

NOWA PODSTAWA
PROGRAMOWA

8

Chemia Nowej Ery

PODRĘCZNIK DO CHEMII
DLA KLASY ÓSMEJ SZKOŁY PODSTAWOWEJ



nowa
era

8

Jan Kulawik
Teresa Kulawik
Maria Litwin

Chemia Nowej Ery

PODRĘCZNIK DO CHEMII
DLA KLASY ÓSMEJ SZKOŁY PODSTAWOWEJ



Chemia Nowej Ery

Podręcznik dopuszczony do użytku szkolnego przez ministra właściwego do spraw oświaty i wychowania i wpisany do wykazu podręczników przeznaczonych do kształcenia ogólnego do nauczania chemii, na podstawie opinii rzeczoznawców:

**dr Małgorzaty Czai, prof. zw. dr. hab. Tadeusza Krygowskiego,
prof. dr. hab. Bogdana Zelera.**

Etap edukacyjny: II

Typ szkoły: szkoła podstawowa

Rok dopuszczenia: 2018

Numer ewidencyjny w wykazie MEN: 785/2/2018

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

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

Szanujemy cudzą własność i prawo. Więcej na www.legalnakultura.pl



© Copyright by Nowa Era Sp. z o.o. 2018
ISBN 978-83-267-3277-5

Współpraca autorska: Małgorzata Mańska, Honorata Piłasiewicz (projekty edukacyjne).
Konsultacja merytoryczna: Aleksandra Grabowska, Romuald Hassa, Adriana Palińska-Saadi.

Opracowanie redakcyjne: Magdalena Bartosik, Edyta Ładna, Justyna Kamińska.

Redakcja merytoryczna: Magdalena Bartosik, Justyna Kamińska.

Współpraca redakcyjna: Marta Mieszkowska, Oliwia Pierzyńska.

Redakcja językowa: Joanna Sawicka, Kinga Tarnowska.

Nadzór artystyczny: Kaia Juszcak. **Opieka graficzna:** Ewa Kaletyn.

Projekt okładki: Maciej Galiński. **Projekt graficzny:** Ewa Kaletyn.

Ilustracje: Ewelina Baran, Rafał Buczkowski, Zuzanna Dudzic, Marcin Oleksak, Ewa Sowulewska.

Opracowanie graficzne: Enzo Di Giacomo, Klaudia Jarocka, Ewa Kaletyn, Konrad Klee, Marcin Kołacz,
Ewa Pawińska, Sławomir Włodarczyk.

Realizacja projektu graficznego: Dorota Sameć. **Fotoedycja:** Beata Chromik, Katarzyna Iwan-Malawska.

Nowa Era Sp. z o.o.
Aleje Jerozolimskie 146 D, 02-305 Warszawa
www.nowaera.pl, e-mail: nowaera@nowaera.pl, tel. 801 88 10 10

Druk i oprawa: LSC Communications Europe

Jak korzystać z podręcznika

Oznaczenia stosowane w podręczniku



doświadczenia chemiczne do wykonania wyłącznie przez nauczyciela

Doświadczenie

doświadczenia wyróżnione kolorem pomarańczowym uwzględnione w podstawie programowej



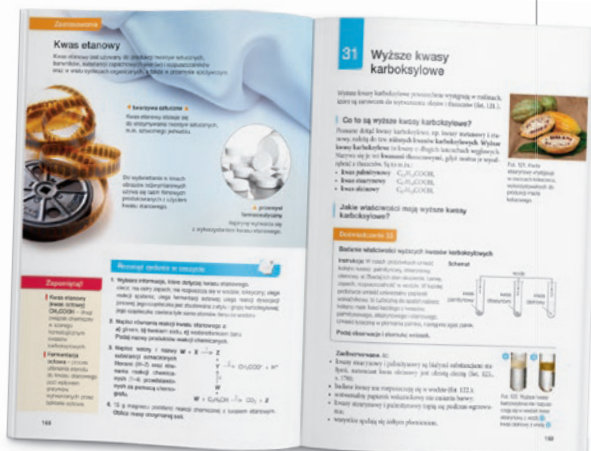
substancje o niebezpiecznych właściwościach oznaczono znakami BHP



zadania do rozwiązania w zeszycie



ważne informacje, dotyczące m.in. zasad BHP



Potrzebujesz tłumaczenia krok po kroku?

- **Przeczytaj – zrozumiesz!** – procesy wyjaśnione krok po kroku, przedstawione w postaci infografik
- **Przykłady** – rozwiązania zadań problemowych i obliczeniowych wyjaśnione krok po kroku
- **Podobieństwa i różnice** – wskazanie cech wspólnych i różnic (np. związków chemicznych czy pojęć)

Chcesz sprawdzić wiadomości i poćwiczyć umiejętności?

- **Rozwiąż zadania w zeszycie** – zadania do tematu
- **Sprawdź, czy wiesz... Sprawdź, czy umiesz...** – zadania do działu

Szukasz tego, co najważniejsze?

- **Skojarz i zapamiętaj!** – krótkie informacje ułatwiające zapamiętanie ważnych treści
- **Zapamiętaj!** – definicje nowych pojęć, które pojawiły się w temacie
- **Podsumowanie** – najważniejsze treści w całym dziale w formie pytań i odpowiedzi

Chcesz wiedzieć więcej?

- **Chemia wokół nas** – wyjaśnienia reakcji i zjawisk zachodzących w najbliższym otoczeniu
- **Dla ciekawych** – informacje i zadania poszerzające wiedzę

Spis treści

Tlenki i wodorotlenki – związki chemiczne poznane w klasie 7. Powtórzenie	6
Regulamin pracowni chemicznej i oznaczenia BHP	12

Kwasy

1. Wzory i nazwy kwasów	14
2. Kwasy beztlenowe	17
3. Kwas siarkowy(VI) i kwas siarkowy(IV) – kwasy tlenowe siarki	23
4. Przykłady innych kwasów tlenowych	31
5. Proces dysocjacji jonowej kwasów	40
6. Porównanie właściwości kwasów	45
7. Odczyn roztworu – skala pH	51
Podsumowanie	56
Sprawdź, czy wiesz... Sprawdź, czy umiesz... ..	58

Sole

8. Wzory i nazwy soli	60
9. Proces dysocjacji jonowej soli	64
10. Reakcje zobojętniania	69
11. Reakcje metali z kwasami	73
12. Reakcje tlenków metali z kwasami	77
13. Reakcje wodorotlenków metali z tlenkami niemetalu	79
14. Reakcje strącaniowe	80
15. Inne reakcje otrzymywania soli	83
16. Porównanie właściwości soli i ich zastosowań	85
Podsumowanie	94
Sprawdź, czy wiesz... Sprawdź, czy umiesz... ..	96

Związki węgla z wodorem

17. Naturalne źródła węglowodorów	98
18. Szereg homologiczny alkanów	103
19. Metan i etan	108
20. Porównanie właściwości alkanów i ich zastosowań	113
21. Szereg homologiczny alkenów. Eten	119
22. Szereg homologiczny alkinów. Etyn	126
23. Porównanie właściwości alkanów, alkenów i alkinów	131
Podsumowanie	134
Sprawdź, czy wiesz... Sprawdź, czy umiesz... ..	136

Pochodne węglowodorów

24. Szereg homologiczny alkoholi	138
25. Metanol i etanol – alkohole monohydroksylowe	142
26. Glicerol – alkohol polihydroksylowy	150
27. Porównanie właściwości alkoholi	154
28. Szereg homologiczny kwasów karboksylowych	157

29. Kwas metanowy	161
30. Kwas etanowy	164
31. Wyższe kwasy karboksylowe	169
32. Porównanie właściwości kwasów karboksylowych	174
33. Estry	177
34. Aminokwasy	182
Podsumowanie	186
Sprawdź, czy wiesz... Sprawdź, czy umiesz... ..	188

Substancje o znaczeniu biologicznym

35. Tłuszcze	190
36. Białka	196
37. Sacharydy	202
38. Glukoza i fruktoza – monosacharydy	204
39. Sacharoza – disacharyd	208
40. Skrobia i celuloza – polisacharydy	212
Podsumowanie	218
Sprawdź, czy wiesz... Sprawdź, czy umiesz... ..	220

Spojrzenie w przeszłość – projekty edukacyjne

Wybitne osiągnięcia w chemii – laureaci Nagrody Nobla	222
Wkład Polaków w rozwój chemii	224
Historia odkrycia materiałów pirotechnicznych i wybuchowych	226

Tabele

Właściwości wybranych pierwiastków chemicznych	228
Właściwości fizyczne wybranych związków nieorganicznych	229
Właściwości fizyczne wybranych związków organicznych	230
Najważniejsze grupy węglowodorów i ich wybranych pochodnych	231
Nazwy i wzory grup alkilowych	231
Najważniejsze zastosowania wybranych związków nieorganicznych	232
Najważniejsze zastosowania wybranych związków organicznych	234
Krzywe rozpuszczalności substancji stałych	236
Krzywe rozpuszczalności gazów	237
Elementy wyposażenia laboratorium chemicznego	238
Poznane rodzaje reakcji chemicznych	240
Reakcje charakterystyczne związków organicznych	247
Podsumowanie wiadomości. Substancje nieorganiczne	248
Podsumowanie wiadomości. Związki organiczne	250
Odpowiedzi do zadań	252
Bibliografia	256
Indeks	258

Co to są tlenki?

Tlenki to związki chemiczne tlenu z innymi pierwiastkami chemicznymi. Pierwiastek chemiczny to substancja prosta, której nie można rozłożyć na substancje prostsze. Natomiast związek chemiczny to substancja złożona z co najmniej dwóch różnych, połączonych ze sobą trwale pierwiastków chemicznych.

Jaki rodzaj wiązania występuje w tlenkach?

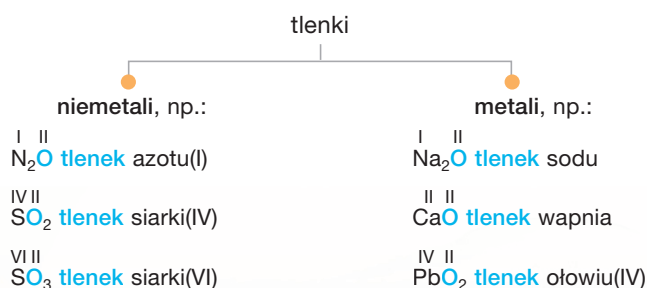
Rodzaj wiązania w tlenku można ustalić na podstawie różnicy elektroujemności pierwiastków chemicznych, które go tworzą.

↑
1,7 — wiązanie jonowe
— wiązanie kowalencyjne
↓
różnica elektroujemności

Rodzaj wiązania w tlenku a różnica elektroujemności

Symbol chemiczny pierwiastka	0,9 11 Na sód	1,2 12 Mg magnez	1,5 13 Al glin	3,0 7 N azot	2,1 15 P fosfor	3,0 17 Cl chlor
Różnica elektroujemności w tlenku	2,6	2,3	2,0	0,5	1,4	0,5
Rodzaj wiązania w tlenku	jonowe			kowalencyjne spolaryzowane		

Jakie są rodzaje tlenków?



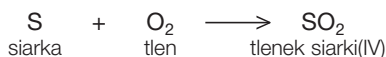
! Tlen w tlenkach przyjmuje wartościowość II.

Jak tworzy się nazwy tlenków?

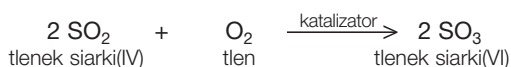
W nazwie systematycznej tlenku, po słowie **tlenek**, należy podać nazwę pierwiastka chemicznego łączącego się z tlenem. Jeśli pierwiastek ten tworzy kilka tlenków, należy podać jego wartościowość, np.: tlenek żelaza(II) – FeO, tlenek żelaza(III) – Fe₂O₃.

W jaki sposób można otrzymać tlenki?

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



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



Co to są katalizatory?

Katalizatory to substancje, które zwiększają szybkość reakcji chemicznej. Jako katalizatory są stosowane niektóre tlenki, np.: tlenek cynku ZnO, tlenek manganu(IV) MnO₂, tlenek chromu(III) Cr₂O₃.

Co to są elektrolity?

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

Które tlenki metali, reagując z wodą, tworzą wodorotlenki?

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

1	2																	18
2																		
3																		
4																		
5																		
6																		
7																		

Związkiem chemicznym tworzącym piasek jest tlenek krzemu(IV) SiO₂.

Co to są wodorotlenki?

Wodorotlenki to związki chemiczne o wzorze ogólnym $\overset{n}{M}(\text{OH})_n^1$, zbudowane z kationów metalu i anionów wodorotlenkowych. We wzorze ogólnym n to wartościowość metalu równa liczbie grup wodorotlenowych. Wartościowość grupy wodorotlenowej wynosi 1.

Jak tworzy się nazwy wodorotlenków?

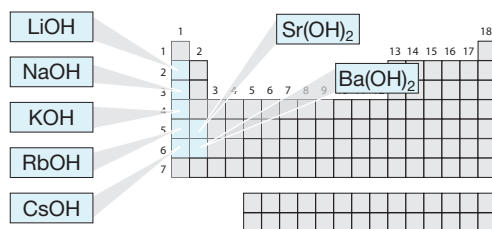
Nazwa każdego wodorotlenku rozpoczyna się od słowa **wodorotlenek** i kończy **nazwą metalu** występującego w cząsteczce wodorotlenku. Jeżeli metal tworzy kilka wodorotlenków, to w ich nazwach podaje się wartościowość tego metalu w danym wodorotlenku, np.: $\text{Fe}(\text{OH})_3$ – **wodorotlenek żelaza(III)**.

Wzory i nazwy wybranych wodorotlenków

Wzór sumaryczny wodorotlenku	Nazwa wodorotlenku
NaOH	wodorotlenek sodu
KOH	wodorotlenek potasu
Ca(OH) ₂	wodorotlenek wapnia
Al(OH) ₃	wodorotlenek glinu
Cu(OH) ₂	wodorotlenek miedzi(II)

Co to są zasady?

Zasady to wodorotlenki rozpuszczalne w wodzie – wodorotlenki metali 1. grupy i wodorotlenki niektórych metali 2. grupy układu okresowego pierwiastków chemicznych.
Do zasad zalicza się też zasadę amonową $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$.



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

Co to jest zasada amonowa?

Zasada amonowa to substancja różniąca się od innych zasad tym, że nie zawiera kationów metalu. Powstaje przez rozpuszczenie amoniaku w wodzie i jest potocznie nazywana wodą amoniakalną.

Amoniak NH_3 jest bezbarwnym gazem o ostrym zapachu, który w przyrodzie powstaje w wyniku gnicia substancji białkowych. Amoniak należy do **wodorków** niemetalu.

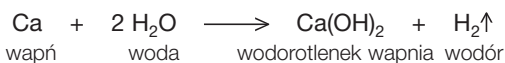
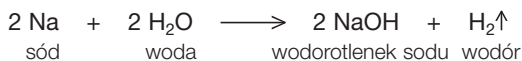
kationy aniony	NH_4^+	Li^+	Na^+	K^+
OH^-	R	R	R	R

R – substancja dobrze rozpuszczalna w wodzie

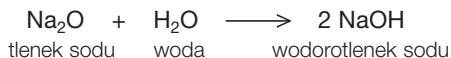
W jaki sposób można otrzymać wodorotlenki?

Wodorotlenki otrzymuje się w reakcjach chemicznych:

metal aktywny + woda \longrightarrow wodorotlenek + wodór

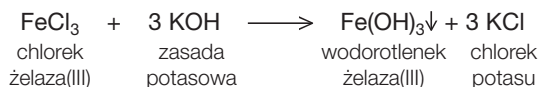
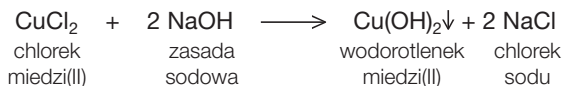


tlenek metalu aktywnego + woda \longrightarrow wodorotlenek



Wodorotlenki praktycznie nierozpuszczalne w wodzie można otrzymać w reakcji chemicznej:

sól 1 + zasada \longrightarrow wodorotlenek↓ + sól 2
rozpuszczalna w wodzie praktycznie nierozpuszczalny w wodzie



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

Wodorotlenek sodu

Biała substancja stała, dobrze rozpuszczalna w wodzie (podczas rozpuszczania wydzielają się ciepło).
Ma właściwości higroskopijne.

Przykłady zastosowań



przemysł chemiczny (produkcja środków czystości, np. mydła, produkcja barwników, szkła wodnego, celulozy)



NaOH
wodorotlenek sodu

Wodorotlenek potasu

Biała substancja stała, dobrze rozpuszczalna w wodzie (podczas rozpuszczania wydzielają się ciepło).
Ma właściwości higroskopijne.

Przykłady zastosowań



przemysł kosmetyczny (mydła i kosmetyki w płynie)



przemysł spożywczy (produkcja wyrobów kakaowych i czekolady)



przemysł elektroniczny (akumulatory nikielowo-kadmowe)



KOH
wodorotlenek potasu

Wodorotlenek wapnia

Biała substancja stała, trudno rozpuszczalna w wodzie.

Przykłady zastosowań



przemysł spożywczy (produkcja cukru)



budownictwo (zaprawa wapienna)



ogrodnictwo (bielenie drzew)



Ca(OH)₂
wodorotlenek wapnia

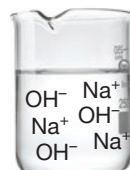
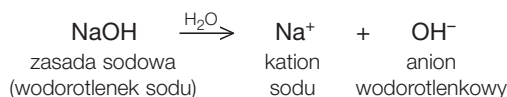
Roztwory wodne wodorotlenków przewodzą prąd elektryczny, czyli są elektrolitami.



Co to jest dysocjacja jonowa?

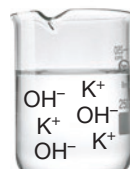
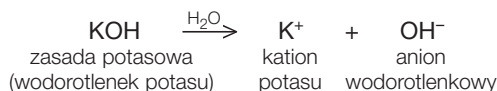
Dysocjacja jonowa (dysocjacja elektrolityczna) to rozpad elektrolitów na jony dodatnie (kationy) i jony ujemne (aniony) pod wpływem cząsteczek wody.

Zasada sodowa dysocjuje na kationy sodu i aniony wodorotlenkowe:



roztwór
wodorotlenku
sodu

Zasada potasowa dysocjuje na kationy potasu i aniony wodorotlenkowe:



roztwór
wodorotlenku
potasu

Zasada amonowa dysocjuje na kationy amonu i aniony wodorotlenkowe:



Co to są wskaźniki?

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

Jak zmienia się barwa wskaźników w zależności od odczynu roztworu?

Odczyn kwasowy



Uniwersalny papierek wskaźnikowy przyjmuje barwy od pomarańczowej do czerwonej.



Czerwona barwa oranżu metylowego wskazuje na obecność kwasu.

Odczyn obojętny



Uniwersalny papierek wskaźnikowy ma barwę żółtą.



Roztwór fenoloftaleiny jest bezbarwny.



Roztwór oranżu metylowego jest pomarańczowy.

Odczyn zasadowy



Uniwersalny papierek wskaźnikowy przyjmuje barwy od zielonej do granatowej.



Malinowa barwa fenoloftaleiny wskazuje na obecność zasady.

W jaki sposób wykryć obecność wodorotlenku w roztworze?

Obecność wodorotlenku w roztworze można wykryć za pomocą wskaźników. W roztworach wodnych wodorotlenków wskaźniki zmieniają barwę. Fenoloftaleina barwi się na malinowo, a uniwersalne papierki wskaźnikowe przyjmują kolory od zielonego do granatowego.

Błękitny kolor kwiatów chabra bławatka świadczy o odczynie zasadowym gleby.



Regulamin pracowni chemicznej i oznaczenia BHP

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

- Wszystkie doświadczenia chemiczne należy wykonywać wyłącznie na polecenie nauczyciela.
- Przed wykonaniem doświadczenia chemicznego na polecenie nauczyciela należy założyć fartuch i okulary ochronne, a jeśli to konieczne – rękawice ochronne.
- Doświadczenia chemiczne należy przeprowadzać według instrukcji zamieszczonej w podręczniku lub podanej przez nauczyciela.
- Wszystkie substancje stosowane do eksperymentów należy traktować jako potencjalnie trucizny: nie wolno ich dotykać, sprawdzać smaku ani zapachu.
- Na polecenie nauczyciela można sprawdzić zapach substancji, kierując jej parę ruchem wachlującym dłoni w stronę nosa.
- Podczas ogrzewania substancji w probówce należy skierować jej wylot w stronę, gdzie nikogo nie ma, i delikatnie nią poruszać.
- Należy zachować szczególne środki ostrożności podczas pracy z substancjami oznaczonymi znakami ostrzegawczymi w postaci piktogramów.



Zagrożenia fizykochemiczne



substancje
wybuchowe



substancje
łatwopalne



substancje
utleniające



gazy
pod ciśnieniem



substancje
korodujące metale

Zagrożenia dla zdrowia



substancje
toksyczne



substancje
drażniące



substancje
rakovotwórcze,
mutagenne



substancje
żrące

Zagrożenia dla środowiska



substancje niebezpieczne
dla środowiska



Kwasy

1. Wzory i nazwy kwasów

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

2. Kwasy beztlenowe

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

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

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

4. Przykłady innych kwasów tlenowych

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

5. Proces dysocjacji jonowej kwasów

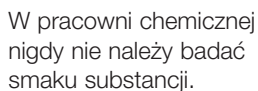
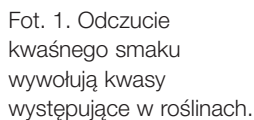
Cele lekcji: Omówienie procesu dysocjacji jonowej kwasów. Zapisywanie równań reakcji dysocjacji jonowej kwasów. Definiowanie kwasów zgodnie z teorią Arrheniusa.

6. Porównanie właściwości kwasów

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

7. Odczyn roztworu – skala pH

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



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

Jak rozpoznać kwasy w pracowni chemicznej?

W pracowni chemicznej obecność kwasu można wykryć za pomocą wskaźników, np. oranżu metylowego. W roztworach kwasów oranż metylowy barwi się na czerwono, a uniwersalny papier wskaźnikowy przyjmuje barwy od pomarańczowej do czerwonej (fot. 2.).



Chemia wokół nas

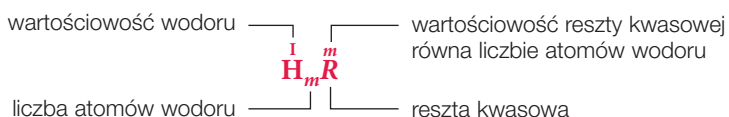
Wywar z czerwonej kapusty to naturalny wskaźnik, który świetnie się sprawdzi przy identyfikacji kwasów w pracowni chemicznej (fot. 3.).

Fot. 3. Barwy wywaru z czerwonej kapusty w roztworach o różnych odczynach.

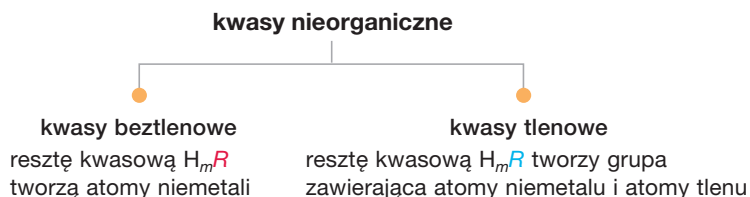


Jak zapisać wzór ogólny kwasów?

Cząsteczki kwasów są zbudowane z wodoru i reszty kwasowej:



Jak można podzielić kwasy nieorganiczne?



Pierwiastki chemiczne tworzące **kwasy beztlenowe**

Jak tworzy się nazwy i wzory kwasów tlenowych oraz beztlenowych?

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

HCl
kwas chlorowodorowy

H_2S
kwas siarkowodorowy

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

H_2CO_3
kwas węglowy

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

H_2SO_3
kwas siarkowy(IV)

H_2SO_4
kwas siarkowy(VI)

Wybrane pierwiastki chemiczne tworzące **kwasy tlenowe**

Tabela 1. Wzory i nazwy wybranych kwasów beztlenowych i tlenowych

Rodzaj kwasu	Wzór sumaryczny	Nazwa kwasu
kwas beztlenowy	HCl	kwas chlorowodorowy
kwas beztlenowy	H_2S	kwas siarkowodorowy
kwas tlenowy	H_2SO_4 ^{VI}	kwas siarkowy(VI)
kwas tlenowy	H_2SO_3 ^{IV}	kwas siarkowy(IV)
kwas tlenowy	HNO_3 ^V	kwas azotowy(V)
kwas tlenowy	H_2CO_3	kwas węglowy
kwas tlenowy	H_3PO_4 ^V	kwas fosforowy(V)

Przykład 1

Jak ustalić nazwę kwasu na podstawie jego wzoru sumarycznego?

Krok 1

Określ wartościowość reszty kwasowej w tym kwasie.

Podaj nazwę kwasu o wzorze sumarycznym HNO_3 .



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



Krok 2

Określ wartościowość pierwiastków chemicznych w reszcie kwasowej.



Wartościowość azotu oblicza się następująco: $x = 3 \cdot II - I$

$$x = V$$

Wartościowość azotu wynosi V:



Krok 3

Podaj nazwę kwasu.

Azot może przyjmować różne wartościowości w związkach chemicznych, zatem jego wartościowość należy uwzględnić w nazwie.
Nazwa kwasu: kwas azotowy(V)

Zapamiętaj!

- Kwasy** – związki chemiczne, których cząsteczki są zbudowane z atomów wodoru i reszty kwasowej.
- Reszta kwasowa** – atom lub grupa atomów znajdujące się w cząsteczce każdego kwasu obok atomów wodoru.
- Kwas beztlenowy** – kwas, którego cząsteczka nie zawiera atomów tlenu.
- Kwas tlenowy** – kwas, którego cząsteczka zawiera atomy tlenu.

Rozwiąż zadania w zeszycie



1. Wybierz wzory sumaryczne kwasów.
 CuO , HBr , CaCO_3 , H_2S , Al(OH)_3 , H_3PO_4 , ZnCl_2 , HClO_3 , Fe(OH)_2 , HCl
2. Wskaż wzory sumaryczne kwasów beztlenowych.
 HBr , H_2SiO_3 , H_3BO_3 , HI , HClO_4 , H_3AsO_4 , HCN , H_2S , HIO , HF
3. Przepisz wzory sumaryczne kwasów, podkreśl reszty kwasowe i określ ich wartościowość.
 HF , HNO_2 , H_4SiO_4 , HBr , HClO , H_2SeO_4 , HCN , HIO_3 , H_3PO_3 , $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$
4. Pewien pierwiastek chemiczny E tworzy kwas o wzorze H_2EO_n i masie cząsteczkowej 82 u. Zawartość procentowa (procent masowy) tlenu w tym kwasie wynosi 58,5%. Napisz wzór sumaryczny i nazwę tego kwasu.

Dla dociekliwych

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

Jeden z kwasów beztlenowych – **kwask chlorowodorowy** – jest składnikiem soku żołądkowego ssaków (fot. 4.). Odgrywa on ważną rolę w procesie trawienia, a także zabija bakterie chorobotwórcze i inne drobnoustroje znajdujące się w pokarmie. Nadmiar tego kwasu jest przyczyną „nadkwasoty”, a niedobór – „niedokwasoty”.

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



Fot. 4. Kwask chlorowodorowy jest jednym z najważniejszych składników soku żołądkowego.

I Jak otrzymać kwask chlorowodorowy?

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

Doświadczenie 1



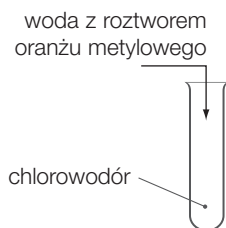
Otrzymywanie kwasu chlorowodorowego przez rozpuszczenie chlorowodoru w wodzie

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

Podaj obserwacje i sformułuj wniosek.

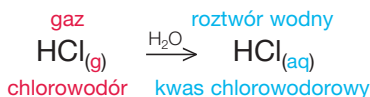
Potrzebny do doświadczenia chlorowódor nauczyciel powinien otrzymać w reakcji chlorku sodu ze stężonym roztworem kwasu siarkowego(VI).

Schemat

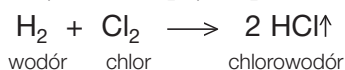


Zaobserwowano, że pod wpływem chlorowodoru zawartość probówki barwi się na czerwono (fot. 5.).

Na podstawie obserwacji można sformułować **wniosek**, że chlorowódor rozpuszcza się w wodzie, tworząc kwask chlorowodorowy:



Chlorowódor potrzebny do przeprowadzenia doświadczenia 1. można też otrzymać w reakcji syntezy wodoru i chloru. Równanie tej reakcji chemicznej ma następującą postać:



Chlorowódor można otrzymać również w reakcji stężonego roztworu kwasu siarkowego(VI) i soli kamiennej. Od nazwy tego substratu pochodzi często stosowana, potoczna nazwa kwasu chlorowodorowego – **kwask solny**.



Fot. 5. Czerwona barwa oranżu metylowego świadczy o obecności kwasu.



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



Strzałka (↑), np. przy $\text{HCl}\uparrow$, oznacza produkt gazowy.

Jak otrzymać kwas siarkowodorowy?

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

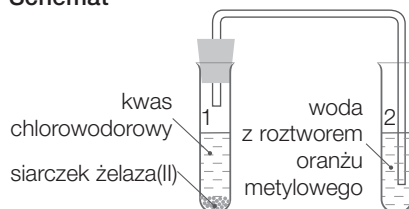
Doświadczenie 2



Otrzymywanie kwasu siarkowodorowego przez rozpuszczenie siarkowodoru w wodzie

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

Schemat



Podaj obserwacje i sformułuj wniosek.



Doświadczenie wykonaj pod wyciągiem (dygestorium). **Siarkowodór jest gazem silnie trującym.**

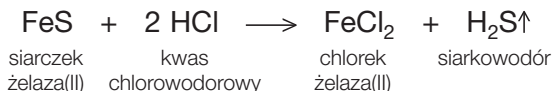


Fot. 6. Otrzymywanie kwasu siarkowodorowego – **czerwona barwa oranżu metylowego świadczy o obecności kwasu.**

Zaobserwowano, że woda z roztworem oranżu metylowego pod wpływem gazu zmienia barwę z żółtej na czerwoną (fot. 6.).

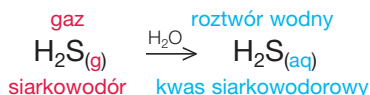
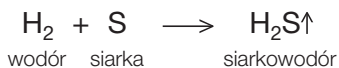
Na podstawie obserwacji można sformułować **wniosek**, że siarkowodór rozpuszcza się w wodzie, tworząc kwas. Powstał kwas siarkowodorowy.

W probówce 1. zaszła reakcja wymiany, którą można przedstawić równaniem:



Siarkowodór jest gazem trującym o bardzo nieprzyjemnym zapachu zgniłych jaj, dlatego zestaw laboratoryjny, w którym jest otrzymywany, musi być szczelnie zamknięty.

Siarkowodór, podobnie jak chlorowodór, można też otrzymać w reakcji syntezy wodoru i siarki. Zachodzi wówczas reakcja chemiczna, którą przedstawia równanie:



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

Jakie właściwości ma kwas chlorowodorowy?

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

Właściwości fizyczne

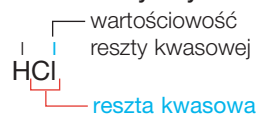
- ciecz
- bezbarwny
- stężony roztwór „dymi” w kontakcie z powietrzem
- stężony roztwór ma gęstość większą od gęstości wody

Właściwości chemiczne

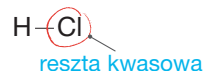
- stężony roztwór jest żrący



Wzór sumaryczny



Wzór strukturalny



Model cząsteczki $\text{HCl}_{(\text{g})}$



Modele atomów:



Stężony kwas chlorowodorowy niszczy tkaniny, papier, skórę, dlatego podczas jego używania należy zachować szczególną ostrożność.

W kontakcie z powietrzem „dymi”. Mgła unosząca się po otwarciu naczynia ze stężonym roztworem tego kwasu to drobne kropelki kwasu chlorowodorowego.

! Chlorowódor wydobywający się z naczynia łączy się z parą wodną z powietrza i tworzy kwas chlorowodorowy.

Maksymalne stężenie kwasu chlorowodorowego, jakie można uzyskać, to 38%.



Wodny roztwór chlorowodoru to **kwas chlorowodorowy**.

Dla dociekliwych

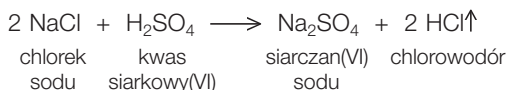
Mieszanie chloru i wodoru, potrzebną do otrzymania chlorowodoru w reakcji syntezy, należy przygotowywać w ciemności, gdyż światło słoneczne powoduje jej gwałtowną samoistną eksplozję.

! Otrzymując chlorowódor w reakcji syntezy wodoru z chlorem, trzeba zachować szczególną ostrożność, gdyż zarówno Cl_2 , jak i powstający $\text{HCl}_{(\text{g})}$ są gazami trującymi.



$\text{Cl}_2, \text{HCl}_{(\text{g})}$

Na skalę przemysłową chlorowódor otrzymuje się podczas spalania wodoru w chlorze. Dawniej chlorowódor uzyskiwano w reakcji soli kamiennej ze stężonym roztworem kwasu siarkowego(VI). Zachodzi wówczas reakcja chemiczna:



Dostępny w sprzedaży kwas chlorowodorowy (kwas solny) o stężeniu około 38% ma często żółtą barwę. Powodują ją zanieczyszczenia, głównie jony żelaza(III).

Kwas solny o stężeniu około 0,4% jest składnikiem soku żołądkowego. Wypicie kwasu solnego o takim stężeniu spowodowałoby poparzenie przełyku, który – w przeciwieństwie do ścian żołądka – nie jest pokryty błoną śluzową.

Skojarz i zapamiętaj!



Wzór sumaryczny

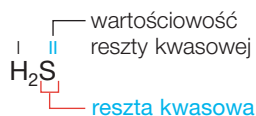
uwzględnia tylko rodzaj i liczbę atomów pierwiastka chemicznego w cząsteczce.



Wzór strukturalny

uwzględnia rodzaj, liczbę atomów pierwiastka chemicznego w cząsteczce oraz **rodzaj i liczbę wiązań**.

Wzór sumaryczny



Wzór strukturalny

Model cząsteczki $\text{H}_2\text{S}_{(\text{g})}$ 

Modele atomów:



Wodny roztwór siarkowodoru to **kwas siarkowodorowy**.

Jakie właściwości ma kwas siarkowodorowy?

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

Właściwości fizyczne

- ciecz
- bezbarwny

Właściwości chemiczne

- ostry zapach zgniłych jaj
- trujący



Siarkowodor, podobnie jak chlorowodor, łatwo łączy się z parą wodną z powietrza, tworząc kwas siarkowodorowy. Mimo że gęstość siarkowodoru jest większa od gęstości powietrza, nie wolno zbierać go w otwartym, stojącym naczyniu. Siarkowodor (o gęstości $1,410 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ w temperaturze 25°C) wypiera z naczynia powietrze (o gęstości $1,185 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ w temperaturze 25°C), co stanowi śmiertelne zagrożenie dla osoby wykonującej doświadczenia. Siarkowodor jest gazem trującym.

Chemia wokół nas

Siarkowodor to trujący gaz powstający podczas rozkładu szczątków organizmów. Ponieważ zalega nad powierzchnią m.in. szamb i zanieczyszczonych studni, przy ich oczyszczaniu mogą pracować wyłącznie wykwalifikowani pracownicy w maskach przeciwgazowych (fot. 7.). Zapach siarkowodoru można wyczuć nawet przy stężeniu mniejszym niż $0,001 \text{ mg}$ na 1 dm^3 powietrza, a przy stężeniu większym od $1,4 \text{ mg}$ na 1 dm^3 powietrza następuje śmiertelne zatrucie. Przy dużych stężeniach siarkowodoru jego zapach wydaje się mniej intensywny, ponieważ zostają porażone receptory węchu.



Fot. 7. Przy oczyszczaniu szamb i studni są zachowywane szczególne środki ostrożności.

Chlorowódór i kwas chlorowodorowy

Chlorowódór $\text{HCl}_{(g)}$ stosuje się przede wszystkim do produkcji kwasu chlorowodorowego $\text{HCl}_{(aq)}$, który jest jednym z najważniejszych surowców w przemyśle chemicznym. Wykorzystuje się go m.in. w obróbce metali, cukrownictwie i włókiennictwie.



▲ przemysł metalurgiczny

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



▲ przemysł tworzyw sztucznych

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

▼ przemysł chemiczny

Barwniki produkowane przy użyciu $\text{HCl}_{(aq)}$ są składnikami niektórych kosmetyków.



przemysł spożywczy ▲

$\text{HCl}_{(aq)}$ wykorzystuje się w procesie produkcji m.in. sztucznego miodu, cukru i przypraw do zup.

Siarkowódór i kwas siarkowodorowy

Kwas siarkowodorowy $\text{H}_2\text{S}_{(aq)}$ wykorzystuje się głównie jako odczynnik w laboratoriach do wykrywania kationów niektórych metali, np.: miedzi, cyny, ołowiu, rtęci.



◀ przemysł chemiczny

Siarkowódór jest stosowany do produkcji siarki.



medycyna ▲

W uzdrowiskach, np. w Szczawnicy i Krynicy-Zdroju, kwas siarkowodorowy jest składnikiem wód leczniczych.



◀ przemysł kosmetyczny

Kwas siarkowodorowy wykorzystuje się do produkcji depilatorów chemicznych.



Rozwiąż zadania w zeszycie

1. Wybierz informacje, które dotyczą:

- tylko chlorowodoru;
- tylko siarkowodoru;
- zarówno chlorowodoru, jak i siarkowodoru.

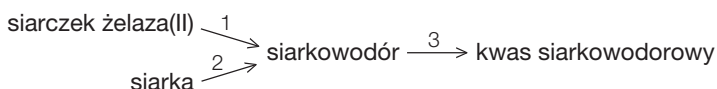
gaz, występuje w gazach wulkanicznych, łatwo łączy się z parą wodną, jest składnikiem niektórych wód mineralnych

2. Wybierz informacje, które dotyczą:

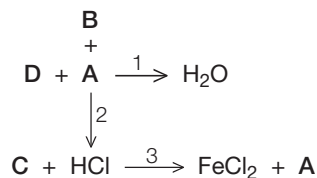
- tylko kwasu chlorowodorowego;
- tylko kwasu siarkowodorowego;
- zarówno kwasu chlorowodorowego, jak i kwasu siarkowodorowego.

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

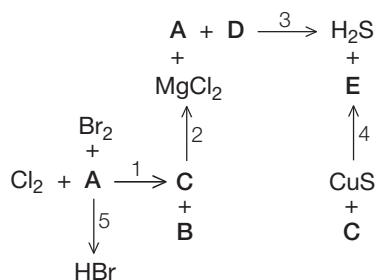
3. Napisz równania reakcji chemicznych oznaczonych na schemacie cyframi (1–3).



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



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



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

Dla ciekliwych

7. Podaj nazwy tlenowych kwasów chloru o podanych wzorach sumarycznych:

HClO_3 , HClO , HClO_4 , HClO_2 .

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

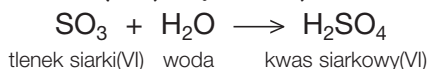
3

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

Źródłem prądu w samochodach (fot. 8.) jest akumulator ołowio-
wy, w którym elektrolitem jest roztwór kwasu siarkowego(VI).

Jak otrzymać kwas siarkowy(VI)?

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



Wartościowość niemetalu (w tym przypadku siarki) w tlenku niemetalu i w kwasie **jest zawsze taka sama**. Nie wszystkie tlenki niemetalu reagują z wodą. Tlenki niemetalu, które w reakcji z wodą tworzą kwasy, należą do **tlenków kwasowych**. Tlenek siarki(VI) SO_3 **jest tlenkiem kwasowym** kwasu siarkowego(VI).



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

tlenek kwasowy
VI II
 SO_3
tlenek siarki(VI)

Jak otrzymać kwas siarkowy(IV)?

Doświadczenie 3

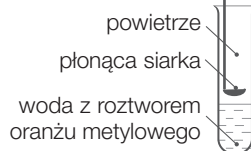


Otrzymywanie kwasu siarkowego(IV)

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

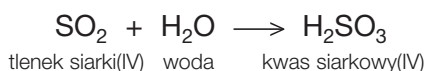
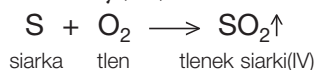
Podaj obserwacje i sformułuj wniosek.

Schemat



Zaobserwowano, że siarka spala się w powietrzu znajdującym się w probówce. Powstaje biały dym o ostrym zapachu. Woda z roztworem oranżu metylowego zmienia barwę z żółtej na czerwoną (fot. 9.).

Na podstawie obserwacji można sformułować **wniosek**, że siarka reaguje z tlenem, tworząc tlenek siarki(IV), który w reakcji z wodą tworzy kwas siarkowy(IV):



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

oranż metylowy
zmienia barwę
na czerwoną

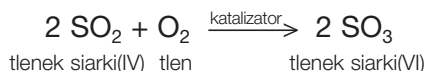


Fot. 9. Otrzymywanie kwasu siarkowego(IV).

tlenek kwasowy
IV II
 SO_2
tlenek siarki(IV)

Jak otrzymać tlenek kwasowy SO_3 ?

Tlenku siarki(VI), który reagując z wodą, tworzy kwas siarkowy(VI), nie można otrzymać w reakcji syntezy, czyli jak w przypadku tlenku siarki(IV) – spalając siarkę w tlenie. Tlenek SO_3 powstaje w reakcji, która zachodzi jedynie w obecności katalizatora (platyny lub tlenku wanadu(V) – V_2O_5):



Jakie właściwości ma kwas siarkowy(VI)?

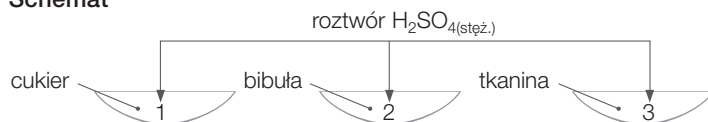
Doświadczenie 4



Badanie właściwości stężonego roztworu kwasu siarkowego(VI)

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

Schemat



Podaj obserwacje i sformułuj wniosek.



Fot. 10. Wpływ stężonego roztworu H_2SO_4 na cukier, bibułę i tkaninę.

Zaobserwowano, że cukier, bibuła i tkanina pod wpływem stężonego roztworu kwasu siarkowego(VI) czernieją (fot. 10.). Na tkaninie wypłukanej w wodzie widoczne są dziury w miejscach poddanych działaniu stężonego roztworu H_2SO_4 .

Na podstawie obserwacji można sformułować **wniosek**, że stężony roztwór kwasu siarkowego(VI) ma właściwości żrące i powoduje zwęglenie cukru, bibuły i tkaniny.

Chemia wokół nas

Powierzchnia skóry człowieka jest zawsze wilgotna. Żrące działanie stężonego roztworu kwasu siarkowego(VI) polega na tym, że kwas (substancja higroskopijna) pochłania wodę podczas kontaktu ze skórą, powodując jej ciężkie poparzenia, a nawet zwęglenie.

Doświadczenie 5



Rozcieńczanie stężonego roztworu kwasu siarkowego(VI)

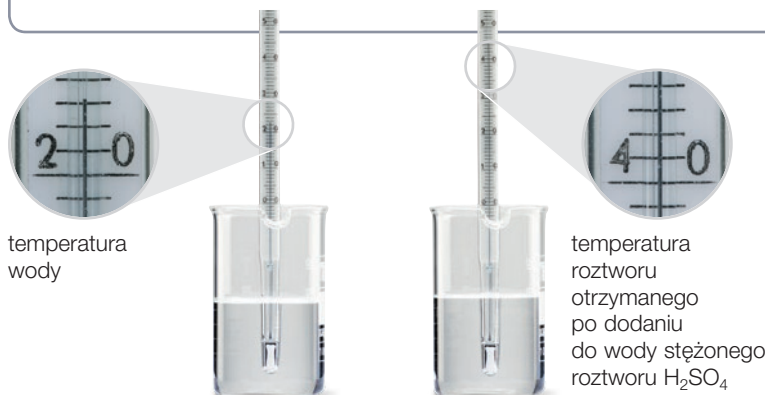
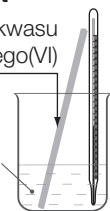
Instrukcja: Do dużej zlewki (około 400 cm³) nalej wody do $\frac{1}{3}$ objętości. Zmierz jej temperaturę. Odtóż termometr. Następnie bardzo ostrożnie, wlewając po bagietce, dodaj około 5 cm³ stężonego roztworu kwasu siarkowego(VI). Zamieszaj roztwór bagietką i ponownie zmierz temperaturę.

Podaj obserwacje i sformułuj wniosek.

Schemat

roztwór kwasu siarkowego(VI)

woda



Fot. 11. Rozcieńczanie stężonego roztworu kwasu siarkowego(VI).

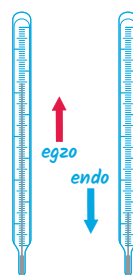
Zaobserwowano, że stężony roztwór kwasu siarkowego(VI), wla-ny do wody, spływa na dno zlewki. Po wymieszaniu powstaje kła-rowny, bezbarwny roztwór. Temperatura roztworu wzrasta (fot. 11.).

Na podstawie obserwacji można sformułować **wniosek**, że stężo-ny roztwór kwasu siarkowego(VI) (98-procentowy) ma gęstość więk-szą od gęstości wody. **Rozcieńczanie roztworu H₂SO₄ zachodzi z wydzielaniem energii**. Jest to więc zjawisko egzoenergetyczne, a ponieważ energia wydzielana jest jedynie na sposób ciepła, zali-cza się je do **zjawisk egzotermicznych**.

Podczas rozcieńczania stężonego roztworu H₂SO₄ należy zacho-wać szczególną ostrożność i zawsze wlewać **kwas do wody**.

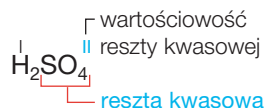
Stężony roztwór H₂SO₄ zwęгла substancje organiczne (np. białko, bibułę) oraz skórę, pochłaniając wodę z ich cząsteczek, gdyż jest silnie higroskopijny.

Skojarz i zapamiętaj!

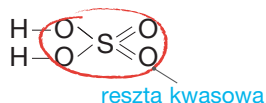


Zjawisko egzotermiczne – temperatura wzrasta.

Wzór sumaryczny



Wzór strukturalny



Model cząsteczki



Modele atomów:

Właściwości H₂SO₄(stęż.)

Właściwości fizyczne

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

Właściwości chemiczne

- bezwonny
- żrący
- zwęгла substancje organiczne



Jakich zasad trzeba przestrzegać, aby bezpiecznie posługiwać się kwasami?

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

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

! Nie należy zbliżać do twarzy naczyń z badaną substancją.

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

na koniec pipety zakłada się gumową ssawkę i pobiera ciecz, kontrolując jej objętość na skali zamieszczonej na pipecie



! Kwas
wlewa się
do wody.

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

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



3. rozcieńczanie roztworu

Stężony roztwór kwasu siarkowego(VI) należy wlewać do wody powoli, po łyżeczce. Jeśli postąpimy odwrotnie – czyli wlejemy wodę (substancję o mniejszej gęstości) do stężonego roztworu H_2SO_4 – proces przekazywania energii zajdzie wyłącznie na powierzchni zetknięcia się wody ze stężonym roztworem kwasu. Woda zacznie wrzeć, a krople roztworu kwasu wraz z wodą wyprysną poza naczynie. Jest to bardzo niebezpieczne, ponieważ grozi poparzeniem.

Jakie właściwości ma kwas siarkowy(IV)?

Doświadczenie 6



Rozkład kwasu siarkowego(IV)

Instrukcja: Do probówki z kwasem siarkowym(IV), otrzymanym w doświadczeniu 3. (s. 23), dodaj kroplę roztworu oranżu metylowego i ogrzewaj w płomieniu palnika.

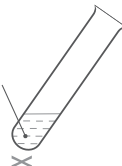
Podaj obserwacje i sformułuj wniosek.



Doświadczenie wykonaj pod wyciągiem (dygestorium).

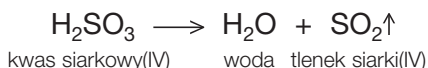
Schemat

kwas siarkowy(IV)
z roztworem
oranżu metylowego



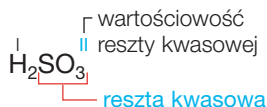
Zaobserwowano, że barwa roztworu kwasu z oranżem metylowym zmienia się z czerwonej na żółtą. Wyczuwalny jest charakterystyczny drażniący zapach.

Na podstawie obserwacji można sformułować **wniosek**, że kwas siarkowy(IV) jest nietrwały i rozkłada się z wydzielaniem tlenu siarki(IV). Tę reakcję chemiczną można przedstawić równaniem:

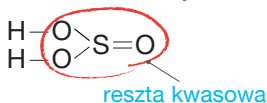


Przez odparowanie wody nie można więc otrzymać stężonego roztworu kwasu siarkowego(IV). Jego rozkład zachodzi nawet w temperaturze pokojowej, dlatego wyczuwa się zapach tlenu siarki(IV).

Wzór sumaryczny



Wzór strukturalny



Model cząsteczki



Modele atomów:



Właściwości H_2SO_3

Właściwości fizyczne

- ciecz
- bezbarwny

Właściwości chemiczne

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



Dla dociekliwych

Oprócz kwasów H_2SO_3 i H_2SO_4 istnieją również inne tlenowe kwasy siarki, np.: H_2SO_2 , $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$, $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_4$, $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_5$, $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$, $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_8$, H_2SO_5 .

Kwas siarkowy(VI)

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



▶ motoryzacja

Karoserie samochodów przed malowaniem oczyszcza się roztworem H_2SO_4 .



▲ tworzywa sztuczne

Włókno, do którego produkcji wykorzystuje się kwas siarkowy(VI), to sztuczny jedwab. Wytwarza się z niego najdelikatniejsze tkaniny. Niektóre z nich trudno odróżnić od tkanin z jedwabiu naturalnego.



◀ środki czystości

H_2SO_4 stosuje się do produkcji środków piorących i myjących.



◀ przemysł farmaceutyczny

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

Kwas siarkowy(IV)

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

▶ rolnictwo

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



▼ przemysł włókienniczy i papierniczy

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



◀ dezynfekcja

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

Dla ciekliwych

Oleum to roztwór SO_3 w bezwodnym kwasie siarkowym(VI). Jest gęstą, oleistą cieczą, silnie żrącą i trującą.

Jakie zastosowania ma tlenek siarki(IV)?

Tlenek siarki(IV) SO_2 jest trujący i działa silnie drażniąco na błony śluzowe, gdyż reaguje z wodą obecną na ich powierzchni.

Ma właściwości dezynfekujące, bakteriobójcze, grzybobójcze i wybielające – może odbarwiać zarówno tkaniny czy papier, jak i np. kwiaty (fot. 12.).



Fot. 12. Czerwona róża po umieszczeniu w zlewce z tlenkiem siarki(IV) traci kolor.

Rozwiąż zadania w zeszycie



1. Wybierz informacje, które dotyczą tylko:

a) kwasu siarkowego(IV); **b)** kwasu siarkowego(VI).

kwas tlenowy; ciecz; jego stężony roztwór jest cieczą silnie żrącą; łatwo ulega rozkładowi; ma właściwości bakteriobójcze i bielące; stosuje się go w przemyśle papierniczym; jego stężony roztwór jest silnie higroskopijny; zwęglą substancje organiczne

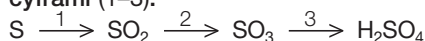
2. Wymień środki bezpieczeństwa, jakie należy zachować podczas rozcieńczania stężonych roztworów kwasów.

3. Wyjaśnij, co to znaczy, że kwas siarkowy(IV) jest kwasem nietrwałym.

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

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

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



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

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

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



Zapamiętaj!

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

Przykłady innych kwasów tlenowych

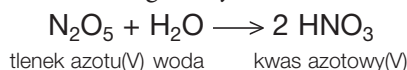
Kwasy tlenowe, m.in. azotowy(V) i fosforowy(V), są powszechnie wykorzystywane do produkcji nawozów sztucznych (fot. 13.), które dostarczają roślinom niezbędne do rozwoju pierwiastki chemiczne. Jeśli zawartość azotu w glebie jest niewystarczająca, wówczas rośliny przestają rosnąć i się rozwijać. Niedobór fosforu można rozpoznać po fioletowych przebarwieniach na łodygach i ogonkach liści.



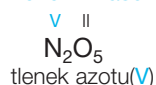
Fot. 13. Wieloskładnikowe nawozy sztuczne zawierają azot (N), fosfor (P) i potas (K), dlatego są nazywane nawozami NPK.

Jak otrzymać kwas azotowy(V)?

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



tlenek kwasowy



Dla ciekawych

Autorem jednej z przemysłowych metod wytwarzania kwasu azotowego(V) był **Ignacy Mościcki**. Użył do tego tlenków azotu otrzymanych z powietrza.

Jakie właściwości ma kwas azotowy(V)?

Doświadczenie 7

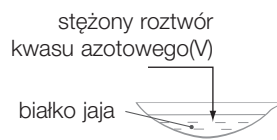


Działanie stężonego roztworu kwasu azotowego(V) na białko

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

Podaj obserwacje i sformułuj wniosek.

Schemat



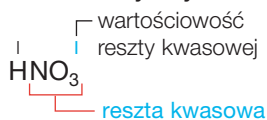
Zaobserwowano, że pod wpływem stężonego roztworu kwasu azotowego(V) białko przybiera intensywnie żółte zabarwienie (fot. 14.).

Na podstawie obserwacji można sformułować **wniosek**, że białko się ścina – zaszła reakcja charakterystyczna dla białek (patrz s. 198). Nosi ona nazwę **reakcji ksantoproteinowej** i jest wykorzystywana do identyfikacji białek.

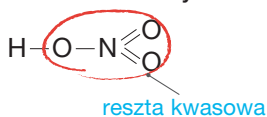


Fot. 14. Wpływ stężonego roztworu HNO_3 na białko.

Wzór sumaryczny



Wzór strukturalny



Model cząsteczki



Modele atomów:

Właściwości HNO₃(stęż.)

Właściwości fizyczne

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

Właściwości chemiczne

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



Stężony (68-procentowy) roztwór kwasu azotowego(V) powoduje żółknięcie piór (fot. 15.), wełny (fot. 145., s. 198) i skóry. Niszczy także tkanki organizmów, wywołując bardzo bolesne oparzenia.



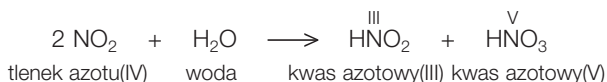
Fot. 15. Żółte zabarwienie pióra, powstające w wyniku działania stężonego roztworu HNO₃, to **reakcja ksantoproteinowa**. Jest to reakcja charakterystyczna białek (patrz s. 198), czyli pozwalająca na wykrycie tych związków chemicznych.

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

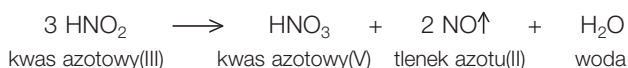
Dla dociekliwych

Metale szlachetne, np. złoto i platyna, ulegają działaniu **wody królewskiej** (łac. *aqua regia*), czyli mieszaniny 1 objętości stężonego roztworu kwasu azotowego(V) i 3 objętości stężonego kwasu chlorowodorowego.

Tlenek azotu(IV) NO₂ – rozpuszczony w wodzie – tworzy mieszaninę kwasów:



Kwas azotowy(III) HNO₂ jest kwasem nietrwałym, łatwo ulega reakcji rozkładu, którą przedstawia równanie:



Jak otrzymać kwas węglowy?

Doświadczenie 8



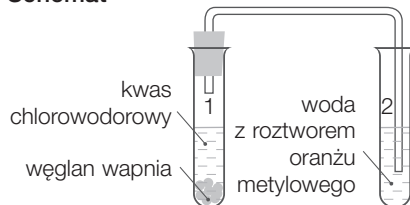
HCl

Otrzymywanie kwasu węglowego

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

Podaj obserwacje i sformułuj wniosek.

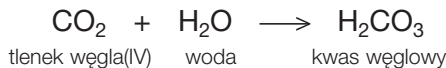
Schemat



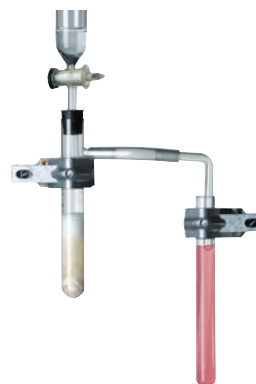
Zaobserwowano, że w probówce 1. zachodzi gwałtowny proces, a wydzielający się gaz powoduje zmianę barwy wody z dodatkiem oranżu metylowego z żółtej na czerwoną (fot. 16.).

Na podstawie obserwacji można sformułować **wniosek**, że tlenek węgla(IV) reaguje z wodą, tworząc kwas węglowy. O odczynie kwasowym roztworu świadczy czerwona barwa oranżu metylowego. **Tlenek węgla(IV) jest tlenkiem kwasowym** kwasu węglowego.

Przebieg reakcji chemicznej w probówce 2. przedstawia równanie:



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



Fot. 16. Otrzymywanie H_2CO_3 .

tlenek kwasowy

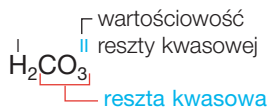
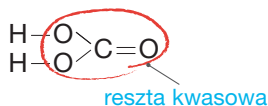
IV II
 CO_2
tlenek węgla(IV)

Chemia wokół nas

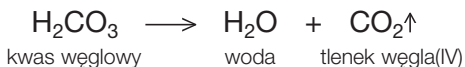
W 1776 roku szwedzki producent otworzył pierwszą fabrykę wód gazowanych. Napój uzyskiwano, przepuszczając przez wodę tlenek węgla(IV) otrzymywany z kwasu i sody, czyli wodorowęglanu sodu. Ze względu na sposób produkcji nazwano ten produkt **wodą sodową** (fot. 17.). Woda sodowa nie zawiera sodu, ale jej nazwa przetrwała.

Fot. 17. Obecnie wodę sodową, czyli roztwór kwasu węglowego, można otrzymać w warunkach domowych przez nasycenie wody tlenkiem węgla(IV).



Wzór sumaryczny**Wzór strukturalny****Jakie właściwości ma kwas węglowy?**

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



Nie można więc otrzymać stężonego roztworu H_2CO_3 .

Właściwości H_2CO_3 **Właściwości fizyczne**

- ciecz
- bezbarwny

Właściwości chemiczne

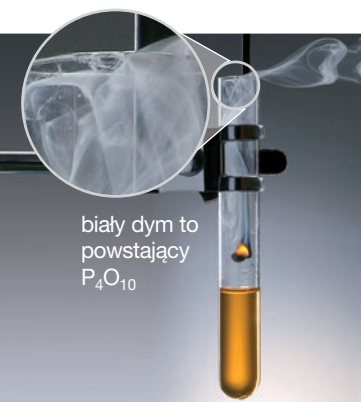
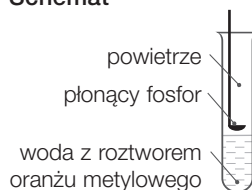
- bezwonny
- bardzo nietrwały – łatwo ulega reakcji rozkładu

! Rozpuszczalność gazów w wodzie zmniejsza się wraz ze wzrostem temperatury. Ciepła woda zawiera więc mniej rozpuszczonych gazów niż woda zimna.

Jak otrzymać kwas fosforowy(V)?**Doświadczenie 9****Otrzymywanie kwasu fosforowego(V)**

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

Podaj obserwacje i sformułuj wniosek.

Schemat

biały dym to powstający P_4O_{10}

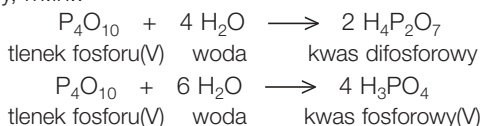
Fot. 18. Tlenek fosforu(V) powstaje w wyniku spalania fosforu czerwonego.

Zaobserwowano, że fosfor spala się żółtym płomieniem w powietrzu znajdującym się w probówce. Powstaje biały dym (fot. 18.) o charakterystycznym zapachu. Woda z roztworem oranżu metylowego zmienia barwę z żółtej na czerwoną (fot. 19., s. 35).

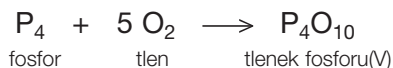
Na podstawie obserwacji można sformułować **wniosek**, że fosfor reaguje z tlenem, tworząc tlenek fosforu(V), który w reakcji z wodą tworzy kwas fosforowy(V).

Dla dociekliwych

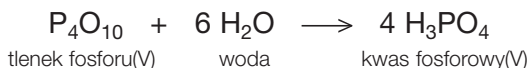
Istnieje wiele kwasów fosforu. Cząsteczka tlenku kwasowego P_4O_{10} może przyłączać różną liczbę cząsteczek wody, tworząc różne kwasy, m.in.:



Badania wykazały, że fosfor występuje w cząsteczkach czteroatomowych. Rzeczywisty skład tlenku fosforu(V) przedstawia wzór: P_4O_{10} , a reakcję spalania fosforu równanie:



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



Jakie właściwości ma kwas fosforowy(V)?

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

Właściwości H_3PO_4

Właściwości fizyczne

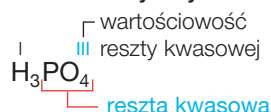
- substancja stała
- bezbarwny
- krystaliczny
- dobrze rozpuszcza się w wodzie

Właściwości chemiczne

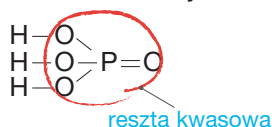
- stężony roztwór jest żrący



Wzór sumaryczny



Wzór strukturalny



Chemia wokół nas

Kwas fosforowy(V) jest składnikiem napojów typu cola. Jego inna nazwa to kwas ortofosforowy (można ją znaleźć na etykietach napojów). Ze względu na jego właściwości (H_3PO_4 rozpuszcza szkliwo zębów), a także dużą zawartość cukru picie napojów tego typu może się przyczynić do powstawania próchnicy zębów. Właściwości kwasu fosforowego(V) sprawiają, że zawierające go napoje są wykorzystywane jako odrdzewiacze (fot. 20.).

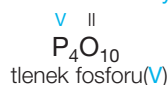


Fot. 20. Gwoździe można oczyścić z rdzy napojem typu cola.



Fot. 19. Czerwona barwa wody z oranżem metylowym świadczy o powstaniu kwasu fosforowego(V).

tlenek kwasowy



Model cząsteczki



Modele atomów:



Kwas azotowy(V)

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

◀ paliwa raketowe

Kwas azotowy(V) jest składnikiem paliw raketowych.

przemysł ▶ farmaceutyczny

W chorobach układu krążenia i serca jest stosowana nitrogliceryna – lek produkowany z wykorzystaniem HNO_3 .



produkcja perfum ▲

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

produkcja ▶ lakierów i farb do drewna



Kwas węglowy

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

▼ medycyna

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



▲ przemysł spożywczy

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

stomatologia ►

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



Kwas fosforowy(V)

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



▲ motoryzacja

H_3PO_4 jest składnikiem preparatów do czyszczenia obręczy (felg).



◀ przemysł spożywczy

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

nawozy sztuczne ►

Najbardziej znanym nawozem fosforowym jest superfosfat.

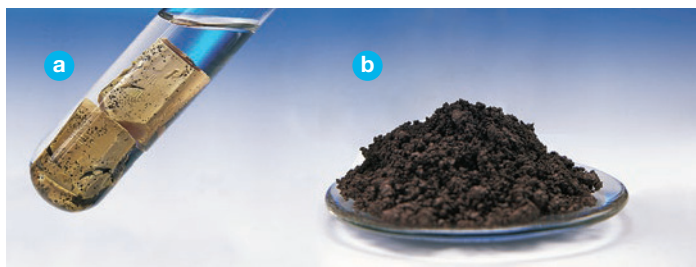


Dla dociekliwych

Fosfor występuje w czterech odmianach. Oprócz fosforu czerwonego (fot. 21.b) są jeszcze: fosfor fioletowy, fosfor czarny i fosfor biały (fot. 21.a).



Fosfor biały jest silnie trującą, miękką, woskową substancją, samozapalającą się w powietrzu i świecącą w ciemności.



Fot. 21. Fosfor biały (przechowywany pod wodą) **a** i fosfor czerwony **b** różnią się wyglądem i właściwościami.

Fosfor czerwony to jeden ze składników drasek znajdujących się na pudełkach zapalek. Fosfor biały jest wykorzystywany w przemyśle zbrojeniowym do produkcji bomb zapalających (fot. 22.) oraz zasłon dymnych.



Fot. 22. Bomby zapalające, które mają po wybuchu spowodować zapalenie się budynków, były stosowane podczas II wojny światowej. Wykorzystywali je Niemcy do bombardowań Londynu oraz Amerykanie podczas bombardowań Tokio i innych miast Japonii. Bomby zapalające wywoływały olbrzymie pożary.

Rozwiąż zadania w zeszycie



1. Wybierz informacje, które dotyczą:

- a) kwasu azotowego(V);
- b) kwasu węglowego;
- c) kwasu fosforowego(V).

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

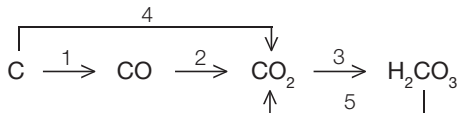
2. Wybierz tlenki kwasowe:

- a) kwasu azotowego(V);
- b) kwasu węglowego;
- c) kwasu fosforowego(V).

CO, N₂O, P₄O₁₀, NO, CO₂, N₂O₃, P₄O₆, N₂O₅

Napisz równania reakcji chemicznych wybranych tlenków z wodą.

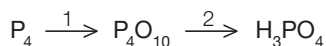
3. Napisz równania reakcji chemicznych oznaczonych na schemacie cyframi (1–5).



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

- a) H₂CO₃; HNO₃; H₃PO₄
- b) produkcja nawozów sztucznych; produkcja wody gazowanej; składnik paliw rakietowych; składnik preparatów stomatologicznych

5. Napisz równania reakcji chemicznych, które przedstawia schemat.

6. Wybierz wzory sumaryczne kwasów nietrwałych w temperaturze pokojowej: H₂SO₃, H₂SO₄, H₂CO₃, HNO₃, H₃PO₄. Uzasadnij swój wybór, pisząc odpowiednie równania reakcji chemicznych.

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

Dla dociekliwych

8. Wyjaśnij, co to jest woda królewska i jakie ma właściwości.

Zapamiętaj!

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

Proces dysocjacji jonowej kwasów



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

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

Jak są zbudowane cząsteczki kwasów?

Cząsteczka każdego kwasu zawiera:

- jeden lub więcej atomów wodoru,
- resztę kwasową.

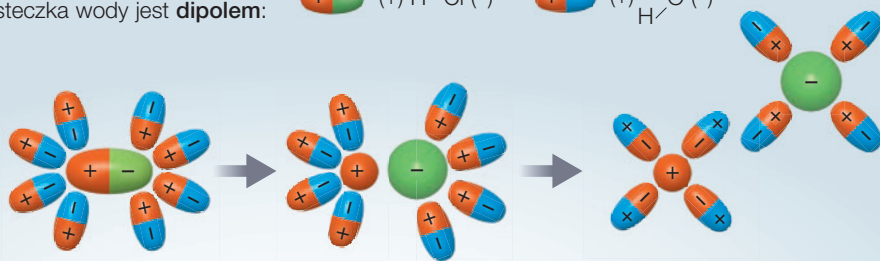
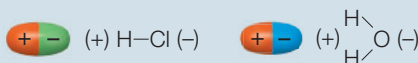
Podobne właściwości kwasów wynikają ze zbliżonej budowy ich cząsteczek.

Przeczytaj – zrozumiesz!

Na czym polega dysocjacja jonowa kwasów?

Cząsteczki elektrolitów pod wpływem cząsteczek wody ulegają rozpadowi na jony dodatnie (kationy) i jony ujemne (aniony). **Dysocjacja jonowa większości kwasów jest reakcją odwracalną**, tzn. że cząsteczki rozpadają się na jony, które mogą się łączyć, tworząc ponownie cząsteczki.

Cząsteczka chlorowodoru (gazu $\text{HCl}_{(g)}$) podobnie jak cząsteczka wody jest **dipolem**:



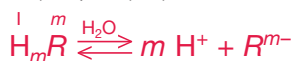
1. w roztworze wodnym cząsteczki H_2O zbliżają się do cząsteczek $\text{HCl}_{(g)}$ przeciwnie naładowanymi biegunami

2. pod wpływem cząsteczek H_2O wiązania w cząsteczce $\text{HCl}_{(g)}$ ulegają osłabieniu, a w końcu rozerwaniu

3. w kwasie chlorowodorowym $\text{HCl}_{(aq)}$, czyli wodnym roztworze $\text{HCl}_{(g)}$, występują jony H^+ i Cl^-

Jak zapisać ogólne równanie reakcji dysocjacji jonowej kwasów?

Ogólne równanie reakcji dysocjacji kwasów ma postać:



gdzie:

R – reszta kwasowa,

m – wartościowość reszty kwasowej równa liczbie atomów wodoru w cząsteczce kwasu.

Co to są kwasy?

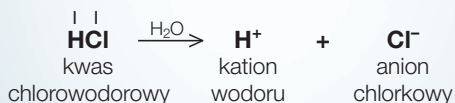
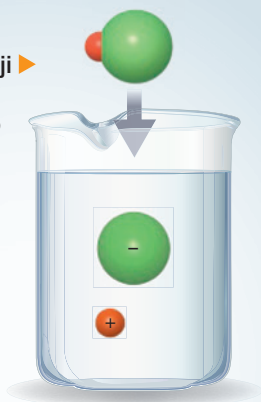
Kwasy są to substancje, które w roztworze wodnym dysocjują na kationy wodoru i aniony reszty kwasowej.

! Kwasy, których cząsteczki zawierają **więcej niż jeden atom wodoru, dysocjują stopniowo**. Nie wszystkie aniony powstałe w wyniku dysocjacji jonowej I stopnia ulegają dysocjacji II stopnia. **Sumaryczny zapis** równania reakcji dysocjacji **nie uwzględnia produktów dysocjacji stopniowej**, a jedynie końcowe produkty.

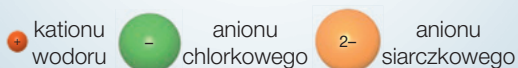
Jak zapisać równania reakcji dysocjacji jonowej kwasów beztlenowych?

! \rightleftharpoons oznaczenie reakcji odwracalnej

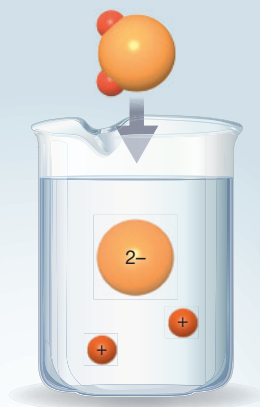
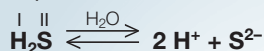
W wyniku dysocjacji \rightarrow jonowej kwasu chlorowodorowego powstają kationy wodoru i aniony chlorkowe, co przedstawia sumaryczny zapis:



Modele:

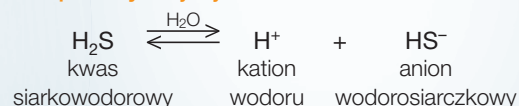


W wyniku dysocjacji \rightarrow jonowej kwasu siarkowodorowego powstają kationy wodoru i aniony siarczkowe, co przedstawia sumaryczny zapis:

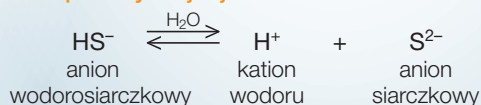


Reakcja dysocjacji jonowej kwasu siarkowodorowego przebiega dwustopniowo:

I stopień dysocjacji



II stopień dysocjacji



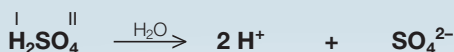
W roztworze kwasu siarkowodorowego znajdują się jony: H^+ , HS^- i S^{2-} .

Jak dysocjują kwasy tlenowe?

Aniony, które powstają w wyniku dysocjacji I stopnia ulegają kolejnym reakcjom. W roztworze występują również jony, które powstają w wyniku dalszej reakcji dysocjacji.

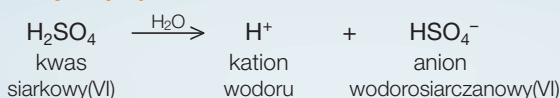
! \rightleftharpoons oznaczenie reakcji odwracalnej

▼ W wyniku dysocjacji jonowej **kwasy siarkowe(VI)** powstają kationy wodoru i aniony siarczanowe(VI), co przedstawia sumaryczny zapis:

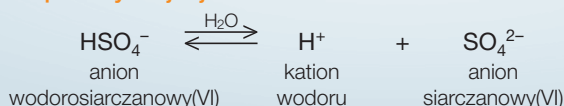


Reakcja dysocjacji jonowej tego kwasu przebiega dwustopniowo.

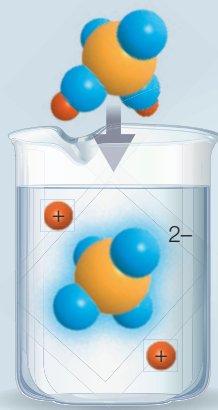
I stopień dysocjacji



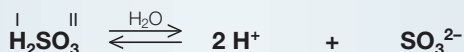
II stopień dysocjacji



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

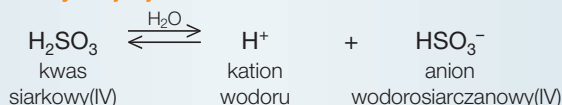


▼ W wyniku dysocjacji jonowej **kwasy siarkowe(IV)** powstają kationy wodoru i aniony siarczanowe(IV), co przedstawia sumaryczny zapis:

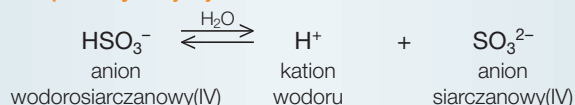


Reakcja dysocjacji jonowej tego kwasu przebiega dwustopniowo.

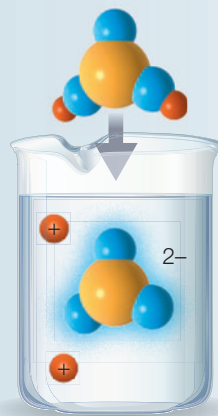
I stopień dysocjacji



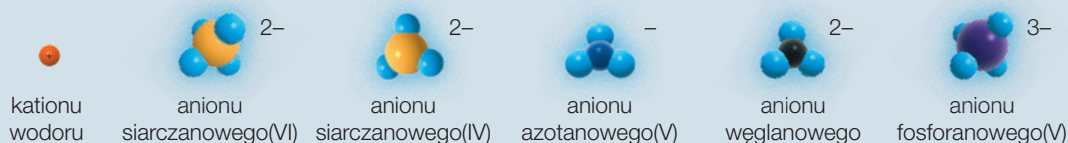
II stopień dysocjacji

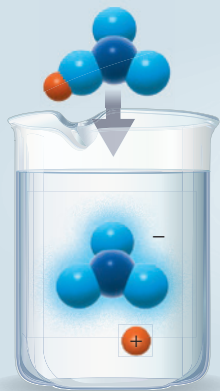


W roztworze H_2SO_3 znajdują się jony: H^+ , HSO_3^- i SO_3^{2-} .

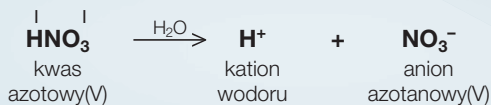


Modele:



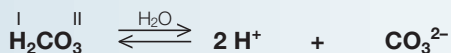


◀ W wyniku dysocjacji jonowej kwasu azotowego(V) powstają kationy wodoru i aniony azotanowe(V), co przedstawia sumaryczny zapis:



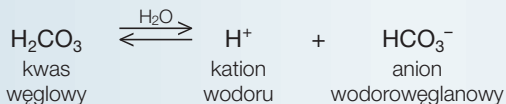
Reakcja dysocjacji jonowej tego kwasu przebiega jednostopniowo.

W wyniku dysocjacji jonowej kwasu węglowego powstają kationy wodoru i aniony węglanowe, co przedstawia sumaryczny zapis: ▶

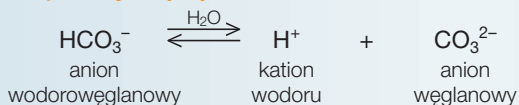


Reakcja dysocjacji jonowej tego kwasu przebiega dwustopniowo.

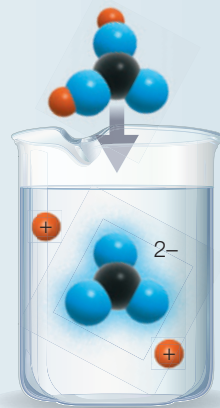
I stopień dysocjacji



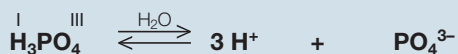
II stopień dysocjacji



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

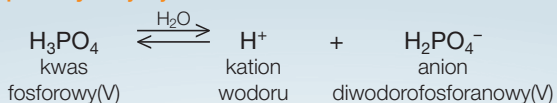


▼ W wyniku dysocjacji jonowej kwasu fosforowego(V) powstają kationy wodoru i aniony fosforanowe(V), co przedstawia sumaryczny zapis:

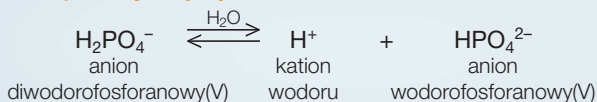


Reakcja dysocjacji jonowej tego kwasu przebiega trójstopniowo.

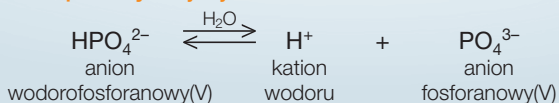
I stopień dysocjacji



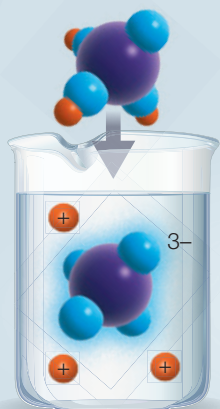
II stopień dysocjacji



III stopień dysocjacji



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



Dla dociekliwych

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

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

Od wartości stopnia dysocjacji zależy **moc elektrolitu**. Elektrolity dzieli się na **elektrolity mocne** (dysocjujące praktycznie w 100%) i **elektrolity słabe** (dysocjujące w nie więcej niż 30%).

Do elektrolitów mocnych należą m.in.:

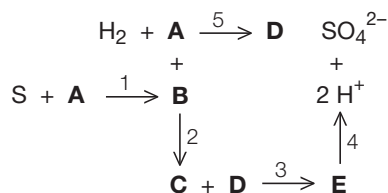
kwasy: kwas chlorowodorowy HCl, kwas azotowy(V) HNO₃, kwas siarkowy(VI) H₂SO₄, kwas chlorowy(VII) HClO₄, kwas chlorowy(V) HClO₃, kwas jodowodorowy HI, kwas bromowodorowy HBr.

Rozwiąż zadania w zeszycie



- Wyjaśnij, na czym polega proces dysocjacji jonowej kwasów.
- Napisz sumaryczne równania reakcji dysocjacji jonowej kwasów o podanych wzorach:
HI; HNO₃; HClO₄; H₂S₂O₃
Które z kwasów o podanych wzorach ulegają dysocjacji stopniowej? Napisz odpowiednie równania reakcji chemicznych.
- Zmieszano rozcieńczone roztwory dwóch kwasów: azotowego(V) i chlorowodorowego. Napisz wzory i nazwy jonów obecnych w tym roztworze.
- W roztworze znajdują się jony: H⁺, ClO₄⁻, I⁻, HSO₃⁻, SO₃²⁻. Napisz wzory kwasów, które zmieszano.

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



Dla dociekliwych

- Napisz, na którym etapie najłatwiej zachodzi proces dysocjacji jonowej w kwasach dysocjujących stopniowo. Odpowiedź uzasadnij.
- Oblicz stopień dysocjacji jonowej kwasu, jeśli liczba cząsteczek zdysocjowanych jest cztery razy mniejsza od liczby cząsteczek kwasu wprowadzonych do roztworu.
- Stopień dysocjacji jonowej pewnego kwasu wynosi 80%. Oblicz, ile razy liczba cząsteczek zdysocjowanych jest większa od liczby cząsteczek niezdisocjowanych.

Zapamiętaj!

Dysocjacja jonowa kwasów – rozpad cząsteczek kwasów na kationy wodoru i aniony reszty kwasowej pod wpływem cząsteczek wody.

Kwas – substancja, która w roztworze wodnym dysocjuje na kationy wodoru i aniony reszty kwasowej.

Porównanie właściwości kwasów

Kwasy to związki chemiczne, w których cząsteczkach występują wiązania kowalencyjne. Związki te są zdolne do rozpadu na jony. Kwasy nieorganiczne nie występują powszechnie w przyrodzie, wyjątkiem są poznane kwasy beztlenowe – kwas chlorowodorowy HCl jest składnikiem soku żołądkowego, a kwas siarkowodorowy H_2S składnikiem wód leczniczych. **Stężone roztwory kwasów są żrące**, dlatego podczas pracy z nimi należy zachować szczególną ostrożność.

Jaki stan skupienia mają kwasy?

W temperaturze pokojowej większość kwasów nieorganicznych to ciecze (fot. 25.). Nieliczne są substancjami stałymi, np. kwas fosforowy(V) i kwas borowy.



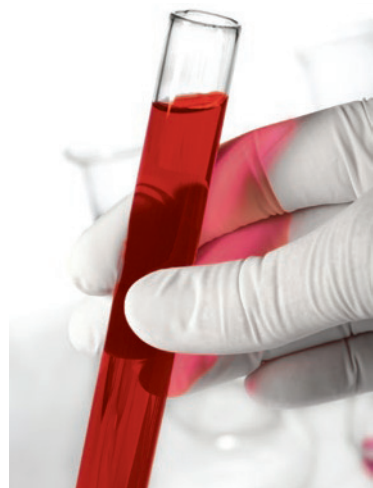
Fot. 25. Kwasy beztlenowe: chlorowodorowy HCl i siarkowodorowy H_2S . Roztwory kwasów tlenowych: siarkowego(VI) H_2SO_4 , siarkowego(IV) H_2SO_3 , azotowego(V) HNO_3 .

Chemia wokół nas

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

HF reaguje ze szkłem. Tę właściwość wykorzystuje się w przemyśle szklarskim (fot. 26.). Z tego też powodu nie można go przechowywać w szklanych opakowaniach, jedynie w opakowaniach z tworzyw sztucznych.

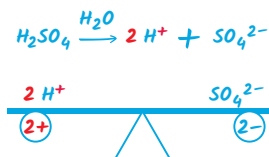
Fot. 26. Kwas fluorowodorowy stosuje się do wytrawiania wzorów na szkło.



Fot. 24. Barwa oranżu metylowego w roztworach kwasów.



Skojarz i zapamiętaj!



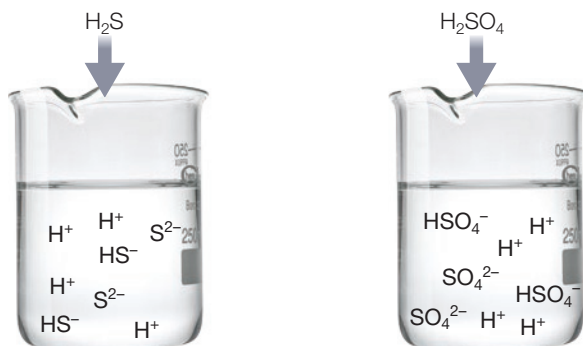
Liczba powstających w wyniku dysocjacji jonowej ładunków dodatnich jest równa liczbie powstających ładunków ujemnych.

Dlaczego roztwory kwasów przewodzą prąd elektryczny?

Pod wpływem cząsteczek wody wiązania w cząsteczkach kwasów ulegają rozerwaniu. Jony, które powstają w wyniku tego procesu, są nośnikami ładunku, dlatego roztwory kwasów przewodzą prąd elektryczny. Kwasy zalicza się więc do elektrolitów.

Jakie produkty powstają w wyniku dysocjacji jonowej kwasów?

W wyniku dysocjacji jonowej w roztworach wszystkich kwasów powstają **kationy wodoru** i **aniony reszt kwasowych**, np.:



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

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

Kwasy, których cząsteczki zawierają więcej niż jeden atom wodoru, dysocjują stopniowo.



Stężone roztwory kwasów są żrące! Pamiętaj, że podczas rozcieńczania **wlewa się kwas do wody!**

Jak wykryć obecność kwasu w roztworze?

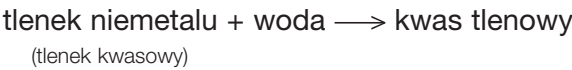
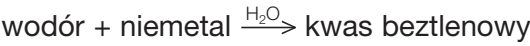
Roztwory kwasów **mają odczyn kwasowy** (fot. 27.). Świadczy o tym to, że oranż metylowy w roztworach kwasów zmienia barwę z żółtej na czerwoną (fot. 24., s. 45), a uniwersalny papierek wskaźnikowy przyjmuje barwy od pomarańczowej do czerwonej (fot. 2., s. 14).



Fot. 27. Roztwór herbaty z dodatkiem cytryny lub kwasu cytrynowego ma odczyn kwasowy.

Czy istnieje zależność między budową cząsteczek kwasów a sposobami ich otrzymywania?

Kwasy beztlenowe i tlenowe otrzymuje się różnymi metodami (tabela 2.):



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

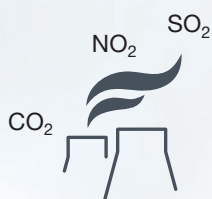
Tabela 2. Porównanie sposobów otrzymywania poznanych kwasów

Rodzaj kwasów	Wzór sumaryczny i nazwa		Równanie reakcji otrzymywania kwasu
	kwasu	tlenku kwasowego	
Kwasy beztlenowe	$\begin{array}{c} \text{I} \quad \text{I} \\ \text{HCl} \\ \text{kwas} \\ \text{chlorowodorowy} \end{array}$	—	$\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \longrightarrow 2 \text{HCl} \uparrow$ <p>chlorowodór (gaz)</p> $\text{HCl}_{(g)} \xrightarrow{H_2O} \text{HCl}_{(aq)}$ <p>chlorowodór (gaz) kwas chlorowodorowy (roztwór wodny)</p>
	$\begin{array}{c} \text{I} \quad \text{II} \\ \text{H}_2\text{S} \\ \text{kwas} \\ \text{siarkowodorowy} \end{array}$	—	$\text{H}_2 + \text{S} \longrightarrow \text{H}_2\text{S} \uparrow$ <p>siarkowodór (gaz)</p> $\text{H}_2\text{S}_{(g)} \xrightarrow{H_2O} \text{H}_2\text{S}_{(aq)}$ <p>siarkowodór (gaz) kwas siarkowodorowy (roztwór wodny)</p>
Kwasy tlenowe	$\begin{array}{c} \text{I} \quad \quad \text{II} \\ \text{H}_2\overline{\text{SO}_4} \\ \text{kwas siarkowy(VI)} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{VI} \\ \text{SO}_3 \\ \text{tlenek siarki(VI)} \end{array}$	$\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$
	$\begin{array}{c} \text{I} \quad \quad \text{II} \\ \text{H}_2\overline{\text{SO}_3} \\ \text{kwas siarkowy(IV)} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{IV} \\ \text{SO}_2 \\ \text{tlenek siarki(IV)} \end{array}$	$\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}_2\text{SO}_3$
	$\begin{array}{c} \text{I} \quad \quad \text{I} \\ \text{H}\overline{\text{NO}_3} \\ \text{kwas azotowy(V)} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{V} \\ \text{N}_2\text{O}_5 \\ \text{tlenek azotu(V)} \end{array}$	$\text{N}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2 \text{HNO}_3$
	$\begin{array}{c} \text{I} \quad \quad \text{II} \\ \text{H}_2\overline{\text{CO}_3} \\ \text{kwas węglowy} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{IV} \\ \text{CO}_2 \\ \text{tlenek węgla(IV)} \end{array}$	$\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$
	$\begin{array}{c} \text{I} \quad \quad \text{III} \\ \text{H}_3\overline{\text{PO}_4} \\ \text{kwas fosforowy(V)} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{V} \\ \text{P}_4\text{O}_{10} \\ \text{tlenek fosforu(V)} \end{array}$	$\text{P}_4\text{O}_{10} + 6 \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4 \text{H}_3\text{PO}_4$

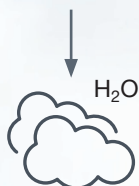
Jak tlenki kwasowe wpływają na środowisko przyrodnicze?

Tlenki siarki powstają w wyniku spalania węgla kamiennego, ropy naftowej i gazu ziemnego. Tlenki azotu powstają w wyniku spalania benzyny. Zanieczyszczenia mogą być przenoszone z wiatrem na duże odległości, dlatego kwaśne opady powstają także poza miejscami, w których emitowane były toksyczne gazy lub pyły.

Jak powstają kwaśne opady?



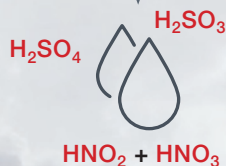
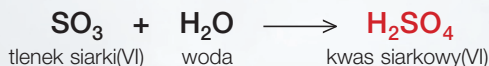
Rozwój przemysłu i motoryzacji sprawił, że do atmosfery są emitowane duże ilości gazów – tlenków siarki, azotu i węgla (SO_2 , NO_2 , CO_2).



tlenki łączą się w atmosferze z parą wodną



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



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

Jak można ograniczyć powstawanie kwaśnych opadów?

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

Jak kwaśne opady wpływają na środowisko przyrodnicze?



◀ zniszczone rzeźby i budynki

Kwaśne opady przyspieszają korozję, zniszczeniu ulegają też elewacje budynków, rzeźby i materiały budowlane.



◀ zakwaszone zbiorniki wodne

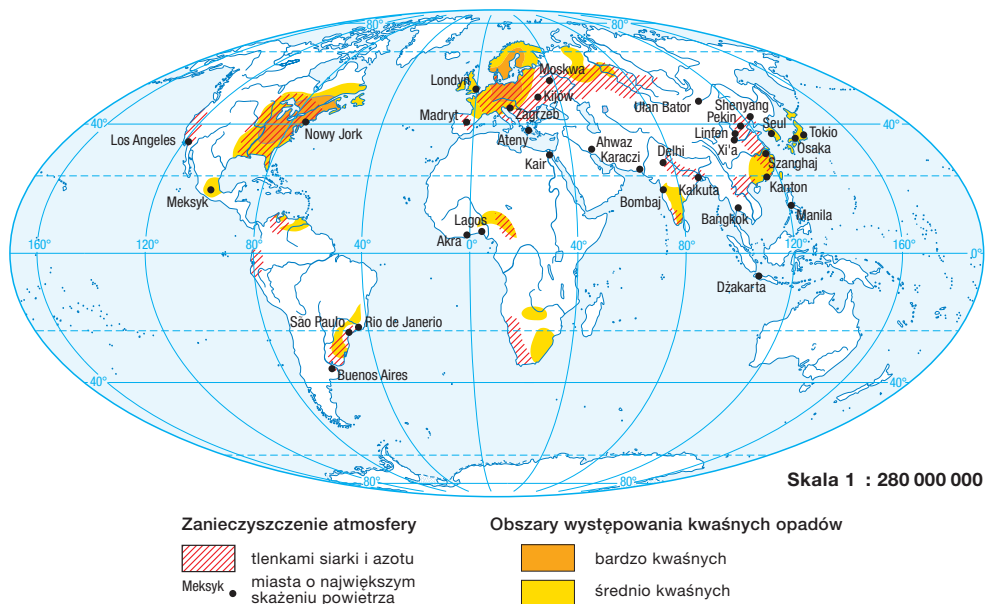
Zakwaszona woda spływa do rzek, jezior, mórz i oceanów. W zakwaszonych zbiornikach wodnych ginie plankton, zniszczeniu ulegają flora i fauna.

zakwaszona gleba ▶

Kwaśne opady wsiąkają w glebę, powodując jej zakwaszenie. Woda wraz z zanieczyszczeniami jest pobierana przez korzenie roślin. Następuje niszczenie ich tkanek, uszkodzenie aparatów szparkowych, wstrzymanie procesu fotosyntezy. Niszczono są trawy, mchy, płatki kwiatów i drzewa, ich liście bowiem dodatkowo pobierają kwas z chmur i mgły.

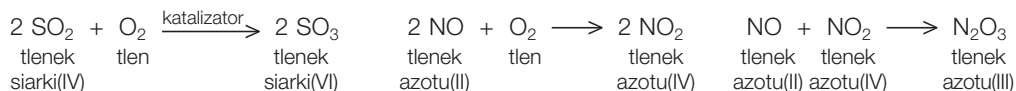
Dla dociekliwych

Na mapie zaznaczono obszary o największym zanieczyszczeniu atmosfery tlenkami siarki i azotu oraz obszary występowania kwaśnych opadów (rys. 1.).



Rys. 1. Zanieczyszczenie środowiska przyrodniczego.

Pyły występujące w powietrzu osiadają na liściach roślin. W tych zanieczyszczeniach znajdują się metale: Al, Fe, Mn, które mogą być katalizatorami reakcji utleniania tlenku siarki(IV) i tlenków azotu, np.:



Powstałe w ten sposób tlenki tworzą z deszczem kwaśne opady.

Rozwiąż zadania w zeszycie



- Wskaż wzory tlenków kwasowych i napisz równania ich reakcji z wodą.
 SO_3 , CaO , Fe_2O_3 , CO_2 , Na_2O , N_2O_5 , ZnO , P_4O_{10}
- Wskaż wzory kwasów, które nie mają tlenków kwasowych. Uzasadnij swój wybór.
 HI , HNO_3 , $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_6$, HCl , HClO_3 , H_2S , HNO_2 , HF , HCN
- Wyjaśnij, dlaczego należy dbać o to, aby paliwa były odsiarczane.
- Napisz, które z tlenków o podanych wzorach mogą powodować kwaśne opady. Odpowiedź uzasadnij.
 MgO , SO_2 , CO_2 , SiO_2 , Na_2O , NO_2 , FeO , NO
- Zakłady przemysłowe emitują do atmosfery m.in. tlenek węgla(IV). Oblicz masę tlenku węgla(IV) powstałego w wyniku spalania 2 t węgla, wiedząc, że to paliwo zawiera 80% czystego węgla.

Odczyn roztworu – skala pH

W zależności od odczynu roztworu substancje nazywane wskaźnikami przyjmują określoną barwę. Do naturalnych wskaźników zaliczają się barwniki występujące w wielu roślinach. Na przykład płatek kwiatu chabry bławatka (fot. 28.) czy też hortensji różnią się kolorem w zależności od tego, jaki odczyn ma gleba, na której te rośliny rosną.

jeśli gleba ma odczyn kwasowy, wtedy płatki mają różowy kolor



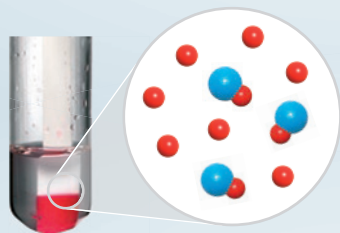
Fot. 28. Charakterystyczna, niebieska barwa kwiatów chabry bławatka świadczy o odczynie zasadowym gleby.

Przeczytaj – zrozumiesz!

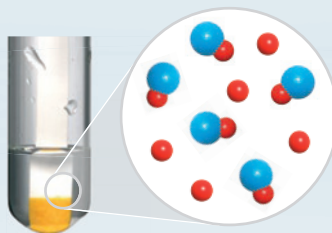
Jak na odczyn roztworu wpływa liczba kationów wodoru i anionów wodorotlenkowych?

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

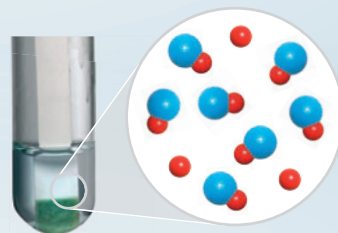
Modele:  kationu wodoru H^+  anionu wodorotlenkowego OH^-



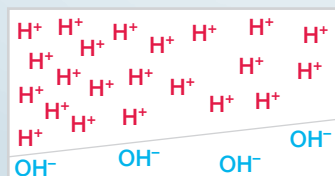
odczyn kwasowy
liczba H^+ > liczba OH^-



odczyn obojętny
liczba H^+ = liczba OH^-

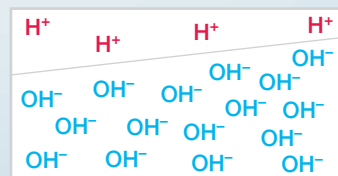
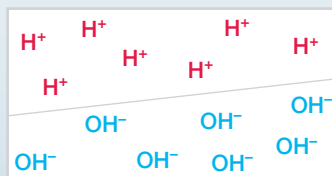


odczyn zasadowy
liczba H^+ < liczba OH^-



Wodne roztwory kwasów wykazują **odczyn kwasowy**.

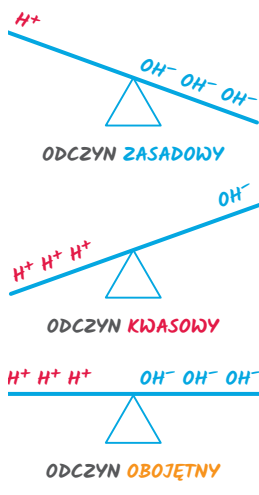
Kwasy dysocjują na **kationy wodoru H^+** i aniony reszt kwasowych.



Wodne roztwory wodorotlenków (zasady) wykazują **odczyn zasadowy**.

Zasady dysocjują na **aniony wodorotlenkowe OH^-** i kationy metalu.

Skojarz i zapamiętaj!



Czy woda ulega dysocjacji jonowej?

Woda dysocjuje na jony zgodnie z równaniem:



Dysocjacji ulega jednak bardzo niewielka liczba cząsteczek wody. Oznacza to, że zawsze w roztworze wodnym występuje pewna bardzo mała liczba kationów wodoru i anionów wodorotlenkowych pochodzących z dysocjacji wody.

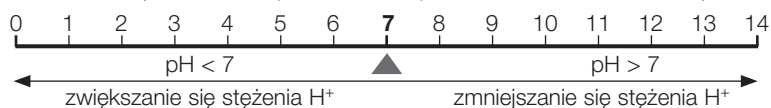
Czym jest odczyn roztworu?

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

Co to jest pH roztworu i skala pH?

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

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



Rys. 2. Skala pH

Przeczytaj – zrozumiesz!

Jakie wartości pH mają substancje w naszym otoczeniu?

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

kwas siarkowy(VI) w akumulatorze
 $\text{pH} < 1,0$

kukurydza
 $\text{pH} 6,0 - 6,5$

mleko
 $\text{pH} 6,3 - 6,6$

woda morska
 $\text{pH} 8,0$



truskawki
 $\text{pH} 3,0 - 3,5$

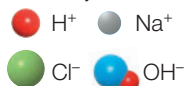


Jak wyznaczyć wartość pH roztworu?

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

Stosowane w laboratoriach wskaźniki uniwersalne, często w postaci papierków wskaźnikowych, obejmują szeroki zakres pH (około 10 jednostek). Umożliwiają jednak jedynie oszacowanie wartości pH (z dokładnością do 0,5 jednostki). Znacznie dokładniej wartość pH roztworu można zmierzyć za pomocą urządzenia nazywanego pehametrem (fot. 29.).

Modele jonów:



Fot. 29. Pehametr jest urządzeniem, które najdokładniej wyznacza wartość pH roztworu. Wartości pH roztworów: **a** kwasu chlorowodorowego HCl ; **b** chlorku sodu (soli kuchennej) NaCl ; **c** wodorotlenku sodu NaOH .

mydło
pH 9,0–10,0 ▶



proszek do
pieczenia
pH 9,0–11,0

środek do
czyszczenia piekarnika
pH 13,8



wybielacz
pH 12,0–13,0

wzrost odczynu zasadowego

płyn mózgowo-rdzeniowy
pH 7,3–7,5

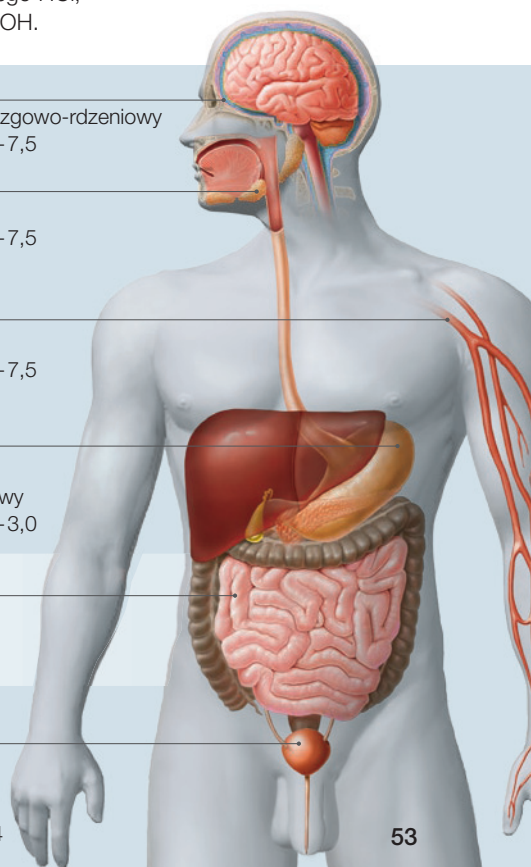
ślina
pH 6,5–7,5

krew
pH 7,4–7,5

sok
żołądkowy
pH 1,0–3,0

jelita
pH 8

mocz
pH
4,8–8,4



Jakie znaczenie ma odczyn roztworu?

Znajomość odczynu roztworu ma duże znaczenie w wielu dziedzinach życia, m.in. w rolnictwie. Wiedząc, jaką wartość pH ma gleba, ustala się, jakie rośliny można na niej uprawiać, a także jakich nawozów użyć, aby zmienić odczyn gleby (podwyższyć lub obniżyć pH). Na przykład pszenicę, jęczmień i buraki cukrowe warto uprawiać na glebach o $\text{pH} \geq 7$.



▲ przemysł farmaceutyczny

Kapsułki, w których jest zamknięty lek, rozpuszczają się w roztworze o określonym pH. Dzięki temu docierają do tej części przewodu pokarmowego, w której lek ma być wchłonięty.



▲ ochrona środowiska przyrodniczego

Rekultywację wysypisk śmieci, czyli przywracanie im funkcji przyrodniczych przez zalesianie, rozpoczyna się od określenia, z czego się składa hałda i jaka jest wartość pH składowanych odpadów. Umożliwia to odpowiednie dobranie minerałów i kompostu niezbędnych do posadzenia roślin.



▲ medycyna

Wykonując analizę krwi, określa się wartość jej pH, gdyż nawet nieznaczne jego podwyższenie lub obniżenie świadczy o zaburzeniach funkcjonowania organizmu.

wartość pH badanej gleby można odczytać, korzystając ze skali zamieszczonej na kwasomierzu



kwasomierz glebowy służy do badania odczynu gleby

Chemia wokół nas

Stosowane w przemyśle spożywczym naturalne barwniki (oznaczone na opakowaniach symbolem E 163) nadają żywności o odczynie kwasowym ($\text{pH} < 7$) kolor czerwony.

Chemia wokół nas

W niektórych jeziorach woda ma bardzo niską wartość pH. Na przykład w trzech jeziorach w kraterze wulkanu Kelimutu w Indonezji przyjmuje wartości pH 0,4–3,1. Każde z tych jezior ma inny kolor: turkusowy, czerwony i czarny (fot. 30.).



Fot. 30. Wody jezior w kraterze wulkanu Kelimutu zmieniają barwę – raz są turkusowe, czasem zielone lub czarne, a kiedy indziej brązowe, białe lub czerwone.

Rozwiąż zadania w zeszycie



- Po dodaniu kilku kropeł roztworu oranżu metylowego zawartość próbki zabarwiła się na czerwono. **Wybierz nazwy substancji lub mieszanin, które mogły się znajdować w próbce.**
kwas solny, sok z cytryny, woda destylowana, kwas siarkowodorowy, zasada potasowa, woda gazowana, sok jabłkowy, woda wapienna
- W szklance znajduje się sok porzeczkowy. **Wskaż wartości pH, które mogą odpowiadać zawartości tej szklanki.**
a) pH 2–3; b) pH 6–8; c) pH 8–11
- Wyjaśnij, co to znaczy, że dana ciecz ma $\text{pH} = 7$.**
- W Polsce przeważają gleby o odczynie kwasowym. **Odpowiedz na pytania.**
a) W jaki sposób można zmniejszyć kwasowość gleby?
b) Jak się wówczas zmienia wartość pH gleby?
- Do roztworu o $\text{pH} = 5$ dodano substancję, która spowodowała zmianę wartości pH tego roztworu na 11. **Wyjaśnij, jaki był odczyn dodanej substancji.**
- Do roztworu o $\text{pH} = 12$ dodano substancji, która spowodowała obniżenie pH tego roztworu o 4. **Określ wartość pH otrzymanego roztworu i jego odczyn.**

Zapamiętaj!

Odczyn roztworu – cecha roztworu zależna od stężenia zawartych w nim kationów wodoru H^+ w stosunku do stężenia anionów wodorotlenkowych OH^- .

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

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

Kwasy

Jak są zbudowane kwasy?

Jakie są rodzaje kwasów?

Co to jest kwas beztlenowy?

W jaki sposób można otrzymać kwasy beztlenowe?

Co to jest kwas tlenowy?

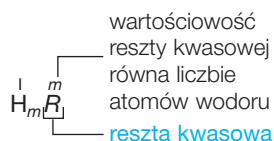
W jaki sposób można otrzymać kwasy tlenowe?

Na czym polega dysocjacja jonowa kwasów?

Czy woda ulega dysocjacji jonowej?

Kwasy to związki chemiczne zbudowane z **kationów wodoru** i **anionów reszty kwasowej**.

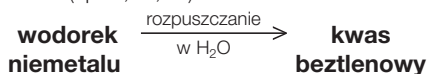
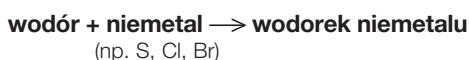
Wyróżnia się kwasy beztlenowe i kwasy tlenowe:



modele cząsteczek kwasów chlorowodorowego i siarkowodorowego

Kwas beztlenowy to kwas, którego cząsteczka **nie zawiera atomów tlenu**. Przykładami kwasów beztlenowych są: HBr, HI.

Kwasy beztlenowe można otrzymać w reakcji:

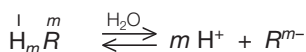


Kwas tlenowy to kwas, którego cząsteczka **zawiera atomy tlenu**. Przykładami kwasów tlenowych są: H₂SO₄, H₂SO₃, HNO₃, H₂CO₃, H₃PO₄.

Kwasy tlenowe można otrzymać w reakcji:

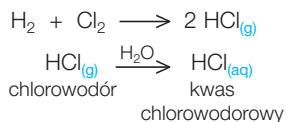
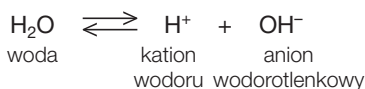


Kwasy w roztworach wodnych **dysocjują na kationy wodoru i aniony reszty kwasowej**:

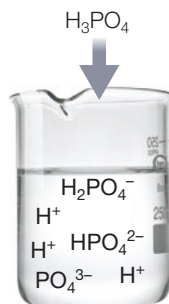
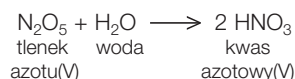


Kwasy zawierające w cząsteczkach więcej niż jeden atom wodoru **dysocjują stopniowo**.

Woda w bardzo niewielkim stopniu ulega dysocjacji jonowej zgodnie z równaniem:

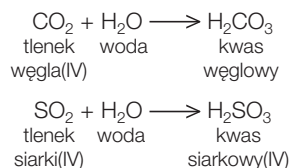


modele cząsteczek kwasów azotowego(V) i siarkowego(VI)



Co to są kwaśne opady?

Kwaśne opady to zjawisko powodujące **degradację środowiska przyrodniczego**. Przyczyną są tlenki: CO_2 , SO_2 , NO_2 , które dostają się do atmosfery. Powstają one w wyniku spalania węgla kamiennego, ropy naftowej i gazu ziemnego, zawierających m.in. związki siarki i azotu. Tlenki te reagują z wodą, w wyniku tego powstające opady mają odczyn kwasowy.



Jakie właściwości mają kwasy?

Kwasy są elektrolitami, w roztworach wodnych **dysocjują na kationy wodoru i aniony reszt kwasowych**. Ich wodne roztwory **przewodzą prąd elektryczny i barwią tak samo dany wskaźnik**.



elektrolit przewodzi prąd elektryczny

Jak wykryć obecność kwasów w roztworze?

W roztworach kwasów:

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

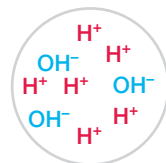


barwa oranżu metylowego w roztworze o odczynie kwasowym

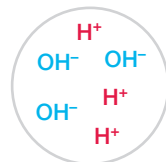
Czym jest odczyn roztworu?

Odczyn roztworu jest cechą roztworu określającą, czy znajduje się w nim nadmiar **jonów wodoru H^+** czy **jonów wodorotlenkowych OH^-** lub czy ich stężenia są sobie równe. Odczyn roztworu określa się za pomocą wskaźników.

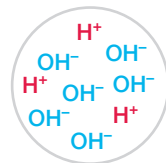
- **odczyn kwasowy**
liczba $\text{H}^+ >$ liczba OH^-
- **odczyn obojętny**
liczba $\text{H}^+ =$ liczba OH^-
- **odczyn zasadowy**
liczba $\text{H}^+ <$ liczba OH^-



odczyn kwasowy



odczyn obojętny



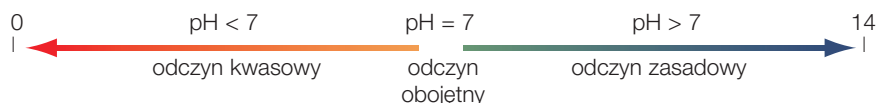
odczyn zasadowy

Co to jest pH roztworu?

Czym jest skala pH?

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

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



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

Sprawdź, czy wiesz...

Sprawdź, czy umiesz...



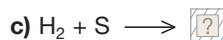
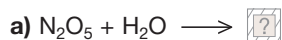
1. Napisz nazwy kwasów o podanych wzorach sumarycznych.

HCl, H₂SO₄, H₂S, H₃PO₄, HBr

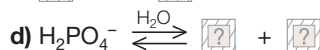
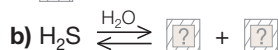
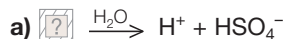
2. Napisz wzory sumaryczne kwasów o podanych nazwach.

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

3. Uzupełnij równania reakcji chemicznych.



4. Uzupełnij równania reakcji dysocjacji jonowej kwasów.

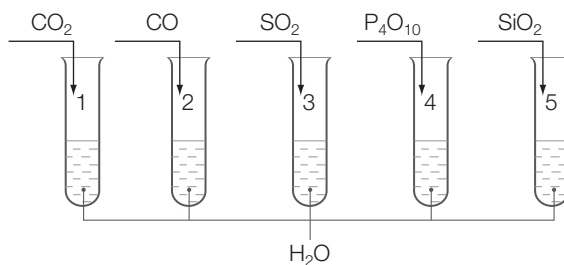


5. Wybierz informacje (A–J), które dotyczą związków chemicznych o podanych wzorach (1–7).

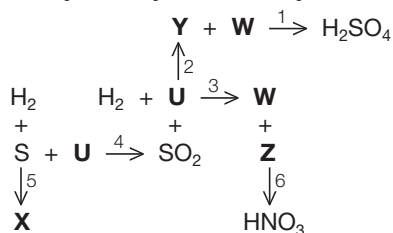
- | | |
|-----------------------------------|---|
| 1. HCl | A. dysocjuje stopniowo |
| 2. H ₂ S | B. jest kwasem beztlenowym |
| 3. HNO ₃ | C. służy do produkcji napojów gazowanych |
| 4. H ₂ SO ₄ | D. ma właściwości wybielające |
| 5. H ₂ SO ₃ | E. jest kwasem nietrwałym |
| 6. H ₂ CO ₃ | F. stężony roztwór ma właściwości higroskopijne |
| 7. H ₃ PO ₄ | G. występuje w sokach trawiennych |
| | H. jest produktem procesów gnilnych substancji białkowych |
| | I. jego cząsteczka jest zbudowana z pięciu atomów |
| | J. dysocjuje trójstopniowo |

6. Przeprowadzono doświadczenie chemiczne przedstawione na schemacie.

- a) Wskaż, w których probówkach zaszły reakcje chemiczne.
- b) Napisz odpowiednie równania reakcji chemicznych.



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



Odpowiedzi do zadań

Kwasy

s. 16

zadanie 4. kwas siarkowy(IV), H_2SO_3

s. 22

zadanie 6. 146 g chlorowodoru

s. 30

zadanie 6. 39,02% siarki w kwasie siarkowym(IV) i 32,65% siarki w kwasie siarkowym(VI)

s. 44

Dla dociekliwych

zadanie 7. 25%

zadanie 8. 4 razy

s. 50

zadanie 5. 5,9 t tlenku węgla(IV)

s. 55

zadanie 6. pH = 8, odczyn zasadowy

s. 58

Sprawdź, czy wiesz...

Sprawdź, czy umiesz...

zadanie 1. kwas chlorowodorowy, kwas siarkowy(VI), kwas siarkowodorowy, kwas fosforowy(V), kwas bromowodorowy

zadanie 2. H_2CO_3 , HI, HNO_3 , H_2SO_3

zadanie 3. a) $\text{N}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{HNO}_3$,

b) $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow 2 \text{HCl}$,

c) $\text{H}_2 + \text{S} \rightarrow \text{H}_2\text{S}$,

d) $\text{P}_4\text{O}_{10} + 6 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 4 \text{H}_3\text{PO}_4$

zadanie 4. a) $\text{H}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{H}^+ + \text{HSO}_4^-$,

b) $\text{H}_2\text{S} \xrightleftharpoons{\text{H}_2\text{O}} \text{H}^+ + \text{HS}^-$,

c) $\text{HNO}_3 \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{H}^+ + \text{NO}_3^-$,

d) $\text{H}_2\text{PO}_4^- \xrightleftharpoons{\text{H}_2\text{O}} \text{H}^+ + \text{HPO}_4^{2-}$

zadanie 5. 1. B, G; 2. A, B, H; 3. I; 4. A, F;

5. A, D, E; 6. A, C, E; 7. A, J

zadanie 6. a) 1, 3, 4; b) $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$,

$\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3$,

$\text{P}_4\text{O}_{10} + 6 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 4 \text{H}_3\text{PO}_4$

zadanie 7. U – O_2 , tlen, W – H_2O , woda, X – H_2S , siarkowodor, Y – SO_3 , tlenek siarki(VI), Z – N_2O_5 , tlenek azotu(V); $1 - \text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$,

$2 - 2 \text{SO}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{katalizator}} 2 \text{SO}_3$,

$3 - 2 \text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$,

$4 - \text{S} + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_2$,

$5 - \text{H}_2 + \text{S} \rightarrow \text{H}_2\text{S}$,

$6 - \text{H}_2\text{O} + \text{N}_2\text{O}_5 \rightarrow 2 \text{HNO}_3$

Sole

s. 76

zadanie 8. 8 g wapnia

s. 78

zadanie 7. 21,9 g kwasu chlorowodorowego

s. 93

zadanie 2. 350 kg azotu

zadanie 3. 40% wapnia w węglanie wapnia i 29,4% wapnia w siarczanie(VI) wapnia

zadanie 4. Na_2SiO_3

Dla dociekliwych

zadanie 5. 47,12% wody

s. 96

Sprawdź, czy wiesz...

Sprawdź, czy umiesz...

zadanie 1. fosforan(V) miedzi(II), bromek żelaza(III), siarczan(VI) magnezu, chlorek cynku, siarczan(IV) litu, siarczek glinu, azotan(V) żelaza(III), węglan wapnia, jodek ołowiu(II), chlorek amonu

zadanie 2. Ag_2S , FeCO_3 , KNO_3 , FePO_4 , BaCl_2 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, NaI, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$, CaSO_4

zadanie 3. a) $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{Fe}^{3+} + 3 \text{NO}_3^-$,

b) $\text{Na}_3\text{PO}_4 \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} 3 \text{Na}^+ + \text{PO}_4^{3-}$,

c) siarczan(VI) amonu $\xrightarrow{\text{H}_2\text{O}}$ kationy amonu + aniony siarczanowe(VI),

d) chlorek wapnia $\xrightarrow{\text{H}_2\text{O}}$ kationy wapnia + aniony chlorkowe

zadanie 4. a) $\text{Ca}(\text{OH})_2 + 2 \text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$,
 $\text{Ca}^{2+} + 2 \text{OH}^- + 2 \text{H}^+ + 2 \text{Cl}^- \rightarrow \text{Ca}^{2+} + 2 \text{Cl}^- + 2 \text{H}_2\text{O}$,
 $2 \text{OH}^- + 2 \text{H}^+ \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$,

b) $2 \text{KOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O}$,

$2 \text{K}^+ + 2 \text{OH}^- + 2 \text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow 2 \text{K}^+ + \text{SO}_4^{2-} + 2 \text{H}_2\text{O}$,

$2 \text{OH}^- + 2 \text{H}^+ \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$

zadanie 5. Reakcje chemiczne zaszły

w probówkach: 2, 3, 5, ponieważ substratami były metale bardziej aktywne od wodoru, które wypierają wodór z kwasu.

próbówka 2 – $\text{Mg} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MgSO}_4 + \text{H}_2\uparrow$,

próbówka 3 – $2 \text{K} + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{K}_2\text{S} + \text{H}_2\uparrow$,

próbówka 5 – $2 \text{Al} + 6 \text{HCl} \rightarrow 2 \text{AlCl}_3 + 3 \text{H}_2\uparrow$

zadanie 6. a) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3 \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 3 \text{H}_2\text{O}$,

b) $2 \text{Al} + 3 \text{Cl}_2 \rightarrow 2 \text{AlCl}_3$,

c) $\text{CO}_2 + 2 \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$,

d) $\text{K}_2\text{O} + \text{SO}_2 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_3$

Zdjęcie na okładce: Shutterstock/ Sebastian Duda

Projekty infografik: Enzo di Giacomo, Klaudia Jarocka, Ewa Kaletyn, Konrad Klee, Marcin Kolacz, Sławomir Włodarczyk

Rysunki: Ewelina Baran, Rafał Buczkowski, Zuzanna Dudzic, Enzo di Giacomo, Marcin Oleksak, Dorota Samec, Ewa Sowulewska

Fotografie: Archiwum Nowej Ery: s. 181 (aromat), s. 222 (Svante August Arrhenius), s. 224 (Śniadecki, Wróblewski, Olszewski), s. 226 (Christian Friedrich Schönbein); **BASF Polska:** s. 129 (malowanie karoserii); **Beata Chromik** s. 69 (leki); **BE&W:** Agencja Fotograficzna Caro/Hechtenberg s. 49 (rzeźby), AISA/IBERFOTO, ARCHIVO DE LA IMAGEN, SL s. 222 (Maria Skłodowska-Curie), Alamy Stock Photo – s. 8, s. 29 (pralka), s. 33 (urządzenie do wody sodowej), s. 37 (felgi), s. 38 (bomba), s. 73 (kadłub statku), s. 85 (anhydryt), s. 101, 105 (butla turystyczna), s. 126, s. 129 (palnik), s. 139 (sepnik), s. 163 (pszczelarstwo), s. 191, s. 224 (Ignacy Łukasiewicz), s. 226 (ogień grecki), s. 227 (wybuch bomby), age fotostock s. 91 (zakrapianie oczu), foodfolio s. 148 (ocet), Photo Researchers s. 222 (Irene Joliot-Curie), s. 225 (Kazimierz Funk), MARY EVANS PICTURE LIBRARY s. 222 (Linus Carl Pauling), NATURE PICTURE LIBRARY – Christophe Courteau s. 161 (mrówkojad), John B Free s. 72, Photo Researchers/Charles D. Winters s. 38 (fosfor), Science Photo Library/STE s. 64 (kamień kotłowy), SCIENCE SOURCE – Charles D. Winters s. 66, s. 88 (suchy lód), s. 145 (spalanie etanolu), D. Winters s. 202, SCIENCE SOURCE/Jim Edds s. 132; **East News:** Science Photo Library – ALM s. 14 (kapusta), ANDRE GEIM, KOSTYA NOVOSELOV s. 225 (grafen), CNRI s. 80 (narządy wewnętrzne), MCH s. 31 (nawozy sztuczne), Science Photo Library s. 100, s. 112, s. 152 (nitrogluceryna), s. 167 (lodowaty kwas octowy), WOJCIECH TRACZYK s. 89 (solarka); **Włodzimir Echeński:** s. 11 (wskaźniki), s. 14 (barwy w roztworach kwasów), s. 17 (oranż), s. 18 (kwas siarkowodorowy), s. 21 (szczytny miód), s. 23 (kwas siarkowy), s. 30 (róże), s. 31 (wpływ kwasu na białko), s. 32, s. 33 (kwas węglowy), s. 34, s. 35, s. 40 (dysocjacja, żarówka), s. 51 (próbówki z odczynnikami), s. 53 (peharmety), s. 57, s. 60 (płomienie spalania metali), s. 64 (rozpuszczalność soli), s. 65, s. 69 (otrzymywanie soli), s. 74, s. 77 (reakcje z kwasem), s. 80 (reakcja azotanu srebra), s. 84, s. 87 (węgiel wapnia, fosforan wapnia), s. 99, s. 101 (kolba z benzyną), s. 108 (metan), s. 113 (zapalniczka, benzyna, nafta, smary, asfalt), s. 115 (benzyna, spalanie benzyny, benzyna z olejem), s. 127, s. 134, s. 145 (etanol z wodą, papierek uniwersalny, białko), s. 146, s. 151 (spalanie glicerolu), s. 165, s. 166 (fenoloftaleina), s. 169 (wyższe kwasy karboksylowe), s. 170, s. 171 (kwas stearynowy, kwas oleinowy), s. 172, s. 174 (kwas palmitynowy), s. 177, 244 (estryfikacja), s. 192 (rozpuszczalność oleju), s. 193 (identyfikacja tłuszczów), s. 198, s. 208 (cukier trzcinowy), s. 213 (rozpuszczanie skrobi), s. 213 (wykrzywanie skrobi), s. 218, s. 219 (skrobiana), s. 238 (lejek, kolba, bagietka, próbówka, szkiełko zegarkowe, krystalizator, szalka Petriego), s. 239, s. 240 (reakcja analizy), s. 241 (reakcja wymiany, odziewanie), s. 243 (reakcja dysocjacji), s. 246 (reakcja endoenergetyczna), s. 247 (reakcja z roztworem manganianu potasu, reakcja z wodą bromową, reakcja skrobi), s. 248, s. 249, s. 251; **Flash Press Media/DIOMEDIA:** HEMIS/BOULAY Jacques s. 124 (banany), Science Museum London – s. 153, 221, 222 (Nagroda Nobla awers), s. 222 (Nagroda Nobla rewers), s. 222 (Fritz Haber), s. 226 (Ascario Sobrero), Science Photo Library s. 110 (czujnik CO); **Forum:** ITAR-TASS/Victor Tolochko s. 37 (kapiel lecznicza), TopFoto/ImageWorks s. 102 (substancje chemiczne); **Fotolia:** Olga Mitslova s. 13, s. 45 (oranż); **Getty Images:** Dorling Kindersley/Tim Winters s. 181 (płyn do kąpieli), Gamma – Keystone s. 222 (Ernest Rutherford), Rapho/Raphael GALLARDE s. 77 (obraz), National Geographic/Richard Nowitz s. 98, Photographer's Choice – Laurence Monneret s. 216 (zasypka), Vincenzo Lombardo s. 224 (grafen), Photolibrary/Maximilian Stock Ltd. s. 183 (słodzik), Tetra Images s. 148 (perfumy), The Image Bank – Ben Edwards s. 86 (gipsowanie ręki), Gianni Diliberto s. 179, Kristin Duval s. 101, 173 (świece); **Michał Malawski:** s. 154 (alkohol cetylowy); **Narodowe Archiwum Cyfrowe:** s. 225 (Mościcki); **NASA:** NASA s. 36 (rakietą), Steven Hobbs s. 107; **Panthermedia:** alexandr korienko s. 183 (krem), Gerard Taylor s. 215 (termit), Jęzper s. 102 (brylanty), Photofritz/Friedrich Hartl s. 73 (wilk); **PAP:** Jakub Grelowski s. 21 (kopalnia), Paweł Pawłowski s. 224 (lampa Łukasiewicza); **Putto/Piotr Kubat:** s. 10 (wodortlenki, zlewki), s. 24, s. 25, s. 26, s. 27, s. 30 (wpływ kwasu na cukier), s. 40 (chlorowodor), s. 45 (butelki z kwasami), s. 46 (zlewka z kwasem), s. 54 (kwasomierz glebowy), s. 56, s. 71, s. 73 (reakcja magnezu z kwasem), s. 83 (spalanie sodu), s. 87 (siarczan wapnia), s. 94, s. 108 (metan zbliżenie), s. 114, s. 115 (benzyna z wodą), s. 144, s. 145 (lotność etanolu), s. 147, s. 151 (glicerol), s. 154 (metanol, etanol, butanol), s. 166 (kwas octowy), s. 167 (spalanie kwasu), s. 174 (kwas metanowy, etanowy, butanol), s. 183 (glicyna), s. 199 (właściwości białek), s. 200 (zól, żel), s. 205, s. 209 (sacharozę), s. 213 (skrobiana), s. 214 (celuloza), s. 219 (glukoza), s. 240 (reakcja syntezy), s. 241 (utlenianie), s. 242 (reakcja zobojętniania, reakcja strącaniowa), s. 244 (etanol), s. 246 (reakcja egzenergetyczna), s. 247 (reakcja etanolu, reakcja białek); **Shutterstock:** aabele s. 195, Africa Studio – s. 155 (odsiewacz powietrza), s. 238 (szkło laboratoryjne), s. 91 (kukurydza), s. 92 (butelki), ajt s. 152 (syrop), Aksenova Natalya s. 105 (świeca), Albert Russ s. 85 (kalcyt), Aleksandra H. Kossowska s. 92 (pudrowanie), Alfonso de Tomas s. 163 (siódło), Alistair Scott s. 143 (balony), Andrey Armyagov s. 214 (pasikonnik), Andrey Pavlov s. s. 137, s. 157 (mrówki), andrey polivanov s. 20, Anita Patterson Peppers s. 21 (lakier do paznokci), Anton Kossmann s. 36 (puszka), Artazum s. 110 (kominek), Arti_Zav s. 157 (wyciskanie soku), azure s. 160 (rabarbar), Bboriss s. 73 (środki czystości), beats1 s. 91 (wędlina), BestPhotoStudio s. 206 (lusterko), burcha s. 206 (buty), Billion Photos s. 21 (dmuchane koło), Birgit Reitz-Hofmann s. 76, Bjørn Wyleyich s. 23 (kontrolka), Bratwustle s. 246 (naleśniki), canisaamor s. 160 (bursztyn), Carlos Caetano s. 90 (pranie), Carolina K. Smith MD s. 29 (beczki), Chee-Onn Leong s. 131 (flamingi), Chiyacat s. 240 (ciasto), Clara s. 85 (wapienne skały), clearlens s. 21 (uzdrowisko), Corepics VOF s. 118 (ptak), Creative Lab s. 79, creativeFireStock s. 171 (mydło), Danny Smythe s. 60 (solniczka), Dario Sabljak s. 90 (papierczyk), David Steele s. 6, s. 7, demarcormedia s. 123 (kable miedziane), Dmitry Kalinovsky s. 224, 225 (układ scalony), DnD-Production.com s. 243 (pioruny), Douglas Freer s. 93, douglas knight s. 87, 242 (jaskinia), Dziwul s. 85 (Ojcowski PN), E.G.Pors s. 124 (rafineria), efendy s. 174 (skorpion), elen 418 s. 36 (perfumy), Elena Kitch s. 29 (apaszka), Elena Schweitzer s. 152 (ciasto), Elena Veselova s. 208 (lody), Elzbieta Sekowska s. 89 (stara fotografia), Ema Woo s. 175 (cukierki), fauxware s. 63 (fajerwerki), Fer Gregory s. 153 (dynamit), Ferenc Cegledi s. 143 (beczki), Fotokostic s. 200 (jajka sadzone), Fotokostic s. 37 (oprysk pola), Georgios Alexandris s. 117 (butla turystyczna), GlocM s. 36 (nitrogluceryna), gorillaimages s. 148 (mycie okien), GracePhotos s. 37 (cola), gresie s. 154 (perfumy), Grintan s. 117 (metka), Groomee s. 89 (lizawka), hans.slegers s. 216 (śmiec), hareliya s. 49 (ryby), homulo Anna s. 125, id-art. s. 164, Ilya Andriyanov s. 210 (syrop), innoom s. 175 (pasek), Jacek Chabrazewski s. 129 (rolki), jakel7500 s. 101 (asfalt), Jan Durkaj s. 244 (wisińia), Jiri Vlavcek – s. 85 (halit), s. 124 (nakrętki), jodic s. 216 (papier), JoLin s. 245 (margaryna), Jonathan Brizendine s. 101 (papa), jopelka s. 161 (pokrzywa), Joy Brown s. 91 (lusterko), Kenneth Keifer s. 49 (las), Khomulo Anna s. 243 (winogrona), Krap s. 206 (napój), krukloff s. 163 (kurza ferma), KuuLeeR s. 142, Kuznetsov Alexey s. 163 (mycie włosów), Lane V. Erickson s. 85 (łyż), Lapina s. 14 (cytryna), Leonid Andronov s. 21 (pociąg), Leonid S. Standel s. 244 (ocet), Lisa S. s. 148 (kropie na serce), Liubov Butakova s. 51 (chaber), Maria Suleymenova s. 118 (strażak), Marko Marcello s. 92 (demakijaż), Markus Mainka s. 194, Mars Evis s. 29, 168 (leki), mashe s. 214 (prasowanie), Michael Kraus s. 53 (mydło), Mita Stock Images s. 201, Monkey Business Images s. 117 (golenie), Muhammad Nurudin s. 55, Nerthuz s. 17 (żołądek), ninette_luz s. 216 (pomidory z mozzarellą), Noam Armonn s. 90 (spaghetti), nokwala s. 54 (leki), oksana2010 s. 196 (kot), Olga Mitslova s. 181 (sos), OLJ Studio s. 21 (depilacja), Orlov Mikhail Anatolevich s. 245 (pajęczyna), paintings s. 226 (fajerwerki), Patricia Hofmeister s. 124 (rozpuszczalnik), Patty Chan s. 59, 83 (sól morską), PaulPaladin s. 92 (książka), PeJo s. 196 (konserwa), Peter Gudella s. 91 (samochód w lusterku), Peter Hermes Furian s. 60 (krystal soli), Peter Zvonar s. 193 (farba), PHOTOCREO Michal Bednarek s. 206 (leki), Photographer-J s. 197, Picfive s. 216 (igła i nici), pilprod s. 173 (pomadka ochronna), Praisang s. 138, Pressmaster s. 92 (przytłacz), Prezoom.nl s. 206 (bombki), przyzat s. 217, Rafa Irusta s. 52, s. 209 (karmel), Ramon Berk s. 101 (samolot), Rebecca Abell s. 69 (zucie gury), Rehan Qureshi s. 29 (fabryka włókiennicza), Roman Sigaev s. 97, s. 109, S.Photo s. 216 (ciasto), Sandra van der Steen s. 148 (zabawki), sarka s. 29 (nawozy sztuczne), science photo s. 193 (pizza), scoll22 s. 91 (odcisk palca), Sergey Lavrentev s. 207, Shablom s. 211, Shi Yali s. 129 (butle z gazem), Shutterstock s. 160 (burak cukrowy), Simon Bratt s. 45 (wytrawione szkło), SimoneN s. 90 (zaprawa gipsowa), Stockagogo, Craig Barhorst s. 152 (rękawiczki), streetprince s. 143 (moszcz), sutham s. 208 (trzcina cukrowa), Svetlana Lukienko s. 193 (mydło), Szczups s. 92 (ścieżka rowerowa), Tatiana Popova s. 216 (leki), Terence Mendoza s. 168 (taśma filmowa), Thomas Nord s. 246 (kominek), Tom Davison s. 240 (spalanie węgla), Tomo Jescenik s. 242 (pszczoła), troicean s. 155 (maść), tristan tan s. 169 (kakaowiec), Ugorenko Aleksandr s. 199 (łyżeczka), Ulga s. 108 (garnek), UIAb s. 48, vadim kozlovsky s. 54 (pobieranie krwi), Valentyn Volkov – s. 119, s. 241 (jabłko), Valua Vitaly – s. 175 (peeling), s. 183 (smarowanie kremem), s. 210 (miecie głowy), Vankad s. 200 (patelnia), Vasily Smirnov s. 152 (poligrafia), Vlibrant Image Studio s. 101 (ciężarówka), Victor I. Makhanov s. 148 (pędzel), Viktor1 s. 182, Volosina s. 159, Wally Stemberger s. 117 (licznik gazu), wvabreakmedia s. 148 (mycie rąk), winnond s. 89 (kropiłowka), Wisanu Boonrawd s. 123 (zapinanie guzików), Wolfgang Krupp s. 192 (kaczka), Yellowj – s. 131 (pomidory), s. 168 (tkanina); **Sławomir Stachnik:** s. 88 (Ciechocinek); **Thinkstock/Getty Images:** BananaStock s. 90 (gips), Hemera – Anastasia Tsoupa s. 212 (bawełna), Serhiy Zavalnyuk s. 54 (śmiec), Yuri Arcurs s. 181 (perfumy), iStockphoto – s. 90 (smarowanie pleców), s. 190 (olej z winogron), AndreyPopov s. 123 (szczoteczka), s. 155 (płyn do płukania jamy ustnej), buryarit s. 117 (tankowanie), CaoChunhai s. 190 (słonecznik), ChesiireCat s. 155 (środek na komary), Dynons s. 131 (kosiarka), GoodDween123 s. 208 (cukier biały), Grassetto s. 10 (żarówka), Helior s. 103, Jasper Meddock s. 177 (matpaj), julianafunk s. 227 (zimne ognie), Kiril Kleykov s. 150 (smarowanie dłoni), kzenon s. 37 (stomatolog), LesScholz s. 46 (szklanki), luiscarlosjimenez s. 208 (buraki cukrowe), Magone s. 206 (jogurt), Marko Skrbic s. 173 (buty), MartinM s. 73 (sztaba cynku), nechaev-kon s. 176, rclassenlayouts s. 105 (dystrybutor paliwa), RuthBlack s. 202 (lízaki), SychuginaElena s. 113 (spray), UrbanYaroaslav s. 150 (koncert), Valeria Titova s. 210 (cukier w kostkach), vikif s. 212 (budynki), ytwong s. 215 (ryż), ZlataMarka s. 173 (mycie rąk), PhotoObjects.net/Hemera Technologies s. 148 (formalina), Polka Dot/Jupiterimages s. 101 (tankowanie), Stockbyte – Comstock s. 152 (ciężarówka), s. 189, s. 204, Tom Brakefield s. 139 (skunks), Zoonar RF s. 11, 51 (chabry); **Maciej Wróbel:** s. 37 (woda).

Wydawnictwo Nowa Era oświadcza, że podjęło starania, mające na celu dotarcie do właścicieli i dysponentów praw autorskich wszystkich zamieszczonych utworów. Wydawnictwo Nowa Era, przytaczając w celach dydaktycznych utwory lub fragmenty, postępuje zgodnie z art. 29 ustawy o prawie autorskim. Jednocześnie Nowa Era oświadcza, że jest jedynym podmiotem właściwym do kontaktu autorów tych utworów lub innych podmiotów uprawnionych w przypadkach, w których twórcy przysługuje prawo do wynagrodzenia.

Imię i nazwisko	Klasa	Rok szkolny	Podpis
1.
2.
3.

Chemia Nowej Ery

Układ okresowy pierwiastków chemicznych

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1 1 1,008 wodor H	2 3 6,941 lit Li	3 4 9,012 lit Be	4 5 12,011 węgiel C	5 6 14,007 azot N	6 7 15,999 tlen O	7 8 18,998 fluor F	8 9 20,180 neon Ne	9 10 39,098 potas K	10 11 40,078 wapń Ca	11 12 44,956 skand Sc	12 13 50,942 niob Nb	13 14 58,933 mangan Mn	14 15 58,933 żelazo Fe	15 16 58,933 miedź Cu	16 17 58,933 cynk Zn	17 18 79,904 brom Br	18 19 83,798 krypton Kr
19 37 39,098 rubid Rb	20 39 85,468 stront Sr	21 38 87,62 magnez Mg	22 39 88,906 lit Y	23 40 91,224 cyrkon Zr	24 41 92,906 niob Nb	25 42 95,94 molibden Mo	26 43 97,905 technet Tc	27 44 101,07 ruten Ru	28 45 101,07 rod Rh	29 46 106,42 pallad Pd	30 47 107,868 srebro Ag	31 48 112,411 kadm Cd	32 49 114,818 cyna Sn	33 50 121,760 antymon Sb	34 51 127,60 tellur Te	35 52 126,904 jod I	36 53 126,904 ksenon Xe
37 85 132,905 cesz Cs	38 86 137,327 bar Ba	39 87 137,327 stront Sr	40 88 137,327 lit La	41 89 138,905 lantan La	42 90 140,908 cer Ce	43 91 140,908 praseodym Pr	44 92 140,908 neodym Nd	45 93 140,908 promet Pm	46 94 140,908 samaryt Sm	47 95 140,908 europ Eu	48 96 151,964 gadolin Gd	49 97 158,925 terb Tb	50 98 158,925 dysproz Dy	51 99 162,500 holm Ho	52 100 164,930 tul Tm	53 101 167,259 iterb Yb	54 102 173,04 lutet Lu
55 132,905 cesz Cs	56 137,327 bar Ba	57 138,905 lantan La	58 140,908 cer Ce	59 140,908 praseodym Pr	60 140,908 neodym Nd	61 140,908 promet Pm	62 140,908 samaryt Sm	63 140,908 europ Eu	64 151,964 gadolin Gd	65 158,925 terb Tb	66 158,925 dysproz Dy	67 162,500 holm Ho	68 164,930 tul Tm	69 167,259 iterb Yb	70 173,04 lutet Lu	71 173,04 lutet Lu	72 173,04 lutet Lu
87 223,020 franc Fr	88 226,025 rad Ra	89 227,028 aktyn Ac	90 227,028 turyt Th	91 232,038 protaktyn Pa	92 238,029 uran U	93 238,029 neptun Np	94 238,029 pluton Pu	95 244,064 ameryk Am	96 244,064 kaliforn Cf	97 247,1 berkel Bk	98 251,080 kaliforn Cf	99 252,088 einstein Es	100 257,095 ferm Fm	101 258,098 mendelew Md	102 259,101 nobel No	103 262,110 lorens Lr	104 262,110 lorens Lr
113 204,383 tenes Ts	114 209,987 flawel Fl	115 210,088 moscovium Mc	116 210,088 livermorium Lv	117 210,088 tenes Ts	118 210,088 oganeson Og	119 210,088 tenes Ts	120 210,088 oganeson Og	121 210,088 oganeson Og	122 210,088 oganeson Og	123 210,088 oganeson Og	124 210,088 oganeson Og	125 210,088 oganeson Og	126 210,088 oganeson Og	127 210,088 oganeson Og	128 210,088 oganeson Og	129 210,088 oganeson Og	130 210,088 oganeson Og

21 H
 1,008
 wodor
 H
 symbol pierwiastka chemicznego
 masa atomowa, u
 1,008
 elektrojemność
 (wg Paulinga)
 liczba atomowa (liczba porządkowa)
 nazwa pierwiastka chemicznego

substancje stałe
 ciecze
 gazy