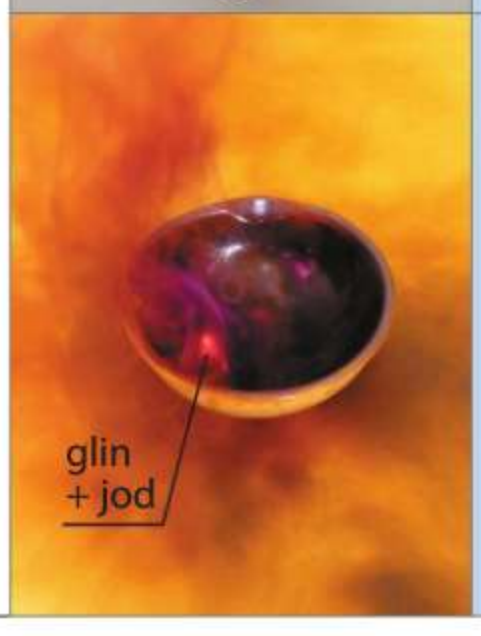
$$2\ Al + 3\ Cl_2 \longrightarrow 2\ AlCl_3$$



Synteza bromku glinu

Glin włożony do probówki z bromem spala się gwałtownie żółtym płomieniem. Powstają brązowe opary. Tworzy się substancja o żółtawym zabarwieniu. Zachodząca reakcja jest egzoenergetyczna. Powstaje bromek glinu:

$$2\ Al + 3\ Br_2 \longrightarrow 2\ AlBr_3$$



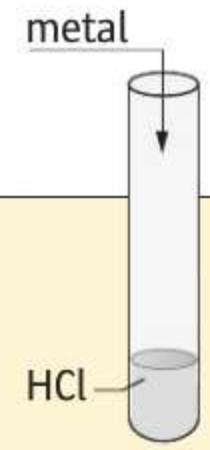
Synteza jodku glinu

Mieszanina glinu i jodu po dodaniu kropli wody gwałtownie się zapala. Tworzy się fioletowy dym, który pochodzi od sublimującego jodu. Na dnie parownicy pozostaje nowa substancja o brunatnym zabarwieniu. Reakcja jest egzoenergetyczna. Jej produkt to jodek glinu:

$$2\ Al + 3\ I_2 \longrightarrow 2\ AlI_3$$

Czy wszystkie metale reagują z kwasami?

Wiesz już na podstawie prawa okresowości, że aktywność chemiczna pierwiastków jest różna. Sprawdźmy, czy w związku z tym reakcje różnych metali z kwasami zawsze przebiegają tak samo.



Doświadczenie 7.4.2
Reakcje różnych metali z kwasem solnym

Do trzech probówek wlej niewielką ilość rozcieńczonego kwasu solnego i wrzuć kolejno: kawałek wstążki magnezowej (1), gwóźdź stalowy (jego głównym składnikiem jest żelazo) (2), zwinięty drucik miedziany (3). Obserwuj zachodzące zmiany. Najpierw nauczyciel zbliża zapalone łuczywo do wylotu pierwszej probówki. Potem ty przelewasz zawartość pierwszej probówki do parownicy i odparowujesz rozpuszczalnik (4).



Obserwacje: Po dodaniu magnezu zawartość probówki intensywnie się pieni. Wydziela się bezbarwny gaz, który spala się z charakterystycznym trzaskiem. Probówka się rozgrzewa. Po odparowaniu rozpuszczalnika z roztworu na dnie parownicy pozostaje biały osad. Na powierzchni żelaza pojawiają się nieliczne pęcherzyki gazu. W probówce z miedzią nie ma żadnych zmian.

Wnioski: Magnez i żelazo reagują z kwasem solnym z wydzieleniem wodoru. Miedź nie reaguje z kwasem solnym. Reakcja z magnezem przebiega najszybciej i jest egzotermiczna. Spośród badanych metali magnez jest najaktywniejszy.

Produktami reakcji metali z powyższego doświadczenia z kwasem solnym są sole (chlorki) oraz wodór. Powstawanie soli opisują równania reakcji:

$$Mg + 2\,HCl \rightarrow \underset{\text{chlorek magnezu}}{MgCl_2} + H_2\uparrow$$

$$Fe + 2\,HCl \rightarrow \underset{\text{chlorek żelaza(II)}}{FeCl_2} + H_2\uparrow$$

Ciekawostka

Chlorek amonu NH_4Cl (tzw. salmiak) może tworzyć się w wyniku reakcji amoniaku z chlorowodorem. Te bezbarwne gazy reagują ze sobą, czego efektem są kryształki salmiaku, które są widoczne w postaci białego dymu na fotografii.

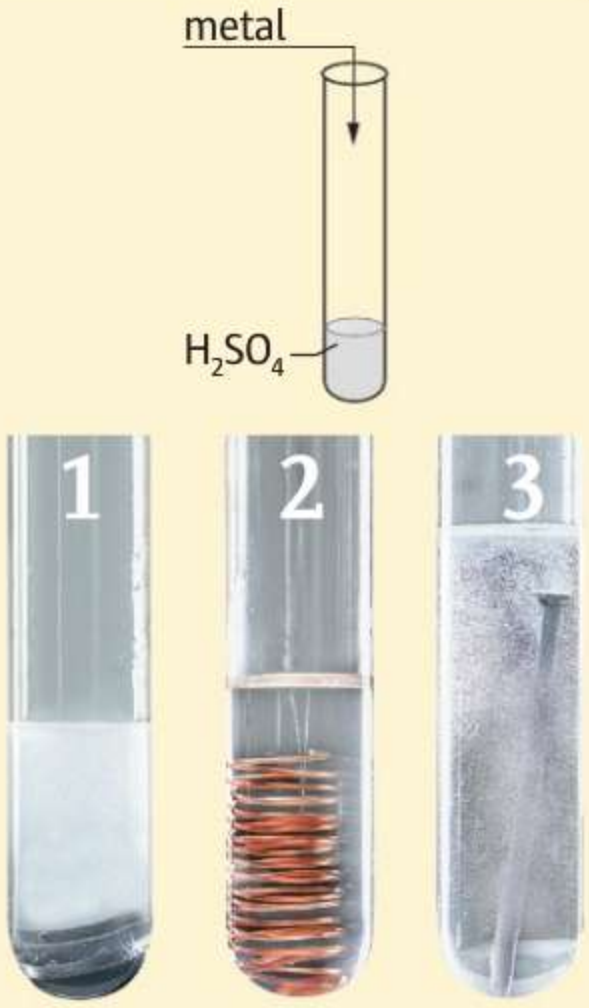
$$NH_{3(g)} + HCl_{(g)} \rightarrow NH_4Cl_{(s)}$$

► Synteza chlorku amonu



Czy siarczany(VI) można otrzymać w wyniku reakcji kwasu z metalami?

Kwasy siarkowy(VI) i azotowy(V) należą do grupy najmocniejszych kwasów. Ich właściwości zależą od stężenia. Sprawdźmy, czy w wyniku reakcji rozcieńczonego kwasu siarkowego(VI) z metalami: magnezem, żelazem i miedzią, można otrzymać sole.



Doświadczenie 7.4.3
Reakcje różnych metali z kwasem siarkowym(VI)

Do trzech probówek wlej około 1 cm^3 rozcieńczonego kwasu siarkowego(VI) i wrzuć kawałki magnezu (1), miedzi (2) i żelaza (3). Obserwuj zmiany zachodzące w probówkach.

Obserwacje: Magnez wrzucony do probówki z kwasem bardzo szybko znika. Probówka mocno się rozgrzewa, a jej zawartość intensywnie się pieni. W probówce z miedzią nie obserwujemy żadnych zmian. Na powierzchni żelaza pojawiają się niewielkie pęcherzyki gazu.

Wnioski: Magnez i żelazo reagują z rozcieńczonym kwasem siarkowym(VI). Produktami reakcji są sole – siarczany(VI) oraz wodór. Spośród badanych metali magnez jest najaktywniejszy. Miedź nie reaguje z rozcieńczonym kwasem siarkowym(VI).

Powstawanie soli opisują równania reakcji:

$$Mg + H_2SO_4 \rightarrow MgSO_4 + H_2\uparrow$$

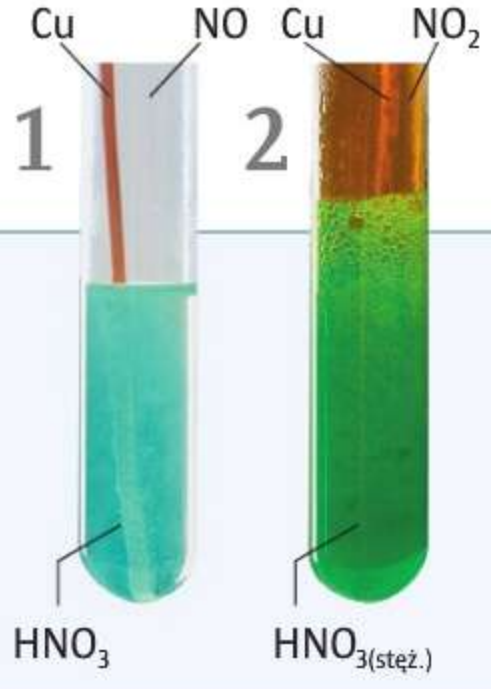
siarczan(VI) magnezu

$$Fe + H_2SO_4 \rightarrow FeSO_4 + H_2\uparrow$$

siarczan(VI) żelaza(II)

Miedź roztwarza się w stężonym kwasie siarkowym(VI), a produktami tej reakcji są siarczan(VI) miedzi(II) i tlenek siarki(IV):

$$Cu + 2\,H_2SO_{4(\text{stęż.})} \rightarrow CuSO_4 + SO_2\uparrow + 2\,H_2O$$



Ciekawostka

Miedź reaguje zarówno z rozcieńczonym (1), jak i stężonym kwasem azotowym(V) (2). Produktami tych reakcji są azotan(V) miedzi(II) i woda oraz zależnie od warunków: dla kwasu rozcieńczonego – bezbarwny gaz tlenek azotu(II), a dla stężonego – czerwonobrunatny, trujący gaz tlenek azotu(IV).

Czy można przewidzieć przebieg reakcji metalu z kwasem?

Większość metali reaguje zarówno z kwasami beztlenowymi, jak i tlenowymi.

Na podstawie wyników eksperymentów metale uporządkowano według malejącej aktywności chemicznej. Dzięki temu powstał **szereg aktywności metali**. Pomiędzy nimi umieszczono wodór. Metale aktywne znajdujące się przed wodorem wypierają go z kwasów. Natomiast metale umieszczone za wodorem reagują tylko z niektórymi kwasami, ale wśród produktów tych reakcji nie ma wodoru.

malejąca aktywność chemiczna metali →

K	Na	Ca	Mg	Al	Zn	Fe	H	Cu	Hg	Ag	Au	Pt

Poniższy zapis jest właściwy tylko dla niektórych metali:

aktywny metal + kwas → sól + wodór

Podsumowanie

1. Sole kwasów beztlenowych otrzymuje się w wyniku bezpośredniej syntezy metalu i niemetalu.
2. Produktami reakcji metali aktywnych, umieszczonych w szeregu aktywności przed wodorem, z kwasami są sole i wodór.

Sprawdź, czy wiesz i rozumiesz

1. Zapisz w zeszycie równania reakcji otrzymywania soli: siarczku sodu, chlorku miedzi(II), bromku glinu, w wyniku syntezy pierwiastków.
2. Spośród metali: cynku, platyny, wapnia, złota, wybierz te, które mogą reagować z kwasami z utworzeniem soli i wodoru. Zapisz w zeszycie odpowiednie równania reakcji.
3. Zaproponuj sposoby otrzymywania następujących soli: siarczanu(VI) sodu, chlorku potasu, fosforanu(V) potasu. Zapisz w zeszycie odpowiednie równania reakcji.

Dowiedz się więcej

W dostępnych źródłach poszukaj informacji na temat:

a) metali szlachetnych odpornych na działanie kwasów,

b) zbiorników, w których transportuje się stężony kwas azotowy(V).

7.5 Sole – produkty reakcji tlenków z kwasami i zasadami

Sole są produktami różnorodnych reakcji chemicznych zachodzących między związkami metali i związkami niemetali.

Czy tlenki metali reagują z kwasami?

Tlenki metali to substancje stałe. Sprawdźmy, czy kwasy mogą je roztworzyć.



Doświadczenie 7.5.1
Działanie kwasem solnym na tlenek wapnia

Do probówki wlej niewielką ilość rozcieńczonego kwasu solnego i dodaj 3 krople wywaru z czerwonej kapusty (1). Zamieszaj. Następnie minimalnymi porcjami dodawaj tlenek wapnia do zmiany zabarwienia (2).

Obserwacje: Wywar z czerwonej kapusty w obecności kwasu barwi się na czerwono. W trakcie dodawania tlenku wapnia barwa zmienia się na fioletową.

Wnioski: Tlenek wapnia reaguje z kwasem solnym. Produktami reakcji są chlorek wapnia i woda:

$$CaO + 2\,HCl \longrightarrow CaCl_2 + H_2O$$

Tlenki metali roztwarzają się w kwasach:

tlenek metalu + kwas ⟶ sól + woda

W wyniku tej reakcji powstają sól i woda, np.:

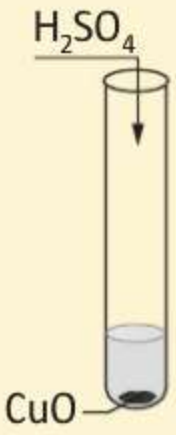
$$3\,Na_2O + 2\,H_3PO_4 \longrightarrow 2\,Na_3PO_4 + 3\,H_2O$$
fosforan(V) sodu

$$FeO + H_2SO_4 \longrightarrow FeSO_4 + H_2O$$
siarczan(VI) żelaza(II)

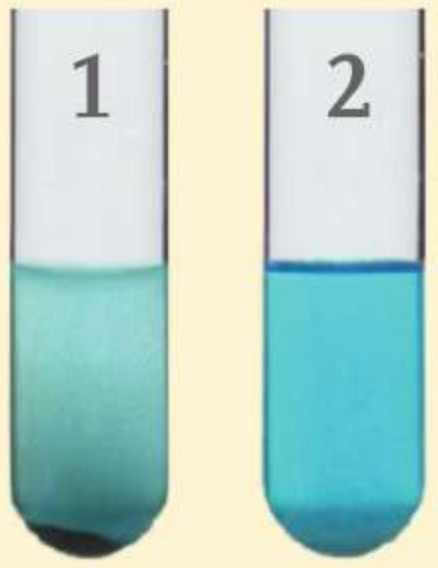
$$Fe_2O_3 + 6\,HNO_3 \longrightarrow 2\,Fe(NO_3)_3 + 3\,H_2O$$
azotan(V) żelaza(III)

Otrzymywanie soli w wyniku reakcji tlenku metalu z kwasem jest bardzo praktyczne. Zwłaszcza wtedy, gdy chodzi o sole metali odpornych na działanie rozcieńczonych roztworów kwasów. Do takich metali należy np. miedź.

Doświadczenie 7.5.2
Działanie kwasem siarkowym(VI) na tlenek miedzi(II)



Wsyp do probówki niewielką ilość tlenku miedzi(II) i dodaj około 1 cm^3 rozcieńczonego kwasu siarkowego(VI). Mieszaninę wstrząśnij i odstaw do statywu (1). Obserwuj zmiany barwy. Następnie całość ogrzej aż do roztworzenia osadu (2).



Obserwacje: Pod wpływem kwasu siarkowego(VI) część czarnego tlenku miedzi(II) znika. Na dnie probówki osadza się pozostałość, a roztwór nad czarnym osadem przyjmuje delikatnie niebieskie zabarwienie. Ogrzewanie powoduje, że osad znika, a barwa roztworu staje się niebieska.

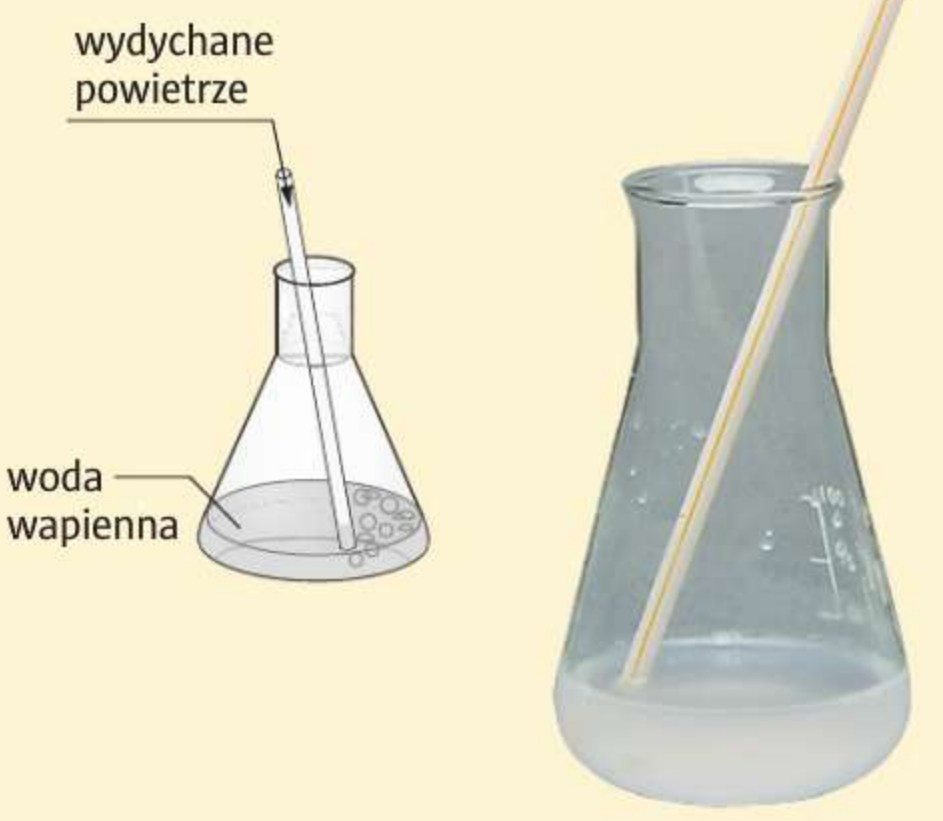
Wnioski: Tlenek miedzi(II) w niewielkim stopniu roztwarza się w kwasie siarkowym(VI) na zimno. Ogrzewanie istotnie przyspiesza reakcję chemiczną, która zachodzi zgodnie z równaniem:

$$CuO + H_2SO_4 \longrightarrow CuSO_4 + H_2O$$

Czy tlenki niemetali reagują z zasadami?

Ogólnie można powiedzieć, że sole są produktami reakcji zasad z kwasami. Co się stanie, jeśli zastąpimy kwas odpowiednim tlenkiem niemetalu? Przykładowo: do zasady wapniowej, zamiast słabego i nietrwałego kwasu węglowego, wprowadzimy tlenek węgla(IV)? Sprawdźmy doświadczalnie, jaki będzie tego efekt.

Doświadczenie 7.5.3
Działanie zasad na tlenki niemetali



Do kolby stożkowej zawierającej zasadę wapniową (wodę wapienną) ostrożnie wdmuchaj powietrze z płuc za pomocą rurki do napojów.

Obserwacje: Bezbarwny roztwór zasady wapniowej pod wpływem tlenku węgla(IV) mętnieje. Powstaje biała zawiesina.

Wniosek: Tlenek węgla(IV) reaguje z zasadą wapniową, produktem reakcji jest nierozpuszczalny w wodzie węglan wapnia.

$$CO_2 + Ca(OH)_2 \longrightarrow CaCO_3\downarrow + H_2O$$

Tlenki niemetali reagują z zasadami:

tlenek niemetalu + zasada → sól + woda

W wyniku tej reakcji powstają sól kwasu tlenowego i woda, np.:

$$2\,KOH + SO_3 \rightarrow K_2SO_4 + H_2O$$

siarczan(VI) potasu

$$2\,NaOH + SO_2 \rightarrow Na_2SO_3 + H_2O$$

siarczan(IV) sodu

$$12\,NaOH + P_4O_{10} \rightarrow 4\,Na_3PO_4 + 6\,H_2O$$

fosforan(V) sodu

Czy tlenki metali mogą reagować z tlenkami niemetali?

Sole kwasów tlenowych mogą być również otrzymywane w reakcji odpowiedniego tlenku metalu z tlenkiem niemetalu:

tlenek metalu + tlenek niemetalu → sól

Przykładowo:

$$CaO + CO_2 \rightarrow CaCO_3$$

węglan wapnia

$$MgO + SO_3 \rightarrow MgSO_4$$

siarczan(VI) magnezu

$$6\,Na_2O + P_4O_{10} \rightarrow 4\,Na_3PO_4$$

fosforan(V) sodu

Podsumowanie

1. Sole otrzymuje się w reakcji **aktywnych metali lub ich tlenków z kwasami**.
2. Ubocznym produktem reakcji metali z kwasami jest najczęściej **wodór**, a reakcji tlenków metali z kwasami – **woda**.
3. Produktem reakcji **tlenków niemetali z tlenkami metali** jest sól.
4. W wyniku reakcji **tlenków niemetali** z **zasadami** powstają sól i woda.

Sprawdź, czy wiesz i rozumiesz

1. Jakich odczynników należy użyć, aby otrzymać siarczan(VI) cynku? Zapisz w zeszycie równania reakcji otrzymywania tej soli co najmniej dwoma sposobami.
2. W wyniku jakich reakcji chemicznych można otrzymać fosforan(V) sodu? Zaproponuj trzy różne sposoby. Zapisz w zeszycie równania reakcji.
3. Na czym polega różnica między rozpuszczaniem a roztwarzaniem?

Dowiedz się więcej

W dostępnych źródłach poszukaj informacji na temat produkcji szkła sodowego.

7.6

Reakcje chemiczne z udziałem soli

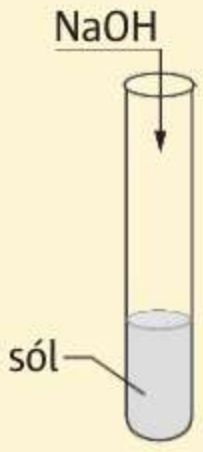
W roztworach wodnych kwasów, wodorotlenków i soli są obecne jony pochodzące z dysocjacji. Co się dzieje po zmieszaniu takich roztworów? Czy można obserwować efekty takich reakcji?

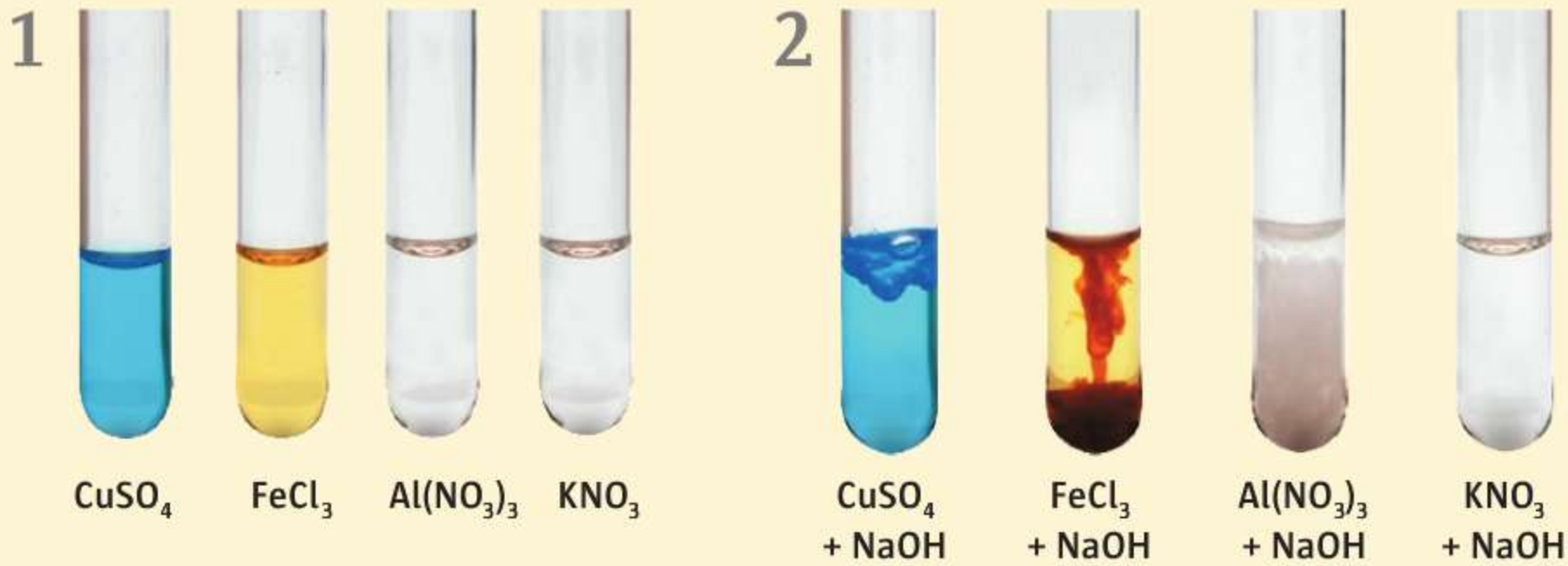
Czy sole reagują z zasadami?

Reakcje w środowisku wodnym zachodzą bardzo szybko i można natychmiast obserwować ich efekty. Sprawdźmy, jak sole rozpuszczone w wodzie reagują z zasadami.

Doświadczenie 7.6.1
Reakcje soli z zasadami

1. Do czterech probówek wlej po 1–2 cm^3 roztworów kolejno: siarczanu(VI) miedzi(II), chlorku żelaza(III), azotanu(V) glinu i azotanu(V) potasu.
2. Następnie do każdego roztworu dolej po 2–3 krople zasady sodowej. Obserwuj zachodzące zmiany.





Obserwacje: W trzech probówkach strącają się barwne osady: w pierwszej – niebieski, w drugiej – brunatny, w trzeciej – biały. W probówce z roztworem azotanu(V) potasu nie obserwuje się żadnych zmian.

Wnioski: Zasada sodowa reaguje z siarczanem(VI) miedzi(II), chlorkiem żelaza(III) i azotanem(V) glinu. W jej wyniku powstają nierozpuszczalne w wodzie osady wodorotlenków: miedzi, żelaza i glinu. Zasada sodowa nie reaguje z azotanem(V) potasu, a w powstałej mieszaninie są obecnie jony pochodzące z dysocjacji soli (kationy potasu i aniony azotanowe(V)) i wodorotlenku (kationy sodu i aniony wodorotlenkowe).

Przebieg reakcji między solami i zasadą można przedstawić za pomocą równań reakcji zapisanych w postaci cząsteczkowej i jonowej:

$$CuSO_4 + 2\ NaOH \longrightarrow Cu(OH)_2\downarrow + Na_2SO_4$$

Zapis jonowy: $Cu^{2+} + SO_4^{2-} + 2\ Na^+ + 2\ OH^- \longrightarrow Cu(OH)_2\downarrow + 2\ Na^+ + SO_4^{2-}$

Zapis jonowy skrócony: $Cu^{2+} + 2\ OH^- \longrightarrow Cu(OH)_2\downarrow$

$$FeCl_3 + 3\ NaOH \longrightarrow Fe(OH)_3\downarrow + 3\ NaCl$$

Zapis jonowy: $Fe^{3+} + 3\ Cl^- + 3\ Na^+ + 3\ OH^- \longrightarrow Fe(OH)_3\downarrow + 3\ Na^+ + 3\ Cl^-$

Zapis jonowy skrócony: $Fe^{3+} + 3\ OH^- \longrightarrow Fe(OH)_3\downarrow$

$$Al(NO_3)_3 + 3\ NaOH \longrightarrow Al(OH)_3\downarrow + 3\ NaNO_3$$

Zapis jonowy: $Al^{3+} + 3\ NO_3^- + 3\ Na^+ + 3\ OH^- \longrightarrow Al(OH)_3\downarrow + 3\ Na^+ + 3\ NO_3^-$

Zapis jonowy skrócony: $Al^{3+} + 3\ OH^- \longrightarrow Al(OH)_3\downarrow$

Sole reagują z zasadami, gdy produktami tych reakcji są wodorotlenki nierozpuszczalne w wodzie:

sól 1 + zasada → sól 2 + wodorotlenek↓



Ciekawostka

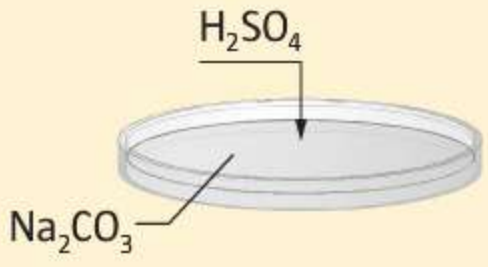
Sole amonowe reagują z zasadami, a produktem reakcji jest gazowy amoniak, który opuszcza środowisko reakcji. Świadczy o tym zmiana barwy zwilżonego uniwersalnego papierka wskaźnikowego, który wykrywa obecność anionów wodorotlenkowych.

$$NH_4Cl + NaOH \longrightarrow NaCl + NH_3\uparrow + H_2O$$

$$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$$

Jakie są produkty reakcji soli z kwasami?

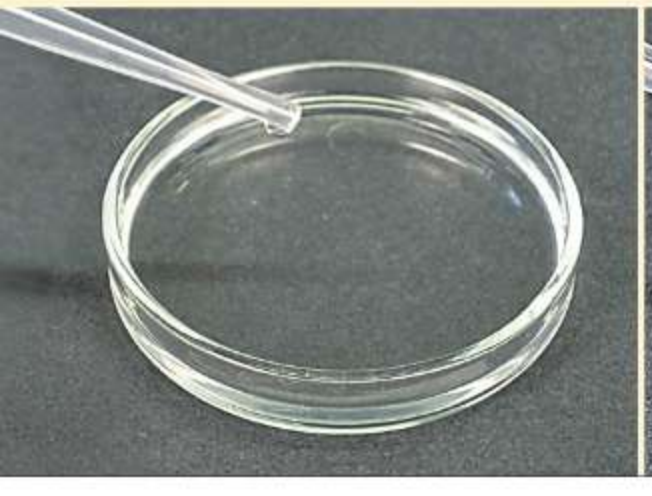
Podobnie jak w przypadku reakcji soli z zasadami, efektami reakcji soli z kwasami mogą być wydzielanie gazu lub strącanie osadu.



Doświadczenie 7.6.2

Reakcja soli kwasu węglowego z kwasem siarkowym(VI)

Do szalki Petriego nalej tyle wodnego roztworu węglanu sodu, aby pokrył on dno. Następnie dodaj kilka kropli kwasu siarkowego(VI). Obserwuj zachodzące zmiany.





Obserwacja: Po dodaniu kwasu do roztworu soli kwasu węglowego pojawia się piana.

Wnioski: Kwas siarkowy(VI) reaguje z węglanem sodu. W wyniku reakcji powstaje tlenek węgla(IV).

Mocniejszy kwas siarkowy(VI) ma zdolność wypierania słabszego kwasu węglowego z jego soli. Powstający kwas jest nietrwały i się rozkłada, co ilustrują poniższe równania reakcji:

$$H_2SO_4 + Na_2CO_3 \longrightarrow Na_2SO_4 + H_2O + CO_2\uparrow$$

Zapis jonowy:

$$2\ H^+ + SO_4^{2-} + 2\ Na^+ + CO_3^{2-} \longrightarrow 2\ Na^+ + SO_4^{2-} + H_2O + CO_2\uparrow$$

Zapis jonowy skrócony: $2\ H^+ + CO_3^{2-} \longrightarrow H_2O + CO_2\uparrow$



▲ Działanie octu (kwasu octowego) na wapień

Ciekawostka

Sole kwasu węglowego są podstawowymi składnikami skał wapiennych (wapienia, kalcytu, kredy, marmuru). Można je wykryć za pomocą kwasu mocniejszego od kwasu węglowego. Efektem próby jest pienienie, które stanowi dowód na wydzielanie się gazu – tlenku węgla(IV).



wapień



kalcyt



kreda



marmur

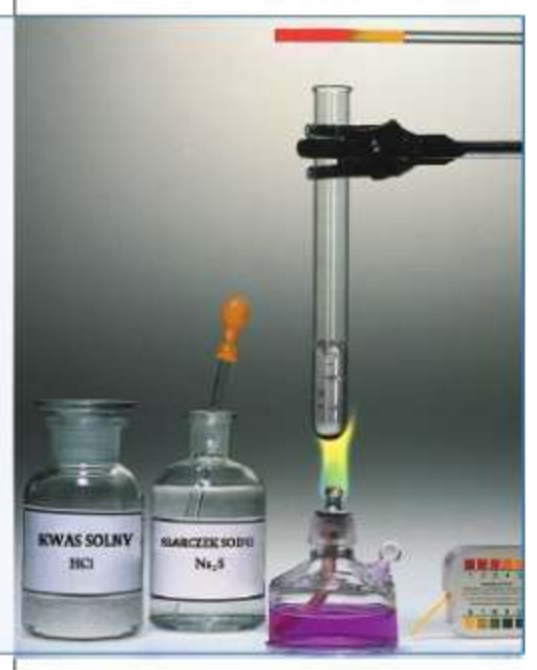
Ciekawostka

Sole kwasu siarkowodorowego reagują z mocnymi kwasami. Zmiana zabarwienia zwilżonego uniwersalnego papierka wskaźnikowego na kolor czerwony świadczy o tym, że jednym z produktów reakcji jest kwas siarkowodorowy.

$$Na_2S + 2\ HCl \longrightarrow H_2S\uparrow + 2\ NaCl$$

$$H_2S \overset{H_2O}{\rightleftharpoons} HS^- + H^+$$

$$HS^- \overset{H_2O}{\rightleftharpoons} S^{2-} + H^+$$

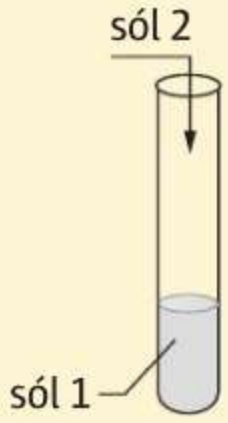


Sole reagują z kwasami, gdy efektem reakcji jest strącanie osadu lub wydzielanie gazu, który opuszcza środowisko reakcji.

sól 1 + kwas 1 → sól 2↓ + kwas 2

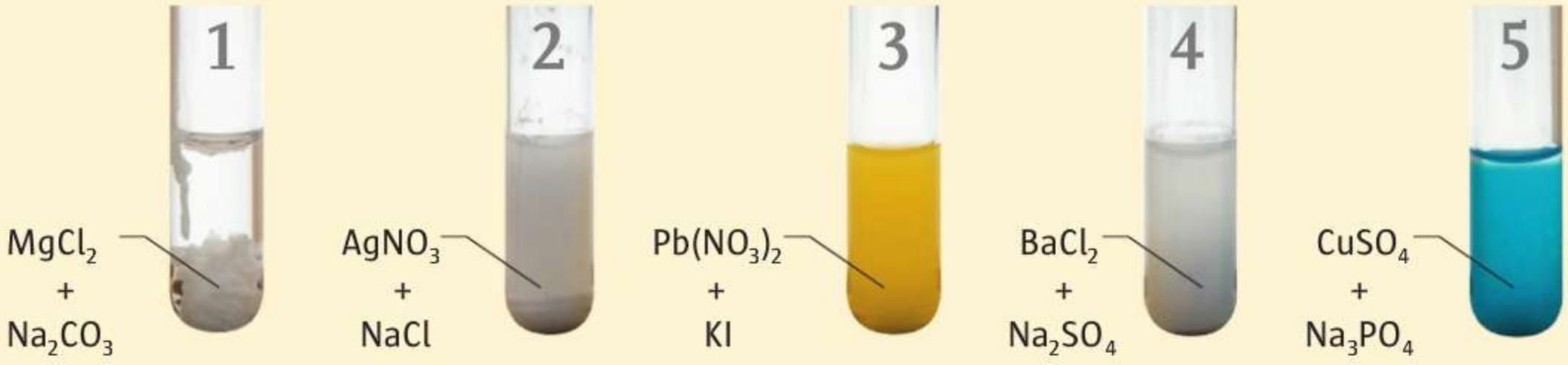
Jakie są efekty reakcji między solami?

Wiemy już, że sole mogą reagować z zasadami i kwasami. Efekty tych reakcji to strącanie osadu lub wydzielanie gazu. Jeśli takich efektów nie ma, oznacza to, że reakcja nie zaszła, a w roztworach wodnych są obecne jony zdysocjowanych substancji niereagujące ze sobą. Sprawdźmy, czy zmieszane roztwory wodne soli również prowadzą do reakcji wymiany.



Doświadczenie 7.6.3
Reakcja soli z solami

Do pięciu probówek nalej po 1 cm^3 roztworów: chlorku magnezu i węglanu sodu (1), azotanu(V) srebra(I) i chlorku sodu (2), azotanu(V) ołowiu(II) i jodku potasu (3), chlorku baru i siarczanu(VI) sodu (4), siarczanu(VI) miedzi(II) i fosforanu(V) sodu (5). Obserwuj zachodzące zmiany.



Obserwacje: We wszystkich probówkach strącają się osady. Mają one różne kolory i postać.

Wnioski: Sole reagują z solami, efektem reakcji wymiany są inne sole nierozpuszczalne w wodzie.

Probówka 1. **Powstawanie węglanu magnezu**

$$MgCl_2 + Na_2CO_3 \rightarrow MgCO_3\downarrow + 2\ NaCl$$

Zapis jonowy: $Mg^{2+} + 2\ Cl^- + 2\ Na^+ + CO_3^{2-} \rightarrow MgCO_3\downarrow + 2\ Na^+ + 2\ Cl^-$

Zapis jonowy skrócony: $Mg^{2+} + CO_3^{2-} \rightarrow MgCO_3\downarrow$

Probówka 2. **Powstawanie chlorku srebra(I)**

$$AgNO_3 + NaCl \rightarrow AgCl\downarrow + NaNO_3$$

Zapis jonowy: $Ag^+ + NO_3^- + Na^+ + Cl^- \rightarrow AgCl\downarrow + Na^+ + NO_3^-$

Zapis jonowy skrócony: $Ag^+ + Cl^- \rightarrow AgCl\downarrow$

Probówka 3. **Powstawanie jodku ołowiu(II)**

$$Pb(NO_3)_2 + 2\ KI \rightarrow PbI_2\downarrow + 2\ KNO_3$$

Zapis jonowy: $Pb^{2+} + 2\ NO_3^- + 2\ K^+ + 2\ I^- \rightarrow PbI_2\downarrow + 2\ K^+ + 2\ NO_3^-$

Zapis jonowy skrócony: $Pb^{2+} + 2\ I^- \rightarrow PbI_2\downarrow$

Probówka 4. **Powstawanie siarczanu(VI) baru**

$$BaCl_2 + Na_2SO_4 \rightarrow BaSO_4\downarrow + 2\ NaCl$$

Zapis jonowy: $Ba^{2+} + 2\ Cl^- + 2\ Na^+ + SO_4^{2-} \rightarrow BaSO_4\downarrow + 2\ Na^+ + 2\ Cl^-$

Zapis jonowy skrócony: $Ba^{2+} + SO_4^{2-} \rightarrow BaSO_4\downarrow$

Probówka 5. **Powstawanie fosforanu(V) miedzi(II)**

$$3\ CuSO_4 + 2\ Na_3PO_4 \rightarrow Cu_3(PO_4)_2\downarrow + 3\ Na_2SO_4$$

Zapis jonowy:

$3\ Cu^{2+} + 3\ SO_4^{2-} + 6\ Na^+ + 2\ PO_4^{3-} \rightarrow Cu_3(PO_4)_2\downarrow + 6\ Na^+ + 3\ SO_4^{2-}$

Zapis jonowy skrócony: $3\ Cu^{2+} + 2\ PO_4^{3-} \rightarrow Cu_3(PO_4)_2\downarrow$

Sole reagują ze sobą według schematu:

sól 1 + sól 2 → sól 3↓ + sól 4

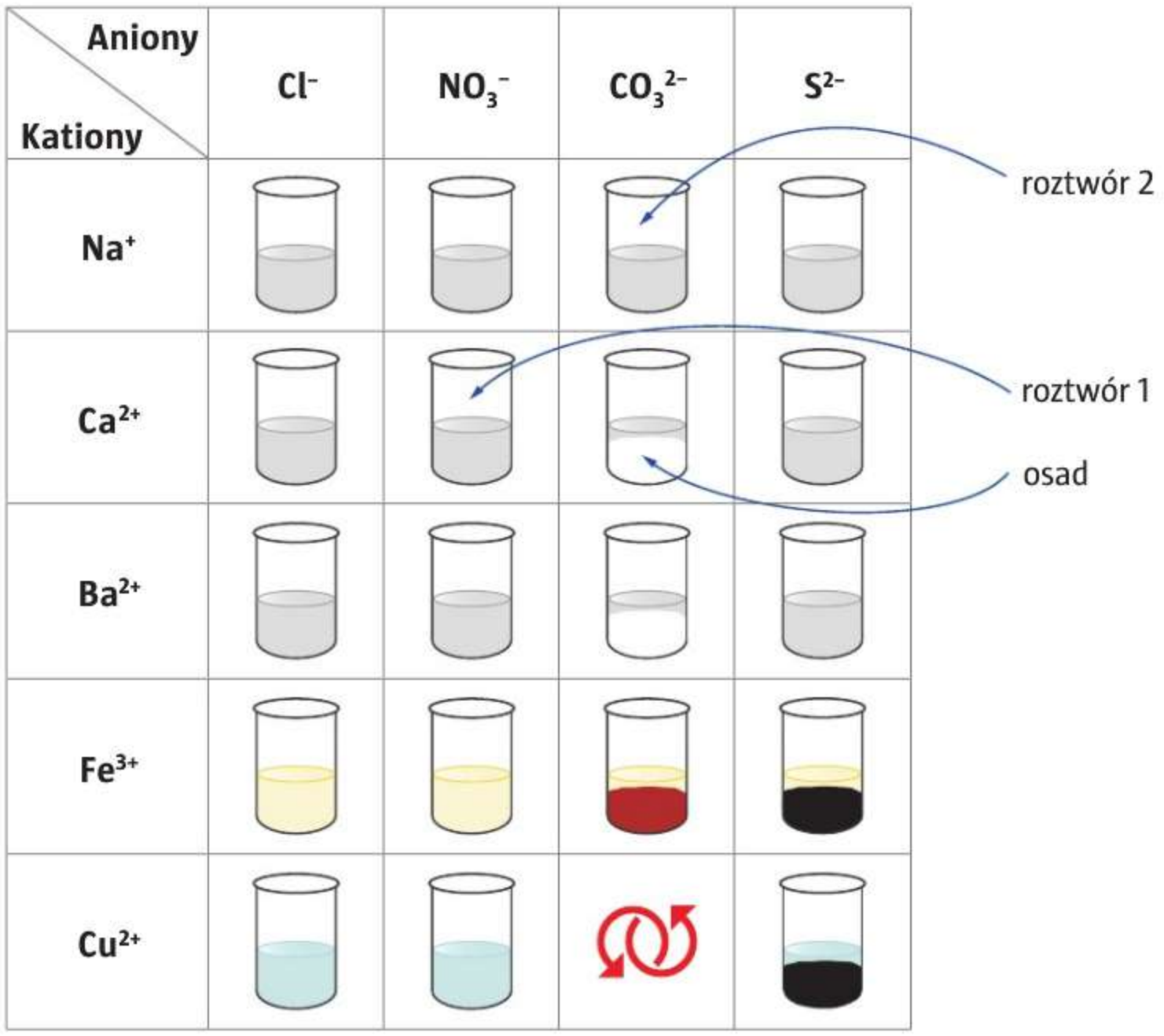
Efektem takiej reakcji jest strącanie osadu soli słabo lub trudno rozpuszczalnej w wodzie.

Czy można przewidywać efekty reakcji zachodzących w roztworach wodnych?

W określaniu produktów reakcji jest pomocna tabela rozpuszczalności soli i wodorotlenków w wodzie. Znajdziesz ją na końcu podręcznika na stronie 265.

Przykład 1

Zaproponuj sposób otrzymania węglanu wapnia nierozpuszczalnego w wodzie. Aby otrzymać węglan wapnia $CaCO_3$ nierozpuszczalny w wodzie, należy użyć soli rozpuszczalnych w wodzie: wapnia, np. $Ca(NO_3)_2$ (roztwór 1), oraz kwasu węglowego, np. Na_2CO_3 (roztwór 2).



Przykład 2

Zaproponuj jeden wspólny odczynnik, który spowoduje strącenie siarczku żelaza(III) i siarczku miedzi(II) z roztworów wodnych azotanu żelaza(III) i azotanu miedzi(II).

Aby otrzymać siarczek żelaza(III) i siarczek miedzi(II) nierozpuszczalne w wodzie, należy do azotanów(V) tych metali dodać siarczek rozpuszczalny w wodzie, np. siarczek sodu.
W praktyce laboratoryjnej do otrzymywania soli wybranego metalu nierozpuszczalnych w wodzie używa się roztworu wodnego azotanu(V) tego metalu oraz soli sodu, potasu lub amonu pochodzącej od kwasu, którego sól należy otrzymać. Jest to możliwe dzięki temu, że wszystkie azotany(V) są rozpuszczalne w wodzie, podobnie jak wszystkie sole sodu, potasu i amonu.
Reakcje soli z innymi solami to reakcje **wymiany podwójnej**, które można zilustrować ogólnym zapisem:

$$AB + CD \longrightarrow AD + CB$$

Zarówno substraty, jak i produkty tych reakcji są związkami chemicznymi.

Czy sole ulegają rozkładowi?

Niektóre sole, np. węglany, pod wpływem ogrzewania ulegają rozkładowi. W przypadku węglanu wapnia ma to praktyczne znaczenie, ponieważ ta sól jest głównym składnikiem skał wapiennych. W przemyśle w wyniku ogrzewania skał wapiennych uzyskuje się ważny surowiec stosowany do produkcji betonu, szkła i ceramiki.

Doświadczenie 7.6.4
Termiczny rozkład wapieni



Na płytce ceramicznej kładziemy kawałek marmuru i na jego powierzchnię kierujemy płomień palnika gazowego. Marmur ogrzewamy przez 2–3 minuty. Po ostygnięciu na wyprażoną powierzchnię nanosimy kroplę fenoloftaleiny. Drugą kroplę nanosimy obok w celach porównawczych.



Obserwacja: W miejscu ogrzewania marmuru powierzchnia staje się chropowata. Fenoloftaleina naniesiona na ogrzewaną powierzchnię zmienia zabarwienie na malinowe.

Wniosek: Zmiana zabarwienia fenoloftaleiny świadczy o obecności anionów wodorotlenkowych OH^-. Węglan wapnia znajdujący się w marmurze ulega termicznemu rozkładowi. Powstaje tlenek wapnia (wapno palone), który w kontakcie z parą wodną tworzy zasadę wapniową (wapno gaszone).

$$CaCO_3 \longrightarrow CaO + CO_2\uparrow$$

$$CaO + H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2$$

Ciekawostka

Dawniej w budownictwie stosowano bezpośrednio skały wapienne (wapień lub marmur). Obecnie z wapieni pozyskuje się wapno palone, produkt termicznego rozkładu skał wapiennych.



▶ Tadź Mahal

Podsumowanie

1. **Sole reagują z kwasami, zasadami i innymi solami.** Te reakcje zachodzą w roztworach wodnych między jonami, a ich efektem jest **strącanie osadu** lub **wydzielenie gazu**.
2. Jeśli po wymieszaniu roztworu soli z kwasem, zasadą lub inną solą nie obserwujemy żadnych zmian, oznacza to, że nie zachodzi reakcja chemiczna. W roztworze są obecne jony pochodzące z dysocjacji elektrolitycznej substratów, które ze sobą nie reagują.
3. Reakcje zachodzące w wodnych roztworach soli to najczęściej reakcje **wymiany podwójnej**.

Sprawdź, czy wiesz i rozumiesz

1. Jaki będzie efekt zmieszania wodnych roztworów azotanu(V) ołowiu(II) i wodorotlenku potasu? Zapisz w zeszycie odpowiednie równania reakcji.
2. Podaj przykłady reakcji chemicznych soli z kwasami, w których wyniku wydziela się gaz. Zapisz w zeszycie odpowiednie równania reakcji.
3. Jakich odczynników należy użyć, aby strącić osad siarczanu(VI) baru? Zaprojektuj odpowiednie doświadczenie – narysuj w zeszycie schemat doświadczenia, sformułuj obserwacje oraz wnioski wraz z odpowiednimi równaniami reakcji.

Dowiedz się więcej

W dostępnych źródłach poszukaj informacji na temat:

a) zastosowania reakcji strąceniowych w oczyszczalniach ścieków,

b) zastosowania siarczanu(VI) baru w medycynie.

7.7 Sole wokół nas

Sole są obecne w twoim najbliższym otoczeniu, tworzą minerały zawarte w skałach, są rozpuszczone w wodzie słodkiej i morskiej. Występują w płynach ustrojowych kręgowców, są budulcem zębów i kości. Sole mają zastosowanie prawie w każdej dziedzinie życia, m.in. w kuchni, medycynie, budownictwie.

Czy każda sól jest słona?

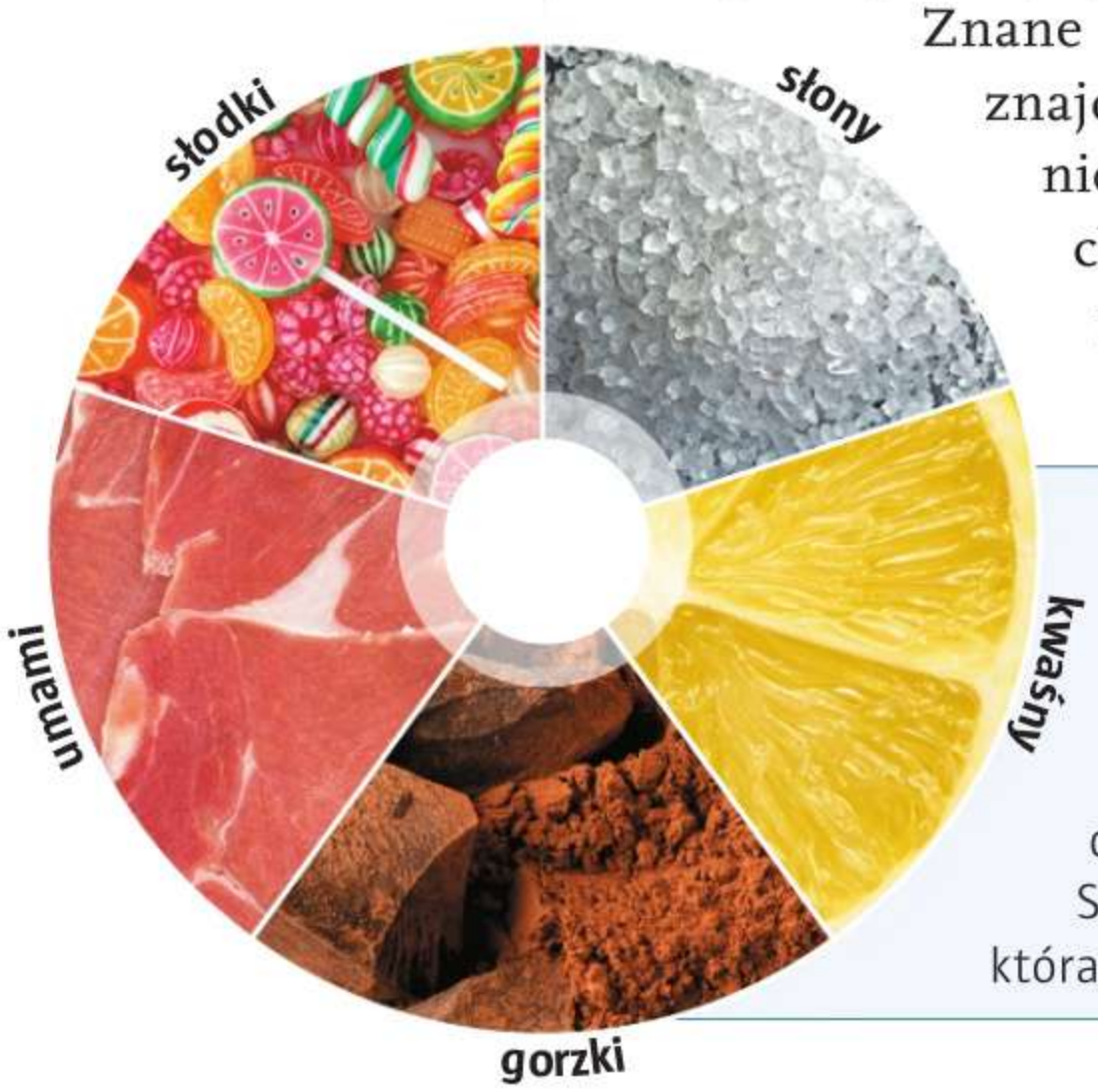
Z solą kojarzy nam się przede wszystkim chlorek sodu – związek o słonym smaku, znany od starożytności i stosowany jako konserwant żywności i środek poprawiający smak wielu potraw. Słony smak ma również chlorek potasu, dodawany często do niektórych rodzajów soli kuchennej, tzw. dietetycznej.

W kuchni znaleźć możemy też sole o **kwaśnym smaku**, np. wodorowęglan sodu (soda oczyszczona) i wodorofosforan(V) sodu. Te substancje są składnikiem proszku do pieczenia. Do konserwowania mięsa używa się azotanu(V) potasu. Powszechnym konserwantem obecnym w wielu gotowych produktach żywnościowych jest benzoesan sodu. Ta sól charakteryzuje się słabym gorzkokwaśnym smakiem i działa przeciwbakteryjnie i przeciwgrzybicznie.

Solą o bardzo **gorzkim smaku** jest siarczan(VI) magnezu, nazywany solą gorzką. Ta sól jest stosowana w medycynie jako środek przeczyszczający.

Znane są też sole, które mają **słodki smak**. Nie znajdziemy ich jednak w kuchni, gdyż są silnie trujące. Należą do nich: octan ołowiu(II), chlorek berylu, siarczan(VI) berylu. Sole berylu (rozpuszczalne w wodzie) są tak słodkie jak cukier.

Wodorosole, to sole w których nie wszystkie atomy wodoru zostały zastąpione metalem, np. wodorowęglan sodu $NaHCO_3$.



Ciekawostka

W roku 2000 do czterech podstawowych smaków: słodkiego, słonego, kwaśnego i gorzkiego rozróżnianych przez człowieka dodano piąty, o nazwie **umami**. Jest on związany ze smakiem substancji białkowych. Smak umami ma sól – glutaminian sodu, która znajduje się w wielu przyprawach.

Jakie sole można znaleźć w gospodarstwie domowym i w innych dziedzinach życia?

SOLE W DOMU













SOLE W ŁAZIENCE

- **stearynian sodu** $C_{17}H_{35}COONa$, **stearynian potasu** $C_{17}H_{35}COOK$ – mydła;
- **węglan sodu** Na_2CO_3 oraz **fosforan(V) sodu** Na_3PO_4 – środki zmiękczające wodę, mydła, środki piorące;
- **chlorki: sodu, potasu i magnezu** NaCl, KCl, $MgCl_2$ – sole do kąpieli;
- **chloran(I) sodu** NaClO – środek wybielający dodawany do środków czystości

SOLE W KUCHNI

- **chlorek sodu** NaCl – przyprawa do potraw, środek konserwujący;
- **azotan(V) potasu** KNO_3 – środek do peklowania (konserwowania) mięsa;
- **wodorowęglan sodu** (soda oczyszczona) $NaHCO_3$ – składnik proszku do pieczenia, tabletek musujących;
- **węglan amonu** $(NH_4)_2CO_3$ – składnik proszku do pieczenia;
- **glutaminian sodu** – wzmacniacz smaku i zapachu;
- **benzoesan sodu** – środek konserwujący

SOLE WOKÓŁ NAS







SOLE W MEDYCYNIE

- **węglan wapnia** $CaCO_3$ i **węglan magnezu** $MgCO_3$ – składniki leków na niedobory wapnia i magnezu;
- **siarczan(VI) magnezu** $MgSO_4$ – sól gorzka, środek przeczyszczający;
- **siarczan(VI) baru** $BaSO_4$ – kontrast podawany przy prześwietleniach układu pokarmowego;
- **węglan wapnia** $CaCO_3$ – składnik pudrów i zasypek dla dzieci
- **siarczan(VI) wapnia** $CaSO_4$ – składnik gipsu stosowanego do nasączania bandaży i usztywniania złamanych kończyn;
- **manganian(VII) potasu** $KMnO_4$ – substancja bakteriobójcza i grzybobójcza, ma właściwości odkażające, stosowana do odkażania ran, płukania gardła
- **chlorek sodu** NaCl – sól fizjologiczna, składnik kroplówek nawadniających organizm oraz rozpuszczalnik dla leków podawanych w zastrzykach;
- **azotan(V) srebra(I)** $AgNO_3$ – substancja bakteriobójcza, ma właściwości odkażające; składnik płynów i maści stosowanych na trudno gojące się rany





SOLE W BUDOWNICTWIE

- **węglan wapnia** $CaCO_3$ – materiał budowlany, surowiec do produkcji betonu, ceramiki i szkła;
- **siarczan(VI) wapnia** $CaSO_4$ – składnik gipsu, używanego w zaprawach gipsowych do wygładzania ścian oraz do produkcji płyt gipsowo-kartonowych;
- **węglan sodu** Na_2CO_3 – surowiec stosowany do produkcji szkła;
- **węglan miedzi(II)** $CuCO_3$ – pigment stosowany w produkcji farb

SOLE W ROLNICTWIE

- **azotany (saletry) sodu, potasu i wapnia** $NaNO_3$, KNO_3, $Ca(NO_3)_2$, **węglan wapnia** $CaCO_3$, **fosforan(V) wapnia** $Ca_3(PO_4)_2$ – surowce do produkcji nawozów sztucznych



SOLE W JUBILERSTWIE I SZTUCE

- **węglan wapnia** $CaCO_3$ (perły, korale) – kamienie stosowane w jubilerstwie;
- **krzemiany**, sole kwasu krzemowego o skomplikowanych wzorach (szmaragdy, topazy, oliwiny granaty, turmaliny) – kamienie używane w jubilerstwie;
- **siarczan(VI) baru** $BaSO_4$ (minerał baryt) – biały pigment stosowany do produkcji farb;
- **węglan miedzi(II)** $CuCO_3$ (azuryt) – niebieski pigment

Jakie sole są wykorzystywane do produkcji sztucznych ogni?

Nieodzownym elementem ważnych uroczystości są sztuczne ognie – barwne fajerwerki eksplodujące w powietrzu. Aby uzyskać pożądany efekt, trzeba zmieszać wiele różnorodnych soli. Do produkcji materiałów wybuchowych i elementów składowych sztucznych ogni używa się **azotanu(V) potasu**. Jest on także podstawowym składnikiem prochu czarnego.

Barwy kolorowych gwiazd rozrzucanych przez fajerwerki zawdzięczamy solom pewnych metali: **azotan(V) baru i chloran(V) baru** pozwalają uzyskać zieloną barwę płomienia, **azotan(V) strontu** i **węglan strontu** – barwę czerwoną, **azotan(V) sodu** oraz **szczawian sodu** – barwę żółtą, niektóre związki miedzi np. **węglan miedzi(II)** – barwę niebieską.

Benzoesan sodu to podstawowy związek umożliwiający uzyskiwanie gwiżdżących fajerwerków. **Chloran(VII) potasu** jest jedną z soli używanych przez przemysł pirotechniczny w największej ilości. W wysokiej temperaturze wydziela tlen potrzebny do spalania fajerwerków.



▲ Festiwal fajerwerków w Londynie

Czy sole mogą być „wrażliwe”?

Sole srebra są światłoczułe, czyli pod wpływem światła ulegają rozkładowi z wydzieleniem silnie rozdrobnionego srebra. Dzięki temu znalazły one zastosowanie w fotografii. Kliksze zawierające **chlorek srebra(I)** stają się czarne w miejscach, gdzie pada światło, w pozostałych są białe. Po odpowiedniej obróbce chemicznej uzyskujemy fotografię czarno-białą. **Bromek srebra(I)** wykorzystuje się w produkcji tzw. szkieł fotochromowych (stosowanych np. w okularach), które się przyciemniają, gdy jest dużo światła, a rozjaśniają się, gdy jest go mało. Światłoczułość jest cechą nie tylko soli srebra, lecz także innych związków (np. soli talu).



▲ Okulary fotochromowe



▲ Jodek rtęci(II)



▲ Zastosowanie związków termochromowych

Niektóre sole, np. **jodek rtęci(II)**, mogą zmieniać swoją barwę w zależności od temperatury – nazywamy je substancjami termochromowymi. Mają one zastosowanie w produkcji farb, które zmianą barwy informują o przegrzaniu się jakiegoś elementu.

Sole wrażliwe na działania mechaniczne, np. tarcie i uderzenie, to niektóre **azotany(III)** oraz **chlorany(III)** i **chlorany(V)**.

Podsumowanie

1. **Chlorek sodu** jest solą niezbędną do prawidłowego funkcjonowania organizmu, w większych ilościach jest szkodliwy.
2. Sole metali takich jak: rtęć, kadm, ołów, beryl, tal, są silnie **trujące**.
3. **Nawozy sztuczne** to przede wszystkim azotany(V), wodorofosforany(V) oraz sole amonowe. Dostarczają roślinom pierwiastków niezbędnych do ich rozwoju.
4. Sole zawarte w wodach mineralnych oraz w innych produktach spożywczych są ważne dla prawidłowego funkcjonowania organizmu.
5. Sole kwasów tlenowych, zwłaszcza azotowego(V) i chlorowych, mogą wydzielać tlen. Ich mieszaniny z materiałami organicznymi mogą się **zapalić lub wybuchnąć** samorzutnie lub w wyniku działania mechanicznego czy iskry elektrycznej.
6. Sole srebra są **wrażliwe na światło**, mają zastosowanie w fotografii.

Sprawdź, czy wiesz i rozumiesz

1. Które sole są stosowne do konserwowania żywności?
2. Porównaj zawartość procentową azotu w saletrach: amonowej, sodowej oraz potasowej, i oceń, która sól lepiej zasili glebę w azot, niezbędny dla rozwoju roślin.
3. Dlaczego sole srebra wykorzystuje się do produkcji klisz fotograficznych?

Dowiedz się więcej

W dostępnych źródłach poszukaj informacji na temat:

a) soli stosowanych do produkcji biżuterii,

b) soli powodujących eutrofizację zbiorników wodnych.

Domowe laboratorium

Dlaczego posypujemy oblodzone ulice solą?

Trzy plastikowe pojemniki napełnij wodą i włóż do zamrażalnika. Gdy woda zamarznie, wyjmij pojemniki z lodem. Na powierzchnię lodu do pierwszego wsyp 1 łyżeczkę soli, do drugiego – 1 łyżeczkę sody oczyszczonej, a do trzeciego – 1 łyżeczkę cukru. Porównaj zachodzące zmiany w ciągu 20 minut.



Czy wszystkie sole mają odczyn obojętny?

Do trzech małych pojemników wsyp po jednej łyżeczce soli kuchennej, sody oczyszczonej i soli gorzkiej. (Sodę oczyszczoną możesz kupić w sklepie spożywczym, a sól gorzką – w aptece). Następnie zalej próbki wodą i wymieszaj. Za pomocą przygotowanych wcześniej naturalnych wskaźników (wywaru z czerwonej kapusty lub papierków nim nasączonych) określ odczyn sporządzonych roztworów. Sprawdź, czy ocet dodawany za pomocą strzykawki spowoduje zmianę barwy wskaźnika, co zasygnalizuje, że zmienił się odczyn roztworu.



Czy owoce i warzywa przewodzą prąd elektryczny?

Za pomocą opisanego w *Domowym laboratorium* w dziale 6. prostego aparatu do pomiaru przewodnictwa sprawdź, czy sok z cytryny oraz miazga z ziemniaków przewodzą prąd elektryczny. Jeden drucik z diody i spinacz możesz wbić bezpośrednio do cytryny lub ziemniaka.



W poszukiwaniu skał wapiennych

Wyjdź na spacer i pozbieraj z różnych miejsc drobne kamienie. Każdy kamyk osobno zalej octem spożywczym. Dla porównania zalej również octem skorupki jajka. Obserwuj, co się stanie.



Czy wiesz, że...

Galena prekursorem współczesnej elektroniki



▲ Odbiornik kryształkowy

Dzisiejsza elektronika jest zdominowana przez pierwiastki takie jak krzem czy german, z których wykonuje się rozmaite elementy elektroniczne (układy scalone, mikroprocesory itp.). Coraz mniej ludzi pamięta tzw. odbiorniki kryształkowe. Używano ich w latach dwudziestych ubiegłego wieku. Podstawowym elementem tych odbiorników był kryształek galeny – siarczku ołowiu(II) lub pirytu – nadsiarczku żelaza(II). Słuchacz dostrajał odbiornik do najbliższej stacji radiowej przez przesuwanie po powierzchni kryształka końcówki cienkiego metalowego drucika. Oczywiście jakość odbioru nie zawsze była doskonała. Są hobbyści, którzy współcześnie konstruują takie odbiorniki.

Jakie materiały półprzewodnikowe stosuje się obecnie w elektronice? Jakie techniki wykorzystuje się w hodowli dużych kryształów krzemu?

Różne oblicza soli kuchennej

Jakie znaczenie ma wpisanie przez UNESCO kopalni soli w Wieliczce na listę Światowego Dziedzictwa? Dlaczego nie można zwiedzać Groty Kryształowej w Wieliczce?

Sól kuchenna w solniczce jest drobnokrystaliczna i biała. Istnieją także kryształy soli zabarwione na jasno- i ciemnoniebiesko, pomarańczowo czy szaro zależnie od rodzaju minerału, który jest ich składnikiem (np. hematyt nadaje soli kolor czerwony). Sól kamienna występuje w postaci sześciennych kryształów, niekiedy o gigantycznych rozmiarach (do 1 metra). Tak wielkie kryształy są w Grocie Kryształowej kopalni soli w Wieliczce – wpisanej przez UNESCO (Organizację Narodów Zjednoczonych do Spraw Oświaty, Nauki i Kultury) na Listę Światowego Dziedzictwa. Niestety, ta grota nie jest udostępniona do zwiedzania. Trasa turystyczna znana na całym świecie prowadzi przez 20 komór (m.in. przez kaplicę Świętej Kingi) położonych na głębokości od 64 do 135 metrów.

▼ Kryształy soli z Groty Kryształowej (Wieliczka)



Trzy kolory w jednym

Turmalin, zaliczany do soli (o bardzo skomplikowanym wzorze), jest kamieniem szlachetnym. Tworzy niekiedy gigantyczne kryształy sięgające 3–5 metrów. Ma fantazyjne kolory, przyjmuje wszystkie barwy, jakie tylko można sobie wyobrazić, włącznie z czarną. Istnieją również okazy bezbarwne. Turmalin wykazuje się piezoelektrycznością, czyli generuje ładunki elektryczne pod wpływem bodźców mechanicznych. Efekt ten wykorzystuje się w elektronice. Dodatkowo, po podgrzaniu, turmaliny łatwo przyciągają kurz z powodu szybkiego elektryzowania się – dlatego używano ich do czyszczenia fajek z popiołu. Tym razem mamy do czynienia z piroelektrycznością turmalinu (gr. *pyros* – ogień).

Jakie inne kamienie szlachetne i półszlachetne (niekoniecznie sole) są stosowane w technice?
Jak ocenia się twardość kamieni szlachetnych?



▲ Turmalin

Toksyczna sól

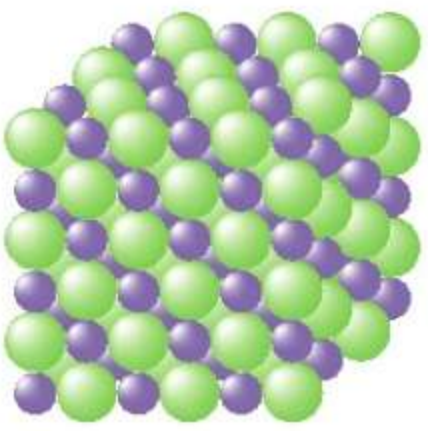
Toksycznym minerałem jest cynober, czyli siarczek rtęci(II). Od najdawniejszych czasów wytwarzano z niego rtęć. Minerał prażono, a wydzielającą się rtęć destylowano. Cynobru używano do wyrobu czerwonych pigmentów do malowania ścian, laku do pieczęci czy nawet lekarstw (w starożytnej medycynie chińskiej i hinduskiej). Produkty z chińskiej laki były barwione na czerwono właśnie tym pigmentem. W ruinach Pompejów, zasypanych przez popioły Wezuwiusza, odnaleziono pozostałości willi arystokratów, w której ściany były pomalowane cynobrem.

Jak sądzisz, czy rzymska willa ze ścianami malowanymi cynobrem była bezpieczna dla jej mieszkańców?
Jakie inne naturalne pigmenty stosowano w malarstwie?



◀ Fresk (Pompeje)

Podsumowanie działu



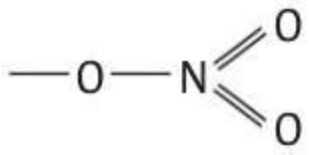
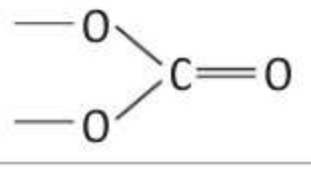
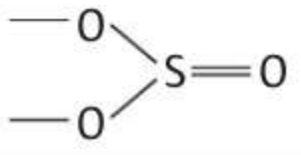
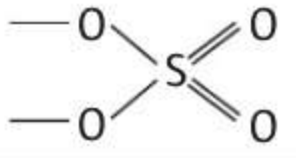
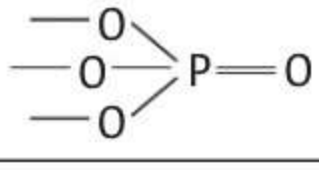
kation sodu, Na^+

anion chlorkowy, Cl^-

Sole

- różnobarwne substancje stałe;
- związki o wzorze ogólnym $\mathbf{M_n^{m+}R_m^{n-}}$, gdzie: M^{m+} – kation metalu o ładunku $m+$, R^{n-} – anion reszty kwasowej o ładunku $n-$, n – liczba kationów metalu równa wartościowości reszty kwasowej, m – liczba anionów reszty kwasowej równa wartościowości metalu;
- tworzą jonową sieć krystaliczną zbudowaną z kationów metalu i anionów reszty kwasowej;
- różnią się rozpuszczalnością w wodzie;
- rozpuszczalne w wodzie ulegają dysocjacji elektrolitycznej;
- stopione lub rozpuszczone w wodzie przewodzą prąd elektryczny;
- reagują z kwasami, zasadami i innymi solami;
- mogą mieć odczyn obojętny, kwasowy lub zasadowy.

Wzory i nazwy soli

Sole		Reszta kwasowa	Wartościowość reszty kwasowej	Przykłady	
				wzór	nazwa
kwasów beztlenowych	chlorki	—Cl	I	$FeCl_3$	chlorek żelaza(III)
	jodki	—I	I	FeI_2	jodek żelaza(II)
	bromki	—Br	I	NaBr	bromek sodu
	siarczki		II	K_2S	siarczek potasu
kwasów tlenowych	azotany(V)		I	$CuNO_3$	azotan(V) miedzi(I)
	węglany		II	$CuCO_3$	węglan miedzi(II)
	siarczany(IV)		II	$MgSO_3$	siarczan(IV) magnezu
	siarczany(VI)		II	$Al_2(SO_4)_3$	siarczan(VI) glinu
	fosforany(V)		III	$(NH_4)_3PO_4$	fosforan(V) amonu

Metody otrzymywania soli

Schemat	Przykład
Sole kwasów beztlenowych	
metal + niemetal ⟶ sól	$2\,Na + Cl_2 \longrightarrow 2\,NaCl$
metal + kwas beztlenowy ⟶ sól + wodór	$Mg + 2\,HCl \longrightarrow MgCl_2 + H_2\uparrow$
zasada + kwas beztlenowy ⟶ sól + woda	$2\,KOH + H_2S \longrightarrow K_2S + 2\,H_2O$
Sole kwasów tlenowych	
aktywny metal + kwas tlenowy ⟶ sól + wodór	$Ca + H_2SO_4 \longrightarrow CaSO_4 + H_2\uparrow$
tlenek metalu + kwas tlenowy ⟶ sól + woda	$CaO + H_2SO_4 \longrightarrow CaSO_4 + H_2O$
zasada + kwas tlenowy ⟶ sól + woda	$Ca(OH)_2 + H_2SO_4 \longrightarrow CaSO_4 + 2\,H_2O$
tlenek metalu + tlenek niemetalu ⟶ sól	$CaO + SO_3 \longrightarrow CaSO_4$
zasada + tlenek niemetalu ⟶ sól + woda	$Ca(OH)_2 + SO_3 \longrightarrow CaSO_4 + H_2O$

malejąca aktywność chemiczna metali

K	Na	Ca	Mg	Al	Zn	Fe	H	Cu	Hg	Ag	Au	Pt

Uwaga!
Nie wszystkie metale reagują z kwasami z wydzieleniem wodoru. Tak reagują tylko te metale, które są umieszczone w szeregu aktywności przed wodorem.

Dysocjacja elektrolityczna soli

Sole

łatwo rozpuszczalne w wodzie	trudno rozpuszczalne w wodzie	praktycznie nierozpuszczalne w wodzie
pod wpływem wody dysocjują $FeCl_3$, $Cu(NO_3)_2$, K_2CO_3	nie dysocjują $CaSO_4$, $PbCl_2$, $Fe_3(PO_4)_2$	nie dysocjują $MgCO_3$, $CaSO_3$, FeS

• **Dysocjacja elektrolityczna soli** polega na uwolnieniu do roztworu jonów z sieci krystalicznej pod wpływem wody.

$$M_n^{m+}R_m^{n-} \xrightarrow{H_2O} nM^{m+} + mR^{n-}$$

np.:
$$NaCl \xrightarrow{H_2O} Na^+ + Cl^-$$
$$CuSO_4 \xrightarrow{H_2O} Cu^{2+} + SO_4^{2-}$$
$$K_3PO_4 \xrightarrow{H_2O} 3\,K^+ + PO_4^{3-}$$

Właściwości chemiczne soli

Reakcje soli z kwasami	Efekty reakcji
sól 1 + kwas 1 $\longrightarrow$ sól 2$\downarrow$ + kwas 2	
$AgNO_3 + HCl \longrightarrow AgCl\downarrow + HNO_3$ $Ag^+ + NO_3^- + H^+ + Cl^- \longrightarrow AgCl\downarrow + H^+ + NO_3^-$ $Ag^+ + Cl^- \longrightarrow AgCl\downarrow$	strącanie osadu 
$CaCO_3 + 2\ HCl \longrightarrow CaCl_2 + H_2O + CO_2\uparrow$ $CaCO_3 + 2\ H^+ + 2\ Cl^- \longrightarrow Ca^{2+} + 2\ Cl^- + H_2O + CO_2\uparrow$ $CaCO_3 + 2\ H^+ \longrightarrow Ca^{2+} + H_2O + CO_2\uparrow$	wydzielanie gazu 
Reakcje soli z zasadami	**Efekty reakcji**
sól 1 + zasada $\longrightarrow$ sól 2 + wodorotlenek$\downarrow$	
$CuSO_4 + 2\ NaOH \longrightarrow Na_2SO_4 + Cu(OH)_2\downarrow$ $Cu^{2+} + SO_4^{2-} + 2\ Na^+ + 2\ OH^- \longrightarrow 2\ Na^+ + SO_4^{2-} + Cu(OH)_2\downarrow$ $Cu^{2+} + 2\ OH^- \longrightarrow Cu(OH)_2\downarrow$	strącanie osadu 
sól amonowa + zasada $\longrightarrow$ sól + amoniak + woda	
$NH_4Cl + NaOH \longrightarrow NaCl + NH_3\uparrow + H_2O$ $NH_4^+ + Cl^- + Na^+ + OH^- \longrightarrow Na^+ + Cl^- + NH_3\uparrow + H_2O$ $NH_4^+ + OH^- \longrightarrow NH_3\uparrow + H_2O$	wydzielanie gazu 
Reakcje soli z innymi solami	**Efekty reakcji**
sól 1 + sól 2 $\longrightarrow$ sól 3$\downarrow$ + sól 4	
$2\ KI + Pb(NO_3)_2 \longrightarrow PbI_2\downarrow + 2\ KNO_3$ $2\ K^+ + 2\ I^- + Pb^{2+} + 2\ NO_3^- \longrightarrow PbI_2\downarrow + 2\ K^+ + 2\ NO_3^-$ $2\ I^- + Pb^{2+} \longrightarrow PbI_2\downarrow$	strącanie osadu 

Test do działu

Wybierz poprawne dokończenie zdania lub odpowiedź.

1. **Głównym składnikiem soli kamiennej jest chlorek**
   A. sodu.
   B. potasu.
   C. wapnia.
   D. magnezu.

2. **W reakcji syntezy metalu i niemetalu można otrzymać**
   A. siarczek cynku.
   B. siarczan(IV) cynku.
   C. siarczan(VI) sodu.
   D. węglan sodu.

3. **Który z zapisów jest wzorem soli amonowej kwasu beztlenowego?**
   A. KCl
   B. NH_4Cl
   C. KNO_3
   D. NH_4NO_3

4. **Wzór sumaryczny azotanu(V) miedzi(II) ma postać**
   A. $CuNO_2$
   B. $CuNO_3$
   C. $Cu(NO_2)_2$
   D. $Cu(NO_3)_2$

5. **Który z piktogramów należy umieścić na butelce zawierającej sól rtęci?**
   A. 
   B. 
   C. 
   D. 

6. **Sole ulegają dysocjacji na**
   A. kationy metalu i aniony reszty kwasowej.
   B. kationy metalu i aniony wodorotlenkowe.
   C. kationy wodoru i aniony reszty kwasowej.
   D. kationy wodoru i aniony wodorotlenkowe.

7. **Jakie jony znajdują się w sieci krystalicznej siarczku magnezu?**
   A. Mg^{+} oraz S^{-}
   B. Mg^{2+} oraz S^{2-}
   C. Mg^{2+} oraz SO_4^{2-}
   D. Mg^{2+} oraz SO_3^{2-}

8. W roztworze wykryto obecność następujących jonów: Na^{+}, Mg^{2+}, NO_3^{-}, SO_4^{2-}.
   Jakiej soli nie uzyska się w wyniku odparowania wody z tego roztworu?
   A. azotanu(V) sodu
   B. siarczanu(VI) magnezu
   C. azotanu(V) magnezu
   D. siarczanu(IV) sodu

9. Które równanie opisuje reakcję zobojętniania?

A. $Zn + Cl_2 \longrightarrow ZnCl_2$

B. $Ca + 2\,HCl \longrightarrow CaCl_2 + H_2\uparrow$

C. $KOH + HCl \longrightarrow KCl + H_2O$

D. $CuO + 2\,HCl \longrightarrow CuCl_2 + H_2O$

10. Aby otrzymać wodór, należy do probówki z kwasem solnym dodać

A. magnez.

B. tlenek magnezu.

C. miedź.

D. tlenek miedzi(II).

11. Sól powstanie w reakcji zasady sodowej z

A. wodorotlenkiem potasu.

B. tlenkiem węgla(IV).

C. tlenkiem magnezu.

D. wapniem.

12. Suma współczynników stechiometrycznych równania reakcji azotanu(V) ołowiu(II) z kwasem solnym jest równa:

A. 2 **C.** 5

B. 4 **D.** 6

Aby rozwiązać zadania 13. i 14., skorzystaj z tabeli rozpuszczalności soli i wodorotlenków w wodzie (s. 265).

13. Która z podanych soli jest praktycznie nierozpuszczalna w wodzie?

A. $FeCl_3$ **C.** $MgCO_3$

B. $Al_2(SO_4)_3$ **D.** $AgNO_3$

14. Zmieszano roztwory dwóch soli: chlorku potasu oraz azotanu(V) srebra(I). W wyniku reakcji strącił się osad.
Który rysunek przedstawia poprawne wzory molekuł będących produktami tej reakcji?

A.

B.

C.

D.

15. Sól, którą wykorzystuje się do produkcji papieru, farb oraz wapna palonego, to

A. chlorek sodu.

B. azotan(V) sodu.

C. węglan wapnia.

D. siarczan(VI) wapnia.

Sprawdź się

Informacja do zadań 1. i 2.
W roztworze stwierdzono obecność następujących jonów: K^+, Mg^{2+}, Al^{3+}, Cl^-, SO_4^{2-}.

Zadanie 1.
Których atomów tworzących te jony dotyczą poniższe stwierdzenia?
Wybierz odpowiedzi spośród podanych.

A. potas
B. magnez
C. glin
D. chlor
E. siarka
F. tlen

I	Ma największą liczbę atomową.	A / B / C / D / E / F
II	Ma najmniejszą liczbę powłok elektronowych.	A / B / C / D / E / F
III	Ma największą liczbę elektronów walencyjnych.	A / B / C / D / E / F

Zadanie 2.
W których wierszach tabeli są właściwe wzór sumaryczny i nazwa soli, którą można otrzymać po całkowitym odparowaniu wody z roztworu?
Wybierz wszystkie właściwe odpowiedzi.

	Wzór soli	Nazwa soli
A	KCl	chlorek potasu
B	$MgSO_4$	siarczan(VI) magnezu
C	AlCl	chlorek glinu
D	K_2SO_4	siarczan(IV) potasu
E	$MgCl_2$	chlorek magnezu
F	$Al_2(SO_4)_3$	siarczan(VI) glinu

Zadanie 3.
Tabela przedstawia zależność rozpuszczalności chlorku potasu od temperatury.

Temperatura, °C	0	20	40	60	80	100
Rozpuszczalność, g / 100 g H_2O	27,8	34,0	40,0	45,8	51,2	56,4

Przepisz zdania do zeszytu i uzupełnij je właściwymi określeniami.

I. Rozpuszczalność chlorku potasu **A** / **B** wraz ze wzrostem temperatury wody.
A. zmniejsza się
B. zwiększa się

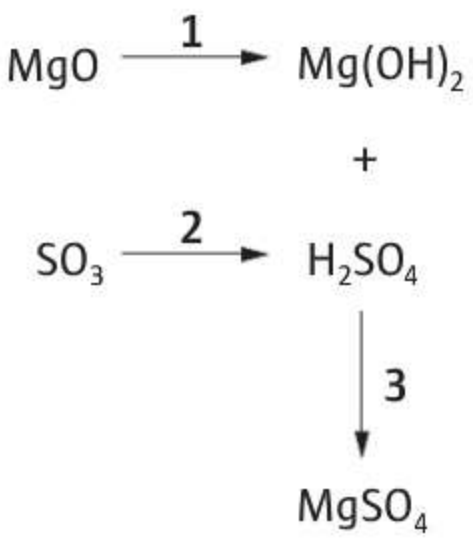
II. Chlorek potasu to sól kwasu **A** / **B**.
A. solnego **B.** siarkowodorowego

III. Po rozpuszczeniu 20 g chlorku potasu w 50 g wody o temperaturze 40°C otrzymano roztwór **A** / **B**.
A. nienasycony **B.** nasycony

Zadanie 4.
Oceń poprawność poniższych stwierdzeń (P – prawda, F – fałsz).

I	Tlenek glinu ze względu na jego wysoki stopień twardości wykorzystuje się do produkcji materiałów ściernych.	P / F
II	Do wyrobu zaprawy murarskiej oraz jako nawóz sztuczny stosuje się tlenek żelaza(III).	P / F
III	Mieszanina helu i tlenu jest używana do oddychania przez nurków głębinowych.	P / F
IV	Do produkcji nawozów sztucznych i materiałów wybuchowych wykorzystuje się azotany(V), zwane potocznie saletrami.	P / F
V	Chlorek wapnia stosuje się do wykonywania odlewów gipsowych oraz do usztywniania złamanych kończyn.	P / F

Zadanie 5.
Na schemacie obok przedstawiono przebieg trzech reakcji chemicznych.



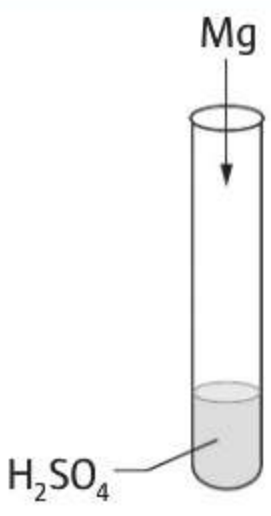
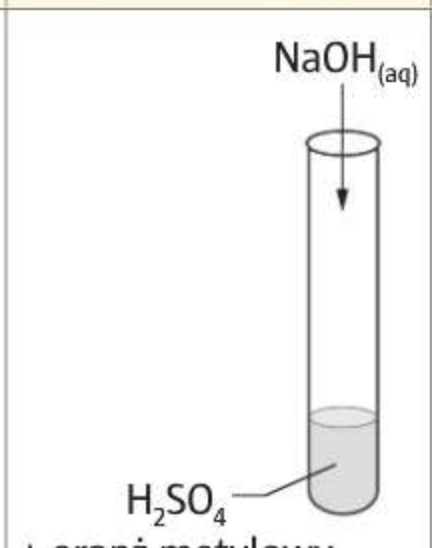
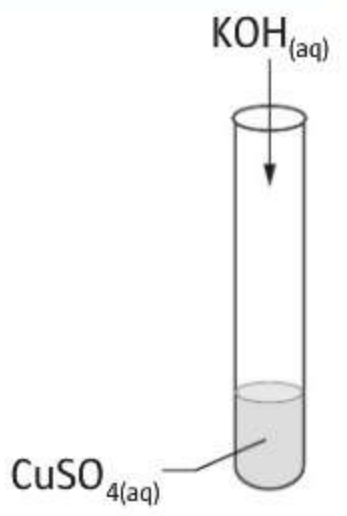
Przepisz zdania do zeszytu i uzupełnij je właściwymi określeniami.

I. Aby dokonać przemiany nr 1, należy użyć substancji o wzorze **A** / **B**.
A. O_2 **B.** H_2O

II. Produktem reakcji nr 2 jest kwas **A** / **B**.
A. siarkowy(IV) **B.** siarkowy(VI)

III. Reakcja oznaczona numerem 3 jest przykładem reakcji **A** / **B**.
A. zobojętniania **B.** strąceniowej

Zadanie 6.
Wykonano doświadczenia, których przebieg ilustrują poniższe schematy.
Których doświadczeń dotyczą poniższe obserwacje i wniosek?
Wybierz numer schematu doświadczenia.

Schemat nr 1	Schemat nr 2	Schemat nr 3
		

I	Wydziela się gaz.	1 / 2 / 3
II	Strąca się osad.	1 / 2 / 3
III	Zmienia się barwa roztworu.	1 / 2 / 3
IV	Zachodzi reakcja opisana równaniem $H^+ + OH^- \longrightarrow H_2O$.	1 / 2 / 3

8

Węglowodory

Co to są polimery?

kevlar

polar

poliwęglan

goreteks

teflon

carbon

teflon



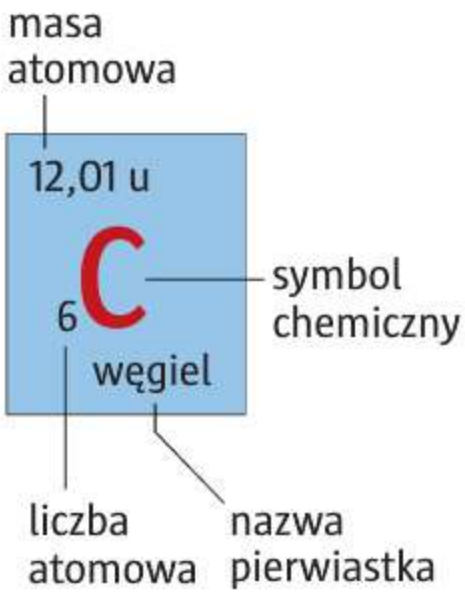
Jakie związki wchodzą w skład benzyny?

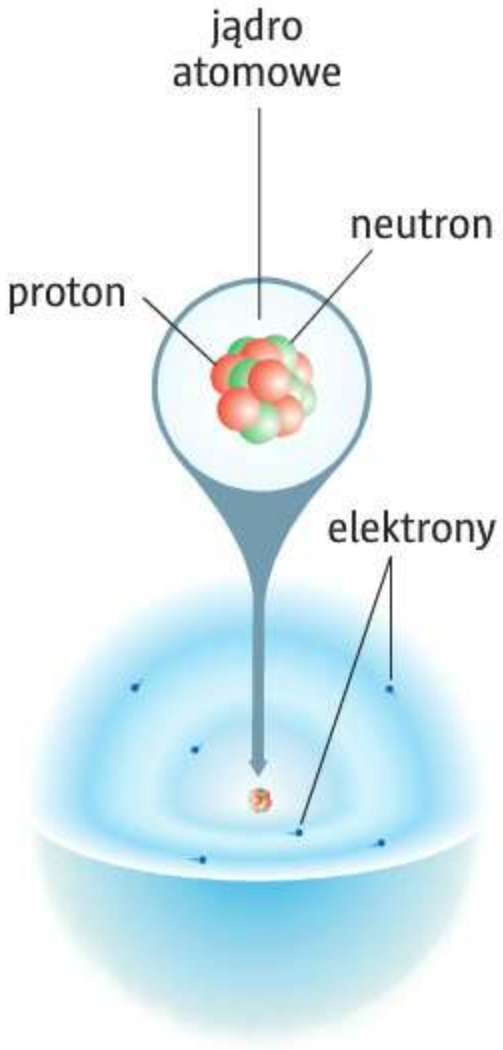
Jakie związki chemiczne są paliwem stosowanym w zapalniczce?



8.1 Węgiel i jego związki

Atomy węgla wchodzą w skład wszystkich organizmów, produktów spożywczych, surowców naturalnych, lekarstw i tworzyw sztucznych. Jak to możliwe? Jeden pierwiastek, a tyle związków chemicznych i tyle różnorodnych zastosowań.





▲ W przyrodzie przeważają atomy o liczbie masowej 12, których jądra atomowe zawierają 6 protonów i 6 neutronów.

W jakiej postaci węgiel występuje w przyrodzie?

Węgiel jest czwartym pierwiastkiem na liście najbardziej rozpowszechnionych pierwiastków we wszechświecie. Przed nim są wodór, tlen i hel. Obecne w przyrodzie atomy węgla to trwałe izotopy ^{12}C i ^{13}C oraz nietrwały, promieniotwórczy ^{14}C.

Węgiel występuje w przyrodzie zarówno w postaci wolnej, niezwiązanej – jako pierwiastek chemiczny, jak i w postaci mniej lub bardziej skomplikowanych związków chemicznych i różnorodnych mieszanin.

Występowanie węgla w przyrodzie

w postaci wolnej, pierwiastkowej, np.



grafit



diament



struktura fulerenu C_{60}

jako składnik mieszanin, np.



antracyt



węgiel kamienny



torf

w związkach chemicznych



nieorganicznych (tlenki węgla, sole – węglany, np. wapień)



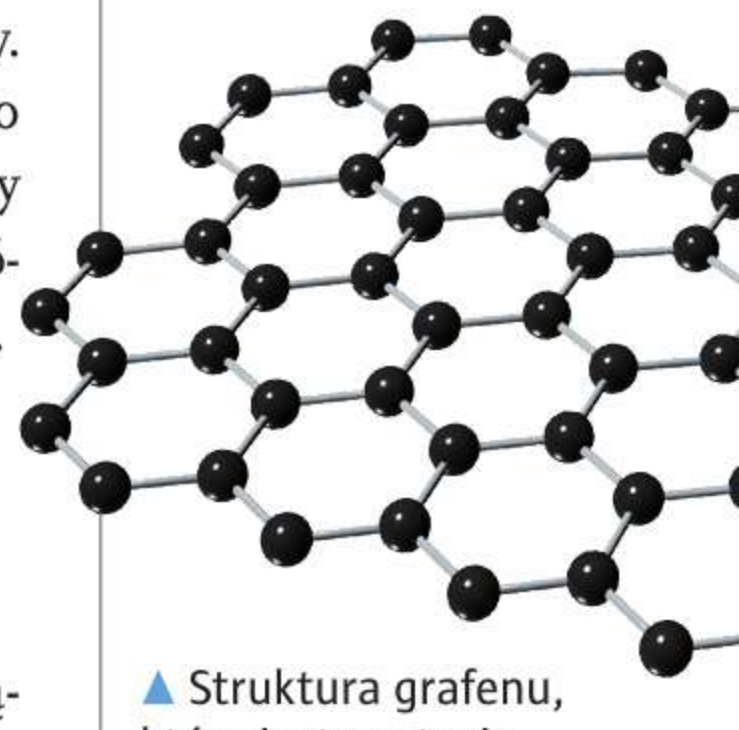
organicznych (cukry, białka, tłuszcze)

Związki chemiczne, które zawierają węgiel, podzielono na dwie grupy. Do pierwszej, nielicznej, należą **związki nieorganiczne**. Zaliczamy do nich między innymi tlenki węgla, kwas węglowy i jego sole: węglany i wodorowęglany. Do drugiej grupy należą **związki organiczne**, w których węgiel jest czterowartościowy i zawsze tworzy cztery wiązania.

► Wiązania węgla w związkach organicznych



Obecnie znamy kilkadziesiąt milionów tych związków i liczba ta ciągle rośnie. Ich budową, właściwościami i sposobem otrzymywania zajmuje się **chemia organiczna**.



▲ Struktura grafenu, który jest postacią pierwiastkową węgla

Dlaczego węgiel jest najważniejszym pierwiastkiem dla organizmów?

Węgiel jest składnikiem wszystkich organizmów, które znamy: komórek roślin, bakterii, organizmów ludzkich i zwierzęcych – dlatego określa się go mianem pierwiastka życia.

Związki węgla nie tylko budują elementy komórkowe i tkanki organizmów, lecz także magazynują energię i są jej źródłem, umożliwiają różnorodne procesy zachodzące w organizmach oraz przechowują informacje genetyczne.

Obecność węgla w różnego rodzaju produktach można wykryć w trakcie ogrzewania.

Doświadczenie 8.1.1
Wykrywanie obecności węgla

W probówce umieść niewielką ilość mleka w proszku (1). Zawartość probówki ogrzewaj. Obserwuj zachodzące zmiany (2).

Obserwacje: W wyniku ogrzewania zmienia się kolor badanej materii na czarny. Na ściankach probówki pojawiają się krople cieczy.

Wnioski: W skład mleka w proszku wchodzi węgiel, który tworzy czarny osad. Krople cieczy potwierdzają obecność wodoru w badanej materii.



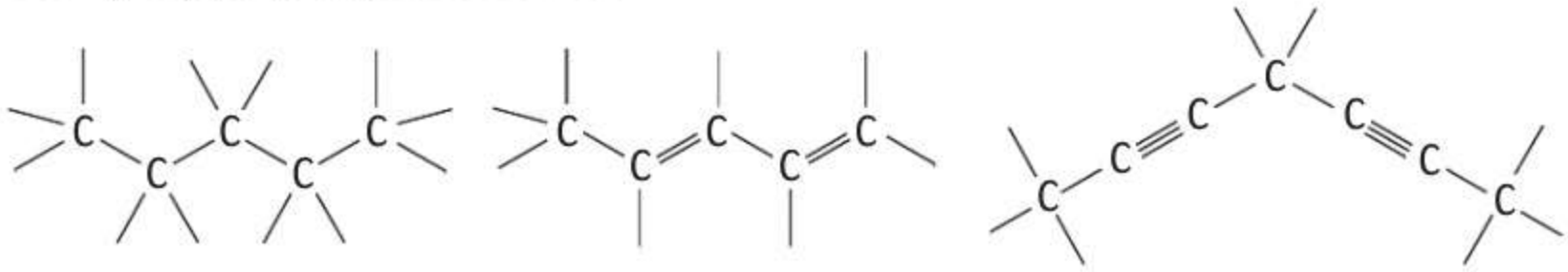




Dlaczego organicznych związków węgla jest tak wiele?

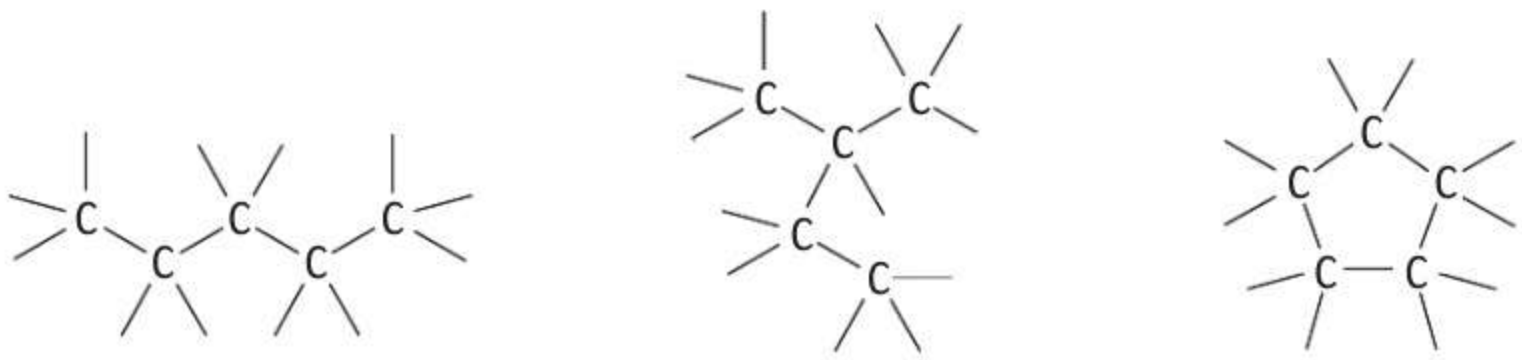
Atomy węgla mają wyjątkową zdolność tworzenia wiązań między sobą i występują w różnych kombinacjach. Mogą to być wiązania pojedyncze, podwójne lub potrójne. Atomy węgla połączone wiązaniami układają się w łańcuchy proste – nierozgałęzione, rozgałęzione – lub zamykają się w pierścienie.

► Rodzaje wiązań w związkach organicznych



wiązania pojedyncze wiązania podwójnie wiązania potrójne

► Rodzaje łańcuchów węglowych



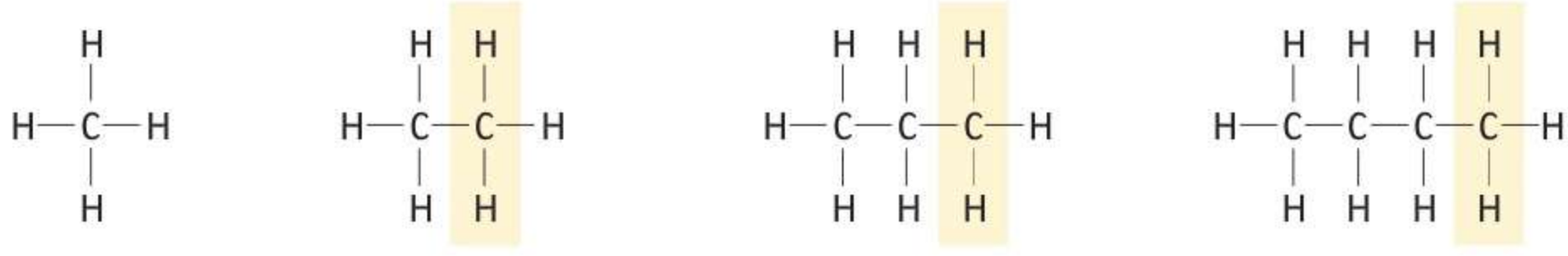
łańcuch nierozgałęziony łańcuch rozgałęziony forma pierścieniowa

Związki organiczne mogą być utworzone przez nieograniczoną liczbę atomów węgla. Oprócz atomów węgla i wodoru w cząsteczkach tych związków występują jeszcze atomy innych pierwiastków, głównie niemetali (przede wszystkim tlenu, azotu, siarki, fosforu, fluorowców), a nawet metali (np. magnezu, żelaza).

W laboratoriach chemicznych podejmuje się wiele prób otrzymywania nowych związków organicznych, mogących mieć istotne znaczenie dla poprawy jakości życia oraz rozwoju medycyny i techniki.

Mimo że liczba związków organicznych jest tak duża, to jednak w ich budowie oraz właściwościach zauważa się pewne prawidłowości, które pozwalają na podział związków na grupy. Najprostsze z nich – **węglowodory** – są zbudowane tylko z atomów węgla i wodoru. Zbiory związków o podobnej budowie, uporządkowane według wzrastającej liczby atomów węgla, tworzą **szereg homologiczny**. Kolejne elementy szeregu, nazywane **homologami**, różnią się o stałą grupę, w tym przypadku – o grupę $-CH_2-$.

► Szereg homologiczny



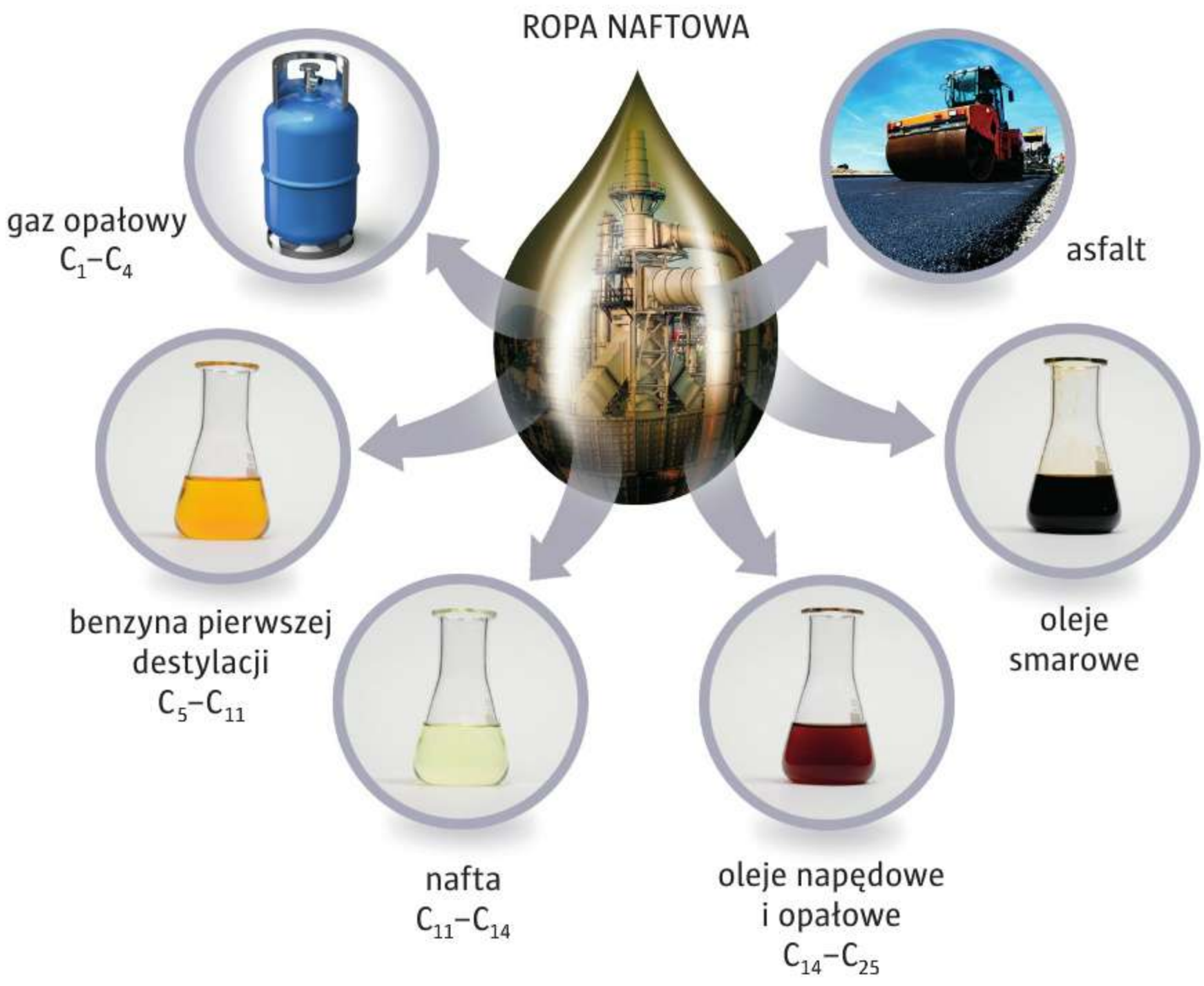
metan CH_4 etan C_2H_6 propan C_3H_8 butan C_4H_{10}

Co jest naturalnym źródłem węglowodorów i jakie jest ich zastosowanie?

Największym i najważniejszym źródłem węglowodorów są złoża ropy naftowej i gazu ziemnego. Węglowodory są również obecne w pokładach węgli kopalnych.

Ropa naftowa, gaz ziemny i węgle kopalne utworzyły się ze szczątków materii organicznej pochodzenia roślinnego i zwierzęcego powstałej w okresie karbońskim.

Ropa naftowa jest mieszaniną złożoną z wielu węglowodorów w stanie gazowym, ciekłym i stałym. Aby je pozyskać, ropę poddaje się rafinacji, czyli oczyszczaniu w wyniku destylacji, a następnie – krakingowi. Kraking polega na rozbijaniu długich łańcuchów węglowodorowych na krótsze.



◄ Produkty destylacji ropy naftowej

Zapis C_x wskazuje na węglowodór zawierający *x* atomów węgla.
Jest to wartość przybliżona, np. węglowodór C_{11} może być obecny zarówno w benzynie, jak i w nafcie.

Ciekawostka

Po raz pierwszy na świecie destylację ropy naftowej przeprowadził polski uczony Ignacy Łukasiewicz.
Polski chemik i farmaceuta, w latach 1852–1853 otrzymał naftę palącą się jasnym, niekopcącym płomieniem. Zastąpiła ona kopcące świece, kaganki oraz lampki oliwne i była powszechnie stosowana aż do wynalezienia żarówki.



► Ignacy Łukasiewicz – chemik, farmaceuta, przedsiębiorca, filantrop, twórca przemysłu naftowego

ZASTOSOWANIE PRODUKTÓW DESTYLACJI ROPY NAFTOWEJ



GAZ OPAŁOWY

- do ogrzewania budynków i przygotowywania posiłków;
- w butlach gazowych;
- w autach z instalacją gazową



BENZYNA PIERWSZEJ DESTYLACJI

- w środkach transportu z silnikami benzynowymi;
- jako rozpuszczalnik w produkcji np. farb, lakierów, w pralniach



NAFTA

- jako paliwo lotnicze do napędu silników odrzutowych;
- do produkcji benzyny wysokiej jakości



OLEJE NAPĘDOWE I OPAŁOWE

- w środkach transportu z silnikami Diesla;
- do celów opałowych



OLEJE SMAROWE

- do produkcji smarów stosowanych w motoryzacji, transporcie i przemyśle



ASFALT

- do pokrywania nawierzchni dróg

Produkty destylacji ropy naftowej w dalszych etapach ich przeróbki wykorzystywane są m.in. do produkcji kosmetyków, leków, barwników, włókien i tworzyw sztucznych.

Podsumowanie

1. Węgiel w związkach organicznych tworzy zawsze **cztery wiązania**.
2. Związki organiczne o podobnej budowie, uporządkowane wg wzrastającej liczby atomów węgla tworzą **szereg homologiczny**.
3. **Węglowodory** to związki węgla i wodoru.
4. Naturalnymi źródłami węglowodorów są ropa naftowa, gaz ziemny i węgle kopalne.
5. **Ropa naftowa** to mieszanina węglowodorów stałych, ciekłych i gazowych.

Sprawdź, czy wiesz i rozumiesz

1. Wymień przykłady nieorganicznych związków węgla.
2. Skorzystaj z układu okresowego i opisz budowę atomu węgla C-12.
3. Porównaj właściwości i zastosowanie produktów destylacji ropy naftowej.

Dowiedz się więcej

W dostępnych źródłach poszukaj informacji na temat:

a) katenacji,

b) liczby oktanowej benzyny.

8.2

Metan – najprostszy węglowodór

Metan jest najprostszym węglowodorem, podstawowym składnikiem gazu ziemnego, powszechnie stosowanego paliwa w kuchenkach gazowych oraz piecach centralnego ogrzewania. Czy metan ma zapach? Czy można wyczuć jego obecność, jeśli ulatnia się z uszkodzonej instalacji gazowej?

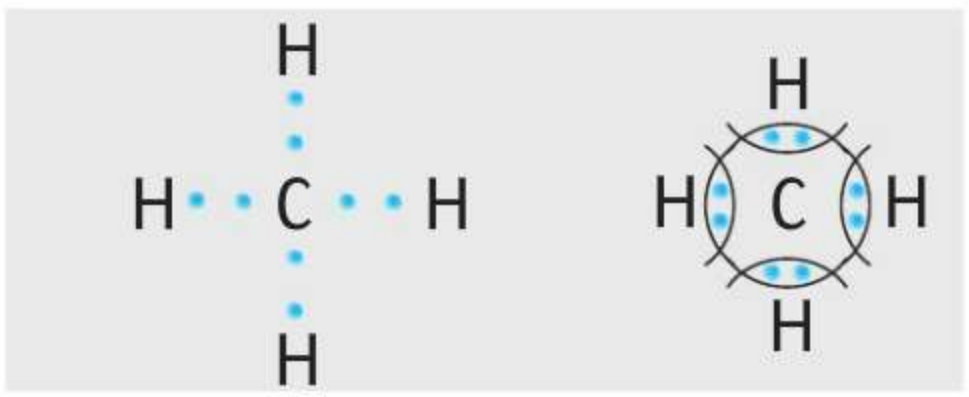
Gdzie występuje metan i jakie ma właściwości?

Metan jest najprostszym węglowodorem o wzorze sumarycznym CH_4. Ten gaz ten powstaje bez dostępu tlenu w procesach fermentacyjnych materii pochodzenia organicznego. Tworzy się podczas procesów gnilnych na bagnach. Jest głównym składnikiem gazu ziemnego i biogazu. Towarzyszy pokładom węgla kamiennego. Występuje również w atmosferze niektórych planet Układu Słonecznego.



▲ Model metanu

W cząsteczce metanu atom węgla jest połączony z czterema atomami wodoru wiązaniami kowalencyjnymi, które są w bardzo niewielkim stopniu spolaryzowane. Wiązania te są mocne, z czego wynika mała aktywność chemiczna metanu.



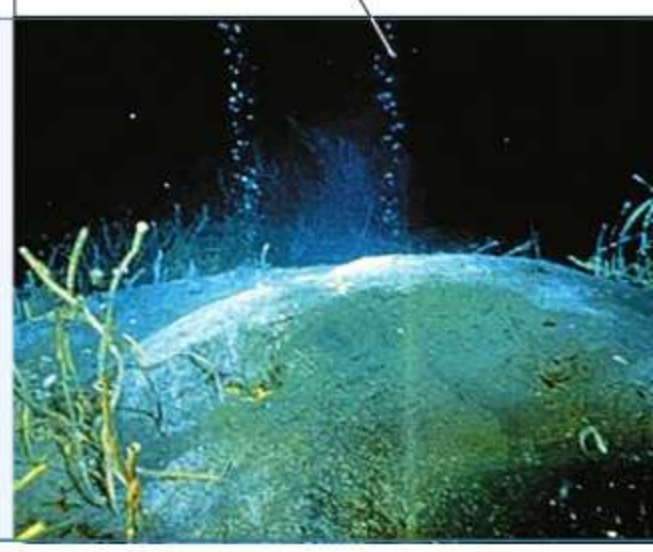
◄ Schemat tworzenia wiązań w cząsteczce metanu

Właściwości fizyczne metanu:

- bezbarwny gaz,
- praktycznie nierozpuszczalny w wodzie,
- gęstość mniejsza od gęstości powietrza.

Ciekawostka

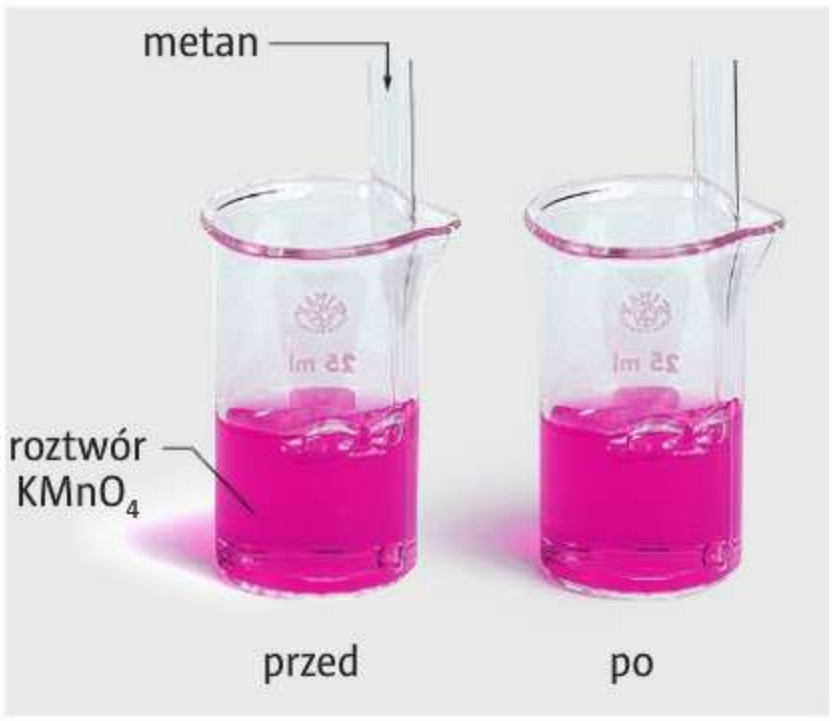
Na dnie oceanów powstają tzw. hydraty metanu. Są to cząsteczki metanu uwięzione w „klatkach" utworzonych z cząsteczek wody. Ten hydrat nie jest trwały, po wyciągnięciu na powierzchnię wody rozkłada się z wydzieleniem gazowego metanu.

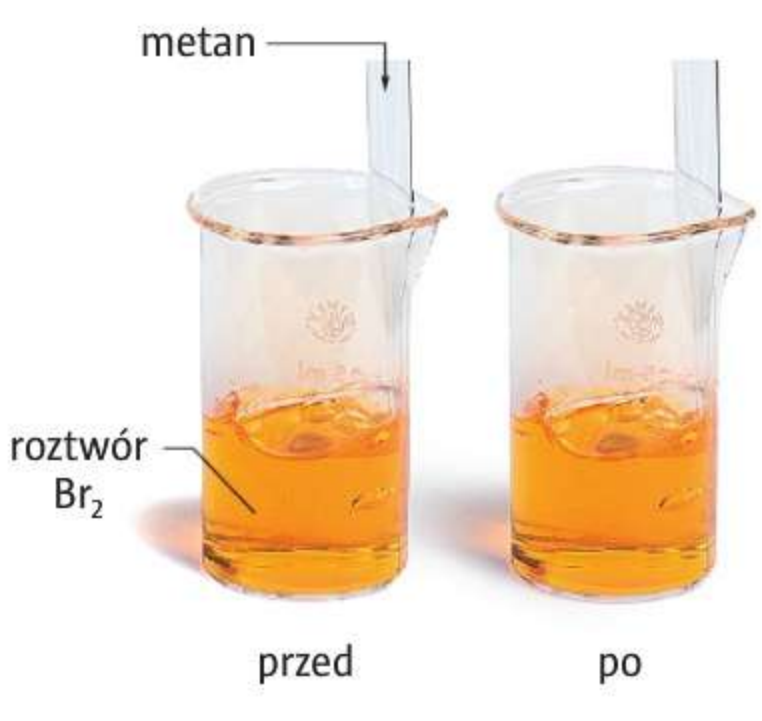


► Bryła hydratu metanu na dnie morza

Do gazu ziemnego, stosowanego w gospodarstwach domowych i w przemyśle, którego głównym składnikiem jest metan, ze względu na bezpieczeństwo są dodawane substancje o nieprzyjemnym zapachu. Gdy ulatnia się gaz ziemny, wyraźnie wyczuwalny jest charakterystyczny zapach.

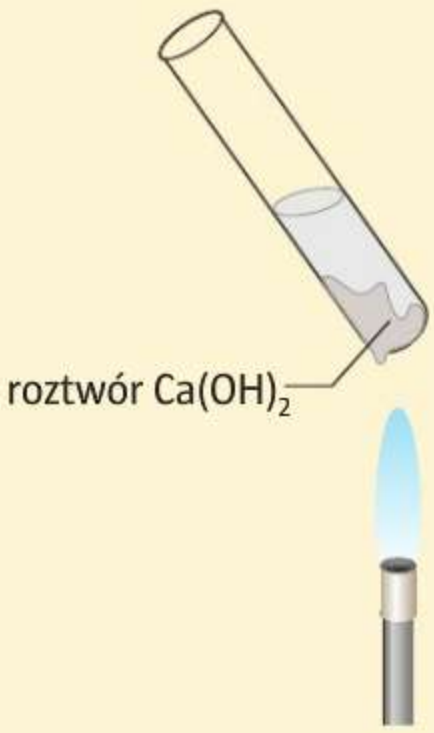
► Badanie aktywności metanu; próba z roztworem manganianu(VII) potasu i roztworem bromu





Właściwości chemiczne metanu:

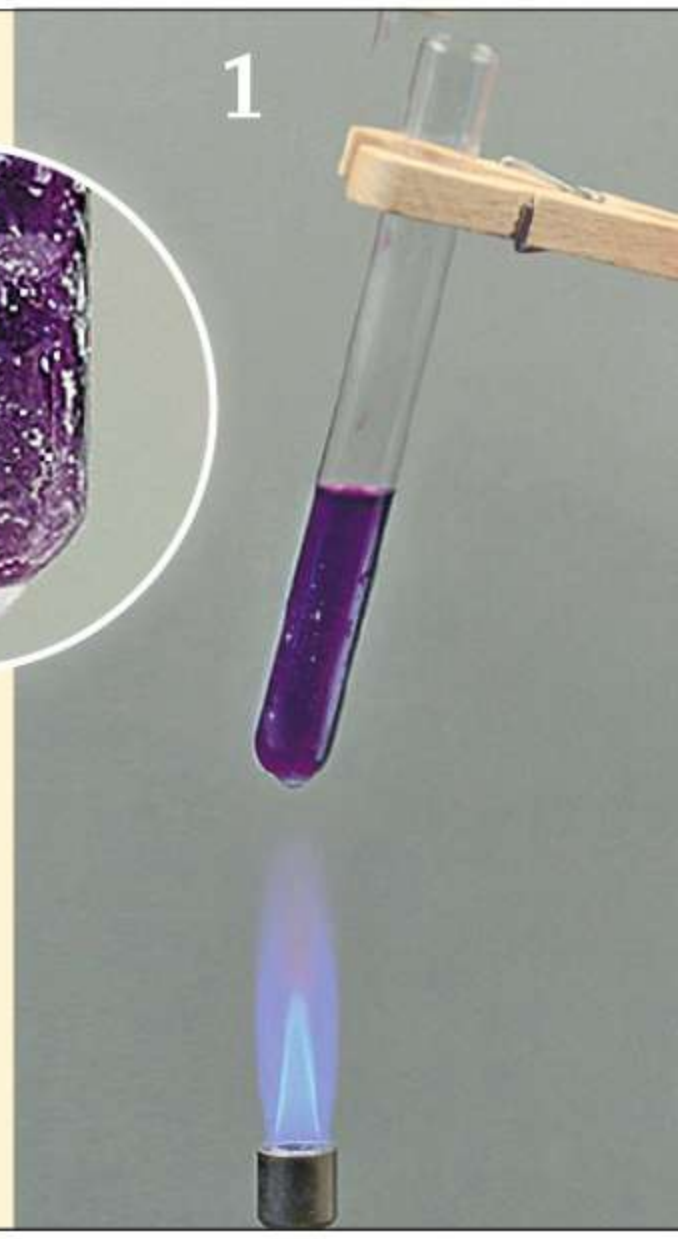
- palny,
- bezwonny,
- mało aktywny chemicznie,
- nie reaguje z wodą ani z wodą wapienną,
- nie powoduje zmiany zabarwienia zwilżonego papierka uniwersalnego,
- nie powoduje zmiany zabarwienia roztworu manganianu(VII) potasu ani roztworu bromu.



Doświadczenie 8.2.1
Identyfikacja produktów spalania gazu ziemnego

Zapalamy palnik gazowy. Wysoko nad płomieniem palnika (ok. 15 cm) umieszczamy probówkę z barwną cieczą. Probówkę wcześniej zanurzamy w wodzie wapiennej tak, aby z dna zwisała kropla. Obserwujemy zmiany.





Obserwacja: Po pewnym czasie kropla wody wapiennej na zewnętrznej powierzchni probówki mętnieje.

Wniosek: Woda wapienna mętnieje w wyniku reakcji z tlenkiem węgla(IV), który jest jednym z produktów spalania metanu.

$$Ca(OH)_2 + CO_2 \longrightarrow CaCO_3\downarrow + H_2O$$

Jak dostęp tlenu wpływa na spalanie metanu?

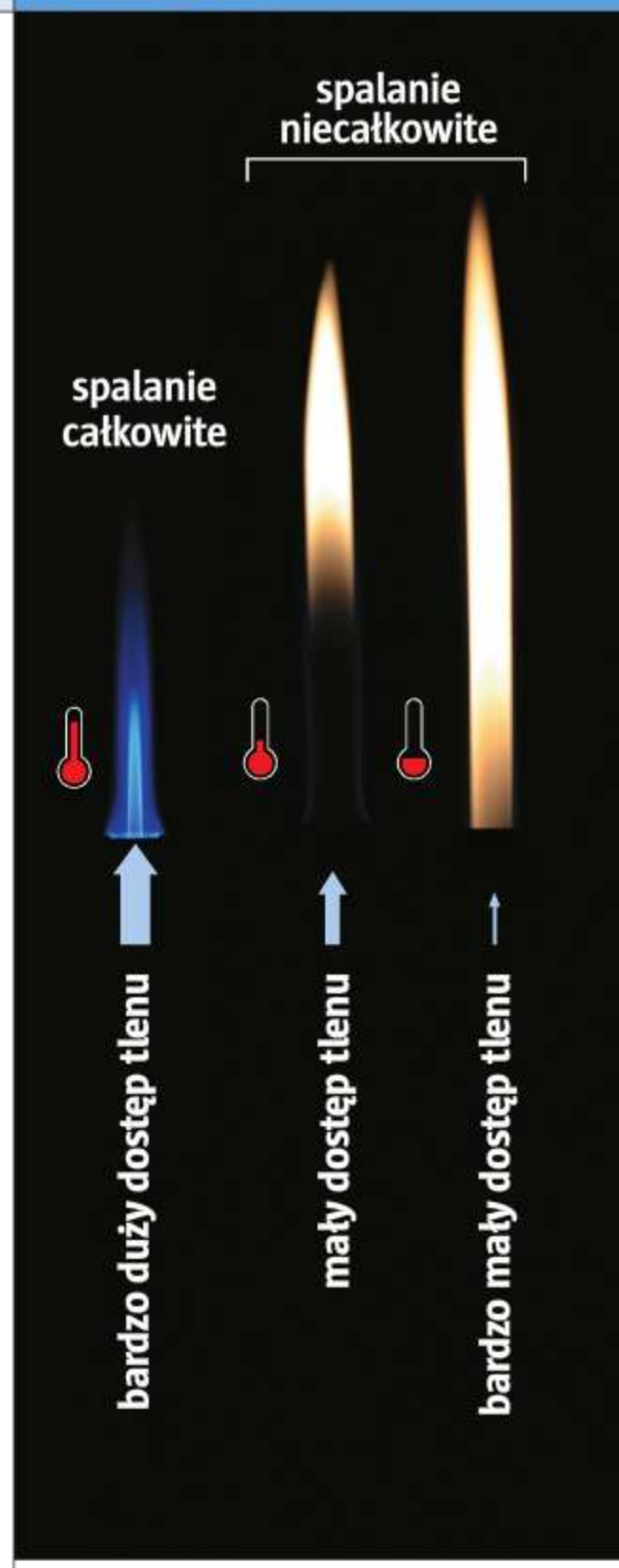
Barwa płomienia gazu ziemnego i produkty jego spalania są uzależnione od dostępu powietrza, a właściwie – tlenu niezbędnego do procesu spalania. Przy nieograniczonym dostępie tlenu metan – główny składnik gazu ziemnego – spala się całkowicie. Barwa płomienia jest niebieska, a temperatura płomienia – najwyższa. Produktami spalania są tlenek węgla(IV) i para wodna:

$$CH_4 + 2\ O_2 \longrightarrow CO_2 + 2\ H_2O$$

Takie spalanie nazywamy **spalaniem całkowitym**. Jest ono najkorzystniejsze, ponieważ jego produkty są najmniej szkodliwe dla człowieka, a ilość energii przy tym wydzielanej jest największa.

Ciekawostka

Tlenek węgla(IV), metan i para wodna to główne gazy cieplarniane. Pochodzą ze źródeł naturalnych, ale powstają również w wyniku działalności człowieka. Ich nadmiar powoduje podnoszenie się temperatury powietrza i zmiany klimatyczne. Z drugiej strony bez efektu cieplarnianego, czyli bez zatrzymywania ciepła w atmosferze, nie byłoby życia na Ziemi. Temperatura panująca na jej powierzchni wynosiłaby poniżej –10°C, a wszystko pokrywałby lód.



▲ Płomienie palnika gazowego w warunkach różnego dostępu powietrza

Spalanie niecałkowite zachodzi przy ograniczonym dostępie tlenu. Najbardziej niebezpieczne dla zdrowia i życia człowieka jest spalanie, w którym powstaje **czad** – gaz bezbarwny, bezwonny i jednocześnie silnie trujący:

$$2\ CH_4 + 3\ O_2 \longrightarrow \underset{\text{czad}}{2\ CO} + 4\ H_2O$$

Ten toksyczny gaz jest przyczyną wielu śmiertelnych zatruć, zwłaszcza w sezonie jesienno-zimowym. Najczęstszym ich powodem są nieodpowiednio wyregulowane termy gazowe lub niesprawne instalacje kominowe. Jeżeli spalanie gazu zachodzi przy niedostatecznym dopływie tlenu z powietrza, to jego produktem jest **sadza**, której głównym składnikiem jest węgiel:

$$CH_4 + O_2 \longrightarrow C + 2\ H_2O$$

Przy bardzo ograniczonym dostępie tlenu płomień jest świecący, żółtopomarańczowy i osiąga najniższą temperaturę.

Ciekawostka

Świecący płomień palnika pochodzi od rozgrzanych cząstek powstałej sadzy. Gromadzenie się sadzy na powierzchni garnków jest związane ze złą regulacją palnika gazowego i zbyt małym dostępem powietrza.



► Sadza na powierzchni garnków



Efekt wybuchu gazu

Kontrolowany wybuch metanu i pyłu węglowego w eksperymentalnej kopalni

Ciekawostka

Mieszanina metanu z powietrzem ma właściwości wybuchowe. W domach mieszkalnych wybuch może nastąpić z powodu nieszczelnej instalacji gazowej. Do eksplozji dochodzi również w kopalniach węgla kamiennego, ponieważ jego pokładom najczęściej towarzyszą złoża metanu. Przeskok iskry elektrycznej, uruchomienie sprzętu wydobywczego może spowodować wybuch w komorze wypełnionej mieszaniną metanu i powietrza.

Podsumowanie

1. **Metan** jest najprostszym węglowodorem, głównym składnikiem gazu ziemnego.
2. Metan jest gazem bezwonnym o gęstości mniejszej od gęstości powietrza, słabo rozpuszczalnym w wodzie, dobrze rozpuszczalnym w rozpuszczalnikach organicznych.
3. Metan jest gazem palnym, mało aktywnym chemicznie.
4. Produkty spalania metanu zależą od dostępu powietrza. W **spalaniu całkowitym** produktami są tlenek węgla(IV) i woda, a w **spalaniu niecałkowitym** – tlenek węgla(II) lub sadza oraz woda.

Sprawdź, czy wiesz i rozumiesz

1. Oblicz masę cząsteczkową metanu i tlenku węgla(IV), następnie oszacuj, w którym ze związków zawartość procentowa węgla jest większa. Swoje przemyślenia zweryfikuj, zastosuj odpowiednie obliczenia.
2. Oblicz, ile dm^3 powietrza potrzeba do całkowitego spalenia 160 kg metanu. Przyjmij, że tlen stanowi 21% objętości powietrza, a jego gęstość wynosi 1,43 g/dm^3. Wynik podaj z dokładnością do pierwszego miejsca po przecinku.
3. Który z balonów o objętości 10 dm^3 będzie miał większą masę – balon z metanem czy z tlenem? Gęstość metanu wynosi 0,657 g/dm^3, a tlenu – 1,43 g/dm^3. Ciśnienie panujące w balonach jest takie samo. Przypuszczenia poprzyj obliczeniami.
4. Wyjaśnij, dlaczego metan jest mało aktywny chemicznie.

Dowiedz się więcej

W dostępnych źródłach poszukaj informacji na temat:

a) warunków wytwarzania biogazu,

b) składu i sposobów wydobywania gazu łupkowego.

8.3

Alkany – homologi metanu

Szereg homologiczny jest zbiorem związków o podobnej budowie. Które związki należą do tego samego szeregu co metan? Co mają wspólnego, a czym się różnią?

Które związki są homologami metanu?

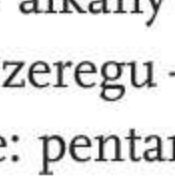
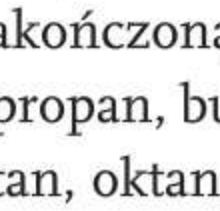
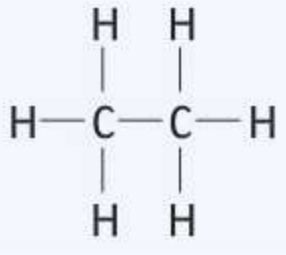
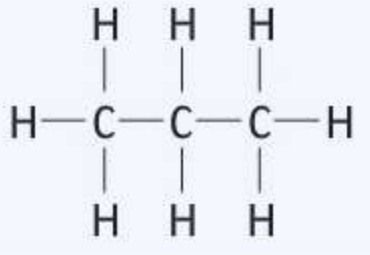
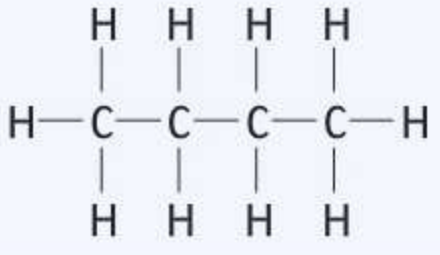
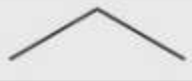
Homologami, czyli związkami podobnymi (homologicznymi) do metanu, są węglowodory należące do szeregu homologicznego alkanów. **Alkany** to węglowodory – mają one zawsze pojedyncze wiązania między atomami węgla. Alkany są **węglowodorami nasyconymi**. Opisuje je wzór ogólny $\mathbf{C_nH_{2n+2}}$. Litera *n* jest liczbą naturalną i oznacza liczbę atomów węgla w cząsteczce węglowodoru. Po podstawieniu za *n* kolejnych liczb otrzymujemy wzory sumaryczne elementów tego szeregu: CH_4, C_2H_6, C_3H_8 itd. Wszystkie alkany mają nazwę zakończoną na **-an**. Cztery nazwy na początku szeregu – metan, etan, propan, butan – to nazwy zwyczajowe. Kolejne: pentan, heksan, heptan, oktan itd. wywodzą się od liczebników greckich.

Związki organiczne opisuje się za pomocą różnych wzorów. Wzory sumaryczne informują o składzie ilościowym. Strukturę cząsteczki pokazują **wzory strukturalne** albo prostsze **wzory półstrukturalne** lub szkieletowe. We **wzorach szkieletowych** pomija się atomy węgla i wodoru występujące w głównym szkielecie cząsteczki. Przyjmuje się, że kreski są symbolami wiązań chemicznych, a punkty załamania oraz końce są symbolami kolejnych atomów węgla. W poniższej tabeli zestawiono nazwy i różne wzory trzech homologów metanu.

Alkany

C_nH_{2n+2}

Wzory półstrukturalne są nazywane również **wzorami grupowymi**.

Nazwa i model alkanu		etan 	propan 	butan
Wzór	sumaryczny	C_2H_6	C_3H_8	C_4H_{10}
	strukturalny			
	półstrukturalny (grupowy)	$CH_3—CH_3$	$CH_3—CH_2—CH_3$	$CH_3—CH_2—CH_2—CH_3$
	szkieletowy	nie używa się		

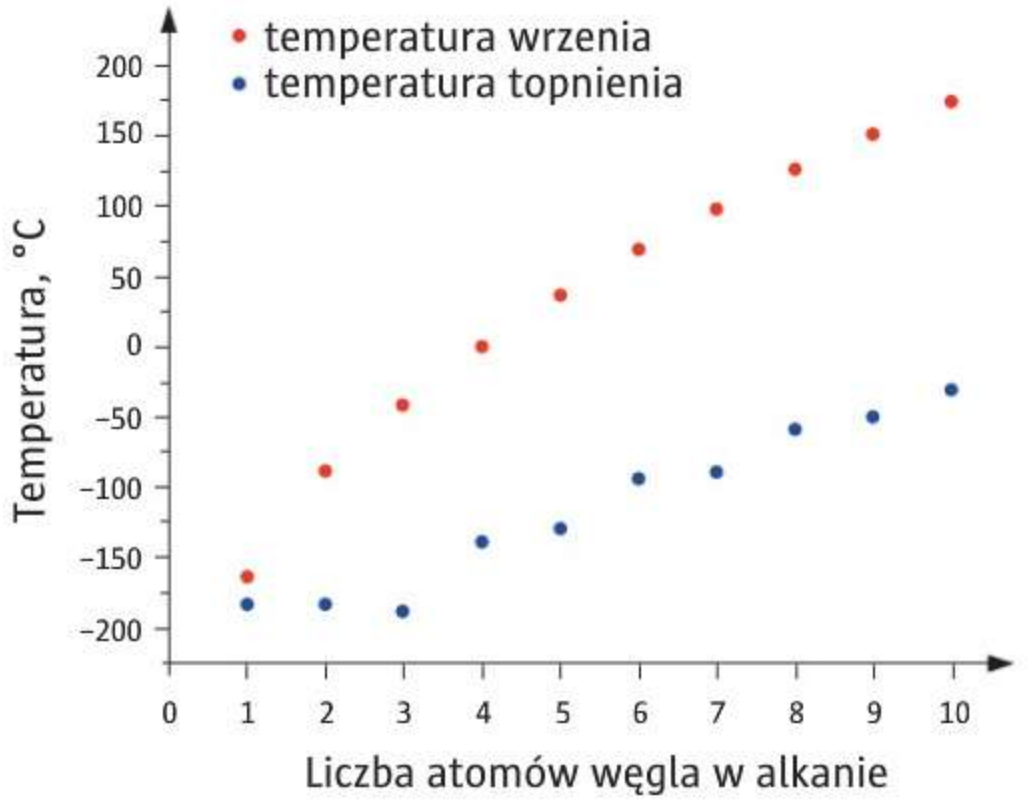
Jak zmieniają się właściwości fizyczne homologów metanu?

Właściwości fizyczne związków należących do danego szeregu homologicznego zmieniają się stopniowo. W temperaturze ok. 20°C, pod ciśnieniem atmosferycznym, pierwsze cztery alkany (metan, etan, propan, butan) są gazami. Kolejne węglowodory zawierające do 16 atomów węgla w cząsteczce to ciecze, a mające od 17 atomów wzwyż to ciała stałe.



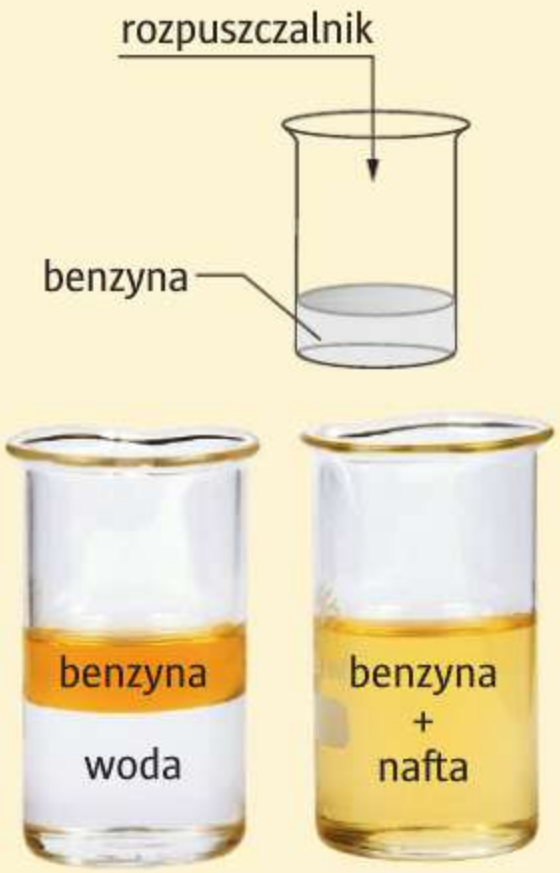
▲ Stan skupienia alkanów

Wraz ze wzrostem liczby atomów węgla w cząsteczkach węglowodorów zwiększa się ich gęstość i rośnie temperatura wrzenia. Temperatura topnienia najpierw maleje, a od butanu – rośnie. Im mniejsza różnica w liczbie atomów węgla, tym więcej podobnych właściwości.



◀ Wykresy przedstawiające zmiany temperatury wrzenia i temperatury topnienia w szeregu homologicznym alkanów

Doświadczenie 8.3.1
Badanie rozpuszczalności benzyny w wodzie i nafcie



Do dwóch zlewek nalej po mniej więcej 10 cm^3 benzyny, następnie dodaj takie same objętości: do pierwszej zlewki – wody, a do drugiej – nafty. Zawartość zlewek wymieszaj pręcikiem szklanym. Porównaj rozpuszczalność benzyny w obu cieczach.

Obserwacje: Po zmieszaniu benzyny z wodą tworzą się dwie warstwy, benzyna unosi się na powierzchni wody. Natomiast po zmieszaniu benzyny i nafty powstaje jednolita ciecz o nieco jaśniejszej barwie.

Wnioski: Benzyna nie rozpuszcza się w wodzie. Ma mniejszą gęstość od wody, dlatego też utrzymuje się na jej powierzchni. Benzyna z naftą tworzą mieszaninę jednorodną – rozpuszczają się w sobie nawzajem.

Węglowodory są dla siebie wzajemnie doskonałymi rozpuszczalnikami. Ropa naftowa jest przykładem mieszaniny, której składniki to węglowodory gazowe, ciekłe i stałe wzajemnie w sobie rozpuszczone.

Jakie właściwości chemiczne mają homologi metanu?

Wszystkie alkany są mało aktywne chemicznie. Podobnie jak metan nie powodują zmiany zabarwienia roztworu manganianu(VII) potasu ani pomarańczowego roztworu bromu. Reagują z tlenem – ulegają reakcji spalania po jej zainicjowaniu.

Doświadczenie 8.3.2
Porównanie łatwości zapłonu alkanów o różnej długości łańcucha węglowego



Do czterech parownic wprowadzamy kolejno heksan, benzynę (mieszaninę głównie heptanu i oktanu), naftę (mieszaninę alkanów o 12–15 atomów węgla), parafinę (mieszaninę alkanów o łańcuchach mających więcej niż 15 atomów węgla). Do każdej z parownic zbliżamy zapalone łuczywo. Jeżeli nie nastąpiło zapalenie, to zawartość parownic podgrzewamy i ponownie próbujemy zapalić łuczywem.



Obserwacje: Opary heksanu i benzyny zapalają się natychmiast od płonącego łuczywa. Zapalenie nafty wymaga podgrzania. Parafinę trzeba stopić – dopiero jej opary się zapalają.

Wniosek: Im więcej atomów węgla ma węglowodór, tym trudniej go zapalić.

Produktami spalania całkowitego homologów metanu, np. heksanu, są tlenek węgla(IV) i woda:

$$2\ C_6H_{14} + 19\ O_2 \rightarrow 12\ CO_2 + 14\ H_2O$$

Osmolone parownice wskazują na równoczesne niecałkowite spalanie, prowadzące do powstawania węgla w postaci sadzy zgodnie z równaniem reakcji:

$$2\ C_6H_{14} + 7\ O_2 \rightarrow 12\ C + 14\ H_2O$$

Wraz ze wzrostem liczby atomów węgla rośnie temperatura zapłonu.

Jakie znaczenie ma reakcja spalania węglowodorów?

Spalanie węglowodorów gazowych i ciekłych ma ogromne znaczenie praktyczne. Jest to **reakcja egzotermiczna** wykorzystywana jako źródło energii cieplnej i mechanicznej (napęd pojazdów mechanicznych). Surowce energetyczne, których głównymi składnikami są węglowodory, a zwłaszcza alkany, to ropa naftowa, gaz ziemny oraz w mniejszym stopniu węgle kopalne.

Stosowanie wymienionych surowców energetycznych wymaga rozwagi. Surowce zawierające węglowodory są uważane za nieodnawialne, a ich zużycie jest ogromne.

Prawie 80% produkowanej energii na świecie pochodzi z paliw kopalnych (ropy naftowej, węgla kamiennego oraz gazu ziemnego), które powstawały przez miliony lat, a wykorzystuje się je zaledwie od kilku wieków. Ocenia się, że zasoby ropy skończą się za 50 lat, gazu – za 70, a węgla – za 250 lat.

Produkty spalania węglowodorów są szkodliwe dla człowieka i środowiska. Emisja tlenku węgla(IV) wywołuje zanieczyszczenie powietrza i wzrost efektu cieplarnianego.

Sam proces spalania i przechowywania paliw lotnych i ciekłych może być również niebezpieczny ze względu na zagrożenie wybuchem.



Ciekawostka

Węglowodory nie rozpuszczają się w wodzie i mają mniejszą od niej gęstość. Dlatego bardzo niebezpieczne są katastrofy tankowców na morzu. Plamy ropy unoszą się na powierzchni wody i powodują klęski ekologiczne, śnięcie ryb oraz wymieranie ptactwa wodnego.

◀ Ptak wodny pokryty ropą



Gaszenie benzyny

- **Zapalonej benzyny nie można gasić wodą**, ponieważ woda ma większą gęstość od benzyny i opada, a płonąca benzyna unosi się na jej powierzchni.
- **Gaszenie benzyny w praktyce polega na ograniczeniu dostępu powietrza**. Używa się do tego celu, zależnie od wielkości pożaru, specjalnych ognioodpornych koców, proszków gaśniczych oraz piany gaśniczej.

Podsumowanie

1. Metan rozpoczyna szereg homologiczny alkanów o wzorze ogólnym C_nH_{2n+2}.
2. Właściwości fizyczne w szeregu homologicznym zmieniają się stopniowo wraz ze wzrostem liczby atomów węgla w cząsteczkach kolejnych węglowodorów.
3. **Homologi metanu** mają podobne do niego właściwości chemiczne, czyli są palne i mało aktywne chemicznie.
4. **Alkany** w postaci gazowej i ciekłej są stosowane przede wszystkim jako paliwa, ale również jako rozpuszczalniki.

Sprawdź, czy wiesz i rozumiesz

1. Które z właściwości – temperatura topnienia, temperatura wrzenia, temperatura zapłonu i gęstość – mają większe wartości dla oktanu zawierającego 8 atomów węgla, a które – dla pentanu?
2. Jak można gasić palący się rozpuszczalnik, w którego skład wchodzą węglowodory?
3. Dlaczego ropa naftowa unosi się na powierzchni wody?

Dowiedz się więcej

W dostępnych źródłach poszukaj informacji na temat:

a) przyczyn i skutków niekontrolowanych wycieków ropy naftowej,

b) znaczenia liczby oktanowej benzyny.

8.4 Etylen – najprostszy alken

Polietylen jest najbardziej rozpowszechnionym tworzywem wielkocząsteczkowym. Zależnie od warunków, w jakich się go otrzymuje, ma różne właściwości, a co za tym idzie – różne zastosowania. Wykorzystuje się go np. do produkcji folii spożywczej i zabawek. Co polietylen ma wspólnego z etanem i etenem?

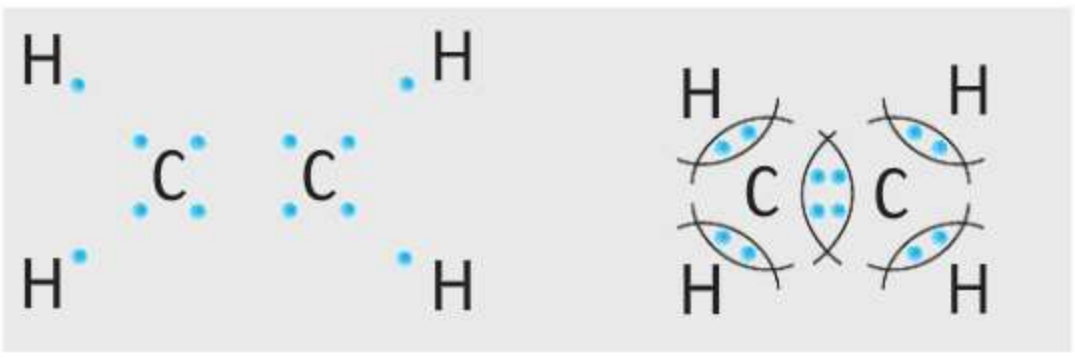


▲ Model etenu

Do jakiej grupy węglowodorów należy etylen i czym różni się od etanu?

Etylen to nazwa zwyczajowa **etenu**, węglowodoru o wzorze sumarycznym C_2H_4. Eten należy do **węglowodorów nienasyconych**, czyli takich, w których między atomami węgla występują wiązania wielokrotne. Niewielkie ilości etenu znajdują się w gazie ziemnym.

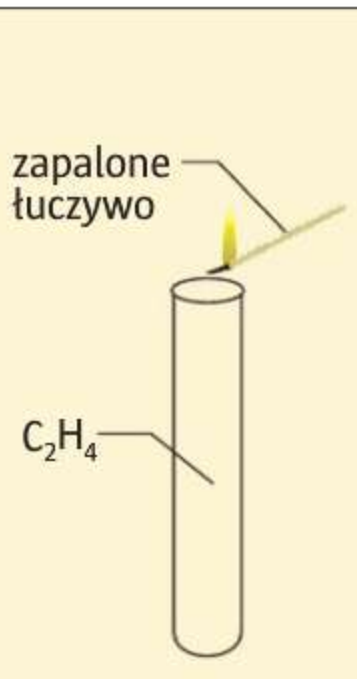
W cząsteczce etenu atomy węgla są połączone wiązaniem podwójnym. Węglowodory nienasycone dzięki wiązaniom wielokrotnym wykazują większą aktywność chemiczną od węglowodorów nasyconych.



► Schemat tworzenia wiązań chemicznych w cząsteczce etenu

Jakie właściwości ma eten?

Badanie właściwości etenu rozpoczniemy od próby palności, charakterystycznej dla poznanych węglowodorów.





Doświadczenie 8.4.1
Badanie palności etenu

Do wylotu probówki wypełnionej etenem zbliżamy zapalone łuczywo.

Obserwacja: Eten spala się spokojnie niebieskim, lekko świecącym płomieniem.

Wniosek: Eten jest gazem palnym.

Przy nieograniczonym dostępie tlenu następuje całkowite spalanie etenu. Powstają wówczas tlenek węgla(IV) i para wodna:

$$C_2H_4 + 3\ O_2 \rightarrow 2\ CO_2 + 2\ H_2O$$

Możliwe jest również spalanie niecałkowite etenu, które prowadzi do powstania silnie trującego tlenku węgla(II) lub sadzy:

$$C_2H_4 + 2\ O_2 \rightarrow 2\ CO + 2\ H_2O$$

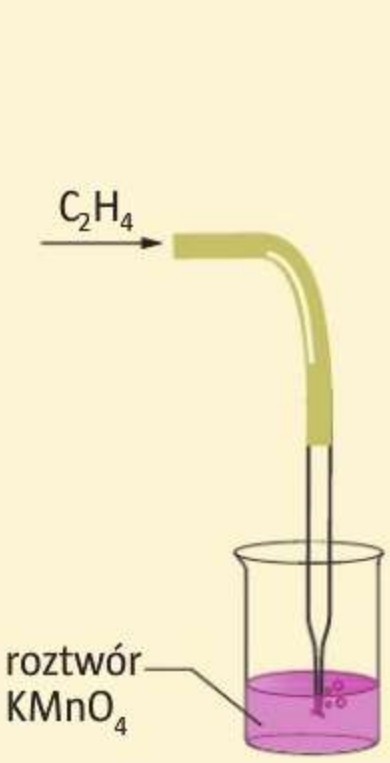
$$C_2H_4 + O_2 \rightarrow 2\ C + 2\ H_2O$$



▲ Banany szybciej dojrzeją, gdy będą leżeć obok jabłek wydzielających eten.

Doświadczenie 8.4.2
Badanie aktywności chemicznej etenu

Do zakwaszonego fioletowego roztworu wodnego manganianu(VII) potasu wprowadzamy gazowy eten. Obserwujemy zmiany.





Obserwacja: Zakwaszony roztwór wodny manganianu(VII) potasu pod wpływem etenu się odbarwia.

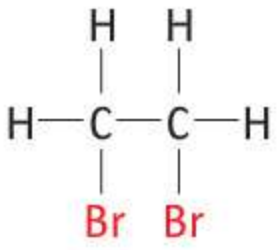
Wnioski: Zmiana zabarwienia roztworu dowodzi, że eten reaguje z manganianem(VII) potasu i jest aktywnym gazem. W trakcie tej reakcji pęka wiązanie podwójne między atomami węgla. Przebieg reakcji jest skomplikowany, dlatego nie zapisujemy równania reakcji.

Właściwości fizyczne etenu:
- bezbarwny gaz,
- praktycznie nierozpuszczalny w wodzie,
- gęstość mniejsza od gęstości powietrza.

Właściwości chemiczne etenu:
- przyjemny zapach,
- palny,
- aktywny chemicznie – powoduje odbarwienie roztworu $KMnO_4$ oraz roztworu Br_2.



► Badanie aktywności etenu; próba z roztworem bromu

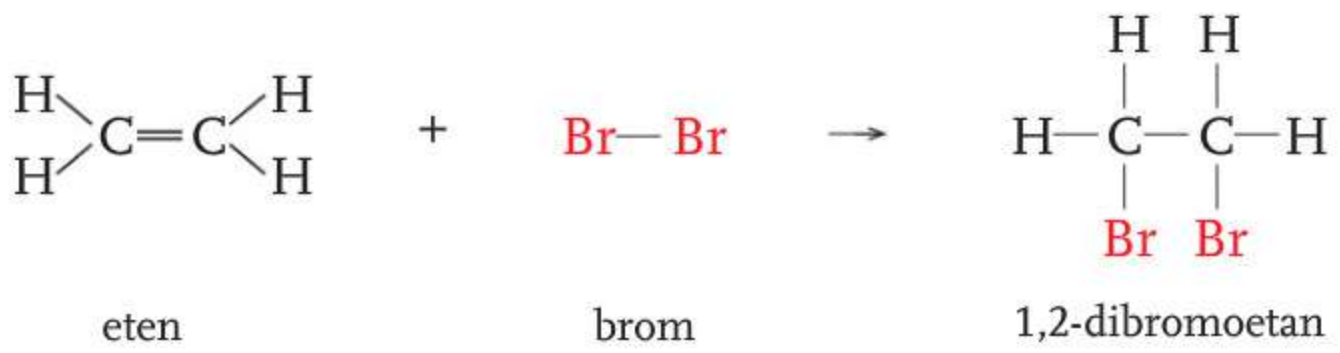


$C_2H_4Br_2$

1,2-dibromoetan

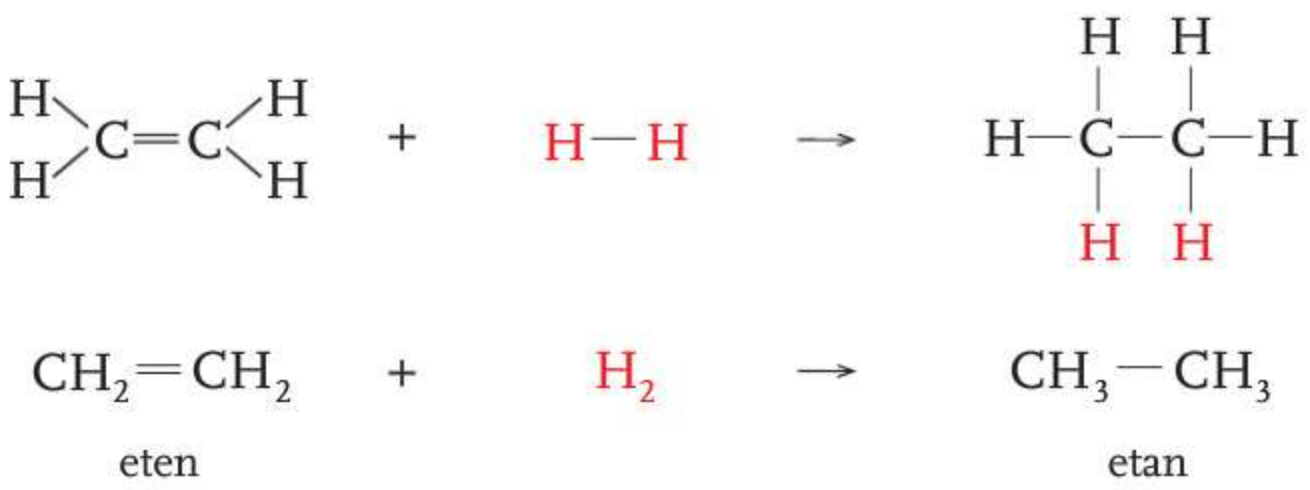
Cyfry 1 i 2 wskazują miejsce przyłączenia atomów bromu – pierwszy i drugi atom węgla. Przedrostek di- informuje, że w cząsteczce znajdują się dwa atomy bromu.

Pod wpływem etenu odbarwia się również brunatnopomarańczowy roztwór bromu. W wyniku tej reakcji chemicznej pęka wiązanie podwójne. Atomy bromu przyłączają się do tych atomów węgla, między którymi było wiązanie podwójne:



eten + brom → 1,2-dibromoetan

Reakcję, która polega na pękaniu wiązań wielokrotnych między atomami węgla i przyłączaniu do nich atomów innych pierwiastków (np. wodoru lub fluorowców), nazywa się **reakcją przyłączania** lub **addycji**. Reakcja przyłączania wodoru nazywa się **reakcją uwodorniania**. Można ją zapisać za pomocą wzorów strukturalnych i półstrukturalnych:



eten + H_2 → etan

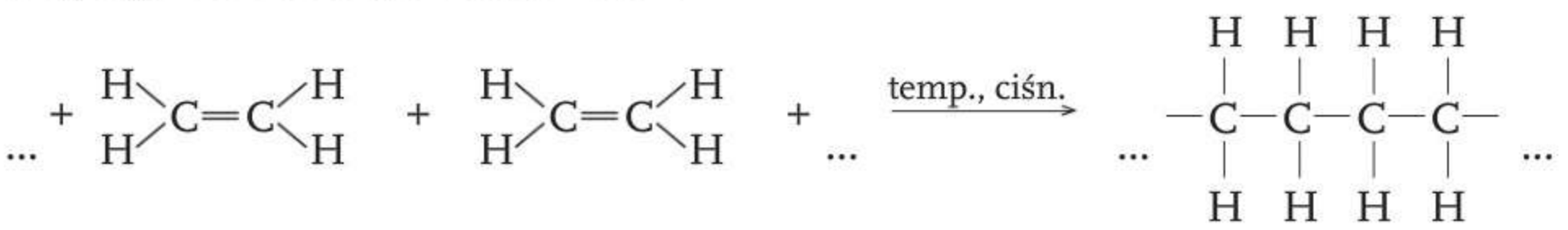
▼ Powłoka balonu wykonana z polietylenu



Co wspólnego ma polietylen z etylenem?

Polietylen to tworzywo sztuczne powszechnie stosowane do produkcji folii polietylenowej, z której wykonuje się reklamówki, torebki śniadaniowe i pojemniki. Można go otrzymać z etylenu (etenu). Eten jest gazem zdecydowanie bardziej aktywnym chemicznie niż etan, dzięki

czemu ulega nie tylko reakcji addycji, lecz także tzw. reakcji polimeryzacji. Pierwszy człon nazwy reakcji (*poli-*) oznacza ‘wiele’, a drugi pochodzi od słowa *mer*, czyli ‘część’. **Reakcja polimeryzacji** polega na łączeniu wielu cząsteczek nazywanych **monomerami** w jeden łańcuch o praktycznie dowolnej długości, czyli **polimer**. Ten proces zachodzi w specjalnie dobranych warunkach.



$$n\,CH_2{=}CH_2 \rightarrow -(CH_2-CH_2)_n-$$

etylen
monomer

polietylen
polimer

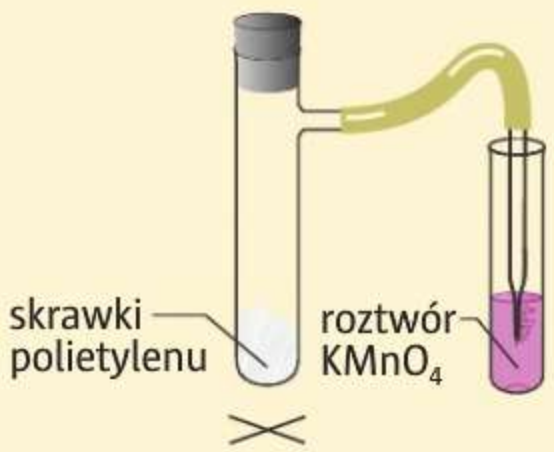
Reakcja polimeryzacji może być reakcją odwracalną. Pod wpływem ogrzewania z polietylenu można otrzymać etylen, czyli eten. Reakcję odwrotną do polimeryzacji nazwano **reakcją depolimeryzacji**:

$$-(CH_2-CH_2)_n- \xrightarrow{\text{temp., ciśn.}} n\,CH_2{=}CH_2$$

polietylen
polimer

etylen
monomer

Doświadczenie 8.4.3
Badanie właściwości produktu termicznego rozkładu polietylenu



W probówce z bocznym tubusem, na który został nałożony wąż zakończony rurką odprowadzającą, umieszczamy skrawki folii polietylenowej. Następnie zamykamy ją korkiem i ostrożnie ogrzewamy w płomieniu palnika. Wydzielający się gaz wprowadzamy do probówki z zakwaszonym roztworem manganianu(VII) potasu i porównujemy barwy z roztworem wzorcowym.



Obserwacje: Folia topi się i po chwili wydziela się bezbarwny gaz, który skutkuje odbarwieniem fioletowego roztworu manganianu(VII) potasu.

Wniosek: Zmiana zabarwienia roztworu manganianu(VII) potasu świadczy o nienasyconym charakterze produktu reakcji termicznego rozkładu, czyli reakcji depolimeryzacji polietylenu.


Butelki





Ciekawostka

Polietylen o małej gęstości jest przezroczysty, miękki, przepuszczalny dla gazów, ale słabo – dla pary wodnej, mało odporny chemicznie, może być termicznie zgrzewany. Stosuje się go do produkcji folii i opakowań foliowych.

Polietylen o dużej gęstości jest odporniejszy chemicznie i mniej przezroczysty od odmiany o małej gęstości. Stosuje się go do produkcji nakrętek, opakowań kosmetyków i lekarstw, węży, zabawek.

Alkeny

C_nH_{2n}

Które związki są homologami etenu?

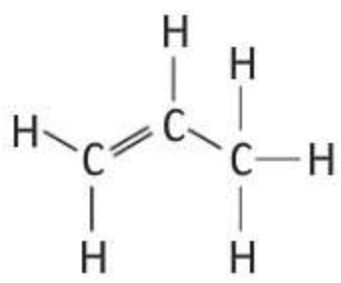
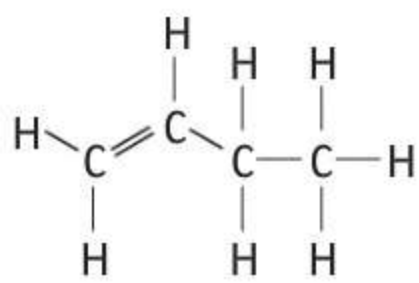
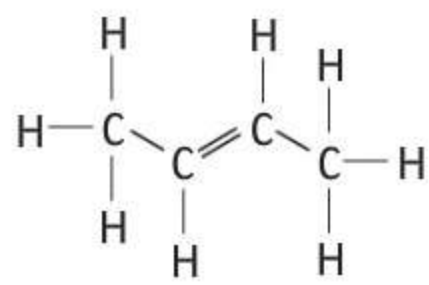
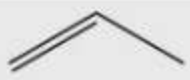
Eten rozpoczyna szereg homologiczny **alkenów** – łańcuchowych węglowodorów nienasyconych, które w cząsteczkach między atomami węgla mają jedno wiązanie podwójne, a pozostałe – wiązania pojedyncze. Węglowodory w tym szeregu opisuje wzór ogólny $\mathbf{C_nH_{2n}}$.

Nazwy alkenów różnią się od nazw alkanów zakończeniem ***-en***. Ponieważ wiązanie podwójne może występować między różnymi atomami węgla, w nazwie podaje się lokalizację tego wiązania – po to, aby precyzyjnie określić budowę związku. Nie podaje się lokalizacji wiązania w przypadku etenu i propenu. Jeśli wiązanie podwójne znajduje się między pierwszym a drugim atomem węgla, to w nazwie pojawia się zapis -1-, jeżeli jest ono między drugim a trzecim atomem, to zapisujemy -2-.


▲ Model propenu


▲ Model but-1-enu


▲ Model but-2-enu

Węglowodór		
propen	but-1-en	but-2-en
Wzór sumaryczny		
C_3H_6	C_4H_8	C_4H_8
Wzór strukturalny		
		
Wzór półstrukturalny (grupowy)		
$CH_2{=}CH{-}CH_3$	$CH_2{=}CH{-}CH_2{-}CH_3$	$CH_3{-}CH{=}CH{-}CH_3$
Wzór szkieletowy		
		

Nazwy, wzory i modele alkenów przedstawiono na stronie 263.

Jakie są właściwości homologów etenu?

Właściwości fizyczne alkenów zmieniają się wraz ze wzrostem liczby atomów węgla. Im atomów węgla w cząsteczce alkenu jest więcej, tym

- wyższe są wartości temperatury topnienia, wrzenia i zapłonu;
- większa jest gęstość;
- mniejsza lotność.

Właściwości chemiczne homologów etenu są podobne do właściwości etenu. Alkeny

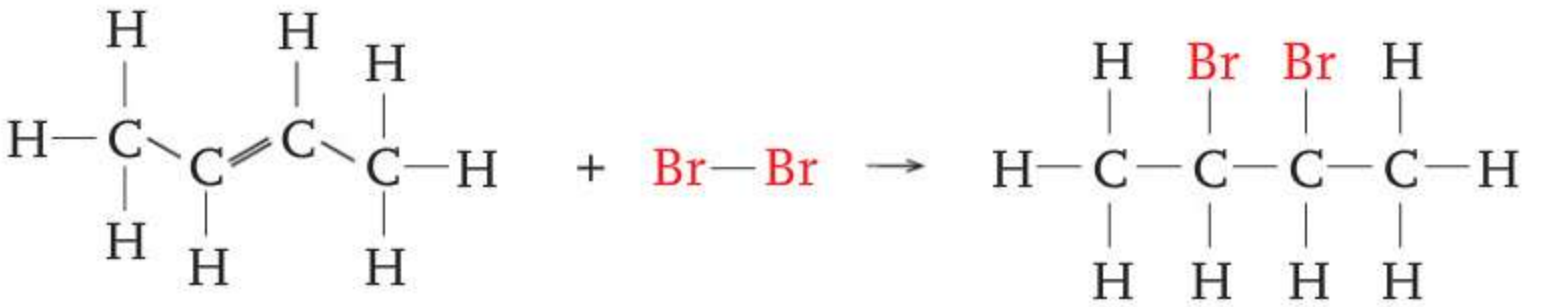
- są związkami palnymi, a rodzaj spalania zależy od ilości tlenu zawartego w powietrzu:

$$2\ C_5H_{10} + 15\ O_2 \rightarrow 10\ CO_2 + 10\ H_2O$$

$$C_5H_{10} + 5\ O_2 \rightarrow 5\ CO + 5\ H_2O$$

$$2\ C_5H_{10} + 5\ O_2 \rightarrow 10\ C + 10\ H_2O$$

- ulegają reakcji przyłączania (addycji), reagują z wodorem i fluorowcami. Atomy wodoru czy fluorowców przyłączają się do tych atomów węgla, między którymi pęka wiązanie podwójne, np.:





but-2-en — 2,3-dibromobutan

- ulegają reakcji polimeryzacji.

Alkeny ze względu na wiązania podwójne między atomami węgla są aktywniejsze chemicznie od alkanów.

Reakcje z roztworem bromu i zakwaszonym roztworem manganianu(VII) potasu to reakcje charakterystyczne, czyli pozwalające wykryć wiązania wielokrotne między atomami węgla w związkach organicznych.

Ciekawostka

Polipropylen służy do produkcji wykładzin podłogowych, ram okiennych, izolacji elektrycznej, rur kanalizacyjnych, rękawic, przezroczystych opakowań do cieczy i proszków używanych w gospodarstwie domowym oraz kosmetyce.



► Opakowania kosmetyków

Gdzie występują alkeny i jakie mają znaczenie?

Alkeny są ważnymi półproduktami w przemyśle m.in. tworzyw sztucznych, w syntezie leków i pestycydów. Eten jest jednym z ważniejszych alkenów w przemyśle. Jak wspomniano na początku, jest hormonem roślin przyspieszającym ich dojrzewanie.

Alkeny oraz węglowodory zawierające więcej niż jedno wiązanie podwójne są obecne powszechnie w przyrodzie. Znajdują się w roślinach i insektach – nadają im zapach, barwę, wabią lub odstraszają.


Trawa cytrynowa


limonen

Ciekawostka

Limonen nadaje zapach pomarańczom i cytrynom. Znajduje się w skórce owoców oraz w tzw. trawie cytrynowej, popularnej w kuchni azjatyckiej.

Podsumowanie

1. **Eten** jest gazem palnym, praktycznie nierozpuszczalnym w wodzie, o słodkim smaku i zapachu. Ulega reakcji przyłączania (addycji) i polimeryzacji.
2. **Alkeny** to węglowodory łańcuchowe, nienasycone, mające w swoich cząsteczkach jedno wiązanie podwójne. Opisuje je wzór ogólny C_nH_{2n}.
3. Alkeny są palne, ulegają reakcji przyłączania i polimeryzacji.
4. **Polimeryzacja** to reakcja, w której monomery łączą się w polimer. Reakcją odwrotną jest **depolimeryzacja**.
5. **Wiązania wielokrotne** można wykrywać za pomocą roztworu bromu lub roztworu manganianu(VII) potasu.

Sprawdź, czy wiesz i rozumiesz

1. Oblicz masy cząsteczkowe etanu i etenu, następnie porównaj zawartość procentową węgla w tych związkach.
2. Oblicz, ile kilogramów tlenu potrzeba do całkowitego spalenia 243 dm^3 etenu o gęstości 1,153 g/dm^3. Wynik zaokrąglij do dwóch miejsc po przecinku.
3. Wymień podobieństwa i różnice w budowie cząsteczek etanu i etenu. Zaproponuj sposób odróżnienia tych gazów, zapisz odpowiednie równania reakcji lub informację, że reakcja nie zachodzi.

Dowiedz się więcej

W dostępnych źródłach poszukaj informacji na temat:

a) propylenu, sposobów jego otrzymywania oraz zastosowań;

b) lateksu i drzew kauczukowych. Zastanów się, czy mają one coś wspólnego z alkenami.

8.5

Acetylen – najprostszy alkin

Jedną z metod łączenia blach jest spawanie, czyli rozgrzewanie metali do wysokiej temperatury, miejscowe stopienie, a po ostudzeniu – zestalenie. Jest to możliwe w warunkach wysokiej temperatury: nawet 3000°C. Jak uzyskać taką temperaturę?

Czym różni się acetylen od etanu?

Acetylen to nazwa zwyczajowa **etynu**, węglowodoru nienasyconego o wzorze sumarycznym C_2H_2. W cząsteczce etynu, podobnie jak w cząsteczce etanu, znajdują się dwa atomy węgla, jednak są one połączone wiązaniem potrójnym:





▲ Model etynu

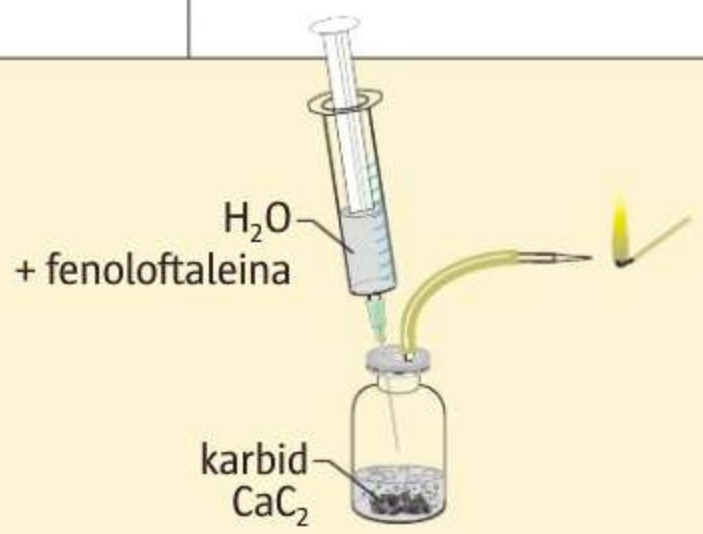
◄ Schemat tworzenia wiązań chemicznych w cząsteczce etynu

Jakie właściwości ma etyn?

Etyn w warunkach laboratoryjnych najczęściej jest otrzymywany ze związku nieorganicznego – węgliku wapnia.

Doświadczenie 8.5.1
Otrzymywanie etynu

Do szklanej fiolki wrzuć kawałek karbidu wielkości ziarna ryżu i dodawaj do niego wodę z dodatkiem fenoloftaleiny ze strzykawki. Sprawdź palność otrzymanego gazu.



Obserwacje: Widać intensywne pienienie. Wydziela się gaz, który spala się świecącym i silnie kopcącym płomieniem. Mieszanina poreakcyjna zmienia zabarwienie fenoloftaleiny na kolor malinowy.



Wnioski: Zmiana zabarwienia fenoloftaleiny potwierdza obecność w roztworze anionów wodorotlenkowych. W reakcji karbidu, którego głównym składnikiem jest węglik wapnia (CaC_2), z wodą powstają zasada wapniowa oraz etyn – zgodnie z równaniem reakcji:

$$CaC_2 + 2\,H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2 + C_2H_2\uparrow$$

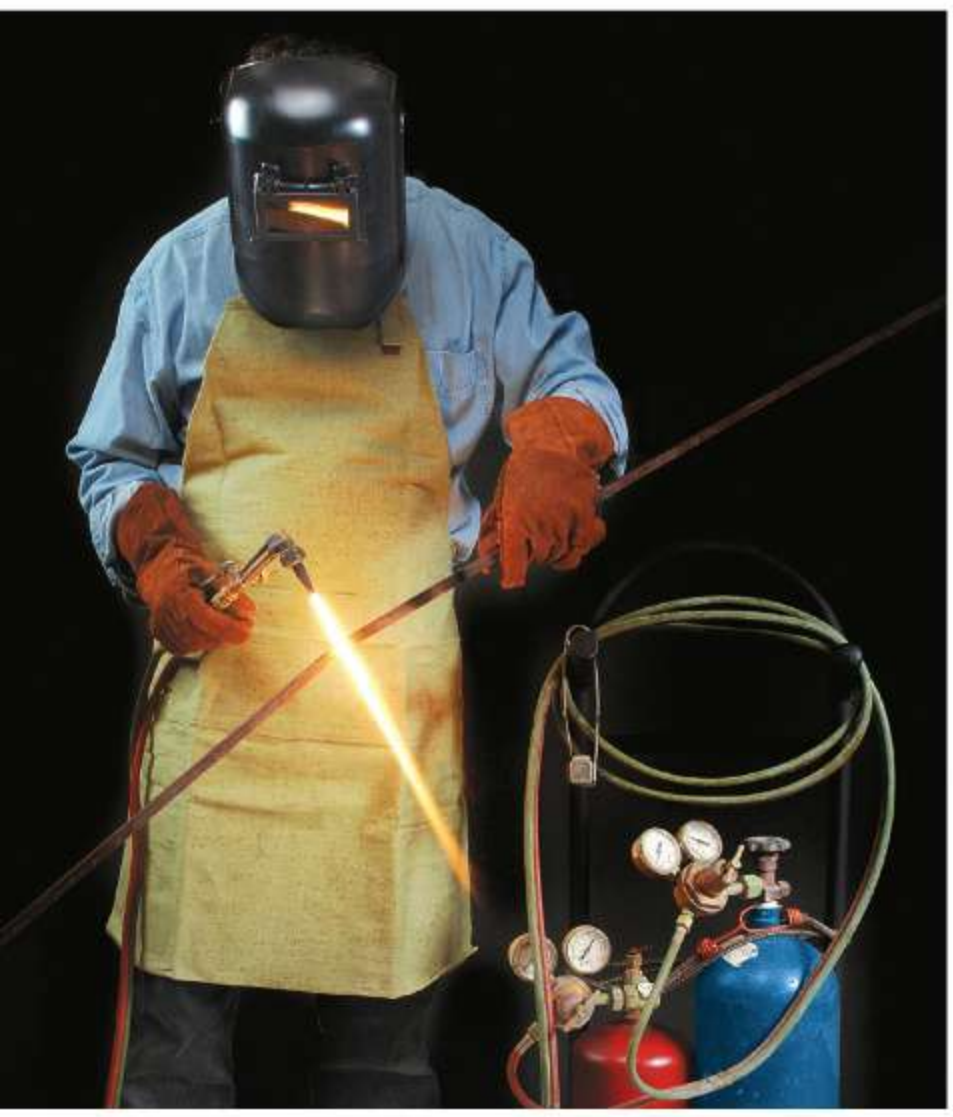
Produkty spalania acetylenu zależą od warunków prowadzenia reakcji.



Ciekawostka

Acetylen był paliwem do lamp gazowych, nazywanych karbidówkami. Używali ich górnicy i kolejarze. Acetylen stosowano też w lampach ulicznych, rowerowych, motocyklowych, a nawet samochodowych. Nazwa pochodzi od karbidu, z którego pozyskiwano acetylen.

◄ Karbidówka używana dawniej przez górników



▲ Spawanie palnikiem acetylenowo-tlenowym

To, w jaki sposób przebiega spalanie etynu, wynika z bardzo dużej zawartości procentowej węgla w tym związku (około 92,3%). **Całkowite spalanie** etynu jest możliwe po zmieszaniu go z odpowiednią ilością tlenu:

$$2\ C_2H_2 + 5\ O_2 \longrightarrow 4\ CO_2 + 2\ H_2O$$

Ma to praktyczne znaczenie, ponieważ w efekcie takiego spalania uzyskuje się bardzo wysoką temperaturę: nawet do 3100°C. Uzyskana temperatura pozwala na cięcie i spawanie, czyli łączenie ze sobą różnych materiałów, najczęściej stali, w wyniku stopienia.

Kopcący płomień świadczy o **niecałkowitym spalaniu** etynu. Produktem tej reakcji jest węgiel w postaci sadzy:

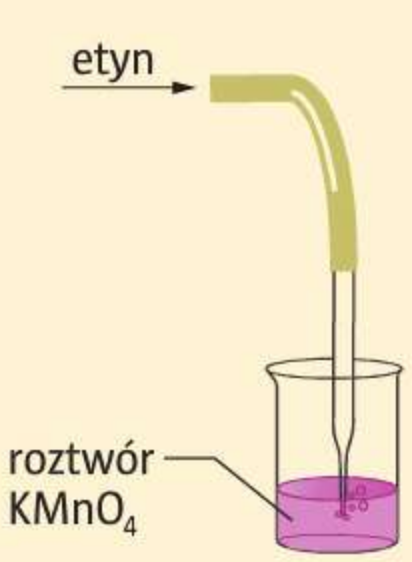
$$2\ C_2H_2 + O_2 \longrightarrow 4\ C + 2\ H_2O$$

W pewnych warunkach może zachodzić niecałkowite spalanie etynu prowadzące do powstania czadu:

$$2\ C_2H_2 + 3\ O_2 \longrightarrow 4\ CO + 2\ H_2O$$

Doświadczenie 8.5.2
Badanie aktywności chemicznej etynu

Do zlewki zawierającej zakwaszony roztwór manganianu(VII) potasu wprowadź etyn, otrzymany z karbidu.
Obserwuj zachodzące zmiany.





Obserwacja: Po wprowadzeniu etynu do zakwaszonego roztworu manganianu(VII) potasu następuje jego odbarwienie.

Wniosek: Etyn jest gazem o dużej aktywności chemicznej, co potwierdza próba z roztworem manganianu(VII) potasu.

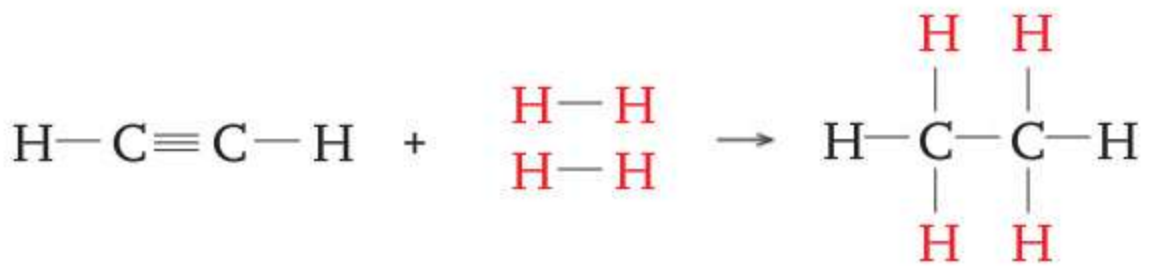
Etyn, podobnie jak eten, ulega **reakcji przyłączania**. Reaguje w ten sposób m.in. z wodorem oraz fluorowcami. W wyniku reakcji przyłączania cząsteczki wodoru do etynu powstaje eten, a jeżeli jest wystarczająca ilość wodoru, to można otrzymać etan. Te przemiany zilustrowano poniższymi równaniami reakcji zapisanymi za pomocą wzorów strukturalnych i półstrukturalnych:



$$CH{\equiv}CH + H_2 \rightarrow CH_2{=}CH_2$$

etyn — eten

Zapis przebiegu reakcji dla odpowiednio zwiększonej ilości wodoru:



$$CH{\equiv}CH + 2\,H_2 \rightarrow CH_3{-}CH_3$$

etyn — etan

Zapis przebiegu reakcji etynu z bromem:



$$CH{\equiv}CH + Br_2 \rightarrow CHBr{=}CHBr$$

etyn — 1,2-dibromoeten

Etyn może ulegać reakcji polimeryzacji, której przebieg jest uzależniony od warunków.

Właściwości fizyczne etynu:

- bezbarwny gaz,
- praktycznie nierozpuszczalny w wodzie,
- gęstość mniejsza od gęstości powietrza.

Właściwości chemiczne etynu:

- bezwonny,
- palny,
- aktywny chemicznie, powoduje odbarwienie roztworu manganianu(VII) potasu oraz roztworu bromu, ulega reakcji addycji i reakcji polimeryzacji.

Schemat modelowy reakcji uwodornienia etynu



etyn

+



wodór



eten



etyn

+



wodór



etan

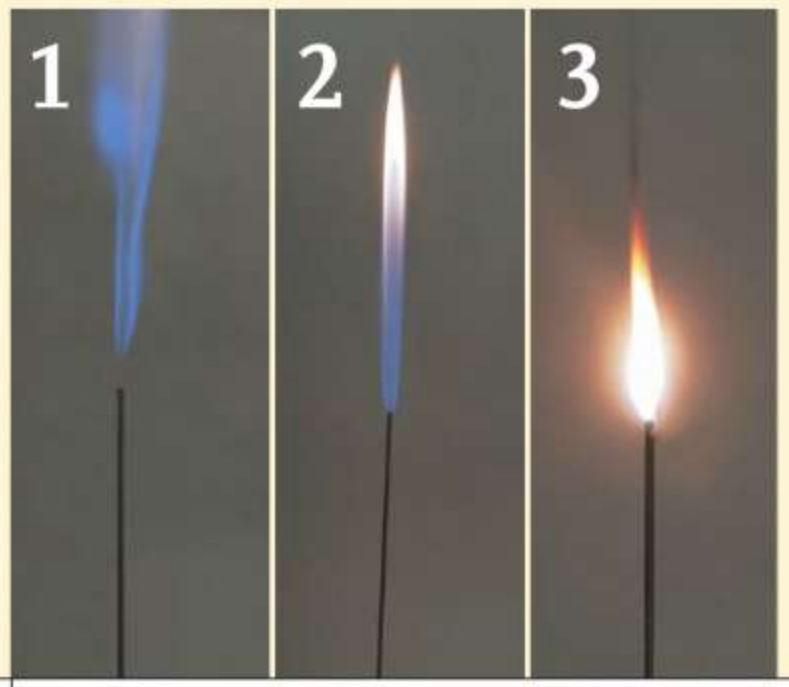
Czym różnią się etan, eten i etyn?

Cząsteczki etanu, etenu i etynu są zbudowane z dwóch atomów węgla. Etan jest węglowodorem nasyconym, a eten i etyn to związki nienasycone. Jak to wpływa na różnice w ich właściwościach?

Doświadczenie 8.5.3
Porównanie właściwości etanu, etenu i etynu

Porównujemy sposób spalania etanu (1), etenu (2) i etynu (3).

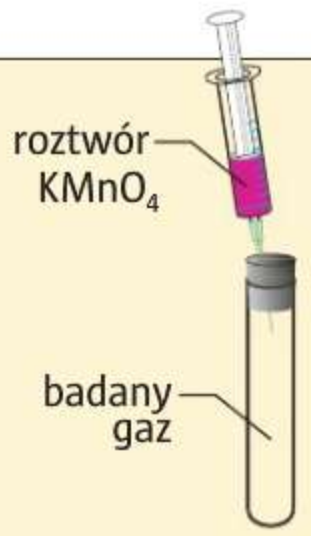




Obserwacje: Etan spala się niebieskim płomieniem, eten – niebieskim i lekko świecącym, a etyn – świecącym. Spalaniu etynu towarzyszy intensywnie kopcenie.

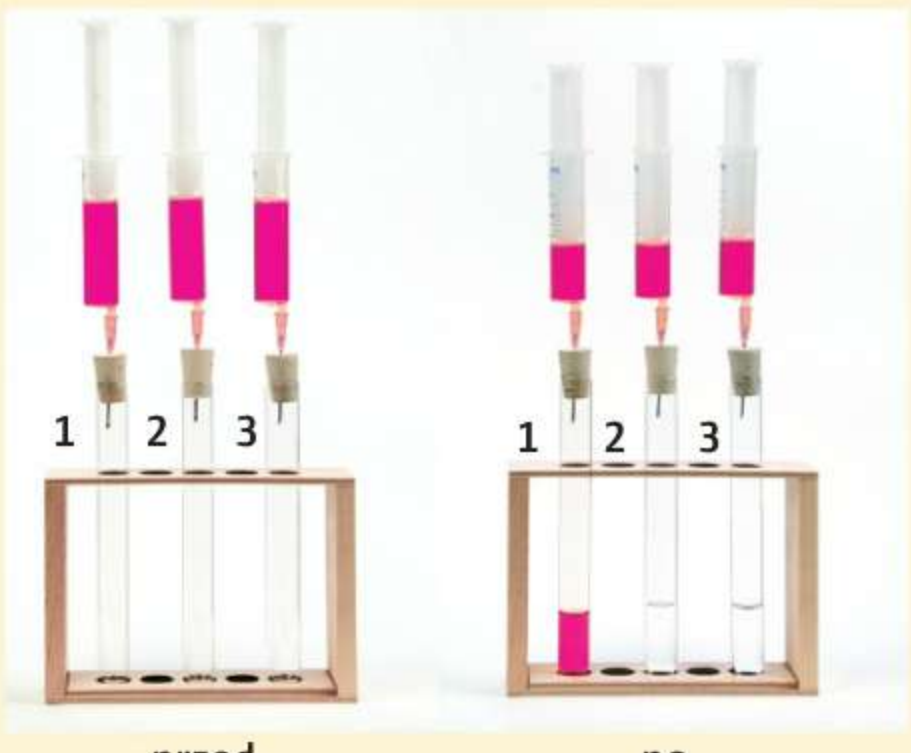
Wnioski: Sposób spalania gazów pozwala je odróżnić. Bez dodatkowego dostępu powietrza produktem spalania etynu jest węgiel w postaci sadzy.

Charakter nienasycony etenu i etynu potwierdzają próby z roztworem manganianu(VII) potasu bądź z roztworem bromu.



Doświadczenie 8.5.4
Wykrywanie charakteru nienasyconego węglowodorów

Do trzech probówek wypełnionych kolejno etanem (1), etenem (2) i etynem (3), wprowadzamy niewielkie ilości zakwaszonego roztworu manganianu(VII) potasu. Obserwujemy zmiany.



przed po

Obserwacje: Po wprowadzeniu do probówki z etanem fioletowego roztworu $KMnO_4$ nie obserwujemy żadnych zmian. W probówkach zawierających eten i etyn następuje odbarwienie roztworu $KMnO_4$.

Wnioski: Etan jest węglowodorem nasyconym, słabo aktywnym chemicznie, nie reaguje z roztworem $KMnO_4$. Eten i etyn to węglowodory nienasycone, mają wiązania wielokrotne między atomami węgla, są aktywne chemicznie, ulegają reakcji addycji.

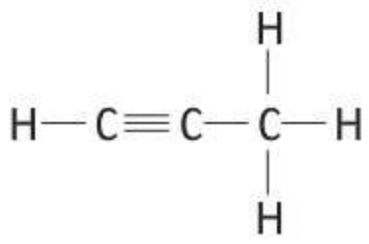
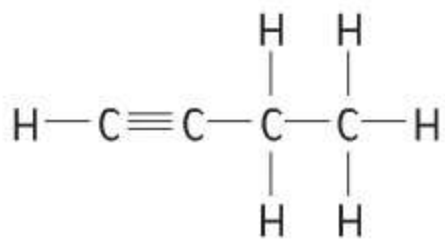
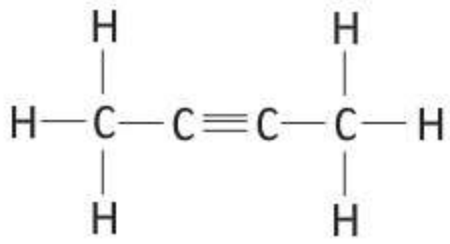
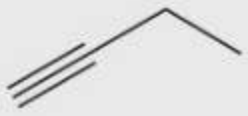
Które związki są homologami etynu?

Etyn rozpoczyna szereg homologiczny **alkinów** – łańcuchowych węglowodorów nienasyconych, które w cząsteczkach między atomami węgla mają jedno wiązanie potrójne, a pozostałe wiązania – pojedyncze. Węglowodory w tym szeregu opisuje wzór ogólny $\mathbf{C_nH_{2n-2}}$.

Nazwy alkinów różnią się od nazw alkanów zakończeniem **-yn**. Zapis -1- lub -2- w nazwach alkinów w poniższej tabeli wskazuje atomy węgla tworzące wiązanie potrójne. Dla zapisu -1- wiązanie to znajduje się między pierwszym a drugim atomem, a dla -2- między drugim a trzecim. Dla etynu i propynu ten wskaźnik nie jest stosowany.

Alkiny

C_nH_{2n-2}

Węglowodór		
propyn	but-1-yn	but-2-yn
Wzór sumaryczny		
C_3H_4	C_4H_6	C_4H_6
Wzór strukturalny		
		
Wzór półstrukturalny (grupowy)		
$CH{\equiv}C{-}CH_3$	$CH{\equiv}C{-}CH_2{-}CH_3$	$CH_3{-}C{\equiv}C{-}CH_3$
Wzór szkieletowy		
		

Nazwy, wzory i modele alkinów przedstawiono na stronie 264.

Jakie właściwości mają homologi etynu?

Alkiny mogą być gazami, cieczami lub ciałami stałymi. **Właściwości fizyczne alkinów** zmieniają się wraz ze wzrostem liczby atomów węgla

- zwiększa się gęstość;
- rośnie temperatura wrzenia, temperatura topnienia i temperatura zapłonu;
- maleje lotność.

Właściwości chemiczne alkinów są podobne do właściwości etynu. Homologi etynu są więc

- palne;
- ulegają reakcji przyłączania;
- aktywniejsze chemicznie od alkanów i alkenów;
- mogą ulegać reakcji polimeryzacji.



▲ Model propynu



▲ Model but-1-ynu



▲ Model but-2-ynu

Jakie zastosowania mają homologi etynu?

Alkiny nie występują w przyrodzie tak często jak alkeny. Ich zawartość w ropie naftowej, będącej mieszaniną przede wszystkim węglowodorów nasyconych, jest znikoma. Spośród alkinów największe znaczenie ma etyn.

ZASTOSOWANIE ETYNU



OTRZYMYWANIE WYSOKIEJ TEMPERATURY
spawanie



OTRZYMYWANIE TWORZYW SZTUCZNYCH
- łódź pneumatyczna



- pianka dla surfera



- giętkie elementy sprzętu laboratoryjnego

Podsumowanie

1. **Etyn** jest gazem palnym, praktycznie nierozpuszczalnym w wodzie, o słabym zapachu. Ulega reakcji przyłączenia i polimeryzacji.
2. **Alkiny** to łańcuchowe węglowodory nienasycone, które mają w swoich cząsteczkach jedno wiązanie potrójne. Opisuje je wzór ogólny C_nH_{2n-2}.
3. Alkiny są palne, aktywne chemicznie, ulegają reakcji przyłączania (reagują z wodorem i fluorowcami), mogą ulegać reakcji polimeryzacji.
4. Właściwości fizyczne alkinów, podobnie jak właściwości fizyczne alkanów i alkenów, zmieniają się wraz ze wzrostem liczby atomów węgla w łańcuchu.

Sprawdź, czy wiesz i rozumiesz

1. Porównaj masy balonów o pojemności 1 m^3 wypełnionych etanem, etenem i etynem. Gęstości tych gazów wynoszą odpowiednio 1,247 kg/m^3, 1,153 kg/m^3, 1,07 kg/m^3.
2. Zapisz równania reakcji ilustrujące właściwości propynu.
3. Oblicz, ile gramów tlenu potrzeba do całkowitego spalenia 260 kg acetylenu.

Dowiedz się więcej

W dostępnych źródłach poszukaj informacji na temat:

a) sposobu działania oraz zakresu zastosowania lamp karbidowych,

b) poliacetylenu, jego właściwości oraz zastosowania w elektronice.

Domowe laboratorium

Produkty spalania gazu stosowanego w zapalniczkach

Do płomienia zapalniczki włóż nóż lub łyżkę. Obserwuj powierzchnię tego przedmiotu. Następnie nad płomieniem trzymaj do góry dnem szklankę wychłodzoną w lodówce. Obserwuj wnętrze szklanki.



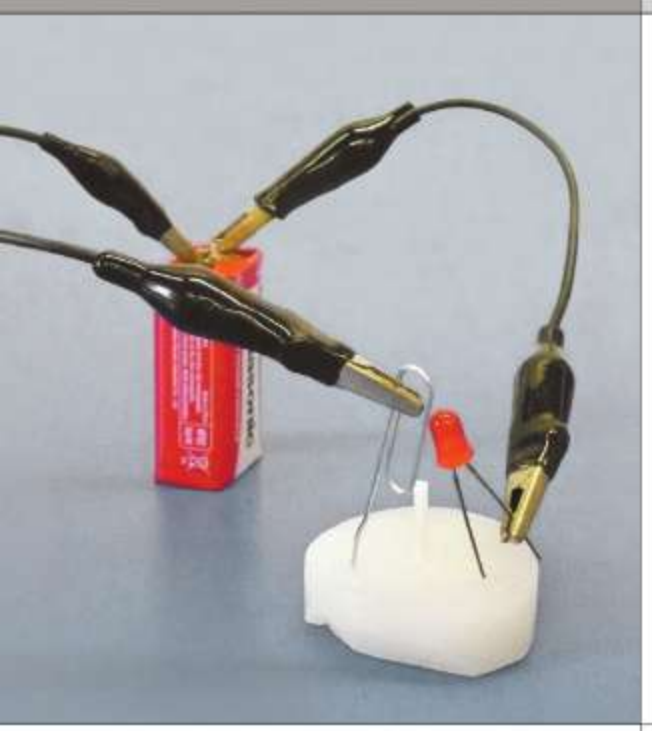


Czy parafina jest palna?

Przyłóż płonącą zapałkę do kawałka parafiny. Obserwuj, czy ta substancja łatwo się zapala. Następnie zapal knot, szybko go zgaś i do unoszącej się szarobiałej smugi zbliż płonącą zapałkę. Nie dotykaj zapałką knota!







Czy parafina przewodzi prąd elektryczny?

Zarówno wazelina, jak i parafina to mieszaniny węglowodorów nasyconych. Aby sprawdzić, czy węglowodory przewodzą prąd elektryczny, do ampułki po leku włóż niewielką ilość wazeliny, a następnie zanurz w niej elektrody własnoręcznie wykonanego aparatu do pomiaru przewodnictwa (patrz s. 51). Aby sprawdzić przewodnictwo parafiny, wbij elektrody w świecę.

Czy benzyna jest dobrym rozpuszczalnikiem?

W czterech ampułkach umieść kolejno po pół łyżeczki: skrawków startej świecy, cukru, soli kuchennej i oleju roślinnego. Następnie do każdej z ampułek nalej do połowy wysokości benzyny aptecznej. Zatkaj ampułki korkiem i wytrząsaj przez parę minut.



Barwniki marchewki i pomidora

Do dwóch ampułek po lekach włóż bardzo drobno pokrojoną marchewkę. Zawartość jednej ampułki zalej wodą, a drugiej – benzyną apteczną. Zatkaj ampułki korkiem i mocno wytrząsaj przez parę minut. Ampułki odstaw i porównaj barwę rozpuszczalników. Próbę wykonaj ponownie, zamiast marchewki użyj pomidora.



Czy wiesz, że...

Jak powstała chemia organiczna?

Przez długi czas substancje chemiczne występujące w naturze dzielono na organiczne (wytwarzane przez organizmy) oraz nieorganiczne (mineralne). Uważano, że do powstania tych pierwszych była potrzebna tzw. **siła życiowa** (łac. *vis vitalis*), bez której takich substancji nie można otrzymać poza organizmem. Tę teorię nazywano witalizmem. Jej zwolennikiem był m.in. wielki szwedzki chemik **Jöns Jacob Berzelius**. W 1828 roku szerokim echem w świecie nauki odbiło się doniesienie młodego chemika **Friedricha Wöhlera** o otrzymaniu mocznika (związku organicznego) z nieorganicznych substratów, w probówce, poza organizmem.

Czym jeszcze zajmował się Wöhler?



▲ Friedrich Wöhler



▲ Zbieranie soku mlecznego z drzewa kauczukowego

Węglowodory z dżungli

Trudno sobie wyobrazić współczesną cywilizację bez wyrobów z gumy. Początki tego przemysłu sięgają czasów wypraw Kolumba, kiedy to widziano Indian grających ciężkimi piłkami, odbijającymi się wysoko od ziemi. Materiał do ich wyrabiania otrzymywali z soku (lateksu) pewnych drzew (m.in. kauczukowca), który podczas ogrzewania nad ogniskiem zmieniał się w elastyczną masę. W skład tego soku wchodzą węglowodory nienasycone o charakterze polimerów. Produkt nie był zbyt trwały i dopiero przypadkowe odkrycie amerykańskiego wynalazcy Charlesa Goodyeara spowodowało, że powstała guma, powszechnie dziś znana i używana.

Na czym polegał wynalazek Goodyeara?
Z jakich surowców produkuje się gumę do żucia?



▲ Jezioro asfaltowe na Trynidadzie

Jezioro asfaltowe

Jezioro kojarzy się nam zwykle z czystą wodą, żaglówkami i odpoczynkiem połączonym z grillowaniem złowionej ryby. Jest kilka jezior na świecie, w których oprócz wody znajduje się jeszcze asfalt, czyli mieszanina węglowodorów o dużej masie cząsteczkowej. Największe jest na Trynidadzie. Powierzchnia jeziora wynosi 46 ha, a głębokość sięga do 100 m. W niektórych tego typu jeziorach znaleziono szczątki zwierząt, które bardzo dawno temu tam utonęły (m.in. mamuty, niedźwiedzie, tygrysy). Dzięki temu mamy dużo informacji o dawnej faunie i florze. Dodatkowo te jeziora służyły jako źródło asfaltu do budowy dróg.

Jak powstawały jeziora asfaltowe?
Co odnaleziono w kopalni wosku ziemnego we wsi Starunia na Ukrainie?

Pływające bomby ekologiczne

Oprócz awarii platform wiertniczych przyczyną katastrofy ekologicznej na morzach mogą być **tankowce**, które transportują ropę naftową. W przeszłości dochodziło do bardzo poważnych awarii tych środków transportu. Jedną z największych była awaria tankowca Exxon Valdez, która nastąpiła u wybrzeży Alaski 24 marca 1989 roku. Tankowiec osiadł na skałach. Szacuje się, że mogło z niego wycieknąć nawet 100 000 ton ropy. Wydarzenie to dołączyło do listy kilkudziesięciu katastrof związanych z eksploatacją ropy i gazu. Inne poważne tego typu awarie to zatonięcie Torrey Canyon (18 marca 1967; ok. 120 000 ton ropy) czy Amoco Cadiz (16 marca 1978; ok. 220 000 ton ropy).

W jaki sposób oczyszcza się wybrzeże skażone ropą?
Czy rozlaną ropę można podpalić?

▼ Oczyszczanie brzegów Alaski po katastrofie tankowca Exxon Valdez



Podsumowanie działu

Występowanie węgla w przyrodzie

Węgiel w przyrodzie

- **węgiel pierwiastkowy** np. grafit, diament, fulereny
- **mieszaniny chemiczne**
  - ropa naftowa
  - gaz ziemny
  - węgle kopalne np. węgiel kamienny, węgiel brunatny
- **związki chemiczne**
  - nieorganiczne np. tlenki węgla, węglany
  - organiczne np. węglowodory, pochodne węglowodorów, białka, cukry, tłuszcze

Węglowodory – budowa, podział, nazwy i wzory

Węglowodory to związki węgla i wodoru, w których każdy atom węgla tworzy zawsze cztery wiązania:

- kowalencyjne z innymi atomami węgla,
- kowalencyjne w niewielkim stopniu spolaryzowane z atomami wodoru.



Węglowodory

- **nasycone**
  - alkany C_nH_{2n+2}
    - metan (najprostszy alkan)
    - etan
- **nienasycone**
  - alkeny C_nH_{2n}
    - eten
  - alkiny C_nH_{2n-2}
    - etyn

Szereg homologiczny to zbiór związków organicznych, które różnią się grupą -CH_2- i mają podobną budowę oraz podobne właściwości chemiczne.

Homologi to związki należące do tego samego szeregu homologicznego, np. metan i pentan.

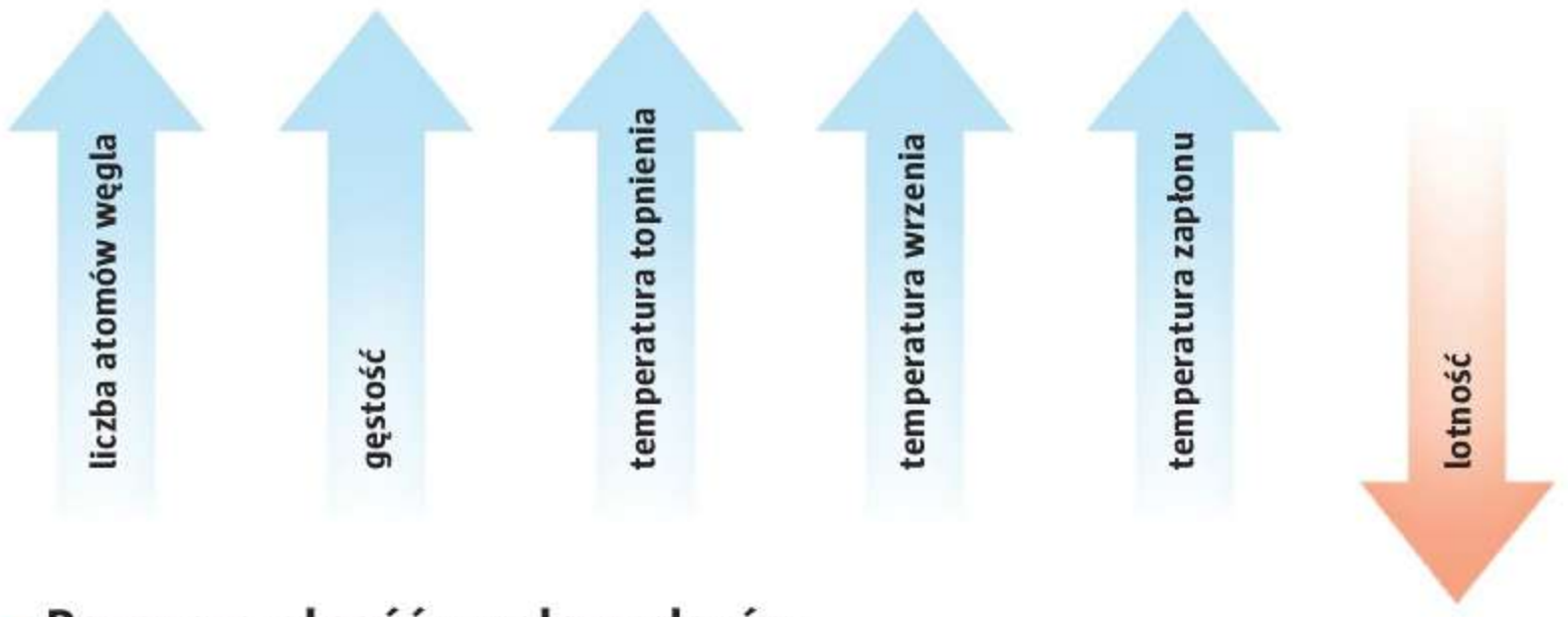
Naturalne źródła węglowodorów

Naturalne źródła węglowodorów

- **gaz ziemny**
  - mieszanina węglowodorów gazowych – główny składnik: metan
- **ropa naftowa**
  - mieszanina węglowodorów gazowych – gazy opałowe
  - mieszanina węglowodorów ciekłych: benzyna, nafta, oleje
  - mieszanina węglowodorów stałych: asfalt, mazut
- **węgle kopalne**
  - mieszanina węglowodorów gazowych: gaz koksowniczy
  - mieszanina węglowodorów ciekłych i stałych: smoła pogazowa

Właściwości fizyczne węglowodorów

• Zmiany właściwości fizycznych w szeregach homologicznych węglowodorów



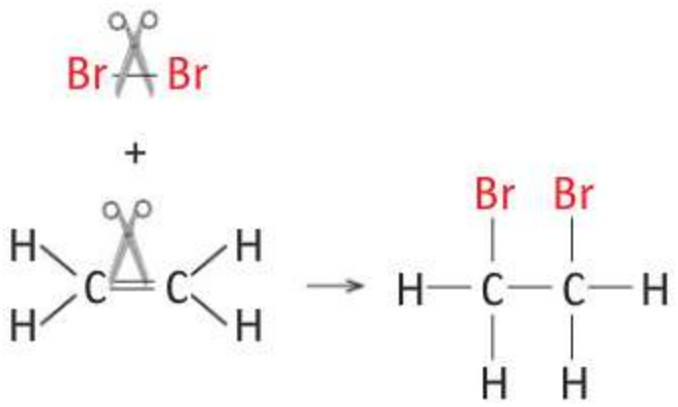
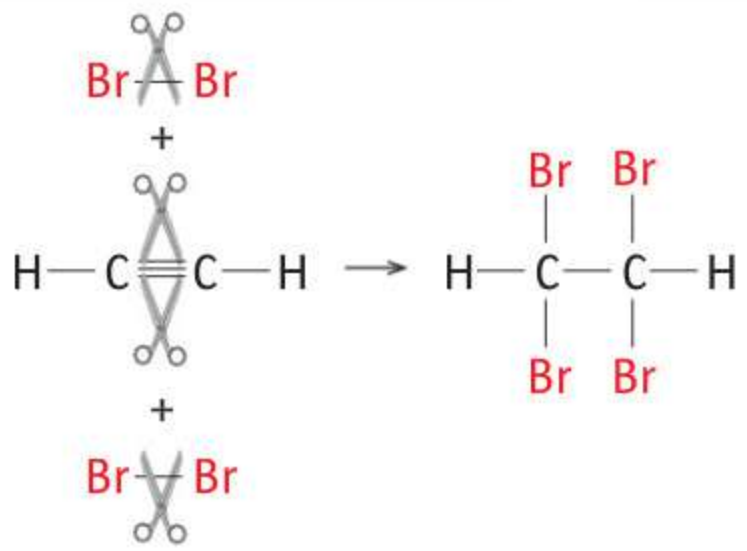
• Rozpuszczalność węglowodorów

Węglowodory nie rozpuszczają się w wodzie, ale rozpuszczają się w rozpuszczalnikach organicznych, np. w węglowodorach ciekłych, alkoholu, benzynie, acetonie.

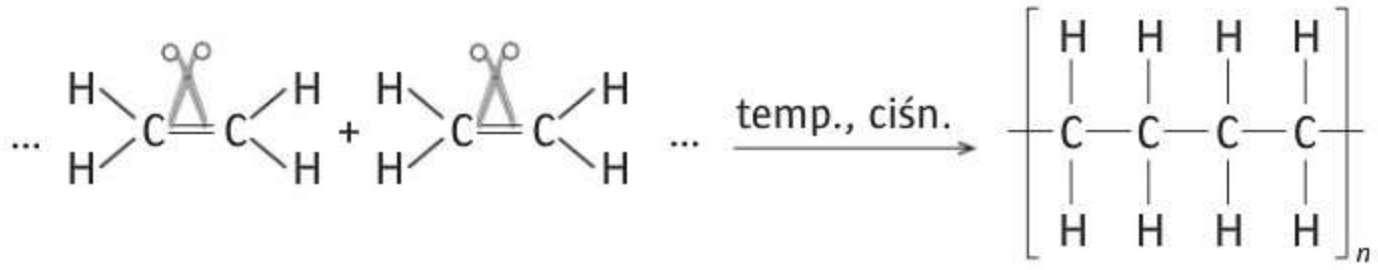


◀ (1) mieszanina benzyny i wody, (2) mieszanina benzyny i nafty

Właściwości chemiczne węglowodorów

Nazwa szeregu	Alkany	Alkeny	Alkiny
Węglowodór	metan CH_4 	eten C_2H_4 	etyn C_2H_2 
Właściwości chemiczne	Nie ulegają reakcji przyłączania ani polimeryzacji.	Reagują z wodorem i fluorowcami, ulegają reakcji przyłączania (addycji).	
		 $CH_2 = CH_2 + Br_2 \rightarrow CH_2Br - CH_2Br$	 $CH \equiv CH + 2\,Br_2 \rightarrow CHBr_2 - CHBr_2$
		eten — 1,2-dibromoetan	etyn — 1,1,2,2-tetrabromoetan
	Ulegają reakcji polimeryzacji.		
	Są palne. Produktami spalania mogą być: tlenek węgla(IV), tlenek węgla(II) (czad) lub węgiel (sadza) oraz woda.		

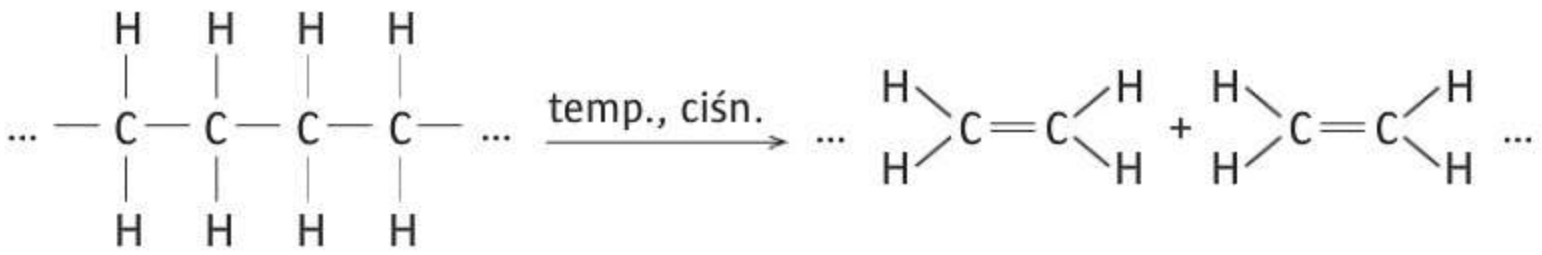
Reakcja polimeryzacji



$n\,CH_2 = CH_2$ — $-(CH_2 - CH_2)_n-$

etylen – monomer — polietylen – polimer

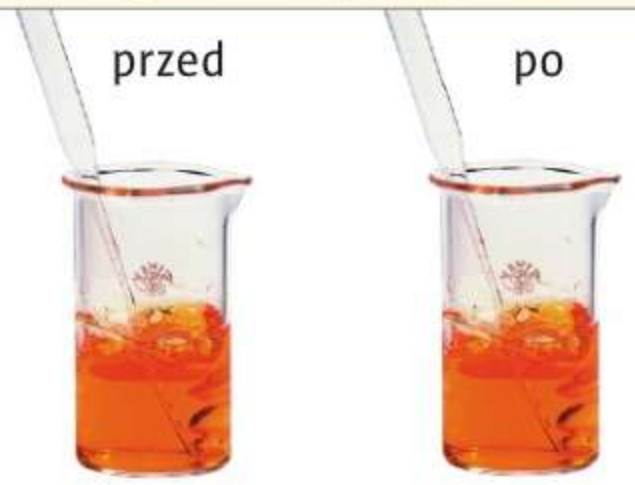
Reakcja depolimeryzacji



$-(CH_2 - CH_2)_n-$ — $n\,CH_2 = CH_2$

polietylen – polimer — etylen – monomer

Wykrywanie wiązań wielokrotnych (czyli charakteru nienasyconego)

	Węglowodory nasycone	Węglowodory nienasycone
Próba z roztworem bromu		
Obserwacje	brak zmian	odbarwienie roztworu Br_2
Próba z zakwaszonym roztworem manganianu(VII) potasu		
Obserwacje	brak zmian	odbarwienie roztworu $KMnO_4$

Zastosowanie wybranych węglowodorów

- **metan** – paliwo w kuchenkach gazowych i piecach centralnego ogrzewania
- **propan, butan** – wypełnianie zapalniczek, butli turystycznych, dezodorantów
- **eten** – wykorzystywany do produkcji tworzyw sztucznych, w przemyśle spożywczym (przyspiesza dojrzewanie owoców i warzyw)
- **etyn** – w palnikach acetylenowo-tlenowych
- **polietylen** (jako tworzywo sztuczne) – produkcja folii, ram okiennych, pojemników











Test do działu

Wybierz poprawne dokończenie zdania lub poprawną odpowiedź.

1. **Pierwiastkowy węgiel występuje w przyrodzie jako**
   A. diament i grafit.
   B. torf i węgiel kamienny.
   C. antracyt i fulereny.
   D. węgiel brunatny i wapień.

2. **Do organicznych związków węgla zalicza się m.in.**
   A. wapień i marmur.
   B. metan i acetylen.
   C. kwas węglowy i jego sole – węglany.
   D. tlenek węgla(II) i tlenek węgla(IV).

3. **Aby wykryć węgiel w białym serze, należy**
   A. ogrzewać próbkę sera w płomieniu palnika.
   B. podziałać na próbkę sera kwasem azotowym(V).
   C. dodać do niego stężonej zasady sodowej i ogrzewać.
   D. zmieszać ser z wodą i sprawdzić zabarwienie wskaźnika uniwersalnego.

4. **Który zestaw wzorów zawiera tylko wzory szeregu homologicznego węglowodorów nasyconych?**
   A. C_2H_2, C_2H_4, C_2H_6
   B. C_3H_6, C_5H_{10}, C_7H_{14}
   C. C_3H_8, C_4H_8, C_5H_8
   D. C_3H_8, C_5H_{12}, C_7H_{16}

5. **Który zestaw zawiera nazwy tylko węglowodorów nienasyconych?**
   A. butan, but-1-en, but-1-yn
   B. etyn, propen, propyn
   C. metan, etylen, acetylen
   D. pentan, heksan, heptan

6. **Węglowodór poprzedzający w szeregu homologicznym but-1-en ma w cząsteczce**
   A. trzy atomy węgla i jedno wiązanie podwójne między nimi.
   B. pięć atomów węgla i jedno wiązanie podwójne między nimi.
   C. pięć atomów węgla i jedno wiązanie potrójne między nimi.
   D. cztery atomy węgla i jedno wiązanie potrójne między nimi.

7. Pewien węglowodór ma wzór półstrukturalny:

   $$CH_3—CH=CH_2$$

   Węglowodorem tym jest
   A. eten.
   B. etyn.
   C. propen.
   D. propyn.

8. **Reakcję całkowitego spalania metanu przedstawia równanie**
   A. $CH_4 + O_2 \longrightarrow C + 2\ H_2O$
   B. $2\ CH_4 + O_2 \longrightarrow 2\ CO + 4\ H_2$
   C. $2\ CH_4 + 3\ O_2 \longrightarrow 2\ CO + 4\ H_2O$
   D. $CH_4 + 2\ O_2 \longrightarrow CO_2 + 2\ H_2O$



9. Szereg homologiczny, do którego należy węglowodór przedstawiony na rysunku obok, jest opisany wzorem ogólnym

A. C_nH_n **B.** C_nH_{2n} **C.** C_nH_{2n-2} **D.** C_nH_{2n+2}

10. Wskaż zdanie prawdziwe.

A. Im dłuższy łańcuch węglowy, tym temperatura wrzenia węglowodorów należących do tego samego szeregu homologicznego jest niższa.

B. Lotność węglowodorów zwiększa się wraz ze wzrostem liczby atomów węgla w cząsteczce.

C. Alkan zawierający w cząsteczce 10 atomów wodoru jest gazem.

D. Im mniejsza liczba atomów węgla w cząsteczce, tym większa rozpuszczalność węglowodoru w wodzie.

11. Ze względu na wysoką temperaturę spalania do spawania i cięcia metali wykorzystuje się

A. metan. **B.** etan. **C.** eten. **D.** etyn.

12. W dwóch kolbach znajdują się etan oraz eten. W celu identyfikacji zawartości kolb wprowadzono do nich roztwór bromu.
Wskaż zdanie prawdziwe.

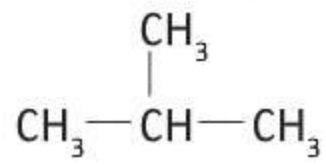
A. W kolbie, w której nastąpiło odbarwienie roztworu bromu, znajdował się etan.

B. W kolbie, w której nastąpiło odbarwienie roztworu bromu, znajdował się eten.

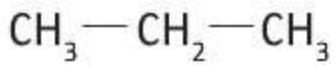
C. Odbarwienie roztworu bromu nastąpiło w obydwu kolbach.

D. W żadnej z kolb roztwór bromu się nie odbarwił.

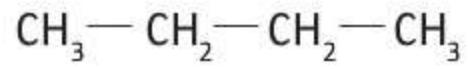
13. Które spośród podanych węglowodorów mają taki sam wzór sumaryczny?



węglowodór I



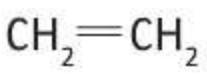
węglowodór II

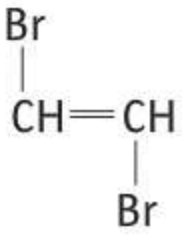


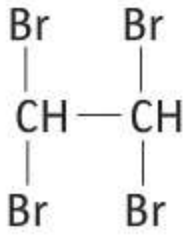
węglowodór III

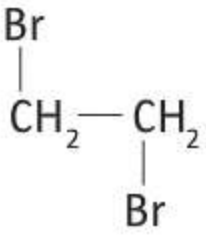
A. I i II. **B.** II i III. **C.** I i III. **D.** Wszystkie.

14. W wyniku przyłączenia jednej cząsteczki bromu do cząsteczki etynu otrzymuje się związek o wzorze półstrukturalnym

A. 

B. 

C. 

D. 

15. Polietylen to tworzywo, które znalazło zastosowanie do produkcji

A. folii, z których wykonuje się reklamówki, pojemniki, butelki.

B. piankowych materiałów termoizolacyjnych wykorzystywanych w budownictwie.

C. powłok zapobiegających przywieraniu żywności, np. teflonu.

D. wykładzin podłogowych, stolarki okiennej i drzwiowej.

Sprawdź się

Trzy szeregi homologiczne węglowodorów są reprezentowane przez metan CH_4, eten C_2H_4 oraz etyn C_2H_2. Poniższe zadania dotyczą tych związków chemicznych lub tworzących je pierwiastków. Podczas ich rozwiązywania korzystaj z układu okresowego pierwiastków.

Zadanie 1.
Do każdego wzoru węglowodoru dobierz wzór ogólny oraz nazwę szeregu homologicznego, do którego należą poszczególne węglowodory.
Wskaż właściwe litery.

Wzór węglowodoru	Wzór ogólny szeregu homologicznego			Nazwa szeregu homologicznego		
1. CH_4	a. C_nH_{2n}	b. C_nH_{2n-2}	c. C_nH_{2n+2}	A. alkeny	B. alkany	C. alkiny
2. C_2H_4	a. C_nH_{2n}	b. C_nH_{2n-2}	c. C_nH_{2n+2}	A. alkeny	B. alkany	C. alkiny
3. C_2H_2	a. C_nH_{2n}	b. C_nH_{2n-2}	c. C_nH_{2n+2}	A. alkeny	B. alkany	C. alkiny

Zadanie 2.
Oceń poprawność poniższych stwierdzeń związanych z atomami węgla i wodoru (P – prawda, F – fałsz).

I	Wodór i węgiel zaliczają się do niemetali.	P / F
II	Liczba atomowa węgla jest równa 12.	P / F
III	Masa atomowa węgla jest około sześciu razy większa od masy atomowej wodoru.	P / F
IV	W chmurze elektronowej atomu wodoru znajduje się jeden elektron.	P / F
V	Atom węgla ma jedną powłokę elektronową i cztery elektrony walencyjne.	P / F
VI	Wartościowość węgla względem wodoru jest równa IV.	P / F

Zadanie 3.
W poniższych zdaniach podano informacje o związkach chemicznych węgla. Które to związki? **Wybierz je spośród podanych A–G.**

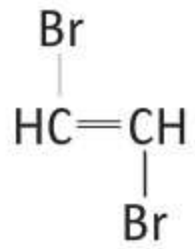
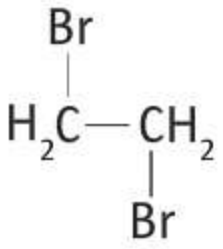
A. CO **B.** CO_2 **C.** CH_4 **D.** C_2H_2 **E.** C_2H_4 **F.** H_2CO_3 **G.** $CaCO_3$

I	Wartościowość węgla w tym związku jest równa II.	A / B / C / D / E / F / G
II	Jest to związek organiczny.	A / B / C / D / E / F / G
III	W tym związku występuje wiązanie jonowe.	A / B / C / D / E / F / G
IV	Ten gaz powoduje, że woda wapienna mętnieje.	A / B / C / D / E / F / G

Zadanie 4.
Do nazwy każdego węglowodoru przyporządkuj właściwą masę cząsteczkową oraz stosunek masowy węgla do wodoru.

Nazwa węglowodoru	Masa cząsteczkowa		Stosunek masowy C : H	
1. metan	a. 12 u	e. 26 u	A. 1 : 1	E. 6 : 1
2. eten	b. 16 u	f. 28 u	B. 1 : 2	F. 10 : 1
3. etyn	c. 18 u	g. 30 u	C. 3 : 1	G. 12 : 1
	d. 24 u		D. 4 : 1	

Zadanie 5.
W kolumnie pierwszej podano wzory substratów, a w kolumnie drugiej – produktów reakcji, którym mogą ulegać metan, eten i etyn.
Zapisz w zeszycie sześć poprawnych równań reakcji. Dobierz do podanych substratów odpowiednie produkty.
Podaj nazwy tych reakcji. Skorzystaj z określeń: *spalanie całkowite*, *spalanie niecałkowite*, *przyłączanie*, *polimeryzacja*, *depolimeryzacja*.

SUBSTRATY	PRODUKTY
1. $HC{\equiv}CH + 2\ H_2$	A. $2\ CO_2 + 2\ H_2O$
2. $2\ CH_4 + 3\ O_2$	B. $n\ H_2C{=}CH_2$
3. $H_2C{=}CH_2 + Br_2$	C. $H_3C{-}CH_3$
4. $-(CH_2{-}CH_2)_n-$	D. 
5. $C_2H_4 + 3\ O_2$	E. 
6. $HC{\equiv}CH + Br_2$	F. $2\ CO + 4\ H_2O$

Zadanie 6.
Wykonano doświadczenie, którego celem było odróżnienie węglowodorów nienasyconych od nasyconych. Jego opis przedstawiono poniżej.
Przepisz zdania do zeszytu i uzupełnij je właściwymi określeniami.

I. W trzech ponumerowanych probówkach znajdowały się węglowodory **A** / **B** / **C**: w pierwszej – eten, w drugiej – metan, a w trzeciej – etyn.
A. ciekłe **B.** stałe **C.** gazowe

II. Do wszystkich probówek dodano **A** / **B** / **C**.
A. wodę wapienną **B.** roztwór bromu **C.** wywar z czerwonej kapusty

III. W probówce/probówkach **A** / **B** / **C** zaobserwowano zmianę barwy dodanego odczynnika.
A. nr 1 **B.** nr 2 **C.** nr 3

IV. Zmianę barwy odczynnika użytego w doświadczeniu spowodują węglowodory **A** / **B**.
A. nasycone **B.** nienasycone

9

Pochodne węglowodorów





Jakie związki nadają zapach owocom i kwiatom?

Dlaczego wino kwaśnieje?

Dlaczego do ryb jest podawana cytryna?



Jaki kwas znajduje się w liściach szpinaku i szczawiu?



Dlaczego aspiryna drażni żołądek?

9.1 Alkohole – pochodne węglowodorów

Alkohole są zwykle kojarzone z napojami sprzedawanymi w sklepach monopolowych. Tymczasem gdy chemik mówi o alkoholach, to ma na myśli grupę związków chemicznych, pochodzących od węglowodorów. Jak się w tym nie pogubić?

Alkohole

ROH

-R – grupa węglowodorowa

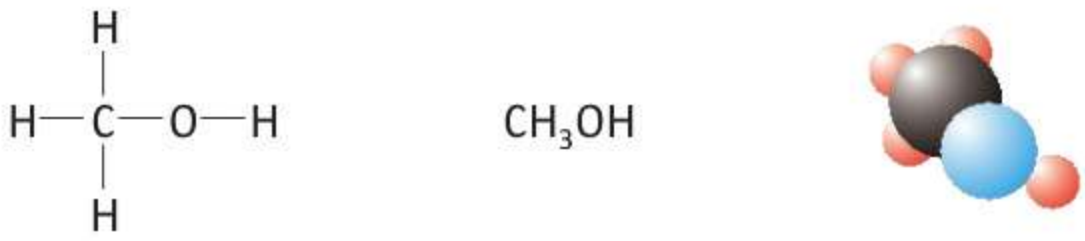
-OH – grupa hydroksylowa, grupa funkcyjna alkoholi, nazywana również wodorotlenową

Jak są zbudowane cząsteczki alkoholi?

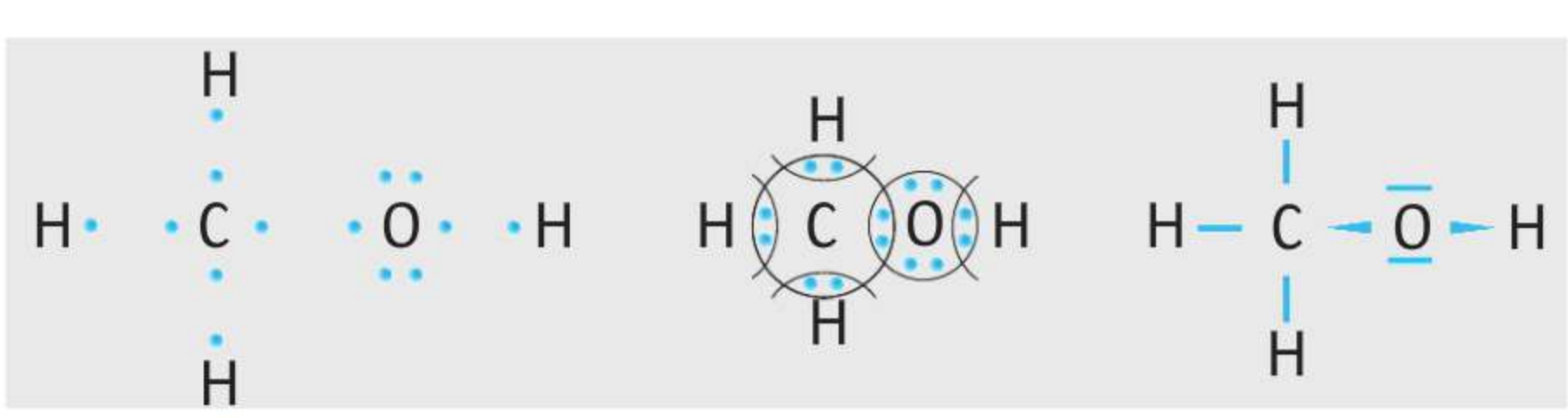
Pochodne węglowodorów to związki, w których co najmniej jeden atom wodoru został zastąpiony innym atomem lub grupą atomów, tzw. **grupą funkcyjną**. Jej obecność w cząsteczce nadaje charakterystyczne właściwości.

Alkohole to pochodne węglowodorów. W ich cząsteczkach co najmniej jeden atom wodoru jest zastąpiony grupą hydroksylową -OH. Wzór ogólny alkoholi, których cząsteczki zawierają tylko jedną grupę hydroksylową, to ROH. W przypadku **alkanoli**, czyli najbardziej znanych alkoholi pochodzących od alkanów, grupa węglowodorowa -R ma wzór ogólny C_nH_{2n+1}, a wzór ogólny związków można zapisać jako: $C_nH_{2n+1}OH$.

Metanol o wzorze CH_3OH to najprostszy alkohol pochodzący od metanu. Nazywany jest zwyczajowo alkoholem metylowym.



▲ Wzór strukturalny, grupowy i model metanolu



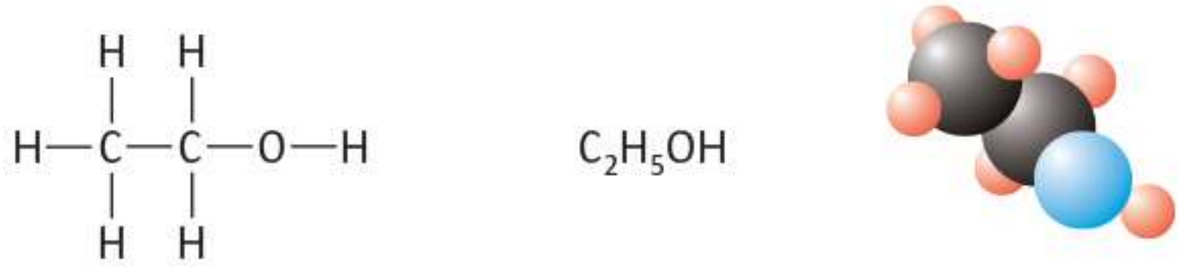
▲ Schemat tworzenia wiązań chemicznych w cząsteczce metanolu

Alkohol metylowy otrzymywano dawniej w procesie destylacji drewna – dlatego był nazywany spirytusem drzewnym. Obecnie jest on

produkowany na skalę przemysłową z gazów: tlenku węgla(II) i wodoru, zgodnie z równaniem reakcji:

$$CO + 2\,H_2 \xrightarrow{\text{kat., } 400^\circ C} CH_3OH$$

Etanol o wzorze C_2H_5OH to alkohol pochodzący od etanu. Nazywany jest również alkoholem etylowym.



▲ Wzór strukturalny, grupowy i model etanolu

Alkohol etylowy otrzymuje się w procesie fermentacji alkoholowej owoców, buraków cukrowych, ryżu, ziemniaków i wielu innych roślin. Można go również otrzymać z etylenu.

Jakie właściwości mają najprostsze alkohole?

Właściwości metanolu:

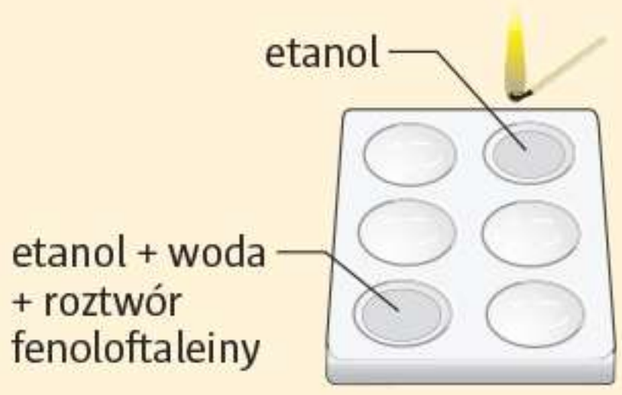
- bezbarwna, lotna, palna ciecz;
- gęstość mniejsza od gęstości wody;
- charakterystyczny zapach;
- bardzo dobrze rozpuszczalny w wodzie;
- silna trucizna.

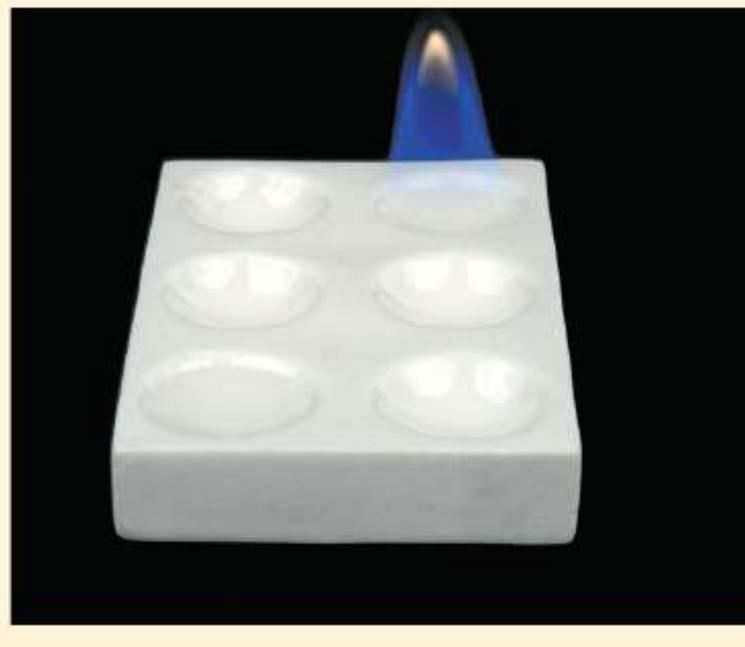


Spożycie choćby niewielkiej ilości (około 8–10 g) **metanolu** lub nawet wdychanie jego par grozi ślepotą. Nieco większa ilość (około 12 g) powoduje śmierć, a czy dawka jest śmiertelna, zależy od masy ciała. Zdarzają się tragiczne wypadki nieświadomego spożycia metanolu, ponieważ trudno go odróżnić od etanolu.

Doświadczenie 9.1.1
Badanie właściwości etanolu

Do dwóch wgłębień płytki ceramicznej wlej niewielką ilość (około 5 kropli) etanolu. Zanurz w nim pasek bibuły, drugi taki sam zwilż wodą. Do pierwszego wgłębienia dodaj kilka kropli wody i kroplę roztworu fenoloftaleiny. Do drugiego wgłębienia zawierającego etanol zbliż zapalone łuczywo. Na koniec porównaj wygląd zwilżonych wcześniej etanolem i wodą pasków bibuły.

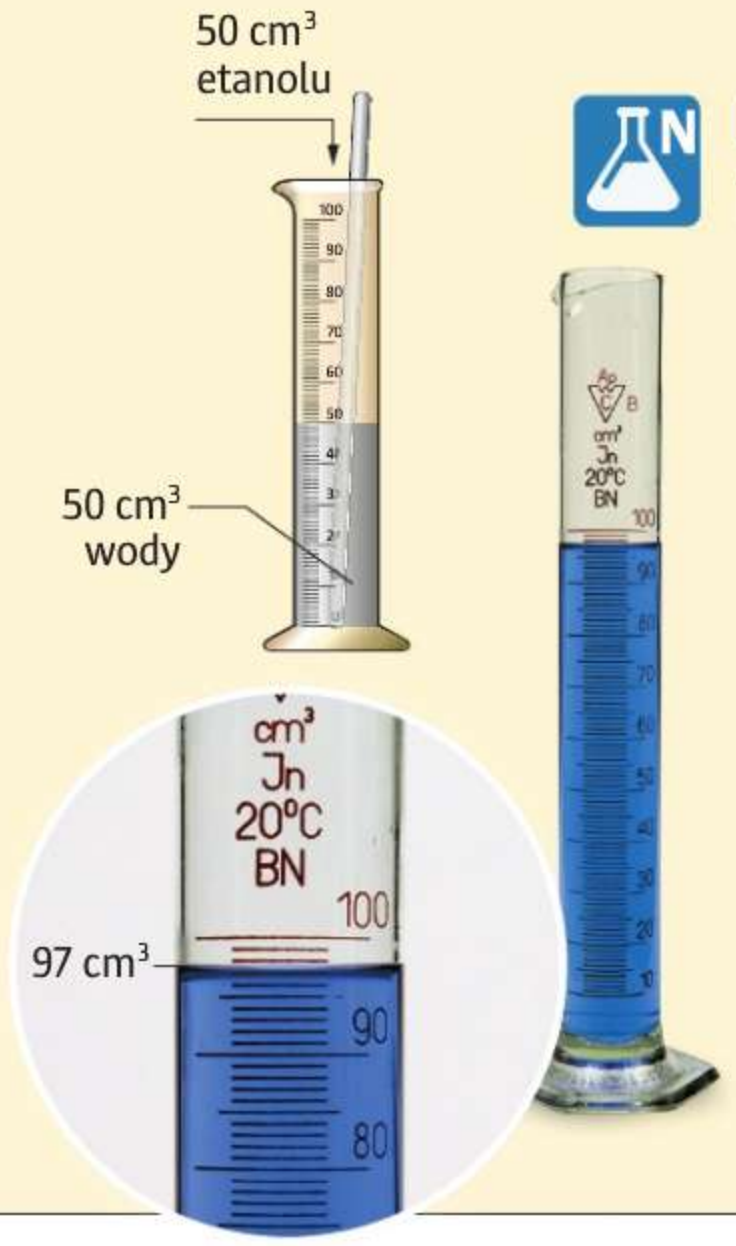




Obserwacje: Etanol z wodą tworzy mieszaninę jednorodną. Nie powoduje zmiany zabarwienia fenoloftaleiny. Po zbliżeniu zapalonego łuczywa zapalają się opary unoszące się nad etanolem. Zwilżony wodą pasek bibuły po wykonaniu doświadczenia pozostaje wilgotny, natomiast pasek zwilżony etanolem jest prawie suchy.

Wnioski: Etanol bardzo dobrze rozpuszcza się w wodzie, jego roztwór ma odczyn obojętny. Jest lotny i łatwopalny. Etanol spala się całkowicie zgodnie z równaniem reakcji:

$$C_2H_5OH + 3\,O_2 \longrightarrow 2\,CO_2 + 3\,H_2O$$

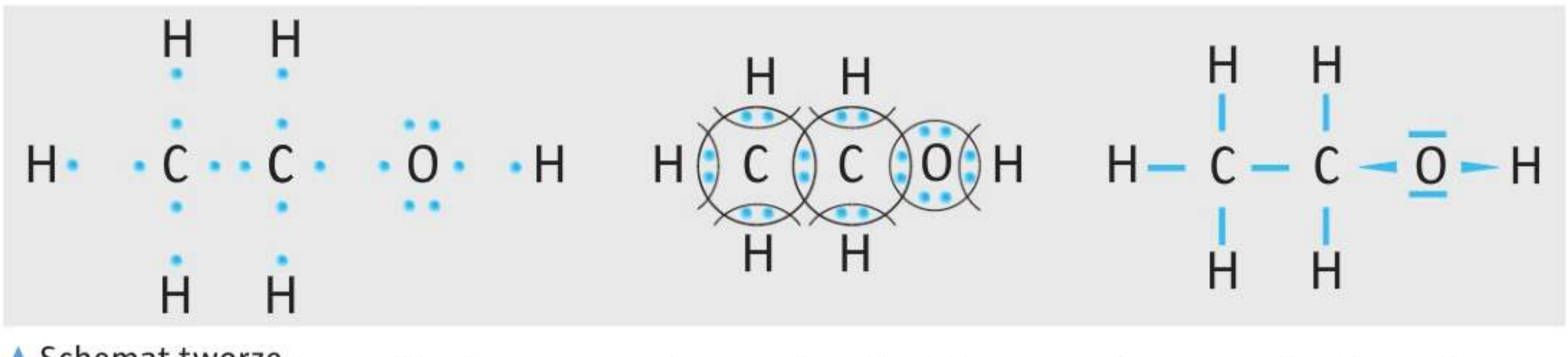


Doświadczenie 9.1.2
Badanie rozpuszczalności etanolu w wodzie

Przygotowujemy dwa cylindry miarowe o pojemności 100 cm^3. Do pierwszego nalewamy 50 cm^3 zabarwionego atramentem etanolu, a do drugiego – tyle samo wody. Następnie do cylindra z wodą przelewamy odmierzony etanol. Zawartość cylindra mieszamy pręcikiem szklanym. Odczytujemy objętość powstałej mieszaniny.

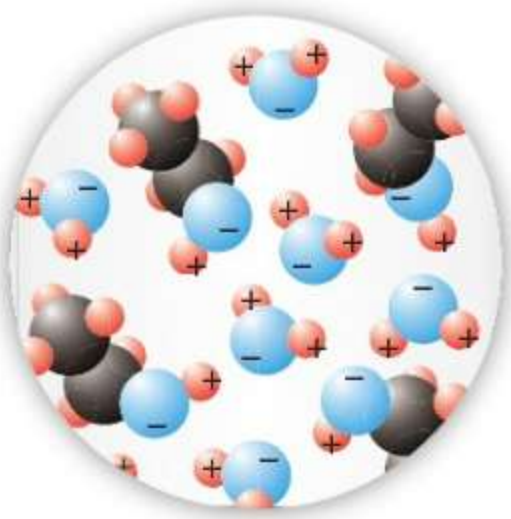
Obserwacje: Etanol wymieszał się z wodą. Objętość otrzymanej mieszaniny jest mniejsza od sumy objętości zmieszanych cieczy.

Wnioski: Etanol bardzo dobrze rozpuszcza się w wodzie. Zmniejszenie objętości mieszaniny wody i etanolu jest spowodowane oddziaływaniami między cząsteczkami obu tych związków.



▲ Schemat tworzenia wiązań chemicznych w cząsteczce etanolu

Zarówno w cząsteczce etanolu, jak i w cząsteczce wody atomy tlenu łączą się z atomami wodoru wiązaniami kowalencyjnymi spolaryzowanymi. Dzięki temu, że w cząsteczkach wody przy atomie tlenu jest zgromadzony ładunek ujemny, a przy atomie wodoru grupy hydroksylowej w cząsteczkach etanolu – ładunek dodatni, cząsteczki się przyciągają. Rezultatem tego przyciągania jest zmniejszenie objętości cieczy nazywane **kontrakcją objętości**.



▲ Oddziaływania cząsteczek etanolu z cząsteczkami wody

Właściwości fizyczne etanolu:

- bezbarwna, lotna ciecz o gęstości mniejszej od gęstości wody;
- bardzo dobrze rozpuszczalny w wodzie.

Właściwości chemiczne etanolu:

- charakterystyczny zapach i smak;
- palny;
- odczyn obojętny, nie dysocjuje.

Ciekawostka

Ze względu na dużą lotność oraz właściwości higroskopijne alkoholu etylowego należy jego roztwory przechowywać w zamkniętych naczyniach. W innym wypadku zawartość procentowa alkoholu w roztworze się zmniejsza.

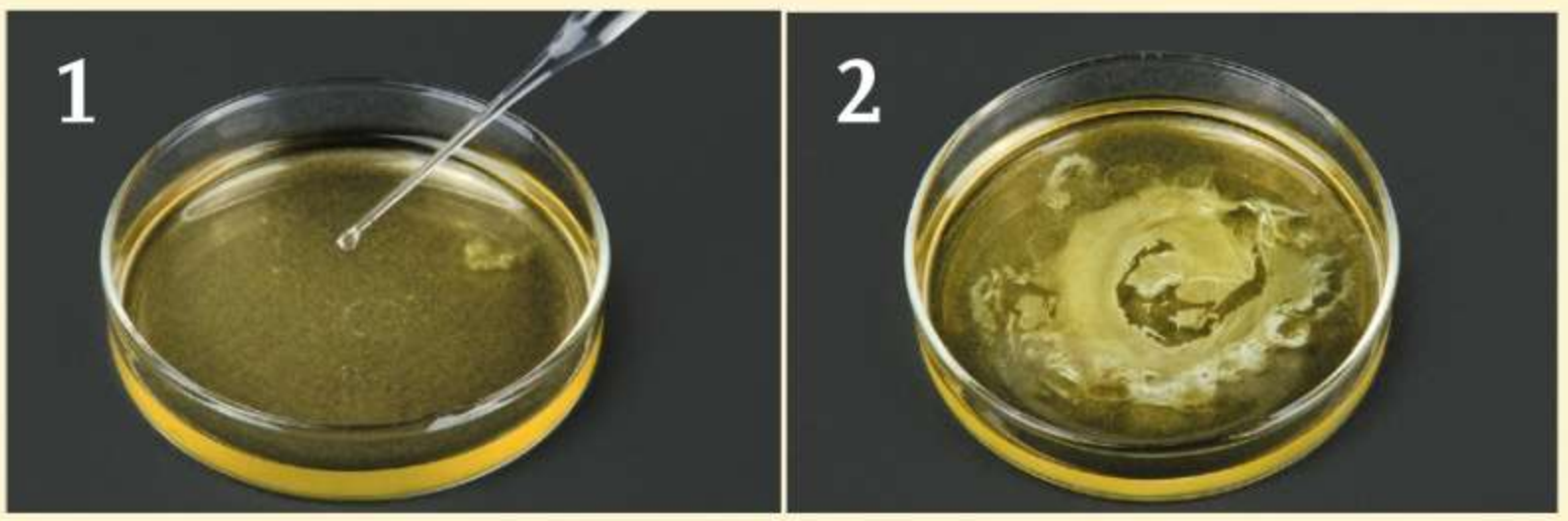
Jak na organizm ludzki wpływa alkohol etylowy?

Etanol jest składnikiem napojów alkoholowych, które różnią się kolorem i smakiem oraz jego procentową zawartością. W spirytusie jest około 95% etanolu, w wódce – najczęściej 40%, w winie – 12%, a w piwie – około 5%. Kieliszek wódki, lampka wina i małe piwo zawierają tyle samo alkoholu. Nawet małe jego ilości wywołują:

- zmiany w zachowaniu,
- osłabienie koncentracji,
- obniżenie możliwości intelektualnych,
- zaburzenia widzenia i równowagi.

Doświadczenie 9.1.3
Badanie wpływu etanolu na białko jaja kurzego

Do szalki Petriego zawierającej białko jaja kurzego dodaj etanol (1). Pręcikiem szklanym zamieszaj otrzymaną mieszaninę. Obserwuj zachodzące zmiany (2).





Obserwacja: W szalce powstaje biały, kłaczkowaty osad.

Wniosek: Etanol powoduje, że białko się ścina.

Spożywanie większej ilości alkoholu lub częste spożywanie małych dawek powoduje nieodwracalne skutki. Uszkadza system nerwowy, upośledza układ krążenia, niszczy układ pokarmowy, powoduje marskość wątroby, potęguje uzależnienie i prowadzi do choroby nazywanej **alkoholizmem**. Im młodszy organizm, tym alkohol powoduje większe spustoszenie i większe prawdopodobieństwo uzależnienia. Szczególnie niebezpieczne jest spożywanie alkoholu przez kobiety w ciąży. Corocznie wiele osób ginie w różnorodnych wypadkach, które powodują ludzie będący pod wpływem alkoholu. W Polsce obowiązuje zakaz prowadzenia samochodu po spożyciu alkoholu. Obecność tego typu substancji w organizmie skutkuje osłabieniem koncentracji, spowolnieniem reakcji i zaburzeniami koordynacji ruchów, ogranicza pole widzenia, utrudnia szacowanie szybkości i odległości. W polskim prawodawstwie zdefiniowano takie pojęcia, jak: osoba po spożyciu alkoholu (od 0,2‰ do 0,5‰) i osoba nietrzeźwa (powyżej 0,5‰).



▲ Alkomat

ZASTOSOWANIE METANOLU



PRODUKCJA FARB, LAKIERÓW, BARWNIKÓW



PRODUKCJA LEKÓW



DODATEK DO PALIWA UŻYWANEGO W LOTNICTWIE



PRODUKCJA TWORZYW SZTUCZNYCH

ZASTOSOWANIE ETANOLU



PRODUKCJA NAPOJÓW ALKOHOLOWYCH



PRODUKCJA LEKÓW, KOSMETYKÓW



PALIWO W SILNIKACH SPALINOWYCH



PRODUKCJA ŚRODKÓW DEZYNFEKCYJNYCH

Podsumowanie

1. **Grupą funkcyjną** alkoholi jest grupa hydroksylowa -OH.
2. **Ogólny wzór alkoholi** pochodzących od alkanów i zawierających jedną grupę hydroksylową to $C_nH_{2n+1}OH$.
3. **Metanol** jest trucizną.
4. **Etanol** ma szkodliwy wpływ na organizm.
5. Metanol i etanol są dobrymi rozpuszczalnikami. Mają wiele zastosowań.

Sprawdź, czy wiesz i rozumiesz

1. Oblicz masę cząsteczkową metanolu i metanu. Porównaj zawartość procentową węgla w obu związkach.
2. Oblicz, ile cząsteczek tlenu potrzeba do spalenia niecałkowitego 5 cząsteczek etanolu, jeżeli produktem spalania jest toksyczny gaz.
3. Wyjaśnij, dlaczego tak trudno odróżnić metanol od etanolu i jakie są tego konsekwencje.

Dowiedz się więcej

W dostępnych źródłach poszukaj informacji na temat:

a) konsekwencji spożywania alkoholu przez kobiety w ciąży,

b) zatruć metanolem.

9.2

Szereg homologiczny alkanoli

Wiele różnych alkoholi występuje w przyrodzie, często wchodzą one w skład olejków eterycznych. Czy alkohole wywodzą się tylko od alkanów? Czy mięta ma coś wspólnego z alkoholami? Czy cholesterol to też alkohol?

Jak tworzy się nazwy homologów metanolu?

Alkohole to duża i ważna grupa związków chemicznych, która – podobnie jak węglowodory – tworzy szeregi homologiczne. Znane są zarówno alkohole nasycone, jak i nienasycone, monohydroksylowe i polihydroksylowe (zawierające więcej niż jedną grupę hydroksylową).
Nazwy systematyczne alkoholi tworzy się przez dodanie zakończenia **-ol** do nazwy węglowodoru, np. metan**ol** od metanu, etan**ol** od etanu. Często zamiast nazw systematycznych stosuje się również nazwy zwyczajowe, np. alkohol metylowy, etylowy, propylowy, butylowy itd. Wtedy nazwa jest dwuczłonowa, a drugi człon nazwy przyjmuje zakończenie -ylowy.
W nazwach alkoholi, które zawierają więcej niż dwa atomy węgla, podaje się numer atomu węgla, przy którym znajduje się grupa hydroksylowa. W tabeli zestawiono alkohole propan-1-ol i butan-1-ol.



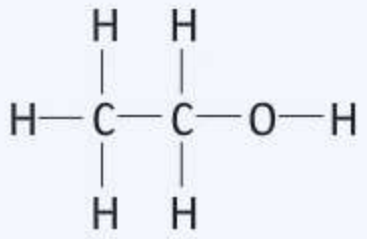
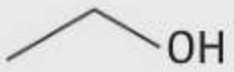
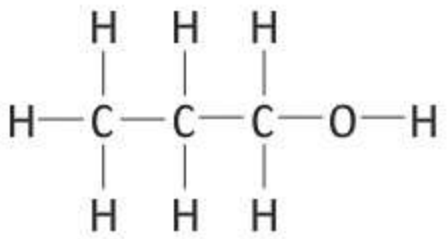
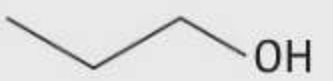
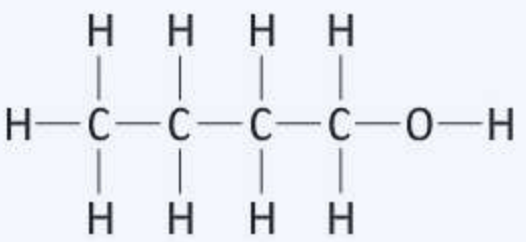
▲ Model etanolu



▲ Model propan-1-olu



▲ Model butan-1-olu

Nazwa i wzór	Wzór strukturalny	Wzór półstrukturalny (grupowy)	Wzór szkieletowy
etanol C_2H_5OH		$CH_3—CH_2—OH$	
propan-1-ol C_3H_7OH		$CH_3—CH_2—CH_2—OH$	
butan-1-ol C_4H_9OH		$CH_3—CH_2—CH_2—CH_2—OH$	

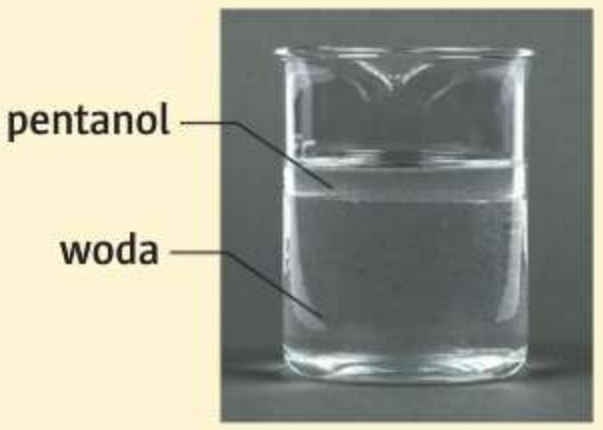
Jakie właściwości mają homologi metanolu?

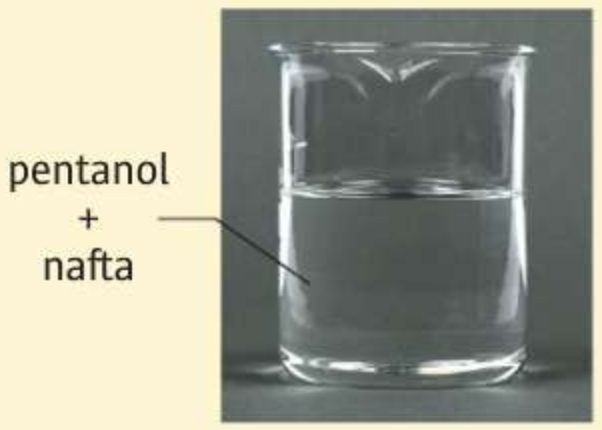
Metanol i etanol są bardzo dobrze rozpuszczalne w wodzie i w niektórych rozpuszczalnikach organicznych. Czy podobne właściwości ma pentan-1-ol nazywany dalej pentanolem?

Doświadczenie 9.2.1
Badanie rozpuszczalności pentanolu w wodzie i nafcie

Do dwóch zlewek zawierających kolejno 100 cm^3 wody i tyle samo nafty wprowadzamy 20 cm^3 pentanolu. Mieszamy zawartość zlewek.



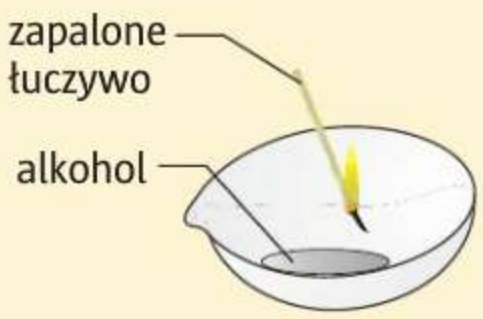




Obserwacje: W mieszaninie pentanolu i wody widać dwie warstwy. Mieszanina pentanolu i nafty jest jednorodna.

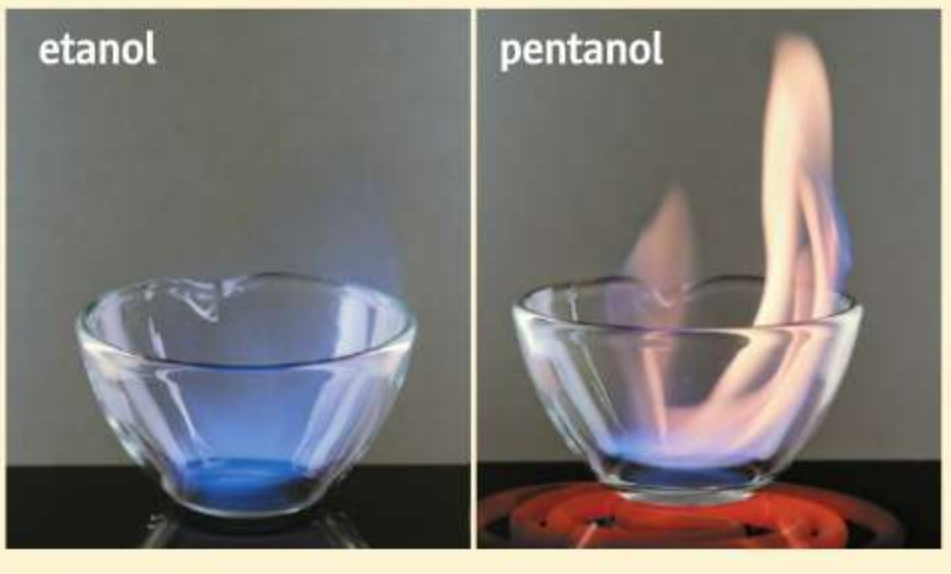
Wnioski: Pentanol słabo rozpuszcza się w wodzie, natomiast dobrze – w nafcie.

Długość łańcucha węglowodorowego ma wpływ na rozpuszczalność alkoholi. Im cząsteczka ma dłuższy łańcuch, tym jest większa rozpuszczalność w rozpuszczalnikach organicznych, a mniejsza – w wodzie. Porównajmy palność etanolu i pentanolu.



Doświadczenie 9.2.2
Porównanie łatwości zapłonu etanolu i pentanolu

Do dwóch parownic wlewamy niewielkie ilości alkoholi: do jednej – etylowego, a do drugiej – pentylowego. Do każdej cieczy zbliżamy zapalone łuczywo. Porównujemy łatwość zapłonu obu alkoholi.



Obserwacje: Pary etanolu zapalają się natychmiast po zbliżeniu zapalonego łuczywa. Pentanol nie zapala się po zbliżeniu płomienia łuczywa do powierzchni cieczy. Aby zapalić pentanol, trzeba go najpierw podgrzać.

Wniosek: Etanol ma większą lotność od pentanolu.

Etanol spala się całkowicie zgodnie z równaniem reakcji:

$$C_2H_5OH + 3\ O_2 \rightarrow 2\ CO_2 + 3\ H_2O$$

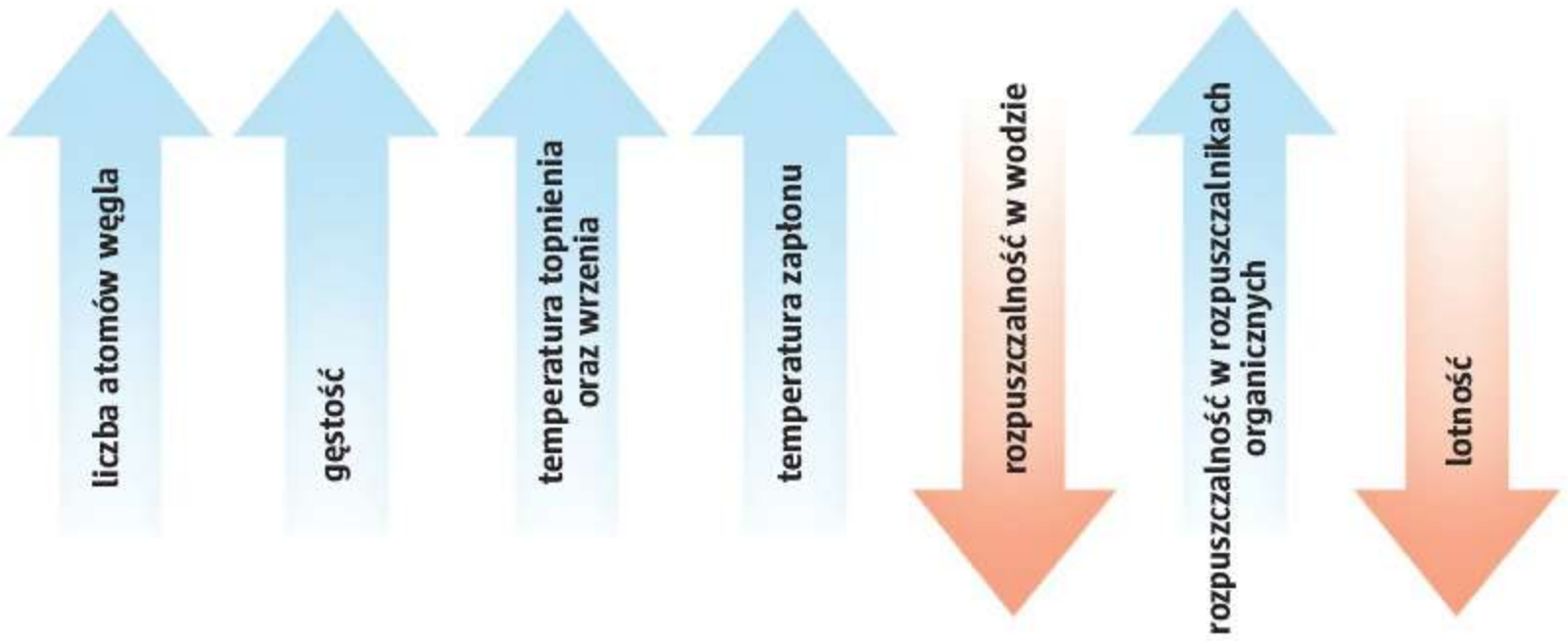
Temperatura zapłonu pentanolu jest wyższa od temperatury zapłonu etanolu. Świecący płomień świadczy o niecałkowitym spalaniu.

$$C_5H_{11}OH + 5\ O_2 \rightarrow 5\ CO + 6\ H_2O$$

$$2\ C_5H_{11}OH + 5\ O_2 \rightarrow 10\ C + 12\ H_2O$$

Alkohole są palne. Rodzaj produktów ich spalania zależy od ilości tlenu zawartego w powietrzu. Przemianie tej towarzyszy wydzielanie ciepła – spalanie alkoholi jest **reakcją egzotermiczną**.

Właściwości fizyczne homologów metanolu zmieniają się wraz ze wzrostem liczby atomów węgla w cząsteczce, podobnie jak właściwości węglowodorów. Im więcej atomów węgla zawiera alkohol, tym większy wpływ na jego właściwości ma grupa węglowodorowa zawarta w jego cząsteczce, a mniejszy – obecność grupy funkcyjnej.



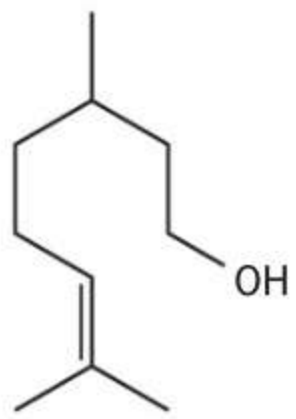
▲ Zmiany właściwości fizycznych alkoholi w zależności od liczby atomów węgla w cząsteczce

Gdzie w przyrodzie występują alkohole?

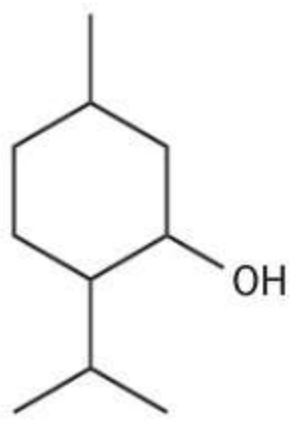
Do grupy alkoholi należą występujące w przyrodzie substancje o charakterystycznych zapachach. Są one wykorzystywane w przemyśle perfumeryjnym i kosmetycznym.

Przykładami mogą być **cytronelol** oraz **geraniol**. Alkohole te są pochodnymi alkenów i składnikami olejków eterycznych wielu roślin, np. róży, cytryny, pomarańczy, melisy i geranium

Mentol to alkohol o stałym stanie skupienia, który jest otrzymywany z mięty. Ma ostry, intensywny zapach. Mentol znalazł zastosowanie w przemyśle kosmetycznym, farmaceutycznym i spożywczym.



cytronelol



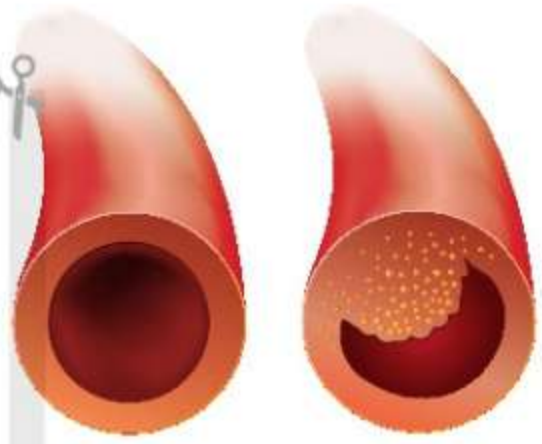
mentol



▲ Geranium, inaczej bodziszek leśny



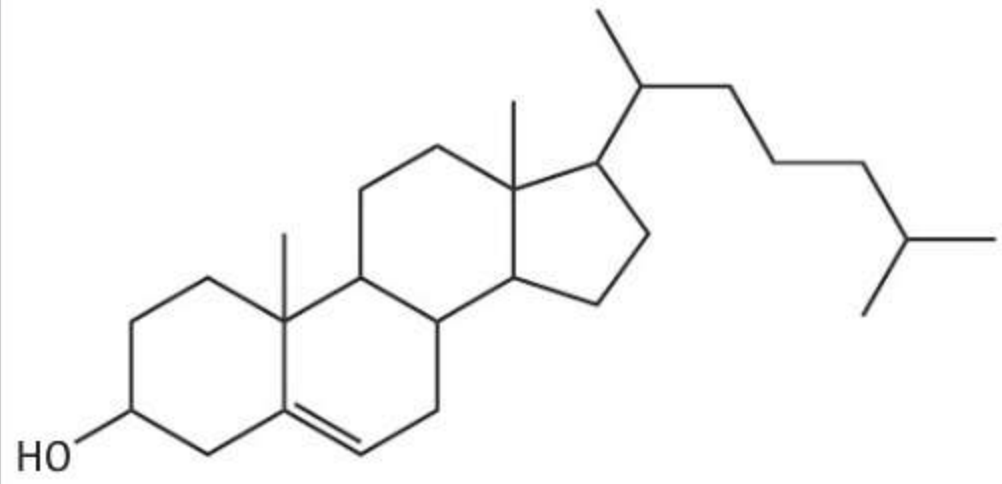
▲ Mięta



(a) (b)

▲ Porównanie przekroju tętnic człowieka zdrowego (a) i chorego na miażdżycę (b)

Innym znanym alkoholem jest **cholesterol**, składnik pokarmów pochodzenia zwierzęcego. W procesie trawiennym ulega on przetworzeniu, w wyniku czego powstają substancje pochodne, które potocznie nazywa się również cholesterolem. Ich nadmiar szkodzi przede wszystkim układowi krążenia, powoduje miażdżycę, zawał serca, udar mózgu. Do alkoholi o skomplikowanej budowie należą witaminy: A, D_2 i D_3.



cholesterol

Podsumowanie

1. **Nazwy systematyczne alkoholi**, pochodnych węglowodorów, tworzy się przez dodanie zakończenia -ol do nazwy węglowodoru.
2. **Rozpuszczalność** w wodzie homologów metanolu maleje wraz ze wzrostem liczby atomów węgla.
3. Rozpuszczalność alkoholi w rozpuszczalnikach organicznych rośnie wraz ze wzrostem liczby atomów węgla w cząsteczce.
4. **Alkohole** są substancjami palnymi, ich temperatura zapłonu rośnie wraz ze wzrostem liczby atomów węgla w cząsteczce.

Sprawdź, czy wiesz i rozumiesz

1. Zastanów się i odpowiedz na pytania:
   - Który z alkoholi – propan-1-ol czy pentan-1-ol – ma wyższą temperaturę wrzenia i wyższą temperaturę zapłonu?
   - Który z alkoholi – propan-1-ol czy pentan-1-ol – jest bardziej lotny?
   - Który z alkoholi – pentan-1-ol czy butan-1-ol – lepiej rozpuszcza się w wodzie?
2. Ile cząsteczek tlenu potrzeba do całkowitego spalenia 10 cząsteczek pentan-1-olu?
3. W trzech identycznych zlewkach umieszczono po 100 cm^3 kolejno etanolu, propan-1-olu i heksan-1-olu. Porównaj masę alkoholi znajdujących się w zlewkach. Gęstości alkoholi wynoszą: etanolu 0,789 g/cm^3, propan-1-olu 0,803 g/cm^3, pentan-1-olu 0,818 g/cm^3.

Dowiedz się więcej

W dostępnych źródłach poszukaj informacji na temat:

a) termometrów alkoholowych i rtęciowych, określ warunki ich stosowania;

b) izomerii, a następnie spróbuj narysować izomery alkoholu o wzorze sumarycznym $C_5H_{12}O$.

9.3

Glicerol – alkohol polihydroksylowy

Nitrogliceryna to substancja o silnych właściwościach wybuchowych, jest składnikiem dynamitu. Co wspólnego ma ten związek z alkoholami? Co łączy propan, propanol i glicerol?

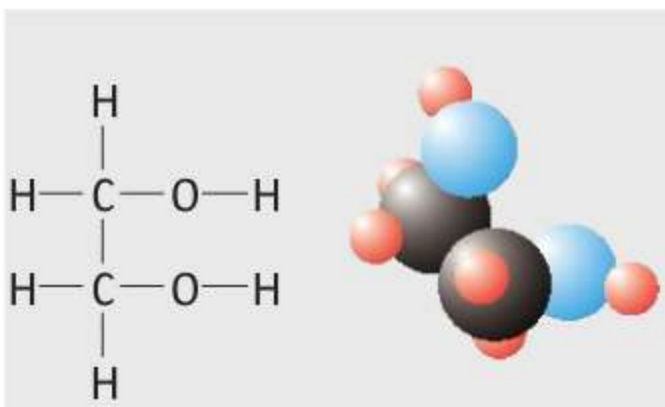
Czy cząsteczki alkoholi mogą mieć więcej niż jedną grupę hydroksylową?

Cząsteczki alkoholi mogą mieć więcej niż jedną grupę hydroksylową – nazywa się je wówczas **alkoholami polihydroksylowymi**. Najbardziej znane związki tego typu to: glikol i glicerol, nazywany również gliceryną.

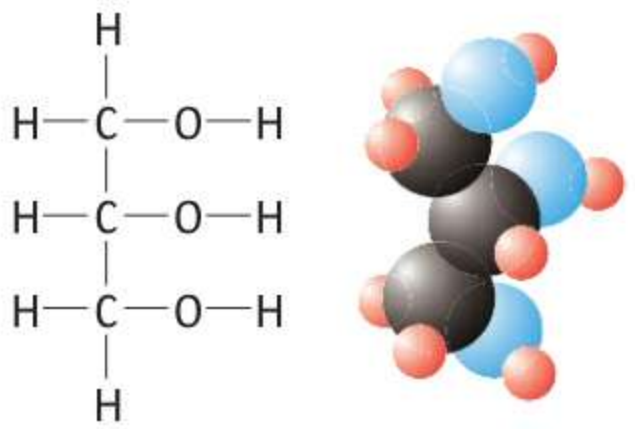
Glikol etylenowy jest pochodną etanu, zawierającą dwie grupy hydroksylowe. Wzór grupowy glikolu to $C_2H_4(OH)_2$, a jego nazwa systematyczna: etano-1,2-diol. Cyfry 1 i 2 wskazują, że grupy -OH są przyłączone do dwóch kolejnych atomów węgla. Zakończenie nazwy -diol oznacza dwie (di-) grupy hydroksylowe (-ol). Glikol etylenowy jest gęstą, bezbarwną, palną, toksyczną cieczą, która dodana do wody obniża jej temperaturę krzepnięcia. Ze względu na tę właściwość glikol stosuje się do wypełniania chłodnic samochodowych oraz instalacji chłodniczych. Aby uniknąć przypadkowego spożycia i odróżnić ten alkohol od wody, miesza się go z barwnikami.



▲ Płyn do chłodnic



▲ Wzór strukturalny i model glikolu etylenowego

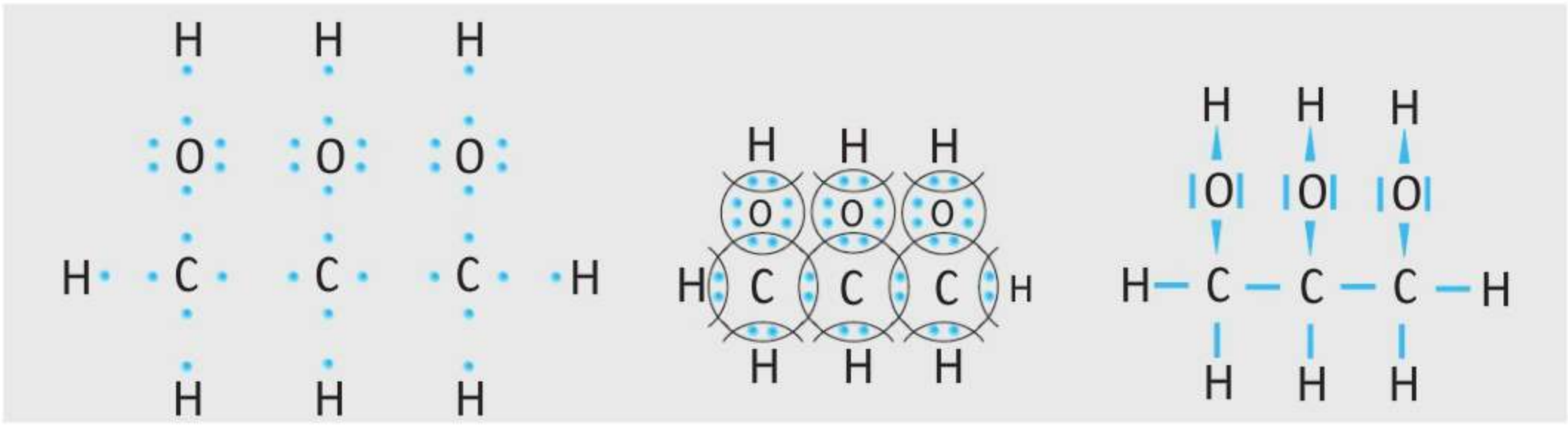


▲ Wzór strukturalny i model glicerolu

Glicerol o wzorze $C_3H_5(OH)_3$ jest pochodną propanu. Jego nazwa systematyczna to propano-1,2,3-triol. Cyfry 1, 2 i 3 wskazują na to, iż grupy hydroksylowe są przyłączone do trzech kolejnych atomów węgla. Zakończenie nazwy -triol oznacza trzy grupy hydroksylowe.

Jakie właściwości ma glicerol?

Na właściwości związków chemicznych mają wpływ występujące w nich wiązania chemiczne.

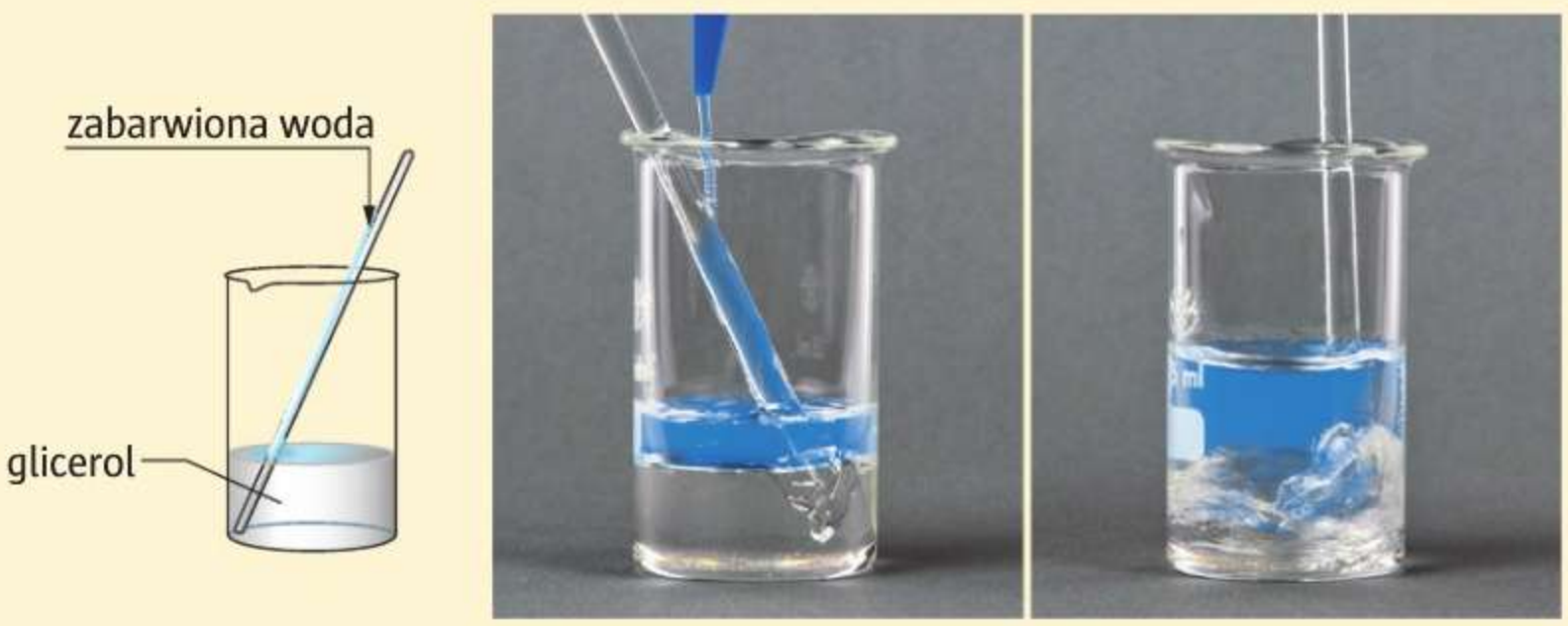


▲ Schemat tworzenia wiązań chemicznych w cząsteczce glicerolu

Obecność wiązań kowalencyjnych silnie spolaryzowanych oraz niewielka liczba atomów węgla w cząsteczce wskazuje na dobrą rozpuszczalność glicerolu w wodzie. Sprawdźmy to doświadczalnie.

Doświadczenie 9.3.1
Badanie właściwości glicerolu

Na skrawku bibuły umieść kroplę glicerolu, a obok – kroplę wody. Obserwuj powstałe plamy. Do małej zlewki, do 1/3 jej wysokości, wlej glicerol. Określ jego właściwości fizyczne (stan skupienia, barwę, zapach). Następnie delikatnie dolej do zlewki tyle samo wody zabarwionej atramentem. Obejrzyj mieszaninę i zamieszaj pręcikiem szklanym. Za pomocą uniwersalnego papierka wskaźnikowego sprawdź odczyn.



Obserwacje: Po pewnym czasie plama z wody wysycha, a z glicerolu pozostaje. Delikatnie wlewana zabarwiona woda unosi się nad bezbarwną warstwą glicerolu. Po wymieszaniu powstaje roztwór barwy niebieskiej. Papierek uniwersalny zanurzony w roztworze nie zmienia zabarwienia.

Wnioski: Glicerol to bezbarwna ciecz bez zapachu. Gęstość glicerolu jest większa od gęstości wody. Glicerol bardzo dobrze rozpuszcza się w wodzie: tworzy mieszaninę jednorodną – roztwór właściwy. Odczyn wodnego roztworu glicerolu jest obojętny.



Doświadczenie 9.3.2
Badanie palności glicerolu



Do parownicy nalewamy ok. 2 cm^3 glicerolu. Zapalonym łuczywem wykonujemy próby jego zapalenia w temperaturze pokojowej i po podgrzaniu.

Obserwacje: Glicerol zapala się dopiero po ogrzaniu i pali się jasnożółtym płomieniem.

Wnioski: Glicerol jest palny, ale jego temperatura zapłonu jest wyższa od temperatury zapłonu etanolu. Spala się całkowicie:

$$2\ C_3H_5(OH)_3 + 7\ O_2 \longrightarrow 6\ CO_2 + 8\ H_2O$$

Właściwości fizyczne glicerolu:
- bezbarwna ciecz,
- rozpuszczalny w wodzie,
- higroskopijny,
- gęstość większa od gęstości wody.

Właściwości chemiczne glicerolu:
- słodki smak,
- odczyn obojętny,
- palny.

Gdzie w praktyce znalazł zastosowanie glicerol?

ZASTOSOWANIE GLICEROLU



KOSMETOLOGIA

Glicerol to bardzo dobry rozpuszczalnik tłuszczów, dlatego stosuje się go do produkcji różnorodnych kosmetyków: kremów, pomadek, mydeł i balsamów.



PRZEMYSŁ SPOŻYWCZY

Ze względu na słodki smak i dużą lepkość glicerol jest wykorzystywany w przemyśle spożywczym do poprawienia walorów smakowych różnego rodzaju likierów. Dodaje się go również do wyrobów cukierniczych.



PRZEMYSŁ PIROTECHNICZNY

Pochodząca od glicerolu nitrogliceryna jest używana jako silny środek wybuchowy, główny składnik dynamitu.



GARBARSTWO

Ze względu na właściwości higroskopijne glicerol stosuje się w garbarstwie do zabezpieczania skór przed wysychaniem.



PRZEMYSŁ FARMACEUTYCZNY

Ze względu na słodki smak i konsystencję glicerol jest dodawany do syropów przeciwkaszlowych. Nitrogliceryny używa się jako lekarstwa dla osób cierpiących na chorobę wieńcową serca.



PRZEMYSŁ WŁÓKIENNICZY I W POLIGRAFII

Glicerol jest składnikiem farb.



Ciekawostka

Glicerol, podobnie jak glikol, obniża temperaturę krzepnięcia. Owadem, który dzięki obecności glicerolu w płynach ustrojowych może przetrwać nawet w temperaturze −60°C, jest żyjąca na Alasce galasówka wierzbowa. W okresie zimowym około 50% masy jej ciała stanowi glicerol.

◄ Galasówka



Glikol etylenowy jest stosowany do produkcji żywic, tworzyw sztucznych, włókien syntetycznych, a także plastyfikatorów, które zwiększają elastyczność materiałów. Jest jednym z surowców do otrzymywania tworzywa o nazwie PET, z którego wykonuje się powszechnie stosowane butelki.

◄ Butelki z tworzywa PET

Podsumowanie

1. Glikol i glicerol to **alkohole polihydroksylowe**.
2. **Glikol etylenowy** jest substancją toksyczną, używaną do produkcji płynu do urządzeń chłodniczych.
3. **Glicerol (gliceryna)** jest cieczą bezbarwną, higroskopijną, o gęstości większej od gęstości wody, bardzo dobrze rozpuszczalną w wodzie.
4. Glicerol ma szerokie zastosowanie.

Sprawdź, czy wiesz i rozumiesz

1. Czym różni się glikol etylenowy od glicerolu?
2. Ile cząsteczek tlenu potrzeba do spalenia niecałkowitego czterech cząsteczek glicerolu, jeżeli produktem spalania będzie sadza?
3. W jaki sposób właściwości fizyczne glicerolu wpływają na jego zastosowanie?

Dowiedz się więcej

W dostępnych źródłach poszukaj informacji na temat:

a) mannitolu, porównaj go z glicerolem,

b) zatruć glikolem.

9.4

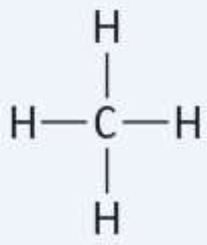
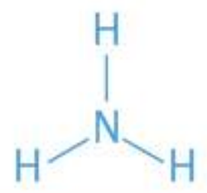
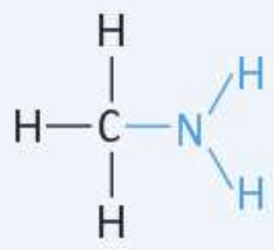
Metyloamina – związek pochodzący od amoniaku i metanu

Ryby często mają nieprzyjemny zapach, ponieważ wydzielają aminy, a zwłaszcza – metyloaminę. Czy wiedza chemiczna może pomóc w neutralizowaniu nieprzyjemnego zapachu ryb?

Jak jest zbudowana cząsteczka metyloaminy?

Aminy to grupa związków chemicznych zbudowanych z atomów węgla, wodoru i azotu. Najprostszą aminą jest **metyloamina** o wzorze CH_3NH_2, nazywana również metanoaminą, gdyż pochodzi od metanu i amoniaku.

Porównanie budowy metanu, amoniaku i metyloaminy

Nazwa	Model	Wzór strukturalny
metan		
amoniak		
metyloamina		

Aminy

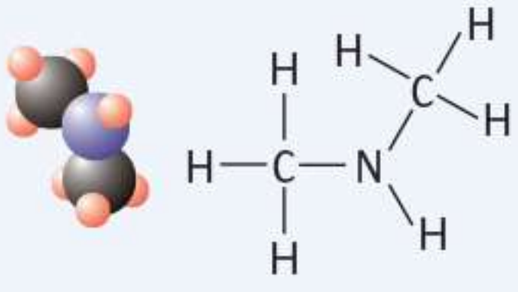
RNH_2

-R – grupa węglowodorowa

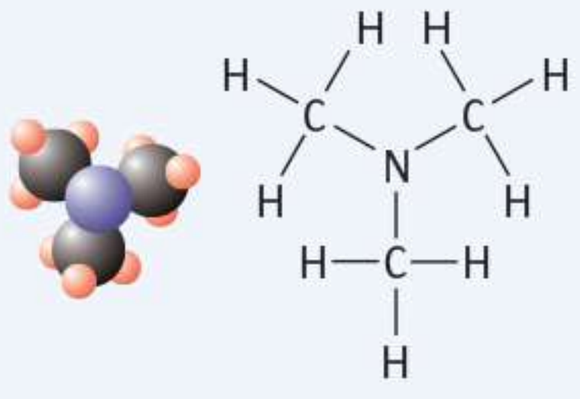
$-NH_2$ – grupa aminowa, grupa funkcyjna amin

Ciekawostka

W cząsteczce amoniaku kolejne atomy wodoru mogą być zastępowane przez różne grupy węglowodorowe – stąd aminy o mniej lub bardziej złożonej budowie.



dimetyloamina

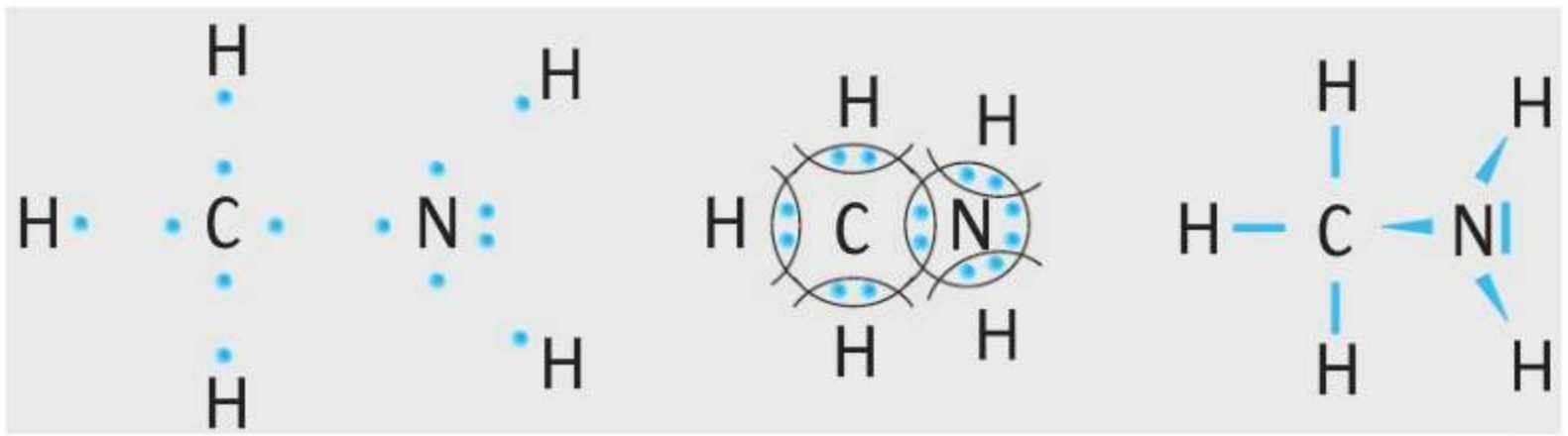


trimetyloamina

► Modele i wzory strukturalne amin

Jakie właściwości ma metyloamina?

Wpływ na właściwości metyloaminy ma budowa jej cząsteczki, a właściwie – wiązania chemiczne w niej występujące.



▲ Schemat tworzenia wiązań chemicznych w cząsteczce metyloaminy

Budowa cząsteczki metyloaminy wskazuje, że może ona mieć pewne właściwości podobne do węglowodorów (np. palność) oraz do amoniaku (np. rozpuszczalność w wodzie). Wiązania kowalencyjne spolaryzowane między atomem azotu a atomami wodoru wskazują na dobrą rozpuszczalność w wodzie tego związku.



Właściwości fizyczne metyloaminy:

- bezbarwny gaz;
- bardzo dobrze rozpuszczalny w wodzie.

Właściwości chemiczne metyloaminy:

- charakterystyczny, nieprzyjemny zapach;
- odczyn zasadowy;
- toksyczna (trująca);
- niebezpieczna dla skóry i oczu;
- palna.

Produktami spalania metyloaminy są tlenek węgla(IV), para wodna i azot:

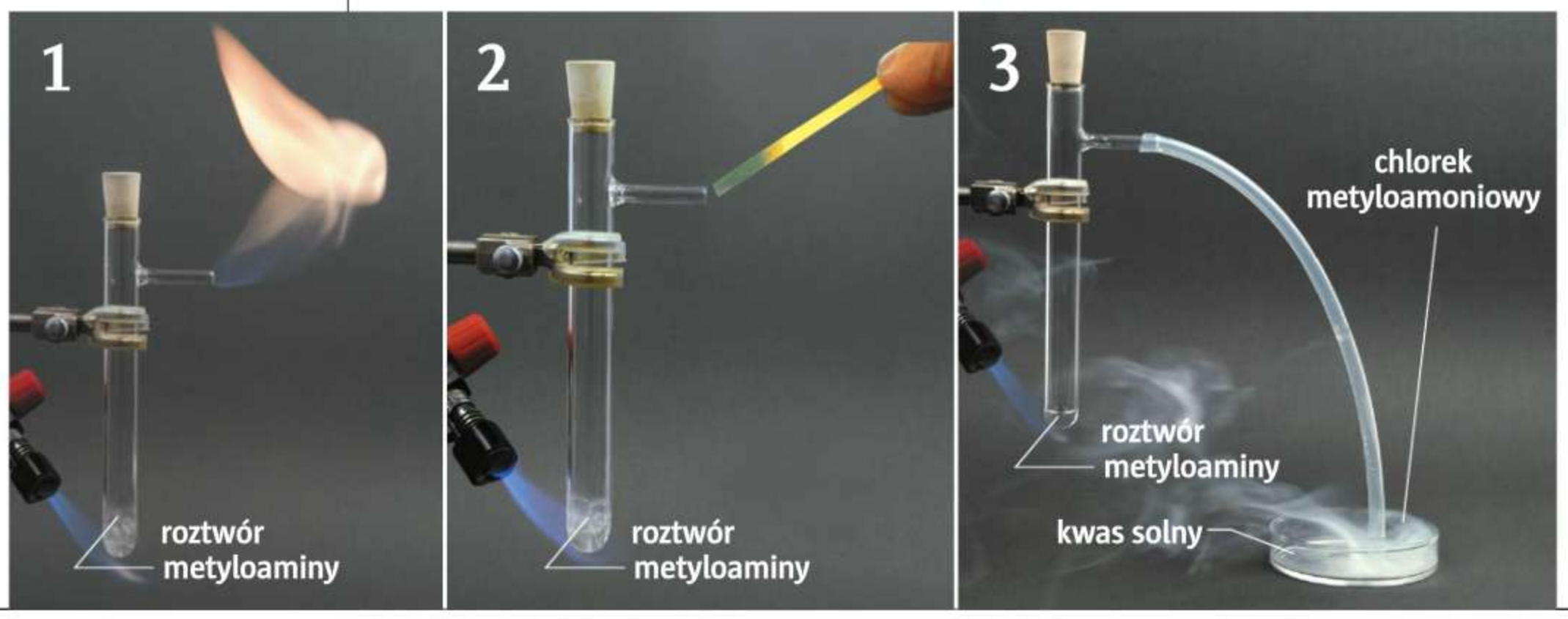
$$4\,CH_3NH_2 + 9\,O_2 \longrightarrow 4\,CO_2 + 10\,H_2O + 2\,N_2$$

Metyloamina podobnie jak amoniak reaguje z kwasem solnym zgodnie z równaniem reakcji:

$$CH_3NH_2 + HCl \longrightarrow CH_3NH_3Cl$$

Produktem tej reakcji jest chlorek metyloamoniowy – biały dym na zdjęciu.

▼ Badanie właściwości metyloaminy; 1 – palność, 2 – zasadowy odczyn, 3 – otrzymywanie chlorku metyloamoniowego



Ciekawostka

Aminy, podobnie jak amoniak, mają zasadowy charakter, dlatego też bez problemu tworzą z kwasami sole. Ich sole nie są lotne. W przeciwieństwie do samych amin nie mają zapachu. Dlatego istnieje kulinarny zwyczaj serwowania dań rybnych z cytryną lub z jej sokiem. Kwas cytrynowy pozwala zniwelować przykrą woń amin wydzielanych przez ryby.

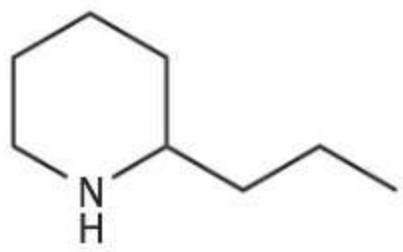


▶ Ryby podawane z cytryną

Gdzie w przyrodzie występują aminy?

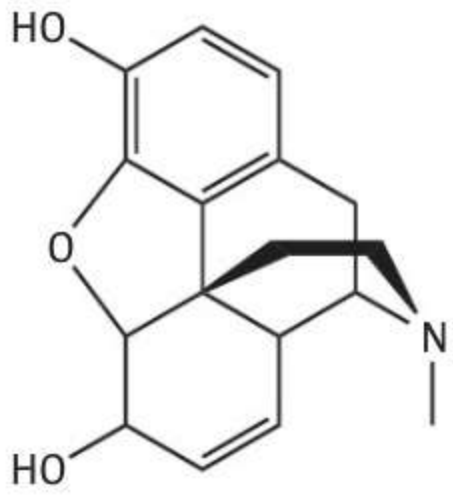
Aminy i amoniak powstają w procesach gnilnych białek wchodzących w skład organizmów ludzkich i zwierzęcych. Pochodna butanu (1,4-diaminobutan – putrescyna) oraz pochodna pentanu (1,5-diaminopentan – kadaweryna) są tzw. jadami trupimi.

Wiele amin to związki trujące o działaniu żrącym lub parzącym w kontakcie ze skórą. W roślinie o nazwie szczwół plamisty występuje jedna z prostych amin – **koniina**. Wywar ze szczwołu jest silnie toksyczny.



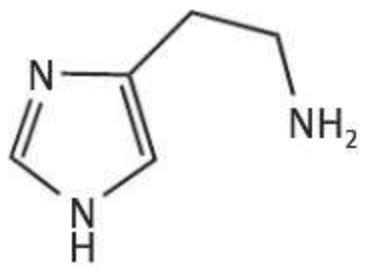
koniina

Rośliny są źródłem pochodnych amin o charakterze zasadowym i skomplikowanej budowie, z których część jest wykorzystywana w medycynie. Morfina zawarta w maku lekarskim to jeden z najsilniejszych leków przeciwbólowych, zażywany przez osoby cierpiące na choroby nowotworowe. Syntetyczna substancja wywodząca się od morfiny – **kodeina** – jest lekiem przeciwkaszlowym.



morfina

Obrzęk i stan zapalny po ukąszeniu owada lub poparzeniu się pokrzywą są spowodowane wyzwoleniem przez organizm aminy o nazwie **histamina**. Jest ona również związana z niektórymi procesami alergicznymi.



histamina



▲ Szczwół plamisty



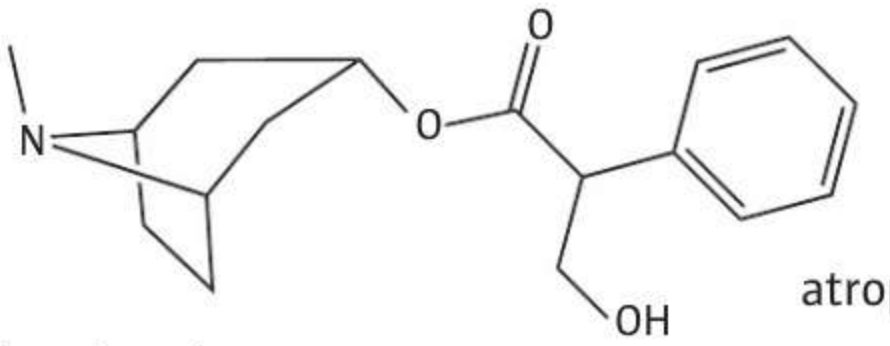
▲ Mak lekarski



▲ Łodyga pokrzywy, po dotknięciu wywołująca wydzielanie histaminy



Atropina, która występuje w roślinie określanej jako pokrzyk wilcza jagoda (jej owoce są czasem mylone z jadalnymi jagodami), jest wykorzystywana w okulistyce, ma właściwości rozkurczające i odtruwające, jest stosowana w razie zatruć niektórymi środkami ochrony roślin.



atropina

◄ Pokrzyk wilcza jagoda



Ciekawostka

W 1974 roku w skórze żaby trującej z Ekwadoru (*Epipedobates tricolor*) odkryto silną substancję przeciwbólową (200 razy mocniejszą od morfiny); jest nią amina – **epibatydyna**. Niestety jest ona zbyt toksyczna dla ludzi, dlatego poszukuje się analogów, które mogłyby mieć zastosowanie w medycynie.

◄ Drzewołaz trójbarwny

Podsumowanie

1. **Aminy** są pochodnymi węglowodorów i amoniaku.
2. Najprostsza amina to **metyloamina** – palny gaz o nieprzyjemnym zapachu.
3. Metyloamina ma właściwości podobne do właściwości amoniaku.
4. Aminy to najczęściej substancje szkodliwe, a nawet – trujące.
5. Niektóre aminy pełnią ważne funkcje biologiczne i są stosowane jako leki.

Sprawdź, czy wiesz i rozumiesz

1. Zapisz wzór sumaryczny metyloaminy, a następnie oblicz jej masę cząsteczkową.
2. Porównaj właściwości amoniaku, metanu i metyloaminy.
3. Oblicz stężenie procentowe roztworu wodnego metyloaminy otrzymanego w wyniku rozpuszczenia 0,2 g tego związku w 50 g wody.

Dowiedz się więcej

W dostępnych źródłach poszukaj informacji na temat:

a) skutków zażywania amfetaminy,

b) rzędowości amin.

9.5 Kwasy karboksylowe

Za kwaśny smak octu oraz źle przechowywanego wina odpowiada kwas octowy. Czy alkohol etylowy może przeobrazić się w kwas?

Jak są zbudowane kwasy organiczne?

Kwasy organiczne to pochodne węglowodorów, w których jeden lub kilka atomów wodoru zastąpiła grupa funkcyjna o wzorze -COOH, zwana **grupą karboksylową**. Te związki są nazywane również kwasami karboksylowymi.

Kwasy, które są pochodnymi alkanów i zawierają w cząsteczkach jedną grupę karboksylową, opisuje wzór ogólny: $C_nH_{2n+1}COOH$. Są to kwasy monokarboksylowe

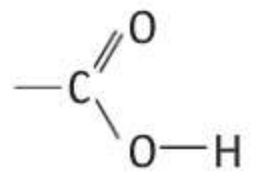
Wzór ogólny kwasów zawierających jedną grupę karboksylową można też zapisać jako RCOOH, gdzie R oznacza grupę węglowodorową pochodzącą od węglowodoru nasyconego lub nienasyconego.

Kwasy karboksylowe

RCOOH

-R – grupa węglowodorowa

-COOH – grupa karboksylowa, grupa funkcyjna kwasów

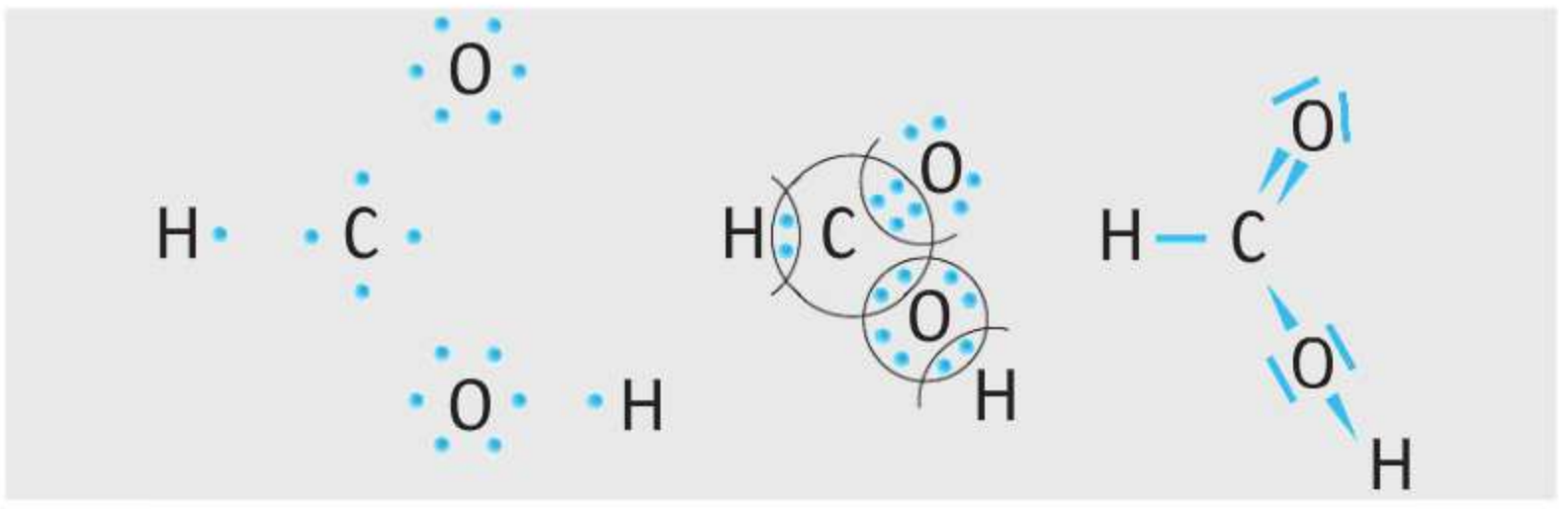


▲ Wzór strukturalny grupy karboksylowej

Jak tworzy się nazwy kwasów karboksylowych?

Systematyczne nazwy nasyconych kwasów karboksylowych pochodzą od nazw odpowiednich alkanów, np. kwas zawierający w cząsteczce jeden atom węgla to kwas metanowy, a kwas o czterech atomach węgla w cząsteczce to kwas butanowy.

W pierwszym z kwasów, **kwasie metanowym** o wzorze **HCOOH**, grupa karboksylowa nie jest połączona z grupą węglowodorową, tylko – z atomem wodoru.

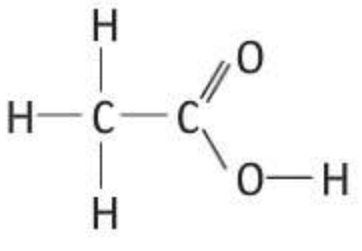


▲ Schemat tworzenia wiązań chemicznych w cząsteczce kwasu metanowego



▲ Model cząsteczki kwasu metanowego

Kwas, którego cząsteczka zawiera, tak jak cząsteczka etanu, dwa atomy węgla, to **kwas etanowy** o wzorze **CH_3COOH**.





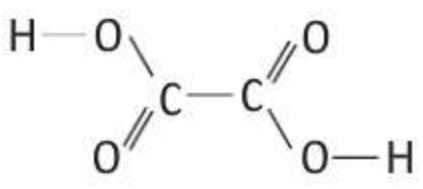
◀ Wzór strukturalny i model cząsteczki kwasu etanowego



Ciekawostka

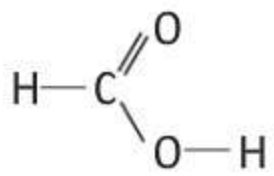
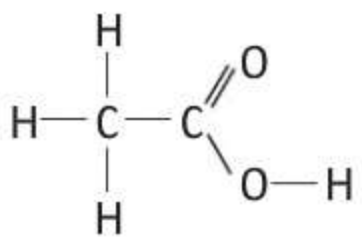
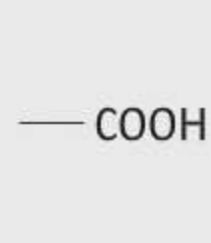
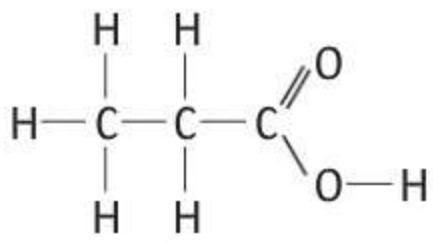
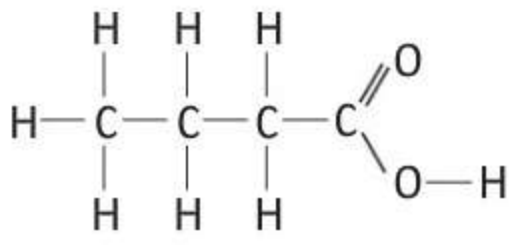
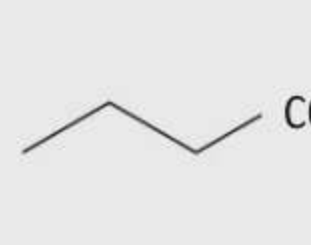
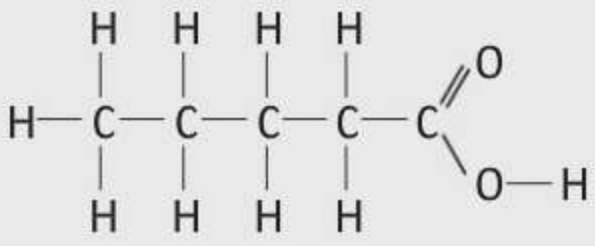
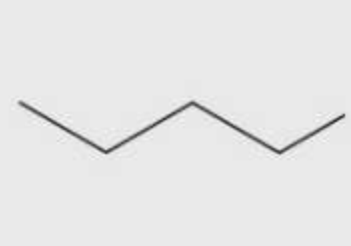
Kwas szczawiowy ma w cząsteczce dwie grupy karboksylowe. Jego sole potasowe, wapniowe i magnezowe znajdują się w wielu roślinach. Jest on obecny w szczawiu, rabarbarze, w liściach buraka, szpinaku, w niektórych trawach, glonach, porostach i grzybach.

◀ Szpinak



kwas szczawiowy

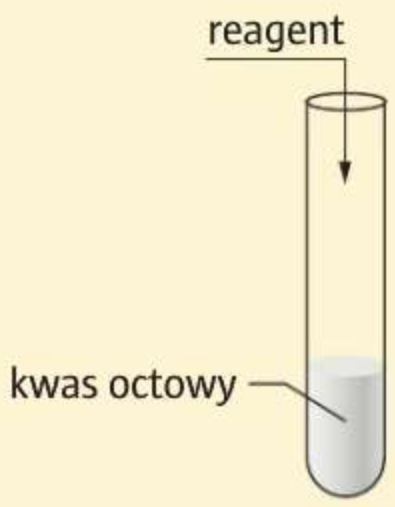
Dla kwasów karboksylowych często stosuje się nazwy zwyczajowe związane z ich pochodzeniem lub z właściwościami. Wspomniany kwas metanowy, który jest składnikiem jadu mrówek, nazywa się kwasem mrówkowym, a kwas butanowy, który jest składnikiem zjełczałego masła, to kwas masłowy.

Wzór		
strukturalny	**półstrukturalny (grupowy)**	**szkieletowy**
kwas metanowy (mrówkowy) HCOOH		
	$H-COOH$	–
kwas etanowy (octowy) CH_3COOH		
	CH_3-COOH	
kwas propanowy (propionowy) C_2H_5COOH		
	CH_3-CH_2-COOH	
kwas butanowy (masłowy) C_3H_7COOH		
	$CH_3-CH_2-CH_2-COOH$	
kwas pentanowy (walerianowy) C_4H_9COOH		
	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-COOH$	

Jakie właściwości ma kwas octowy?

Kwasy mrówkowy i octowy mają podobne właściwości do właściwości kwasów nieorganicznych. Im więcej atomów węgla jest zawartych w cząsteczce kwasu, tym większy wpływ na jego właściwości ma grupa węglowodorowa i tym słabsze są właściwości kwasowe. Grupa węglowodorowa sprawia, że kwasy są palne, a grupa karboksylowa nadaje im właściwości kwasowe. Sprawdźmy, czy kwas octowy ma podobne właściwości do właściwości poznanych kwasów nieorganicznych.

Doświadczenie 9.5.1
Badanie właściwości kwasu octowego



1. Na szkiełko zegarkowe nalej około 1 cm^3 octu. Za pomocą uniwersalnego papierka wskaźnikowego zbadaj odczyn roztworu.
2. Do probówki wlej około 1 cm^3 octu i dodaj mały kawałek wstążki magnezowej. Dotknij dłonią dna probówki. Do wylotu probówki ostrożnie zbliż zapalone łuczywo.
3. Do probówki wlej około 1 cm^3 octu i wsyp niewielką ilość tlenku miedzi(II). Probówkę ogrzewaj w płomieniu palnika.
4. Do probówki wlej około 1 cm^3 octu i dodaj 2 krople oranżu metylowego, a następnie dodawaj kropla po kropli zasadę sodową aż do zaobserwowania zmian.



Obserwacje:

1. Uniwersalny papierek wskaźnikowy barwi się na delikatny pomarańczowoczerwony kolor.
2. Magnez znika w kwasie octowym, a zawartość probówki się pieni. Wydzielający się bezbarwny gaz zapala się od płonącego łuczywa z charakterystycznym trzaskiem. Probówka staje się gorąca.
3. W wyniku ogrzewania mieszaniny czarnego tlenku miedzi(II) i kwasu octowego powstaje roztwór o niebieskiej barwie.
4. Oranż metylowy w roztworze kwasu barwi się na kolor czerwony, a po dodaniu zasady zmienia barwę na żółtą.

Wniosek: Właściwości kwasu octowego są podobne do właściwości kwasów nieorganicznych: odczyn kwasowy, reagowanie z metalami, tlenkami metali i z zasadami.



◀ Lodowaty kwas octowy

Ciekawostka

Bezwodny kwas octowy jest nazywany **kwasem lodowatym**. W temperaturze poniżej 17°C ma stały stan skupienia i wygląda jak lód.

Właściwości kwasu octowego badane w doświadczeniu 9.5.1:

1. Kwas octowy jest słabym elektrolitem, pod wpływem wody dysocjuje zgodnie z zapisem:

$$CH_3COOH \xrightleftharpoons{H_2O} CH_3COO^- + H^+$$

   Oprócz kationów wodoru w roztworze są obecne aniony octanowe (etanianowe) CH_3COO^-.

2. W reakcji kwasu octowego z magnezem powstają sól, octan (etanian) magnezu i wydziela się wodór:

$$2\,CH_3COOH + Mg \longrightarrow (CH_3COO)_2Mg + H_2\uparrow$$

   Reakcja magnezu z kwasem octowym jest egzotermiczna.

3. Tlenek miedzi(II) roztwarza się w kwasie octowym. Produktem reakcji jest rozpuszczalny w wodzie octan (etanian) miedzi(II), zgodnie z równaniem:

$$2\,CH_3COOH + CuO \longrightarrow (CH_3COO)_2Cu + H_2O$$

4. Kwas octowy reaguje z zasadą sodową. W tej reakcji powstaje sól – octan (etanian) sodu. Reakcję kwasu octowego z zasadą sodową przedstawia równanie:

$$CH_3COOH + NaOH \longrightarrow CH_3COONa + H_2O$$

▼ Spalanie lodowatego kwasu octowego



Lodowaty kwas octowy po doprowadzeniu do wrzenia się zapala. Pali się żółtym płomieniem, zgodnie z równaniem reakcji:

$$CH_3COOH + 2\,O_2 \longrightarrow 2\,CO_2 + 2\,H_2O$$

Właściwości fizyczne kwasu octowego:

- bezbarwna, lotna ciecz;
- dobrze rozpuszczalny w wodzie;
- jego wodny roztwór przewodzi prąd elektryczny.

Właściwości chemiczne kwasu octowego:

- charakterystyczny ostry zapach i kwaśny smak;
- dysocjuje;
- odczyn kwasowy;
- reaguje z metalami, tlenkami metali i zasadami z utworzeniem soli;
- palny.

WYSTĘPOWANIE I ZASTOSOWANIE KWASÓW KARBOKSYLOWYCH



KWAS MRÓWKOWY (METANOWY)

- występuje w jadzie mrówek i liściach pokrzywy,
- jest składnikiem preparatów grzybobójczych,
- jest stosowany w przemyśle chemicznym w reakcjach syntezy



KWAS OCTOWY (ETANOWY)

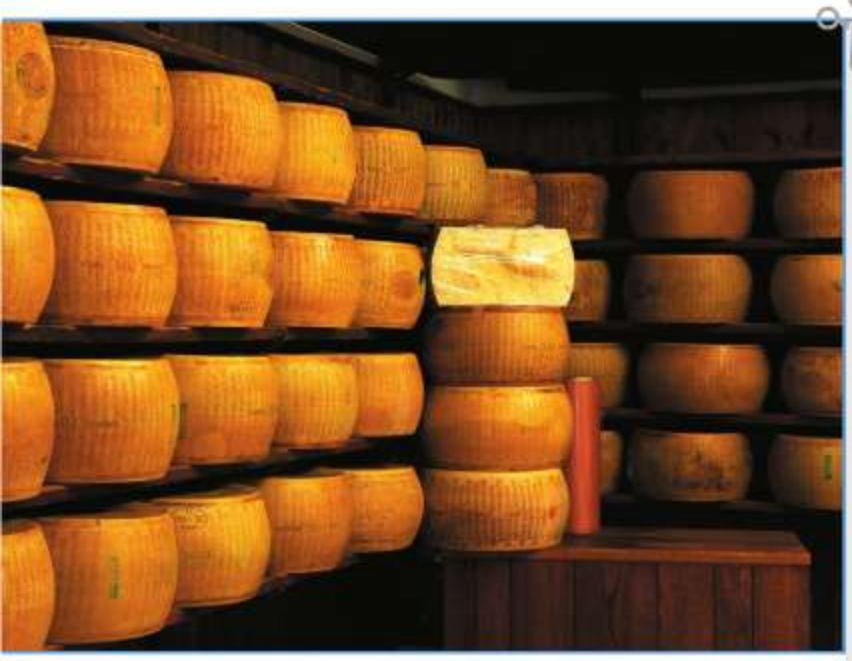
jest stosowany:

- w kuchni do zakwaszania potraw,
- w przemyśle spożywczym jako regulator kwasowości,
- do produkcji leków, np. przeciwzapalnej aspiryny, a także środka dezynfekującego i łagodzącego stany zapalane i obrzęki,
- w przemyśle chemicznym do produkcji niektórych tworzyw sztucznych i jako rozpuszczalnik



KWAS PROPIONOWY (PROPANOWY)

- powstaje w trakcie produkcji serów, nadaje im charakterystyczny zapach,
- występuje w mleku,
- hamuje rozwój pleśni i niektórych bakterii,
- jest stosowany jako środek konserwujący i przeciwpleśniowy,
- jest dodawany do chleba paczkowanego oraz do pasz zwierzęcych



KWAS MASŁOWY (BUTANOWY)

- powstaje w procesie jełczenia masła i w trakcie produkcji serów,
- występuje w układzie pokarmowym i zapewnia odpowiednią florę bakteryjną niezbędną do prawidłowego funkcjonowania organizmu,
- jest stosowany w przemyśle spożywczym i perfumeryjnym



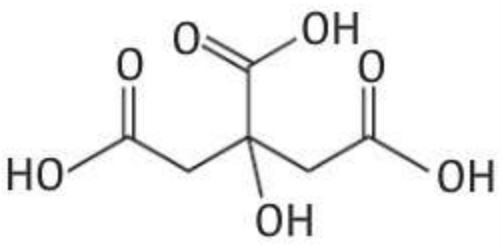
KWAS WALERIANOWY (PENTANOWY)

- występuje w korzeniach roślin, np. kozłka lekarskiego,
- jest stosowany w przemyśle farmaceutycznym (jako środek uspokajający), perfumeryjnym i kosmetycznym



KWAS CYTRYNOWY

- występuje w owocach cytrusowych, porzeczkach, agreście,
- jest stosowany w gospodarstwie domowym (kwasek cytrynowy), do zakwaszania potraw, czyszczenia metali i stali, odkamieniania czajników, ekspresów do kawy i żelazek,
- jest stosowany w przemyśle farmaceutycznym i spożywczym



kwas cytrynowy

Kwas cytrynowy, podobnie jak kwas szczawiowy, należy do kwasów zawierających więcej niż jedną grupę karboksylową (kwasów polikarboksylowych).

Ciekawostka

Właściwości konserwujące kwasu octowego były znane w starożytności. W domowych warunkach można go otrzymać z owoców, np. z jabłek. W wyniku ich fermentacji alkoholowej najpierw powstaje alkohol, który pod wpływem tlenu zawartego w powietrzu kwaśnieje, czyli ulega fermentacji octowej.

$$C_2H_5OH + O_2 \xrightarrow{\text{enzymy}} CH_3COOH + H_2O$$

Z tego powodu piwo i wino przechowywane w niewłaściwych warunkach kwaśnieją.



▲ Ocet winny

Podsumowanie

1. Grupą funkcyjną kwasów organicznych jest **grupa karboksylowa** o wzorze -COOH.
2. **Ogólny wzór kwasów**, które pochodzą od alkanów i zawierają jedną grupę karboksylową, to $C_nH_{2n+1}COOH$.
3. Najprostsze kwasy organiczne to **kwas mrówkowy** o wzorze HCOOH oraz **kwas octowy** o wzorze CH_3COOH. Ich właściwości są podobne do właściwości kwasów nieorganicznych.
4. Kwas mrówkowy i kwas octowy, podobnie jak wiele związków organicznych, są palne.

Sprawdź, czy wiesz i rozumiesz

1. Podaj wzory kwasów, których cząsteczki utworzone z prostych łańcuchów węglowych zawierają
   a) 5 atomów węgla,
   b) 8 atomów wodoru.
2. Zaprojektuj doświadczenie pozwalające na odróżnianie wodnych roztworów etanolu, etyloaminy i kwasu etanowego.
3. Zapisz w zeszycie równanie dysocjacji kwasu mrówkowego, podaj nazwy powstałych jonów.
4. Napisz w zeszycie równania reakcji kwasu mrówkowego z magnezem, tlenkiem wapnia i zasadą sodową. Podaj nazwy produktów.

Dowiedz się więcej

W dostępnych źródłach poszukaj informacji na temat:

a) kwasu mlekowego, budowy jego cząsteczki, właściwości i zastosowania;

b) składu typowych środków przeciwbólowych.

9.6

Wyższe kwasy karboksylowe

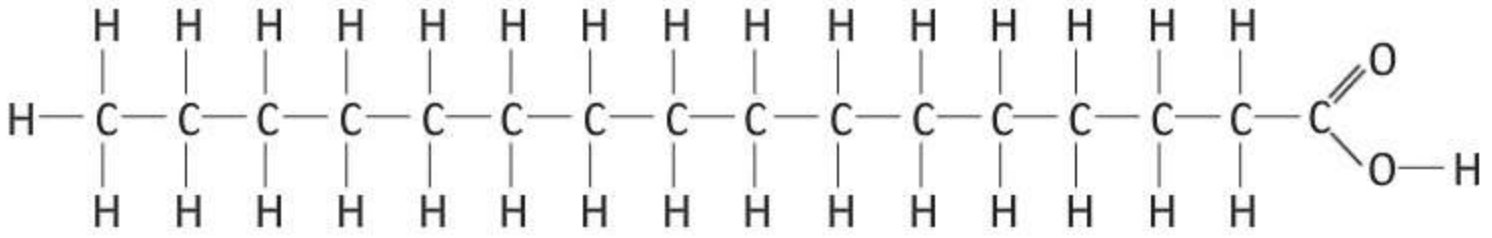
Nie wszystkie związki nazywane kwasami tworzą roztwór wodny o odczynie kwasowym. Wśród nich można znaleźć substancje stałe, nierozpuszczalne w wodzie. Co wspólnego mają kwasy karboksylowe z mydłami?

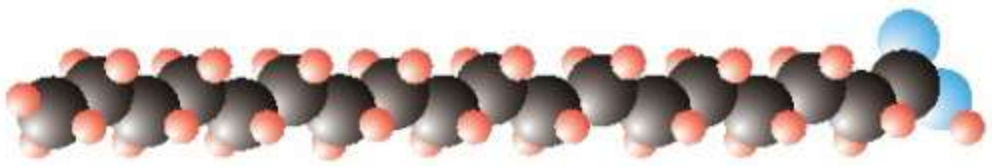
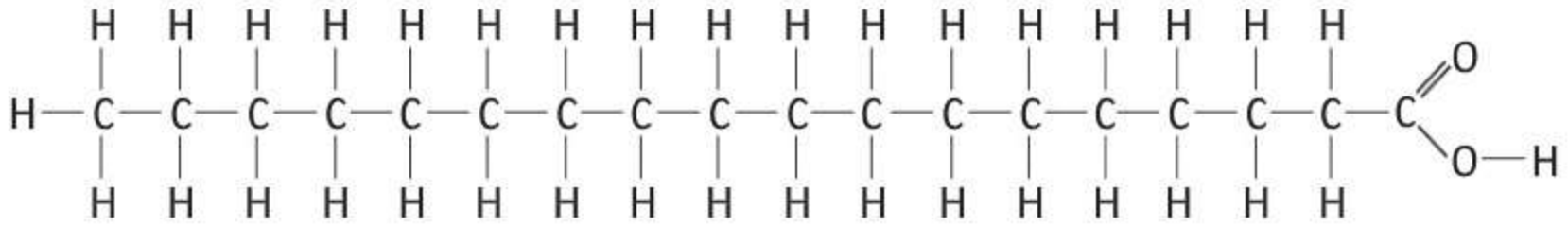
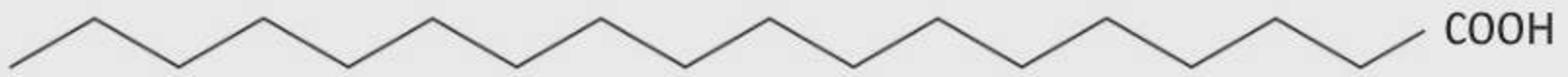
Które kwasy nazywamy wyższymi?

Kwasy poznane w poprzednim paragrafie (mrówkowy, octowy, propionowy) należą do tzw. **niższych kwasów karboksylowych** zwanych też **krótkołańcuchowymi**. Ich cząsteczki zawierają kilka atomów węgla. Istnieją także kwasy mające w cząsteczce dużo więcej atomów węgla. Z powodu długiego łańcucha węglowego nazywa się je **wyższymi kwasami karboksylowymi** lub **kwasami tłuszczowymi**. Druga nazwa jest związana z ich obecnością w produktach rozkładu tłuszczów. Szczególne znaczenie mają kwasy, w których cząsteczkach znajduje się od 10 do 20 atomów węgla i ta liczba jest parzysta. Najważniejsze to kwasy: palmitynowy, stearynowy i oleinowy.

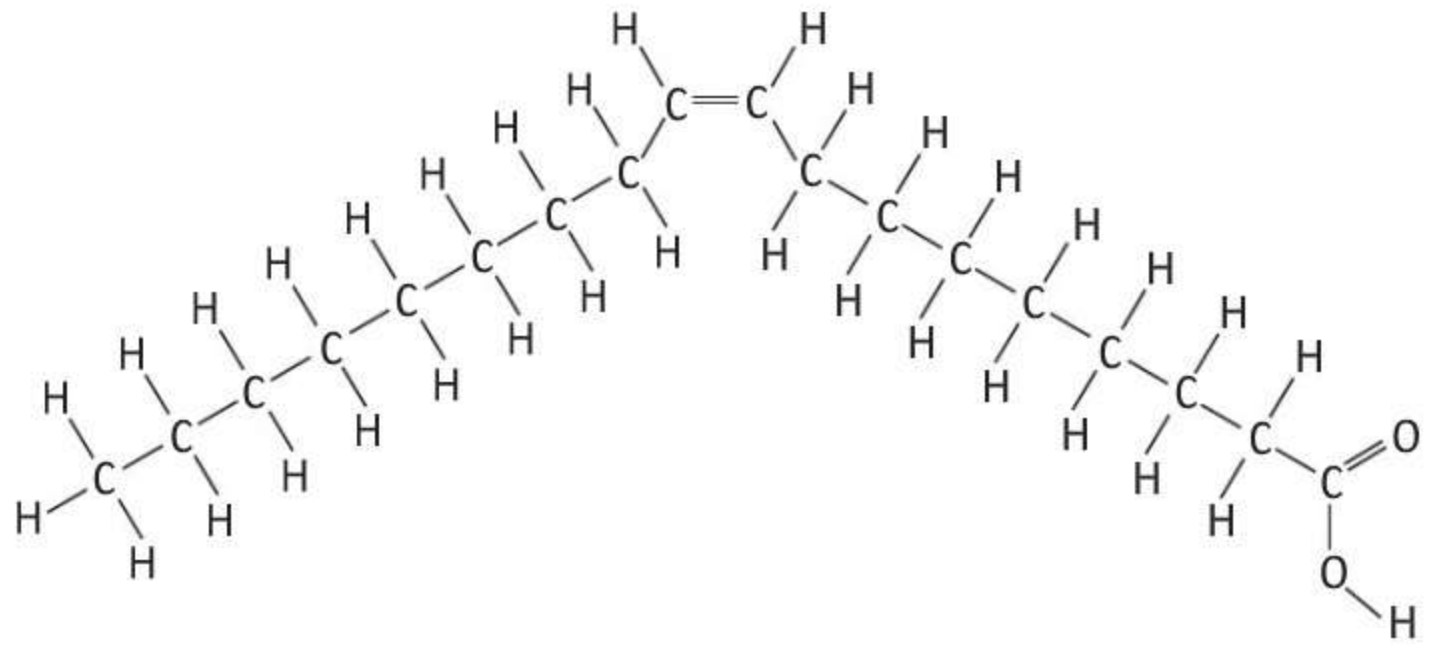
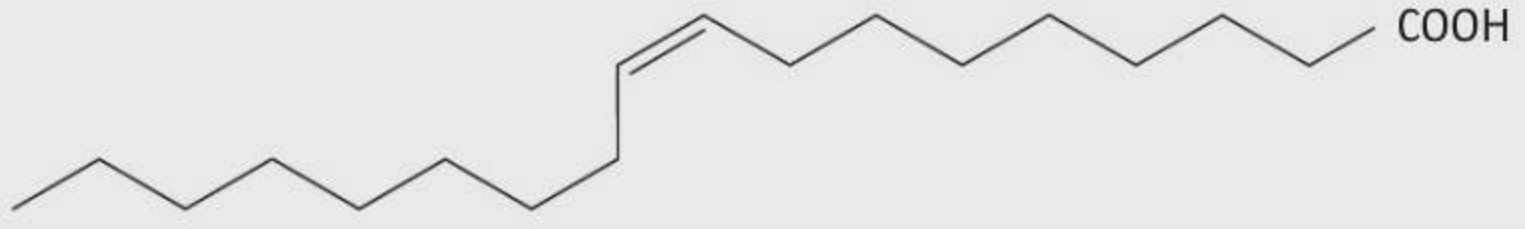
Kwasy palmitynowy i stearynowy to kwasy nasycone, w ich cząsteczkach wszystkie wiązania między atomami węgla są pojedyncze. Ich wzory spełniają następującą zależność $C_nH_{2n+1}COOH$.

Wyższe kwasy karboksylowe są nazywane również **kwasami długołańcuchowymi**.

Kwas heksadekanowy (palmitynowy) – $C_{15}H_{31}COOH$	
Model	
Wzór strukturalny	
Wzór szkieletowy	
Wzór półstrukturalny (grupowy)	$CH_3—(CH_2)_{14}—COOH$

Kwas oktadekanowy (stearynowy) – $C_{17}H_{35}COOH$	
Model	
Wzór strukturalny	
Wzór szkieletowy	
Wzór półstruktu-ralny (grupowy)	$CH_3—(CH_2)_{16}—COOH$

Kwas oleinowy jest kwasem nienasyconym, pochodzącym od alkenu. W cząsteczce ma jedno wiązanie podwójne, które znajduje się między 9. a 10. atomem węgla. Jego wzór spełnia zależność: $C_nH_{2n-1}COOH$.

Kwas oktadecenowy (oleinowy) – $C_{17}H_{33}COOH$	
Model	
Wzór strukturalny	
Wzór szkieletowy	
Wzór półstruktu-ralny (grupowy)	$CH_3—(CH_2)_7—CH=CH—(CH_2)_7—COOH$

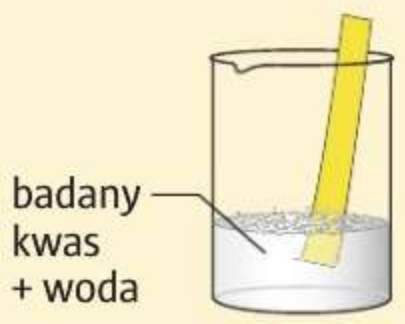
Jakie właściwości mają wyższe kwasy karboksylowe?

Na właściwości wyższych kwasów karboksylowych wpływa obecność w ich cząsteczkach grupy węglowodorowej -R i, w mniejszym stopniu, grupy karboksylowej -COOH, funkcyjnej kwasów.

Doświadczenie 9.6.1

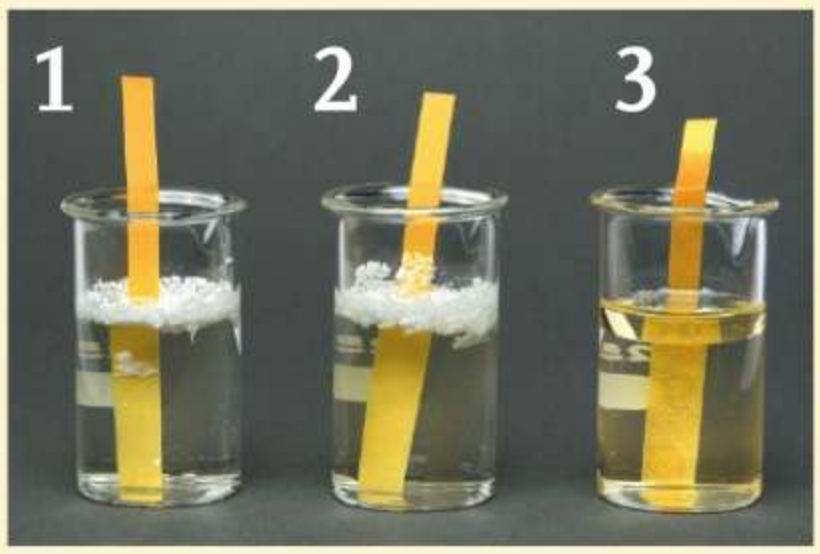
Badanie właściwości kwasów: stearynowego, palmitynowego i oleinowego

W trzech zlewkach umieść kolejno niewielkie ilości kwasów: stearynowego (1), palmitynowego (2) i oleinowego (3). Określ ich stan skupienia, barwę i zapach. Następnie dolej wody i zamieszaj pręcikiem szklanym. W każdej mieszaninie zanurz uniwersalny papierek wskaźnikowy.

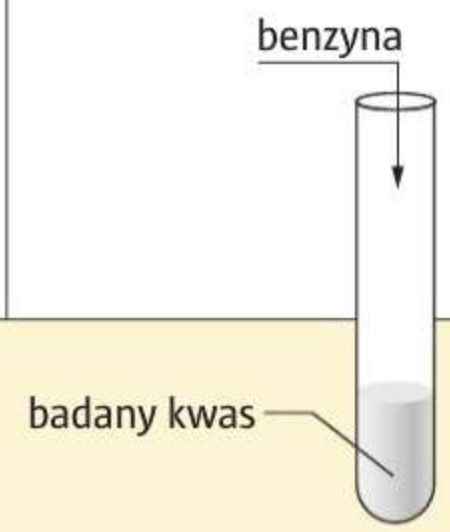


Obserwacje: Kwasy – stearynowy i palmitynowy – są ciałami stałymi o białej barwie i o słabym zapachu. Kwas oleinowy jest oleistą lekko żółtawą cieczą o zapachu starego oleju. Badane kwasy unoszą się na powierzchni wody i nie zmieniają barwy papierka wskaźnikowego.

Wnioski: Kwasy organiczne o długich łańcuchach węglowych mają gęstość mniejszą od gęstości wody i są w niej nierozpuszczalne. Nie ulegają dysocjacji elektrolitycznej.



Kwasy stearynowy $C_{17}H_{35}COOH$ i oleinowy $C_{17}H_{33}COOH$ mają taką samą liczbę atomów węgla w cząsteczce, a różnią się stanem skupienia. Powodem jest wiązanie podwójne w cząsteczce kwasu oleinowego.



Doświadczenie 9.6.2

Badanie rozpuszczalności kwasów: stearynowego, palmitynowego i oleinowego w rozpuszczalniku organicznym

Do trzech probówek dodajemy niewielkie ilości kwasów: stearynowego (1), palmitynowego (2) i oleinowego (3), a następnie po 1 cm^3 benzyny aptecznej. Delikatnie mieszamy. Badanie rozpuszczalności powtarzamy po włożeniu probówek do gorącej wody (odpowiednio 4, 5, 6).



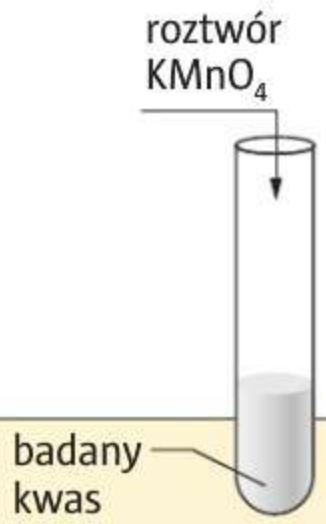
Obserwacje: Kwas oleinowy rozpuszcza się w benzynie na zimno, natomiast kwasy palmitynowy i stearynowy – w podwyższonej temperaturze.

Wniosek: Wyższe kwasy karboksylowe dobrze rozpuszczają się w rozpuszczalnikach organicznych o budowie podobnej do grupy węglowodorowej.

Właściwości fizyczne poznanych wyższych kwasów karboksylowych

Kwas	palmitynowy	stearynowy	oleinowy
Stan skupienia	ciało stałe		ciecz
Gęstość, g/cm³	0,84	0,84	0,89
Temperatura topnienia, °C	62,5	69,3	16,2
Barwa	biała		lekko żółta
Rozpuszczalność w wodzie	brak		
Rozpuszczalność w benzynie	dobra		bardzo dobra

Charakter nienasycony kwasu oleinowego potwierdza próba z roztworem manganianu(VII) potasu.





Doświadczenie 9.6.3

Porównanie zachowania kwasów stearynowego i oleinowego wobec roztworu manganianu(VII) potasu

Do jednej probówki wsyp niewielką ilość kwasu stearynowego (1), a do drugiej wlej około 1 cm³ kwasu oleinowego (2). Do obu probówek dodaj po około 1 cm³ roztworu manganianu(VII) potasu. Wstrząśnij zawartością obu probówek. Porównaj rezultaty prób.

Obserwacje: W probówce z kwasem stearynowym nie zachodzą żadne zmiany. Kwas oleinowy zmienia barwę roztworu manganianu(VII) potasu.

Wniosek: Kwas oleinowy reaguje z manganianem(VII) potasu, co wskazuje na jego nienasycony charakter.



Poznane wyższe kwasy karboksylowe, podobnie jak inne związki organiczne, są palne. Sposób spalania zależy od dostępu tlenu.
Spalanie całkowite:

$$C_{17}H_{35}COOH + 26\ O_2 \rightarrow 18\ CO_2 + 18\ H_2O$$

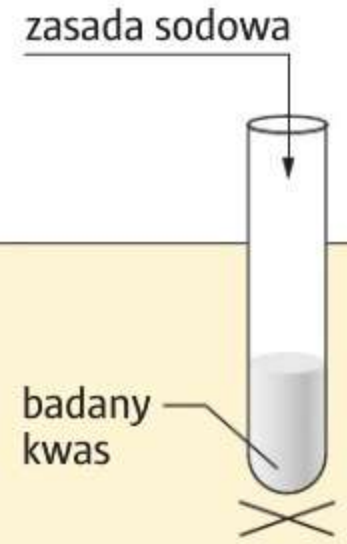
Spalanie niecałkowite:

$$C_{17}H_{35}COOH + 8\ O_2 \rightarrow 18\ C + 18\ H_2O$$

Żółta barwa płomienia obserwowana podczas spalania wyższych kwasów karboksylowych jest związana z dużą procentową zawartością węgla w cząsteczkach.

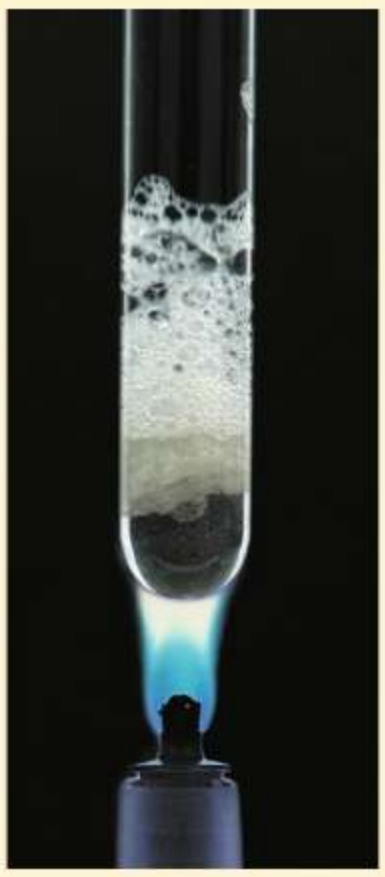
◀ Podgrzany kwas stearynowy topi się i wydziela opary, które zapalają się po zbliżeniu płonącego łuczywa.

Wyższe kwasy karboksylowe nie reagują z metalami i tlenkami metali. Sprawdźmy, czy reagują z zasadami tak jak kwasy niższe i nieorganiczne.



Doświadczenie 9.6.4
Badanie zachowania się wyższych kwasów karboksylowych wobec zasady sodowej

Do probówki wsypujemy niewielką ilość kwasu stearynowego, następnie dodajemy zasady sodowej. Mieszaninę ogrzewamy i lekko wstrząsamy probówką. Obserwujemy zachodzące zmiany. Doświadczenie powtarzamy z kwasami – palmitynowym i oleinowym.



Obserwacje: W wyniku ogrzewania mieszaniny kwasu stearynowego z zasadą sodową kwas najpierw się topi, a następnie bardzo obficie pieni. Po ostudzeniu z roztworu wydzielają się grudkowate produkty, które przypominają mydło. Podobny efekt występuje w przypadku kwasu palmitynowego i kwasu oleinowego.

Wniosek: Kwasy palmitynowy, stearynowy i oleinowy reagują z zasadą sodową w wysokiej temperaturze.

Produktami reakcji przeprowadzonych w doświadczeniu:

$$C_{15}H_{31}COOH + NaOH \longrightarrow C_{15}H_{31}COONa + H_2O$$

$$C_{17}H_{35}COOH + NaOH \longrightarrow C_{17}H_{35}COONa + H_2O$$

$$C_{17}H_{33}COOH + NaOH \longrightarrow C_{17}H_{33}COONa + H_2O$$

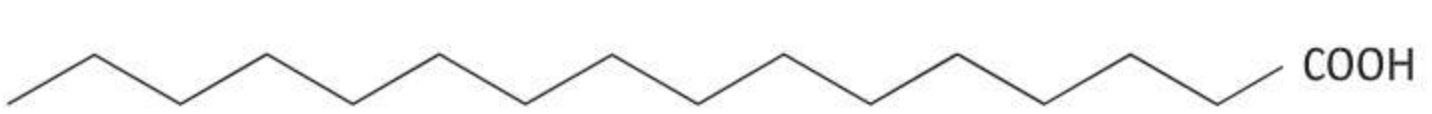
są sole sodowe kwasów tłuszczowych rozpuszczalne w wodzie i obniżające jej napięcie powierzchniowe: palmitynian sodu, stearynian sodu i oleinian sodu. Sole te to **mydła**.

Właściwości chemiczne poznanych wyższych kwasów karboksylowych

Kwas	palmitynowy	stearynowy	oleinowy
Zapach	delikatny		nieprzyjemny
Reakcja z zasadą	w jej wyniku tworzy się mydło		
Dysocjacja elektrolityczna	nie dysocjuje		
Palność	palny		
Próba z roztworem manganianu(VII) potasu i roztworem bromu	negatywna – brak zmiany zabarwienia		pozytywna – zmiana zabarwienia
Charakter chemiczny	nasycony		nienasycony

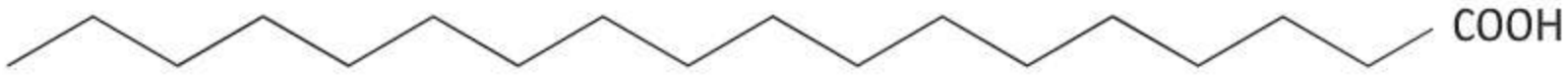
Gdzie w przyrodzie występują i jakie mają zastosowanie wyższe kwasy karboksylowe?

Kwas palmitynowy jest składnikiem tłuszczów (głównie zwierzęcych) oraz oleju palmowego.
Wykorzystuje się go do produkcji mydła, środków pieniących i kremów do golenia. Jego pochodne stosowano także do produkcji napalmu – bojowego środka zapalającego.



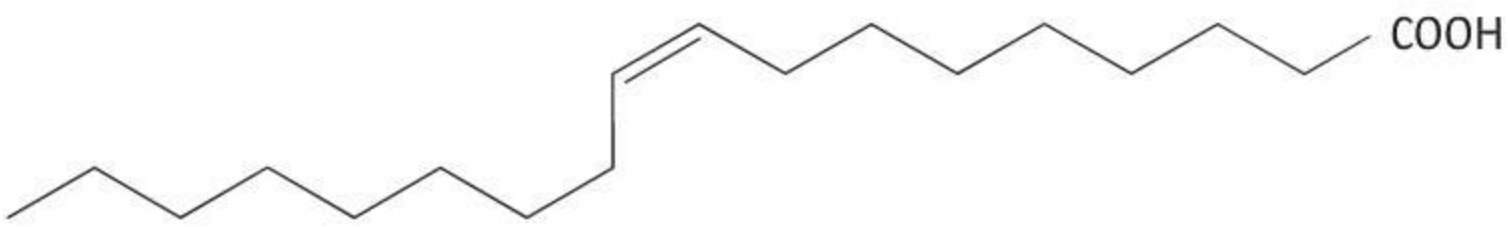
kwas palmitynowy

Stearyna jest mieszaniną kwasu palmitynowego i stearynowego, służącą do wytwarzania świec. Ponadto kwasu stearynowego używa się do otrzymywania mydła, a także – do produkcji szamponów i innych kosmetyków.



kwas stearynowy

Kwas oleinowy jest składnikiem takich olejów roślinnych, jak olej rzepakowy czy oliwa. Ten kwas wykorzystuje się głównie do produkcji mydeł, kremów i środków piorących.



kwas oleinowy



▲ Owoce palmy olejowej



▲ Świece stearynowe



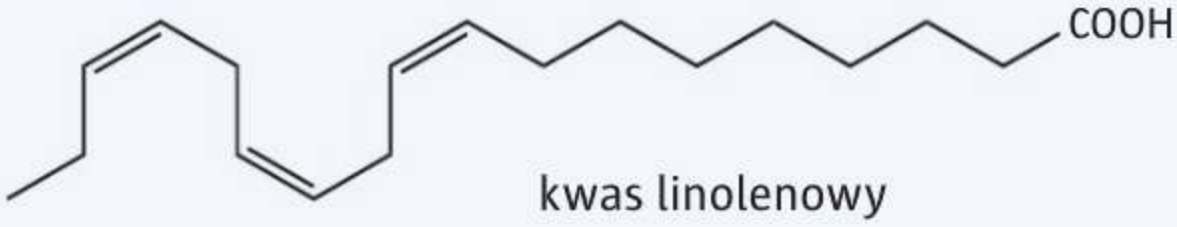
▲ Gałązka drzewa oliwnego

Ciekawostka

Ważnym nienasyconym kwasem tłuszczowym jest **kwas linolenowy** o wzorze $C_{17}H_{29}COOH$. Najwięcej znajduje się go w oleju lnianym. Ten kwas stosuje się do produkcji leków przeciwmiażdżycowych, lakierów, farb olejnych oraz w przemyśle kosmetycznym.

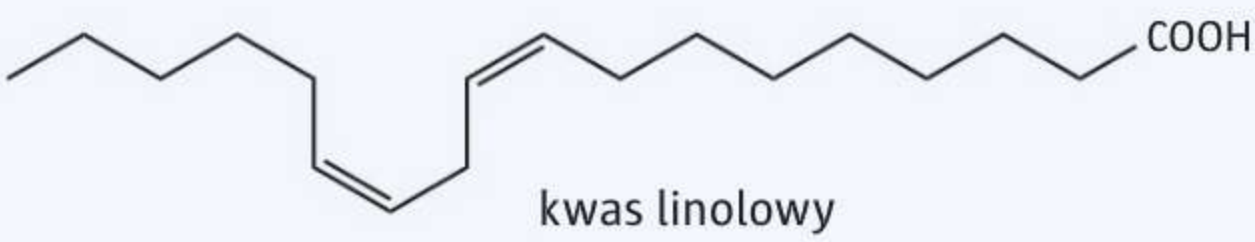


▶ Nasiona lnu



kwas linolenowy

Bardzo ważny w diecie człowieka jest **kwas linolowy** $C_{17}H_{31}COOH$, wchodzący w skład oleju słonecznikowego. Wykorzystuje się go także w przemyśle, m.in. do produkcji mydeł i farb olejnych.



kwas linolowy



▶ Słonecznik

Podsumowanie

1. Kwasy o długich łańcuchach węglowych, liczących co najmniej kilkanaście atomów węgla, to **wyższe kwasy karboksylowe**, nazywane również tłuszczowymi.
2. Kwasy palmitynowy, stearynowy i oleinowy reagują z zasadami w podwyższonej temperaturze, a produktem tych reakcji są sole zwane **mydłami**.
3. **Kwasy palmitynowy i stearynowy** to kwasy nasycone, które są substancjami stałymi. Kwas oleinowy jest kwasem nienasyconym i ma ciekły stan skupienia.

Sprawdź, czy wiesz i rozumiesz

1. Oblicz masy cząsteczkowe kwasów stearynowego i oleinowego. Porównaj zawartość procentową węgla w tych kwasach.
2. Zapisz w zeszycie równania reakcji spalania kwasu stearynowego.
3. Zaprojektuj doświadczenie pozwalające na określenie charakteru chemicznego oleju słonecznikowego.
4. Co to są mydła i w jakiej reakcji chemicznej można je otrzymać?

Dowiedz się więcej

W dostępnych źródłach poszukaj informacji na temat:

a) mydła – budowy jego cząsteczki i sposobu, w jaki mydło wpływa na proces prania;

b) różnicy między wodą twardą a miękką oraz jej wpływu na mycie.

9.7 Estry – produkty reakcji kwasów z alkoholami

Nitrogliceryna to substancja o silnych właściwościach wybuchowych, jest składnikiem dynamitu. Co wspólnego ma ten związek z perfumami, aromatami do ciast, woskiem pszczelim czy lanoliną dodawaną do płynów do prania wełny?

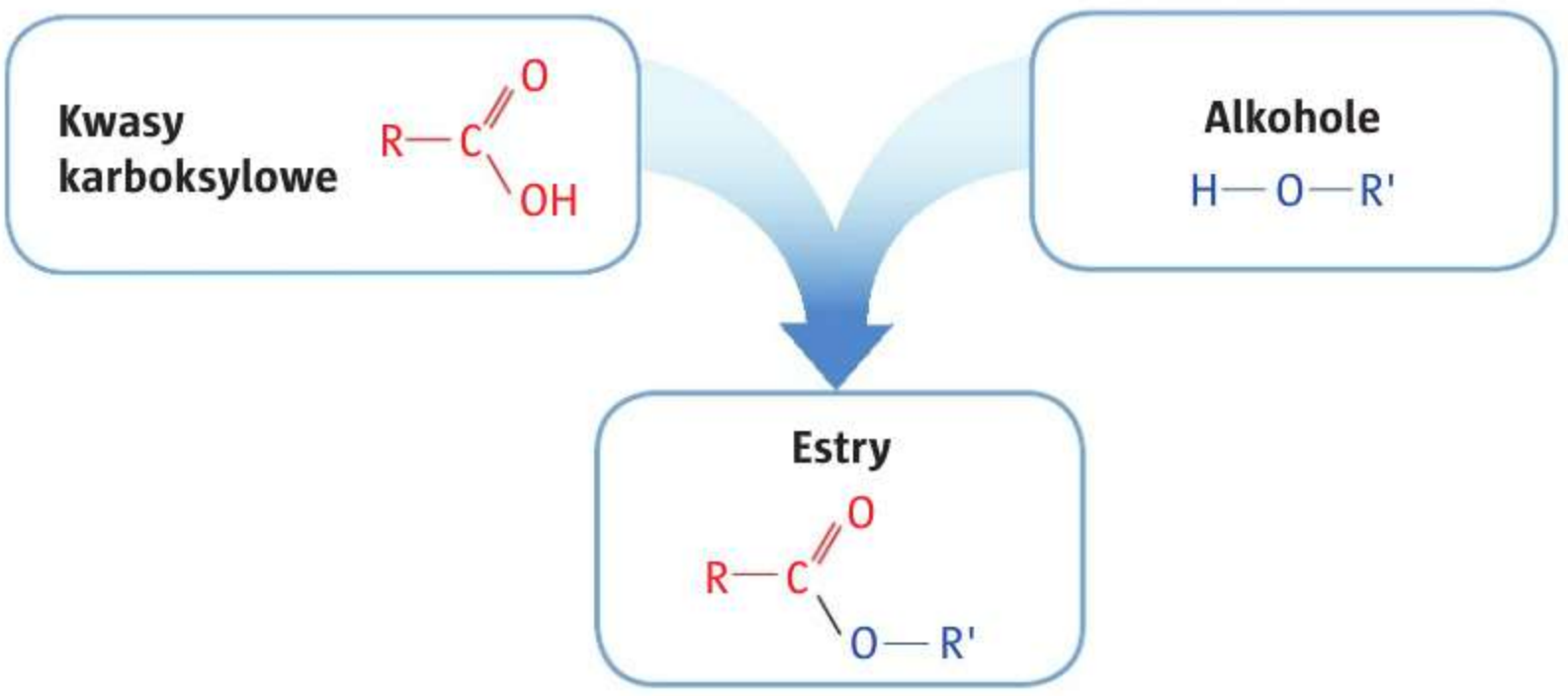
Estry
RCOOR'

-R, -R' – grupy węglowodorowe
-COO- – grupa estrowa, grupa funkcyjna estrów

Co to są estry?

Estry to pochodne węglowodorów, podobnie jak alkohole i kwasy karboksylowe. W skład cząsteczek estrów kwasów organicznych wchodzą atomy węgla, wodoru i tlenu. Estry są lotnymi substancjami o przyjemnym zapachu kwiatów i owoców.

Te związki w warunkach laboratoryjnych otrzymuje się w wyniku estryfikacji, czyli reakcji między kwasem a alkoholem. Estry kwasów karboksylowych (organicznych) opisuje wzór ogólny RCOOR'. W cząsteczkach estrów znajdują się dwie grupy węglowodorowe oraz grupa atomów -COO-.





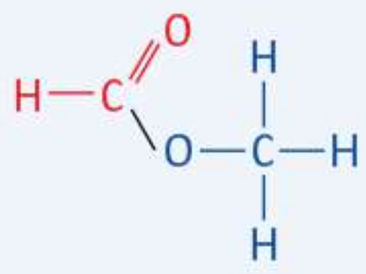
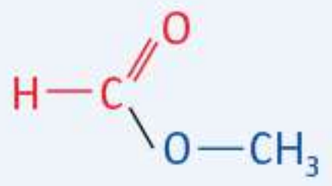
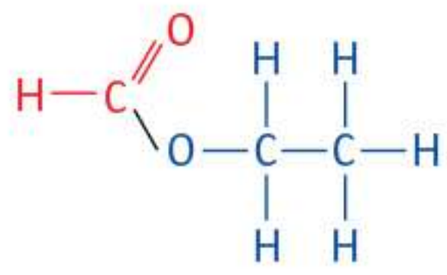
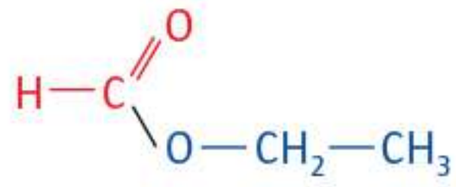
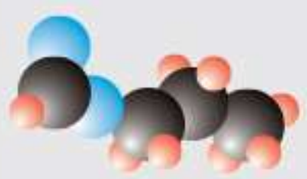
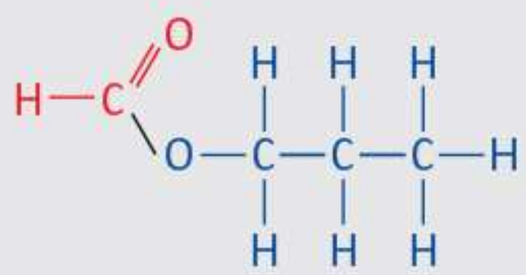
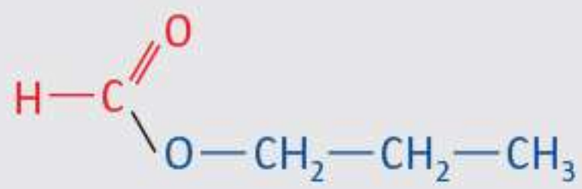
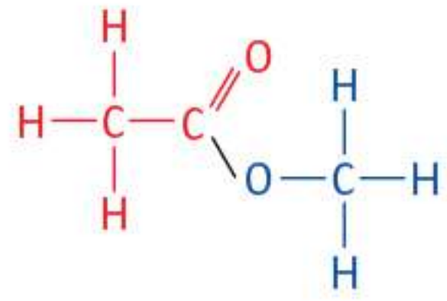
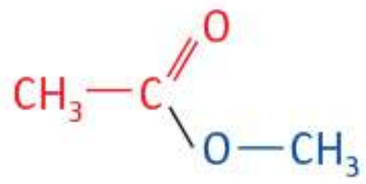
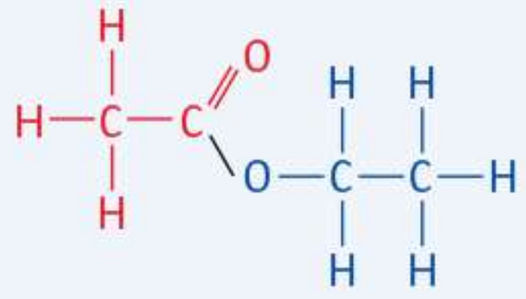
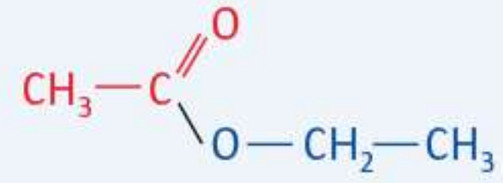
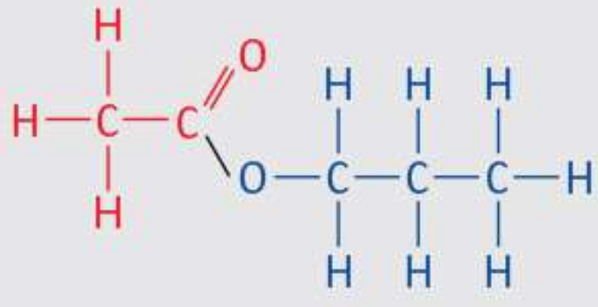
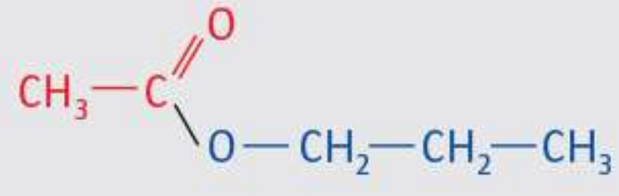
Ciekawostka

Estrem nieorganicznego kwasu azotowego(V) jest niebezpieczna **nitrogliceryna**. To silny środek wybuchowy, który ma również właściwości lecznicze – rozszerza naczynia krwionośne, dlatego też podaje się go osobom z chorobami serca i układu krążenia.

◄ Wybuch wywołany dynamitem, zawierającym nitroglicerynę

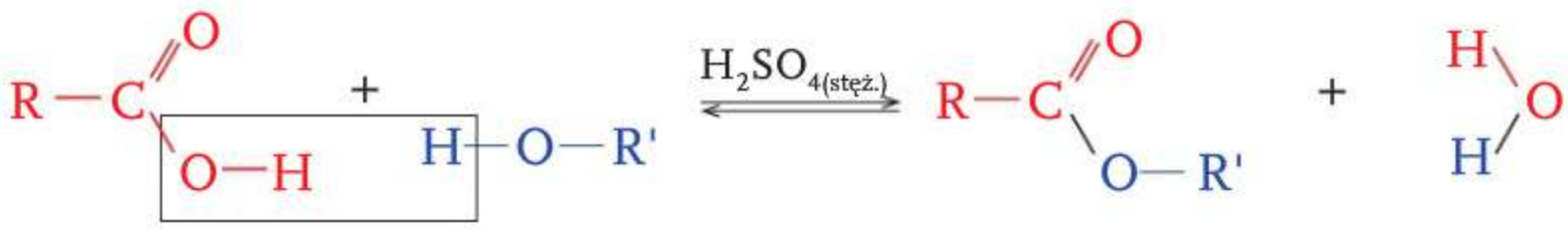
Jak się tworzy nazwy estrów?

Nazwy estrów są dwuczłonowe. Pierwszą część nazwy tworzy się od nazwy kwasu, od którego pochodzi ester. Do nazwy węglowodoru należy dodać końcówkę -ian (np. metan – metanian). Druga część nazwy pochodzi od alkoholu. Końcówkę -an należy zastąpić końcówką -ylu (np. metan – metylu).

Wzór i nazwa systematyczna (zwyczajowa) estru	Model	Wzór strukturalny	Wzór półstrukturalny (grupowy)
$HCOOCH_3$ metanian metylu (mrówczan metylu)			
$HCOOC_2H_5$ metanian etylu (mrówczan etylu)			
$HCOOC_3H_7$ metanian propylu (mrówczan propylu)			
CH_3COOCH_3 etanian metylu (octan metylu)			
$CH_3COOC_2H_5$ etanian etylu (octan etylu)			
$CH_3COOC_3H_7$ etanian propylu (octan propylu)			

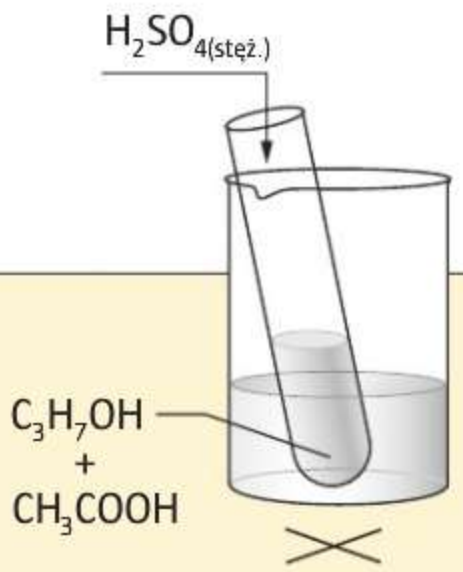
Na czym polega reakcja estryfikacji?

Estryfikacja jest odwracalną reakcją kwasu z alkoholem w obecności stężonego kwasu siarkowego(VI).



kwas + alkohol ⇌ ester + woda

Kwas siarkowy(VI) umożliwia i przyspiesza estryfikację, czyli pełni funkcję katalizatora. Reakcją przebiegającą w kierunku przeciwnym do estryfikacji jest reakcja rozpadu estru pod wpływem wody na kwas i alkohol. Ta reakcja jest nazywana **hydrolizą estru**.





Doświadczenie 9.7.1
Otrzymywanie octanu propylu

Do probówki wlewamy po 1 cm^3 kwasu octowego i propanolu oraz kilka kropli kwasu siarkowego(VI). Delikatnie mieszamy. Następnie umieszczamy probówkę w zlewce z gorącą wodą i ogrzewamy.

Obserwacje: W probówce pojawia się cienka, bezbarwna, oleista warstwa cieczy o charakterystycznym zapachu gruszki, zupełnie innym niż zapach kwasu octowego i alkoholu propylowego.

Wniosek: W reakcji estryfikacji powstaje octan propylu:

$$\underset{\text{kwas octowy (etanowy)}}{CH_3COOH} + \underset{\text{propanol}}{C_3H_7OH} \underset{}{\overset{H_2SO_{4(stęż.)}}{\rightleftharpoons}} \underset{\text{octan (etanian) propylu}}{CH_3COOC_3H_7} + \underset{\text{woda}}{H_2O}$$

Zapis równań reakcji otrzymywania wybranych estrów:

- mrówczanu (metanianu) metylu

$$\underset{\text{kwas mrówkowy (metanowy)}}{HCOOH} + \underset{\text{metanol}}{CH_3OH} \overset{H_2SO_{4(stęż.)}}{\rightleftharpoons} \underset{\text{mrówczan (metanian) metylu}}{HCOOCH_3} + \underset{\text{woda}}{H_2O}$$

- mrówczanu (metanianu) butylu

$$\underset{\text{kwas mrówkowy (metanowy)}}{HCOOH} + \underset{\text{butanol}}{C_4H_9OH} \overset{H_2SO_{4(stęż.)}}{\rightleftharpoons} \underset{\text{mrówczan (metanian) butylu}}{HCOOC_4H_9} + \underset{\text{woda}}{H_2O}$$

- octanu (etanianu) metylu

$$\underset{\text{kwas octowy (etanowy)}}{CH_3COOH} + \underset{\text{metanol}}{CH_3OH} \overset{H_2SO_{4(stęż.)}}{\rightleftharpoons} \underset{\text{octan (etanian) metylu}}{CH_3COOCH_3} + \underset{\text{woda}}{H_2O}$$

- octanu (etanianu) pentylu

$$\underset{\text{kwas octowy (etanowy)}}{CH_3COOH} + \underset{\text{pentanol}}{C_5H_{11}OH} \xrightleftharpoons{H_2SO_{4(stęż.)}} \underset{\text{octan (etanian) pentylu}}{CH_3COOC_5H_{11}} + \underset{\text{woda}}{H_2O}$$

- maślanu (butanianu) propylu

$$\underset{\text{kwas masłowy (butanowy)}}{C_3H_7COOH} + \underset{\text{propanol}}{C_3H_7OH} \xrightleftharpoons{H_2SO_{4(stęż.)}} \underset{\text{maślan (butanian) propylu}}{C_3H_7COOC_3H_7} + \underset{\text{woda}}{H_2O}$$

Jakie są właściwości estrów?

Przeanalizujemy właściwości estrów, które pochodzą od kwasów karboksylowych i alkoholi zawierających w cząsteczkach tylko kilka atomów węgla.

Doświadczenie 9.7.2
Badanie właściwości estru kwasu octowego – octanu etylu

Do dwóch zlewek nalej niewielką ilość octanu etylu. Opisz barwę, zapach i lotność estru. Sprawdź jego rozpuszczalność w wodzie (1) i w rozpuszczalniku organicznym, np. etanolu (2).



Obserwacje: Octan etylu jest bezbarwną, lotną cieczą o charakterystycznym zapachu. Nie miesza się z wodą, unosi się na jej powierzchni. Z etanolem tworzy mieszaninę jednorodną.

Wnioski: Octan etylu jest nierozpuszczalny w wodzie, a rozpuszczalny – w rozpuszczalniku organicznym. Ma gęstość mniejszą od gęstości wody.

Octan etylu jest bardzo dobrym rozpuszczalnikiem farb i lakierów. Często stosuje się go jako zmywacz do paznokci.

Doświadczenie 9.7.3
Badanie palności octanu etylu



Do parownicy wlewamy niewielką ilość octanu etylu. Powierzchnię cieczy dotykamy zapalonym łuczywem.



Obserwacja: Octan etylu pali się słabym płomieniem.

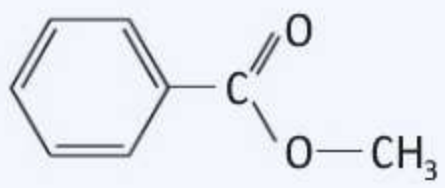
Wniosek: Produktami reakcji spalania są tlenek węgla(IV) i woda:

$$CH_3COOC_2H_5 + 5\ O_2 \longrightarrow 4\ CO_2 + 4\ H_2O$$



Ciekawostka

W wyniku powolnego rozkładu kokainy, niebezpiecznego, uzależniającego narkotyku pochodzenia roślinnego, powstaje ester – benzoesan metylu. Jego charakterystyczny zapach, bardzo delikatny, wyczuwają odpowiednio wyszkolone psy. Poszukują go na przykład w bagażach odprawianych na lotniskach.



benzoesan metylu

◀ Pies szukający narkotyków

Właściwości fizyczne octanu etylu:

- bezbarwna, lotna ciecz,
- słabo rozpuszczalny w wodzie,
- dobrze rozpuszczalny w rozpuszczalnikach organicznych,
- gęstość mniejsza od gęstości wody.

Właściwości chemiczne octanu etylu:

- charakterystyczny zapach,
- odczyn obojętny,
- palny,
- nie dysocjuje.

Gdzie występują estry i jakie mają zastosowanie?

Estry niższych kwasów karboksylowych wchodzą w skład olejków eterycznych wytwarzanych przez rośliny.

Woski to estry wyższych kwasów karboksylowych zawierających nawet kilkadziesiąt atomów węgla oraz alkoholi monohydroksylowych o długich łańcuchach. Woski występują w przyrodzie najczęściej jako mieszaniny różnych estrów. Są wydzielane przez organizmy, chronią powierzchnię liści, kory i owoców. **Lanolina** chroni skórę owiec, a **wosk pszczeli** służy pszczołom do budowy gniazd.

Tłuszcze występujące w organizmach ludzkich i zwierzęcych to **estry glicerolu i kwasów tłuszczowych**. Więcej na ich temat dowiesz się w kolejnym dziale podręcznika.

ZASTOSOWANIE ESTRÓW



PRZEMYSŁ PERFUMERYJNY
składniki perfum



PRZEMYSŁ KOSMETYCZNY
dodatki do wód toaletowych, środków myjących i pielęgnujących ciało



PRZEMYSŁ SPOŻYWCZY
składniki aromatów



PRZEMYSŁ CHEMICZNY
rozpuszczalniki farb i lakierów

Estry niższych kwasów karboksylowych mają zwykle owocowy lub kwiatowy zapach. Kiedyś stosowano je powszechnie jako dodat aromatyzujące do żywności. Ich spożywanie w dużych dawkach je szkodliwe, dlatego obecnie są stosowane coraz rzadziej.



heksanian etylu
$C_5H_{11}COOC_2H_5$



mrówczan butylu
$HCOOC_4H_9$



maślan pentylu
$C_3H_7COOC_5H_{11}$



octan pentylu
$CH_3COOC_5H_{11}$



maślan etylu
$C_3H_7COOC_2H_5$



pentanian pentylu
$C_4H_9COOC_5H_{11}$

▲ Nazwy i wzory estrów o charakterystycznych zapachach owocowych

Podsumowanie

1. **Wzór ogólny estrów** kwasów organicznych to RCOOR'.
2. Estry otrzymuje się w wyniku **reakcji estryfikacji** zachodzącej między kwasem a alkoholem w obecności stężonego kwasu siarkowego(VI).
3. **Hydroliza estru** to proces odwrotny do estryfikacji.
4. Estry niższych kwasów karboksylowych to zwykle ciecze o charakterystycznym zapachu, trudno rozpuszczalne w wodzie, a dobrze – w rozpuszczalnikach organicznych.

Sprawdź, czy wiesz i rozumiesz

1. Podaj nazwy estrów o następujących wzorach grupowych: $HCOOC_5H_{11}$ oraz $C_2H_5COOC_2H_5$.
2. Zapisz w zeszycie równania reakcji otrzymywania mrówczanu etylu, octanu butylu i maślanu metylu.
3. Podaj nazwy i wzory trzech różnych estrów zawierających w cząsteczkach sześć atomów węgla.
4. Zapisz w zeszycie równanie reakcji spalania mrówczanu metylu.

Dowiedz się więcej

W dostępnych źródłach poszukaj informacji na temat:

a) różnic między nitrogliceryną a dynamitem,

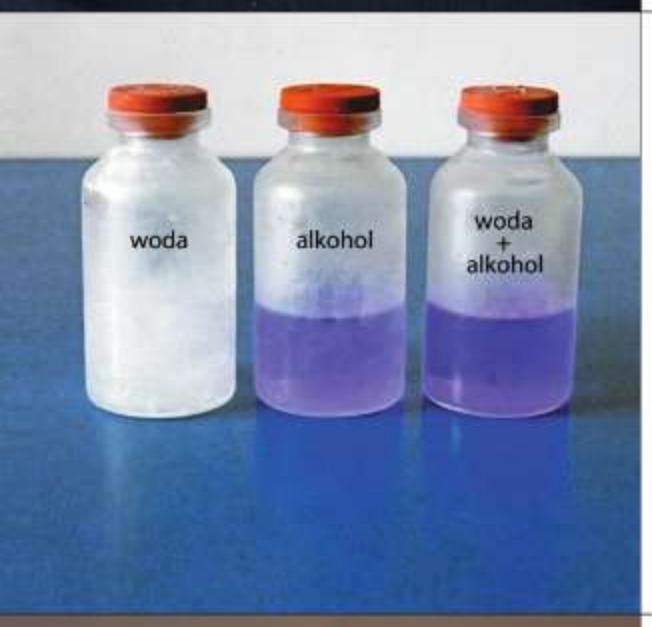
b) Alfreda Nobla i nagrody nazwanej jego imieniem.

Domowe laboratorium



Płonące lody

Przygotuj w obecności rodziców płonący deser lodowy. Do miseczki włóż kilka gałek lodów, bakalie, kawałki owoców itp. Następnie na smakołykach połóż dwie kostki cukru nasączone alkoholem, najlepiej spirytusem, czyli 95-procentowym roztworem alkoholu etylowego. Nasączone kostki podpal. Gotowy płonący deser lodowy podaj rodzinie.



Płyny do chłodnic samochodowych

Przygotuj trzy ampułki. Jedną z nich napełnij wodą, drugą – alkoholem (denaturatem lub gliceryną), a do trzeciej wlej roztwór wodny denaturatu lub gliceryny przygotowany w stosunku objętościowym 1 : 2. Wszystkie ampułki włóż do zamrażalnika. Przez dwie godziny co 30 minut obserwuj i opisuj zachodzące zmiany.



Ogień z pomarańczy

Olejki eteryczne to ciekłe mieszaniny lotnych substancji o charakterystycznych zapachach, zawarte w niektórych roślinach. Przykładowo: olejek o zapachu pomarańczy znajduje się w skórce tego owocu. Możesz sprawdzić jego palność – trzeba tylko wycisnąć ze skórki sok na płomień zapałki lub świecy. Poszukaj informacji, jakie związki chemiczne wchodzą w skład olejków eterycznych, i na tej podstawie wyjaśnij obserwacje poczynione w czasie badania palności.



Ocet winny

Do słoika wrzuć skórki z jabłek. Następnie zalej łupiny ciepłą, wcześniej przegotowaną, lekko osłodzoną wodą. Przykryj słoik podwójną gazą lub kawałkiem czystego płótna. Zostaw w ciepłym miejscu na 7–10 dni. Sprawdź odczyn otrzymanego roztworu za pomocą wywaru z czerwonej kapusty. Jeśli będzie już kwaśny, przecedź zawartość słoika przez gazę i wlej do butelki. Zakorkuj, przechowuj w chłodnym miejscu. Otrzymany ocet winny możesz dodawać do sałatek, zup lub sosów.

Jajo nabite w butelkę

Przygotuj butelkę z wąską szyjką i spróbuj włożyć do niej jajko bez rozbijania skorupki. Jeśli próba się nie powiodła, ponów ją, ale wcześniej umieść jajko na 12 godzin w 10-procentowym roztworze octu. Po upływie wskazanego czasu szyjkę butelki nasmaruj olejem roślinnym i spróbuj ponownie włożyć jajko do butelki.



Dlaczego ciasta pachną?

Do ciast powszechnie są dodawane aromaty. Można je kupić w sklepie. Najbardziej popularne są aromaty: pomarańczowy, cytrynowy, waniliowy, rumowy i arakowy. Dowiedz się, jakie związki chemiczne wchodzą w skład aromatów. Zbadaj właściwości fizyczne wybranego aromatu: zapach, lepkość, rozpuszczalność w wodzie i oleju (np. słonecznikowym), przewodnictwo prądu.

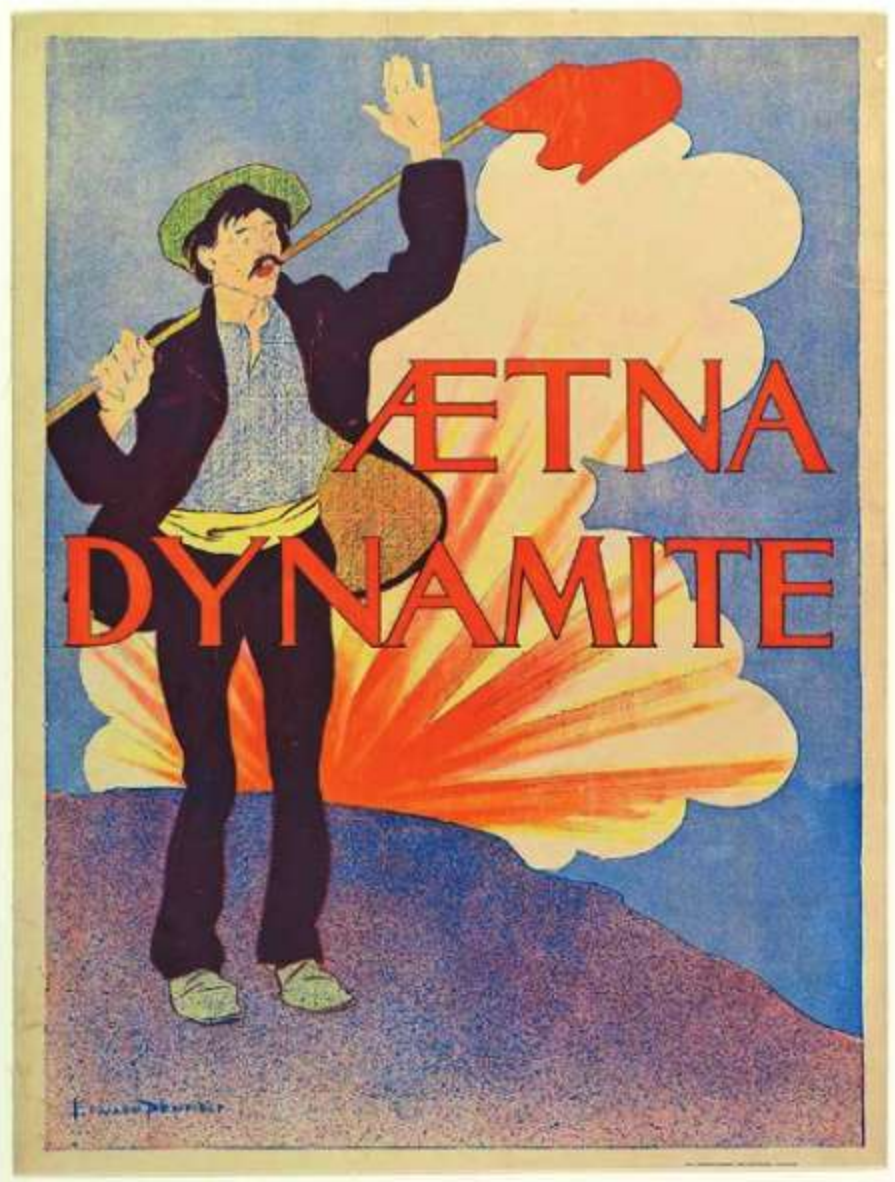


Modelowanie cząsteczek

Przygotuj plastelinę w czterech kolorach (czarnym, czerwonym, niebieskim i fioletowym) oraz wykałaczki albo zapałki ze ściętymi łebkami. Przypomnij sobie, jak zmieniają się promienie atomów pierwiastków w układzie okresowym. Zrób odpowiedniej wielkości kulki, które będą modelami atomów węgla (czarne), wodoru (czerwone), tlenu (niebieskie) i azotu (fioletowe). Wykonaj modele poznanych pochodnych węglowodorów, które zawierają trzy atomy węgla. Następnie podaj ich nazwy.



Czy wiesz, że...



Dziedzictwo Nobla

Większość ludzi słyszała o Nagrodzie Nobla, którą przyznaje się za wybitne osiągnięcia naukowe, literackie lub zasługi na rzecz ludzkości. Jej fundatorem jest szwedzki przemysłowiec i wynalazca, Alfred Nobel. Udało mu się z nitrogliceryny wyprodukować dynamit. Wynalazek przyniósł mu fortunę, okupioną niestety śmiercią brata Emila, który zginął w wyniku eksplozji nitrogliceryny. Dynamit zrewolucjonizował budowę tuneli, kanałów czy wydobycie surowców mineralnych. Nitrogliceryna towarzyszyła Noblowi do końca życia – leczył nią serce.

W jaki sposób odkryto działanie nitrogliceryny na organizm?

◄ Materiał reklamowy firmy produkującej dynamit (1890–1900)

▼ Budynek ceremonii wręczania Nagrody Nobla



► Medal Nagrody Nobla



Zapachy z piekła rodem

Oprócz alkoholi zawierających grupę hydroksylową istnieją również ich siarkowe analogi – tiole. Przykładem może być metanotiol CH_3SH lub etanotiol C_2H_5SH. Cechują się tym, że mają odrażający zapach. Są wykorzystywane w niewielkich ilościach jako dodatek do gazu ziemnego w celu wykrycia nieszczelności instalacji gazowej. W przyrodzie niektóre zwierzęta wykorzystują tego typu pochodne jako swoistego rodzaju broń chemiczną do obrony przed drapieżnikami. Przykładem może być skunks amerykański. Podobnych substancji planuje się użyć w bombach smrodowych (ang. stink-bomb) do rozpędzania agresywnych demonstrantów.

Co to jest skatol? Jakie związki chemiczne są odpowiedzialne za zapach potu?



▲ Skunks amerykański

Dobro i zło w jednym – różne oblicza amin

Aminy mają bardzo nieprzyjemny zapach, przypominający woń zepsutych ryb. Tę właściwość amin wykorzystują niektóre zwierzęta, jak lisy, lwy czy hieny, do znakowania terenu, po którym się poruszają. Niektóre aminy mają właściwości lecznicze. Przykładem może być morfina: skuteczny środek przeciwbólowy, który oszczędza wielu cierpień chorym m.in. na nowotwory. Z kolei pochodna morfiny – heroina to silny uzależniający narkotyk. Amfetamina, należąca do środków pobudzających, jest również aminą. Niektóre pochodne amin były barwnikami (używano ich do barwienia żywności i tekstyliów). Na początku wzbudzały entuzjazm, później je wycofywano z użycia ze względu na ich rakotwórcze właściwości.

Jakie są konsekwencje zażywania morfiny?



▲ W śledziach są zawarte aminy.

Bombowa patelnia

W 1938 roku amerykański chemik Roy Plunkett przypadkiem odkrył z pozoru bezużyteczną substancję, której później użyto do budowy amerykańskiej bomby atomowej. Opinia publiczna dowiedziała się o tym dopiero po wojnie. Ubocznym efektem tego odkrycia są dzisiaj patelnie, do których nie przywierają potrawy. W obu przypadkach chodzi o teflon: polimer odporny na wysoką temperaturę i różne związki chemiczne. Ze względu na tę odporność jest on stosowany m.in. do produkcji protez, aparatury chemicznej, nieprzemakalnych tkanin oraz w technice kosmicznej. Teflon jest przykładem produktu techniki wojskowej, służącej niszczeniu, który znalazł zastosowanie w sektorze cywilnym.

Z jakiego związku chemicznego produkuje się teflon?



▲ Pokryty teflonem stadion sportowy w Minneapolis

Olejki eteryczne

Człowiek od dawna stosował różnego rodzaju wyciągi roślinne jako substancje zapachowe. Za zapach róży, cytryny, pomarańczy czy konwalii nie jest odpowiedzialny jeden związek chemiczny, ale – co najmniej kilkadziesiąt, a nawet kilkaset związków wchodzących w skład tzw. olejków eterycznych. Są to mieszaniny węglowodorów, estrów, alkoholi i innych związków chemicznych. Nie udało się jeszcze stworzyć w laboratoriach olejków eterycznych identycznych z naturalnymi. Ich zapach może zależeć od składników występujących w minimalnych ilościach, których wykrycie nie zawsze jest możliwe – nawet za pomocą najnowszej aparatury. Ceny niektórych substancji zapachowych są porównywalne z cenami złota.

Co to jest piżmo?
Na czym polega proces destylacji z parą wodną, często stosowany w produkcji olejków eterycznych?



◄ Za zapach kwiatów odpowiadają związki chemiczne.

Podsumowanie działu

Pochodne węglowodorów

• **Pochodne węglowodorów** to związki pochodzące od węglowodorów, w których co najmniej jeden atom wodoru jest zastąpiony grupą funkcyjną. Podobnie jak węglowodory, tworzą szeregi homologiczne.

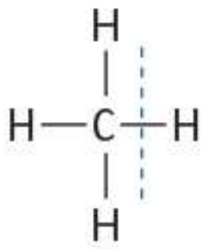
• **Grupę węglowodorową (-R)** tworzą cząsteczki węglowodorów pozbawione co najmniej jednego atomu wodoru.

• **Grupa funkcyjna** to atom bądź grupa atomów, których obecność w cząsteczce związku organicznego nadaje mu charakterystyczne właściwości.

Przykłady:

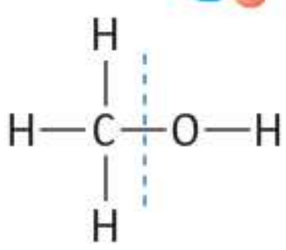
węglowodór

metan 

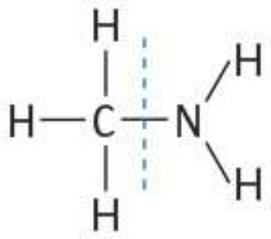


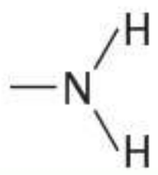
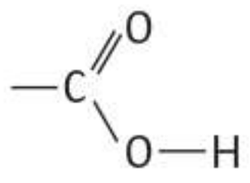
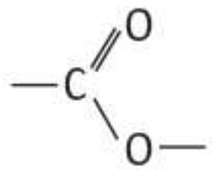
pochodne węglowodoru

metanol 

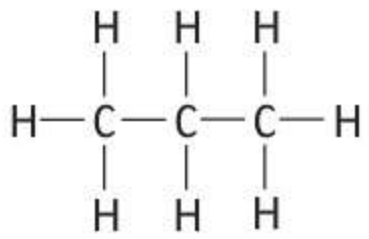
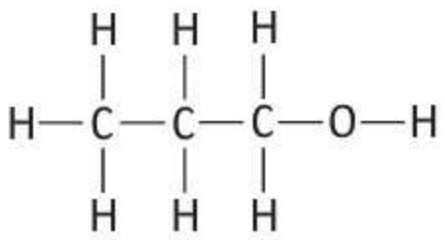
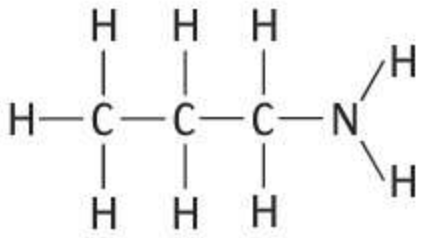
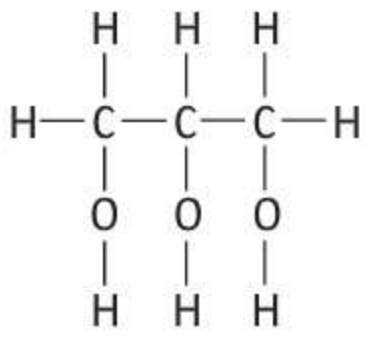
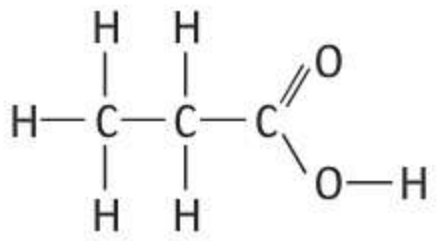


metyloamina 



Wzór ogólny	Grupa funkcyjna	Wzór ogólny pochodnej alkanu
Alkohole		
R—OH	-OH hydroksylowa —O—H	$C_nH_{2n+1}OH$
Aminy		
$R—NH_2$	$-NH_2$ aminowa 	$C_nH_{2n+1}NH_2$
Kwasy karboksylowe		
R—COOH	-COOH karboksylowa 	$C_nH_{2n+1}COOH$
Estry kwasów karboksylowych		
R—COO—R'	-COO- estrowa 	$C_nH_{2n+1}COOC_mH_{2m+1}$

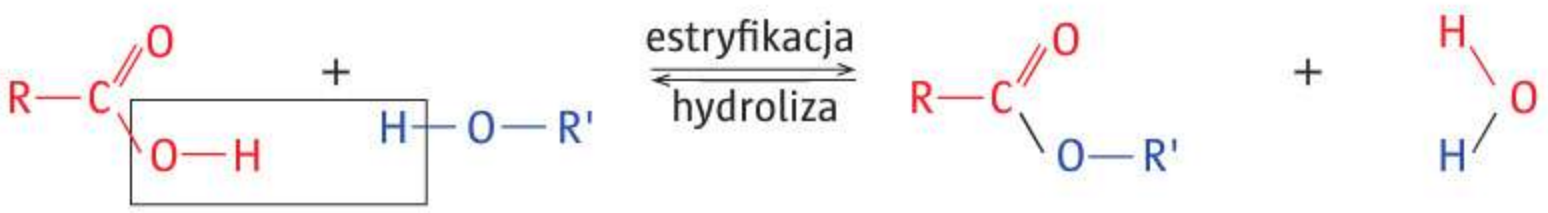
Pochodne propanu

Nazwa systematyczna (zwyczajowa)	Wzór strukturalny	Model	Wzór
propan			C_3H_8
propan-1-ol (alkohol propylowy)			C_3H_7OH
propyloamina			$C_3H_7NH_2$
propano-1,2,3-triol (glicerol)			$C_3H_5(OH)_3$
kwas propanowy (propionowy)			C_2H_5COOH

Uwaga: Aby ustalić nazwę systematyczną kwasów karboksylowych, należy uwzględnić wszystkie atomy węgla – również ten obecny w grupie karboksylowej -COOH.

Reakcja estryfikacji

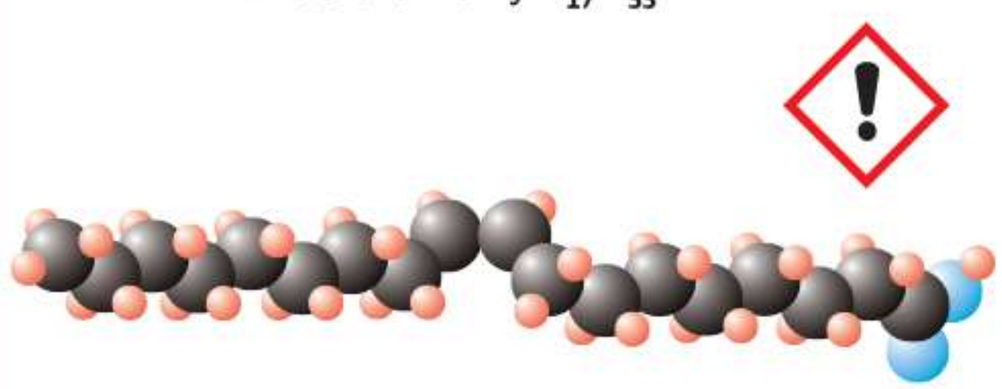
Estryfikacja jest odwracalną reakcją kwasu z alkoholem w obecności stężonego kwasu siarkowego(VI). **Hydroliza** estru to reakcja rozpadu estru pod wpływem wody.



kwas alkohol ester woda

Właściwości pochodnych węglowodorów

	Przykłady (nazwa, wzór grupowy, model, piktogramy)	Ważne właściwości przykładowych substancji
Alkohole	metanol (alkohol metylowy) CH_3OH 	• substancje ciekłe • rozpuszczalne w wodzie • odczyn obojętny  • spalają się w zależności od dostępu powietrza do tlenku węgla(IV), tlenku węgla(II) lub sadzy, np.: $2\ CH_3OH + 3\ O_2 \longrightarrow 2\ CO_2 + 4\ H_2O$ $CH_3OH + O_2 \longrightarrow CO + 2\ H_2O$ $2\ CH_3OH + O_2 \longrightarrow 2\ C + 4\ H_2O$ • reagują z kwasami karboksylowymi i tworzą estry, np.: $CH_3OH + HCOOH \overset{H_2SO_{4(stęż.)}}{\rightleftharpoons} HCOOCH_3 + H_2O$
	etanol (alkohol etylowy) C_2H_5OH 	
	glicerol $C_3H_5(OH)_3$ 	
Aminy	metyloamina CH_3NH_2 	• substancja gazowa • rozpuszczalna w wodzie • odczyn zasadowy  • spala się w zależności od warunków, np. do tlenku węgla(IV), wody i azotu: $4\ CH_3NH_2 + 9\ O_2 \longrightarrow 4\ CO_2 + 10\ H_2O + 2\ N_2$ • reaguje z kwasami: $CH_3NH_2 + HCl \longrightarrow CH_3NH_3Cl$
Kwasy karboksylowe niższe	kwas mrówkowy (metanowy) **HCOOH** 	• substancje ciekłe • rozpuszczalne w wodzie • odczyn kwasowy  • pod wpływem wody ulegają dysocjacji elekrolitycznej: $CH_3COOH \overset{H_2O}{\rightleftharpoons} CH_3COO^- + H^+$ • palą się po podgrzaniu • reagują z metalami nieszlachetnymi, w wyniku czego tworzą sole, np.: $2\ CH_3COOH + Mg \longrightarrow (CH_3COO)_2Mg + H_2\uparrow$ • reagują z tlenkami metali: $2\ CH_3COOH + CuO \longrightarrow (CH_3COO)_2Cu + H_2O$ • reagują z zasadami: $CH_3COOH + NaOH \longrightarrow CH_3COONa + H_2O$ • reagują z alkoholami, w wyniku czego tworzą estry: $CH_3COOH + C_2H_5OH \overset{H_2SO_4}{\rightleftharpoons} CH_3COOC_2H_5 + H_2O$
	kwas octowy (etanowy) CH_3COOH 	

	Przykłady (nazwa, wzór grupowy, model, piktogramy)	Ważne właściwości przykładowych substancji
Kwasy karboksylowe wyższe	kwas palmitynowy $C_{15}H_{31}COOH$ 	• substancje stałe • nierozpuszczalne w wodzie • nie dysocjują • kwasy nasycone • palą się po podgrzaniu • reagują z zasadami sodową i potasową, w wyniku czego tworzą sole, zwane mydłami: $C_{17}H_{35}COOH + NaOH \longrightarrow C_{17}H_{35}COONa + H_2O$
	kwas stearynowy $C_{17}H_{35}COOH$ 	
	kwas oleinowy $C_{17}H_{33}COOH$ 	• substancja ciekła • nierozpuszczalny w wodzie • reaguje z zasadami sodową i potasową, w wyniku czego tworzy sole: $C_{17}H_{33}COOH + KOH \longrightarrow C_{17}H_{33}COOK + H_2O$ • pali się po podgrzaniu • związek nienasycony, w którego cząsteczce jest jedno wiązanie podwójne • w określonych warunkach reaguje z wodorem: $C_{17}H_{33}COOH + H_2 \longrightarrow C_{17}H_{35}COOH$ • odbarwia roztwór bromu, reaguje z bromem: $C_{17}H_{33}COOH + Br_2 \longrightarrow C_{17}H_{33}Br_2COOH$ • zmienia barwę roztworu manganianu(VII) potasu
Estry	octan (etanian) etylu $CH_3COOC_2H_5$ 	• substancja ciekła • charakterystyczny zapach • trudno rozpuszczalny w wodzie • odczyn obojętny • łatwopalny: $CH_3COOC_2H_5 + 5\ O_2 \longrightarrow 4\ CO_2 + 4\ H_2O$ • powstaje w reakcji kwasu octowego z etanolem w obecności kwasu siarkowego(VI): $CH_3COOH + C_2H_5OH \overset{H_2SO_4}{\rightleftharpoons} CH_3COOC_2H_5 + H_2O$ • ulega reakcji rozkładu, produktami są odpowiedni kwas i alkohol

Test do działu

Wybierz poprawne dokończenie zdania lub odpowiedź.

1. **Grupą funkcyjną alkoholi jest grupa**
   A. hydroksylowa.
   B. węglowodorowa.
   C. karboksylowa.
   D. aminowa.

2. **Etanol jest pochodną węglowodoru o wzorze**
   A. CH_4 B. C_2H_2 C. C_3H_8 D. C_2H_6

3. **Model cząsteczki glicerolu przedstawiono na rysunku**
   A. 
   B. 
   C. 
   D. 

4. **Reakcję niecałkowitego spalania metanolu przedstawia poprawnie równanie**
   A. $2\ CH_3OH + O_2 \longrightarrow 2\ CO + 4\ H_2O$
   B. $CH_3OH + O_2 \longrightarrow CO + 2\ H_2O$
   C. $CH_3OH + 2\ O_2 \longrightarrow CO_2 + 2\ H_2O$
   D. $2\ CH_3OH + 3\ O_2 \longrightarrow 2\ CO_2 + 4\ H_2O$

5. **Etanol należy przechowywać w szczelnie zamkniętych naczyniach głównie ze względu na jego**
   A. charakterystyczny zapach.
   B. dobrą rozpuszczalność w wodzie.
   C. dużą lotność.
   D. zdolność do reakcji z kwasami.

6. **Kwas mrówkowy to zwyczajowa nazwa kwasu o wzorze**
   A. HCOOH
   B. CH_3COOH
   C. C_2H_5COOH
   D. C_3H_7COOH

7. **Poprawny zapis równania dysocjacji kwasu o wzorze CH_3COOH ma postać**
   A. $CH_3COOH \overset{H_2O}{\rightleftharpoons} H^+ + CH_3COO^-$
   B. $CH_3COOH \overset{H_2O}{\rightleftharpoons} 4\ H^+ + 2\ CO^{2-}$
   C. $CH_3COOH \overset{H_2O}{\rightleftharpoons} CH_3^+ + COOH^-$
   D. $CH_3COOH \overset{H_2O}{\rightleftharpoons} CH_3CO^+ + OH^-$

8. **Reakcja kwasu octowego z zasadą potasową przebiega zgodnie z równaniem**
   A. $2\ CH_3COOH + 2\ K \longrightarrow 2\ CH_3COOK + H_2\uparrow$
   B. $2\ CH_3COOH + K_2O \longrightarrow 2\ CH_3COOK + H_2O$
   C. $CH_3COOH + KOH \longrightarrow CH_3COOK + H_2O$
   D. $2\ CH_3COOH + K_2CO_3 \longrightarrow 2\ CH_3COOK + CO_2\uparrow + H_2O$

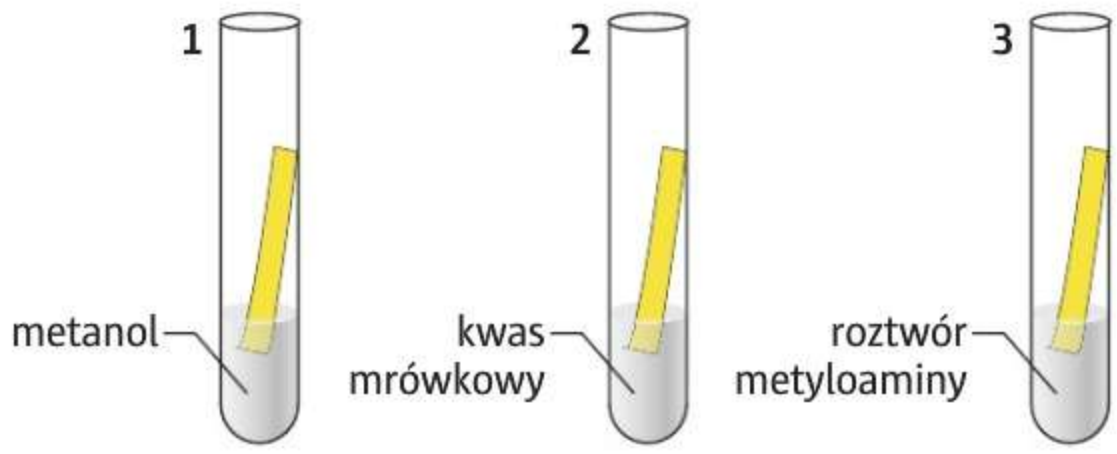
9. **Kwas palmitynowy to wyższy kwas karboksylowy o wzorze**
   A. C_4H_9COOH
   B. $C_{15}H_{31}COOH$
   C. $C_{17}H_{33}COOH$
   D. $C_{17}H_{35}COOH$

10. **W cząsteczce kwasu oleinowego między atomami węgla**
   A. występują tylko wiązania pojedyncze.
   B. występują tylko wiązania podwójne.
   C. występuje jedno wiązanie podwójne, a pozostałe są pojedyncze.
   D. występuje jedno wiązanie potrójne, a pozostałe są pojedyncze.

11. **Aby odróżnić kwas oleinowy od kwasu palmitynowego, należy wykonać próbę z**
   A. roztworem manganianu(VII) potasu.
   B. wodą wapienną.
   C. uniwersalnym papierkiem wskaźnikowym.
   D. fenoloftaleiną.

12. **Wraz ze wzrostem długości łańcucha węglowego**
   A. rozpuszczalność kwasów w wodzie rośnie.
   B. temperatura wrzenia kwasów maleje.
   C. aktywność chemiczna kwasów maleje.
   D. lotność kwasów rośnie.

13. Do trzech probówek, w których znajdują się roztwory: metanolu, kwasu mrówkowego oraz metyloaminy, wprowadzono uniwersalny papierek wskaźnikowy.



Barwa papierka w poszczególnych roztworach jest następująca:
   A. 1 – niebieska, 2 – czerwona, 3 – niebieska.
   B. 1 – czerwona, 2 – niebieska, 3 – żółta.
   C. 1 – żółta, 2 – niebieska, 3 – czerwona.
   D. 1 – żółta, 2 – czerwona, 3 – niebieska.

14. **Mrówczan etylu to ester o wzorze**
   A. $HCOOCH_3$
   B. $HCOOC_2H_5$
   C. CH_3COOCH_3
   D. $CH_3COOC_2H_5$

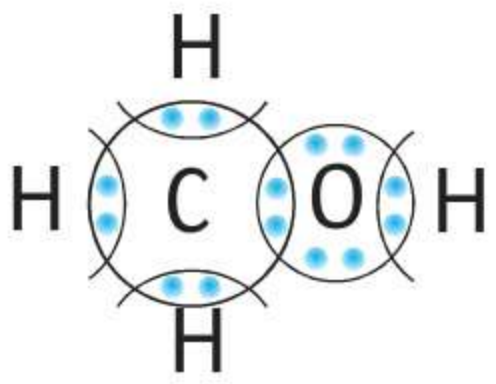
15. **Estry stosuje się do produkcji kosmetyków głównie ze względu na ich**
   A. obojętny odczyn.
   B. przyjemny zapach.
   C. słabą rozpuszczalność w wodzie.
   D. zdolność do rozpuszczania innych substancji.

Sprawdź się

Zadanie 1.
Pochodne węglowodorów są często stosowane w praktyce.
W których wierszach tabeli właściwie zestawiono produkt i nazwę związku chemicznego wykorzystanego do jego wytworzenia?
Wybierz wszystkie właściwe odpowiedzi.

	Produkt	Nazwa związku chemicznego
A	jodyna	metanol
B	ocet	kwas etanowy
C	zmywacz do paznokci	octan etylu
D	dynamit	glicerol

Zadanie 2.
Tworzenie wiązań chemicznych w cząsteczce metanolu przedstawiono na rysunku:



Przepisz zdania do zeszytu i uzupełnij je właściwymi informacjami.

I. Wiązania chemiczne w cząsteczce metanolu powstają w wyniku (**uwspólnienia elektronów / przekazania elektronów między atomami**).
II. Atom (**wodoru / węgla / tlenu**) dąży do osiągnięcia dubletu elektronowego, a atomy (**wodoru / węgla / tlenu**) – do oktetu elektronowego.
III. W tworzeniu wiązań uczestniczy (**dziesięć / czternaście**) elektronów walencyjnych.
IV. Między atomem węgla a atomem tlenu tworzy się wiązanie (**jonowe / kowalencyjne spolaryzowane**).

Zadanie 3.
Po dodaniu etanolu do probówki zawierającej białko jaja kurzego powstał biały, kłaczkowaty osad.
Czy opisana przemiana jest zjawiskiem fizycznym czy reakcją chemiczną?
Wybierz odpowiedź A lub B i jej uzasadnienie C lub D.

A	Jest to zjawisko fizyczne,	ponieważ	**C**	białko ulega nieodwracalnemu ścięciu i zmieniają się jego właściwości.
B	Jest to reakcja chemiczna,		**D**	nie powstają nowe substancje, a jedynie zmienia się stan skupienia białka.

Zadanie 4.
Do każdej z poniższych mieszanin dopasuj sposób jej rozdzielania oraz właściwości, dzięki którym można rozdzielić jej składniki.

Mieszanina		Sposób rozdzielania		Właściwości składników	
1	woda z kwasem octowym	**A**	za pomocą rozdzielacza	**I**	właściwości magnetyczne
2	woda z kwasem oleinowym	**B**	za pomocą sączenia	**II**	temperatura wrzenia
3	woda z kwasem stearynowym	**C**	za pomocą magnesu	**III**	rozpuszczalność
		D	za pomocą destylacji	**IV**	gęstość

Zadanie 5.
Oceń poprawność poniższych stwierdzeń (P – prawda, F – fałsz).

I	Kwas octowy dysocjuje na kationy wodoru H^+ oraz aniony octanowe CH_3COO^-.	**P / F**
II	Uniwersalny papierek wskaźnikowy w roztworze kwasu octowego i w kwasie oleinowym zabarwia się na kolor czerwony.	**P / F**
III	Produktem reakcji kwasu octowego z zasadą sodową jest octan sodu o wzorze $(CH_3COO)_2Ca$.	**P / F**
IV	Aby otrzymać octan etylu, należy przeprowadzić reakcję przedstawioną równaniem: $CH_3COOH + C_2H_5OH \rightleftharpoons[H_2SO_{4(stęż.)}] CH_3COOC_2H_5 + H_2O$	**P / F**
V	Kwas octowy jest mniej aktywny chemicznie niż kwas oleinowy.	**P / F**
VI	Kwas oleinowy zmienia barwę roztworu manganianu(VII) potasu.	**P / F**

Zadanie 6.
Ocet stosowany jako przyprawa zakwaszająca jest 10-procentowym roztworem kwasu octowego. **W butelce zawierającej 0,5 dm^3 octu (gęstość octu przyjmij za równą 1,01 $\frac{g}{cm^3}$) znajduje się**
A. 5 g kwasu octowego.
B. 5,05 g kwasu octowego.
C. 50 g kwasu octowego.
D. 50,5 g kwasu octowego.

10 Między chemią a biologią



Które cukry są słodkie, a które – nie?

Które tłuszcze są lepsze?

Jak dobierać składniki codziennej diety?

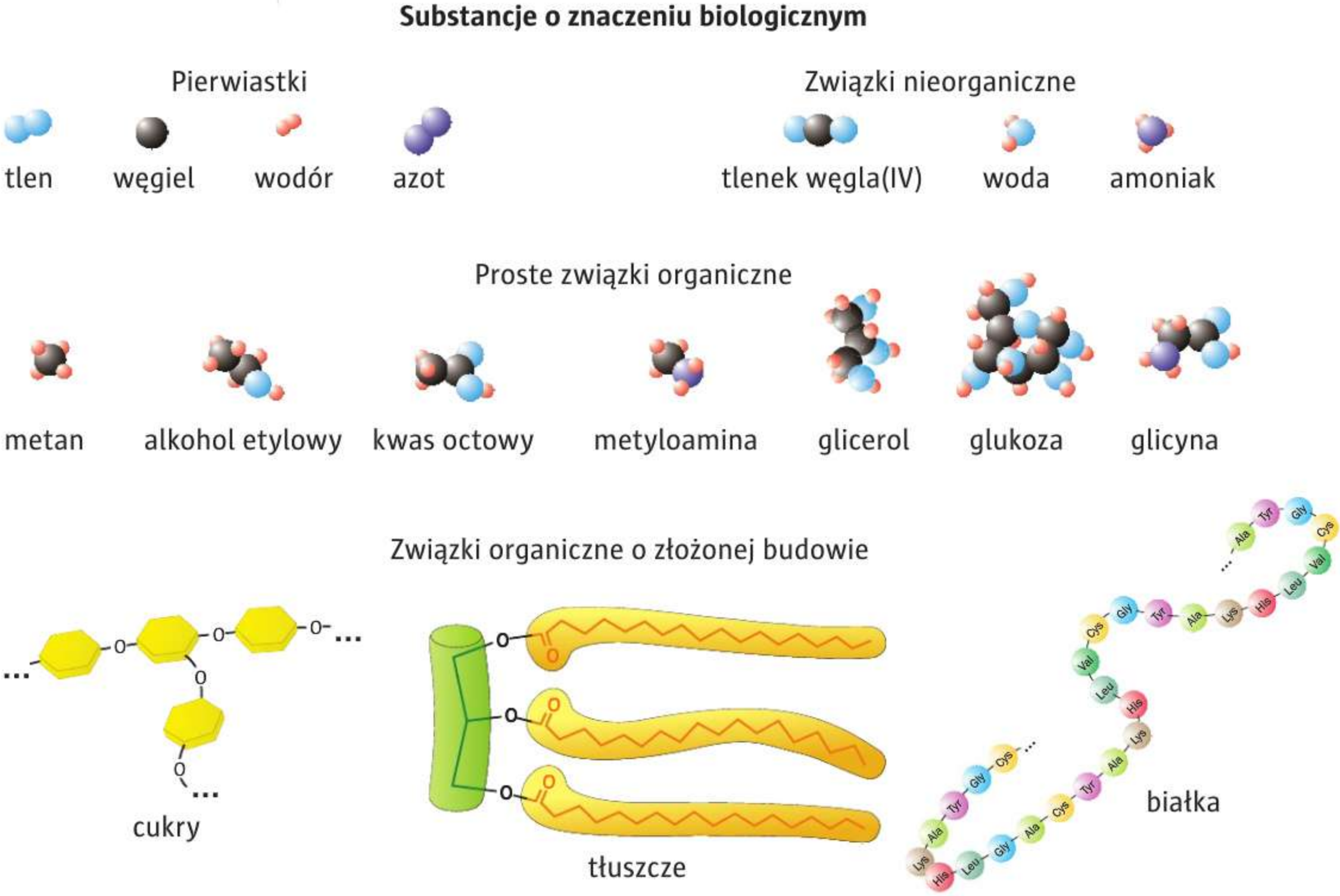
10.1

Substancje chemiczne o znaczeniu biologicznym

Substancje o znaczeniu biologicznym pełnią ważne funkcje w organizmach. Przemiany tych substancji wpływają na wzrost, rozwój, a nawet życie ludzi, zwierząt i roślin. Co to za substancje? Czy jest to węgiel i tylko związki organiczne?

Które z poznanych substancji mają największe znaczenie biologiczne?

Pierwiastkami najbardziej rozpowszechnionymi w organizmach są: tlen, węgiel, wodór i azot. Pierwiastki te biorą udział w obiegu materii w przyrodzie, czyli w cyklicznym procesie polegającym na krążeniu pierwiastków i związków chemicznych koniecznych do życia.



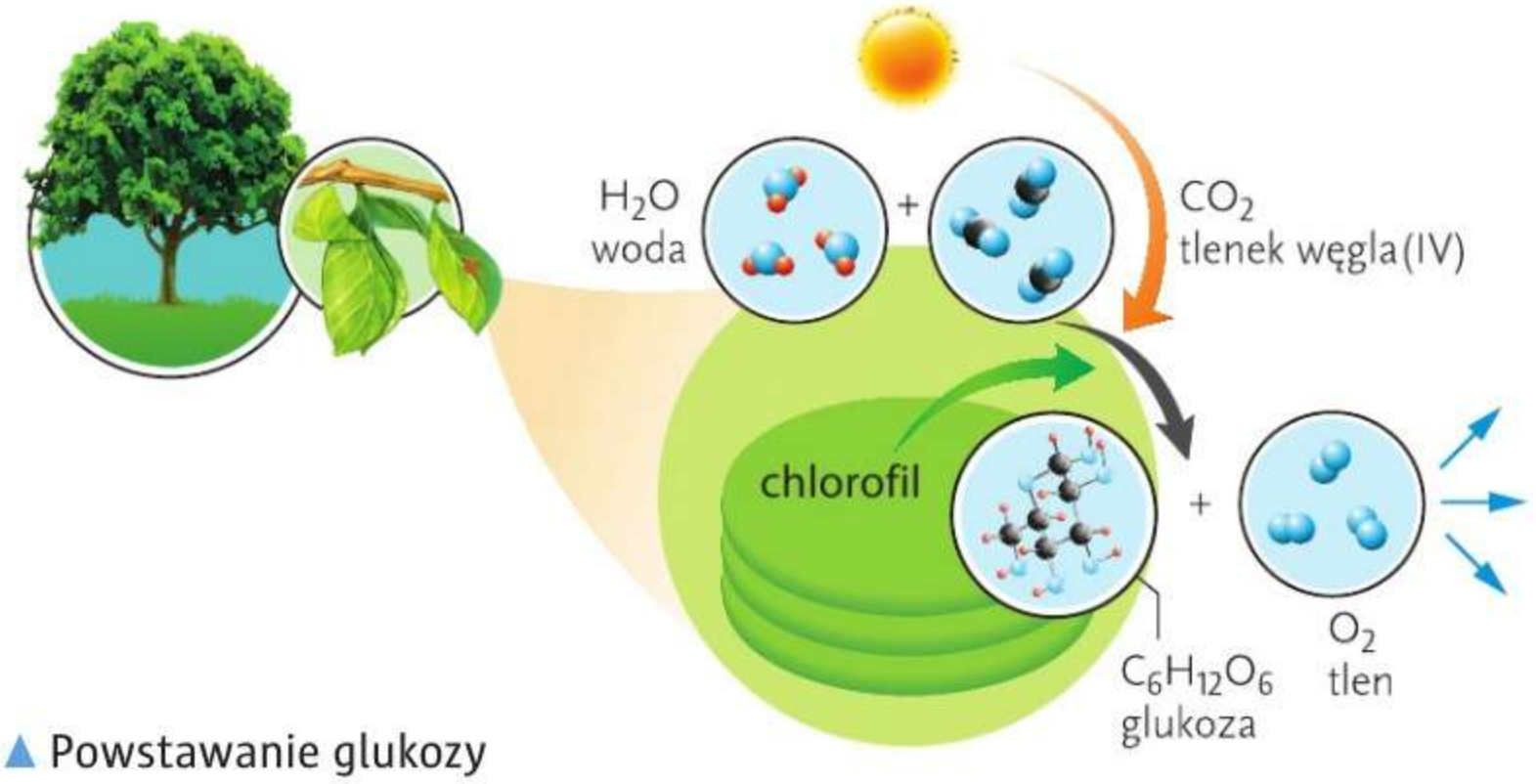
▲ Zestawienie najważniejszych substancji o znaczeniu biologicznym. Wielościany i kolorowe kulki są symbolami cegiełek budujących odpowiednio cukry i białka.

Wymienione pierwiastki wchodzą w skład poznanych związków nieorganicznych (wody, tlenku węgla(IV), amoniaku) oraz związków organicznych, m.in. metanu, alkoholu etylowego, glicerolu, kwasu octowego, metyloaminy. Z niektórych z nich w procesach zachodzących w organizmach powstają związki o bardziej złożonej budowie: tłuszcze oraz aminokwasy i glukoza. Te ostatnie są cegiełkami, z których składają się jeszcze bardziej skomplikowane struktury białek i cukrów.

Dlaczego energia słoneczna jest niezbędna do życia?

Przemiany związków chemicznych zachodzące w organizmach przebiegają zgodnie z ogólnymi prawami fizyki i chemii. Energia utrzymująca organizmy przy życiu, podobnie jak inne rodzaje energii, nie może powstać z niczego ani ulec zniszczeniu – dlatego też jest przekazywana. Obecność roślin zielonych na Ziemi jest warunkiem istnienia życia. To właśnie rośliny, a właściwie – znajdujący się w nich chlorofil, przechwytują energię Słońca. Z jej udziałem z tlenku węgla(IV) i z pary wodnej pobieranych z powietrza przez liście oraz z wody pozyskiwanej przez korzenie z gleby powstają w procesie fotosyntezy cząsteczki glukozy. Glukoza (cukier prosty) jest następnie przetwarzana w bardziej złożone związki – wielocukry, takie jak skrobia i celuloza. Równocześnie jest wytwarzany tlen, niezbędny zarówno dla roślin, zwierząt, jak i dla ludzi. Jest on emitowany do atmosfery przez rośliny. Kiedy zwierzęta lub ludzie spożywają rośliny lub inne zwierzęta, energia z pożywienia jest przekazywana do kolejnego elementu łańcucha pokarmowego. W trakcie tej wędrówki powstają różnorodne związki chemiczne o bardziej lub mniej złożonej budowie, a procesom tym znowu towarzyszy wymiana energii.

$$6\,CO_2 + 6\,H_2O \xrightarrow[\text{chlorofil}]{\text{światło}} C_6H_{12}O_6 + 6\,O_2$$



▲ Powstawanie glukozy

Dlaczego organizmy są nazywane biologicznymi fabrykami?

Komórka jest najmniejszą jednostką, która może spełniać podstawowe funkcje życiowe. Istnieją organizmy jednokomórkowe oraz organizmy zawierające miliony, a nawet miliardy komórek. Każda komórka jest miniaturową wyspecjalizowaną fabryką chemiczną, w której przebiega wiele różnorodnych procesów. Syntetyzowane i rozkładane są w niej związki chemiczne, a tym procesom towarzyszy wydzielanie lub pochłanianie energii. Dziedziną nauki, która zajmuje się procesami chemicznymi przebiegającymi w organizmach, jest biochemia.

Jakie związki zawiera żywność?

Niezbędne do życia substancje chemiczne dostarczane do organizmu w pokarmie nazwano **składnikami odżywczymi**. Należą do nich: cukry, białka, tłuszcze, sole i inne składniki mineralne, witaminy i woda. Większość produktów spożywczych jest źródłem wielu składników odżywczych, ale w niektórych dominuje jeden.

SKŁADNIKI POKARMOWE – WYSTĘPOWANIE I ROLA



CUKRY

Są źródłem energii. Błonnik reguluje procesy trawienne.



BIAŁKA

Stanowią materiał budulcowy, pełnią również funkcje transportowe i regulujące.



TŁUSZCZE

Są źródłem energii, stanowią materiał izolacyjny.



SKŁADNIKI MINERALNE, WITAMINY, WODA

Regulują procesy życiowe.

Co i w jakich proporcjach należy jeść, ilustruje **piramida zdrowego żywienia i aktywności fizycznej**. Podstawą prawidłowego odżywiania są owoce i warzywa oraz produkty mączne: pieczywo, makarony, a także ziemniaki, ryż i kasze. Następny poziom stanowią białka, których dostarczają produkty mleczne oraz jajka, ryby, mięsa i rośliny strączkowe. Tłuszcze i słodycze, umieszczone na wierzchołku piramidy, należy spożywać w ograniczonej ilości. Codziennie trzeba pić co najmniej 1,5 l wody.



◄ Piramida zdrowego żywienia i aktywności fizycznej

Podsumowanie

1. Najważniejszymi pierwiastkami dla organizmów są: tlen, węgiel, wodór i azot.
2. Najważniejszymi związkami nieorganicznymi biorącymi udział w obiegu materii w przyrodzie są: tlenek węgla(IV) i woda.
3. W wyniku przemian w organizmach powstają cegiełki: glukoza i aminokwasy budujące związki wielkocząsteczkowe, wielocukry i białka.
4. Do podstawowych składników pokarmowych należą: woda, białka, tłuszcze, cukry, składniki mineralne i witaminy.
5. W komórkach organizmów zachodzi wiele procesów fizycznych i chemicznych.

Sprawdź, czy wiesz i rozumiesz

1. Przygotuj plakat ilustrujący obieg materii w przyrodzie.
2. Oblicz, ile tlenu może powstać w roślinie w wyniku pochłonięcia 4,4 ton tlenku węgla(IV) przy wystarczającym dostępie wody.
3. Przygotuj propozycję jadłospisu dla siebie na dwa dni przy założeniu, że jesz posiłki pięć razy dziennie. Dostosuj się do zasad zilustrowanych przez piramidę zdrowego żywienia i aktywności fizycznej.

Dowiedz się więcej

W dostępnych źródłach poszukaj informacji na temat:

a) pierwiastków biogennych,

b) hasła *zupa pierwotna*.

10.2

Glukoza – produkt procesu fotosyntezy

Glukoza należy do grupy związków chemicznych nazywanych cukrami. Czym glukoza różni się od cukru stosowanego w kuchni, a czym od cukru owocowego – fruktozy? Z jakich pierwiastków są zbudowane cukry? Czy wszystkie cukry są słodkie?

Jak powstaje i gdzie występuje glukoza?

Glukoza jest produktem procesu fotosyntezy. To związek organiczny, który powstaje w obecności światła w zielonych częściach roślin ze związków nieorganicznych – tlenku węgla(IV) i wody:

$$6\ CO_2 + 6\ H_2O \xrightarrow[\text{chlorofil}]{\text{światło}} C_6H_{12}O_6 + 6\ O_2$$



▲ Owoce są źródłem glukozy i fruktozy.

Glukoza występuje w roślinach, dużo jest jej zwłaszcza w owocach, a najwięcej – w winogronach. Z tego powodu jest nazywana **cukrem gronowym**. Występuje również w organizmach zwierzęcych i ludzkich. Nie mają one jednak zdolności jej wytwarzania – dlatego czerpią ją z pożywienia. W owocach znajduje się również fruktoza – nazywa się ją cukrem owocowym.

Jaką rolę glukoza odgrywa w organizmach?

W organizmach ludzkich i zwierzęcych glukoza jest spalana. Ten proces odbywa się pod wpływem enzymów, w obecności tlenu dostarczanego w trakcie oddychania. W uproszczeniu:

$$C_6H_{12}O_6 + 6\ O_2 \xrightarrow{\text{enzymy}} 6\ CO_2 + 6\ H_2O + \text{energia}$$

Tlenek węgla(IV) jest usuwany z organizmu z wydychanym powietrzem. Spalanie glukozy to główne źródło energii dla wielu przemian zachodzących w komórkach. Warunkiem prawidłowego funkcjonowania organizmu jest ciągłe zaopatrywanie go w glukozę. Odpowiada ona za utrzymywanie właściwej temperatury ciała. Jest jedynym źródłem energii umożliwiającej prawidłowe funkcjonowanie zarówno komórek mózgowych, jak i czerwonych krwinek.

W roślinach cząsteczki glukozy się łączą i w ten sposób powstają związki wielkocząsteczkowe – cukry złożone. Najważniejsze z nich to **celuloza**, budująca ściany komórek roślin, oraz **skrobia**, odgrywająca rolę materiału zapasowego.

Ciekawostka

Za poziom glukozy we krwi jest odpowiedzialna insulina, produkowana zarówno u ludzi, jak i u zwierząt przez trzustkę. Do najczęstszych przyczyn znacznego niedoboru glukozy należą nieprawidłowa dieta i nadmierny wysiłek fizyczny. Niedobór glukozy w organizmie może wywoływać drgawki oraz doprowadzić do utraty przytomności (wstrząs hipoglikemiczny). Z kolei nadmiar glukozy we krwi najczęściej prowadzi do cukrzycy, której konsekwencjami mogą być: śpiączka cukrzycowa, zaburzenia ukrwienia kończyn, serca, nerek i mózgu oraz niewydolność wielu narządów.



► Badanie poziomu glukozy we krwi

W wątrobie ludzi i zwierząt cząsteczki glukozy łączą się i w efekcie powstaje cukier złożony o nazwie **glikogen**, który jest magazynowany w wątrobie i mięśniach. Gdy poziom glukozy we krwi się obniża, wątroba zamienia glikogen znowu na glukozę, która jest uwalniana do krwi. W wyniku kolejnych skomplikowanych procesów zachodzących w organizmach z glukozy powstają jeszcze inne ważne związki – nie tylko te należące do rodziny cukrów.

Fruktoza podobnie jak glukoza spełnia funkcje energetyczne, ale mechanizm jej przyswajania jest inny niż glukozy. Spożywanie fruktozy powoduje podniesienie poziomu cholesterolu oraz zwiększa ryzyko otyłości.

Jak są zbudowane cukry i jakie są kryteria ich podziału?

Chociaż słowo *cukier* na co dzień kojarzy się tylko z białą, krystaliczną, słodką substancją, to jednak w rzeczywistości jest to duża rodzina związków chemicznych, z których nie wszystkie są słodkie. Najbardziej popularnym cukrem, stosowanym do celów spożywczych, jest **sacharoza**.

Wśród cukrów wyróżnia się cukry proste oraz cukry złożone. Najbardziej znanymi cukrami prostymi są glukoza i fruktoza. Cukry proste nie ulegają rozkładowi na prostsze cukry – stąd nazwa tej grupy.

Ciekawostka

Dawniej cukry nazywano węglowodanami. Do tej grupy zaliczano tylko związki spełniające wzór ogólny $C_nH_{2m}O_m$, w których liczba atomów wodoru w cząsteczkach jest dwukrotnie większa od liczby atomów tlenu (jak w cząsteczce wody). Stąd nazwa ***węglowodany***. W miarę rozwoju nauki okazało się, że nie wszystkie związki kwalifikowane do tej grupy spełniają ten wzór, jak również nie wszystkie związki, które go spełniają, są cukrami (np. kwas octowy).

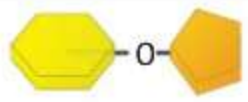
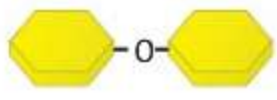
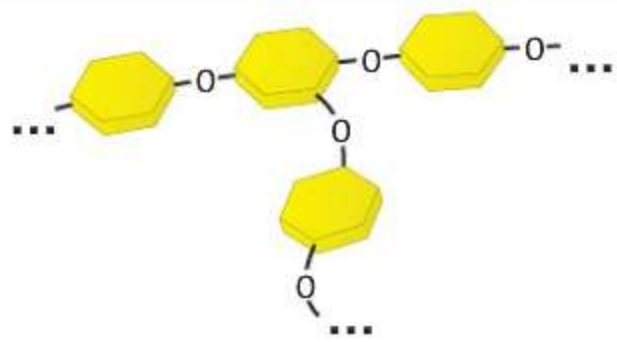
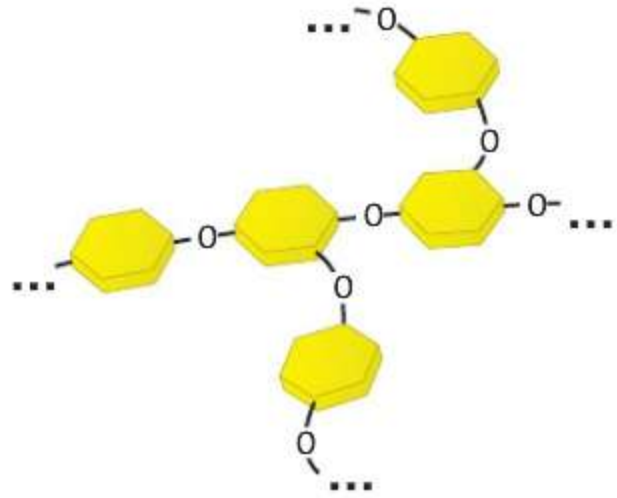
Kwas octowy

CH_3COOH

wzór grupowy

$C_2H_4O_2$

wzór sumaryczny

Budowa i podział cukrów				
Cukry			Przykłady	
Proste		$C_6H_{12}O_6$	glukoza	
			fruktoza	
Złożone	dwucukry	$C_{12}H_{22}O_{11}$	sacharoza	
			maltoza	
	wielocukry	$(C_6H_{10}O_5)_n$	skrobia	
			celuloza	
			glikogen	

Cząsteczkę **sacharozy** tworzą cząsteczki fruktozy i glukozy połączone przez atom tlenu, natomiast cząsteczkę **maltozy**, innego dwucukru, budują dwie cząsteczki glukozy.

Związki wielkocząsteczkowe, takie jak: skrobia, celuloza, glikogen, są zbudowane z wielu cząsteczek glukozy. Różnią się ich liczbą oraz stopniem rozgałęzienia łańcucha.

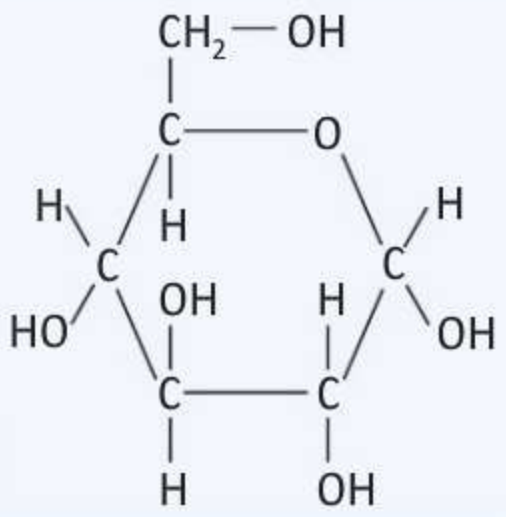
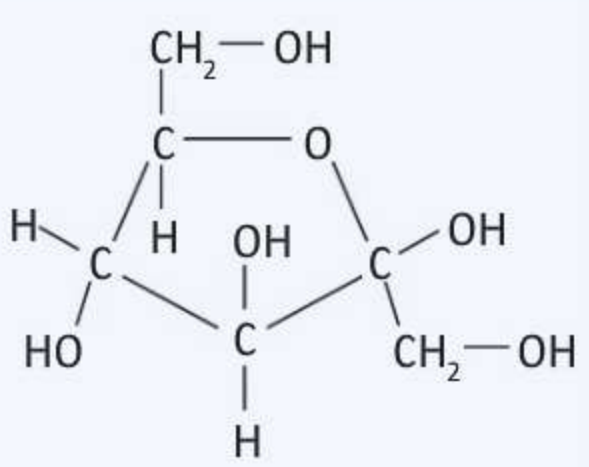
W chemii organicznej bardzo często się zdarza, że wzory sumaryczne różnych związków są identyczne. W takich przypadkach należy brać pod uwagę ułożenie atomów w cząsteczkach tych związków. Przykładowo: glukoza ma identyczny wzór sumaryczny jak fruktoza, lecz struktura tych cukrów jest zupełnie inna.



Ciekawostka

Fruktoza, która tak jak glukoza występuje w roślinach, znajduje się również w miodzie. Ma podobne właściwości do glukozy, jest tylko od niej znacznie słodsza.

◀ Miód jest źródłem fruktozy i glukozy.

Nazwa cukru	glukoza	fruktoza
Model		
Wzór strukturalny		

Jakie właściwości ma glukoza i gdzie się ją stosuje?

Glukoza ma słodki smak, którego w pracowni chemicznej nie sprawdzamy doświadczalnie. Jej nazwa, podobnie jak nazwa glicerolu, pochodzi od greckiego słowa *glykýs*, co oznacza ‘słodki’.

Doświadczenie 10.2.1
Badanie właściwości glukozy



Na szkiełko zegarkowe nasyp niewielką ilość glukozy (1). Opisz jej stan skupienia i barwę. Określ jej rozpuszczalność w wodzie (2) i nafcie (3). Zbadaj przewodnictwo elektryczne wodnego roztworu glukozy i jego odczyn.



Obserwacje: Glukoza to biała, krystaliczna substancja. Glukoza miesza się z wodą i tworzy jednorodną mieszaninę, natomiast nie miesza się z naftą. Roztwór wodny glukozy nie przewodzi prądu elektrycznego. Nie zmienia barwy użytego wskaźnika.

Wnioski: Glukoza po rozpuszczeniu w wodzie nie ulega dysocjacji elektrolitycznej i ma odczyn obojętny. Właściwości fizyczne będące wnioskami z tego doświadczenia zamieszczono poniżej.





Właściwości fizyczne glukozy:

- biała, krystaliczna substancja stała,
- dobrze rozpuszczalna w wodzie,
- nierozpuszczalna w nafcie,
- jej wodny roztwór nie przewodzi prądu elektrycznego.

Fruktoza ma podobne właściwości fizyczne jak glukoza.

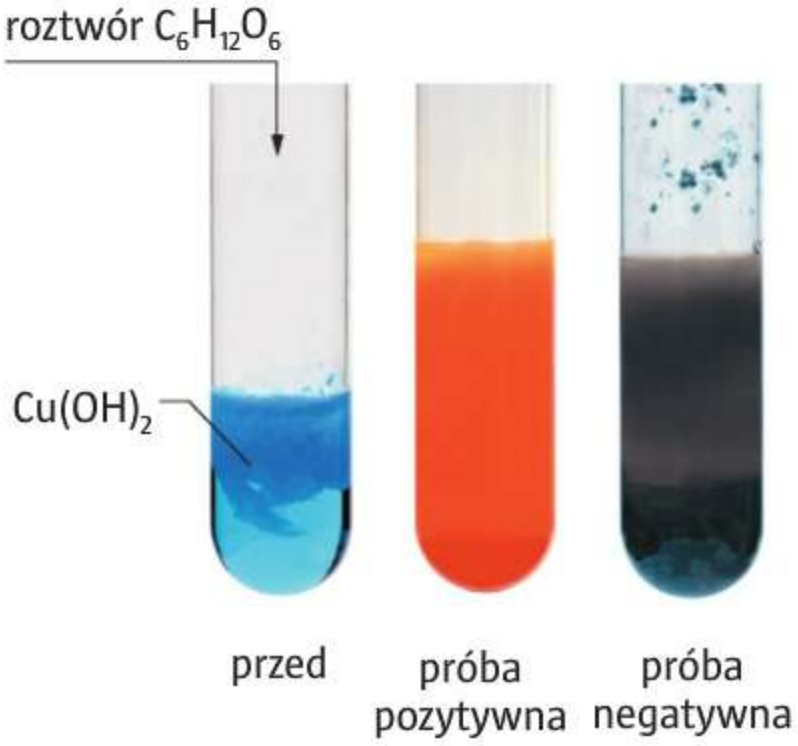
Glukoza ulega barwnej reakcji ze świeżo strąconym wodorotlenkiem miedzi(II), podczas której obserwuje się zmianę zabarwienia z niebieskiego na pomarańczowoczerwony. Jest to reakcja charakterystyczna, czyli pozwalająca na wykrycie glukozy. Jej przebieg ilustrują równania reakcji:

$$CuSO_4 + 2\,NaOH \rightarrow Cu(OH)_2\downarrow + Na_2SO_4$$

$$Cu^{2+} + 2\,OH^- \rightarrow Cu(OH)_2\downarrow$$

wodorotlenek miedzi(II)

$$\underset{\text{osad niebieski}}{Cu(OH)_2} \xrightarrow[\text{temp.}]{\text{glukoza}} \underset{\text{osad pomarańczowoczerwony}}{Cu_2O\downarrow} + H_2O$$



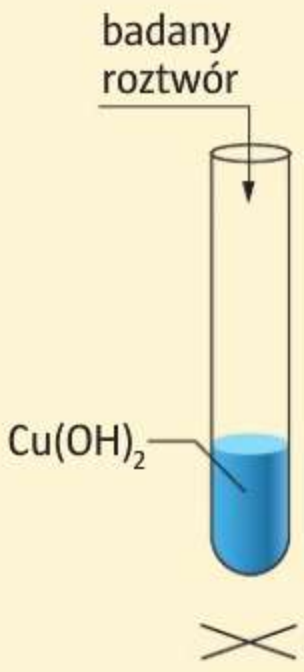
▲ Reakcja charakterystyczna glukozy

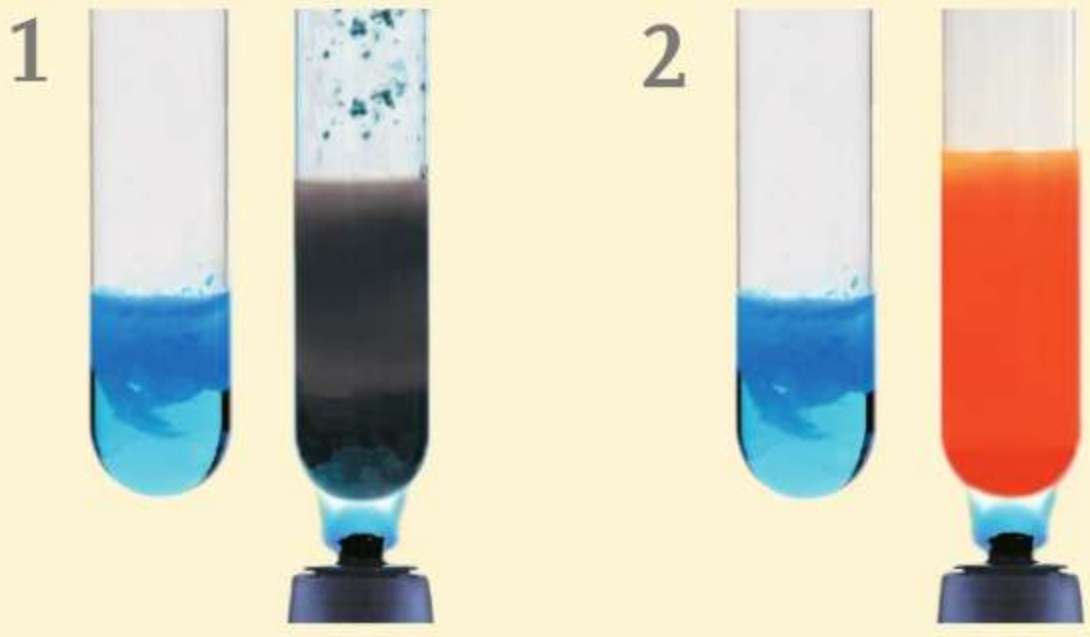
Glukoza obniża – czyli redukuje – wartościowość miedzi. Potocznie mówi się, że ma właściwości redukujące. Związki chemiczne, które nie mają właściwości redukujących, dają próbę negatywną z wodorotlenkiem miedzi(II), czyli czarny osad:

$$\underset{\text{osad niebieski}}{Cu(OH)_2} \rightarrow \underset{\text{osad czarny}}{CuO\downarrow} + H_2O$$

Doświadczenie 10.2.2
Wykrywanie glukozy

Przygotuj dwie probówki ze świeżo strąconym wodorotlenkiem miedzi(II). Do pierwszej wlej wodę posłodzoną cukrem stosowanym w kuchni – sacharozą (1), a do drugiej – sok jabłkowy (2). Zawartość obu probówek podgrzewaj w płomieniu palnika.





Obserwacje: W probówce z sacharozą osad wodorotlenku miedzi(II) zmienia zabarwienie na kolor czarny, a w probówce z sokiem jabłkowym – na kolor pomarańczowoczerwony.

Wnioski: Sacharoza nie ma właściwości redukujących. Sok jabłkowy zawiera glukozę – cukier o właściwościach redukujących.

Cukry pod wpływem enzymów zawartych w drożdżach ulegają procesowi fermentacji. Jej produktem jest m.in. alkohol etylowy:

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{drożdże}} 2\,C_2H_5OH + 2\,CO_2\uparrow$$

Właściwości chemiczne glukozy:

- nie dysocjuje;
- jej wodny roztwór ma odczyn obojętny;
- właściwości redukujące;
- pod wpływem enzymów ulega procesowi fermentacji, której produktem jest alkohol;
- w organizmach ulega spaleniu z wytworzeniem energii;
- w organizmach łączy się i tworzy cukry złożone.

Glukozę stosuje się w przemyśle spożywczym, jest ona łatwo przyswajalnym cukrem dla diabetyków i małych dzieci. Podaje się ją pod różnymi postaciami, np. kroplówek, zastrzyków, cukierków, osobom chorym na serce oraz ze schorzeniami wątroby. Syrop glukozowo-fruktozowy, czyli roztwór wodny glukozy i fruktozy służy do słodzenia napojów, produkcji lodów, galaretek, deserów. Niestety spożywanie produktów dosładzanych tym syropem powoduje otyłość.



▲ Kroplówka z glukozą

Fruktoza ma podobne właściwości chemiczne jak glukoza.

Podsumowanie

1. Glukoza jest produktem **fotosyntezy**, występuje w zielonych częściach roślin i w owocach, pełni bardzo ważne funkcje w organizmach.
2. Glukoza i fruktoza to **cukry proste** o takim samym wzorze sumarycznym, lecz o różnych wzorach strukturalnych.
3. **Cukry złożone** to cukry zbudowane z cząsteczek cukrów prostych połączonych ze sobą przez atomy tlenu.
4. Glukoza i fruktoza mają **właściwości redukujące**. Można je wykryć za pomocą świeżo strąconego wodorotlenku miedzi(II).

Sprawdź, czy wiesz i rozumiesz

1. Porównaj stosunek liczby atomów w glukozie i sacharozie.
2. Oblicz masy cząsteczkowe glukozy i sacharozy i porównaj w nich zawartość procentową węgla.
3. Porównaj właściwości fizyczne glukozy i sacharozy.
4. Zaprojektuj doświadczenie pozwalające zidentyfikować glukozę w wybranym artykule spożywczym.

Dowiedz się więcej

W dostępnych źródłach poszukaj informacji na temat:

a) właściwości i zastosowania syropu glukozowo-fruktozowego,

b) Emila Hermanna Fischera, laureata Nagrody Nobla z dziedziny chemii.

10.3 Cukry złożone

Cukrem złożonym jest sacharoza, używana na co dzień do słodzenia. Do tych cukrów należy również skrobia, znajdująca się w pieczywie, ziemniakach, ryżu i makaronie, a także celuloza, nieprzyswajalna przez człowieka. Co łączy sacharozę, skrobię i celulozę? Co odróżnia te cukry od siebie?

Źródło sacharozy



buraki cukrowe



trzcina cukrowa

Źródło skrobi



zboża



kukurydza



ziemniaki

Źródło celulozy



drewno

Gdzie w przyrodzie występują cukry złożone?

Cząsteczki wszystkich cukrów są zbudowane tylko z atomów węgla, wodoru i tlenu. Cukry, jako składniki diety, spełniają różnorodne funkcje, głównie dostarczają energii oraz regulują procesy trawienne. Cukry złożone powstają przede wszystkim w organizmach roślinnych z cząsteczek cukrów prostych (zwłaszcza glukozy) w wyniku skomplikowanych procesów.

Sacharoza to dwucukier o wzorze $C_{12}H_{22}O_{11}$. Głównym jej źródłem są buraki cukrowe i trzcina cukrowa. Obok wody i soli kuchennej jest to najbardziej popularna substancja chemiczna stosowana na co dzień.

Skrobia to polimer naturalny, wielocukier o wzorze ogólnym $(C_6H_{10}O_5)_n$; liczba n może przyjmować różne wartości zależnie od pochodzenia cukru. Skrobia jest głównym składnikiem pożywienia człowieka. Pozyskuje się ją z roślin, w których pełni funkcję materiału zapasowego. Gromadzi się m.in. w nasionach, ziarnach zbóż, ryżu, kukurydzy i bulwach ziemniaków. Ma budowę ziarnistą. Wielkość i kształt ziaren oraz liczba fragmentów glukozy budujących cząsteczki skrobi są uzależnione od jej pochodzenia. Skrobia pozyskana z ziemniaków to mąka ziemniaczana.

Celuloza to polimer naturalny, wielocukier o wzorze ogólnym takim samym jak wzór skrobi, czyli $(C_6H_{10}O_5)_n$. Celuloza tworzy ściany komórkowe roślin, ma budowę włóknistą. Połowa masy suchego drewna i ponad 90% masy włókien bawełny to celuloza. Wata celulozowa to czysta celuloza.

Człowiek nie trawi celulozy ani jej nie przyswaja. Celuloza zawarta w artykułach spożywczych jest nazywana **błonnikiem**, pomaga w usuwaniu zbędnych składników pokarmowych z przewodu pokarmowego, jest pożądanym składnikiem każdej diety.

Celuloza jest ważnym surowcem stosowanym głównie w przemyśle papierniczym i włókienniczym. Używa się jej do wyrobu lakierów, sztucznego jedwabiu, tworzyw sztucznych, a nawet – materiałów wybuchowych.



Ciekawostka

Glikogen – wielocukier – to materiał zapasowy gromadzony w wątrobie i w mięśniach zwierząt i ludzi. Spełnia w nich taką samą funkcję jak skrobia w roślinach. Glikogen występuje powszechnie w grzybach i bakteriach. Cząsteczki glikogenu są polimerami glukozy, jednak bardziej rozgałęzionymi niż w przypadku skrobi.

► Glikogen – materiał zapasowy – jest gromadzony w mięśniach.

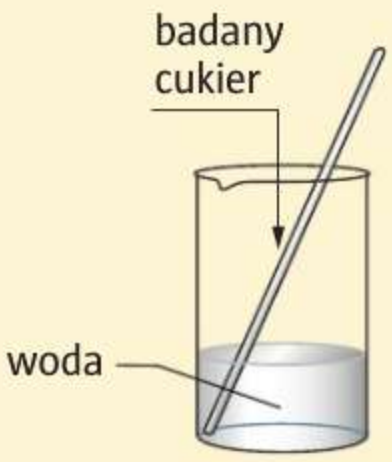
Jakie właściwości fizyczne mają poznane cukry złożone?

Do zbadania właściwości fizycznych poznanych cukrów użyjemy artykułów dostępnych w gospodarstwie domowym: cukru, mąki ziemniaczanej oraz waty celulozowej.

Doświadczenie 10.3.1

Badanie właściwości fizycznych cukrów złożonych

Na szkiełkach zegarkowych umieść niewielką ilość sacharozy (cukru) (1), skrobi (mąki ziemniaczanej) (2) oraz celulozy (waty celulozowej) (3). Obejrzyj próbki pod lupą lub mikroskopem. Następnie przenieś badane substancje do małych zlewek i sprawdź ich rozpuszczalność w zimnej wodzie. Substancje, które się nie rozpuszczają, podgrzej palnikiem.



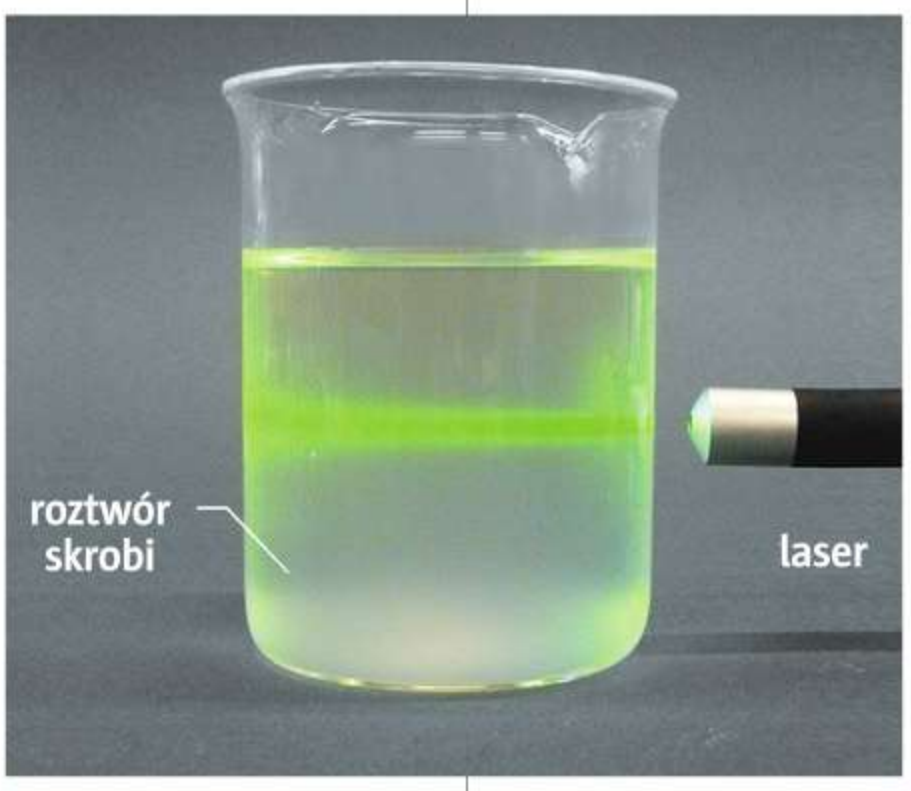


Obserwacje:

Właściwości fizyczne badanych cukrów

Sacharoza	Skrobia	Celuloza
biała substancja krystaliczna rozpuszczalna w wodzie	biała substancja w wodzie zimnej słabo rozpuszczalna w wodzie gorącej tworzy tzw. kleik skrobiowy	biała substancja włóknista nierozpuszczalna w wodzie

Wnioski: Badane cukry różnią się wyglądem i rozpuszczalnością w wodzie.



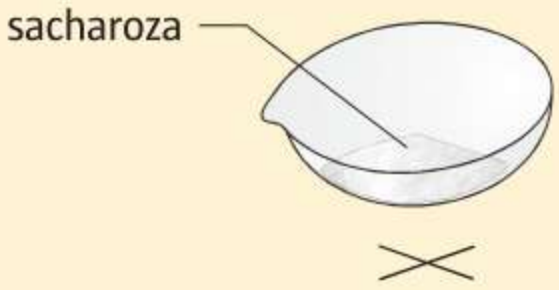
W pracowni chemicznej nie wolno smakować żadnych substancji. Z życia codziennego wiadomo, że sacharoza ma słodki smak, natomiast ani skrobia, ani celuloza nie są słodkie.

Wąski strumień światła skierowany na zlewkę zawierającą kleik skrobiowy rozprasza się na cząstkach substancji w niej zawartej i powstaje **efekt Tyndalla**. Kleik skrobiowy jest mieszaniną koloidalną.

◄ Efekt Tyndalla w kleiku skrobiowym

Co odróżnia cukry złożone?

Każdy z cukrów omawianych w tym paragrafie ma swoje charakterystyczne właściwości, które pozwalają na odróżnienie tego związku od innych. Ilustrują to kolejne doświadczenia.



Doświadczenie 10.3.2
Identyfikacja produktów ogrzewania sacharozy

Do szklanej parownicy wsypujemy łyżeczkę sacharozy (1). Parownicę ogrzewamy. Obserwujemy zachodzące zmiany (2, 3).



Obserwacje: Sacharoza pod wpływem ogrzewania na początku topi się i zmienia barwę na brunatną. Temu procesowi towarzyszy wydzielanie się przyjemnego, słodkiego zapachu. W wyniku dłuższego ogrzewania powstaje czarny osad.

Wnioski: Sacharoza pod wpływem temperatury najpierw ulega karmelizacji, a w końcu rozkłada się na węgiel i wodę, czyli się zwęgla:

$$C_{12}H_{22}O_{11} \xrightarrow{\text{temp.}} 12\ C + 11\ H_2O$$

Pośredni etap ogrzewania sacharozy jest nazywany **karmelizacją**. Jego produkt – brunatna, szklista substancja – to karmel, bardzo dobrze rozpuszczalny w wodzie. Karmel jest stosowany do barwienia ciast i napojów np. typu cola.

Reakcją charakterystyczną skrobi jest reakcja z jodem (**próba jodoskrobiowa**). Ta reakcja umożliwia wykrywanie skrobi w żywności. Stosuje się do tego jodynę, która jest roztworem jodu w alkoholu etylowym. Jodyna w obecności skrobi zmienia zabarwienie z pomarańczowobrązowego na ciemnogranatowe.



► Reakcja charakterystyczna skrobi

Doświadczenie 10.3.3
Wykrywanie skrobi w artykułach spożywczych

Próbę z jodyną na obecność skrobi wykonaj dla ziemniaka, ryżu, makaronu, soczewicy, banana i fasoli.

Obserwacje: We wszystkich badanych artykułach plama z jodyny zmieniła barwę na kolor ciemnogranatowy.

Wnioski: Ziemniaki, ryż, makaron, soczewica, banan i fasola zawierają skrobię.



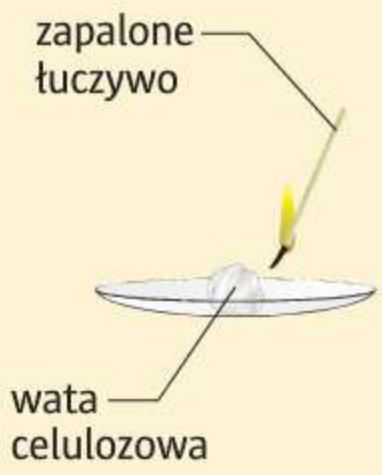
Doświadczenie 10.3.4
Badanie palności celulozy

Na szkiełku zegarkowym umieszczamy niewielką ilość waty celulozowej i podpalamy.

Obserwacje: Celuloza się zapala.

Wnioski: Celuloza jest łatwopalnym wielocukrem. W wyniku spalania powstają tlenek węgla(IV) i woda:

$$(C_6H_{10}O_5)_n + 6n\ O_2 \longrightarrow 6n\ CO_2 + 5n\ H_2O$$





Ciekawostka

Maltozę – dwucukier słodowy – zawierają kiełkujące ziarna. Jest ona pośrednim produktem rozkładu skrobi. Ma istotne znaczenie w procesach fermentacyjnych stosowanych w przemyśle spożywczym i browarnictwie.



► Szyszki chmielu, jęczmień i pszenica są wykorzystywane do produkcji piwa.

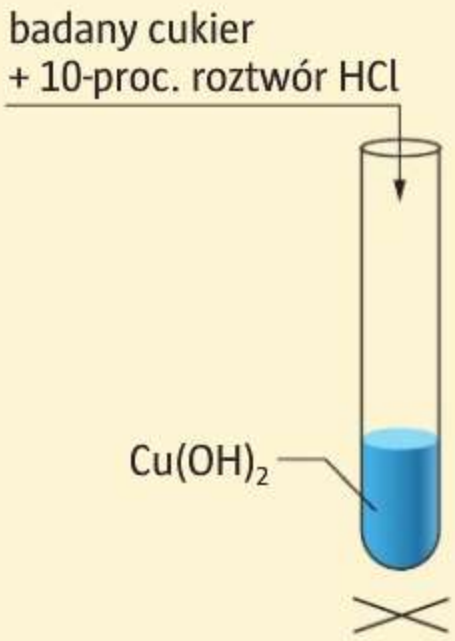
Co dzieje się z cukrami w procesie trawienia?

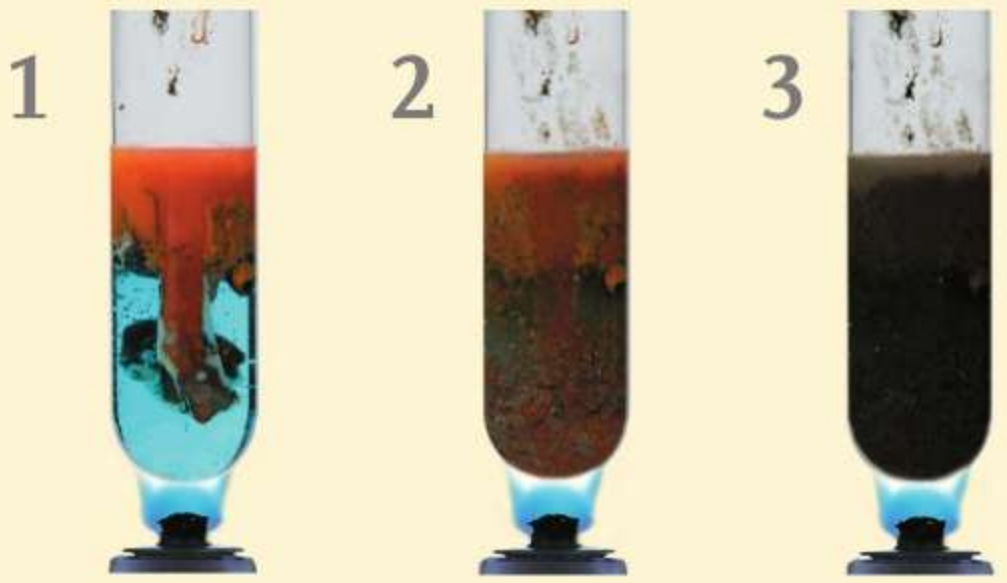
W czasie trawienia w organizmach ludzkich i zwierzęcych pod wpływem enzymów dochodzi do rozpadu niektórych cukrów złożonych na cukry proste. Spróbujmy przeprowadzić taki proces w warunkach laboratoryjnych.

Doświadczenie 10.3.5

Badanie właściwości chemicznych cukrów złożonych

Do trzech probówek ze świeżo strąconym osadem wodorotlenku miedzi(II) wprowadzamy zakwaszone kwasem solnym roztwory – odpowiednio – sacharozy (1), skrobi (2) i celulozy (3). Otrzymane mieszaniny ogrzewamy.





Obserwacje: W probówkach z sacharozą i skrobią nastąpiła zmiana zabarwienia osadu z niebieskiego na pomarańczowoczerwone. W probówce z celulozą niebieski osad zmienił zabarwienie na kolor czarny.

Wnioski: Pomarańczowoczerwone zabarwienie w probówkach 1 i 2 świadczy o obecności w nich glukozy. Cukry złożone – sacharoza i skrobia – pod wpływem kwasu solnego i ogrzewania rozłożyły się na cukry proste. Celuloza w tych warunkach nie ulega rozkładowi.



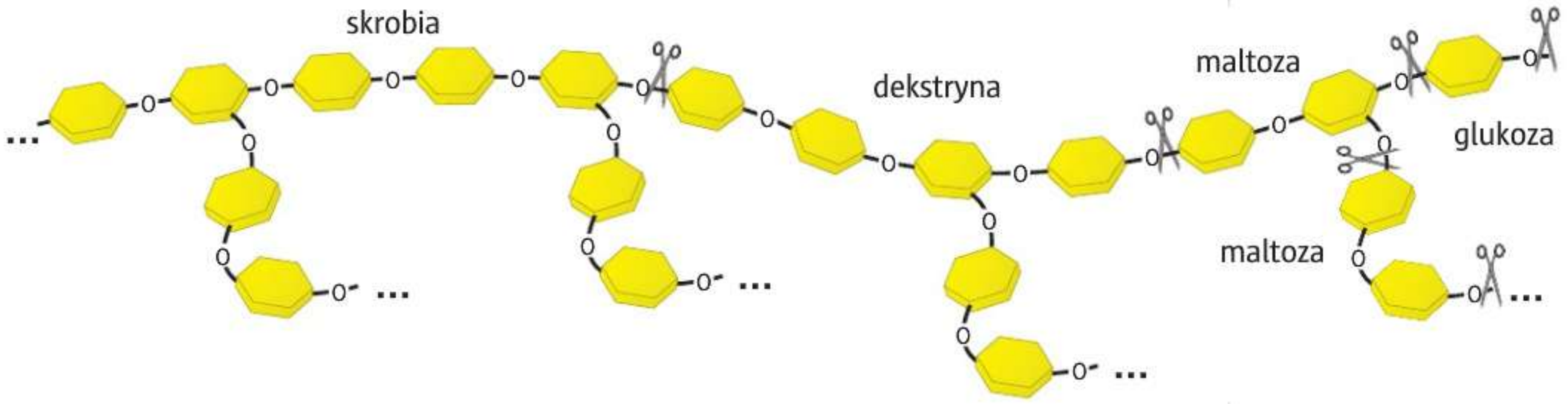
▲ Skórka chleba zawiera dekstryny.

Rozkład związków chemicznych pod wpływem wody jest nazywany **hydrolizą**. Sacharoza i skrobia w organizmach ludzkich i zwierzęcych hydrolizują pod wpływem enzymów produkowanych w układzie pokarmowym:

$$\underset{\text{sacharoza}}{C_{12}H_{22}O_{11}} + H_2O \xrightarrow{\text{enzymy}} \underset{\text{fruktoza}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\text{glukoza}}{C_6H_{12}O_6}$$

Skrobia hydrolizuje etapami. Etapem pośrednim są mniejsze cząsteczki – dekstryny, dla których wartość x jest mniejsza od wartości n.

$$\underset{\text{skrobia}}{(C_6H_{10}O_5)_n} \xrightarrow[H_2O]{\text{enzymy}} \underset{\text{dekstryny}}{(C_6H_{10}O_5)_x} \xrightarrow[H_2O]{\text{enzymy}} \underset{\text{glukoza}}{n\,C_6H_{12}O_6}$$



▲ Hydroliza (rozkład) skrobi

W przewodzie pokarmowym zwierząt przeżuwających są obecne drobnoustroje – bakterie i pierwotniaki, które mają zdolność rozkładania celulozy. W warunkach laboratoryjnych celuloza hydrolizuje dopiero pod wpływem stężonego roztworu kwasu i ogrzewania:

$$\underset{\text{celuloza}}{(C_6H_{10}O_5)_n} + n\,H_2O \xrightarrow[HCl_{(stęż.)}]{\text{temp.}} \underset{\text{glukoza}}{n\,C_6H_{12}O_6}$$

Hydroliza cukrów złożonych jest reakcją odwrotną do skomplikowanych procesów syntezy cukrów zachodzących w roślinach. Te drugie polegają na przetwarzaniu glukozy powstałej w wyniku fotosyntezy na wielocukry.

Podsumowanie

1. **Sacharoza** pod wpływem kwasów lub enzymów rozpada się w obecności wody na cukry proste: fruktozę i glukozę.
2. **Skrobia**, podobnie jak sacharoza, hydrolizuje – najpierw na dekstryny, potem na cząsteczki glukozy.
3. Sacharoza i skrobia dostarczone organizmowi w pożywieniu ulegają rozpadowi na cukry proste, które są spalane i stanowią źródło energii.
4. Obecność skrobi w produktach spożywczych można wykryć w **reakcji z jodyną**.
5. Organizm ludzki nie przyswaja błonnika (**celulozy**), jest on mimo to istotnym składnikiem codziennej diety.
6. Celuloza jest łatwopalnym wielocukrem.

Sprawdź, czy wiesz i rozumiesz

1. Wyjaśnij, dlaczego o skrobi i celulozie można powiedzieć, że to naturalne polimery.
2. Wyjaśnij, na czym polega hydroliza cukrów. Wskaż warunki, w których te procesy przebiegają.
3. Zaprojektuj doświadczenie pozwalające stwierdzić, czy w przetworach mlecznych (jogurtach, śmietanie) znajduje się skrobia jako zagęstnik.

Dowiedz się więcej

W dostępnych źródłach poszukaj informacji na temat:

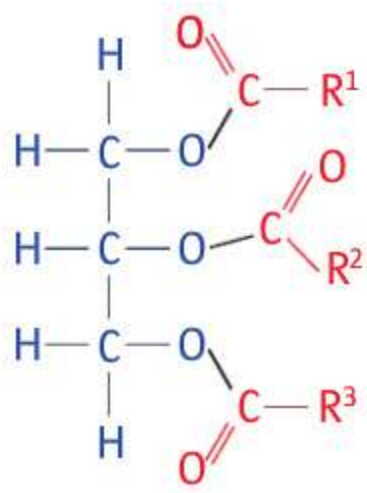
a) sztucznego jedwabiu, b) pektyn, składników dżemów i powideł.

10.4 Tłuszcze

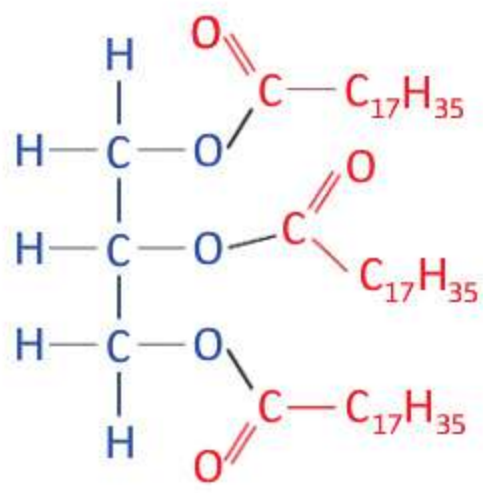
Tłuszcze występują w tkankach zarówno roślin, jak i zwierząt. Mimo powszechnej opinii, że należy unikać tłustych potraw, są one bardzo ważnymi składnikami codziennej diety. Dlaczego tak jest? Jakich tłuszczów trzeba unikać, a które koniecznie powinny znaleźć się w codziennej diecie?

Jak są zbudowane tłuszcze?

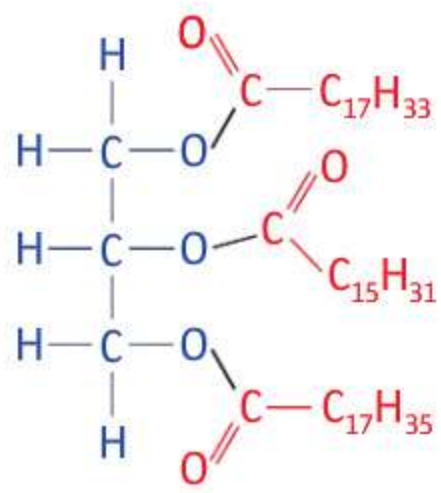
Tłuszcze to estry glicerolu i wyższych kwasów karboksylowych (kwasów tłuszczowych, kwasów długołańcuchowych). Kwasy tłuszczowe tworzące cząsteczki tłuszczów naturalnych zawierają na ogół parzystą liczbę atomów węgla.



wzór ogólny strukturalny tłuszczów



tristearynian glicerolu



1-oleinian-2-palmitynian-3-stearynian glicerolu

Grupy -R^1, -R^2, -R^3 to grupy węglowodorowe wchodzące w skład cząsteczek kwasów tłuszczowych. W cząsteczce tłuszczu te grupy mogą być takie same lub różne, natomiast w cząsteczkach naturalnych tłuszczów zwykle się różnią.



rzepak



oliwki



soja



słonecznik

Gdzie w przyrodzie występują tłuszcze?

Tłuszcze naturalne gromadzą się w nasionach roślin oleistych oraz w tkankach zwierzęcych. W tych organizmach powstają z cukrów w wyniku skomplikowanych procesów. Powszechnie stosowane w kuchni tłuszcze pochodzenia roślinnego to oleje pozyskiwane z nasion roślin, takich jak: rzepak, słonecznik, soja oraz oliwki. Dostępne są również oleje z kukurydzy, pestek dyni, winogron czy lnu. Najszlachetniejsze oleje i oliwy otrzymuje się w wyniku wyciskania tłuszczu na zimno. Większe ilości tego cennego produktu, lecz zanieczyszczonego, można uzyskać przez tłoczenie na gorąco i późniejszą rafinację,

czyli oczyszczanie zarówno metodami fizycznymi, jak i chemicznymi. Tłuszcze zwierzęce są zawarte w słoninie, łoju, w mniejszych ilościach – w mięsie, mleku i jego przetworach. Po przetopieniu słoniny otrzymuje się smalec. Efektem ubijania śmietany jest masło.

Jakie są kryteria podziału tłuszczów?

Znane są różne kryteria podziału tłuszczów.

Podział tłuszczów ze względu na

- **stan skupienia**
  - **ciekłe**, np. olej słonecznikowy, rzepakowy, lniany, oliwa, tran
  - **stałe**, np. masło, smalec, masło orzechowe, olej kokosowy
- **charakter chemiczny**
  - **nienasycone**, np. olej słonecznikowy, rzepakowy, oliwa, tran
  - **nasycone**, np. masło, smalec, łój
- **pochodzenie**
  - **roślinne**, np. olej słonecznikowy, rzepakowy, lniany, kokosowy
  - **zwierzęce**, np. tran, smalec, masło, łój

Tłuszcze pochodzenia roślinnego są najczęściej nienasycone i ciekłe, a tłuszcze pochodzenia zwierzęcego – zwykle nasycone i stałe. Są pewne wyjątki. Tłuszczem ciekłym pochodzenia zwierzęcego jest tran, pozyskiwany z wątroby ryb. Tłuszczami roślinnymi stałymi są masło kakaowe (pozyskiwane z owoców kakaowca) oraz masło orzechowe (wytwarzane z orzeszków ziemnych).

Jakie właściwości mają tłuszcze?

Chociaż tłuszcze mają różny stan skupienia i różny charakter chemiczny, to jednak pewne właściwości mają podobne.

Doświadczenie 10.4.1
Badanie właściwości oleju słonecznikowego

Do dwóch zlewek nalej niewielką ilość oleju słonecznikowego. Sprawdź jego konsystencję, zbadaj zapach i rozpuszczalność w wodzie (1) i benzynie (2).

Obserwacje: Olej słonecznikowy jest cieczą o barwie żółtej i o delikatnym zapachu. Nie miesza się z wodą, unosi się na jej powierzchni. Z benzyną tworzy mieszaninę jednorodną.

Wnioski: Olej słonecznikowy nie rozpuszcza się w wodzie, natomiast rozpuszcza się w benzynie. Ma gęstość mniejszą od gęstości wody.







▲ Reakcja charakterystyczna tłuszczów, próba akroleinowa

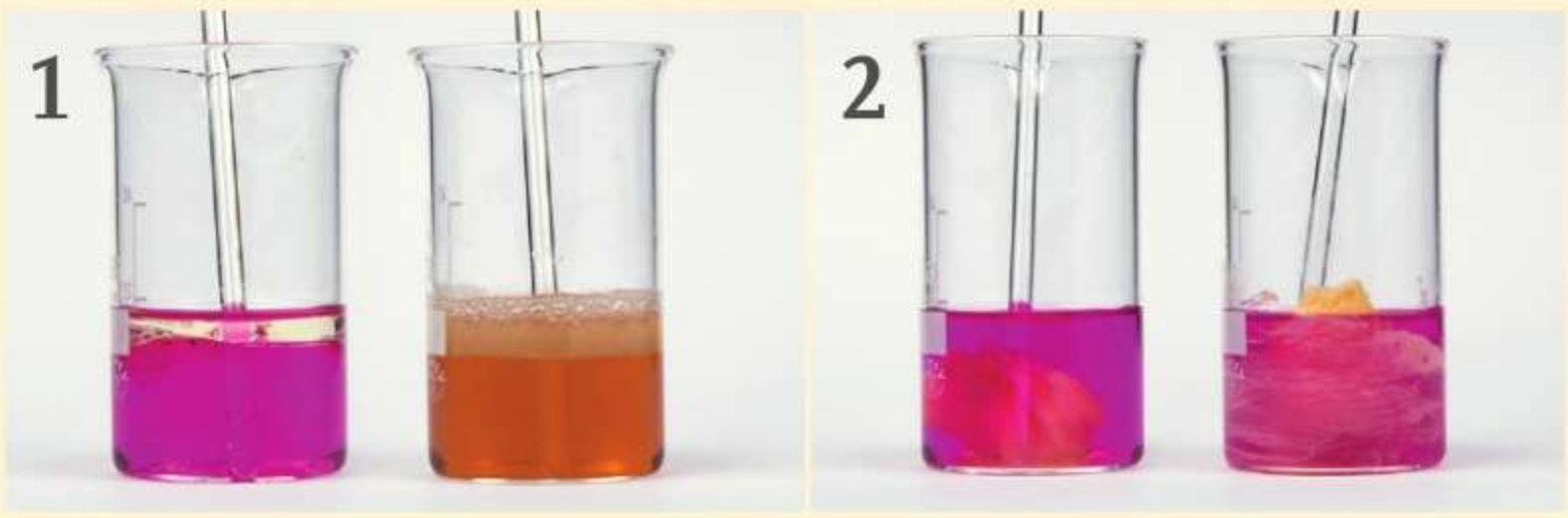
Właściwości fizyczne tłuszczów:

- substancje stałe lub ciekłe;
- nierozpuszczalne w wodzie, ale rozpuszczalne w benzynie;
- niska temperatura topnienia i gęstość mniejsza od gęstości wody.

Tłuszcze pod wpływem światła, tlenu i wilgoci **jełczeją** i wydzielają nieprzyjemny zapach. Rozgrzane są łatwopalne, w kontakcie z wodą rozpryskują się, co może grozić poparzeniem i pożarem. Tłuszcze pozostawiają tłuste plamy na bibule i tkaninach. Substancjami tłustymi są również **oleje mineralne**, np. olej parafinowy, silikonowy czy silnikowy. Aby odróżnić oleje mineralne od tłuszczów, wykonuje się **próbę akroleinową**, która polega na ogrzewaniu tych substancji. Gdy ogrzewany jest tłuszcz, wydziela się charakterystyczny, nieprzyjemny, duszący zapach akroleiny – związku o właściwościach rakotwórczych. Oleje mineralne podczas ogrzewania nie wydzielają tego związku.

Doświadczenie 10.4.2
Badanie charakteru chemicznego tłuszczów

Do zlewek wprowadź niewielkie ilości kolejno: oleju sojowego (1) oraz masła (2). Następnie dodaj roztworu manganianu(VII) potasu. Zawartość obu zlewek dokładnie wymieszaj pręcikiem szklanym.



Obserwacje: W zlewce zawierającej olej sojowy roztwór manganianu(VII) potasu zmienia zabarwienie z fioletowego na brunatne. Masło nie spowodowało zmiany zabarwienia manganianu(VII) potasu.

Wnioski: Olej sojowy jest tłuszczem nienasyconym, a masło – nasyconym.

Właściwości chemiczne tłuszczów:

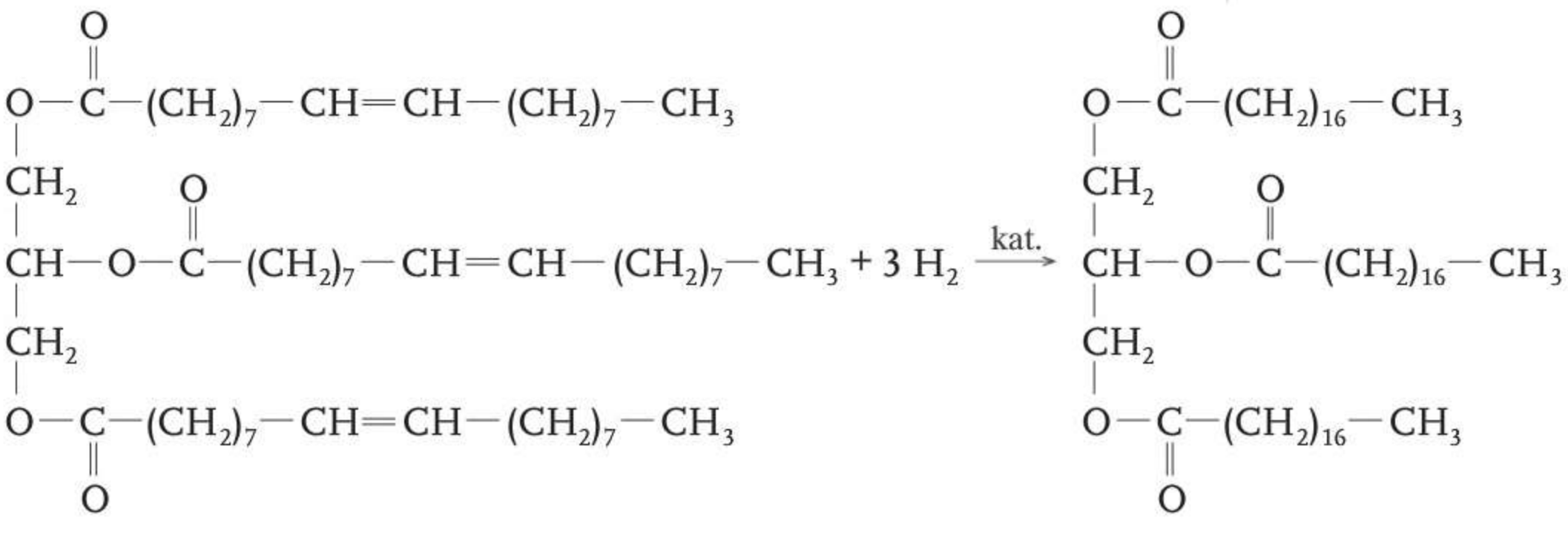
- delikatny zapach i smak,
- pod wpływem powietrza i światła jełczeją,
- palne,
- mocno podgrzewane wydzielają akroleinę,
- tłuszcze nienasycone zmieniają barwę roztworu $KMnO_4$.

W jakich procesach produkcyjnych wykorzystuje się tłuszcze?

Utwardzanie tłuszczów – produkcja margaryny

Efekt zagęszczania tłuszczu ciekłego można uzyskać przez uwodornienie nienasyconych reszt kwasowych w specjalnych warunkach. Ta reakcja przebiega w obecności **katalizatora.** Ma to zastosowanie praktyczne. Z ciekłych tłuszczów na skalę przemysłową otrzymuje się w tym procesie margaryny – zgodnie z równaniem:

$$(C_{17}H_{33}COO)_3C_3H_5 + 3\ H_2 \xrightarrow{kat.} (C_{17}H_{35}COO)_3C_3H_5$$

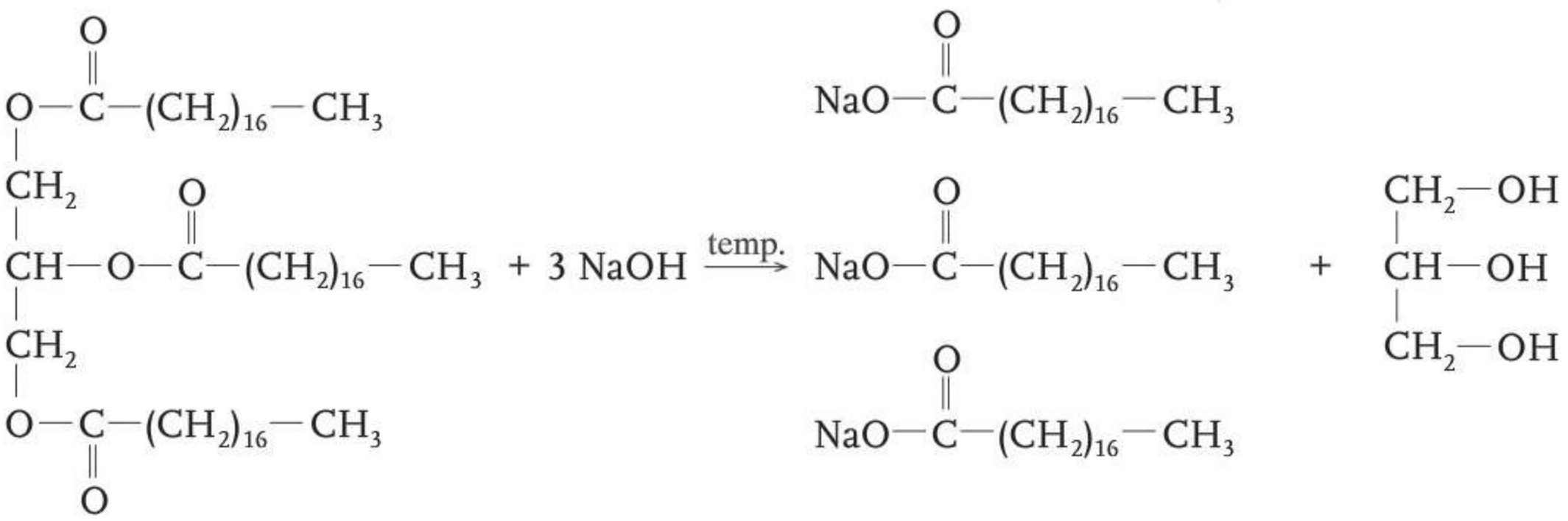


trioleinian glicerolu — wodór — tristearynian glicerolu

Zmydlanie tłuszczów – produkcja mydła

Produkcja mydła polega na ogrzewaniu tłuszczu z zasadami: sodową lub potasową. Produktami są sole kwasów tłuszczowych: stearyniany, palmityniany (**mydła**) oraz glicerol – zgodnie z zapisem:

$$(C_{17}H_{33}COO)_3C_3H_5 + 3\ NaOH \xrightarrow{temp.} 3\ C_{17}H_{35}COONa + C_3H_5(OH)_3$$



tristearynian glicerolu — wodorotlenek sodu — stearynian sodu — glicerol

Gdzie wykorzystuje się tłuszcze?

Tłuszcze mają różnorodne zastosowania.

ZASTOSOWANIE TŁUSZCZÓW



PRODUKCJA KOSMETYKÓW



GOSPODARSTWO DOMOWE



PRODUKCJA MAŚCI



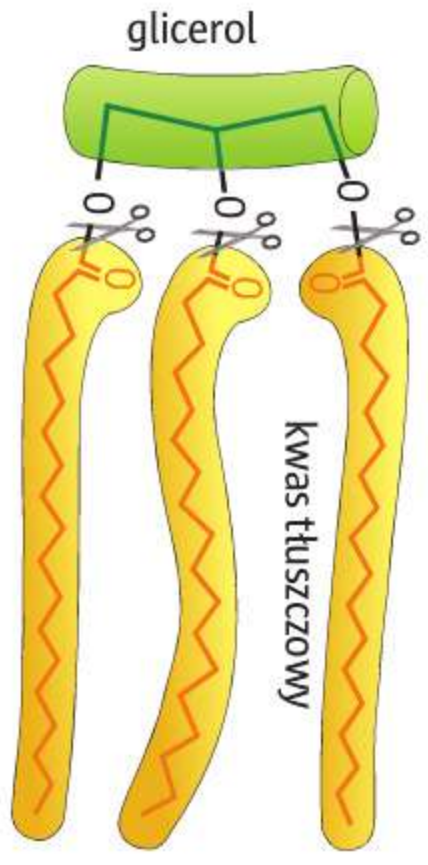
PRODUKCJA FARB I LAKIERÓW



IMPREGNACJA I KONSERWACJA DREWNA

Jaką funkcję pełnią tłuszcze?

Obecność tłuszczów w umiarkowanych ilościach w codziennej diecie jest niezbędna. Spełniają one przede wszystkim funkcje energetyczne oraz budulcowe. Część spożywanych tłuszczów gromadzi się w komórkach tłuszczowych, będących magazynem energii, ale także izolacją termiczną i osłoną mechaniczną. Reszta tłuszczów jest spalana i staje się źródłem energii. Proces ten zachodzi dwuetapowo, najpierw pod wpływem enzymów tłuszcze ulegają **hydrolizie** – zgodnie ze schematem:



▲ Hydroliza tłuszczu

$$\text{tłuszcz} + \text{woda} \xrightarrow{\text{enzymy}} \text{glicerol} + \text{kwas tłuszczowy}$$

Następnie produkty są spalane w organizmie i stają się dla niego źródłem energii niezbędnej do utrzymania procesów życiowych. Uboczne produkty spalania – tlenek węgla(IV) i woda – są wydalane.

Ciekawostka

Szczególnie ważną rolę odgrywają tłuszcze wielonienasycone, które są dla organizmu źródłem kwasów zawierających więcej niż jedno wiązanie podwójne. Nazywane są w skrócie NNKT, czyli niezbędne nienasycone kwasy tłuszczowe. Kwasy te nie mogą być syntetyzowane w organizmie i muszą być dostarczane z pożywieniem. Są konieczne do prawidłowego rozwoju młodego organizmu i do właściwego funkcjonowania dorosłego organizmu.



► Oliwa jest źródłem tłuszczów nienasyconych.

Obecność tłuszczów w diecie sprawia, że możliwe staje się przyswajanie przez organizm wielu witamin, takich jak A, E, D i K, które są w nich doskonale rozpuszczalne. Witamina A jest niezbędna do prawidłowego widzenia, witamina D odpowiada za rozwój kości, E – za pracę układu krwionośnego i stan skóry. Witamina K przyczynia się do właściwej krzepliwości krwi.

Podsumowanie

1. **Tłuszcze** to estry glicerolu i wyższych (długołańcuchowych) kwasów karboksylowych.
2. Tłuszcze są nierozpuszczalne w wodzie, ale dobrze rozpuszczają się w rozpuszczalnikach organicznych, np. w benzynie.
3. Z ciekłych tłuszczów nienasyconych w wyniku uwodornienia można otrzymywać nasycone tłuszcze stałe.
4. **Próba akroleinowa** pozwala na odróżnienie tłuszczów od olejów mineralnych.
5. Tłuszcze w organizmie ulegają hydrolizie pod wpływem enzymów, czyli rozpadają się na glicerol i kwasy tłuszczowe.
6. Tłuszcze mają różnorodne zastosowania, są niezbędne w codziennej diecie, spełniają funkcje energetyczne i umożliwiają przyswajanie niektórych witamin.

Sprawdź, czy wiesz i rozumiesz

1. Zapisz w zeszycie równanie reakcji hydrolizy tłuszczu – tristearynianu glicerolu.
2. Zapisz w zeszycie równanie reakcji zmydlania tripalmitynianu glicerolu.
3. Zaprojektuj doświadczenie pozwalające na odróżnianie oleju lnianego od stopionego masła.

Dowiedz się więcej

W dostępnych źródłach poszukaj informacji na temat:

a) kwasów omega-3 i omega-6,

b) walorów oleju kokosowego.

10.5

Budowa i występowanie białek

Białka spełniają podstawowe i różnorodne funkcje w organizmach. Chociaż miejsce białek w piramidzie zdrowego żywienia i aktywności fizycznej wskazuje na to, że nie należy ich spożywać w dużych ilościach, to jednak są niezbędne i niezastąpione w codziennej diecie. Jak są zbudowane białka? Dlaczego ich dostarczanie do organizmu w codziennej diecie jest tak ważne?

Gdzie w przyrodzie występują białka?

Białka to wielkocząsteczkowe związki chemiczne, zbudowane przede wszystkim z atomów węgla, wodoru, tlenu i azotu.

Białka powstają w trakcie skomplikowanych procesów w organizmach zwierzęcych i w niektórych roślinach (rośliny strączkowe, np. groch, fasola, bób, ciecierzyca, i pastewne, np. wyka, łubin). Są podstawowym budulcem organizmu ludzkiego. Człowiek samodzielnie syntetyzuje własne białka tylko z dostarczanych z pokarmem białek zwierzęcych lub roślinnych. W procesie trawienia cząsteczki białek są dzielone na małe fragmenty, które są składane w innej sekwencji – tak właśnie powstają nowe białka niezbędne dla organizmu.

ŹRÓDŁA BIAŁKA POKARMOWEGO



JAJKA I ORZECHY



MIĘSO



NABIAŁ, MLEKO I JEGO PRZETWORY



NASIONA ROŚLIN STRĄCZKOWYCH

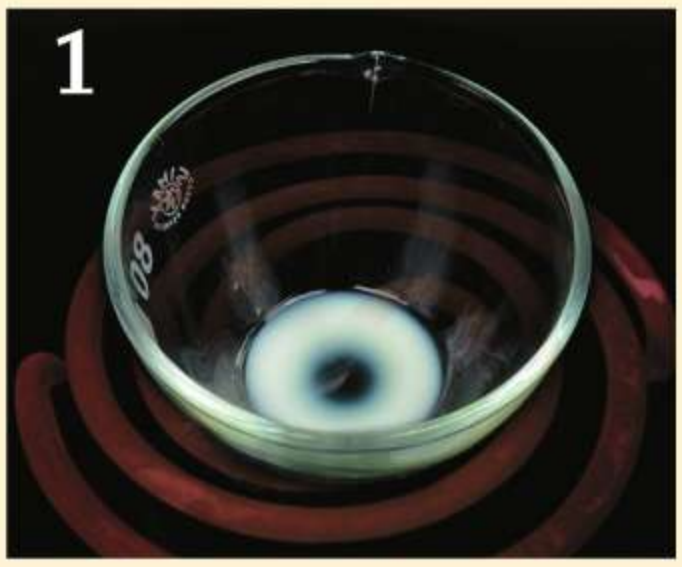
Jak są zbudowane białka?

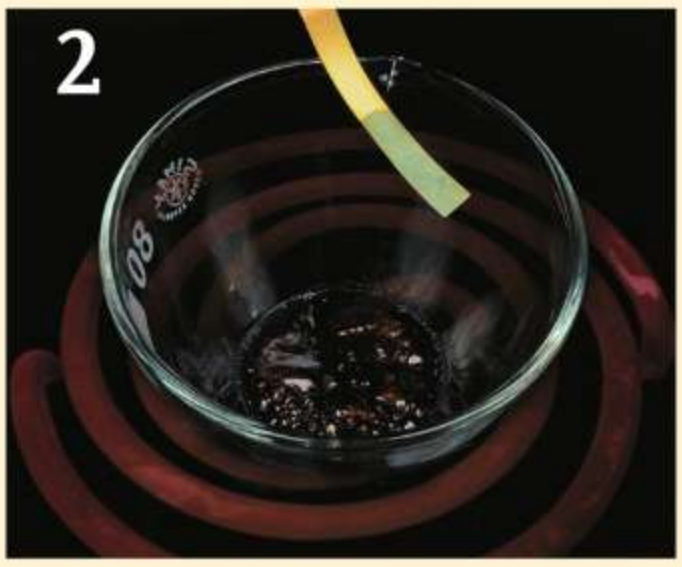
Dostępnym białkiem jest białko jaja kurzego – sprawdźmy jego skład pierwiastkowy.

Doświadczenie 10.5.1
Badanie składu pierwiastkowego białka jaja kurzego



Do parownicy wprowadzamy niewielką ilość białka jaja kurzego, tak aby przykryło jej dno (1). Następnie ogrzewamy zawartość parownicy i za pomocą zwilżonych papierków – uniwersalnego wskaźnikowego (2) i ołowiowego (3) – identyfikujemy wydzielające się gazy. Obserwujemy zachodzące zmiany.







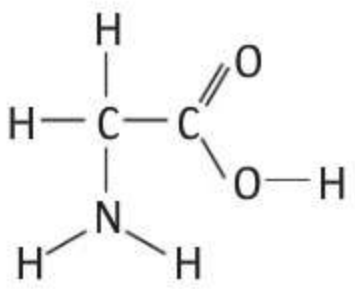
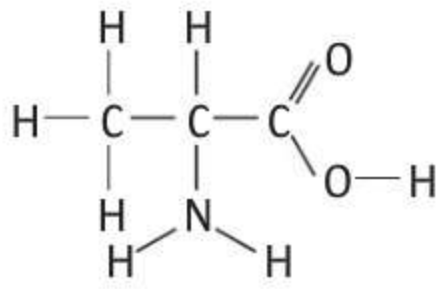
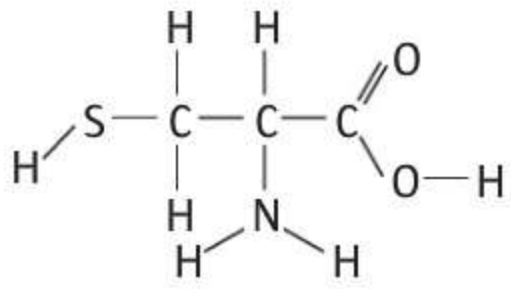
Obserwacje: W trakcie ogrzewania białko się ścina, a po chwili wydzielają się gazy o nieprzyjemnym zapachu. Zwilżony uniwersalny papierek wskaźnikowy barwi się na kolor zielony, a papierek ołowiowy – na kolor brunatnoczarny. Na ściankach parownicy zbierają się krople wody, a na jej dnie pozostaje czarna substancja.

Wnioski: Zielony kolor uniwersalnego papierka wskaźnikowego świadczy o zasadowym odczynie, który wynika z obecności amoniaku wśród produktów rozkładu białka. Brunatnoczarne zabarwienie papierka ołowiowego wskazuje na obecność siarkowodoru. Siarkowodór reaguje z azotanem(V) ołowiu(II) znajdującym się w papierku i tworzy brunatny osad siarczku ołowiu(II). Na dnie parownicy osadza się węgiel. W skład białka jaja kurzego wchodzą pierwiastki: węgiel, wodór, tlen, azot i siarka.

Podstawowymi składnikami wszystkich białek są węgiel, wodór, tlen i azot. Dodatkowo obecne mogą być jeszcze siarka, fosfor oraz rzadziej metale, np. żelazo, mangan, cynk, miedź. Cegiełkami budującymi białka są **aminokwasy**, z których organizm syntetyzuje potrzebne mu białka. Cząsteczki aminokwasów mają grupę aminową (charakterystyczną dla amin) oraz grupę karboksylową (typową dla kwasów organicznych). Najprostszym aminokwasem jest **kwas aminooctowy**, zwyczajowo nazywany glicyną, w skrócie Gly.



▲ Glicyna

Nazwa aminokwasu i skrót	glicyna Gly	alanina Ala	cysteina Cys
Wzór strukturalny			
Model			

Doświadczenie 10.5.2
Badanie właściwości glicyny

Do małej zlewki wsyp niewielką ilość glicyny i dodaj wody. Sprawdź odczyn otrzymanej mieszaniny (1). Następnie do roztworu wsyp nieco sody oczyszczonej (soli kwasu węglowego) (2). Obserwuj zachodzące zmiany.









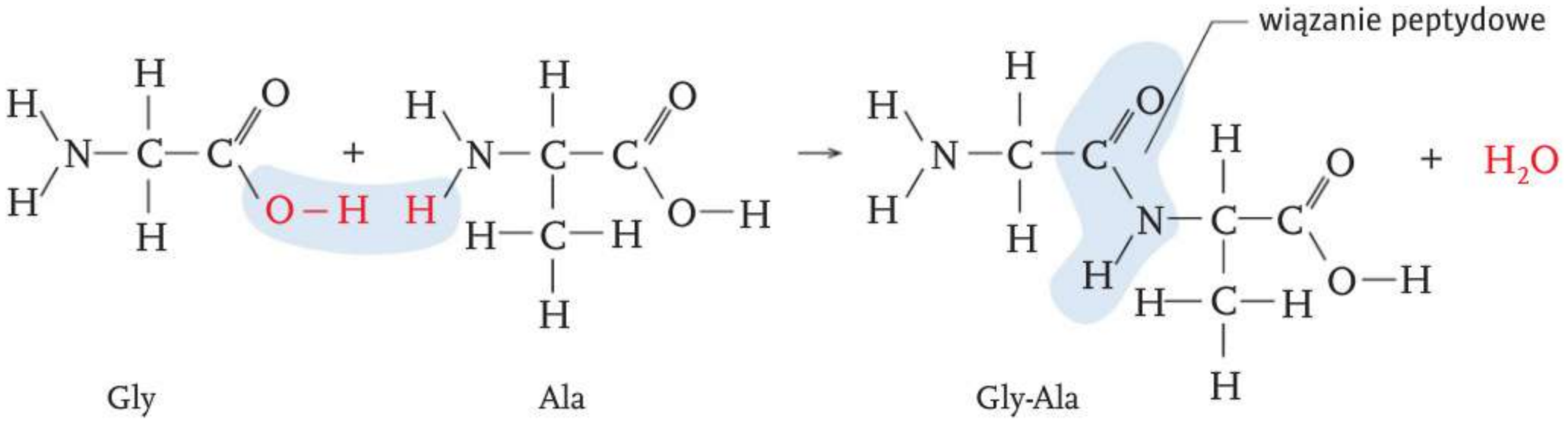
Obserwacja: Glicyna to biała, krystaliczna substancja. Bardzo dobrze rozpuszcza się w wodzie. W jej obecności uniwersalny papierek wskaźnikowy nie zmienia barwy. Po dodaniu sody oczyszczonej do roztworu widać wydzielające się powoli pęcherzyki gazu.

Wnioski: Roztwór wodny glicyny ma odczyn obojętny. Glicyna zachowuje się jak kwas, ponieważ reaguje z solą kwasu węglowego. Powstaje nietrwały kwas węglowy, który rozkłada się z utworzeniem tlenku węgla(IV). Za przebieg tej reakcji odpowiada obecna w glicynie grupa karboksylowa charakterystyczna dla kwasów.

Właściwości fizyczne glicyny:
- biała substancja stała,
- krystaliczna,
- rozpuszczalna w wodzie.

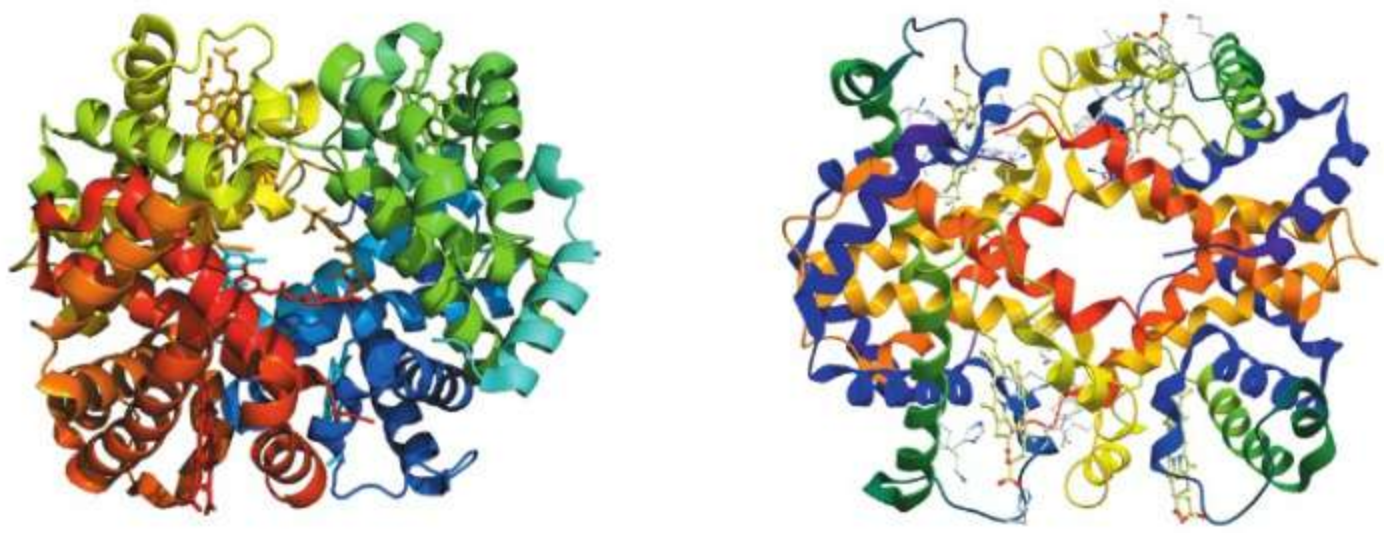
Właściwości chemiczne glicyny:
- odczyn obojętny,
- właściwości kwasowe,
- właściwości zasadowe.

Obecność w cząsteczkach aminokwasów dwóch grup funkcyjnych: karboksylowej i aminowej, przekłada się na możliwość tworzenia **wiązań peptydowych** między nimi – jak w poniższym równaniu:



Reakcja łączenia się dwóch lub więcej cząsteczek w jedną większą, której towarzyszy wydzielenie małej cząsteczki, np. wody, jest nazywana **reakcją kondensacji** lub **kondensacją**.

Aminokwasy łączą się za pomocą wiązań peptydowych i tworzą skomplikowane struktury białka. Aminokwasów wchodzących w skład białek jest zaledwie 20, a liczba ich kombinacji w długich łańcuchach może być ogromna. Te łańcuchy skręcają się w spirale lub wstęgi, tworzą kłęby lub harmonijki. Liczba i kolejność budujących je aminokwasów są różne.



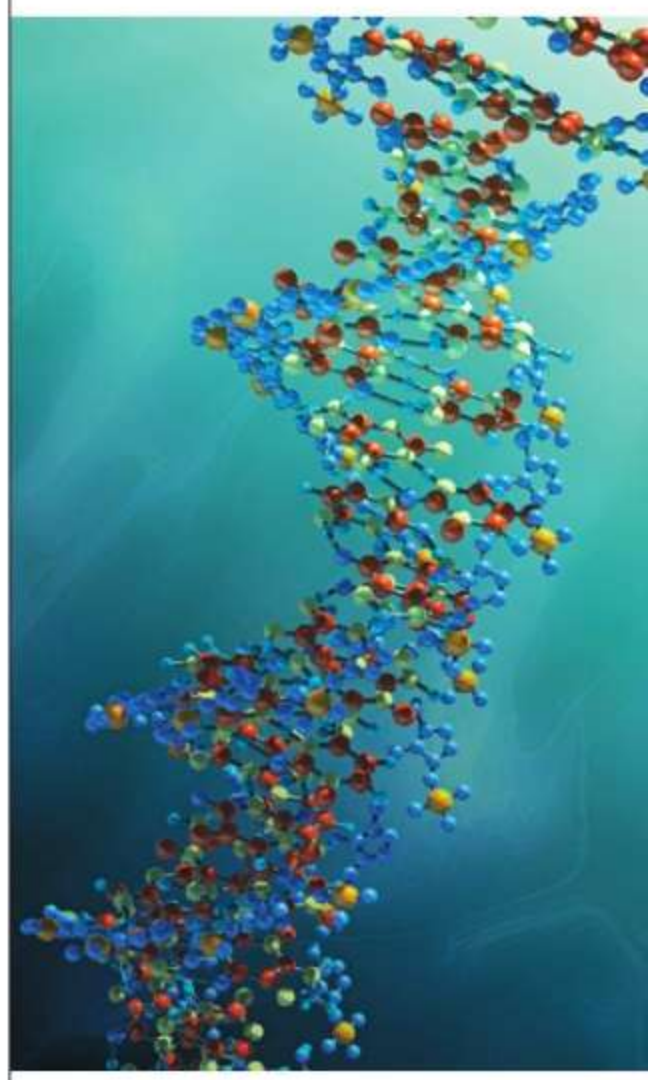
◀ Różne struktury białek

Rozróżnia się białka proste i złożone. **Białka proste** są nazywane proteinami (od greckiego słowa *protos* – pierwszy).

Cząsteczki **białek złożonych** zawierają dodatkowo fragmenty niebiałkowych cząsteczek, np. cukrów i tłuszczów, mogą też być połączone z atomami niektórych metali. Przykładami białka złożonego są:

- hemoglobina – znajduje się ona w czerwonych krwinkach, w jej cząsteczkach są atomy żelaza;
- kazeina – najważniejsze białko mleka;
- lipoproteiny osocza krwi – transportują cholesterol.

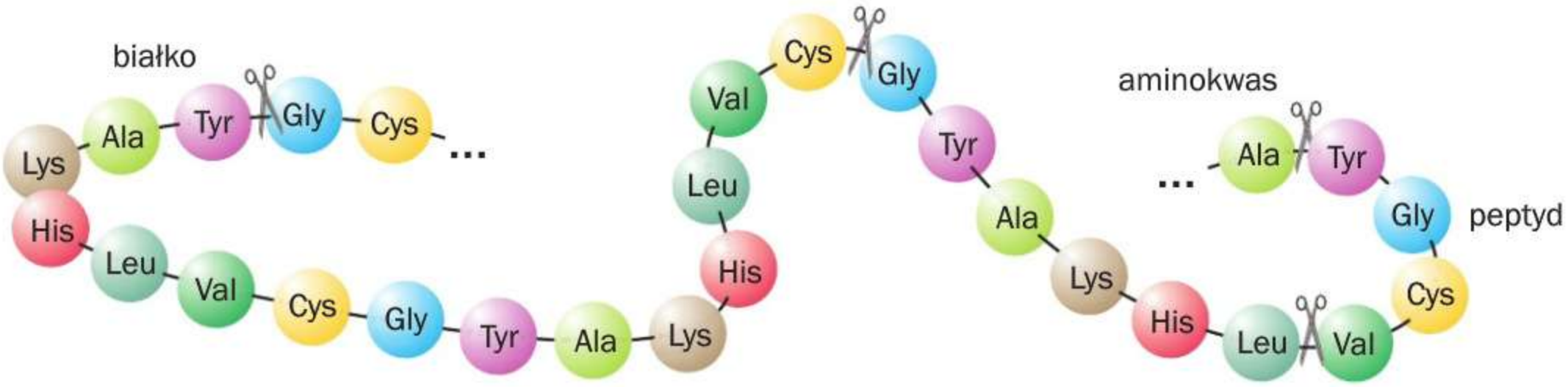
Białka wyspecjalizowane w identyfikowaniu ciał obcych w organizmie (np. wirusów i bakterii) oraz ich neutralizowaniu to tzw. **przeciwciała** (immunoglobuliny).



▲ Struktura DNA

Jaką rolę odgrywają białka w organizmie człowieka?

Białka w organizmie odgrywają bardzo różnorodne role. Są materiałem budulcowym wszystkich tkanek. Białkami są niektóre hormony oraz enzymy. Spełniają one funkcje regulujące, transportowe. Są odpowiedzialne za procesy metaboliczne i inne reakcje chemiczne zachodzące w organizmie. Przykładowo: niektóre enzymy w układzie pokarmowym działają jak biologiczne nożyce – rozcinają białka pokarmowe na fragmenty, z których powstaną białka potrzebne organizmowi.



▲ Działanie enzymów

Podsumowanie

1. **Białka** to związki wielkocząsteczkowe – zbudowane z aminokwasów połączonych **wiązaniami peptydowymi**.
2. W cząsteczkach **aminokwasów** występują dwie grupy funkcyjne: karboksylowa i aminowa.
3. Organizm ludzki może syntetyzować własne białka tylko z białek dostarczonych z pokarmem.
4. Białka pełnią w organizmie różnorodne funkcje, np. budulcowe, regulujące, transportowe, ochronne.

Sprawdź, czy wiesz i rozumiesz

1. Zapisz w zeszycie wzory chemiczne grup funkcyjnych alkoholi, amin, kwasów karboksylowych i aminokwasów oraz podaj ich nazwy.
2. Wyjaśnij, jak są zbudowane białka.
3. Zapisz w zeszycie wszystkie równania reakcji między cząsteczkami glicyny, alaniny i cysteiny uwzględniające różną kolejność ich łączenia. W powstałym związku zaznacz wiązania peptydowe.

Dowiedz się więcej

W dostępnych źródłach poszukaj informacji na temat:

a) aminokwasów endogennych i egzogennych,

b) diety wysokobiałkowej.

10.6

Właściwości białek

Białka mają różnorodną budowę i pełnią rozmaite funkcje. Włosy, skóra, paznokcie, krew są zbudowane z białek. Czy mimo tych różnic białka mają jakieś wspólne właściwości?

Jakie właściwości mają białka?

Jedwab to włókno białkowe pozyskiwane z kokonów jedwabników, jest śliskie w dotyku, bardzo lekkie, delikatne i błyszczące. **Wełna** również jest włóknem białkowym, ale ma zupełnie inne cechy niż jedwab. Najczęściej jest szorstka, matowa, ma doskonałe właściwości termoizolacyjne, łatwo się filcuje.

Według FAO (Organizacja Narodów Zjednoczonych do Spraw Wyżywienia i Rolnictwa) białko jaja kurzego jest wzorcowym źródłem białek, występującym naturalnie w żywności. Białkiem, którego właściwości opiszemy dokładniej, jest właśnie białko jaja kurzego.

Ciekawostka

Jajo surowe składa się w ponad 70% z wody, 12% białka, nieco mniej niż 10% przypada na tłuszcz, 1% to składniki mineralne i witaminy. Cukry występują w znikomych ilościach – mniej niż 1%.



► Jajka kurze

Właściwości fizyczne białka jaja kurzego:

- przezroczysta, lekko żółta ciecz,
- słabo rozpuszcza się w wodzie,
- z wodą tworzy mieszaninę koloidalną.



► Strumień światła rozprasza się na cząsteczkach białka, tworzy się tzw. efekt Tyndalla.

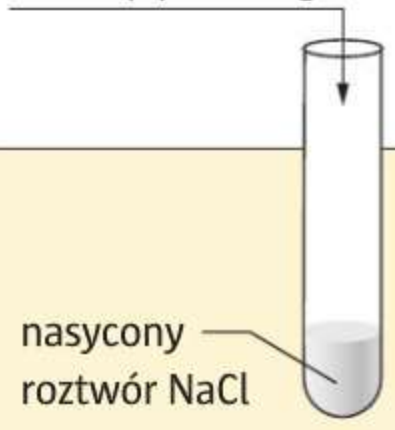
Ciekawostka

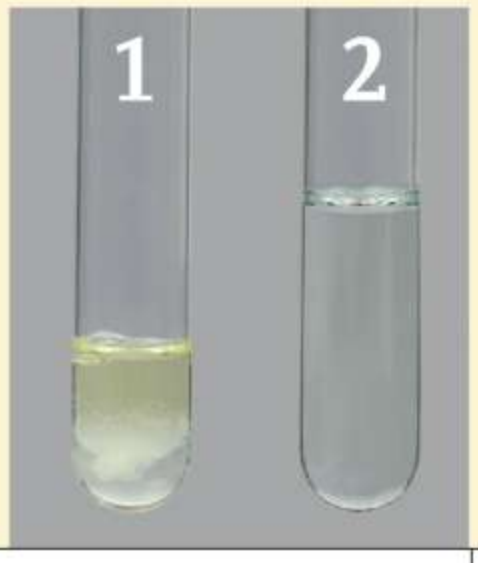
Do poznania budowy białek w dużej mierze przyczynił się niemiecki chemik Emil Hermann Fischer (1852–1919). Ustalił on sposób, w jaki łączą się aminokwasy (w wyniku czego tworzą białka). Opracował metodę rozdzielania mieszaniny aminokwasów na składniki. Jego prace stały się podstawą rozwoju badań nad białkami.



► Emil Hermann Fischer

Kolejne doświadczenia pokazują wpływ różnorodnych czynników na białko jaja kurzego.





Doświadczenie 10.6.1
Badanie wpływu soli kuchennej na białko

W probówce przygotuj nasycony roztwór chlorku sodu, następnie delikatnie dolej do niego białko jaja kurzego (1). Obserwuj zachodzące zmiany. Do otrzymanej mieszaniny dolej wody, zamieszaj bagietką i ponownie obserwuj zmiany (2).

Obserwacje: Po dodaniu białka jaja kurzego do nasyconego roztworu chlorku sodu widać na granicy cieczy białe kłaczki. Po dolaniu wody roztwór znowu staje się jednorodny.

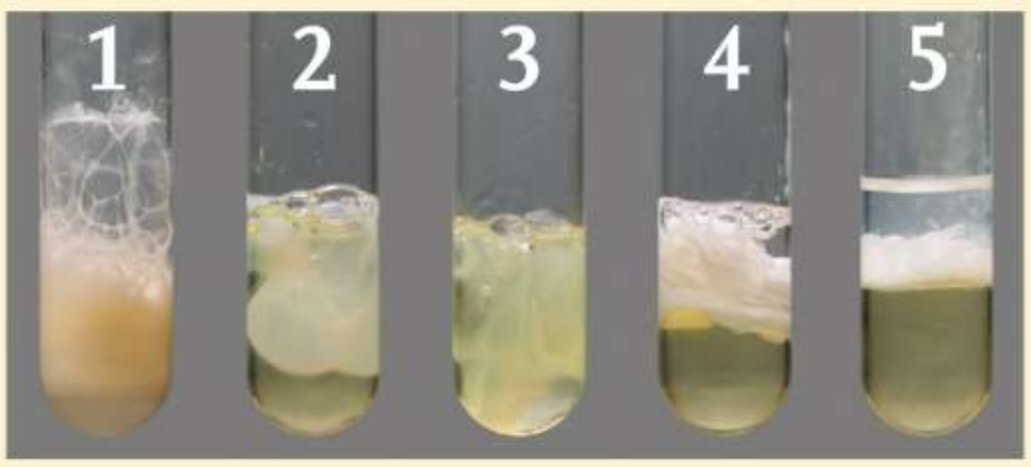
Wnioski: Białko jaja kurzego pod wpływem chlorku sodu zmienia swoją strukturę w sposób odwracalny.

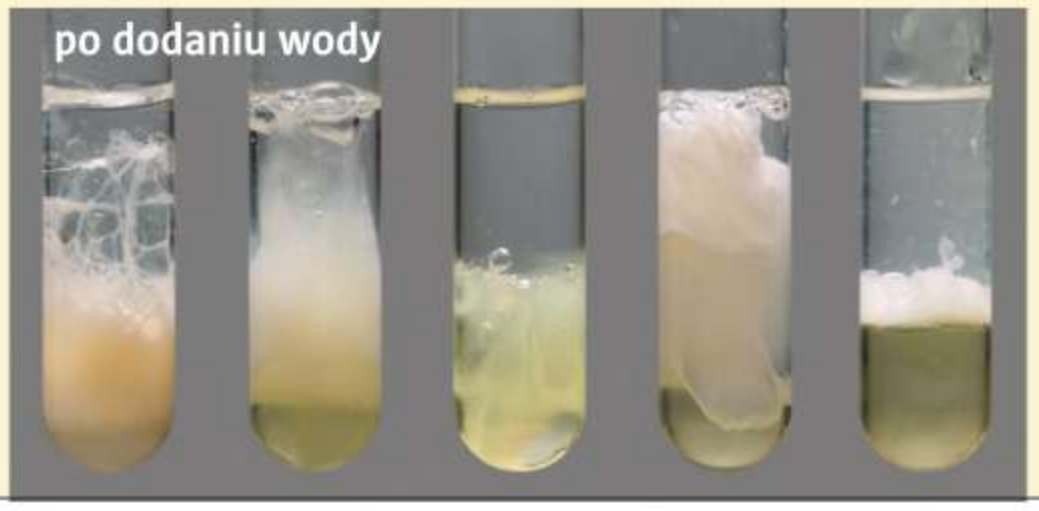
Mieszanina koloidalna białka pod wpływem chlorku sodu ulega **koagulacji**. Oznacza to, że duże fragmenty białka formują się w większe skupiska. Gołym okiem widać osad, który rozpuszcza się pod wpływem wody. Proces koagulacji białka wywołany roztworem chlorku sodu jest odwracalny. Podobny, odwracalny efekt powodują sole amonu i litowców.



Doświadczenie 10.6.2
Badanie wpływu różnych substancji na białko

Do każdej z 5 probówek umieszczonych w statywie wprowadź niewielką ilość białka jaja kurzego. Pierwszą probówkę ogrzewaj palnikiem (1). Do kolejnych dodaj odpowiednio kwasu solnego (2), zasady sodowej (3), roztworu azotanu(V) ołowiu(II) (4) i etanolu (5). Obserwuj zmiany. Następnie do otrzymanych mieszanin dodaj wody i mocno wytrząśnij.





Obserwacje: Pod wpływem ogrzewania, kwasu solnego, zasady sodowej, azotanu(V) ołowiu(II) i etanolu w probówkach natychmiast strącają się różnorodne kłaczkowate osady, które nie rozpuszczają się w wodzie.

Wnioski: Koloidalna mieszanina białka ulega nieodwracalnej koagulacji pod wpływem podwyższonej temperatury, roztworów kwasu, zasady, soli niektórych metali (np. ołowiu, rtęci) oraz etanolu.

Taka nieodwracalna zmiana struktury białka to **denaturacja**. Ten proces dotyczy wszytkich białek.

Właściwości chemiczne białka jaja kurzego:

- pod wpływem ogrzewania białko najpierw się ścina, a następnie ulega zwęgleniu,
- alkohol etylowy, kwasy, zasady i sole niektórych metali powodują denaturację białka.

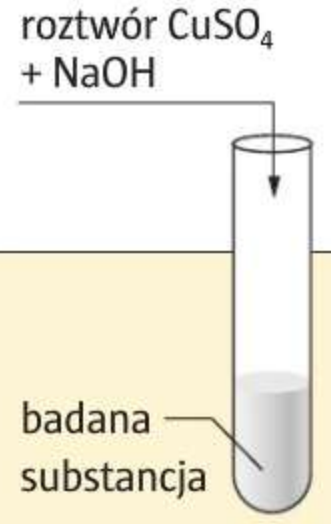
Denaturacja jest procesem nieodwracalnym, ponieważ w jej wyniku białka zmieniają nie tylko swoją strukturę, lecz także właściwości. Przez to nie mogą spełniać swoich funkcji. Należy więc unikać kontaktu z substancjami wywołującymi denaturację białka.

W jaki sposób można wykryć substancje białkowe?

Reakcją umożliwiającą wykrywanie białek, a dokładniej – wiązań peptydowych między aminokwasami, jest barwna reakcja nazywana **reakcją biuretową**. Sole miedzi(II) w środowisku zasadowym tworzą ze związkami zawierającymi wiązania peptydowe roztwór o barwie fioletowej. Wraz ze wzrostem liczby wiązań peptydowych w badanym białku odpowiednio zwiększa się intensywność zabarwienia roztworu. Porównajmy ilość białka (liczbę wiązań peptydowych) w różnych artykułach białkowych.



▲ Efekt pozytywnej próby na obecność wiązań peptydowych



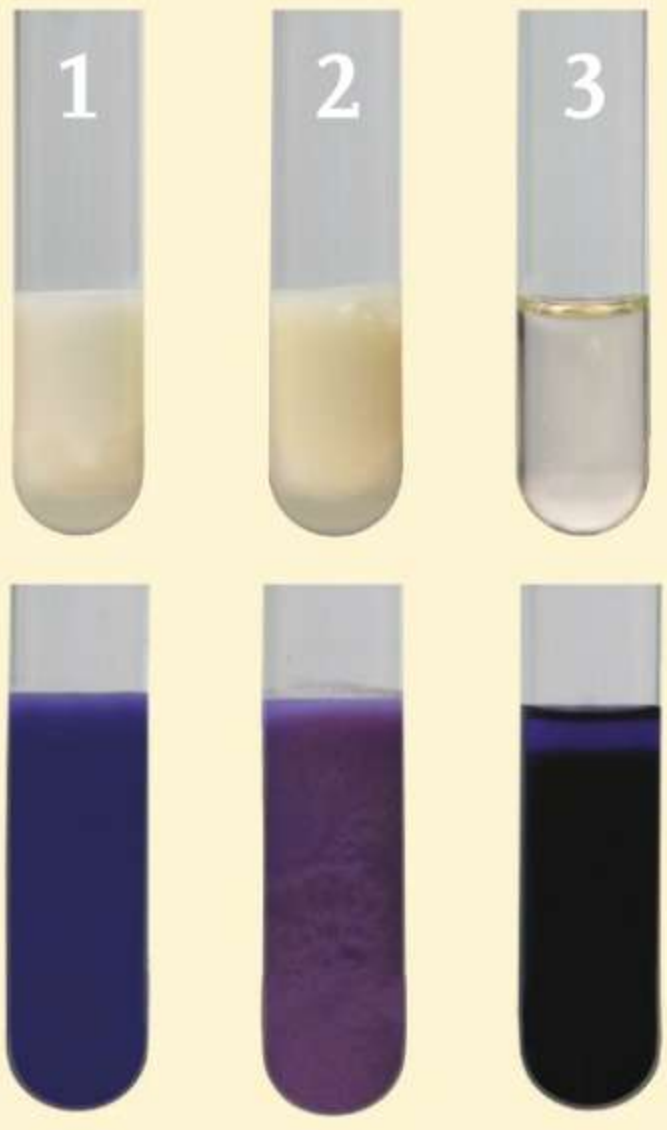
Doświadczenie 10.6.3

Wykrywanie wiązań peptydowych w mleku krowim, sojowym i w żelatynie

Do trzech probówek wprowadź kolejno: mleko krowie (1), mleko sojowe (2) oraz żelatynę rozpuszczoną w niewielkiej ilości wody (3). Następnie do każdej probówki dodaj roztwór siarczanu(VI) miedzi(II) i zasady sodowej. Mieszaj aż do uzyskania wyraźnej zmiany barwy.

Obserwacje: Pod wpływem roztworu siarczanu(VI) miedzi(II) w badanych próbkach strąca się osad. W miarę dodawania zasady sodowej i mieszania następuje zmiana zabarwienia zawartości probówek na kolor fioletowy.

Wnioski: Fioletowe zabarwienie świadczy o obecności wiązań peptydowych we wszystkich badanych próbkach. W tym wypadku w białku pochodzenia zwierzęcego (roztwór żelatyny i mleko krowie) liczba wiązań peptydowych jest większa niż w mleku sojowym – białku pochodzenia roślinnego.



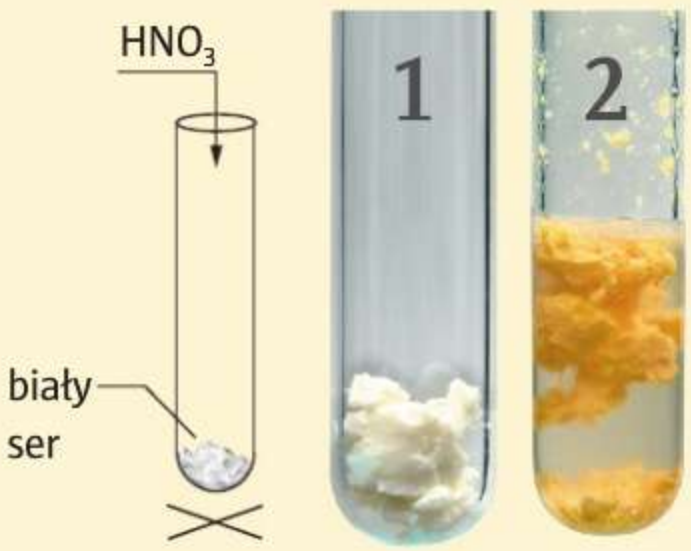


Ciekawostka

W analityce medycznej wykonuje się tzw. test biuretowy. Za pomocą tego testu można zarówno stwierdzić obecność białka, jak i oszacować jego ilość, np. w moczu.

◄ Analiza laboratoryjna

Większość białek ulega innej barwnej reakcji nazywanej **ksantoproteinową**. Pod wpływem kwasu azotowego(V) białka barwią się na kolor żółty.



Doświadczenie 10.6.4

Działanie kwasem azotowym(V) na biały ser

Do probówki włóż biały ser (1). Dodaj do niego kilka kropli rozcieńczonego kwasu azotowego(V). Mieszaninę ostrożnie ogrzewaj w płomieniu palnika (2).

Obserwacje: Biały ser pod wpływem kwasu azotowego(V) i ogrzewania zmienia zabarwienie na żółte.

Wniosek: W białym serze jest obecne białko.

Podsumowanie

1. Właściwości białek są różnorodne, podobnie jak ich budowa i funkcje.
2. Pod wpływem chlorku sodu białko ulega odwracalnej **koagulacji**.
3. Pod wpływem podwyższonej temperatury, kwasów, zasad, soli niektórych metali (np. ołowiu, rtęci) oraz etanolu struktura białka zostaje nieodwracalnie zniszczona, białko ulega **denaturacji**.
4. Obecność białka można wykryć za pomocą **reakcji biuretowej** lub **reakcji ksantoproteinowej**.

Sprawdź, czy wiesz i rozumiesz

1. Wyjaśnij, jaka jest różnica między koagulacją a denaturacją białka.
2. Zaprojektuj doświadczenie pozwalające dowieść, że wełna owcza jest włóknem białkowym.
3. Wymień szkodliwe czynniki związane z powietrzem, wodą i odżywianiem, które mogą wpływać na nieodwracalne zmiany w organizmie.

Dowiedz się więcej

W dostępnych źródłach poszukaj informacji na temat:

a) białek pełno- i niepełnowartościowych,

b) procesu liofilizacji białka i jego praktycznego znaczenia.

Domowe laboratorium

Czy cukier może świecić?

Weź dwie kostki cukru i pocieraj jedną o drugą w całkowitej ciemności. Możesz również wziąć pustą plastikową butelkę po napojach i wrzucić do niej kilka kostek cukru. W całkowitej ciemności energicznie potrząsaj butelką i obserwuj, co się stanie.





W poszukiwaniu skrobi

Namocz i ściągnij papierową etykietkę ze słoika. Etykietkę potnij na mniejsze części, a następnie w metalowym kubku wymieszaj z niewielką ilością wody i gotuj przez kilka minut. Po ochłodzeniu dodaj parę kropli jodyny. Ponów próbę z innymi etykietami.



Czy ziarna słonecznika zawierają tłuszcz?

W ampułce umieść kilkanaście ziaren słonecznika, rozgnieć je za pomocą końcówki ołówka i zalej benzyną aptieczną. Ampułkę zatkaj korkiem i potrząsaj nią energicznie przez dwie minuty. Wylej trochę ekstraktu na bibułę. Poczekaj, aż benzyna odparuje, i zobacz, co się stało z bibułą.







Tłuste orzechy

Rozgnieć kilka kawałków orzecha włoskiego zawiniętego w bibułę. Rozłóż bibułę i popatrz na nią pod światło. Próbę wykonaj powtórnie z innymi orzechami, np. laskowymi lub orzechami nerkowca.



Produkcja sera

Do rondelka nalej trochę mleka. Następnie lekko ogrzej zawartość rondelka i dodaj 2–3 łyżeczki octu spożywczego. Powtórz próbę z alkoholem, spirytusem salicylowym i sokiem z cytryny. Zaobserwuj, co się stanie.



Dlaczego nie należy jeść jajka srebrną łyżeczką?

Jeżeli masz srebrną łyżeczkę, srebrny pierścionek lub łańcuszek, to wyczyść je za pomocą pasty do zębów, aby uzyskać czystą powierzchnię. Następnie nanieś na przedmiot odrobinę rozbełtanego jajka i zostaw na parę dni. Zaobserwuj, co się stanie.



Czy wiesz, że...

„Jesteś zbyt głupi na biznesmena...

... więc pójdziesz na studia". Tak miał powiedzieć niemiecki przedsiębiorca Laurenz Fischer do swojego syna Emila. I chwała mu za to! Jego synowi wyszło to na dobre. W 1902 roku został on nawet laureatem Nagrody Nobla (badania nad cukrami). Badał także peptydy i białka, substancje występujące w kawie, kakao czy w herbacie, barwniki, estry oraz – pod koniec życia – tłuszcze. W rzeczywistości badał to, co zwykle jadł na śniadanie. Podobno tak sobie postanowił u progu kariery naukowej. W znacznej części udało mu się to zrealizować.

Jakimi substancjami występującymi w używkach (kawa, kakao, herbata) zajmował się Fischer?
Jaka była przyczyna śmierci Emila Fischera?





▲ Emil Hermann Fischer oraz medal Nagrody Nobla, której jest laureatem



Cukier krzepi

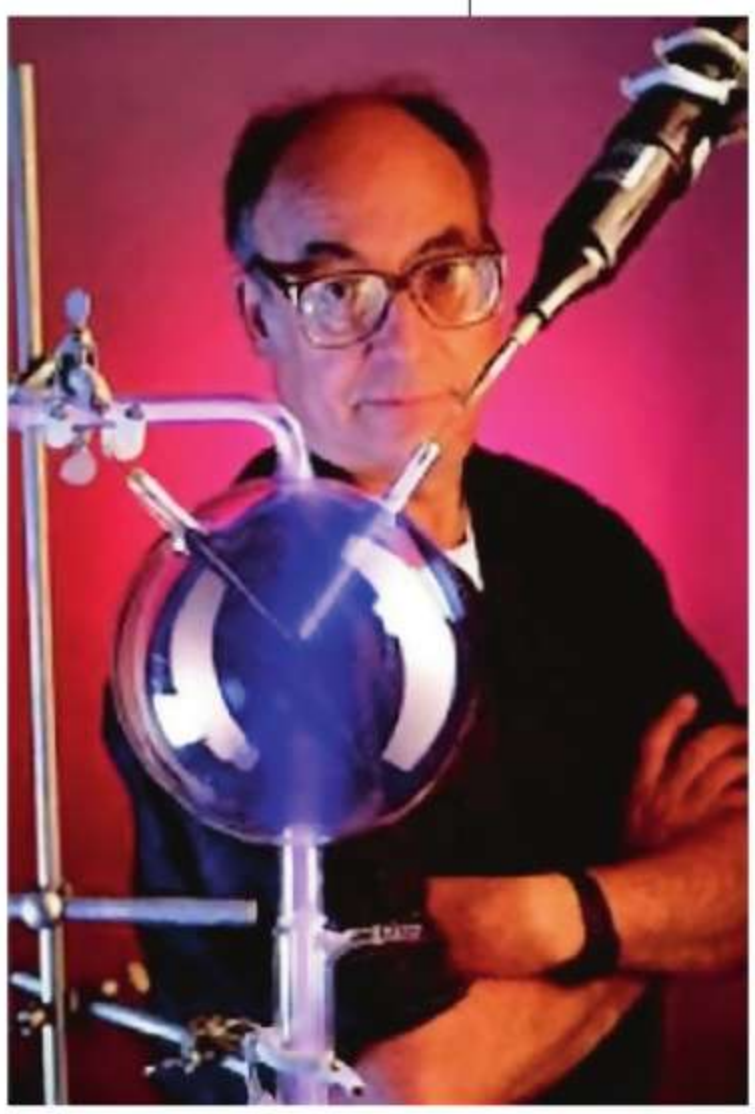
Cukier krzepi to jeden z najsłynniejszych sloganów reklamowych, wymyślony przez polskiego pisarza Melchiora Wańkowicza. Cukier jednak nie tylko dodaje nam energii, ale też dodatkowych kilogramów. Stąd duża popularność słodzików, niekiedy dużo słodszych od cukru, ale mających „zero kalorii". Jednym z najbardziej znanych jest sacharyna, ok. 300–400 razy słodsza od cukru. Aspartam, składający się z aminokwasów, jest od niego słodszy ok. 180 razy. Najsłodsza znana substancja jest nawet 220–300 tys. razy słodsza od cukru, ale nie dopuszczono jej do użytku.
Warto także wspomnieć o przeciwieństwie słodyczy: benzoesan denatonium (handlowa nazwa BITREX) to najbardziej gorzka substancja, którą dodaje się do niektórych produktów chemii gospodarczej.

Co oznacza powiedzenie *słodki jak lukrecja*?
Dlaczego BITREX jest dodawany do glikolu, denaturatu czy spryskiwaczy do szyb?

◄ Trzcina cukrowa



▲ Cukier trzcinowy

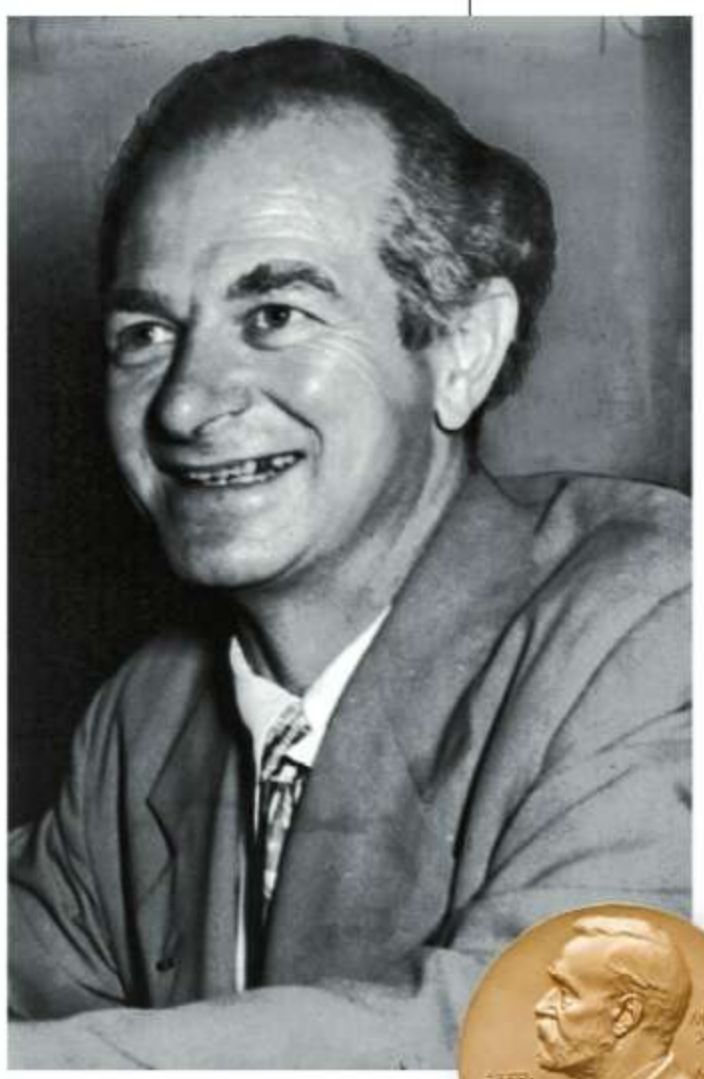


▲ Aparatura Stanleya Millera do symulacji początków życia

Pierwotny bulion

W 1828 roku niemiecki chemik Friedrich Wöhler udowodnił, że do otrzymania związku organicznego nie jest potrzebny organizm. Z prostej substancji nieorganicznej otrzymał mocznik. Ponad sto lat później amerykański chemik Stanley Miller zmieszał w naczyniu metan, amoniak i wodór – gazy, jakie mogły występować w pierwotnej atmosferze Ziemi. Do mieszaniny wprowadził parę wodną, a całość poddał wyładowaniom elektrycznym. Analiza otrzymanej mieszaniny wykazała, że zawiera ona aminokwasy, czyli cegiełki budulcowe białek. Wszystko to powstało znowu bez udziału organizmów.

Jaki aminokwas powstał w kolbie po zmieszaniu metanu, amoniaku, wodoru i pary wodnej?
Jaką rolę w tym eksperymencie odegrały wyładowania elektryczne?



▲ Linus Pauling oraz medal Nagrody Nobla, której jest laureatem

Linus Pauling – dwukrotny noblista

Nagroda Nobla jest ukoronowaniem kariery naukowej wielu wybitnych naukowców. Amerykańskiego chemika Linusa Paulinga ten zaszczyt spotkał dwukrotnie. Nagrodę z chemii przyznano mu za badania nad wiązaniami chemicznymi. Wyniki, które uzyskał, przyczyniły się m.in. do poznania struktury białek. Jego zainteresowania naukowe były bardzo rozległe. Obejmowały np. chemię nieorganiczną, organiczną, mechanikę kwantową, biologię molekularną i medycynę. Pauling spopularyzował witaminę C. Uważał, że bardzo duże dawki tej witaminy mogą leczyć zarówno przeziębienia, jak i nowotwory. Niestety, w późniejszych badaniach nie potwierdzono tej teorii.

W jakiej dziedzinie Pauling uzyskał drugą Nagrodę Nobla?
Do czego chemicy wykorzystują skalę Paulinga?
Jakie informacje zawiera ta skala?

Cuda nad cudami

Czy można sobie wyobrazić, że ktoś pije ze smakiem świeżo wyciśnięty sok z żółciutkiej cytryny i przy tym się nie krzywi? To całkiem możliwe, jeśli do szklanki soku doda mirakuliny. Jest to białko występujące w owocach pewnej rośliny z Afryki Zachodniej. Potrafi czynić cuda polegające na zmianie smaku potraw. Cytryna staje się słodka, a ocet spożywczy nabiera smaku wina porto. Samo białko nie ma słodkiego smaku. Efekt organoleptyczny w ustach utrzymuje się około godziny. Prowadzone są badania mające na celu wykorzystanie tej substancji jako dodatku do żywności (czyli kolejne E...).

W jaki sposób otrzymuje się porto?
Dlaczego cytryna jest kwaśna?



► Cudowny owoc synsepala słodkiego

Biopaliwa

Jednym z rozwiązań kryzysu paliwowego, który prędzej czy później musi nadejść, są tzw. biopaliwa. To m.in. odpowiednio modyfikowane oleje roślinne, których używa się zamiast benzyny i ropy. Jednym z największych producentów biopaliw jest Brazylia. Niszczy się tam lasy tropikalne, aby pozyskać obszar pod uprawę roślin, z których wytwarza się oleje. Wyrąb lasów prowadzi do wzrostu zawartości w atmosferze jednego z gazów cieplarnianych – tlenku węgla(IV). Równie dobrze ziemie te można by przeznaczyć pod uprawę roślin stanowiących podstawę żywieniową i w ten sposób ograniczyć głód na świecie.

Jakie są jeszcze inne negatywne skutki propagowania biopaliw?
Jakie znasz inne rodzaje biopaliw oprócz modyfikowanych olejów roślinnych?



Puszcza Amazońska

Podsumowanie działu

Związki o znaczeniu biologicznym

Grupa związków	Źródło	Najważniejsze funkcje	Skład pierwiastkowy
cukry	rośliny	energetyczne, zapasowe	węgiel, wodór, tlen
tłuszcze	zwierzęta, niektóre rośliny	energetyczne, izolacyjne	węgiel, wodór, tlen
białka	zwierzęta, niektóre rośliny	budulcowe, transportowe, regulujące	węgiel, wodór, tlen, azot i inne

Cukry

Podział cukrów

- **proste (niehydrolizujące)**
  - glukoza $C_6H_{12}O_6$
  - fruktoza $C_6H_{12}O_6$
- **złożone (hydrolizujące)**
  - **dwucukry**
    - sacharoza $C_{12}H_{22}O_{11}$
  - **wielocukry**
    - skrobia $(C_6H_{10}O_5)_n$
    - celuloza $(C_6H_{10}O_5)_n$

Właściwości fizyczne cukrów

Glukoza	Sacharoza	Skrobia	Celuloza
substancje stałe, białe			
krystaliczne, rozpuszczalne w wodzie		o budowie ziarnistej, nierozpuszczalna w zimnej wodzie, w gorącej wodzie pęcznieje i tworzy mieszaninę koloidalną	o budowie włóknistej, nierozpuszczalna w wodzie

Właściwości chemiczne

Glukoza

- Ma słodki smak.
- Ma właściwości redukujące (fot. 1):

$$Cu(OH)_2\downarrow \xrightarrow[\text{temp.}]{\text{glukoza}} Cu_2O\downarrow + H_2O$$

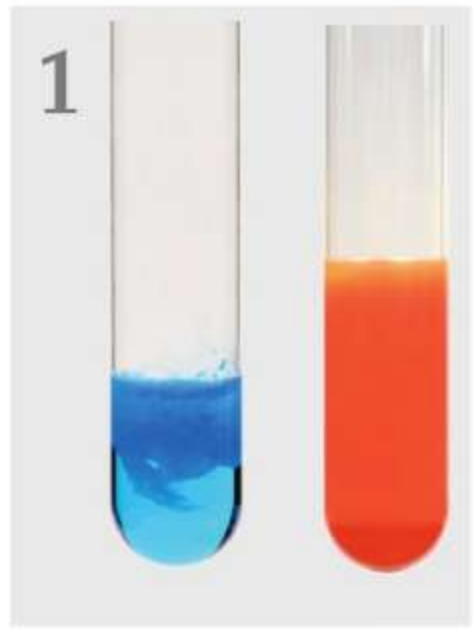
- Ulega spaleniu w organizmie:

$$C_6H_{12}O_6 + 6\,O_2 \xrightarrow{\text{enzymy}} 6\,CO_2 + 6\,H_2O + \text{energia}$$

- Ulega procesowi fermentacji alkoholowej:

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{drożdże}} 2\,C_2H_5OH + 2\,CO_2\uparrow$$

model glukozy

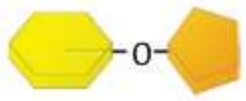


Sacharoza

- Ma słodki smak.
- Nie ma właściwości redukujących.
- Ulega hydrolizie pod wpływem kwasów:

$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \xrightarrow{\text{enzymy}} C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6$$

- Ulega procesowi karmelizacji (fot. 2).



model sacharozy

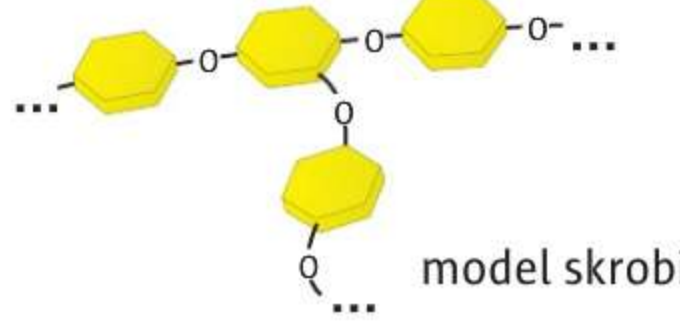


Skrobia

- Nie jest słodka.
- Nie ma właściwości redukujących.
- W jej obecności jodyna zmienia zabarwienie z pomarańczowobrązowego na ciemnogranatowe (fot. 3).
- Ulega hydrolizie pod wpływem kwasów i enzymów: rozpada się na dekstryny, a dekstryny – na cząsteczki glukozy:

$$(C_6H_{10}O_5)_n \xrightarrow[H_2O]{\text{enzymy}} (C_6H_{10}O_5)_x \xrightarrow[H_2O]{\text{enzymy}} n\,C_6H_{12}O_6$$

gdzie $n > x$



model skrobi



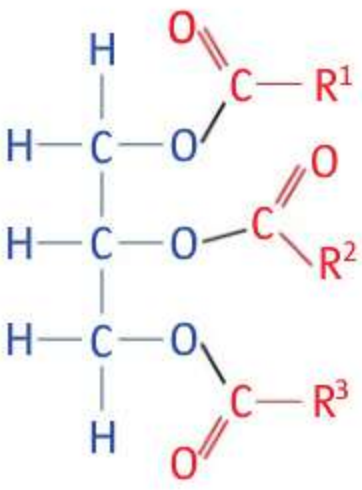


model celulozy

Celuloza

- Nie jest słodka.
- Nie ma właściwości redukujących.
- Pod wpływem stężonych kwasów i wysokiej temperatury rozkłada się na cząsteczki glukozy.
- Jest palna (fot. 4).





wzór ogólny strukturalny tłuszczów

Tłuszcze

Są estrami glicerolu i wyższych kwasów karboksylowych (długołańcuchowych).

$-R^1$, $-R^2$, $-R^3$ – to grupy węglowodorowe pochodzące od wyższych kwasów karboksylowych.

Kryteria podziału tłuszczów

- Stan skupienia (ciekłe i stałe)
- Pochodzenie (roślinne i zwierzęce)
- Charakter chemiczny (nienasycone i nasycone)

Tłuszcze roślinne są zwykle ciekłe i nienasycone.

Właściwości fizyczne tłuszczów

Są nierozpuszczalne w wodzie, mają gęstość mniejszą od gęstości wody, rozpuszczają się w benzynie i mają niską temperaturę topnienia.



Właściwości chemiczne tłuszczów

- Ulegają hydrolizie:

$$\text{tłuszcz} + \text{woda} \xrightarrow{\text{enzymy}} \text{glicerol} + \text{kwas tłuszczowy}$$

- Są spalane w organizmach:

$$\text{tłuszcz} + \text{tlen} \xrightarrow{\text{enzymy}} CO_2 + H_2O + \text{energia}$$

- W reakcji z zasadami tworzą mydła (zmydlanie tłuszczów):

$$(C_{17}H_{35}COO)_3C_3H_5 + 3\ NaOH \xrightarrow{\text{temp.}} 3\ C_{17}H_{35}COONa + C_3H_5(OH)_3$$

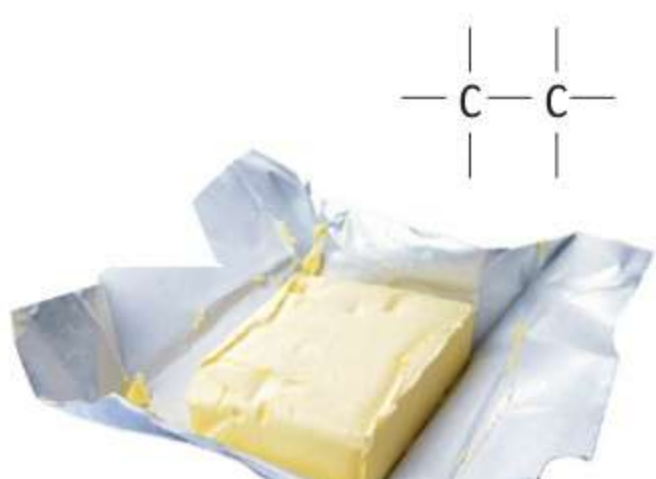
- W wyniku mocnego podgrzewania wydzielają nieprzyjemny charakterystyczny zapach (próba akroleinowa) (fot. 1).
- W reakcji z wodorem z tłuszczów nienasyconych powstają tłuszcze nasycone (utwardzanie tłuszczów):

$$(C_{17}H_{33}COO)_3C_3H_5 + 3\ H_2 \xrightarrow{\text{kat.}} (C_{17}H_{35}COO)_3C_3H_5$$



olej

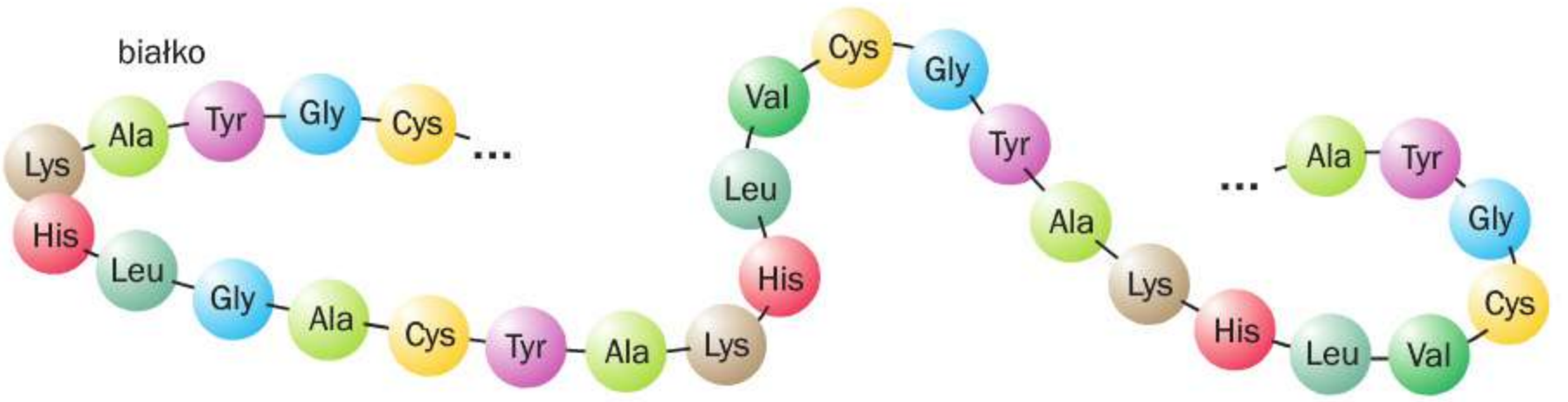
H_2, kat.

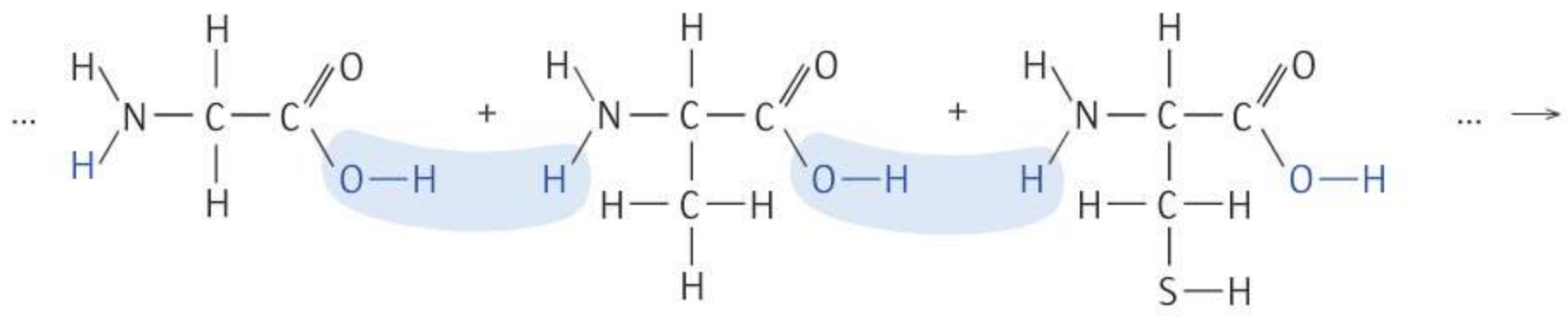


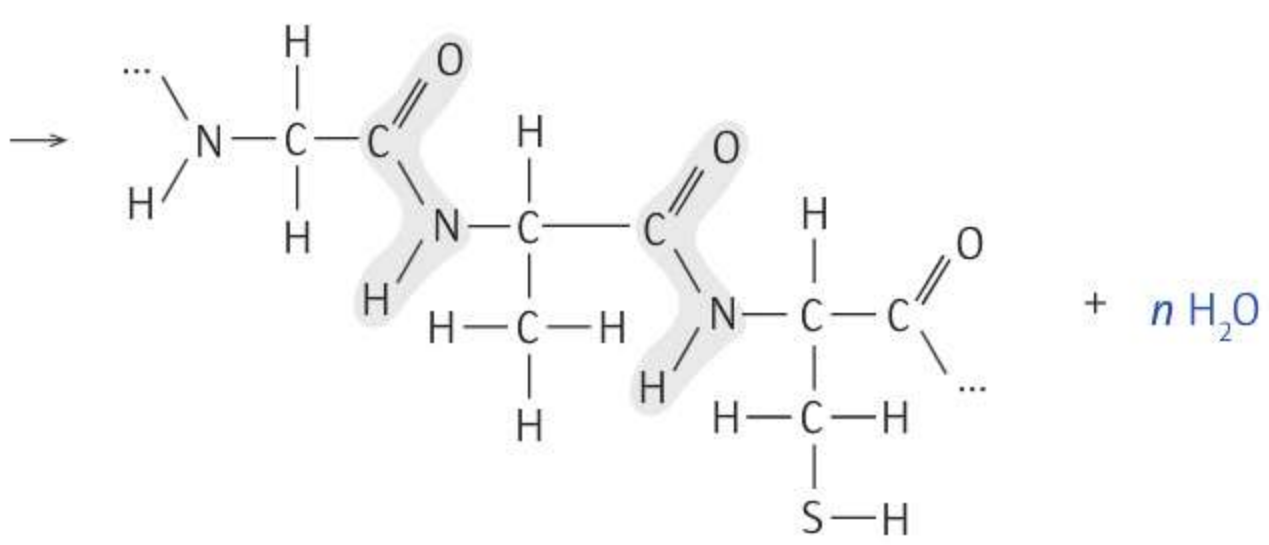
margaryna

Białka

Są związkami wielkocząsteczkowymi, produktami kondensacji aminokwasów.







...Gly-Ala-Cys...

Właściwości fizyczne białek

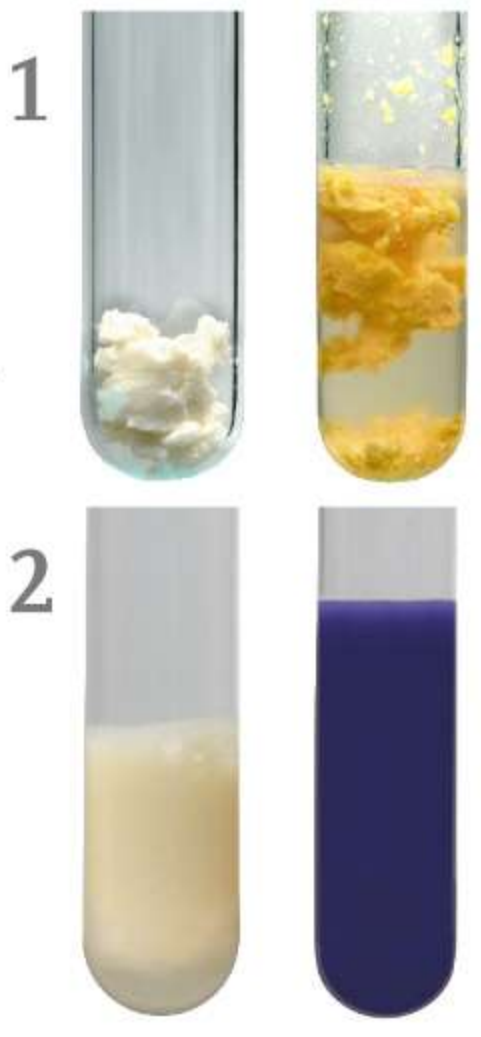
Są różnorodne, zależne od budowy ich cząsteczek.

Właściwości chemiczne białek

- Ulegają odwracalnej koagulacji pod wpływem soli amonu i litowców.
- Ulegają denaturacji pod wpływem podwyższonej temperatury, kwasów, zasad, niektórych soli metali oraz etanolu.
- Hydrolizują:

$$\text{białko} + \text{woda} \xrightarrow{\text{enzymy}} \text{aminokwasy}$$

- Pod wpływem kwasu azotowego(V) zmieniają zabarwienie na kolor żółty (reakcja ksantoproteinowa) (fot. 1).
- Powodują powstawanie fioletowego zabarwienia w reakcji z niebieskim osadem wodorotlenku miedzi(II) (reakcja biuretowa) (fot. 2).



Test do działu

Wybierz poprawne dokończenie zdania lub poprawną odpowiedź.

1. Jeden z najistotniejszych procesów zachodzących w zielonych częściach roślin przedstawia schemat:

$$CO_2 + H_2O \xrightarrow[\text{chlorofil}]{\text{światło}} X + O_2$$

Produktem tego procesu oznaczonym literą *X* jest

A. cukier.
B. tłuszcz.
C. aminokwas.
D. białko.

2. W składzie chemicznym cukrów nie stwierdzi się obecności

A. węgla.
B. wodoru.
C. tlenu.
D. azotu.

3. Do dwucukrów zaliczamy

A. glukozę. **B.** sacharozę. **C.** celulozę. **D.** glikogen.

4. Wzór sumaryczny $C_{12}H_{22}O_{11}$ opisuje

A. glukozę. **B.** fruktozę. **C.** sacharozę. **D.** skrobię.

5. Biała substancja stała bez zapachu. W zimnej wodzie rozpuszcza się słabo, w gorącej wodzie pęcznieje i tworzy krochmal.
Podany zestaw właściwości opisuje

A. glukozę.
B. sacharozę.
C. skrobię.
D. celulozę.

6. Stosunek masowy, w którym są połączone węgiel, wodór i tlen w cząsteczce glukozy, jest równy

A. 1 : 2 : 1 **B.** 6 : 12 : 6 **C.** 12 : 1 : 16 **D.** 6 : 1 : 8

7. Reakcję spalania celulozy przedstawia równanie:

$$(C_6H_{10}O_5)_n + x\ O_2 \longrightarrow 6n\ CO_2 + 5n\ H_2O$$

W miejsce *x* należy wstawić

A. $3n$ **B.** $5n$ **C.** $6n$ **D.** $11n$

8. Tłuszcze to

A. estry glicerolu i wyższych kwasów karboksylowych.
B. sole sodowe i potasowe wyższych kwasów karboksylowych.
C. estry glicerolu i niższych kwasów karboksylowych.
D. sole magnezowe i wapniowe wyższych kwasów karboksylowych.

9. Do stałych tłuszczów roślinnych należy

A. łój.
B. olej sojowy.
C. słonina.
D. masło orzechowe.

10. Aby wykryć wiązanie wielokrotne w cząsteczkach tłuszczu obecnych w oleju sojowym należy wykonać próbę z

A. fenoloftaleiną.
B. wodą wapienną.
C. roztworem manganianu(VII) potasu.
D. uniwersalnym papierkiem wskaźnikowym.

11. Podstawowymi cegiełkami budującymi białka są

A. aminokwasy.
B. węglowodany.
C. aminy.
D. estry.

12. W której probówce nie nastąpi denaturacja białka?

A.



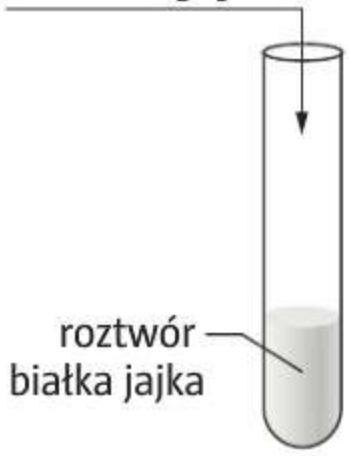
B.



C.



D.



13. Białko jaja kurzego zmieszane z wodą tworzy z nią

A. zawiesinę.
B. związek chemiczny.
C. roztwór właściwy.
D. mieszaninę koloidalną.

14. W układzie pokarmowym człowieka nie ma odpowiednich enzymów do trawienia

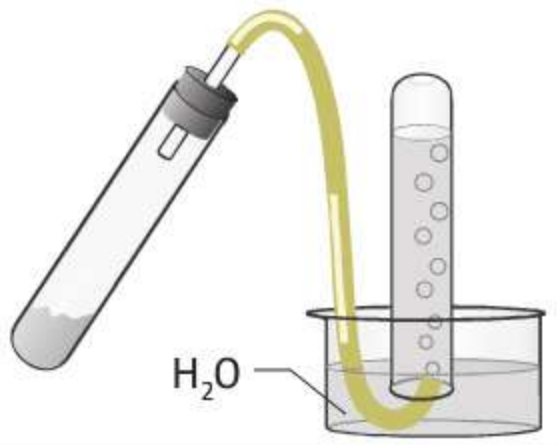
A. białek.
B. celulozy.
C. skrobi.
D. tłuszczów.

15. Wskaż zdanie fałszywe.

A. Po dodaniu wodorotlenku miedzi(II) do białka jaja kurzego mieszanina zmienia barwę na fioletową.
B. W reakcji ksantoproteinowej, służącej do identyfikacji glukozy, używa się kwasu azotowego(V).
C. W celu wykrycia skrobi należy użyć jodyny, która powoduje ciemnogranatowe zabarwienie badanej próbki.
D. Akroleina to substancja, która wydziela się w reakcji charakterystycznej tłuszczów.

Sprawdź się

Zadanie 1.
Na rysunku przedstawiono zestaw do zbierania gazu. Uzupełnij zdanie. **Wybierz poprawną odpowiedź 1 albo 2 oraz uzasadnienie A lub B lub C lub D.**



W sposób pokazany na rysunku można zbierać	**1.** metan,	ponieważ ten gaz	**A.** dobrze rozpuszcza się w wodzie.
			B. ma mniejszą gęstość od gęstości powietrza.
	2. tlenek węgla(IV),		**C.** praktycznie nie rozpuszcza się w wodzie.
			D. ma większą gęstość od gęstości powietrza.

Zadanie 2.
Spośród podanych zdań wybierz te, które opisują kolejne czynności prowadzące do otrzymania 200 g roztworu glukozy o stężeniu 10%.
Ułóż je w odpowiedniej kolejności.

A	Mieszamy pręcikiem mieszaninę do momentu rozpuszczenia się glukozy.
B	Dodajemy wodę do glukozy.
C	Odmierzamy cylindrem miarowym 180 cm^3 wody.
D	Odmierzamy cylindrem miarowym 200 cm^3 wody.
E	Odważamy 10 g glukozy.
F	Odważamy 20 g glukozy.

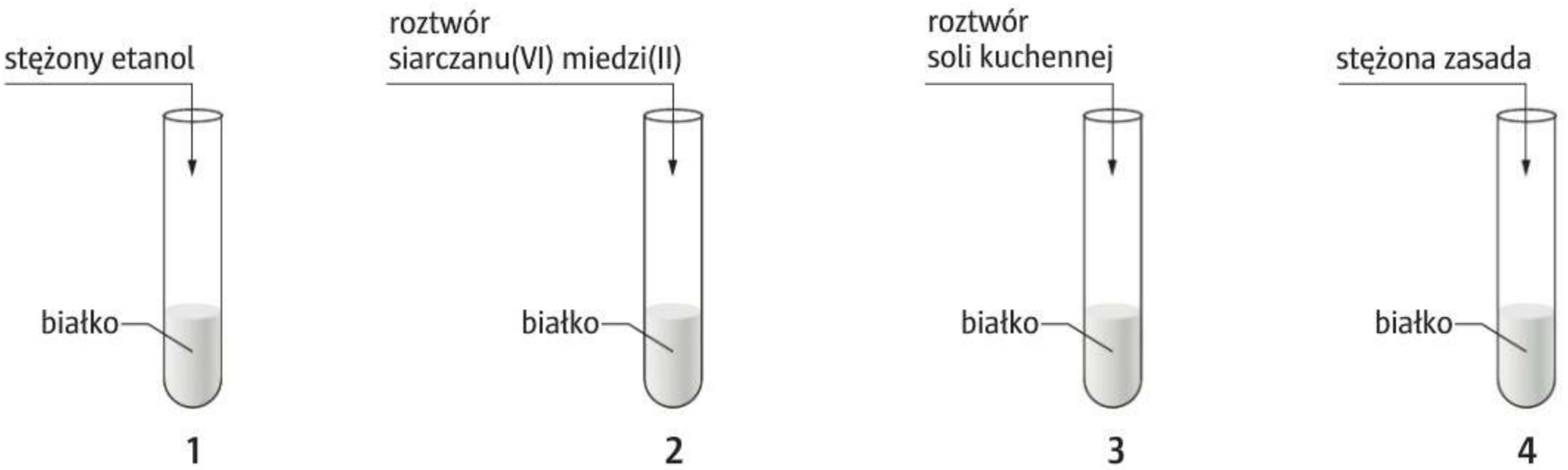
Zadanie 3.
Przyporządkuj nazwę cukru do opisu jego właściwości.
Wskaż właściwą literę.
A. glukoza **B.** sacharoza **C.** skrobia **D.** celuloza

I	Biała substancja stała, bez smaku i zapachu. W zimnej wodzie rozpuszcza się słabo, w gorącej wodzie pęcznieje i tworzy mieszaninę koloidalną.	**A / B / C / D**
II	Biała substancja stała, o słodkim smaku i budowie krystalicznej. Dobrze rozpuszcza się nawet w zimnej wodzie, w wyniku czego tworzy roztwór właściwy. Pod wpływem ogrzewania topi się i zmienia barwę na brunatną w wyniku powstania karmelu.	**A / B / C / D**
III	Biała, krystaliczna substancja stała o słodkim smaku. Bardzo dobrze rozpuszcza się w wodzie. Jej wodny roztwór nie przewodzi prądu elektrycznego i ma odczyn obojętny. Ma właściwości redukujące.	**A / B / C / D**
IV	Biała, włóknista substancja bez smaku i zapachu. Nie rozpuszcza się w wodzie nawet w trakcie gotowania. Jest cukrem łatwopalnym.	**A / B / C / D**

Zadanie 4.
Czy czynności wymienione w tabeli pozwolą na doświadczalne odróżnienie oleju rzepakowego (tłuszczu nienasyconego) od stopionego smalcu (tłuszczu nasyconego)?
Zaznacz właściwą odpowiedź T (tak) lub N (nie) i wybierz uzasadnienie (A lub B lub C) każdej z nich spośród podanych poniżej.
A. Tłuszcz nienasycony zmieni barwę dodanej substancji.
B. Tłuszcz nasycony zmieni barwę dodanej substancji.
C. Żaden z tłuszczów nie zmieni barwy dodanej substancji.

	Czynność	Czy wymieniona czynność pozwoli na odróżnienie tłuszczów?		Uzasadnienie
I	Do obu tłuszczów należy dodać roztwór bromu.	T / N	ponieważ	A / B / C
II	Do obu tłuszczów należy dodać świeżo strącony wodorotlenek miedzi(II).	T / N	ponieważ	A / B / C
III	Do obu tłuszczów należy dodać roztwór manganianu(VII) potasu.	T / N	ponieważ	A / B / C

Zadanie 5.
Przeprowadzono doświadczenie, którego schemat przedstawiono na poniższym rysunku.



We wszystkich probówkach zaobserwowano powstanie osadu, który następnie próbowano rozpuścić w wodzie. Tylko osad powstały w probówce nr 3 rozpuścił się w wodzie.
Oceń prawdziwość wniosków, jakie wyciągnięto na podstawie przeprowadzonego doświadczenia (P – prawda, F – fałsz).

I	Tylko w probówce nr 3 białko nie uległo ścięciu.	P / F
II	Mieszanina koloidalna białka pod wpływem roztworu soli kuchennej ulega koagulacji.	P / F
III	Sole niektórych metali, np. sodu, powodują nieodwracalne zmiany w strukturze białka.	P / F
IV	Białko ulega nieodwracalnej koagulacji pod wpływem zasad, roztworów soli metali ciężkich oraz etanolu.	P / F

Zadanie 6.
Poniżej przedstawiono kilka równań opisujących różne procesy.

A. $HCl + NaOH \longrightarrow NaCl + H_2O$

B. $2\ NaOH + CuSO_4 \longrightarrow Cu(OH)_2\downarrow + Na_2SO_4$

C. $n\ CH_2{=}CH_2 \xrightarrow[\text{temp.}]{\text{ciśn.}} {-}(CH_2{-}CH_2){-}_n$

D. $2\ CH_3OH + 3\ O_2 \longrightarrow 2\ CO_2 + 4\ H_2O$

E. $CH_3COOH \overset{H_2O}{\rightleftharpoons} CH_3COO^- + H^+$

F. $HCOOH + CH_3OH \overset{H_2SO_{4(\text{stęż.})}}{\rightleftharpoons} HCOOCH_3 + H_2O$

G. $C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \xrightarrow{\text{enzymy}} C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6$

Przyporządkuj nazwie procesu odpowiedni zapis jego przebiegu.
Wybierz właściwą literę.

I	dysocjacja elektrolityczna	**A / B / C / D / E / F / G**
II	estryfikacja	**A / B / C / D / E / F / G**
III	hydroliza	**A / B / C / D / E / F / G**
IV	polimeryzacja	**A / B / C / D / E / F / G**
V	reakcja strąceniowa	**A / B / C / D / E / F / G**
VI	spalanie	**A / B / C / D / E / F / G**
VII	zobojętnianie	**A / B / C / D / E / F / G**

Test końcowy

Wybierz poprawne dokończenie zdania lub poprawną odpowiedź.

1. Na lekcji chemii uczniowie próbowali zarysować blaszkę wykonaną z ołowiu blaszką miedzianą.
W ten sposób badali
A. gęstość metali.
B. twardość metali.
C. przewodnictwo cieplne metali.
D. aktywność chemiczną metali.

2. Poniżej podano zestaw symboli ośmiu pierwiastków chemicznych:

Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl, Ar

Wśród nich znajdują się symbole
A. dwóch niemetali.
B. trzech metali.
C. czterech metali.
D. czterech niemetali.

3. Do rozdzielenia mieszaniny piasku i wody najlepiej użyć zestawu pokazanego na rysunku

A.



B.



C.



D.



4. W atomie pewnego pierwiastka znajduje się 6 protonów, 8 neutronów i 6 elektronów.
Zapis symboliczny tego atomu ma postać
A. ${}^{8}_{6}X$ **B.** ${}^{12}_{8}X$ **C.** ${}^{14}_{6}X$ **D.** ${}^{20}_{8}X$

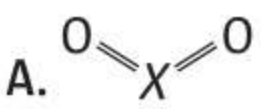
5. Pierwiastki znajdujące się w tej samej grupie układu okresowego mają podobne właściwości, ponieważ mają taką samą liczbę
A. neutronów.
B. nukleonów.
C. powłok elektronowych.
D. elektronów walencyjnych.

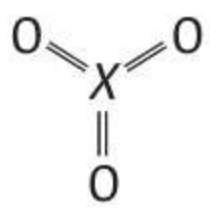
6. Atom pewnego pierwiastka w drugiej powłoce elektronowej ma 4 elektrony walencyjne.
Pierwiastkiem tym jest
A. węgiel. **B.** krzem. **C.** magnez. **D.** wapń.

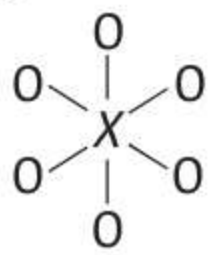
7. Właściwością typową dla związków o budowie jonowej jest
A. biała barwa.
B. gazowy stan skupienia.
C. wysoka temperatura topnienia.
D. słaba rozpuszczalność w wodzie.

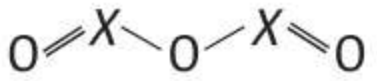
8. Różnica elektroujemności łączących się atomów w związku o budowie jonowej jest
A. równa 0.
B. równa 0,4.
C. większa od 0,4, ale mniejsza od 1,7.
D. większa lub równa 1,7.

9. Wzór strukturalny tlenku, w którym pierwiastek *X* ma wartościowość równą sześć, przedstawia rysunek

A. 

B. 

C. 

D. 

10. Poniżej zamieszczono opis pewnego doświadczenia:
Na szalkę Petriego nalano wodę, następnie położono w środku naczynia zapaloną świeczkę i nakryto ją cylindrem z podziałką. Po pewnym czasie płomień świeczki zgasł, a do cylindra została wciągnięta woda na wysokość około 1/5 jego objętości. Zapalone łuczywo po włożeniu do cylindra zgasło.

Celem tego doświadczenia było zbadanie
A. składu powietrza.
B. palności stearyny.
C. gęstości powietrza.
D. rozpuszczalności powietrza w wodzie.

11. Tlenek pewnego metalu stosuje się do produkcji stali, farb, pigmentów oraz cieczy magnetycznych.
Tlenkiem tym jest
A. tlenek wapnia. **C.** tlenek krzemu(IV).
B. tlenek glinu. **D.** tlenek żelaza(III).

12. Do przygotowania roztworu o stężeniu 15% należy użyć
A. 7,5 g soli kamiennej oraz 92,5 g wody.
B. 15 g soli kamiennej oraz 100 g wody.
C. 30 g soli kamiennej oraz 170 g wody.
D. 30 g soli kamiennej oraz 200 g wody.

13. Rozpuszczalność soli kamiennej w temperaturze 20°C wynosi 35,9 g / 100 g H_2O.
Oznacza to, że do rozpuszczenia 53,85 g soli potrzeba co najmniej
A. 100 g wody o temperaturze 20°C.
B. 150 g wody o temperaturze 20°C.
C. 200 g wody o temperaturze 20°C.
D. 250 g wody o temperaturze 20°C.

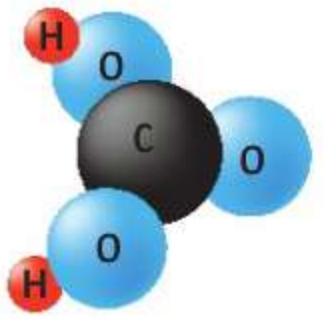
14. Uniwersalny papierek wskaźnikowy pod wpływem roztworu, który zmienia barwę fenoloftaleiny na malinową, zabarwi się na kolor
A. niebieski.
B. czerwony.
C. żółty.
D. pomarańczowy.

15. Kwas solny powstaje w wyniku rozpuszczenia w wodzie
A. soli kuchennej.
B. siarkowodoru.
C. chlorowodoru.
D. amoniaku.

16. Wodór łączy się z siarką w stosunku masowym 1 : 16.
Do otrzymania 68 g siarkowodoru należy użyć
A. 1 g wodoru i 16 g siarki.
B. 2 g wodoru i 66 g siarki.
C. 4 g wodoru i 64 g siarki.
D. 8 g wodoru i 60 g siarki.

17. Masa cząsteczkowa kwasu siarkowego(VI) jest większa od masy cząsteczkowej kwasu siarkowodorowego o
A. 16 u **B.** 32 u **C.** 48 u **D.** 64 u

18. Jaka jest wartościowość reszty kwasowej kwasu, którego model cząsteczki przedstawiono na rysunku obok?
A. I
B. II
C. III
D. IV



19. Wskaż zdanie fałszywe.
A. Praca z kwasami może być niebezpieczna ze względu na żrące właściwości ich stężonych roztworów.
B. Rozpuszczanie wodorotlenków w wodzie jest procesem egzoenergetycznym.
C. Roztwory kwasów i wodorotlenków przyspieszają korozję.
D. Aby bezpiecznie rozcieńczyć stężony kwas, należy bardzo ostrożnie dolewać do niego wodę.

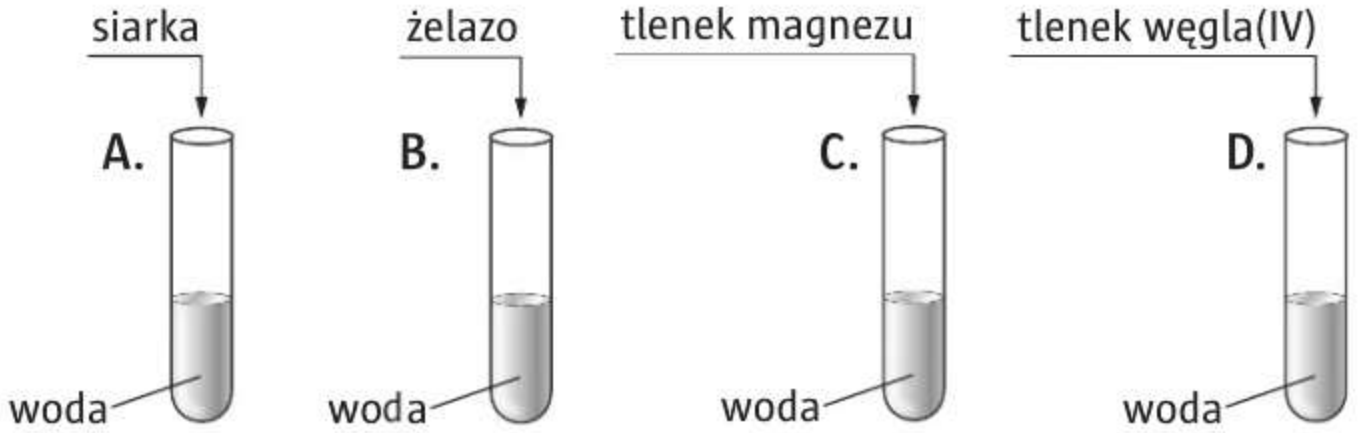
20. Roztwór ma odczyn kwasowy, jeśli znajduje się w nim nadmiar
A. kationów wodoru H^+.
B. anionów wodorotlenkowych OH^-.
C. anionów chlorkowych Cl^-.
D. kationów potasu K^+.

21. W roztworze o odczynie kwasowym pH może mieć wartość
A. 4 **B.** 7 **C.** 10 **D.** 14

22. Jakie pH może mieć roztwór, w którym liczba kationów wodoru jest mniejsza od liczby anionów wodorotlenkowych?

A. 3 B. 5 C. 7 D. 11

23. Zasadę otrzymamy, jeśli wykonamy doświadczenie przedstawione na schemacie



24. Jonami pochodzącymi z dysocjacji elektrolitycznej zasad są

A. H^+, Cl^-, SO_4^{2-}
B. K^+, Na^+, OH^-
C. H^+, K^+, Na^+
D. Cl^-, SO_4^{2-}, OH^-

25. Schemat przedstawia ciąg czterech reakcji chemicznych:

$$S \xrightarrow{X} SO_2 \xrightarrow{X} SO_3 \xrightarrow{Y} H_2SO_4 \xrightarrow{MgO} Z$$

Substancje oznaczone literami *X*, *Y*, *Z* są opisane wzorami

A. $X - O_2$, $Y - H_2$, $Z - MgSO_4$
B. $X - O_2$, $Y - H_2O$, $Z - MgSO_4$
C. $X - O_3$, $Y - H_2O$, $Z - MgS$
D. $X - O_3$, $Y - H_2$, $Z - MgS$

26. W którym szeregu wymieniono tylko wzory soli?

A. SO_2, H_2S, CaS
B. HCl, $Mg(OH)_2$, $CuSO_4$
C. KNO_3, H_3PO_4, $Fe(NO_3)_3$
D. $CaCO_3$, KCl, Na_2S

27. Na podstawie tabeli rozpuszczalności na końcu książki wskaż zestaw soli, które ulegają dysocjacji elektrolitycznej.

A. azotan(V) magnezu, węglan sodu, siarczan(VI) baru
B. fosforan(V) potasu, chlorek srebra(I), siarczek glinu
C. siarczan(VI) sodu, azotan(V) srebra(I), chlorek glinu
D. węglan wapnia, fosforan(V) magnezu, siarczan(VI) miedzi(II)

28. Reakcję otrzymywania chlorku magnezu z pierwiastków przedstawia równanie

A. $Mg + Cl_2 \longrightarrow MgCl_2$
B. $Mg + 2\ HCl \longrightarrow MgCl_2 + H_2$
C. $Mg(OH)_2 + 2\ HCl \longrightarrow MgCl_2 + 2\ H_2O$
D. $MgO + 2\ HCl \longrightarrow MgCl_2 + H_2O$

29. Skrócony zapis jonowy $H^+ + OH^- \longrightarrow H_2O$ przedstawia istotę reakcji opisanej równaniem

A. $2\ K + 2\ HNO_3 \longrightarrow 2\ KNO_3 + H_2$
B. $2\ KOH + N_2O_5 \longrightarrow 2\ KNO_3 + H_2O$
C. $K_2O + HNO_3 \longrightarrow 2\ KNO_3 + H_2O$
D. $KOH + HNO_3 \longrightarrow KNO_3 + H_2O$

30. Do roztworu zawierającego zestaw kationów i anionów dodano roztworu chlorku magnezu. Nie zaobserwowano żadnych zmian.
W roztworze tym (patrz tabela rozpuszczalności na końcu podręcznika) nie mogły być obecne
A. kationy wapnia.
B. kationy ołowiu(II).
C. aniony siarczanowe(VI).
D. aniony azotanowe(V).

31. Poniżej przedstawiono schematy kilku reakcji chemicznych:

I	metal + niemetal →
II	tlenek metalu + kwas →
III	tlenek niemetalu + woda →
IV	zasada + tlenek niemetalu →
V	woda + tlenek metalu →
VI	kwas + zasada →

Sole mogą być produktami reakcji oznaczonych cyframi
A. I, II, IV, VI
B. II, IV, V, VI
C. I, II, III, IV, V
D. II, III, IV, V

32. Nauczyciel wsypał do parownicy magnez oraz jod i pręcikiem szklanym wymieszał oba składniki. Następnie dodał kilka kropel wody. Po jej dodaniu powstały fioletowe pary, a na dnie parownicy pozostała ciemnobrunatna substancja: jodek magnezu.
W przeprowadzonej reakcji katalizatorem jest
A. magnez.
B. jod.
C. woda.
D. jodek magnezu.

33. Na butli z acetylenem należy umieścić piktogram oznaczony literą

A. 
B. 
C. 
D. 

34. Poniżej podano wzory sumaryczne pięciu węglowodorów nasyconych:
C_2H_6, C_4H_{10}, C_5H_{12}, C_8H_{18}, $C_{18}H_{38}$

W tym zestawie są wzory
A. dwóch węglowodorów ciekłych.
B. dwóch węglowodorów o stałym stanie skupienia.
C. trzech węglowodorów ciekłych.
D. trzech węglowodorów gazowych.

35. Węglowodór, który ma zdolność do odbarwiania roztworu bromu, ma wzór półstrukturalny
A. CH_4
B. $H_2C{=}CH_2$
C. $H_3C{-}CH_3$
D. $H_3C{-}CH_2{-}CH_3$

36. Grupa funkcyjna amin ma wzór

A. -OH **B.** $-NH_2$ **C.** -COO- **D.** -COOH

37. Związek, który zmieni barwę wywaru z czerwonej kapusty z niebieskofioletowej na czerwoną, jest opisany wzorem

A. C_2H_6 **B.** C_2H_5OH **C.** $C_3H_5(OH)_3$ **D.** CH_3COOH

38. Ester będący produktem reakcji związku o wzorze HCOOH z substancją o wzorze CH_3OH ma nazwę

A. octan etylu.
B. octan metylu.
C. mrówczan etylu.
D. mrówczan metylu.

39. Próbkę pewnej substancji poddano działaniu stężonego kwasu azotowego(V). Po chwili pojawiło się żółte zabarwienie.
W ten sposób stwierdzono obecność w badanej próbce

A. białka. **B.** skrobi. **C.** glukozy. **D.** sacharozy.

40. Cukrem, który w dużych ilościach występuje w ziarnach zbóż, jest

A. glukoza. **B.** sacharoza. **C.** skrobia. **D.** celuloza.

Odpowiedzi

Test do działu 6.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
D	C	A	D	B	D	B	A	D	C	D	C	A	A	D

Test do działu 7.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A	A	B	D	A	A	B	D	C	A	B	D	C	B	C

Test do działu 8.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A	B	A	D	B	A	C	D	C	C	D	B	C	B	A

Test do działu 9.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A	D	D	B	C	A	A	C	B	C	A	C	D	B	B

Test do działu 10.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A	D	B	C	C	D	C	A	D	C	A	B	D	B	B

Test końcowy

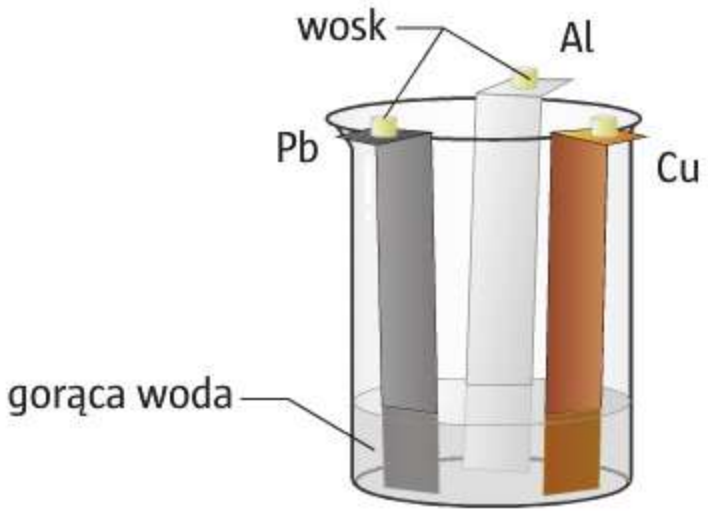
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
B	B	D	C	D	A	C	D	B	A	D	C	B	A	C	C	D	B	D	A

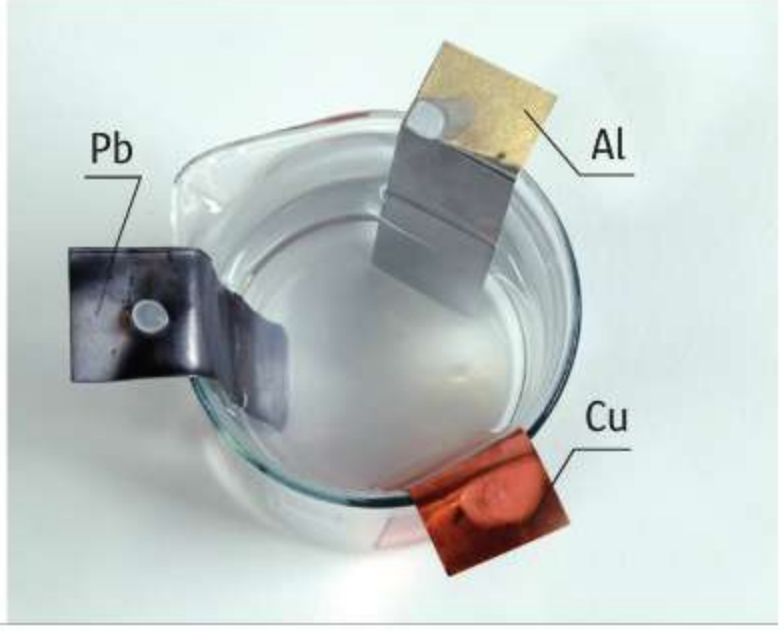
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
A	D	C	B	B	D	C	A	D	B	A	C	A	A	B	B	D	D	A	C

Doświadczenia, o których warto pamiętać

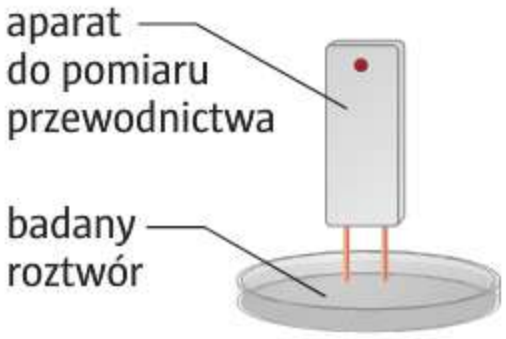
■ Badanie właściwości fizycznych

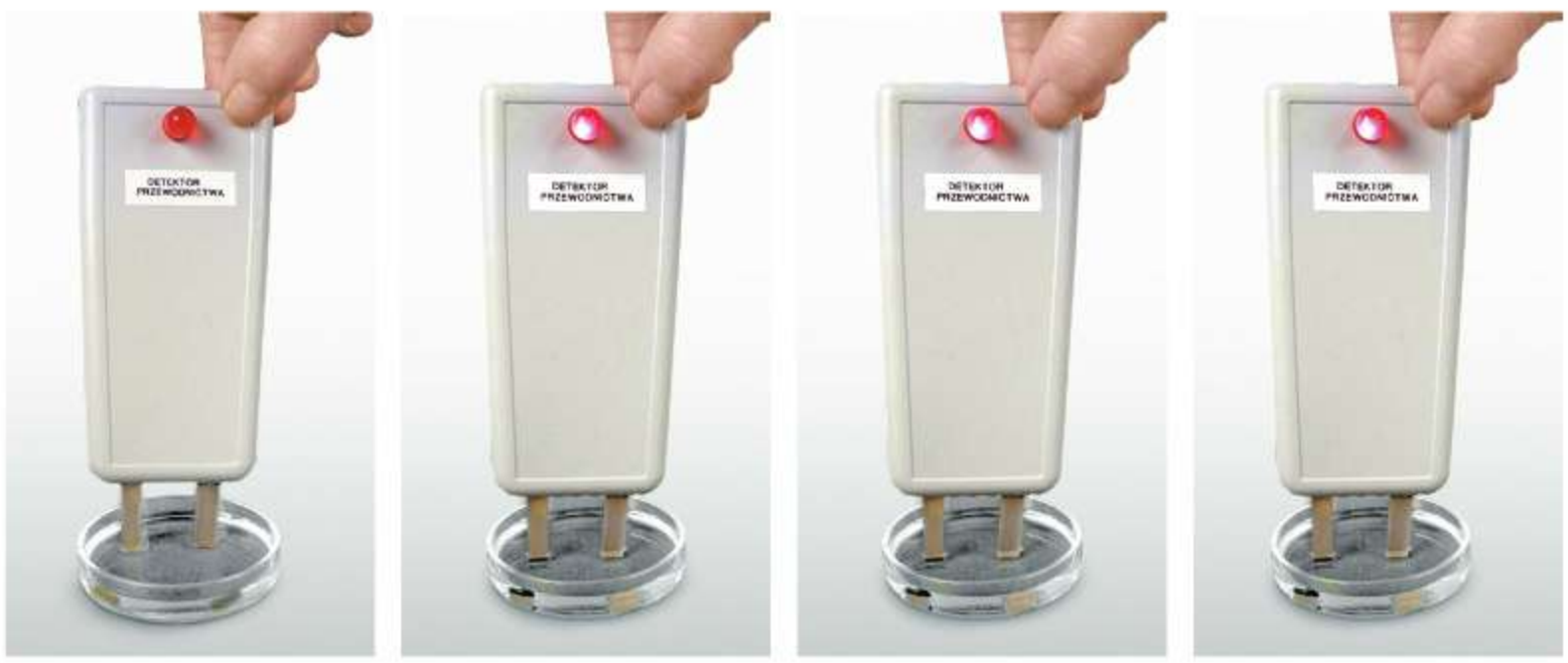
- Badanie przewodnictwa cieplnego





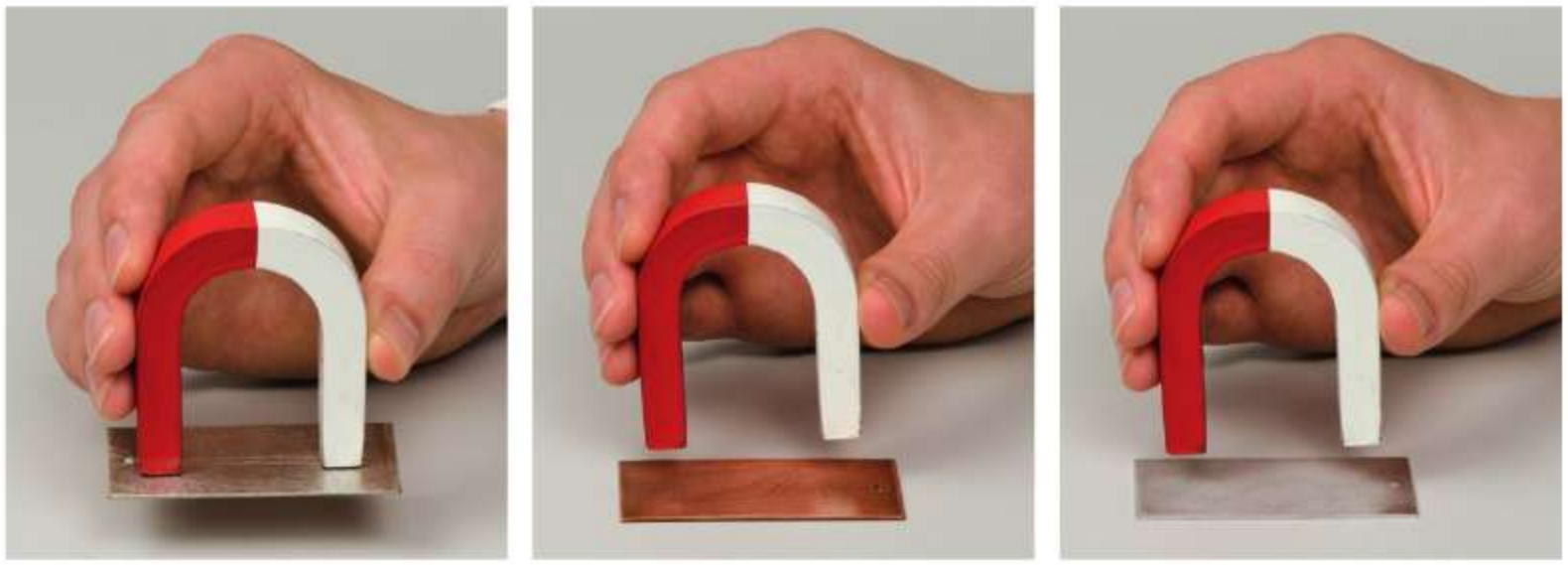
- Badanie przewodnictwa elektrycznego





woda destylowana | roztwór kwasu | roztwór wodorotlenku | roztwór soli

- Badanie oddziaływania z magnesem



Płytka stalowa, której główny składnik stanowi żelazo, jest przyciągana przez magnes.

Miedź nie oddziałuje z magnesem.

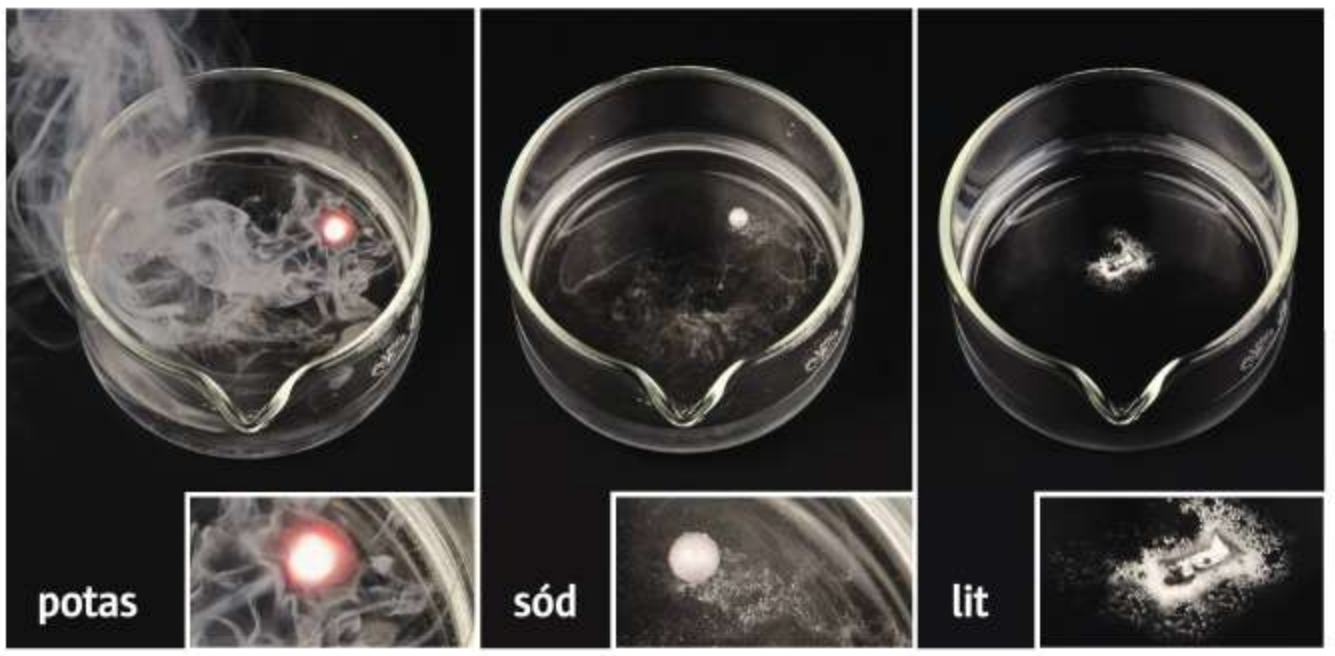
Glin nie oddziałuje z magnesem.

■ Badanie właściwości chemicznych

• Badanie palności np. magnezu



• Badanie aktywności chemicznej litowców

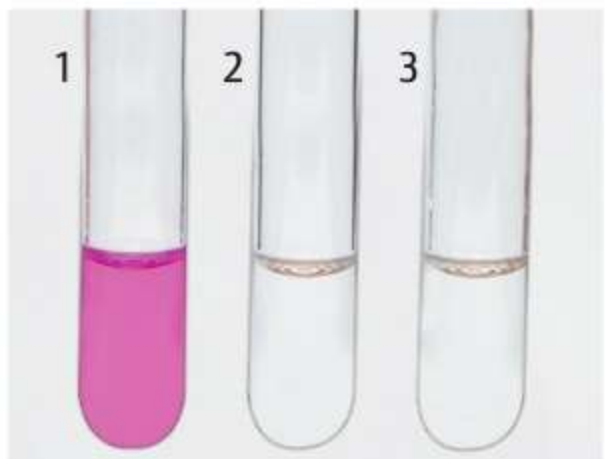


• Badanie odczynu roztworu wodorotlenku (1), wody (2) i roztworu kwasu (3) za pomocą

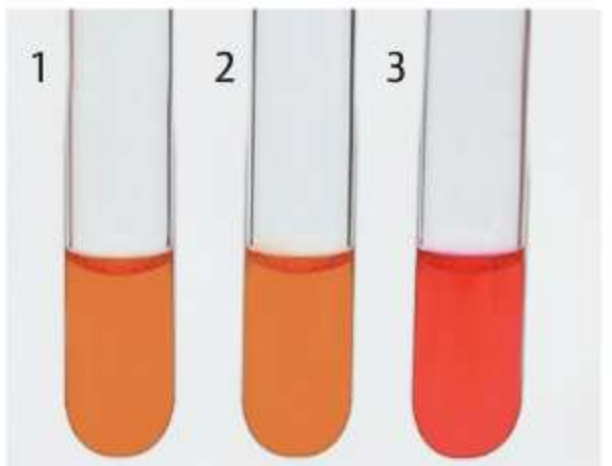
papierka uniwersalnego



fenoloftaleiny



oranżu metylowego



• Badanie aktywności chemicznej węglowodorów



■ Mieszaniny

• Jednorodne



• Niejednorodne



■ Rozdzielanie mieszanin

- Rozdzielanie mieszaniny piasku i wody podczas sączenia





- Rozdzielanie mieszaniny wody i oleju za pomocą rozdzielacza



- Rozdzielanie mieszaniny alkoholu i wody podczas destylacji





- Rozdzielanie mieszaniny siarki i żelaza za pomocą magnesu

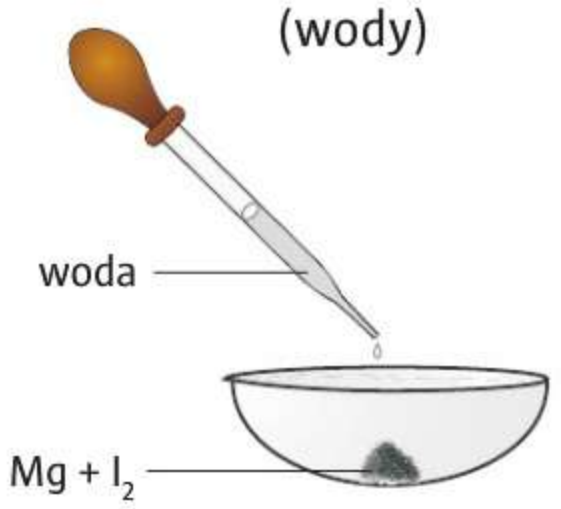


■ Przemiany fizyczne i chemiczne

• Sublimacja jodu – przemiana fizyczna



• Reakcja magnezu z jodem w obecności katalizatora (wody)

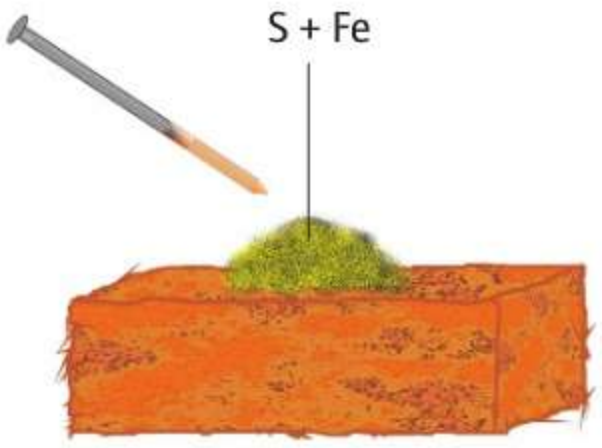




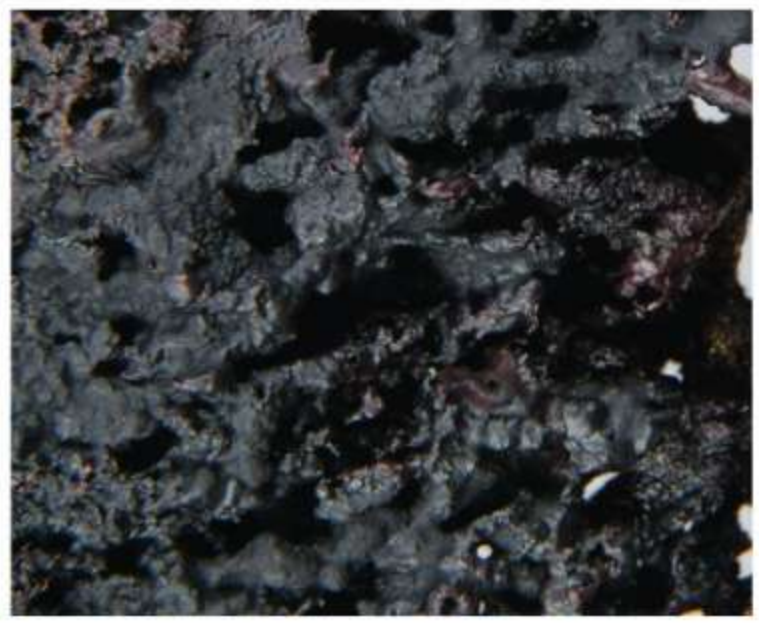
■ Reakcje chemiczne

Typy, rodzaje reakcji

• Reakcja syntezy – np. otrzymywanie związku chemicznego siarki i żelaza

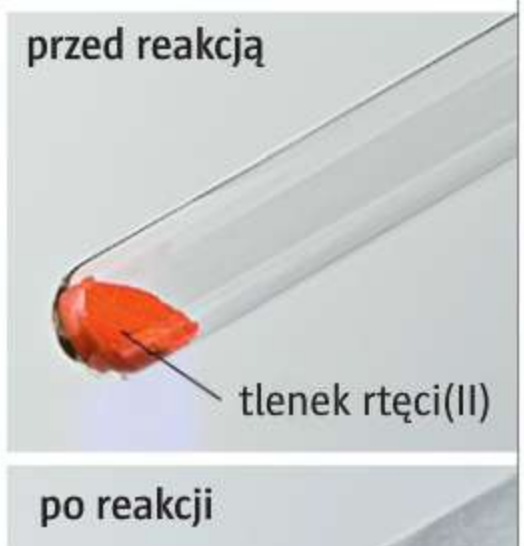






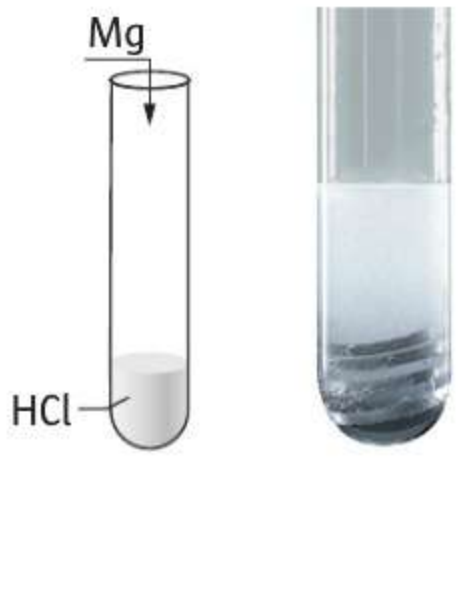
• Reakcja analizy – np. rozkład termiczny tlenku rtęci(II) (reakcja endotermiczna)



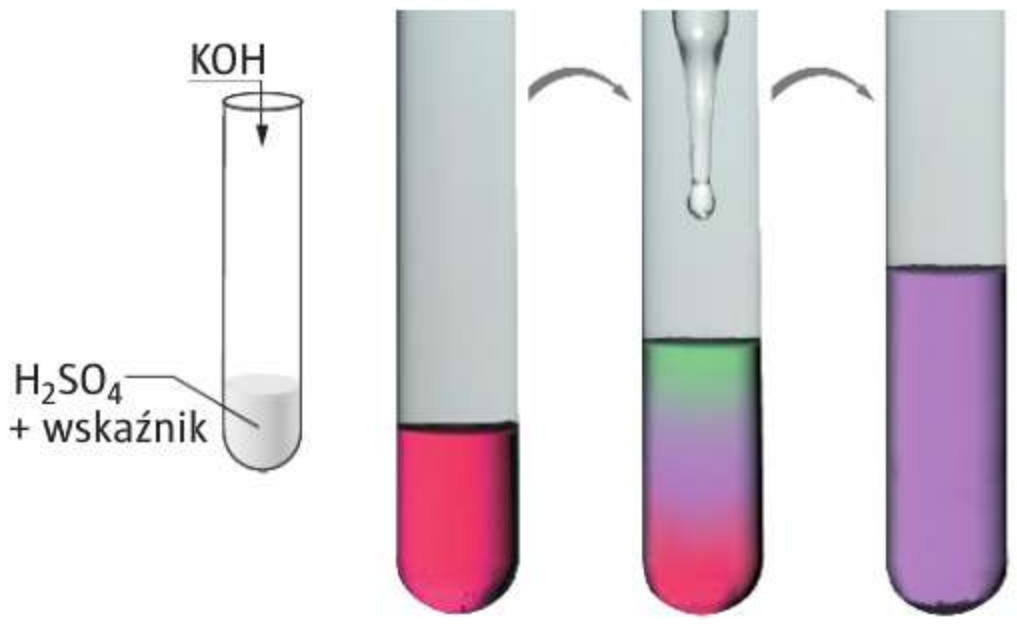




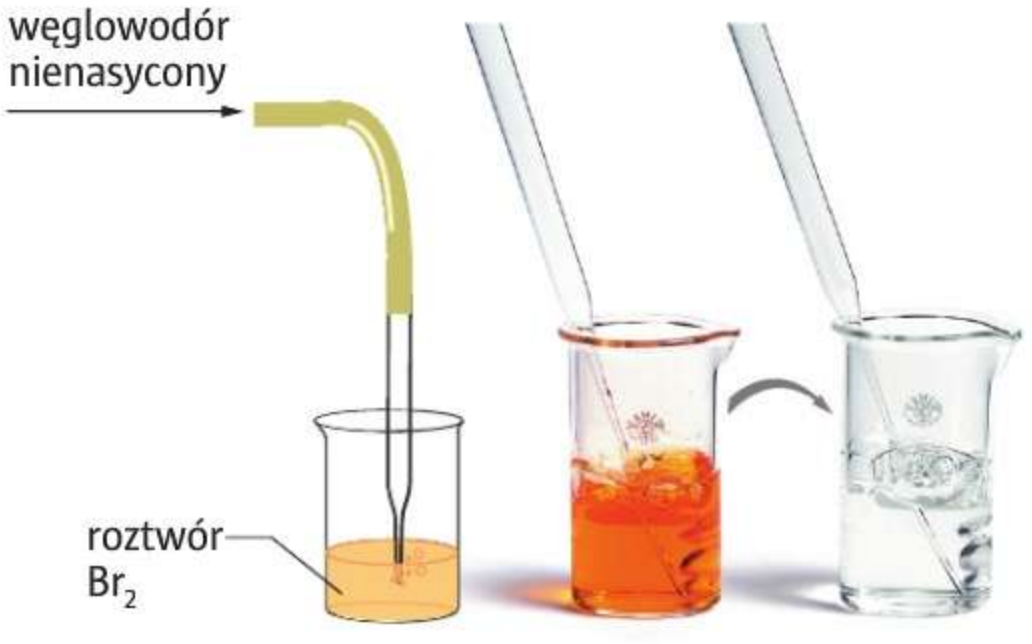
• Reakcja wymiany – np. reakcja magnezu z kwasem solnym (reakcja egzotermiczna)



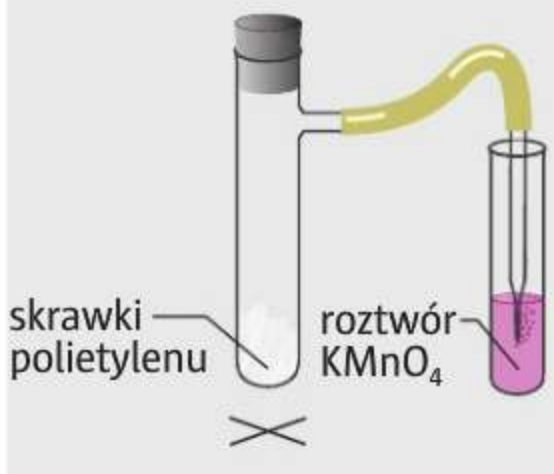
- Reakcja zobojętniania – np. w obecności wywaru z czerwonej kapusty

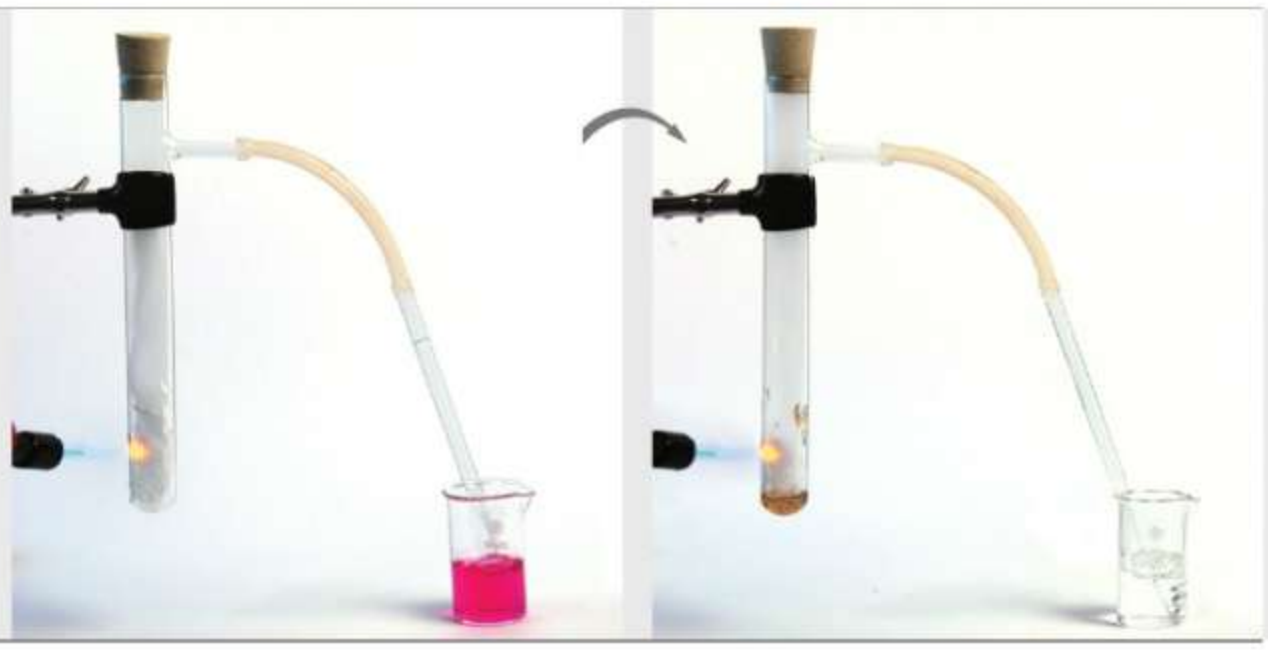


- Reakcja przyłączania (addycji)



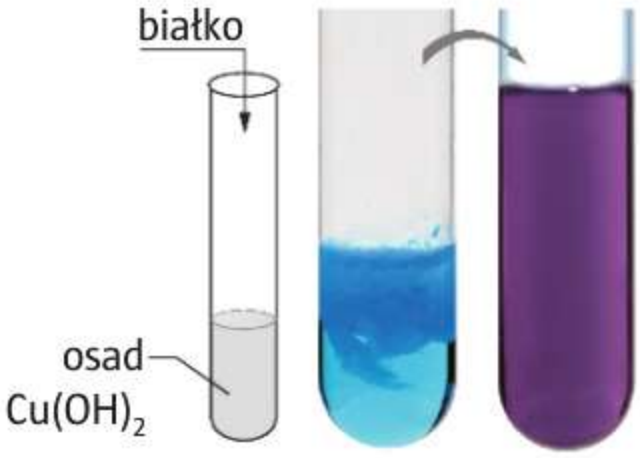
- Reakcja depolimeryzacji



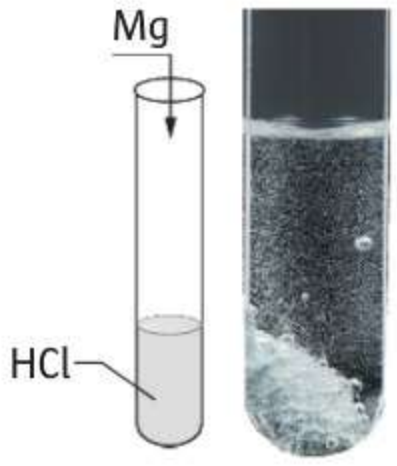


Efekty reakcji

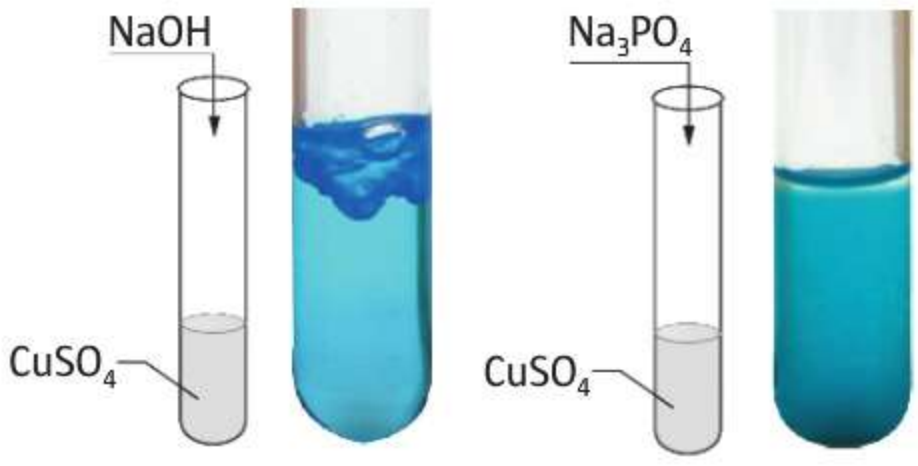
- Zmiana zabarwienia



- Wydzielanie gazu

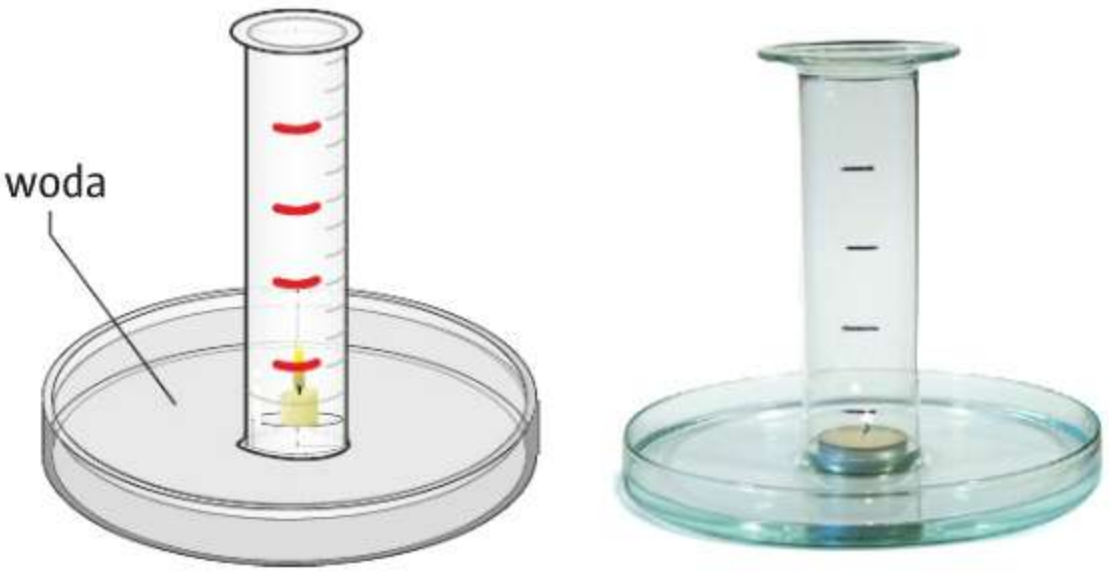


- Strącanie osadów wodorotlenków i soli

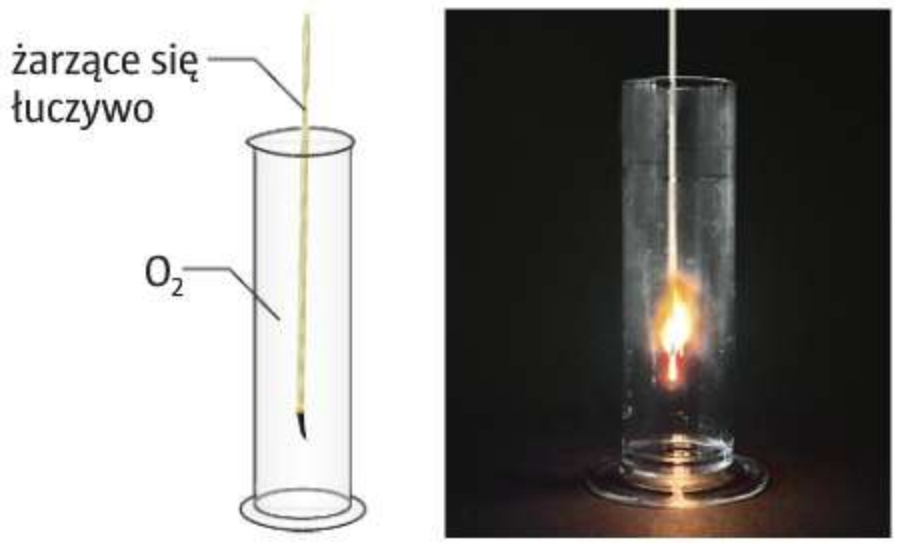


■ Gazy

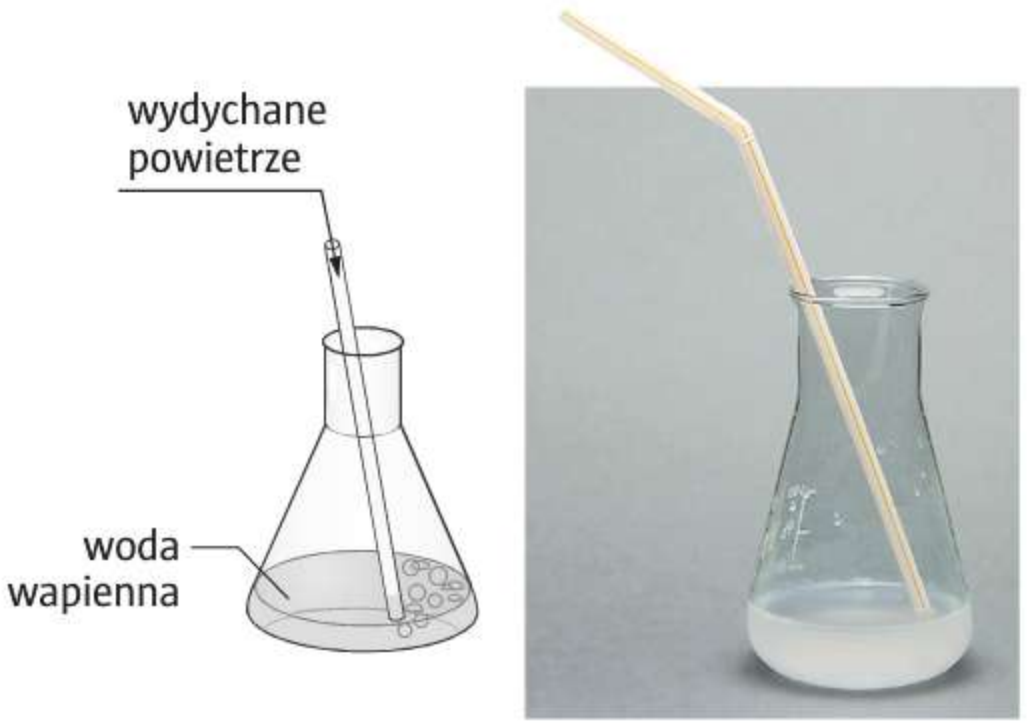
- Badanie składu powietrza



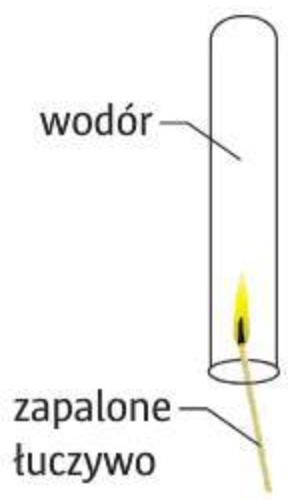
- Wykrywanie tlenu

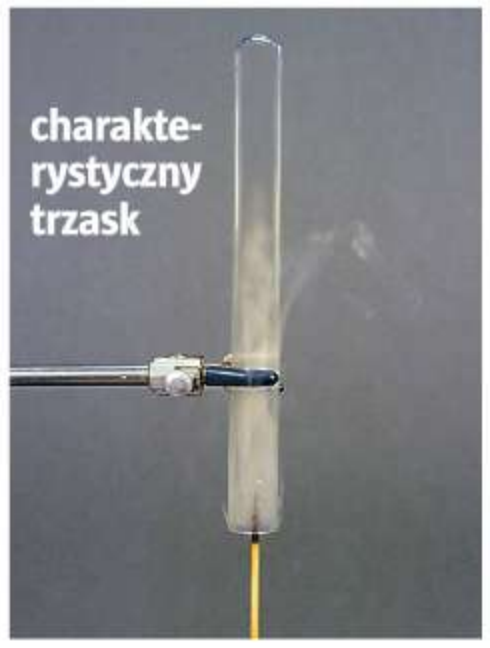


- Wykrywanie tlenku węgla(IV)



- Wykrywanie wodoru





- Czynniki wpływające na szybkość korozji





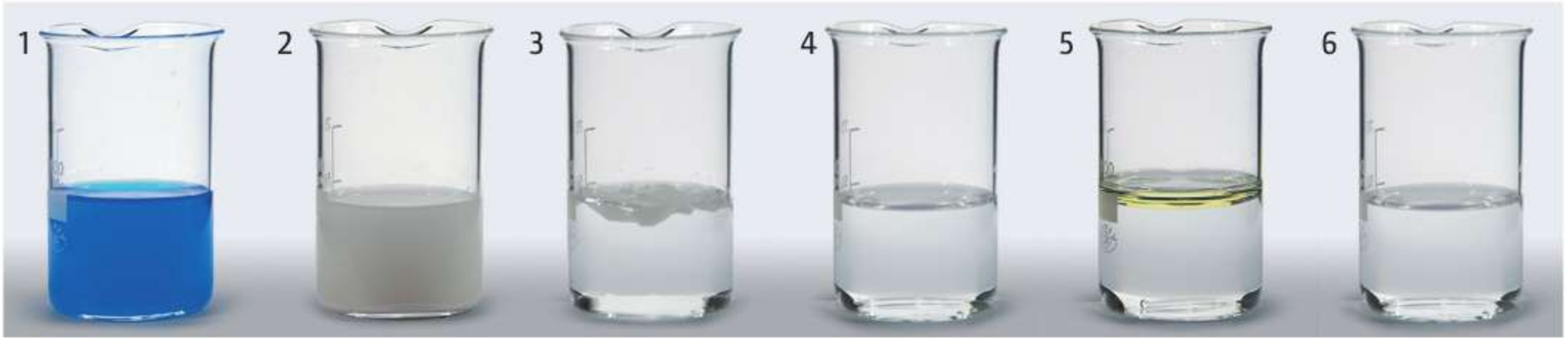
■ Woda – jako rozpuszczalnik

- Badanie rozpuszczalności w wodzie różnych substancji

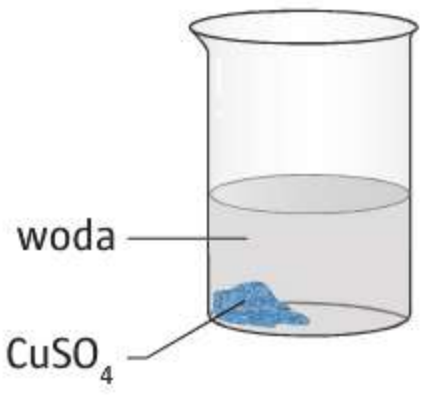


Mieszanina wody z:

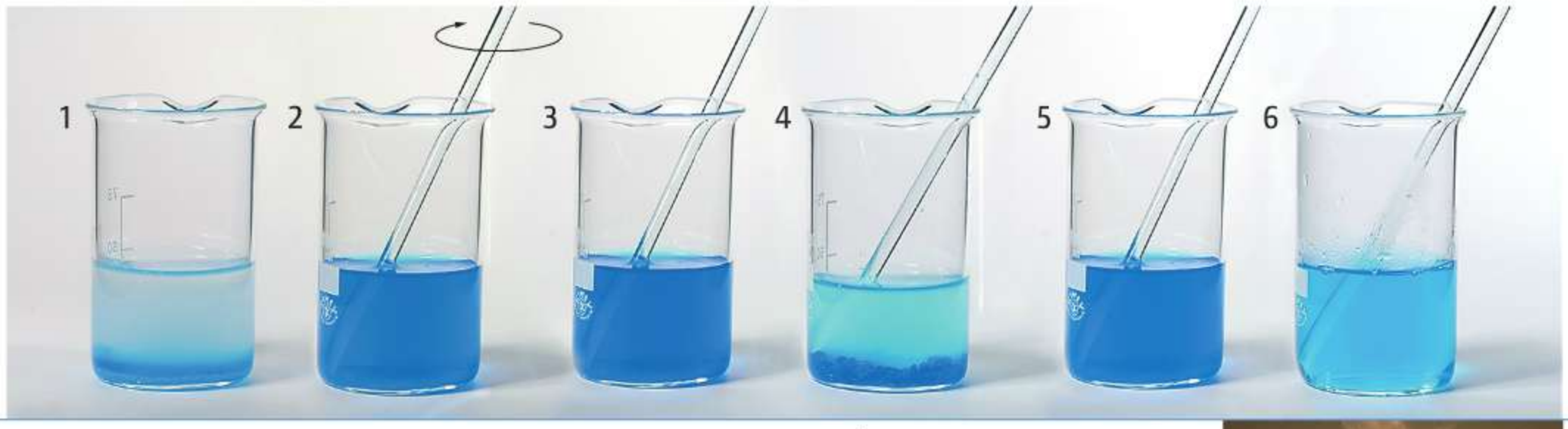
1. siarczanem(VI) miedzi(II)
2. sproszkowaną kredą (po ogrzaniu)
3. parafiną
4. octem spożywczym
5. olejem
6. skrobią (po ogrzaniu)



- Badanie wpływu różnych czynników na szybkość rozpuszczania substancji stałych w wodzie

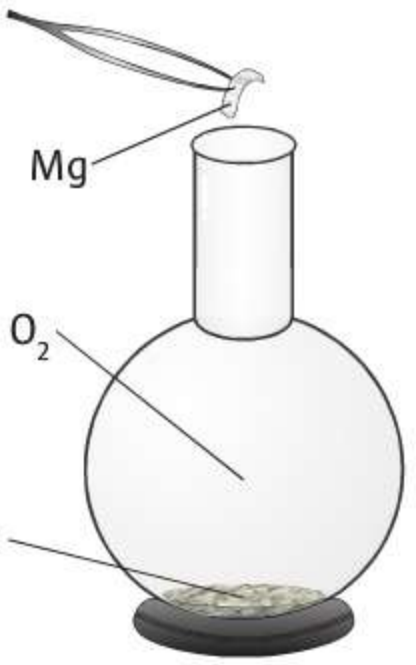


Mieszanina wody z:
1. siarczanem(VI) miedzi(II)
2. siarczanem(VI) miedzi(II) po zamieszaniu
3. sproszkowanym siarczanem(VI) miedzi(II)
4. dużymi kryształkami siarczanu(VI) miedzi(II)
5. siarczanem(VI) miedzi(II) (z zimną wodą)
6. siarczanem(VI) miedzi(II) (z ciepłą wodą)



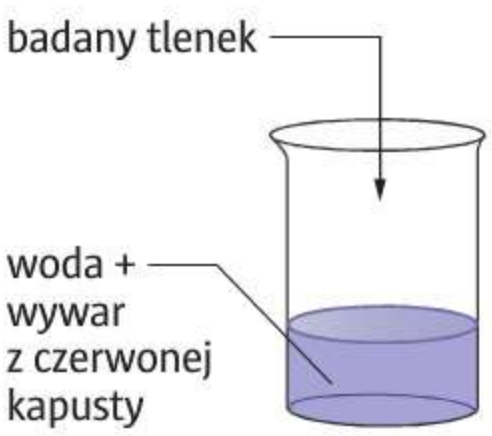
■ Tlenki

- Otrzymywanie tlenku magnezu





- Zachowanie tlenków w obecności wody z dodatkiem wywaru z czerwonej kapusty

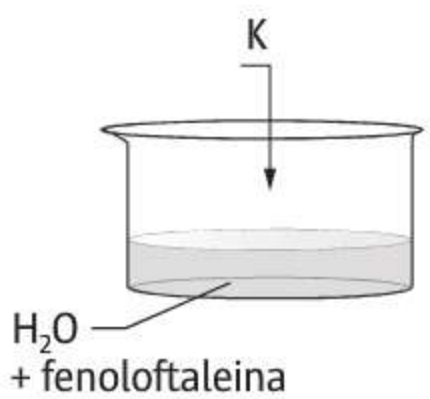




MgO Al_2O_3 SiO_2 P_4O_{10}

■ Wodorotlenki

- Otrzymywanie wodnego roztworu wodorotlenku potasu w obecności fenoloftaleiny

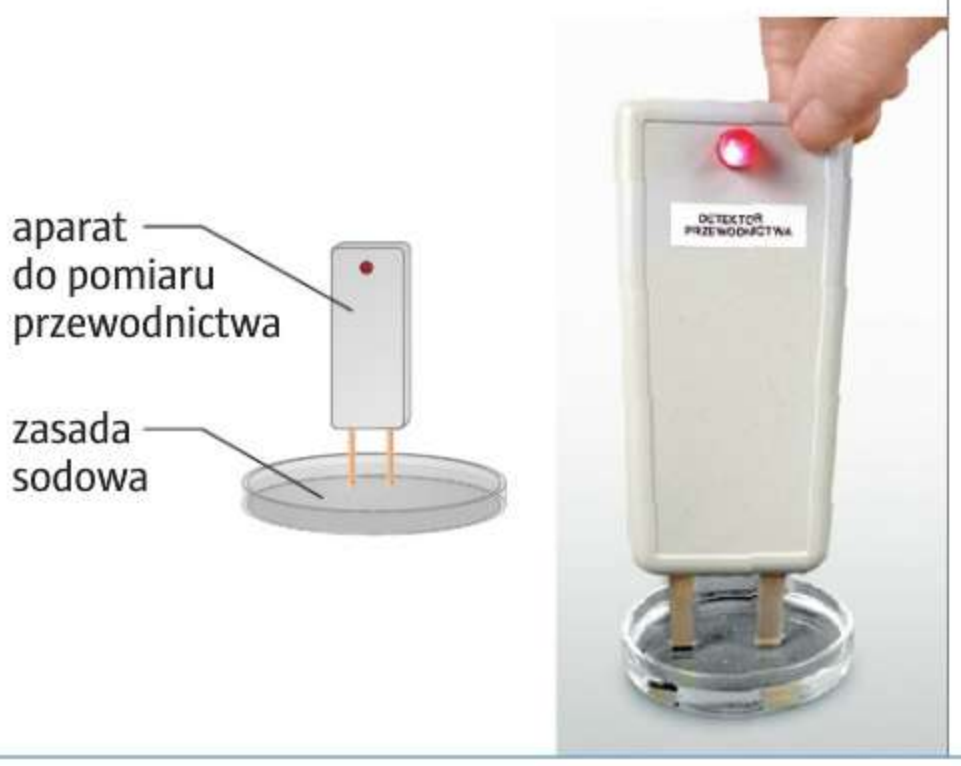




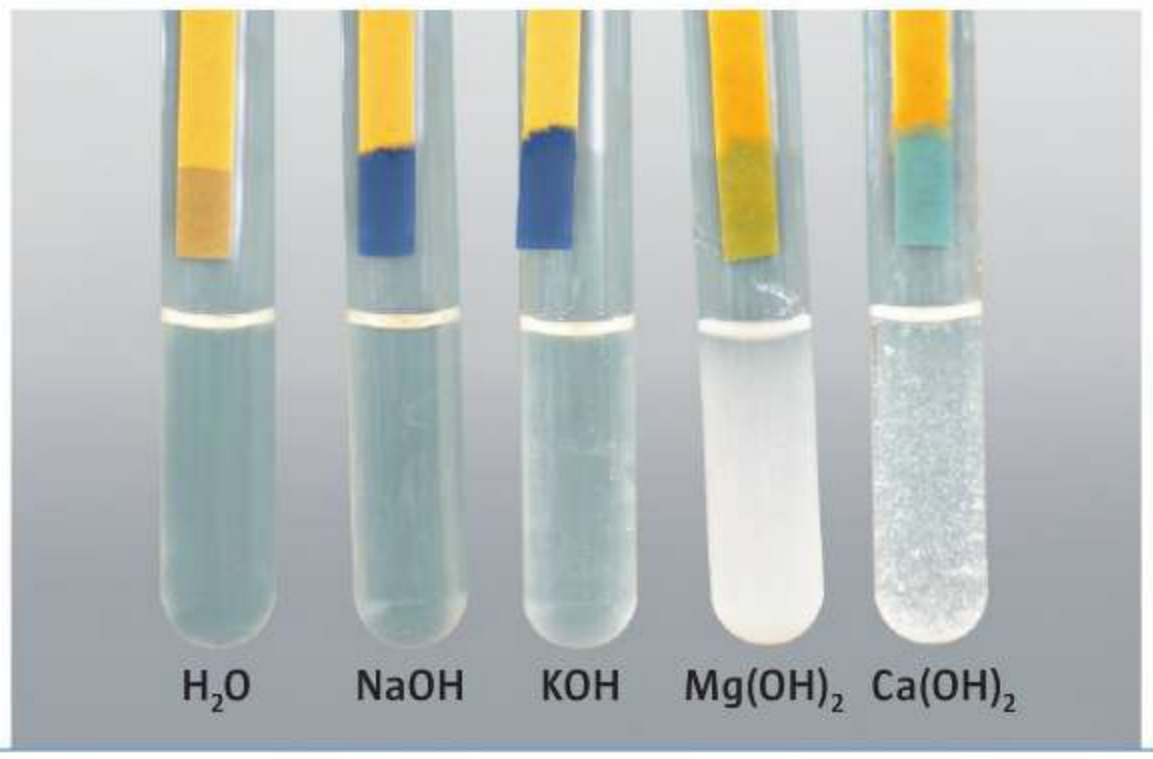
- Otrzymywanie nierozpuszczalnych w wodzie osadów z wodorotlenków



- Badanie przewodnictwa elektrycznego wodorotlenków w wodzie

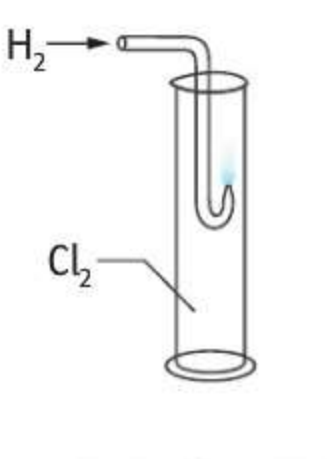


- Badanie rozpuszczalności wodorotlenków w wodzie i odczynu otrzymanych roztworów



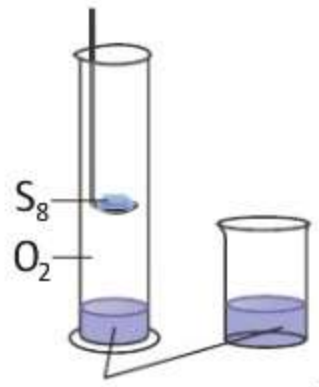
■ Kwasy

- Otrzymywanie kwasu chlorowodorowego





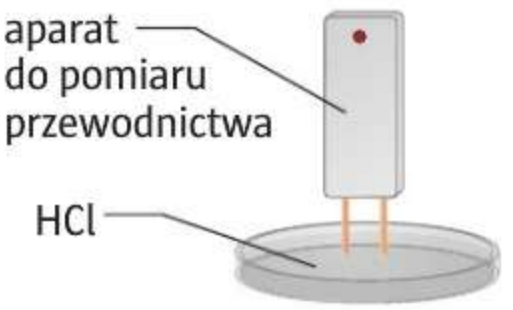
- Otrzymywanie kwasu siarkowego(IV)



woda + wywar z czerwonej kapusty

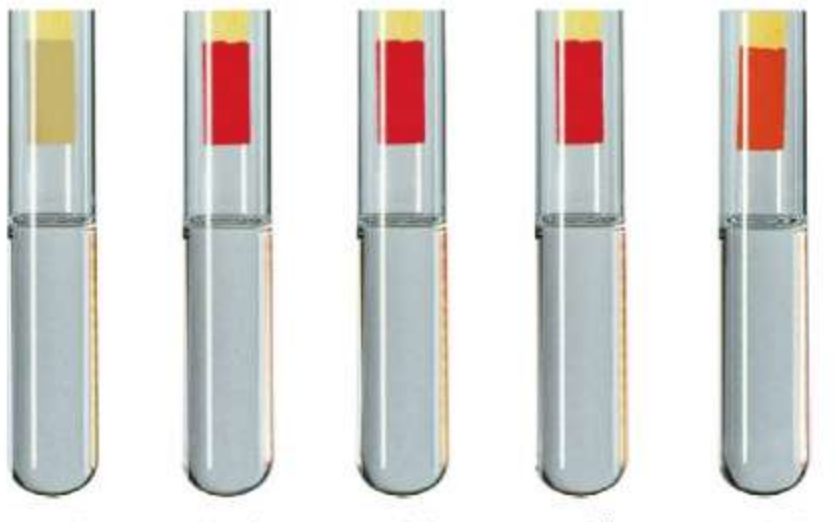


- Badanie przewodnictwa elektrycznego kwasów w wodzie

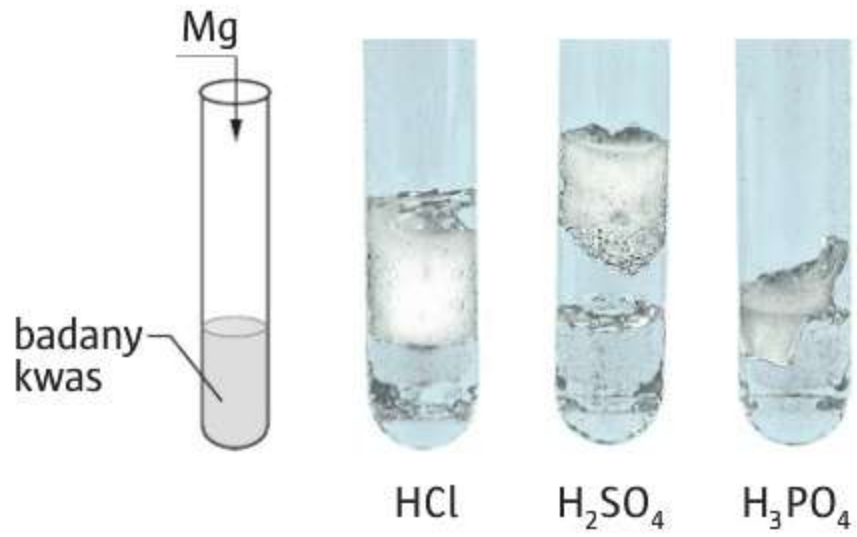




- Badanie zabarwienia uniwersalnego papierka wskaźnikowego w obecności wody i kwasów

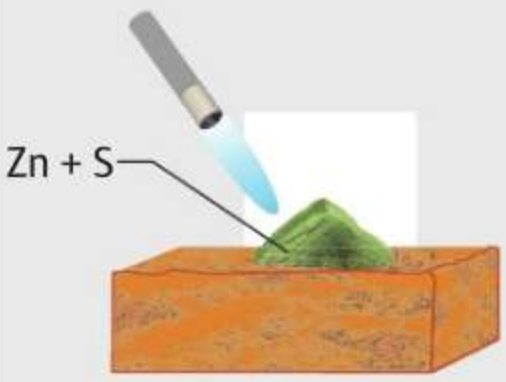


- Reakcja kwasów z magnezem



■ Sole

- Otrzymywanie soli w reakcji syntezy pierwiastków



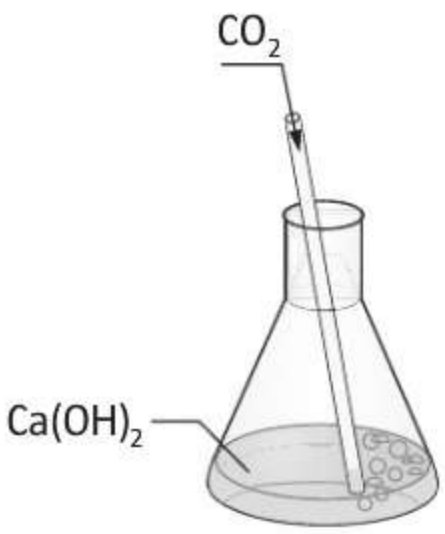


- Otrzymywanie soli w reakcji metali z kwasami



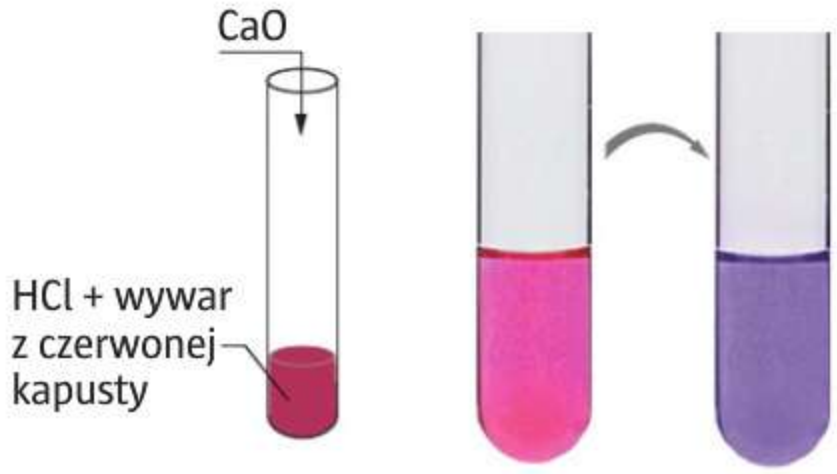


- Otrzymywanie soli w reakcji zasad z tlenkami niemetali

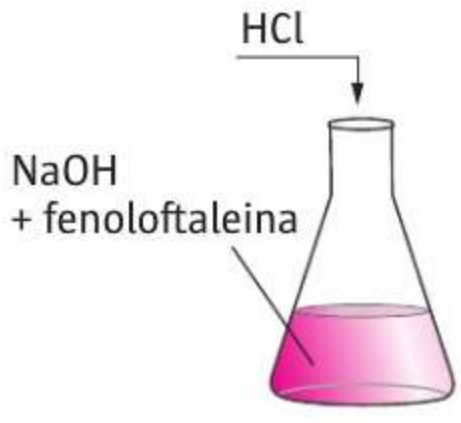




- Otrzymywanie soli w reakcji tlenków metali z kwasami

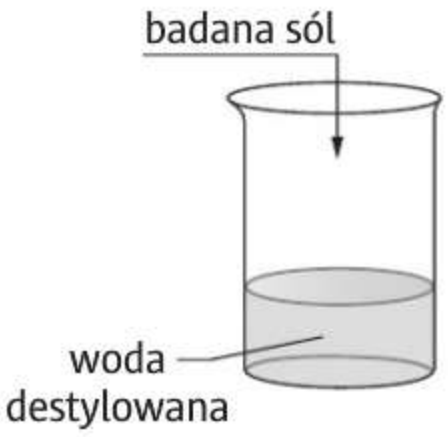


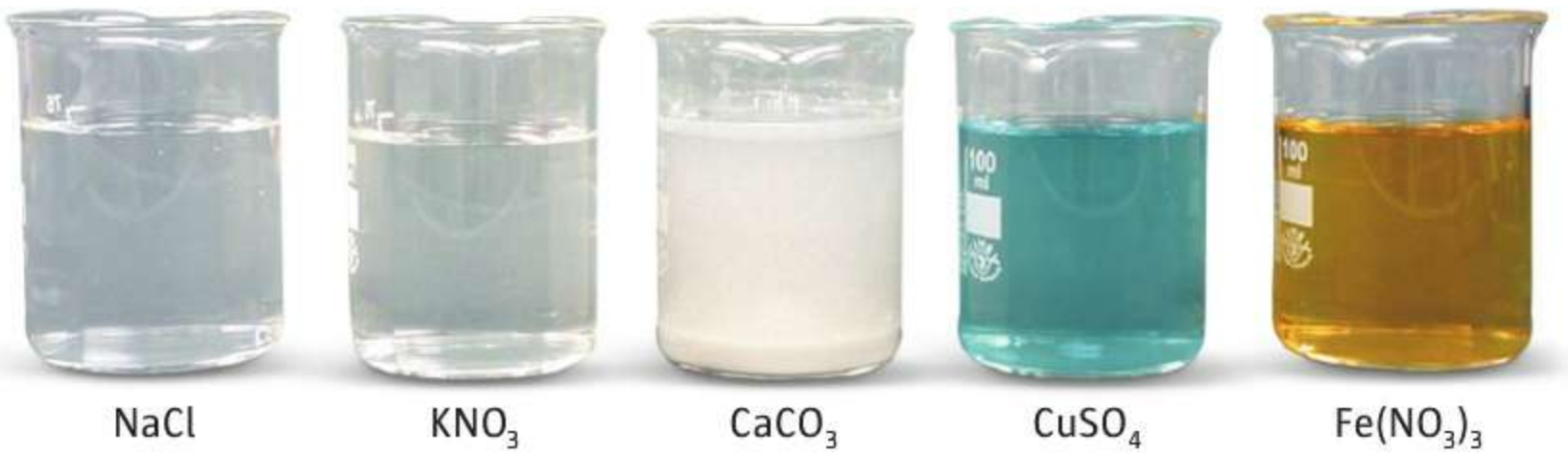
- Otrzymywanie soli w reakcji zobojętniania





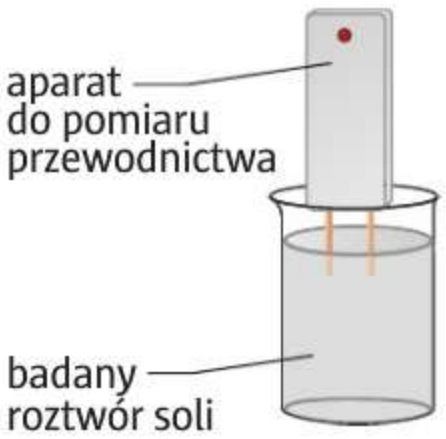
- Badanie rozpuszczalności soli w wodzie





NaCl KNO_3 $CaCO_3$ $CuSO_4$ $Fe(NO_3)_3$

- Badanie przewodnictwa soli w wodzie

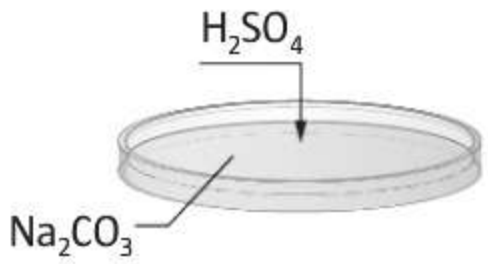




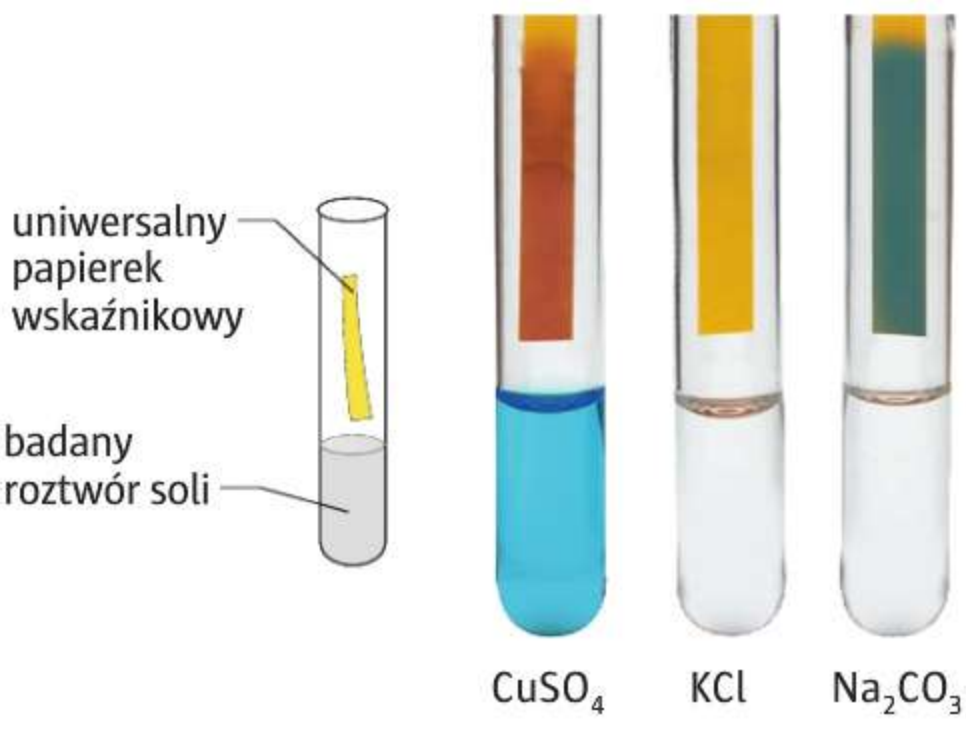


NaCl KNO_3 $CaCO_3$ $CuSO_4$ $Fe(NO_3)_3$

- Reakcja soli kwasu węglowego z kwasem siarkowym(VI)

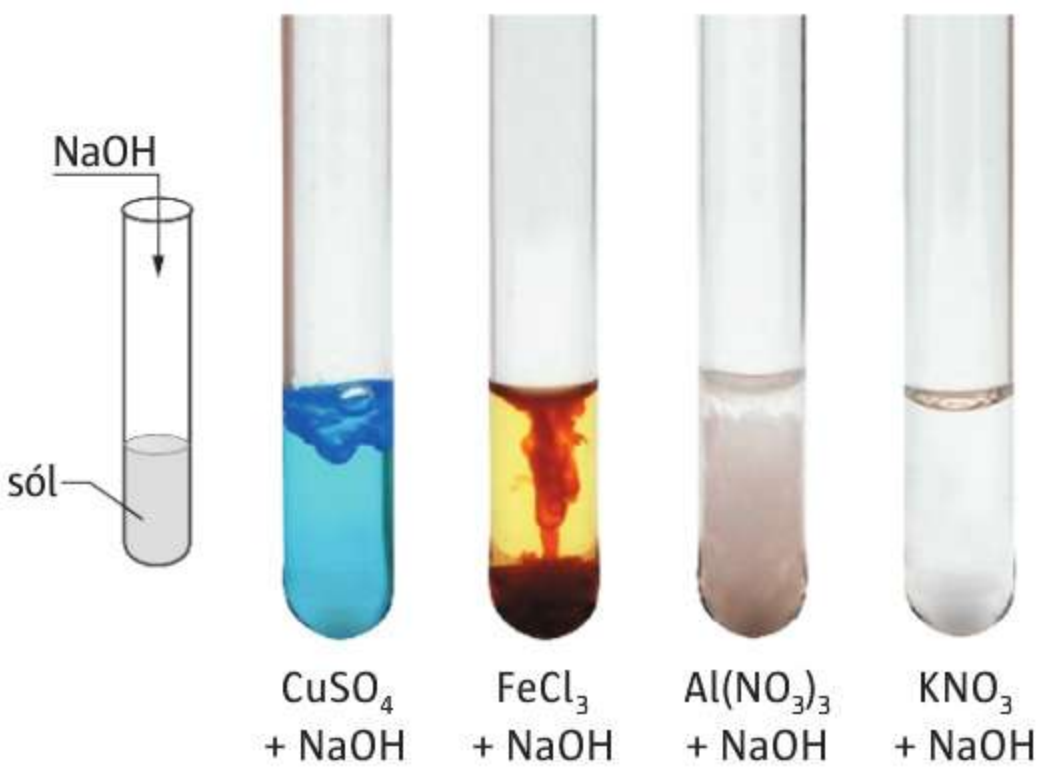


- Badanie odczynu soli



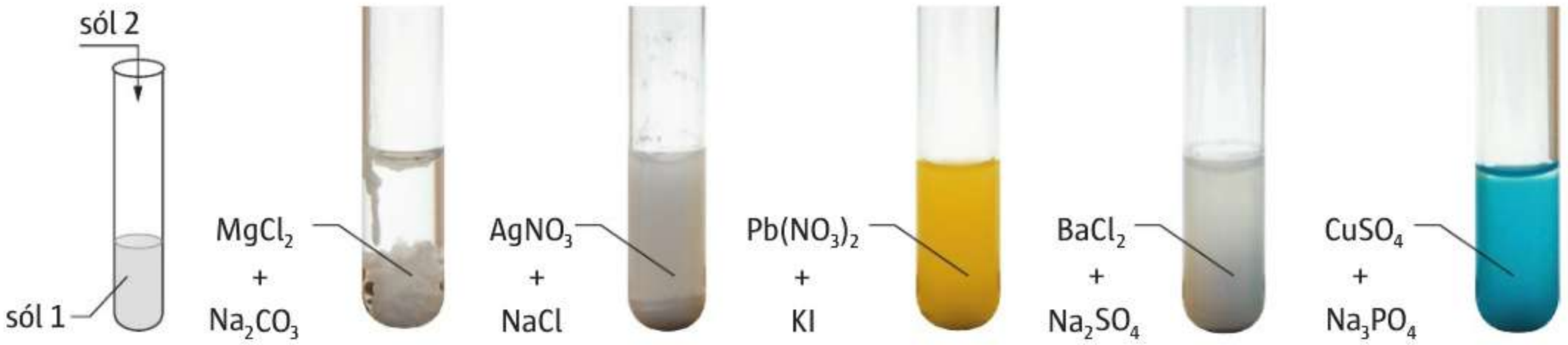
$CuSO_4$ KCl Na_2CO_3

- Badanie aktywności soli w reakcji z zasadami



$CuSO_4$ + NaOH $FeCl_3$ + NaOH $Al(NO_3)_3$ + NaOH KNO_3 + NaOH

- Badanie aktywności soli w reakcji z innymi solami

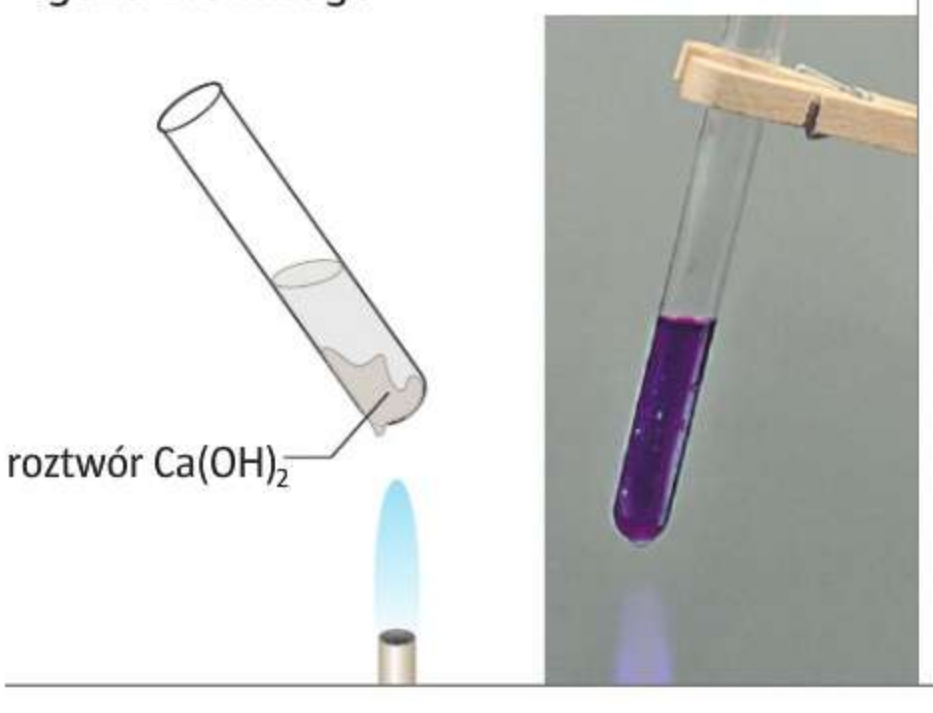


- Termiczny rozkład węglanów

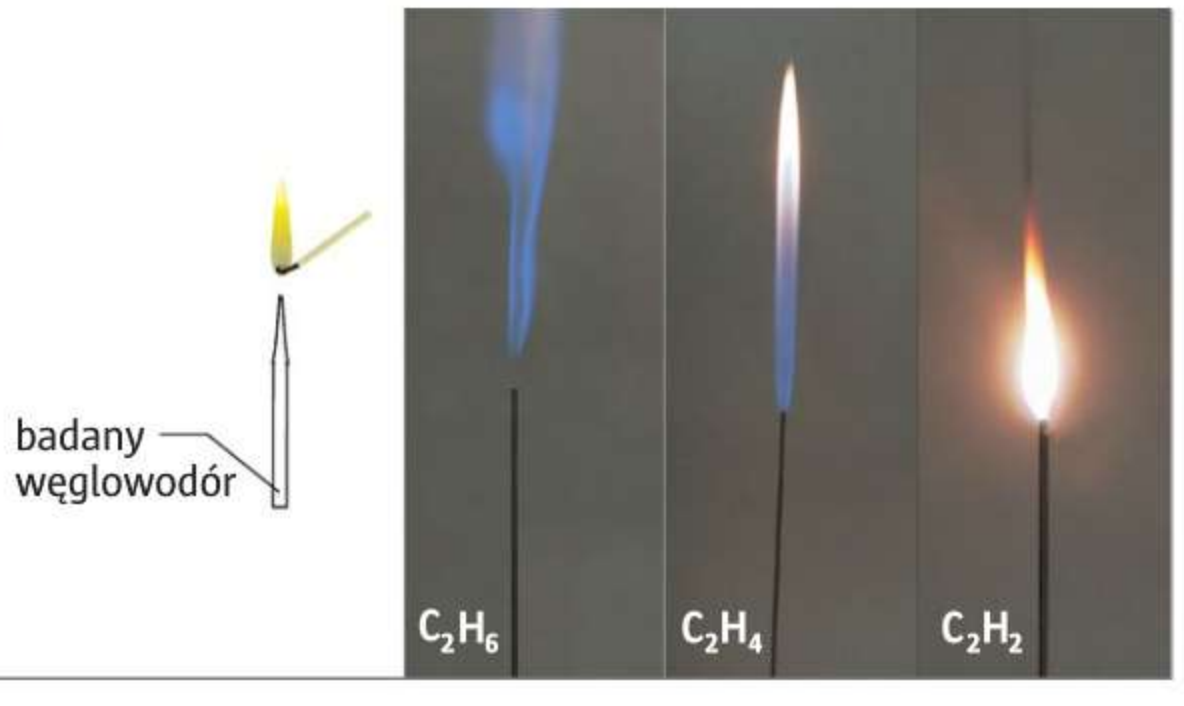


■ Węglowodory

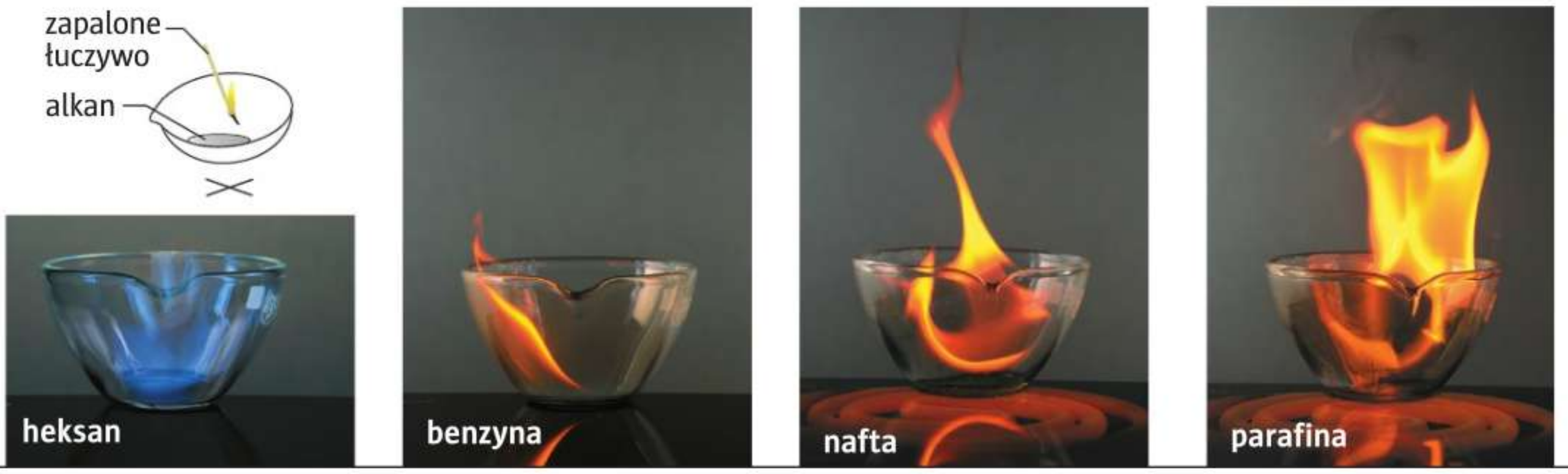
- Wykrywanie produktów spalania gazu ziemnego



- Porównanie spalania etanu, etenu i etynu

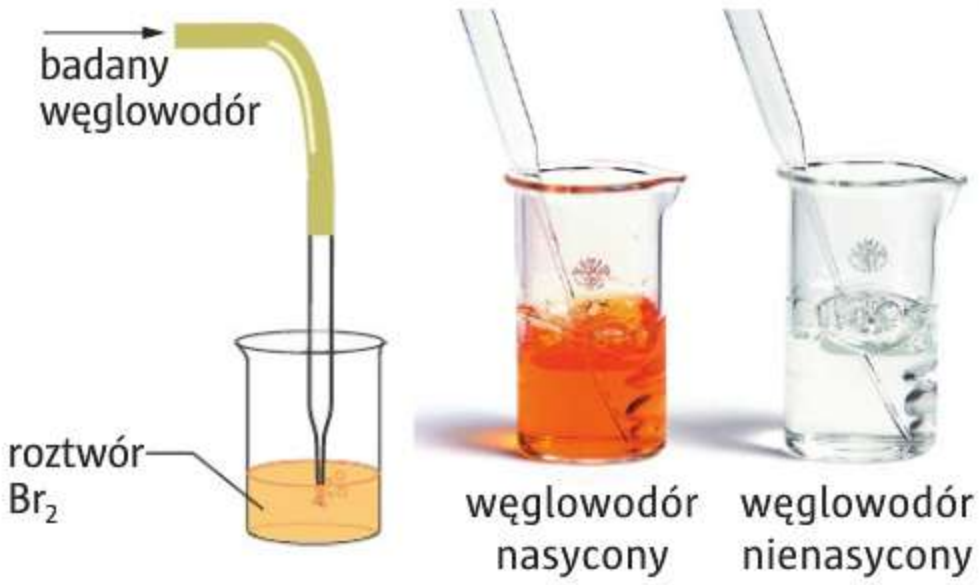


- Porównanie łatwości zapłonu alkanów o różnej długości łańcucha węglowego

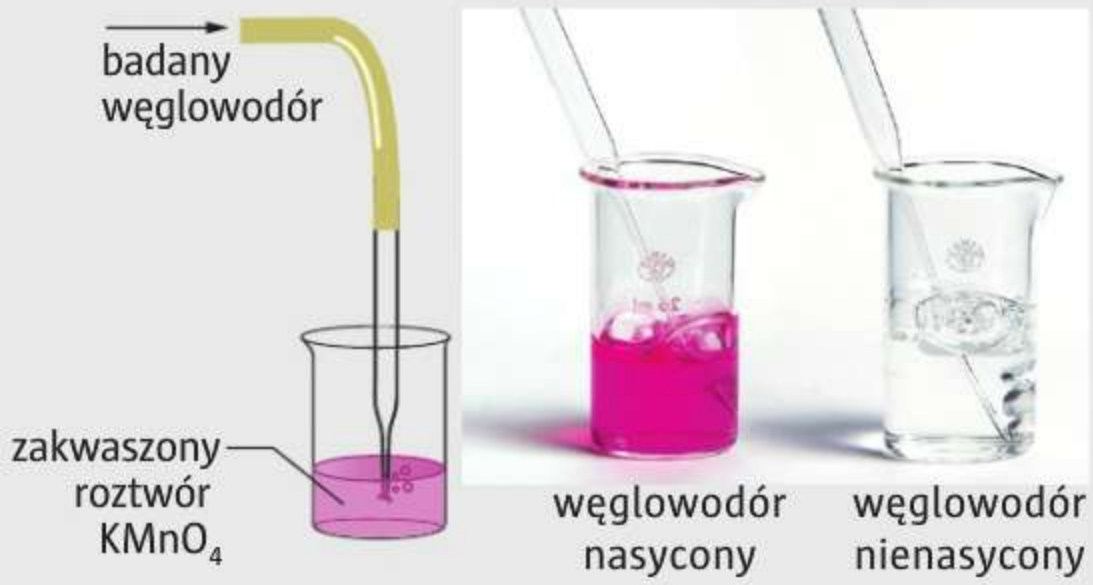


Odróżnianie węglowodorów nasyconych od nienasyconych

- Próba z roztworem bromu

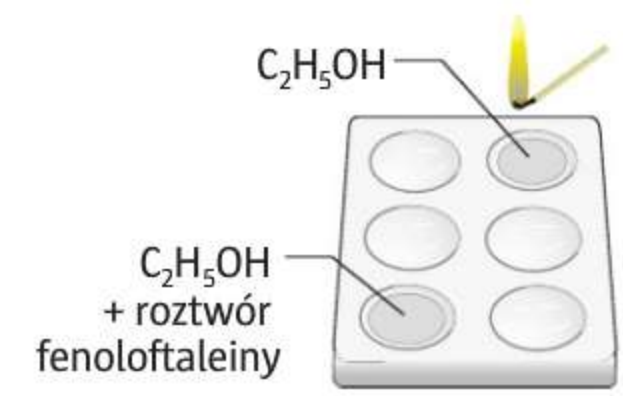


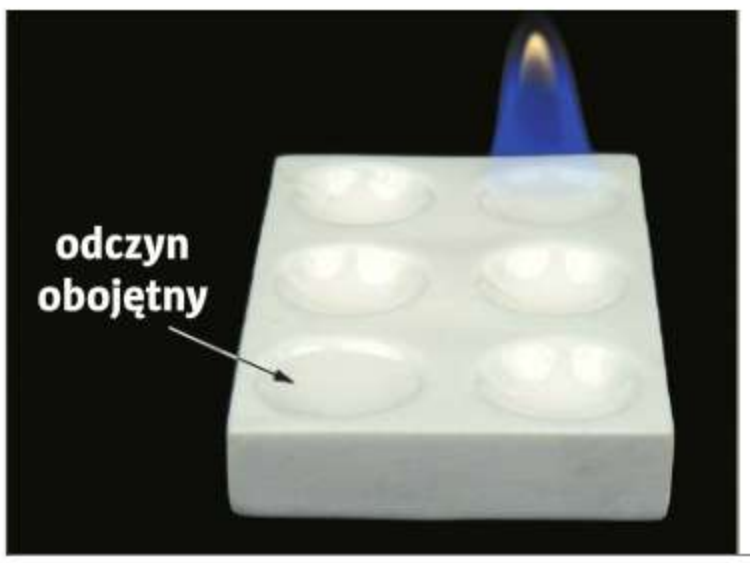
- Próba z roztworem manganianu(VII) potasu



■ Alkohole

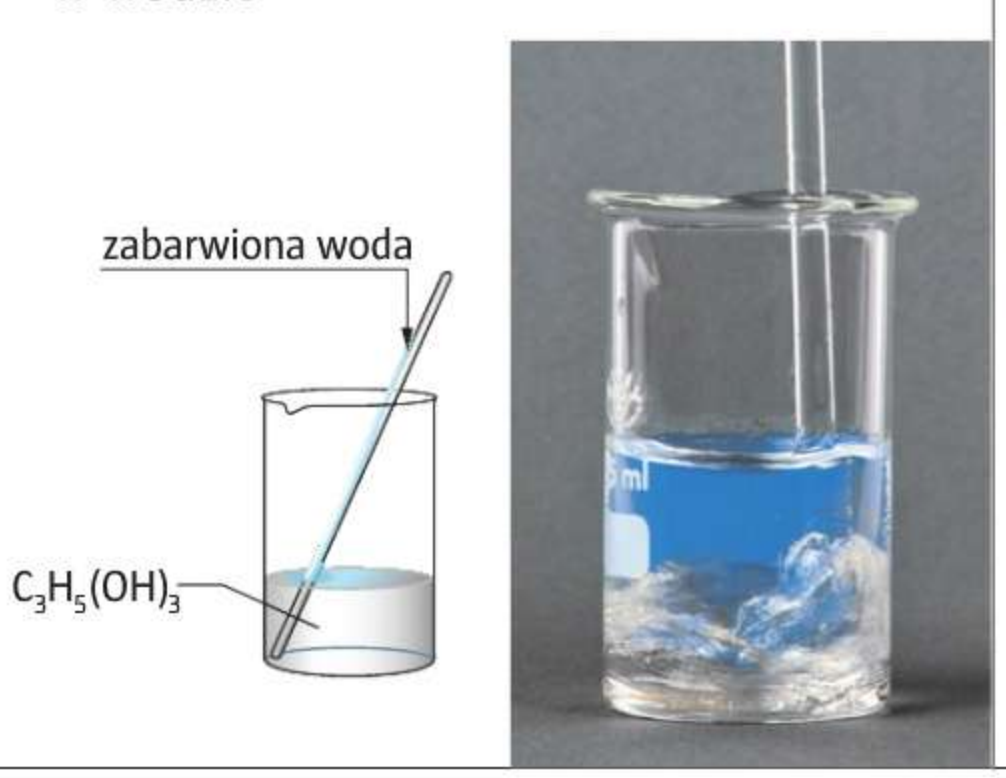
- Badanie właściwości etanolu



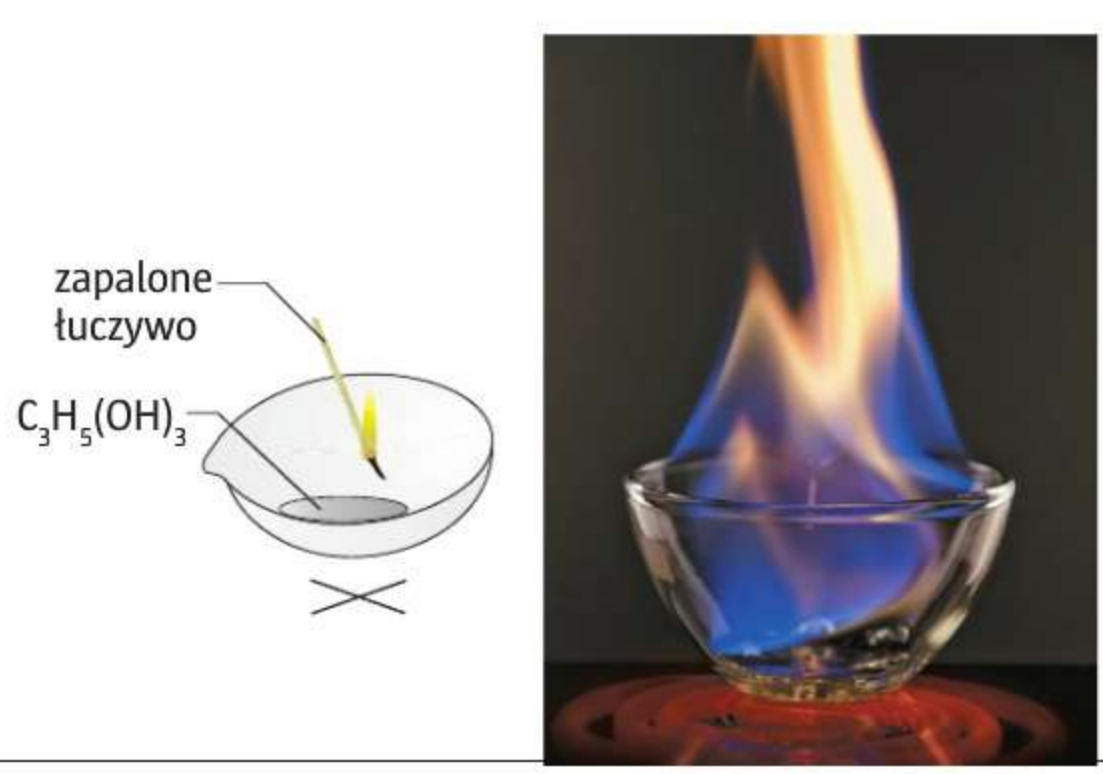




- Badanie rozpuszczalności glicerolu w wodzie

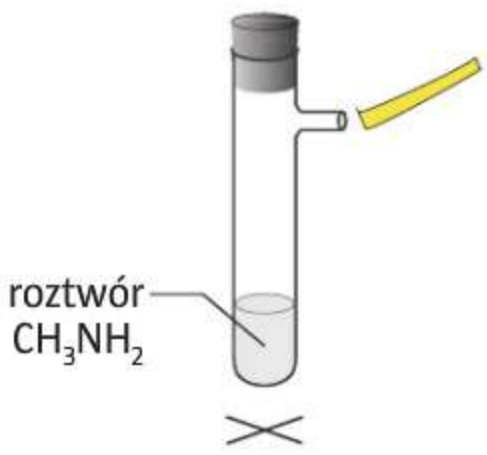


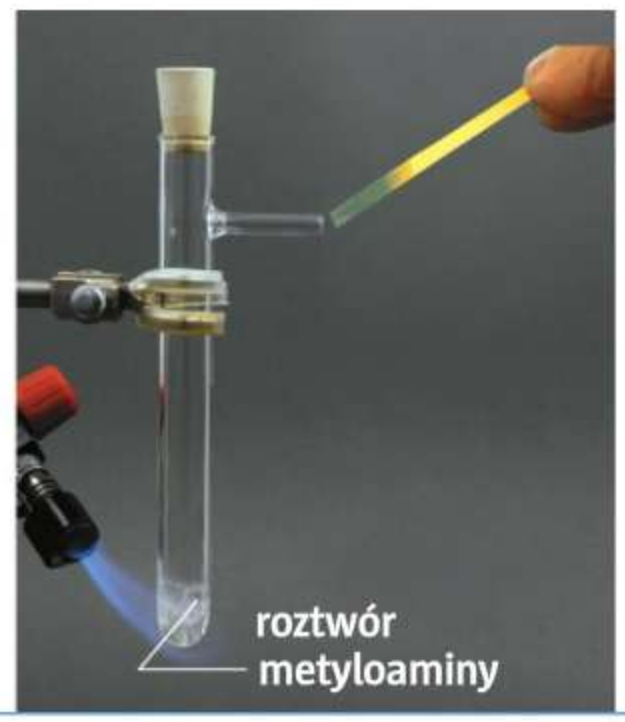
- Badanie palności glicerolu



■ Aminy

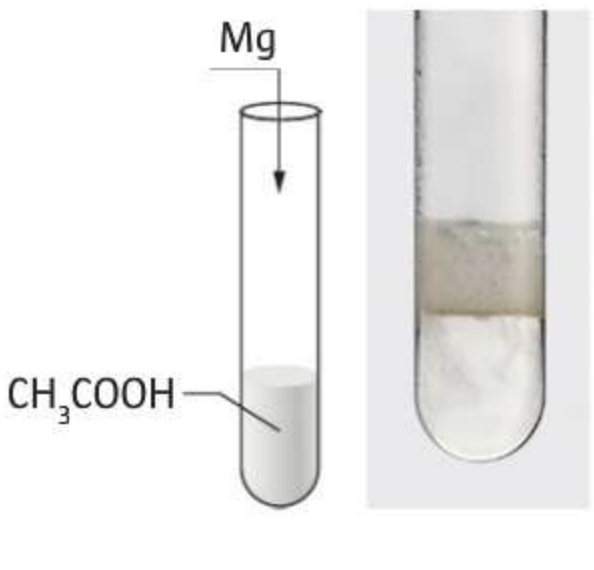
• Badanie odczynu metyloaminy

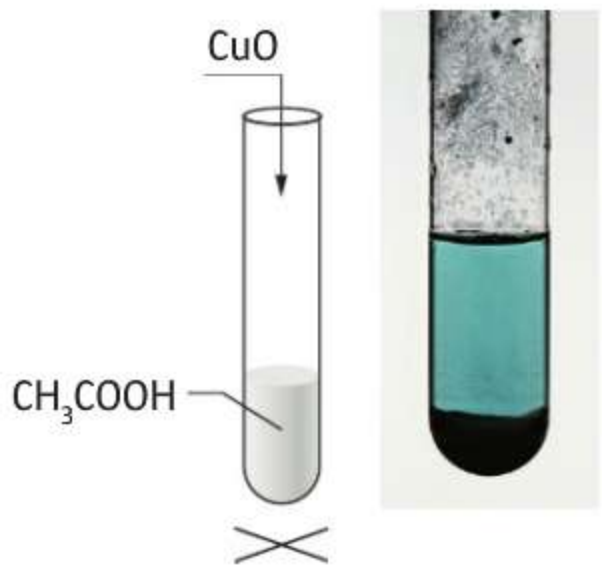


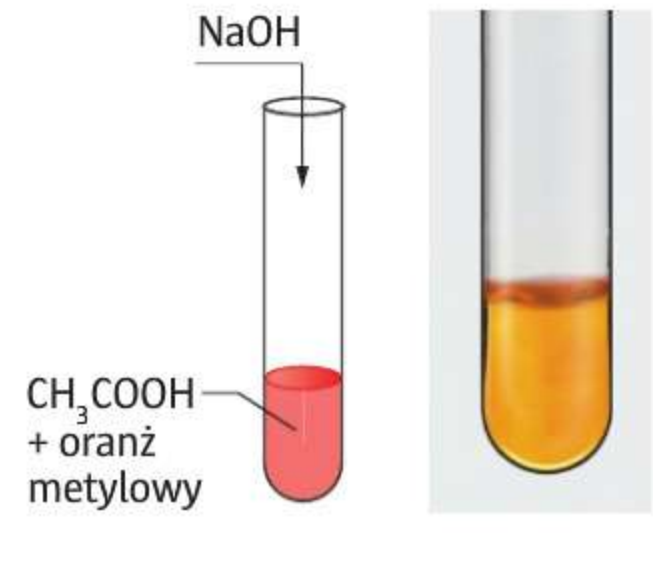


■ Kwasy karboksylowe

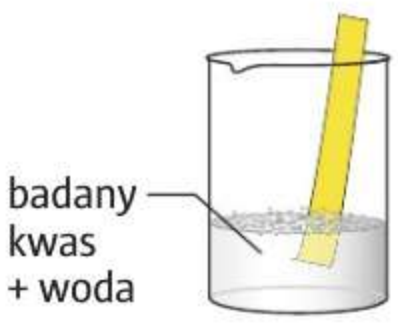
• Badanie właściwości kwasu octowego

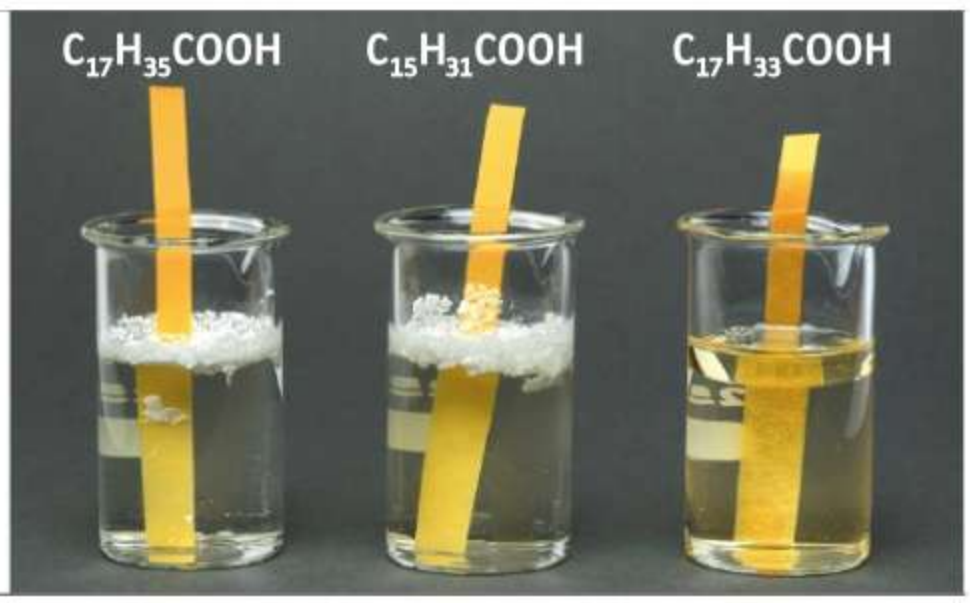




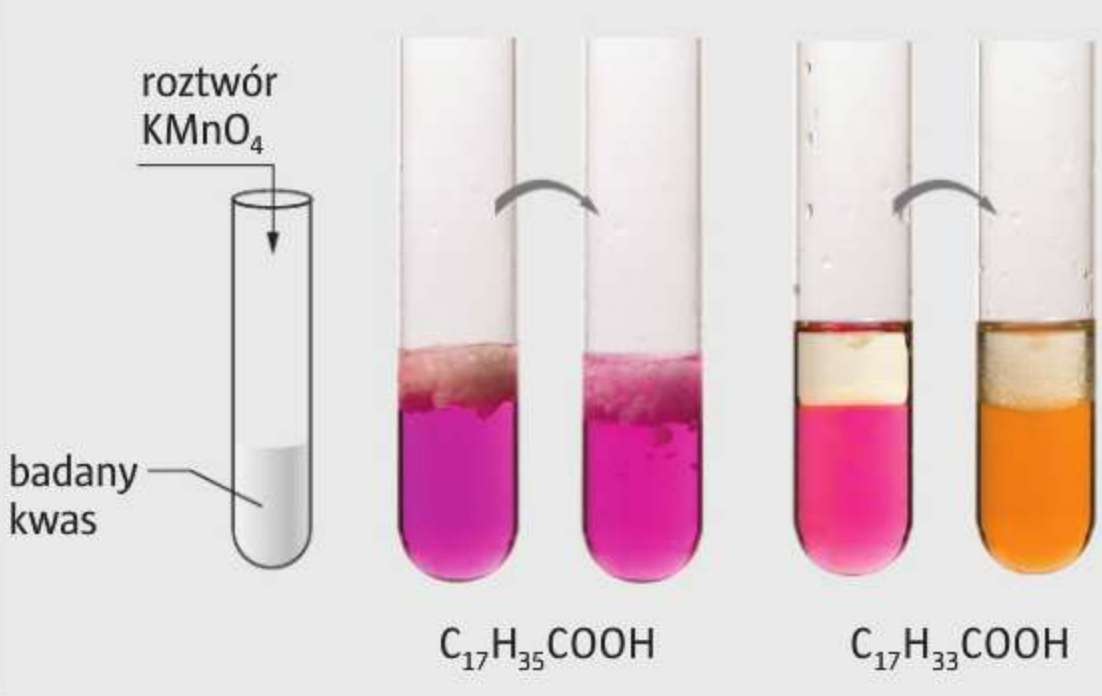


• Badanie właściwości (rozpuszczalności w wodzie i odczynu) wyższych kwasów karboksylowych

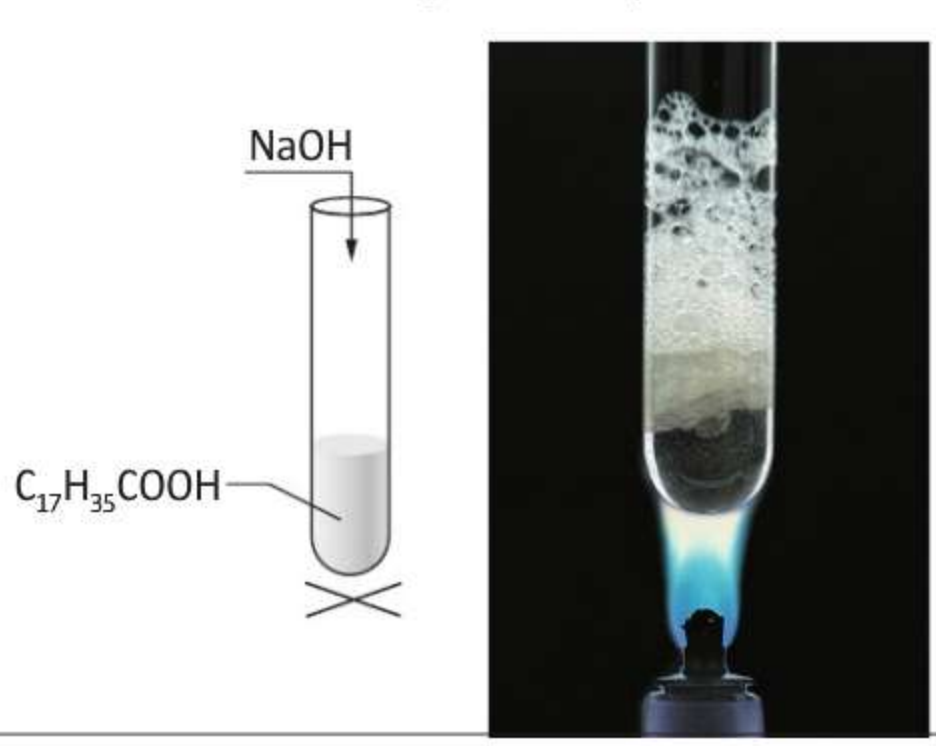




• Zachowanie wyższych kwasów karboksylowych

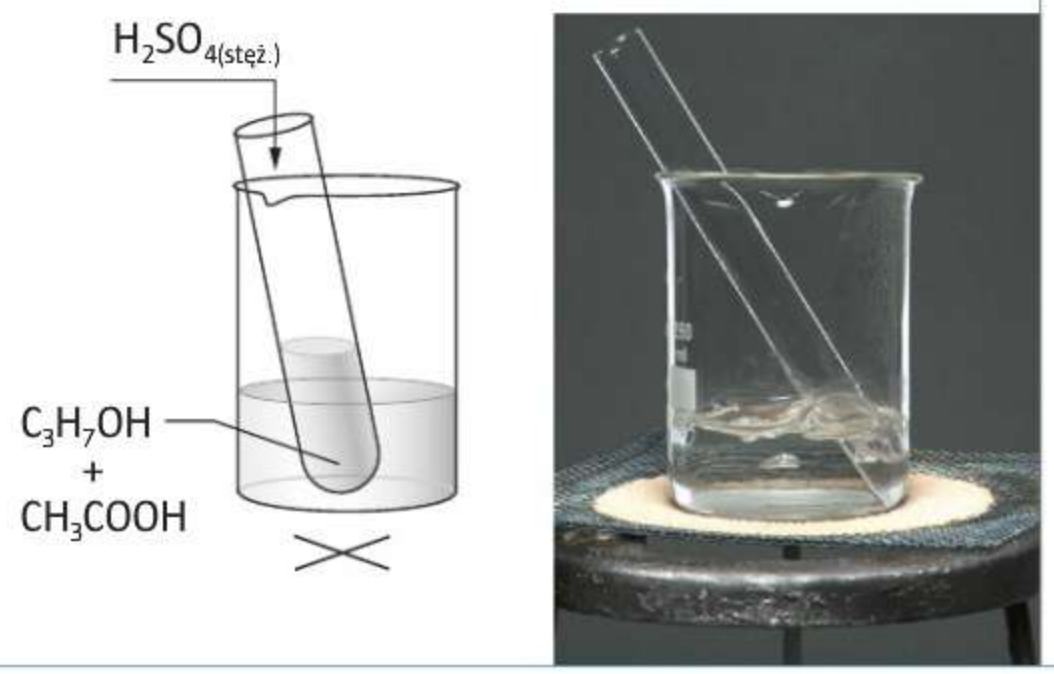


• Badanie zachowania kwasu stearynowego w obecności zasady sodowej

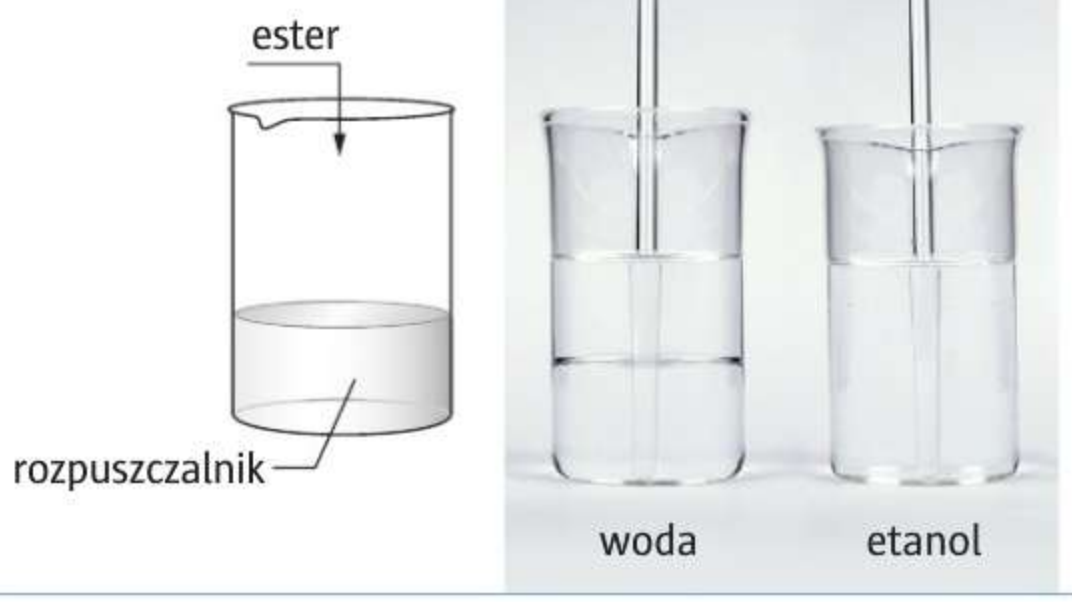


■ Estry

• Otrzymywanie estru



• Badanie rozpuszczalności estrów

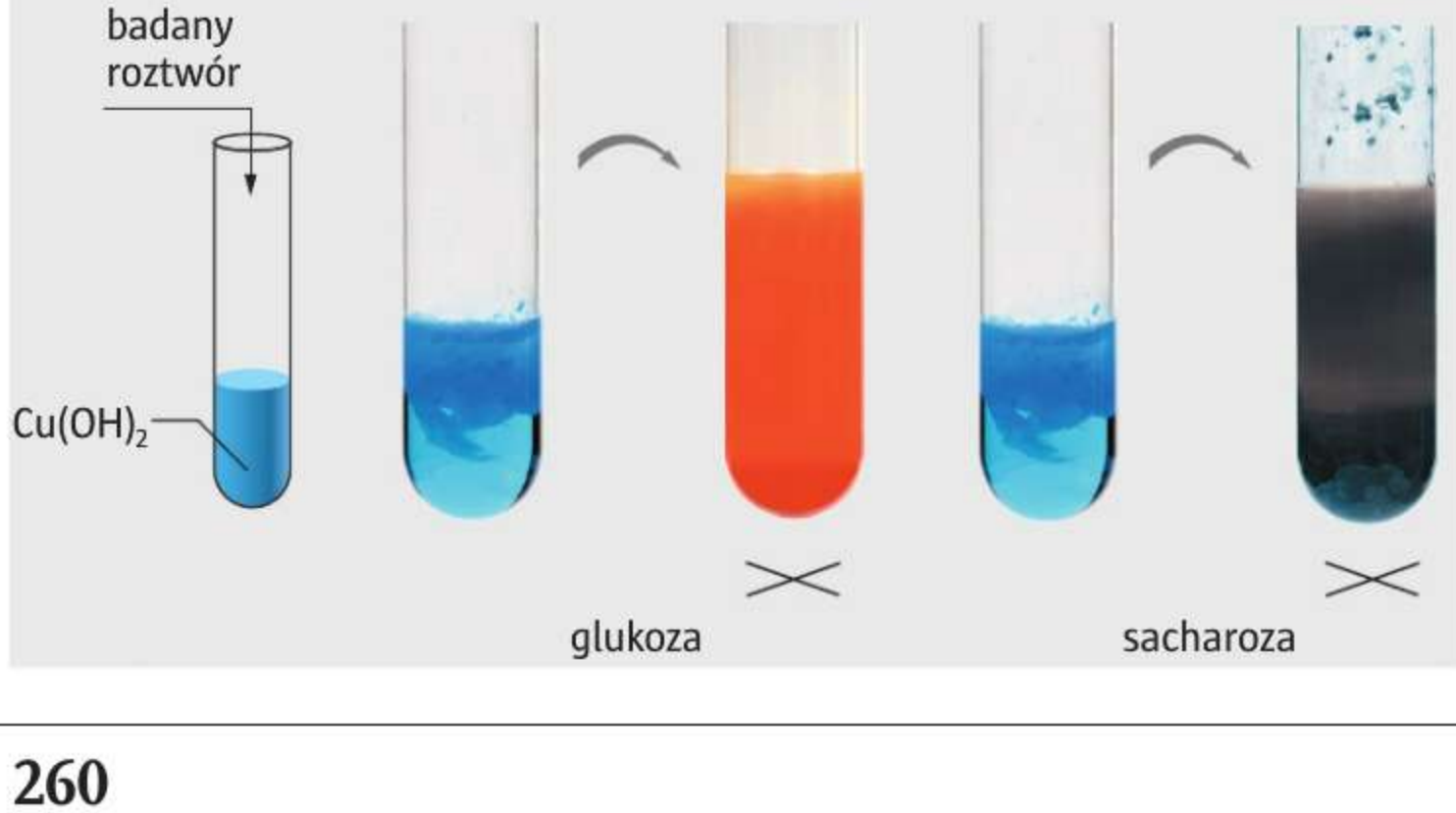


■ Cukry

• Badanie właściwości fizycznych cukrów



• Porównanie zachowania glukozy i cukrów złożonych w obecności wodorotlenku miedzi(II)

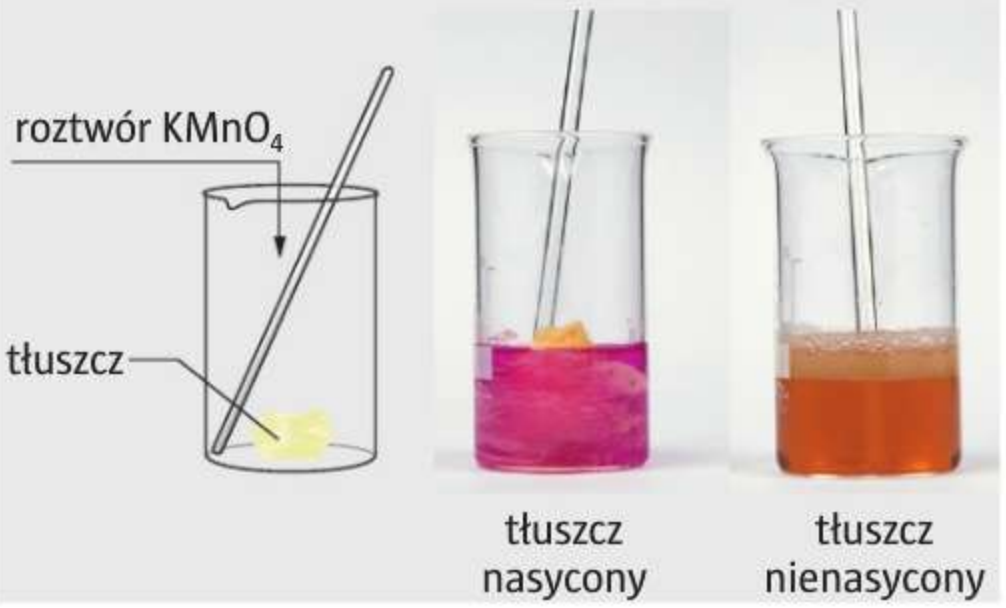


• Wykrywanie skrobi

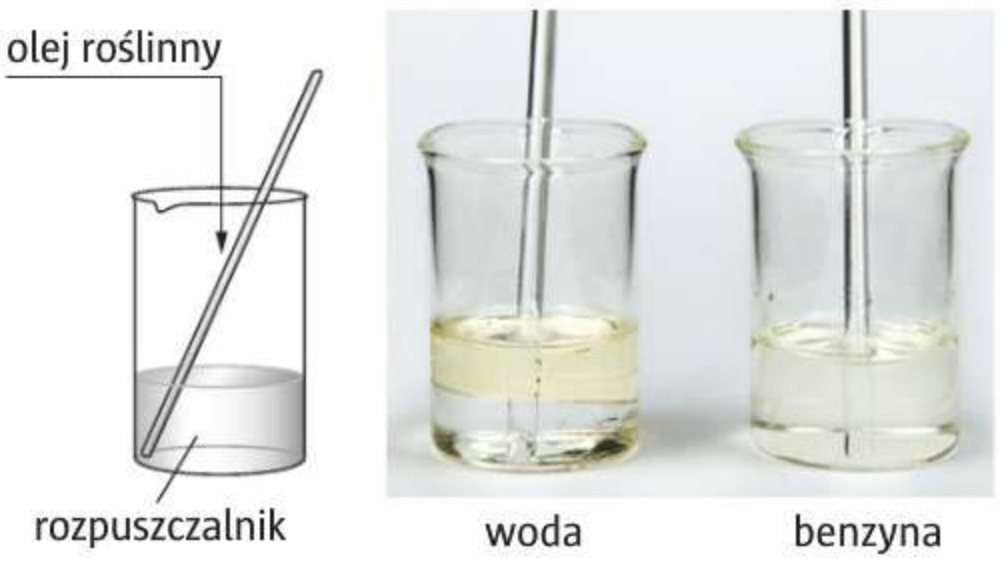


■ Tłuszcze

• Odróżnianie tłuszczu nasyconego (smalcu) od nienasyconego (oleju)



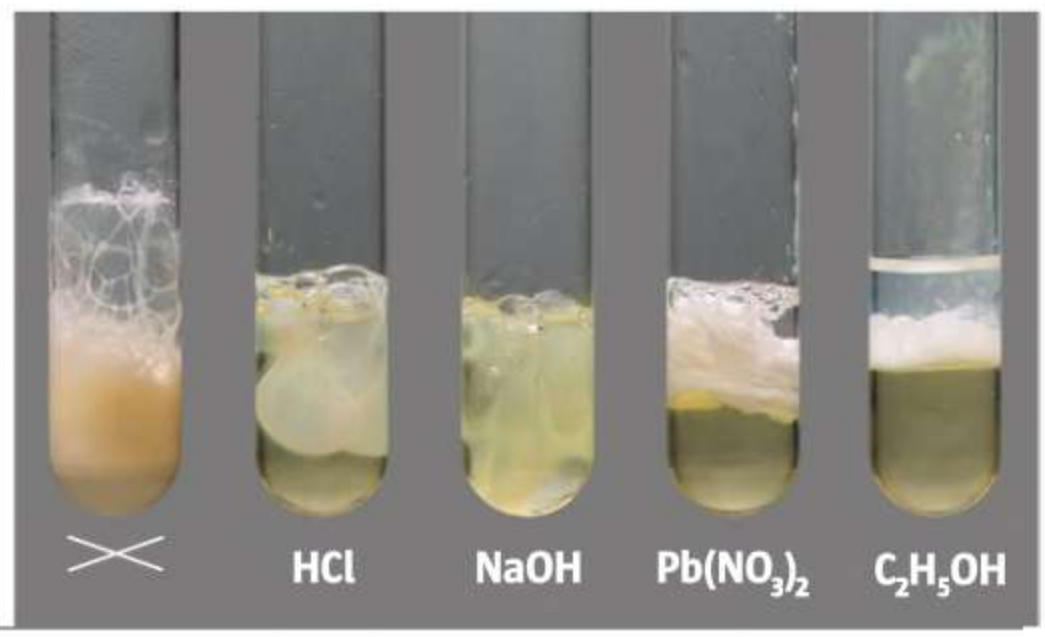
• Badanie rozpuszczalności tłuszczów w wodzie i benzynie



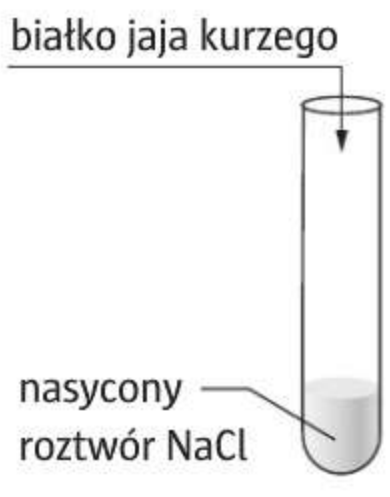
■ Białka

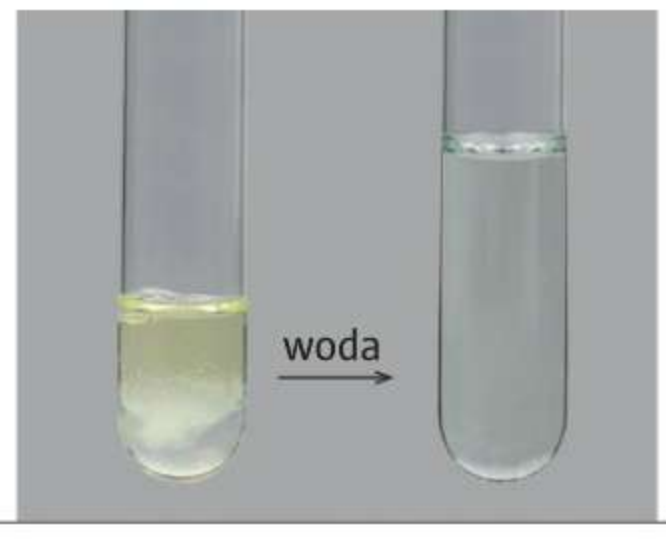
• Denaturacja białka





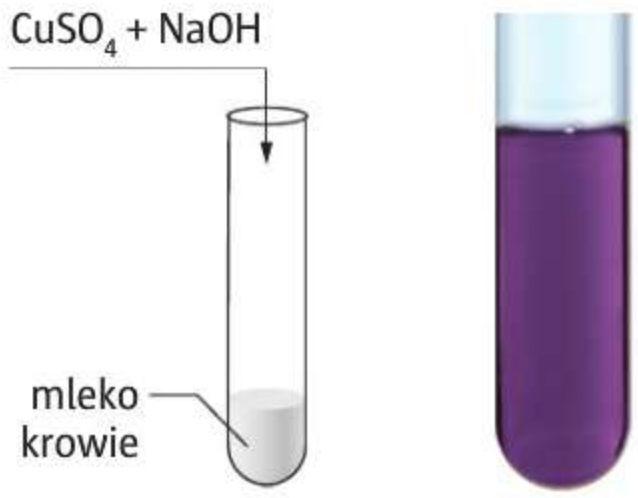
• Wysalanie białka



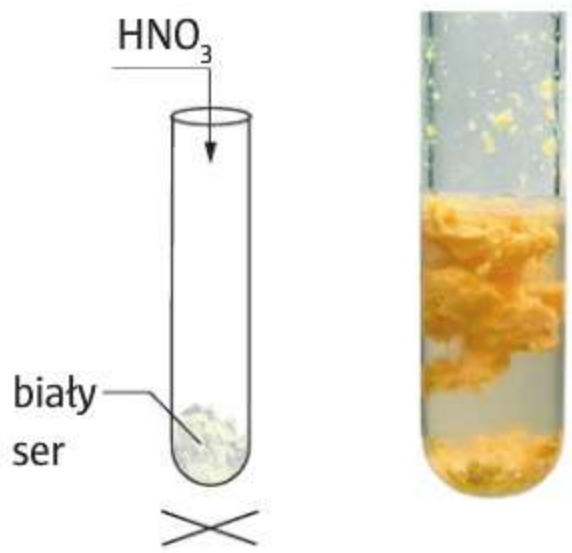


• Wykrywanie białka

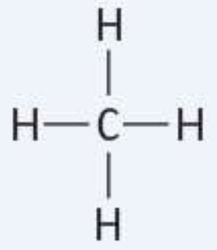
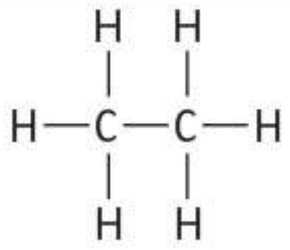
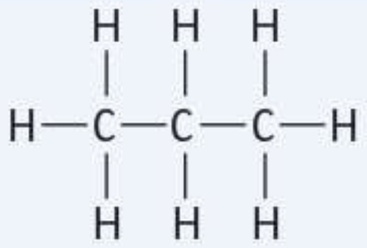
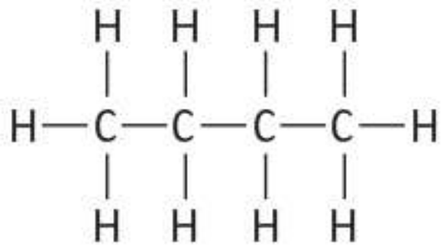
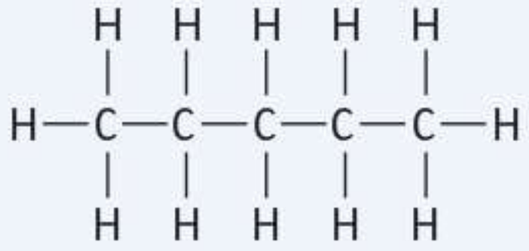
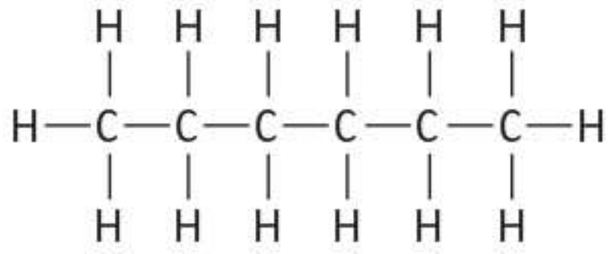
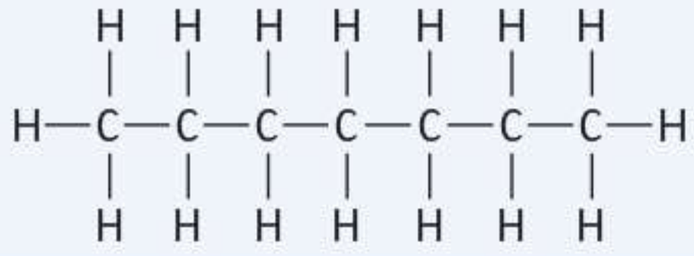
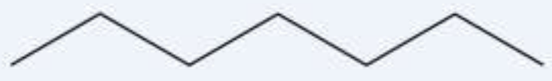
reakcja biuretowa



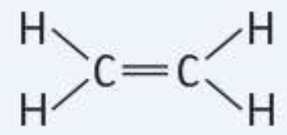
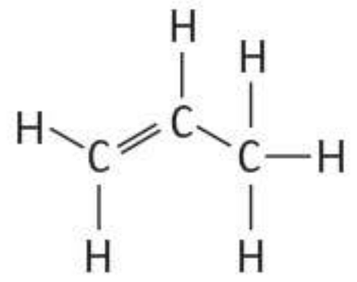
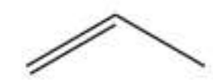
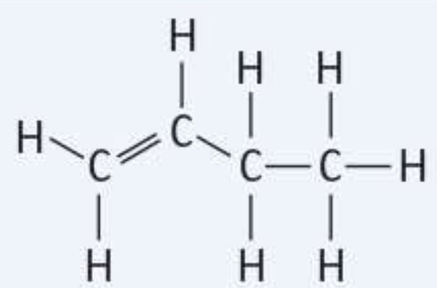
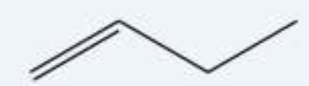
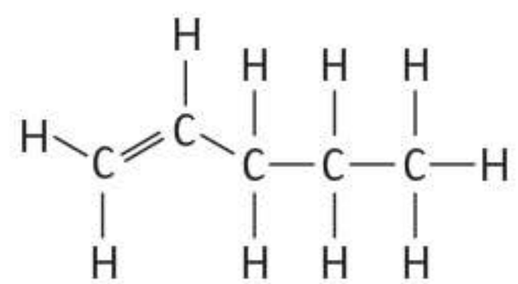
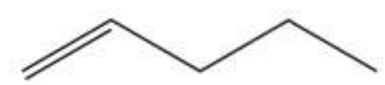
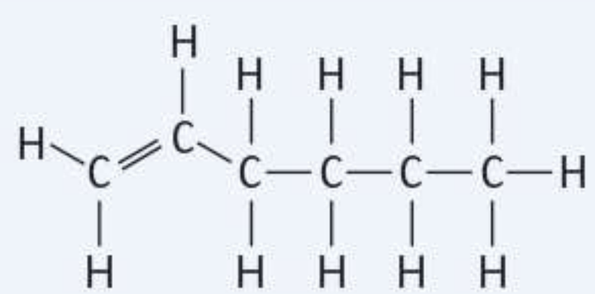
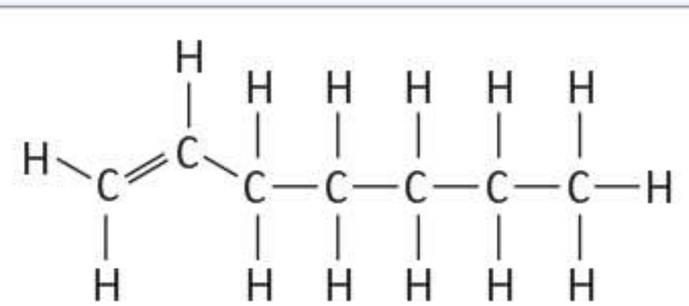
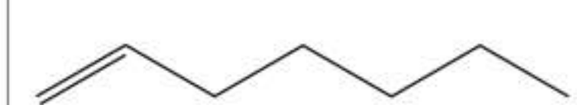
reakcja ksantoproteinowa



Szereg homologiczny alkanów, wzór ogólny C_nH_{2n+2}

Nazwa	Wzór				Model
	sumaryczny	strukturalny	półstrukturalny (grupowy)	szkieletowy	
metan	CH_4		CH_4		
etan	C_2H_6		$CH_3—CH_3$	——	
propan	C_3H_8		$CH_3—CH_2—CH_3$		
butan	C_4H_{10}		$CH_3—(CH_2)_2—CH_3$		
pentan	C_5H_{12}		$CH_3—(CH_2)_3—CH_3$		
heksan	C_6H_{14}		$CH_3—(CH_2)_4—CH_3$		
heptan	C_7H_{16}		$CH_3—(CH_2)_5—CH_3$		

Szereg homologiczny alkenów, wzór ogólny C_nH_{2n}

Nazwa	Wzór				Model
	sumaryczny	strukturalny	półstrukturalny (grupowy)	szkieletowy	
eten	C_2H_4		$CH_2{=}CH_2$		
propen	C_3H_6		$CH_2{=}CH{-}CH_3$		
but-1-en	C_4H_8		$CH_2{=}CH{-}CH_2{-}CH_3$		
pent-1-en	C_5H_{10}		$CH_2{=}CH{-}(CH_2)_2{-}CH_3$		
heks-1-en	C_6H_{12}		$CH_2{=}CH{-}(CH_2)_3{-}CH_3$		
hept-1-en	C_7H_{14}		$CH_2{=}CH{-}(CH_2)_4{-}CH_3$		

Szereg homologiczny alkinów, wzór ogólny C_nH_{2n-2}

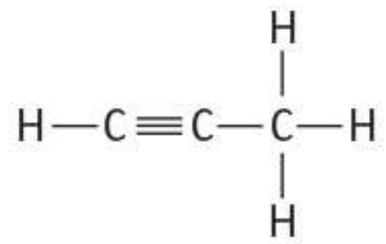
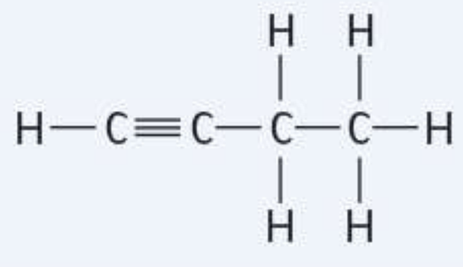
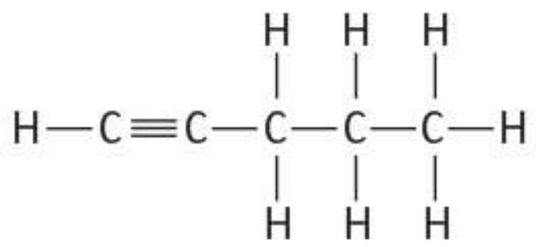
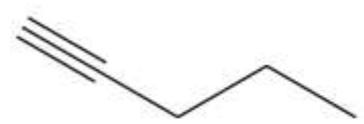
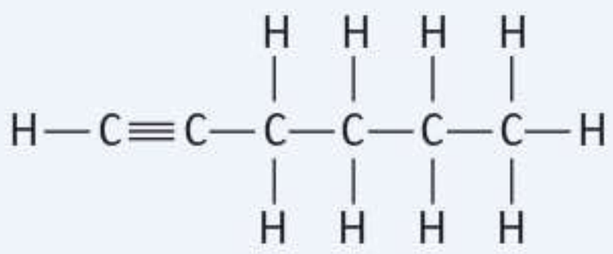
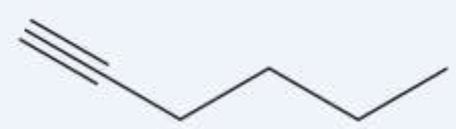
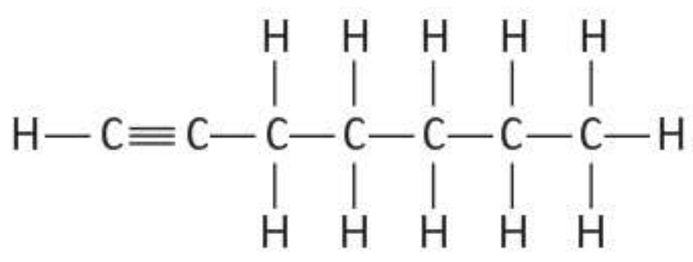
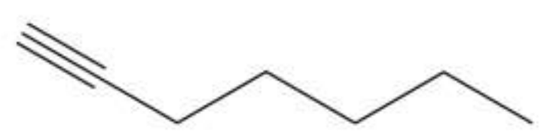
Nazwa	Wzór				Model
	sumaryczny	strukturalny	półstrukturalny (grupowy)	szkieletowy	
etyn	C_2H_2		$CH{\equiv}CH$		
propyn	C_3H_4		$CH{\equiv}C{-}CH_3$		
but-1-yn	C_4H_6		$CH{\equiv}C{-}CH_2{-}CH_3$		
pent-1-yn	C_5H_8		$CH{\equiv}C{-}(CH_2)_2{-}CH_3$		
heks-1-yn	C_6H_{10}		$CH{\equiv}C{-}(CH_2)_3{-}CH_3$		
hept-1-yn	C_7H_{12}		$CH{\equiv}C{-}(CH_2)_4{-}CH_3$		

Tabela rozpuszczalności soli i wodorotlenków w wodzie

	OH^-	Cl^-	I^-	NO_3^-	CO_3^{2-}	S^{2-}	SO_3^{2-}	SO_4^{2-}	PO_4^{3-}	CH_3COO^-
NH_4^+										
Na^+										
K^+										
Mg^{2+}										
Ca^{2+}										
Ba^{2+}										
Fe^{2+}										
Fe^{3+}										
Cu^{2+}										
Ag^+										
Zn^{2+}										
Al^{3+}										
Pb^{2+}										

Powstaje osad praktycznie nie-rozpuszczalny

Powstaje osad trudno rozpuszczalny

Osad się nie strąca

Proces złożony

Indeks

A
acetylen → etyn
addycja → reakcja przyłączania
akroleina 214
aktywność chemiczna metali 79
aktywny metal 37
alanina 220
alkanole 146, 151
alkan(y) 115–116
–, stan skupienia 116
–, właściwości 117
–, wzór ogólny 115
alken(y) 124
–, właściwości 125
–, występowanie 126
–, wzór ogólny 124
alkin(y) 131
–, właściwości 131
–, wzór ogólny 131
alkohol(e) 146, 151, 176
– etylowy → etanol
– metylowy → metanol
– polihydroksylowy 155
–, rozpuszczalność 152
–, spalanie 152–153
–, właściwości 147–148, 153
–, występowanie 153
–, wzór ogólny 146
alkoholizm 149
amfetamina 185
amina(y) 159, 185
–, występowanie 161
–, wzór ogólny 159
aminokwas(y) 219–221, 225, 230
amoniak 48, 72, 84, 159, 161, 196
anhydryt → siarczan(VI) wapnia
anion azotanowy(V) 69
– chlorkowy 45, 46, 63, 68, 69
– reszty kwasowej 46, 63, 68
– siarczanowy(VI) 46, 69
– siarczkowy 46
– węglanowy 46
– wodorosiarczkowy 46
– wodorotlenkowy 36, 47–49, 71
– wodorowęglanowy 46
antracyt 106
asfalt 109, 110, 136
aspartam 229
aspiryna 167
atropina 162
azot 32, 196
azotan(V) baru 93
– glinu 64, 83
– miedzi(I) 64
– miedzi(II) 64, 78
– ołowiu(II) 86
– potasu (saletra potasowa (indyjska)) 65–67, 69, 83, 90–93
azotan(V) sodu (saletra sodowa (chilijska)) 65, 92, 93
– srebra(I) (lapis) 65, 86, 92
– strontu 93
– wapnia (saletra wapniowa (norweska)) 65, 67, 92
– żelaza(III) 66, 67, 80

B
benzoesan metylu 180
– sodu 90, 91, 93
benzyna 109, 110, 117, 134
–, gaszenie 119
berylowce 37
białko(a) 196, 198, 218, 219
–, denaturacja 225
–, funkcje 222
– jaja kurzego 149, 219, 223–225
–, koagulacja 224
– proste 221
–, struktury 221
–, właściwości 223–225
–, wykrywanie 225
–, występowanie 218
– złożone 221
biopaliwa 231
błękit tymolowy 15
błonnik 206
brom 76
bromek glinu 76
– sodu 64
– srebra(I) 93
butan 108, 115
butanol (butan-1-ol) 151, 178
butan-1-ol → butanol
but-1-en 124
but-2-en 124, 125
but-1-yn 131
but-2-yn 131
butanian → maślan

C
celuloza 200, 202, 206–211
chemia organiczna 107, 135
chlor 13, 76
chloran(I) sodu 91
chloran(V) baru 93
chloran(VII) potasu 93
chlorek amonu (salmiak) 64, 77
– baru 86
– berylu 90
– glinu 76
– magnezu 77, 86, 91
– miedzi(I) 64
– miedzi(II) 76
– potasu (sylwin) 62, 74, 91
– sodu 62, 63, 65–71, 76, 86, 90–92
– srebra(I) 86, 93
chlorek wapnia 80
– żelaza(II) 63, 77
– żelaza(III) 63, 83
chlorofil 197
chlorowodór 18, 24, 31, 45
cholesterol 154
chromian(VI) potasu 64
ciasto wapienne 38
coca-cola 49
cukier(ry) 196, 198, 201
– gronowy 200
–, podział 202
– proste 202
–, trawienie 210
– trzcinowy 229
– złożone 202, 206–210
cynober → siarczek rtęci(II)
cysteina 220
cytronelol 153
czad 113, 128
cząsteczka wody 49

D
dekstryny 210, 211
denaturacja białka 225
detektor przewodnictwa elektrycznego 51
diament 106
2,3-dibromobutan 125
1,2-dibromoetan 122
dichromian(VI) amonu 64
dimetyloamina 159
dipol 45
– chlorowodoru 45
– wody 44, 45, 47, 68
dwucukier(ry) 202, 206, 209
dynamit 157, 176, 184
dysocjacja elektrolityczna 45–48, 71
– – kwasów 45
– – soli 68, 69
– – wodorotlenków 47

E
efekt Tyndalla 208, 223
elektrolit(y) 44, 68
enzymy 210, 216, 222
epibatydyna 162
ester(ry) 176, 177
–, właściwości 179
–, występowanie 180
–, wzór ogólny 176
–, zapachy 181
–, zastosowanie 180
estryfikacja 176, 178
etan 108, 115, 130
etanian → octan
etanol (alkohol etylowy) 147, 151, 196, 205

etanol, rozpuszczalność 148
–, spalanie 152–153
–, właściwości 147, 148
–, wpływ na organizm 149
–, zastosowanie 150
etanotiol 185
eten (etylen) 120–122, 129, 130
–, aktywność chemiczna 122
–, spalanie 120
–, właściwości 120–122
etylen → eten
etyn (acetylen) 127, 129, 130
–, aktywność chemiczna 128
–, otrzymywanie 127
–, spalanie 128
–, właściwości 127–129
–, zastosowanie 132

F
fenoloftaleina 15, 16, 50
fermentacja alkoholowa 147, 168, 205
– octowa 168
fosfor 13, 14
fosforan(V) amonu 64
– cyny(IV) 64
– glinu 64
– miedzi(II) 86
– sodu 80, 82, 86, 91
– wapnia 92
fotosynteza 197, 200
fruktoza 200–203, 205
fuleren C_{60} 106

G
galena → siarczek ołowiu(II)
gaz cieplarniany 113
– opałowy 109, 110
– ziemny 109, 112, 113, 118
geraniol 153
german 96
gips 65
glicerol (propano-1,2,3-triol, glicerына) 155, 158, 196, 215, 216
–, spalanie 157
–, właściwości 156, 157
–, zastosowanie 157
gliceryna → glicerol
glicyna 196, 219, 220
glikogen 201, 202, 207
glikol (glikol etylenowy) 155, 158
– etylenowy → glikol
glin 13, 76
glukoza 196, 197, 200–203, 211
–, funkcje 200–201
–, poziom we krwi 201
–, spalanie 200
–, właściwości 203–205
–, wykrywanie 204
glukoza, występowanie 200
glutaminian sodu 91
grafen 107
grafit 106
grupa aminowa 159, 219
– estrowa 176
– funkcyjna 146, 153
– hydroksylowa 146, 151, 155
– karboksylowa 163, 219
– węglowodorowa 146, 159, 163, 176, 212
guma 135

H
halit → chlorek sodu
heksan 117, 118
heksanian etylu 181
hemoglobina 221
heroina 185
histamina 161
homologi 108
hormony 126, 222
hydrat → sól uwodniona
hydroliza 210, 216
– cukrów 210, 211
– estru 178
– tłuszczu 216

I
immunoglobuliny → przeciwciała
insulina 201

J
jad trupi 161
jedwab 223
jełczenie 214
jezioro asfaltowe 136
jod 76
jodek glinu 76
– ołowiu(II) 86
– potasu 86
– rtęci(II) 94
jodyna 209
jon(y) 36, 45–49, 68

K
kalcyt (wapień) → węglan wapnia
kapuściane papierki wskaźnikowe 52
karbid → węglik wapnia
karbidówka 128
karmelizacja 208
katalizator 178, 215
katastrofa ekologiczna 136
kation(y) amonu 48, 64
– metalu 36, 47, 63, 68
– miedzi(II) 69
– potasu 47, 69
– sodu 36, 47, 63, 68, 69
– wapnia 47
kation(y) wodoru 45, 46, 49, 71
kazeina 221
kleik skrobiowy 208, 209
koagulacja białka 224
kodeina 161
koloid → mieszanina koloidalna
kondensacja 221
koniina 161
kontrakcja objętości 148
korozja 33
kraking 109
kreda 85
krzem 13, 96
krzemiany 92
kwas(y) 15, 17–20, 46, 80, 85
– acetylosalicylowy 29
– aminooctowy 219
– azotowy(III) 19
– azotowy(V) 17, 19, 22, 23, 26, 29, 30, 44, 78, 226
– beztlenowy(e) 20, 46
– butanowy → kwas masłowy
– chlorowodorowy (solny) 18, 19, 22–24, 29, 30, 44, 46, 70–72
– cytrynowy 28–30, 167, 168
– etanowy → kwas octowy
– fluorowodorowy 53
– foliowy (witamina B9) 28, 29
– fosforowy(V) 17, 19, 22, 23, 27–30
– heksadekanowy → kwas palmitynowy
– hialuronowy 29
– jabłkowy 29
– karboksylowe 163, 164, 176
– – długołańcuchowe → kwasy tłuszczowe
– – krótkołańcuchowe → kwasy karboksylowe niższe
– – niższe 169
– –, występowanie 167
– – wyższe → kwasy tłuszczowe
– –, wzór ogólny 163
– –, zastosowanie 167
– linolenowy 175
– linolowy 175
– masłowy (butanowy) 28, 29, 164, 167, 179
– metanowy → kwas mrówkowy
– mlekowy 28, 29
– mocny 22, 24–26, 46
– mrówkowy (metanowy) 20, 28, 72, 163, 164, 167, 178
– nieorganiczny 20, 165
– octowy (etanowy) 19, 28–30, 163, 164, 167, 178, 179, 196, 201
– – lodowaty 166
– –, właściwości 165–166
– oktadecenowy → kwas oleinowy

kwas(y) oktadekanowy → kwas stearynowy
– oleinowy (oktadecenowy) 170–174
– organiczne 20, 163
– ortofosforowy(V) → kwas fosforowy(V)
– palmitynowy (heksadekanowy) 169, 171–174
– pentanowy (walerianowy) 164, 167
– propanowy → kwas propionowy
– propionowy (propanowy) 164, 167
– salicylowy 28, 29
– siarkowodorowy 18, 19, 24, 29, 46
– siarkowy(IV) 17, 19, 24, 29, 30
– siarkowy(VI) 17, 19, 22, 23, 25, 26, 28, 30, 44, 46, 73, 78, 85, 178
– słaby 24, 46
– solny → kwas chlorowodorowy
– stearynowy (oktadekanowy) 170–174
– szczawiowy 20, 28, 164
– średniej mocy 22, 46
– tlenowy(e) 20, 46
– tłuszczowe (karboksylowe wyższe, karboksylowe długołańcuchowe) 169, 180
– – nasycone 169, 173
– – nienasycony 170, 173, 175
– –, właściwości 171–173
– –, występowanie 174
– –, zastosowanie 174
– walerianowy → kwas pentanowy
– węglowy 17, 19, 24, 28, 29, 46, 81, 85
–, właściwości 21, 44
–, wzór ogólny 19
–, zastosowanie 29
kwaśny(e) opady 30–34
– smog 32

L

lakmus 15
lanolina 180
lapis → azotan(V) srebra(I)
limonen 126
lipoproteiny 221
litowce 37

Ł

łańcuchy węglowe 108

M

magnez 13, 78
maltoza 202, 209, 211
manganian(VII) potasu 64, 92
margaryna 215
marmur 85, 88
maślan (butanian) etylu 181
– pentylu 181
– propylu 179
mentol 153
metan 108, 111–113, 159, 196
–, aktywność 112
–, hydrat 111
–, spalanie 113
–, właściwości 111, 112
metanian → mrówczan
metanoamina → metyloamina
metanol (alkohol metylowy) 146, 147, 178
–, właściwości 147
–, zastosowanie 150
metanotiol 185
metyloamina (metanoamina) 159, 196
–, właściwości 160
miedź 76, 78, 81
mieszanina koloidalna (koloid) 38, 208, 223, 224
mirakulina 231
mleko wapienne 38, 72
mocznik 135, 230
monomer 123
morfina 161, 185
mrówczan (metanian) butylu 178, 181
– etylu 177
– metylu 177, 178
– propylu 177
mydło 173, 174, 215

N

nadkwasota 72
nadsiarczek żelaza(II) (piryt) 62, 96
nafta 109, 110, 117
nawozy mineralne → saletry
– sztuczne 92
nieelektrolity 44
niezbędne nienasycone kwasy tłuszczowe (NNKT) 217
nitrogliceryna 157, 176, 184
NNKT → niezbędne nienasycone kwasy tłuszczowe

O

ocet 19, 30
– winny 168, 182
octan (etanian) etylu 177, 179, 180
– magnezu 166
– metylu 177, 178
– miedzi(II) 166
– ołowiu(II) 90
– pentylu 179, 181
– propylu 177, 178
– sodu 166
odczyn 48, 50, 53, 95
– kwasowy 48, 49, 72
– obojętny 48, 49, 71, 73, 74
– zasadowy 48, 49, 72
oleinian sodu 173
olej(e) lniany 175
– mineralne 214
olej(e) napędowy 109, 110
– opałowy 109, 110
– palmowy 174
– roślinne 231
– rzepakowy 174
– słonecznikowy 175, 213
– smarowy 109, 110
olejki eteryczne 153, 180, 182, 186
oliwa 174, 217
opady mokre 30, 31, 33
– suche 31, 33
oranż metylowy 15, 16, 18, 50

P

paliwa kopalne 31, 32, 118
palmitynian sodu 173
palnik acetylenowo-tlenowy 128
para(y) elektronowa(e) 45
parafina 117, 133, 134
pentanian pentylu 181
pentanol 152, 179
–, palność 152
–, rozpuszczalność 152
pH → wartość pH
piramida zdrowego żywienia 198
piryt → nadsiarczek żelaza(II)
polietylen 122–124
polimer 123, 206
polimeryzacja 123
polipropylen 125
prawo okresowości 12
proces egzotermiczny 22, 38, 41
propan 108, 115
propan-1-ol → propanol
propano-1,2,3-triol → glicerol
propanol (propan-1-ol) 151, 178, 179
propen 124
propyn 131
proteina 221
próba akroleinowa 214
– jodoskrobiowa 209
przeciwciała (immunoglobuliny) 221
przewodnictwo elektryczne 51, 95
– – kwasów 44, 45
– – soli 68
– – wodorotlenków 44, 47

R

rdza 22
reakcja(e) addycji → reakcja przyłączania
– biuretowa 225
– charakterystyczne 125, 204, 209, 214
– depolimeryzacji 123
– egzoenergetyczne 75, 76
– egzotermiczna 118, 153, 166
– estryfikacji → estryfikacja
– kondensacji → kondensacja
– ksantoproteinowa 26, 226

reakcja(e) kwasu z metalami 78
– – z zasadą 71
– metali z kwasami 77, 79
– – z niemetalami 75, 76
– podwójnej wymiany 88
– polimeryzacji → polimeryzacja
– przyłączania (reakcja addycji, addycja) 122, 125, 129
– soli z kwasami 84
– – z solami 85, 88
– – z zasadami 83
– tlenku metalu z tlenkiem niemetalu 82
– uwodorniania 122
– zobojętniania 71–73
reszta kwasowa 19
ropa naftowa 109, 118, 136
– –, produkty destylacji 110
rozkład soli 88
rozpuszczalnik 134
rozpuszczalność soli 66
– wodorotlenków 38, 40, 41
roztwór właściwy 38

S
sacharoza 201, 202, 206–208, 210
sacharyna 229
sadza 113, 121, 128, 130
saletra(y) (nawozy mineralne) 30
– potasowa (indyjska) → azotan(V) potasu
– sodowa (chilijska) → azotan(V) sodu
– wapniowa (norweska) → azotan(V) wapnia
salmiak → chlorek amonu
sfaleryt → siarczek cynku
siarczan(IV) sodu 82
– żelaza(III) 64
siarczan(VI) baru 86, 92
– berylu 90
– chromu(III) 64
– cynku 64
– magnezu (sól gorzka) 65, 78, 82, 90, 92
– miedzi(II) 39, 42, 66, 67, 69, 74, 78, 81, 83, 86
– potasu 82
– sodu 86
– wapnia (anhydryt) 65, 92
– żelaza(II) 78, 80
siarczek cynku (sfaleryt) 62, 75
– ołowiu(II) (galena) 62, 96
– rtęci(II) (cynober) 62, 97
– żelaza(II) 64
siarka 13, 14, 31
siarkowodór 18, 24, 31
sieć krystaliczna 36, 47, 68
skala pH 49
składniki mineralne 198
– odżywcze 198
skrobia 200, 202, 206–211, 227
–, wykrywanie 209
soda oczyszczona → wodorowęglan sodu
sód 13, 76
sól (sole) amonowe 64, 84
– berylu 90
– gorzka → siarczan(VI) magnezu
– kamienna → sól kuchenna
– kuchenna (kamienna) 62, 65, 96
– kwasu beztlenowego 75
– – tlenowego 82
– uwodniona (hydrat) 65
–, właściwości 90, 94
–, występowanie 62
–, wzór ogólny 63
–, zastosowanie 91–94
spalanie całkowite 113
– niecałkowite 113
spirytus drzewny 146
statyw do probówek 51
stearyna 174
stearynian potasu 91
– sodu 91, 173, 215
stężenie procentowe 24–26
substancje termochromowe 94
– o znaczeniu biologicznym 196
surowce energetyczne 118
sylwin → chlorek potasu
szczawian sodu 93
szereg aktywności metali 79
– homologiczny 108, 115, 124, 131
szkła fotochromowe 93
sztuczne ognie 93

Ś
ścieki 72
światłoczułość 93

T
tabela rozpuszczalności 67, 87
teflon 186
tiol 185
tlen 196, 197
tlenek(ki) aktywnego metalu 37
– azotu 30, 32, 34
– azotu(II) 32
– azotu(IV) 32
– azotu(V) 17
– fosforu(V) 14, 17
– glinu 14
– krzemu(IV) 14
– kwasowy 17
– magnezu 14
– metalu 37, 80, 82
– miedzi(II) 42
– niemetalu 15, 17, 81, 82
tlenek(ki) siarki 30–32
– siarki(IV) 14, 17, 24, 31–34
– siarki(VI) 17
– wapnia 38
– węgla 32
– węgla(II) 113, 121, 125, 128, 147
– węgla(IV) 17, 24, 113, 118, 121, 125, 128, 160, 196, 197, 200
– zasadowe 37
tłuszcze 174, 180, 196, 198, 212, 213
– ciekłe 213
–, funkcje 216
– nasycone 213
– nienasycone 213, 217
– roślinne 213
– stałe 213
–, utwardzanie 215
–, właściwości 213–214
–, występowanie 212
–, wzór ogólny 212
–, zastosowanie 215, 216
–, zmydlanie 215
– zwierzęce 213
torf 106
trimetyloamina 159
trioleinian glicerolu 215
tristearynian glicerolu 212, 215
turmalin 97

U
uniwersalny papierek wskaźnikowy 15, 16, 50
utwardzanie tłuszczów 215

W
wapień → węglan wapnia (kalcyt)
wartość pH (pH) 11, 49, 51
wazelina 134
wełna 223
węgiel 107, 113, 196
– kamienny 106
–, pierwiastek 107
–, występowanie 106
węglan amonu 64, 91
– cyny(II) 64
– magnezu 86, 92
– miedzi(II) 92, 93
– potasu 64
– sodu 74, 84, 86, 91, 92
– strontu 93
– wapnia (kalcyt (wapień)) 65–67, 81, 82, 85, 87, 92
– żelaza(III) 64, 67
węgle kopalne 109, 118
węglik wapnia (karbid) 127
węglowodór(ory) 108, 117
– nasycone 115, 130,
– nienasycone 120, 124, 127, 130, 131
–, spalanie 118

węglowodór(ory), źródła 109
wiązanie kowalencyjne 111
– – spolaryzowane 45, 148, 156, 160
– peptydowe 221, 225
– w związkach organicznych 108
wielocukier(ry) 202, 206
witalizm 135
witamina(y) 198, 217
– B_9 → kwas foliowy
właściwości higroskopijne kwasu 26
– – wodorotlenku 40
– metaliczne 12
– niemetaliczne 12
– żrące kwasu 26
– – wodorotlenku 41
włókno białkowe 223
– celulozowe 206
woda 13, 14, 17, 196–198
– wapienna 38
wodorofosforan(V) sodu 90
wodorosól(ole) 63, 90
wodorotlenek(ki) 15, 36–38, 84
wodorotlenek(ki) glinu 42, 43
– magnezu 40, 42
– miedzi(II) 39, 42, 204, 210
– niklu(II) 42
– potasu 36, 37, 40, 42, 47
– sodu 36, 40–44, 47
– wapnia 36, 38, 40, 42–44, 47
–, właściwości 40–42
–, wzór ogólny 36
–, zastosowanie 42, 43
– żelaza(II) 36
– żelaza(III) 36, 42
wodorowęglan sodu (soda oczyszczona) 65, 90, 91
wodór 19, 37, 79, 196
woski 180
wskaźnik(i), barwa 15, 50
– laboratoryjne 15, 50, 53, 71, 73
– naturalne 16, 51, 94
wywar z czerwonej kapusty 13–15, 50, 52
wzór(ory) ogólny 19
wzór(ory) półstrukturalne 115
– strukturalne 115
– sumaryczne 115
– szkieletowe 115

Z

zakwaszenie gleby 33
zanieczyszczenie powietrza 30–32, 34
zasada(y) 15, 37, 47, 81–84
– magnezowa 37
– potasowa 37, 73
– sodowa 37, 42, 70, 71
– wapniowa 37, 38
zawiesina 38
zmydlanie tłuszczów 215
związki nieorganiczne 106, 107, 196
– organiczne 106, 107, 115, 196
– –, wiązania 107, 108
– żelaza 22

Ż

żelazo 78

Źródła fotografii i ilustracji

Okładka: (szkło laboratoryjne) Pedro Antonio Salaverria Calahorra/Alamy Stock Photo/BE&W
Strony działowe: s. 11 (dziewczyna) Ocskay Mark/Shutterstock.com, (hortensje) Pelevina Ksinia/Shutterstock.com, (bielone drzewa) wb77/Shutterstock.com, (sportowiec) Shane White/Shutterstock.com; s. 61 (Maczuga Herkulesa) Marcin-linfernum/Shutterstock.com, (klif) hdsidesign/Shutterstock.com, (woda wapienna) Adwo/Shutterstock.com, (sól morska) Scott T. Smith/Corbis Documentary RF/Getty Images; s. 145 (winogrona) Creaturart Images/Shutterstock.com, (beczka) nevodka/Shutterstock.com, (danie z łososia) Olga Nayashkova/Shutterstock.com, (tabletki) SOMMAI/Shutterstock.com; s. 195 (miód) Olga Miltsova/Shutterstock.com, (bawełna) hoperan/Shutterstock.com, (oliwa) Valentyn Volkov/Shutterstock.com, (słonecznik) Aleksandrs Samuilovs/Shutterstock.com, (dziewczyna z rowerem) Solis Images/Shutterstock.com
Tekst główny: s. 5 (chmura) Skymax/Shutterstock.com, (kostki lodu) artjazz/Shutterstock.com, (model cząsteczki wody) Michelangelus/Shutterstock.com, (szklanka) Alexandr Vlassyuk/Shutterdtock.com, (chlor) Łukasz Opaliński/Zamkor/WSiP, (sód) Marcin Karelus/Zamkor/WSiP, (chlorek sodu) Leigh Prather/Shutterstock.com, (złoto) Ksander/Shutterstock.com; s. 6 (złoto, glin, ołów, rtęć, srebro, krzem, jod, węgiel) Marcin Karelus/Zamkor/WSiP, (miedź) oksana2010/Shutterstock.com, (żelazo) Kompaniets Taras/Shutterstock.com, (chlor, brom) Wojciech Wójtowicz/WSiP, (siarka) jopelka/Shutterstock.com, (fosfor czerwony) Robert Wolski, (woda i olej w rozdzielaczu) Wojciech Wójtowicz/WSiP, (sedymentacja; dekantacja; sączenie; działanie magnesem) Łukasz Opaliński/Zamkor/WSiP, (destylacja; odparowanie) Piotr Kubat/WSiP; s. 8 (wydzielanie gazu; strącanie osadu) Łukasz Opaliński/Zamkor/WSiP, (zmiana barwy) Wojciech Wójtowicz/WSiP, (dwie kolby) Fedor Bobkov/Shutterstock.com; s. 12 (sód, magnez, glin, krzem, fosfor, siarka, chlor) Marcin Karelus/Zamkor/WSiP; s. 13 (6 szalek i zlewka z pipetą) Łukasz Opaliński/Zamkor/WSiP; s. 14 (3 zlewki; 2 cylindry i zlewka) Łukasz Opaliński/Zamkor/WSiP; s. 15 (wskaźniki laboratoryjne) Andrzej Danel/Zamkor/WSiP, (15 probówek) Łukasz Opaliński/Zamkor/WSiP; s. 16 (dwie filiżanki z herbatą) Pakhnyushchy/Shutterstock.com; s. 18 (otrzymywanie chlorowodoru; rozpuszczanie chlorowodoru w wodzie) Łukasz Opaliński/Zamkor/WSiP, (otrzymywanie siarkowodoru) W. Wójtowicz/WSiP; s. 21 (10 probówek) W. Wójtowicz/WSiP, (dwie zlewki) Łukasz Opaliński/Zamkor/WSiP; s. 22 (3 probówki) Andrzej Danel/Zamkor/WSiP, (4 probówki z drutami; 4 druty) Łukasz Opaliński/Zamkor/WSiP; s. 23 (8 szkiełek z gazetami i bawełną) Andrzej Danel/Zamkor/WSiP; s. 24 (butelka z HCl) W. Wójtowicz/WSiP; s. 25 (rozcieńczanie kwasu) W. Wójtowicz/WSiP; s. 26 (eksykator) Andrzej Danel/Zamkor/WSiP, (3 szalki z różnymi materiałami; zwęglanie cukru; 4 szalki z produktami białkowymi) W. Wójtowicz/WSiP; s. 28 (jogurt) tacar/Shutterstock.com, (mrówka) Potapov Alexander/Shutterstock.com, (cytryna) Tim UR/Shutterstock.com, (ocet jabłkowy) Ivaschenko Roman/Shutterstock.com, (skórka od jabłka) Feng Yu/Shutterstock.com, (szczaw) Valentyn Volkov/Shutterstock.com, (wierzba) Zerbor/Shutterstock.com, (kora wierzby) Kalcutta/Shutterstock.com, (szpinak) Dolce Rubia/Shutterstock.com, (akumulator) BalancePhoto/Shutterstock.com, (napój w szklance) MaraZe/Shutterstock.com, (cola) nevodka/Shutterstock.com; s. 29 (leki) Suslik1983/Shutterstock.com, (ser) anna_bobrowska/Shutterstock.com, (produkty mleczne) Evgeny Karandaev/Shutterstock.com; s. 30 (naczynia plastikowe) Africa Studio/Shutterstock.com, (produkty czyszczące) Laboko/Shutterstock.com, (nawóz) egilshay/Shutterstock.com; s. 31 (kwaśne opady – il.) Wojciech Jaruszewski; s. 32 (cylinder i 2 szkiełka z iglakami) Łukasz Opaliński/Zamkor/WSiP; s. 33 (śnięte ryby) RedTC/Shutterstock.com, (cylinder i 2 szkiełka z watą stalową) Łukasz Opaliński/Zamkor/WSiP; s. 34 (zniszczony las) Mary Terriberry/Shutterstock.com; s. 35 (fasada kościoła) MagMac83/Shutterstock.com, (dwie rzeźby) Mariusz Szczygiel/Shutterstock.com; s. 37 (szalka) Łukasz Opaliński/Zamkor/WSiP; s. 38 (3 zlewki z wodorotlenkiem wapnia; zlewka z termometrem) Łukasz Opaliński/Zamkor/WSiP, (probówka z papierkiem) Piotr Kubat/WSiP; s. 39 (2 probówki) Łukasz Opaliński/Zamkor/WSiP; s. 40 (granulki wodorotlenku sodu – 2 fot.; 10 probówek) Andrzej Danel/Zamkor/WSiP; s. 41 (6 szkiełek z różnymi tkaninami) Andrzej Danel/Zamkor/WSiP; s. 42 (2 probówki) Wojciech Wójtowicz/WSiP, (mydło) Lena Koller/Johner RF/Getty Images, (czekolada) Marian Weyo/Shutterstock.com, (żołądek) CLIPAREA l Custom media/Shutterstock.com, (jedwab) Nataliia K/Shutterstock.com; s. 43 (produkcja papieru) Kenneth Sponsler/Shutterstock.com, (cement) Pitsanu Kraichana/Shutterstock.com, (bielone drzewka) Emanuel/Shutterstock.com, (czysta woda) Serhii Moiseiev/Shutterstock.com; s. 44 (2 detektory) Andrzej Danel/Zamkor/WSiP; s. 48 (płyta z papierkiem) Andrzej Danel/Zamkor/WSiP; s. 49 (2 probówki) Łukasz Opaliński/Zamkor/WSiP; s. 51–52 (7 fot.) Andrzej Danel/Zamkor/WSiP; s. 53 (wanilia) Subbotina Anna/Shutterstock.com, (kieliszek) www.szklanawitryna.pl; s. 62 (Wieliczka) Pe3k/Shutterstock.com, (piryt) Jiri Vaclavek/Shutterstock.com, (sylwin) www.sandatlas.org/Shutterstock.com, (halit) K-Mike/Shutterstock.com,(cynober) Only Fabrizio/Shutterstock.com, (sfaleryt; galena) Albert Russ/Shutterstock.com; s. 64 (5 kolorowych soli)

Łukasz Opaliński/Zamkor/WSiP; s. 65 (róża pustyni) Only Fabrizio/Shutterstock.com; s. 66 (5 zlewek) Andrzej Danel/Zamkor/WSiP; s. 67 (5 zlewek z detektorem) Andrzej Danel/Zamkor/WSiP; s. 70 (3 kolby) Piotr Kubat/WSiP, (parownica) Andrzej Danel/Zamkor/WSiP; s. 72 (lek) Andrzej Danel/Zamkor/WSiP, (oczyszczalnia) Kekyalyaynen/Shutterstock.com, (mrówka) sumroeng chinnapan/Shutterstock.com, (pomidory) AHMAD FAIZAL YAHYA/Shutterstock.com; s. 73 (6 probówek) Wojciech Wójtowicz/WSiP; s. 74 (3 probówki) Łukasz Opaliński/Zamkor/WSiP; s. 75 (otrzymywanie siarczku cynku) Andrzej Danel/Zamkor/WSiP; s. 76 (synteza chlorku sodu – 2 fot.; synteza chlorku miedzi(II); synteza chlorku glinu; synteza bromku glinu; synteza jodku glinu) Andrzej Danel/Zamkor/WSiP; s. 77 (3 probówki) Wojciech Wójtowicz/WSiP, (parownica) Andrzej Danel/Zamkor/WSiP, (synteza chlorku amonu – 2 cylindry) Łukasz Opaliński/Zamkor/WSiP; s. 78 (3 probówki) Wojciech Wójtowicz/WSiP, (2 probówki) Łukasz Opaliński/Zamkor/WSiP; s. 80 (2 probówki) Łukasz Opaliński/Zamkor/WSiP; s. 81 (2 probówki; kolba) Łukasz Opaliński/Zamkor/WSiP; s. 83 (8 probówek) Łukasz Opaliński/Zamkor/WSiP; s. 84 (reakcja soli amonowej z zasadą) Wojciech Wójtowicz/WSiP, (2 szalki) Andrzej Danel/Zamkor/WSiP; s. 85 (szalka z wapieniem) P. Kubat/WSiP, (wapień) Robert Wolski, (kalcyt) G. Bryk/WSiP, (kreda) Alex Kosev/Shutterstock.com, (marmur) Muzeum Geologiczne PIG/Anna Nowi, (reakcja siarczku sodu z kwasem) Wojciech Wójtowicz/WSiP; s. 86 (5 probówek) Łukasz Opaliński/Zamkor/WSiP; s. 88 (prażenie marmuru – 2 fot.) Łukasz Opaliński/Zamkor/WSiP; s. 89 (Taj Mahal) saiko3p/Shutterstock.com; s. 90 (sól) Jiri Hera/Shutterstock.com, (cytryna) Radu Bercan/Shutterstock.com, (czekolada) Svetlana Lukienko/Shutterstock.com, (mięso) Rtstudio/Shutterstock.com, (słodycze) Elena Schweitzer/Shutterstock.com; s. 91 (mydło) Billion Photos/Shutterstock.com, (wędlina) Ingrid Balabanova/Shutterstock.com, (płyn do prania) Andrey_Kuzmin/Shutterstock.com, (soda) Viktor1/Shutterstock.com, (sole do kąpieli) matka_Wariatka/Shutterstock.com, (makaron) NorGal/Shutterstock.com; s. 92 (tabletki) Dima Sobko/Shutterstock.com, (gips) nednapa/Shutterstock.com, (kroplówka) Sherry Yates Young/Shutterstock.com, (cement) Everything I Do/Shutterstock.com, (róże) Stephen Plaster/Shutterstock.com, (biżuteria) G. Cigolini/De Agostini/Getty Images; s. 93 (fajerwerki) Manel Subirats/iStockphoto/Getty Images, (ikony pogody) Skymax/Shutterstock.com, (okulary) bach005/Istockphoto/Getty Images; s. 94 (jodek rtęci(II) – 2 fiolki) Andrzej Danel/Zamkor/WSiP, (kubek termiczny) www.cortunex.com; s. 95 (4 fot.) Andrzej Danel/Zamkor/WSiP; s. 96 (odbiornik kryształkowy) Lagui/Shutterstock.com, (halit) R. Piatkowski/WSiP; s. 97 (turmalin) Albert Russ/Shutterstock.com, (freski) L. Romano/De Agostini/Getty Images; s. 100 (5 probówek) W. Wójtowicz/WSiP; s. 105 (snowboard) JulPo/E+/Getty Images, (paliwo) nexus 7/Shutterstock.com, (zapalniczka) bogdan ionescu/Shutterstock.com; s. 106 (grafit) Melica/Shutterstock.com, (diament) Anatoly Maslennikov/Shutterstock.com, (fuleren) ogwen/Shutterstock.com, (antracyt) vvoe/Shutterstock.com, (węgiel kamienny) Chatchawal Kittirojana/Shutterstock.com, (torf) Swapan Photography/Shutterstock.com, (sól) MarcelClemens/Shutterstock.com, (oliwa) leomagdala/Shutterstock.com, (jajka) Nattika/Shutterstock.com, (cukier) SOMMAI/Shutterstock.com; s. 107 (wykrywanie obecności węgla – 2 fot.) Łukasz Opaliński/Zamkor/WSiP; s. 109 (rafineria) Avigator Thailand/Shutterstock.com, (butla gazowa) posteriori/Shutterstock.com, (walec na asfalcie) Stockr/Shutterstock.com, (benzyna, nafta, oleje napędowe, oleje smarowe) Łukasz Opaliński/Zamkor/WSiP, (Łukasiewicz) reprodukcja; s. 110 (butla z gazem) komkrich ratchusiri/Shutterstock.com, (stacja z gazem) R.Daniluk/Shutterstock.com, (kuchenka gazowa) ppart/Shutterstock.com, (puszki farby) Sashkin/Shutterstock.com, (auta) Mikbiz/Shutterstock.com, (tankowanie w powietrzu) Kevin Robertson/U.S. Air Force, (tankowanie samolotu na lotnisku) Artur Romanov/Shutterstock.com, (ciężarówki) TTstudio/Shutterstock.com, (piec na olej opałowy) Photo smile/Shutterstock.com, (świece) timquo/Shutterstock.com, (olej do smarowania silnika) ozzy_bw/Shutterstock.com, (układanie asfaltu) Ba_peuceta/Shutterstock.com, (dwujezdniowa droga) PickOne/Shutterstock.com; s. 111 (hydraty metanu) USGS/Wikipedia [public domain]; s. 112 (4 zlewki; probówka ogrzewana i w powiększeniu) Andrzej Danel/Zamkor/WSiP; s. 113 (3 płomienie) Łukasz Opaliński/Zamkor/WSiP, (okopcone garnki) bondarchuk/Shutterstock.com; s. 114 (wybuch gazu w bloku) PAP/Radek Pietruszka, (kontrolowany wybuch metanu) PAP/Andrzej Grygiel; s. 116 (palniki gazowe) l i g h t p o e t/Shutterstock.com, (wlew paliwa) kittipod raemwanith/Shutterstock.com, (asfalt) AstridSinai/Shutterstock.com; s. 117 (2 zlewki) Andrzej Danel/Zamkor/WSiP, (spalanie alkanów – 4 parownice) Łukasz Opaliński/Zamkor/WSiP; s. 118 (ptak pokryty ropą) David Woodfall/Avalon/BE&W; s. 119 (gaszenie benzyny) ID1974/Shutterstock.com; s. 120 (palność etenu – 2 probówki) Łukasz Opaliński/Zamkor/WSiP; s. 121 (owoce) Galembeck/Shutterstock.com, (2 zlewki) Andrzej Danel/Zamkor/WSiP; s. 122 (2 zlewki) Andrzej Danel/Zamkor/WSiP, (balon z poliestru) NASA/Superstock/BE&W; s. 123 (termiczny rozkład polietylenu – 2 fot.) Andrzej Danel/Zamkor/WSiP; s. 124 (zgrzewka z butelkami) Kwangmoozaa/Shutterstock.com; s. 125 (opakowania kosmetyków) Boris Sosnovyy/Shutterstock.com; s. 126 (trawa cytrynowa) pichit/Shutterstock.com; s. 127 (otrzymywanie etynu) Andrzej Danel/Zamkor/WSiP; s. 128 (karbidówka) Fer Gregory/Shutterstock.com, (spawacz) James Steidl/Shutterstock.com, (2 zlewki) Andrzej Danel/Zamkor/WSiP; s. 130 (3 płomienie; wykrywanie charakteru nienasyconego – 2 fot.) Andrzej Danel/Zamkor/WSiP; s. 132 (spawanie) Bogdan VASILESCU/Shutterstock.com, (ponton) JCVStock/Shutterstock.com, (surfer) homydesign/Shutterstock.com, (produkcja leków) Cergios/Shutterstock.com; s. 133–134 (7 fot.) Barbara Wrzos-Koczwara/Zamkor/WSiP; s. 135 (Wöhler) reprodukcja, (pozyskiwanie kauczuku) Anatoli Styf/Shutterstock.com; s. 136 (jezioro asfaltowe) LatitudeStock/Alamy Stock Photo/BE&W, (oczyszczanie brzegu z ropy) Vanessa Vick/SCIENCE SOURCE/BE&W; s. 138 (2 zlewki) Andrzej Danel/Zamkor/WSiP; s. 140 (8 zlewek) Andrzej Danel/Zamkor/WSiP, (palnik gazowy) masik0553/Shutterstock.com, (butla turystyczna z gazem) AVN Photo Lab/Shutterstock.com, (zapalniczka) namtipStudio/Shutterstock.com, (spawacz) SasinTipchai/Shutterstock.com, (okno) Kekyalyaynen/Shutterstock.com; s. 147 (płomień etanolu) Łukasz Opaliński/Zamkor/WSiP; s. 148 (cylinder) Łukasz Opaliński/Zamkor/WSiP; s. 149 (2 szalki) Łukasz Opaliński/Zamkor/WSiP, (alkomat) sylv1rob1/Shutterstock.com; s. 150 (farby) Andreas Kraus/Shutterstock.com, (leki; naczynia plastikowe; syrop) Africa Studio/Shutterstock.com, (helikopter) teerapat punsom/Shutterstock.com, (alkohole) monticello/Shutterstock.com, (motocykl żużlowy) Marcel Jancovic/Shutterstock.com, (żel do rąk) bixstock/Shutterstock.com; s. 152 (2 zlewki; palność etanolu i pentanolu) Łukasz Opaliński/Zamkor/WSiP; s. 153 (geranium) Alexs KAA_Bregel/Shutterstock.com, (mięta) La corneja artesana/Shutterstock.com; s. 154 (przekrój tętnic – il.) Krzysztof Płuciennik; s. 155 (ręka z butelką) igorstevanovic/Shutterstock.com; s. 156 (2 zlewki) Łukasz Opaliński/Zamkor/WSiP; s. 157 (spalanie glicerolu) Łukasz Opaliński/Zamkor/WSiP, (mydło) Svetlana Lukienko/Shutterstock.com, (likier) Natan86/Shutterstock.com, (dynamit) Robert Eastman/Shutterstock.com, (skóry) Elena Elisseeva/Shutterstock.com, (syrop) Kozini/Shutterstock.com, (farby) Gino Santa Maria/Shutterstock.com; s. 158 (galasówka) D. Kucharski K. Kucharska/Shutterstock.com, (butelki) ThamKC/Shutterstock.com; s. 160 (właściwości metyloaminy – 3 fot.) Łukasz Opaliński/Zamkor/WSiP; s. 161 (ryby) Africa Studio/Shutterstock.com,(szczwół plamisty) mistral9/Shutterstock.com, (mak) razzel/Shutterstock.com, (pokrzywa) Kovaleva_Ka/Shutterstock.com; s. 162 (pokrzyk) Manfred Ruckszio/Shutterstock.com, (żaba) Egon Zitter/Shutterstock.com; s. 164 (szpinak) Jiang Zhongyan/Shutterstock.com; s. 165 (szkiełko z papierkiem; 4 probówki; 1 probówka ogrzewana) Łukasz Opaliński/Zamkor/WSiP; s. 166 (lodowaty kwas octowy) Wojciech Wójtowicz/WSiP, (spalanie kwasu octowego) Łukasz Opaliński/Zamkor/WSiP; s. 167 (mrówki) Andrey Pavlov/Shutterstock.com, (marynaty) Africa Studio/Shutterstock.com, (chleb) nito/Shutterstock.com, (parmezan) The Atlas of Photos/Shutterstock.com, (herbata) Olaf Speier/Shutterstock.com, (cytrusy) Lightspring/Shutterstock.com; s. 168 (ocet winny); s. 171 (2 zlewki; 6 probówek) Łukasz Opaliński/Zamkor/WSiP; s. 172 (4 probówki; palność kw. stearynowego) Łukasz Opaliński/Zamkor/WSiP; s. 173 (ogrzewana probówka) Łukasz Opaliński/Zamkor/WSiP; s. 174 (palma) nui7711/Shutterstock.com, (świece) Simone Andress/Shutterstock.com, (oliwki) Ma-Zvone/Shutterstock.com; s. 175 (nasiona) Elena Elisseeva/Shutterstock.com, (słonecznik) pittaya/Shutterstock.com; s. 176 (kopalnia) Alice Nerr/Shutterstock.com; s. 178 (ogrzewana probówka w zlewce) Łukasz Opaliński/Zamkor/WSiP; s. 179 (2 zlewki; palność octanu etylu) Łukasz Opaliński/Zamkor/WSiP; s. 180 (pies) Monika Wisniewska/Shutterstock.com, (perfumy; kosmetyki) Timmary/Shutterstock.com, (torty) Cozy Home/Shutterstock.com,(farby) Scanrail1/Shutterstock.com; s. 181 (truskawki) Vasily Menshov/Shutterstock.com, (śliwki) Kovaleva_Ka/Shutterstock.com, (gruszki) Maks Narodenko/Shutterstock.com, (banany) urfin/Shutterstock.com, (ananas) Alexlukin/Shutterstock.com, (jabłka) Nattika/Shutterstock.com;s. 182 (płonące lody; 3 fiolki; płonąca świeca) Barbara Wrzos-Koczwara/Zamkor/WSiP, (2 słoiki i 2 fiolki) Andrzej Danel/Zamkor/WSiP; s. 183 (3 wazonu z jajkiem;

przewodzenie prądu) Barbara Wrzos-Koczwara/Zamkor/WSiP, (modelina i wykałaczki) Andrzej Danel/Zamkor/WSiP; 184 (plakat dynamitu) reprodukcja, (medal nobla) Editorial/Alamy/BE&W, (budynek) Anette Andersen/Shutterstock.com; s. 185 (skunks) Eric Isselee/Shutterstock.com, (ryby) Krasowit/Shutterstock.com; s. 186 (stadion) Joseph Sohm/Shutterstock.com, (kwiaty) Yulia Aksa/Shutterstock.com; s. 197 (powstawanie glukozy – il.) Sławomir Skryśkiewicz; s. 198 (pieczywo) Alaettin YILDIRIM/Shutterstock.com, (nabiał) Christian Draghici/Shutterstock.com, (ryby i orzechy) Oleksandra Naumenko/Shutterstock.com, (warzywa) monticello/Shutterstock.com; s. 199 (jajka) valzan/Shutterstock.com, (oliwa i orzechy) iprachenko/Shutterstock.com, (udka z kurczaka) Ewa Studio/Shutterstock.com, (fasola) Stockforlife/Shutterstock.com, (ryby) Veronika Synenko/Shutterstock.com, (filet z łososia), GooDween123/Shutterstock.com, (zioła) mirabile/Shutterstock.com, (biały ser) Madlen/Shutterstock.com, (żółty ser, kefir, twarożek) indigolotos/Shutterstock.com, (mleko zsiadłe) designer491/Shutterstock.com, (jogurt owocowy) Lepas/Shutterstock.com, (jogurt naturalny) photosync/Shutterstock.com, (mleko) Coprid/Shutterstock.com, (cukier) CKP1001/Shutterstock.com, (sól) Ruslan Kudrin/Shutterstock.com, (nasiona prosa) Garsya/Shutterstock.com, (nasiona tatarki) Coprid/Shutterstock.com, (nasiona soczewicy) spaxiax/Shutterstock.com, (nasiona pszenicy) Imageman/Shutterstock.com, (pieczywo) Africa Studio/Shutterstock.com, (spagetti) nito/Shutterstock.com, (makaron pene) Gita Kulinitch Studio/Shutterstock.com, (czarna herbata) Africa Studio/Shutterstock.com, (zielona herbata) NataliTerr/Shutterstock.com, (warzywa zielone) Serg64/Shutterstock.com, (marchewka) Nattika/Shutterstock.com, (warzywa kolorowe) Andrii Gorulko/Shutterstock.com, (jabłka) EMArts/Shutterstock.com, (śliwki) Khumthong/Shutterstock.com, (cytryny) ULKASTUDIO/Shutterstock.com, (truskawki) EM Arts/Shutterstock.com, (gruszki) Maks Narodenko/Shutterstock.com, (banany) Ruslan Ivantsov/Shutterstock.com, (pozostałe owoce) Africa Studio/Shutterstock.com, (soki) Galayko Sergey/Shutterstock.com, (rowerzysta, pływanie) B Sanja/Shutterstock.com, (nordic walking) paranormal/Shutterstock.com, (ludzie na schodach) Robert Adrian Hillman/Shutterstock.com, (spacer z psem) VladimirCeresnak/Shutterstock.com, (woda) seen0001/Shutterstock.com; s. 200 (owoce) Leftleg/Shutterstock.com; s. 201 (glukometr) Bochkarev Photography/Shutterstock.com; s. 202 (miód) Olga Miltsova/Shutterstock.com; s. 203 (glukoza na szkiełku; 2 zlewki) Łukasz Opaliński/Zamkor/WSiP; s. 204 (7 probówek) Łukasz Opaliński/Zamkor/WSiP; s. 205 (kroplówka) ravipat/Shutterstock.com; s. 206 (buraki cukrowe) Luis Carlos Jimenez del rio/Shutterstock.com, (trzcina cukrowa) Sanit Fuangnakhon/Shutterstock.com, (zboża w workach) SeDmi/Shutterstock.com, (kukurydza) Dino Osmic/Shutterstock.com, (ziemniaki) Nattika/Shutterstock.com, (drewno) Richard Peterson/Shutterstock.com; s. 207 (ramię) Carlos E. Santa Maria/Shutterstock.com, (3 szkiełka; 3 zlewki) Łukasz Opaliński/Zamkor/WSiP; s. 208 (efekt Tyndalla; 3 parownice) Łukasz Opaliński/Zamkor/WSiP; s. 209 (zlewka; płyta ceramiczna; palność celulozy) Łukasz Opaliński/Zamkor/WSiP, (chmiel) Vaclav Mach/Shutterstock.com; s. 210 (3 probówki) Łukasz Opaliński/Zamkor/WSiP, (pieczywo) Lotus_studio/Shutterstock.com; s. 212 (rzepak) spline_x/Shutterstock.com, (oliwki) oksana2010/Shutterstock.com, (soja) domnitsky/Shutterstock.com, (słonecznik) Emily Li/Shutterstock.com; s. 213 (2 zlewki) Łukasz Opaliński/Zamkor/WSiP; s. 214 (parownica; 4 zlewki) Łukasz Opaliński/Zamkor/WSiP; s. 216 (kosmetyki) Africa Studio/Shutterstock.com, (tłuszcze) Christian-Fischer/Shutterstock.com, (maść) retoncy/Shutterstock.com, (farby) gfdunt/Shutterstock.com, (malowanie) Andre Bonn/Shutterstock.com; s. 217 (oliwa) Liv friis-larsen/Shutterstock.com; s. 218 (jajka) valzan/Shutterstock.com, (orzechy) Nata-Lia/Shutterstock.com, (mięso) Africa Studio/Shutterstock.com, (nabiał) Dream79/Shutterstock.com, (fasola) Elena Schweitzer/Shutterstock.com; s. 219 (3 parownice; glicyna na szkiełku) Łukasz Opaliński/Zamkor/WSiP; s. 220 (2 zlewki) Łukasz Opaliński/Zamkor/WSiP; s. 221 (struktura białka – lewa) ibreakstock/Shutterstock.com, (struktura białka – prawa) Leonid Andronov/Shutterstock.com, (struktura DNA) Mopic/Shutterstock.com; s. 223 (jajko) Picsfive/Shutterstock.com, (zlewka) Łukasz Opaliński/Zamkor/WSiP, (Fischer) Atelier Victoria (Inh. Paul Gericke, gegr. 1894), Berlin/Wikipedia [public domain]; s. 224–225 (wszystkie probówki); s. 226 (analiza laboratoryjna) Tolikoff Photography/Shutterstock.com, (2 probówki) Łukasz Opaliński/Zamkor/WSiP; s. 227 (wszystkie fot.) Barbara Wrzos-Koczwara/Zamkor/WSiP; s. 228 (tłuste orzechy; produkcja sera) Barbara Wrzos-Koczwara/Zamkor/WSiP, (jajko i łyżeczki) Andrzej Danel/Zamkor/WSiP; s. 229 (medal Nobla) Editorial/Alamy/BE&W, (Fischer) Atelier Victoria (Inh. Paul Gericke, gegr. 1894), Berlin/Wikipedia [public domain], (plantacja trzciny) Khoroshunova Olga/Shutterstock.com, (gałązka trzciny) Art65395/Shutterstock.com; s. 230 (Miller) NASA/Wikipedia [public domain], (Pauling) Library of Congress, (medal Nobla) Editorial/Alamy/BE&W; s. 231 (synsepal – gałązka) successo images/Shutterstock.com, (synsepal – owoce) Hossain Amir/Shutterstock.com, (las) Filipe Frazao/Shutterstock.com; s. 233 (2 probówki; 2 parownice; 2 zlewki; 2 szkiełka) Łukasz Opaliński/Zamkor/WSiP; s. 234 (parownica) Łukasz Opaliński/Zamkor/WSiP, (oliwa) Valentyn Volkov/Shutterstock.com, (margaryna) Africa Studio/Shutterstock.com; s. 235 (4 probówki) Łukasz Opaliński/Zamkor/WSiP; s. 247 (przewodnictwo elektryczne – 4 fot.) Andrzej Danel/Zamkor/WSiP, (przewodnictwo cieplne; oddziaływanie z magnesem –3 fot.) Łukasz Opaliński/Zamkor/WSiP; s. 248 (palność magnezu – 2 fot.; aktywność litowców – 3 fot.; badanie odczynu – 9 probówek; woda i sól; sól i piasek; olej i woda; woda i kwas stearynowy) Łukasz Opaliński/Zamkor/WSiP, (aktywność węglowodorów – 3 zlewki; zabarwiona woda i glicerol) Andrzej Danel/Zamkor/WSiP; s. 249 (sączenie; rozdzielanie magnesem – 3 szkiełka) Łukasz Opaliński/Zamkor/WSiP, (rozdzielacz) Wojciech Wojtowicz/WSiP, (destylacja) Piotr Kubat/WSiP; s. 250 (sublimacja jodu; reakcja magnezu z jodem; reakcja siarki i żelaza – 2 fot.; ogrzewanie HgO – 3 fot.) Łukasz Opaliński/Zamkor/WSiP, (probówka) Wojciech Wójtowicz/WSiP; s. 251 (zobojętnianie – 3 probówki) Wojciech Wójtowicz/WSiP, (depolimeryzacja – 2 fot.; zmiana zabarwienia – 2 probówki) Andrzej Danel/Zamkor/WSiP, (addycja – 2 zlewki; wydzielanie gazu; strącanie – 2 probówki; skład powietrza) Łukasz Opaliński/Zamkor/WSiP, (wykrywanie tlenu) Barbara Wrzos-Koczwara/Zamkor/WSiP; s. 252 (kolba ze słomką; 6 zlewek) Łukasz Opaliński/Zamkor/WSiP, (wykrywanie wodoru) Zamkor, (korozja –4 butelki) Andrzej Danel/Zamkor/WSiP; s. 253 (wszystkie fot.) Łukasz Opaliński/Zamkor/WSiP; s. 254 (osady – 6 probówek; otrzymywanie HCl; otrzymywanie H_2SO_3) Łukasz Opaliński/Zamkor/WSiP, (detektor – 2 fot.; 5 probówek z papierkiem) Andrzej Danel/Zamkor/WSiP; s. 255 (5 probówek z papierkiem; reakcje metali z HCl – 3 probówek) Wojciech Wójtowicz/WSiP, (reakcje kwasu z Mg – 3 probówki; synteza Zn i S) Andrzej Danel/Zamkor/WSiP, (kolba ze słomką; otrzymywanie soli – 2 probówki) Łukasz Opaliński/Zamkor/WSiP, (reakcja zobojętniania – 3 kolby) Piotr Kubat/WSiP; s. 256 (rozpuszczalność soli – 5 zlewek; przewodnictwo soli – 5 zlewek z detektorem; reakcja na szalce) Andrzej Danel/Zamkor/WSiP, (odczyn soli – 3 probówki; reakcje soli z zasadami – 4 probówki) Łukasz Opaliński/Zamkor/WSiP; s. 257 (reakcje soli z solami – 5 probówek; palność alkanów – 4 parownice) Łukasz Opaliński/Zamkor/WSiP, (ogrzewana probówka; spalanie etanu, etenu i etynu – 3 fot.) Andrzej Danel/Zamkor/WSiP, (termiczny rozkład węglanów – 2 fot.) Zamkor; s. 258 (wszystkie fot.) Łukasz Opaliński/Zamkor/WSiP; s. 259 (wszystkie fot.) Łukasz Opaliński/Zamkor/WSiP; s. 260 (wszystkie fot.) Łukasz Opaliński/Zamkor/WSiP; s. 261 (wszystkie fot.) Łukasz Opaliński/Zamkor/WSiP

Układ okresowy na wklejce: (brom) Wojciech Wójtowicz/WSiP, (srebro) Lipskiy/Shutterstock.com, (złoto) MarcelClemens/Shutterstock.com, (Skłodowska-Curie) reprodukcja, (Einstein) Narodowe Archiwum Cyfrowe, (Fermi) mary evans/BE&W, (Mendelejew) reprodukcja, (Nobel) reprodukcja, (Lawrence) © 2010 The Regents of the University of California, Lawrence Berkeley National Laboratory, (Rutherford) reprodukcja, (Seaborg) Wikipedia/Atomic Energy Commission[public domain], (Bohr) Wikipedia[public domain], (Meitner) Wikipedia/Smithsonian Institution[public domain], (Röntgen) Library of Congress, (Kopernik) reprodukcja, (Flerow) flerovlab.jinr.ru, (Oganiesian) PAP/ITAR-TASS/Mashkov Yuri, (pozostałe pierwiastki) Marcin Karelus/Zamkor/WSiP

Pozostałe ilustracje: 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. 27^1 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.

Graficzne przedstawienie zmian promienia atomu pierwiastka w grupach i okresach

Uwaga! Wielkości atomów nie odpowiadają rzeczywistym wymiarom; zachowano jedynie proporcje między atomami poszczególnych pierwiastków, biorąc pod uwagę ich promienie atomowe.

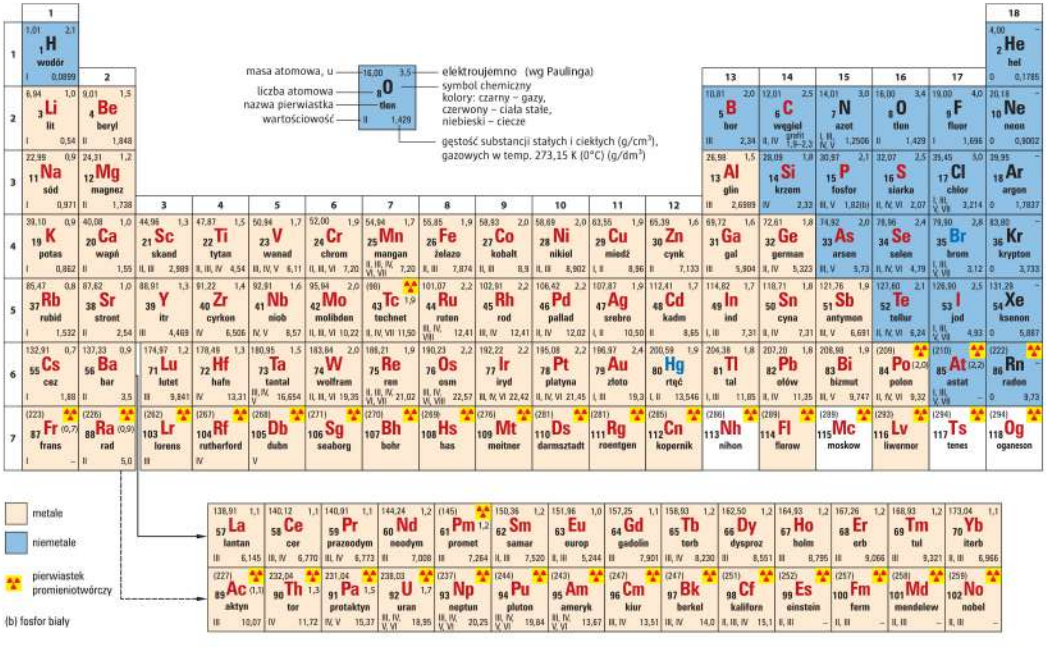
	1												13	14	15	16	17	18
1	H																	He
2	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
3	Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	Fr	Ra	Lr	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og

	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb
	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No

metale

niemetale

Układ okresowy pierwiastków chemicznych



Układ okresowy pierwiastków chemicznych

