

7. Poznajemy związek chemiczny wodoru i tlenu – wodę

7.1. Woda – właściwości i rola w przyrodzie



W tym rozdziale znajdziesz między innymi odpowiedzi na pytania:

1. Jakie znaczenie ma woda w przyrodzie?
2. Jakie są sposoby racjonalnego gospodarowania wodą?

Większość procesów w przyrodzie przebiega z udziałem wody lub w środowisku wodnym.

Czysta woda jest cieczą bezbarwną, bezwonną i bez smaku.

Doświadczenie 26.

Odparowanie wody wodociągowej

- Szkiełko zegarkowe z małą ilością wody ogrzewaj aż do całkowitego jej wyparowania. Zaobserwuj, jak wygląda powierzchnia szkiełka.

Na szkiełku powstał osad. Tworzą go sole, które były rozpuszczone w wodzie wodociągowej. Woda (zarówno wodociągowa, jak i źródłana) zawiera rozpuszczone gazy i sole mineralne.

Wiem więcej

Jeśli ktoś chciałby policzyć wszystkie możliwe związki chemiczne o ogólnym wzorze H_2O , to rezultat byłby nieoczekiwany: może istnieć 48 różnych „wód”, gdyż cząsteczki wody mogą składać się z 3 izotopów wodoru i 9 izotopów tlenu. Każda woda jest więc mieszaniną cząsteczek wody o różnym składzie izotopowym. Woda wzbogaca się w deuter podczas parowania i dlatego woda deszczowa różni się od wody w jeziorze. W jeziorach zamkniętych woda zawiera zawsze więcej deuteru niż woda ze strumieni górskich. Lód pokrywający zimną jezioro też różni się składem izotopowym od wody: zmniejsza się zawartość ciężkiego wodoru, natomiast zwiększa się ilość ciężkiego tlenu.

Właściwości wody

Gęstość wody w temperaturze 4°C wynosi $1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ i zmniejsza się wraz ze zmianą temperatury.

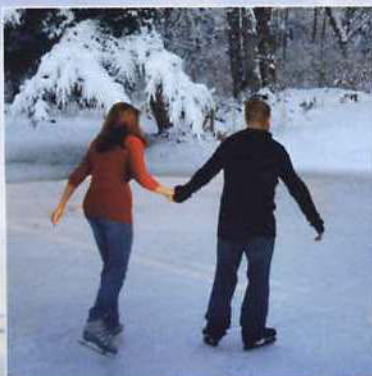


▲ temperatura +4°C

W tej temperaturze woda ma największą gęstość, dlatego podczas mrozów na dnie zbiornika wodnego znajduje się woda w stanie ciekłym, co umożliwia życie roślinom i zwierzętom wodnym.



◀ Woda, zamarzając w szczelinach skal, powoduje ich rozsadzanie (gdyż podczas zamarzania zwiększa się jej objętość). Jest to jedna z przyczyn wietrzenia skal.



◀ temperatura 0°C

Gdy górną część zbiornika wodnego pokrywa warstwa lodu, pod jego powierzchnią nadal toczy się życie.

podczas zamarzania woda zwiększa swoją objętość, lód (mający mniejszą gęstość) pływa po powierzchni wody (cieczy)



RODZAJE WÓD W PRZYRODZIE

Woda w przyrodzie to nie tylko rzeki, morza, jeziora, lodowce, wieczne śniegi w górach, ale też wody gruntowe i podziemne, wody mineralne, para wodna jako składnik powietrza, woda krystalizacyjna w minerałach i woda jako składnik organizmów.

Jak już wiesz, woda występuje na Ziemi w trzech stanach skupienia i może zmieniać stan skupienia pod wpływem zmian ciśnienia powietrza i temperatury wody.

Pod ciśnieniem 1013 hPa woda wrze w temperaturze 100°C i krzepnie w temperaturze 0°C. Gdy ciśnienie zewnętrzne jest inne, zmieniają się też wartości temperatur wrzenia i topnienia.

Najwięcej wody jest w hydrosferze (oceany, morza, wody śródlądowe). Dużo wody zawierają też litosfera (część skorupy ziemskiej w stałym stanie skupienia) oraz biosfera (wszystkie organizmy na Ziemi). Woda występuje również jako składnik atmosfery. Znajduje się w organizmach wszystkich istot żywych. Ciało człowieka zawiera od 58% do 65% wody, ryby – około 80%, a niektóre rośliny wodne zawierają jej od 95% do 98%. Z udziałem wody przebiegają wszystkie procesy życiowe: trawienie, wydalanie, krążenie krwi, oddychanie i cała przemiana materii.

Woda wywiera olbrzymi wpływ na przemiany, jakim ulega skorupa ziemska. Jest jednym z czynników powodujących wietrzenie skał. Za jej sprawą z twardych granitów powstaje piasek rzeczny. Obecność wody lub jej brak decyduje również o charakterze klimatu danej okolicy.

Woda jest warunkiem istnienia życia na Ziemi. W atmosferze stanowi osłonę przed palącymi promieniami Słońca (w dzień), zapobiega też nadmiernemu wypromieniowywaniu ciepła (w nocy). W rejonach pustynnych, gdzie ilość pary wodnej w atmosferze jest znikoma, występują bardzo duże różnice temperatur między dniem a nocą.

Wodę należy oszczędzać, gdyż bez niej nie jest możliwe życie na Ziemi. W ochronie wody ważną rolę odgrywa walka z jej marnotrawieniem, tj. nadmiernym zużywaniem w gospodarstwach domowych i zakładach przemysłowych, oraz wyciekami z nieszczelnych instalacji wodociągowych, gdyż wypływająca z nich woda jest bezpowrotnie utracona. Oczyszczanie i uzdatnianie wody w celu otrzymania wody pitnej wymaga dużego nakładu energii i jest kosztowne.

Na naszej planecie nie może zabraknąć czystej wody!

Przypomnienie

Każdy może racjonalnie wykorzystywać wodę, czyli przede wszystkim ją oszczędzać. Należy więc np.:

- dbać o właściwy stan urządzeń sanitarnych, aby z kranów nie ciekła woda,
- myć zęby przy zakręconym kranie,
- korzystać z prysznica, zamiast brać kąpiel w wannie.

RACJONALNE GOSPODAROWANIE WODĄ

Konieczne jest racjonalne gospodarowanie wodą:

- tworzenie zbiorników retencyjnych,
- wdrażanie technologii, których podstawową zasadą jest gospodarne zużycie wody, np.: obieg zamknięty wody w zakładach przemysłowych i myjniach samochodowych,
- tworzenie ujęć wody z rzek (pobieranej przez zakłady przemysłowe do produkcji) poniżej miejsc odprowadzania jej po wykorzystaniu (to zmusiłoby przedsiębiorców do oczyszczania).

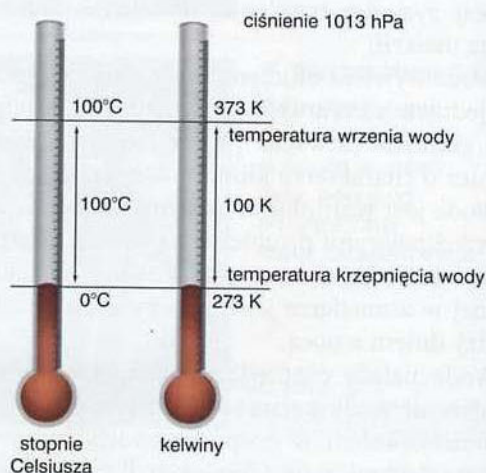
Wiem więcej

Woda destylowana to woda pozbawiona wszelkich zanieczyszczeń (m.in. soli mineralnych) i rozpuszczonych gazów. Aby ją otrzymać, zwykłą wodę poddaje się procesowi destylacji. Wodę destylowaną stosuje się w medycynie, w przemyśle farmaceutycznym – do produkcji leków, w laboratoriach chemicznych oraz w żelazkach, nawilżaczach powietrza i do uzupełniania elektrolitu w akumulatorach.

Temperatura wrzenia wody wzrasta, gdy rośnie ciśnienie atmosferyczne, gdyż cząsteczkom wody trudniej jest wydostać się z cieczy i przejść w stan pary. Natomiast, gdy ciśnienie atmosferyczne obniża się, temperatura wrzenia wody również się obniża, ponieważ cząsteczkom wody łatwiej wydostać się z cieczy i przejść w stan pary.

Na poziomie morza (0 m n.p.m.) ciśnienie wynosi około 1013 hPa. Wraz ze wzrostem wysokości ciśnienie spada o około 11,5 hPa

na 100 m. Dlatego w Himalajach, na najwyższym szczycie Ziemi – na Mount Everest (wysokość 8848 m n.p.m.), temperatura wrzenia wody wynosi około 71°C.

**ROZWIĄŻ ZADANIA**

1. Wyjaśnij rolę wody w przyrodzie.
2. Opisz sposoby racjonalnego gospodarowania wodą, które stosujesz w życiu codziennym.
3. W pewnych warunkach woda wrze w temperaturze 95°C, a w innych w temperaturze 101,5°C. Wyjaśnij, czym jest spowodowana ta różnica oraz podaj przyczynę tego zjawiska.

7.2. Zanieczyszczenia wód

W tym rozdziale znajdziesz między innymi odpowiedzi na pytania:

1. Jakie są źródła zanieczyszczeń wód?
2. Jakie są sposoby usuwania zanieczyszczeń z wód?

Woda pokrywa $\frac{2}{3}$ powierzchni kuli ziemskiej, ale zasoby wód słodkich są znacznie mniejsze. Zwiększanie się liczby ludności i rozwój przemysłu powodują wzrost zużycia wody i jednocześnie jej większe zanieczyszczenie.

Zanieczyszczenia wód

◀ odpady promieniotwórcze
i związki metali ciężkich
(głównie ołowiu, rtęci, kadmu)



▲ oznaczenie skażenia
biologicznego

bakteriami, pierwotniakami,
grzybami



◀ paliwa, oleje, smary
i rozpuszczalniki
stosowane w przemyśle
petrochemicznym



▲ ścieki z kopalń
powodujące m.in. zasolenie
wód słodkich

detergenty ▶

dodawane do kosmetyków,
środków piorących i myjących
(m.in.: płynów do mycia naczyń,
proszków do prania, szamponów)
oraz nawozy sztuczne i pestycydy
stosowane w rolnictwie



Wiem więcej

Źródła zanieczyszczeń wód można podzielić na trzy główne grupy:

● **główne źródła zanieczyszczeń wód**

- **komunalne**
np. detergenty ze środków piorących
- **przemysłowe, np.**
 - fenole (ścieki przemysłu petrochemicznego)
 - metale ciężkie
- **rolnicze**
np. azotany pochodzące z nawozów mineralnych, stosowanych w rolnictwie

Doświadczenie 27.

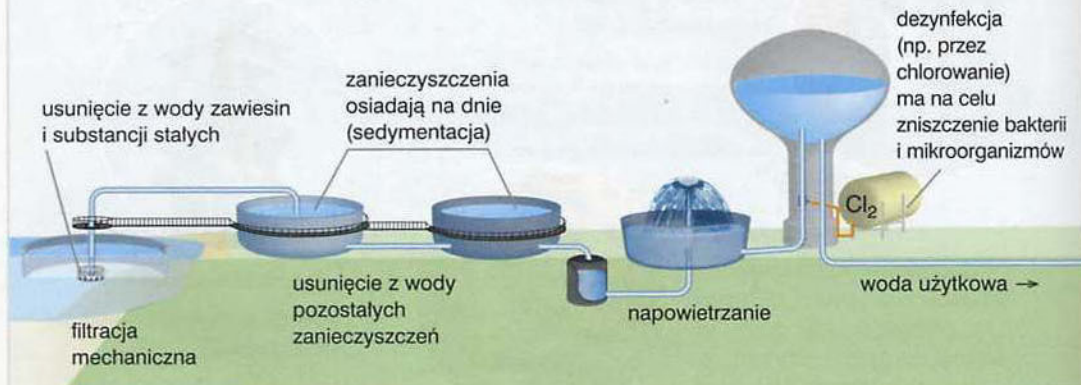
Mechaniczne usuwanie zanieczyszczeń z wody – filtracja

- Przesącz wodę zanieczyszczoną różnymi substancjami stałymi (drobne ścinki papieru, glina itp.), używając lejka z sączkiem.
- Zapisz obserwacje.

Na sączku z bibuły pozostały zanieczyszczenia, a uzyskany przesącz jest czysty i klarowny. Metodę tę (z użyciem filtrów zamiast sączków z bibuły) stosuje się do wstępnego oczyszczania ścieków z zanieczyszczeń mechanicznych.

W oczyszczalniach ścieków (rys. 5.) stosuje się następujące metody oczyszczania:

- **mechaniczne**, polegające na stosowaniu grubych sit i krat, które zatrzymują odpady stałe;
- **chemiczne**, polegające na utlenianiu i zubożeniu ścieków przy użyciu różnych związków chemicznych (w zależności od rodzaju ścieku) lub na usuwaniu metali ciężkich w postaci trudno rozpuszczalnych osadów;
- **biologiczne**, polegające na wprowadzaniu zespołu bakterii, pierwotniaków i grzybów, które, rozmnażając się przy stałym dostępie tlenu, rozkładają substancje organiczne do substancji nieorganicznych, takich jak tlenek węgla(IV), woda, azotany i fosforany.



Rys. 5. Schemat oczyszczalni ścieków

Wiem więcej

Chemia wokół nas

Według danych ONZ ponad 1 mld ludzi na Ziemi nie ma dostępu do wody bezpiecznej dla zdrowia. Corocznie 3 mln ludzi umiera z powodu chorób związanych z brakiem wody lub z jej złą jakością. Światowy kryzys wodny jest największą przeszkodą w rozwoju ubogich krajów. Woda skażona biologicznie może być przyczyną chorób, takich jak żółtaczką, cholera czy dur brzuszny. Brak wody pitnej to problem występujący coraz powszechniej w wielu miejscach na świecie, dlatego projektuje się coraz doskonalsze i tańsze urządzenia do oczyszczania wody. Takim przykładem jest „rurka życia” (fot. 49.), stosowana tam, gdzie woda jest bardzo zanieczyszczona. Użyte w rurce filtry umożliwiają picie wody nawet z rzeki bez ryzyka zachorowania. Wskaźnikiem czystości wody jest **miano coli**. Jest to najmniejsza objętość wody, na którą przypada 1 bakteria pałeczki okrężnicy (*Escherichia coli*). Dla wody pitnej miano coli wynosi $10\text{ cm}^3\text{--}50\text{ cm}^3$, tzn., że w tej objętości wody nie może znajdować się więcej niż jedna bakteria z grupy coli. Bakterie coli (*Escherichia coli*) mogą powodować ciężkie zatrucia u pojedynczych osób, a nawet epidemie.



Fot. 49. W rurce następuje przefiltrowanie przepływającej przez nią wody, dzięki czemu nadaje się do picia

ROZWIĄŻ ZADANIA

1. Napisz, w jaki sposób z wody morskiej można otrzymać wodę pozbawioną soli.
2. Wody słone na Ziemi występują w morzach i oceanach. Wody słodkie to woda zawarta w lodowcach, wody podziemne, wody powierzchniowe, woda w atmosferze i glebie. Wody słodkie stanowią 2,8% zasobów wodnych Ziemi, reszta – 97,2% – to wody słone. Woda w lodowcach stanowi 82% wody słodkiej, 14% wody słodkiej to wody podziemne, 3% stanowią wody powierzchniowe, a reszta to wody w atmosferze i glebie. Narysuj kwadrat o powierzchni 100 cm^2 , który będzie przedstawiał 100% zasobów wodnych Ziemi. W kwadracie tym zaznacz zawartość procentową każdego rodzaju wody i sformułuj wniosek.
3. Zaproponuj doświadczenia, które można byłoby przeprowadzić przy usuwaniu zanieczyszczeń znajdujących się w wodzie.
4. Odprowadzanie podgrzanej wody, np. z elektrowni czy zakładów przemysłowych, bezpośrednio do zbiorników naturalnych, może spowodować wzrost temperatury wody, która się w nich znajduje. Wyjaśnij, jakie może mieć to skutki dla środowiska przyrodniczego.

7.3. Woda jako rozpuszczalnik



30-31

W tym rozdziale znajdziesz między innymi odpowiedzi na pytania:

1. Na czym polega rozpuszczanie?
2. Dlaczego jedne substancje rozpuszczają się w wodzie, a inne nie?
3. Co to jest dipol?

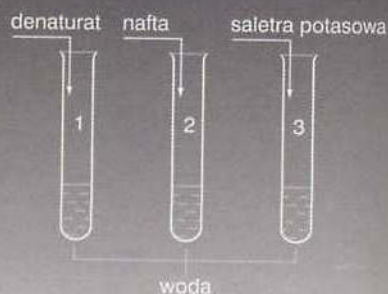
Często spotykasz się ze stwierdzeniem, że substancje rozpuszczają się w wodzie, a woda jest dobrym rozpuszczalnikiem. Sprawdź ten fakt doświadczalnie.

Doświadczenie 28.



Rozpuszczanie substancji w wodzie

- Do trzech probówek nalej wodę do około $\frac{1}{3}$ objętości (schemat). Do probówki 1. dolej denaturat, do probówki 2. – naftę, a do probówki 3. wsyp kilka kryształków saletry potasowej. Wstrząśnij przez chwilę każdą probówką.
- Zapisz obserwacje.



ROZPUSZCZANIE

Denaturat i saletra potasowa dobrze rozpuszczają się w wodzie. **Rozpuszczanie** polega na wnikanii cząsteczek jednej substancji między cząsteczki substancji drugiej. Podczas wstrząśnięcia probówki z naftą i wodą powstaje nietrwała emulsja.

EMULSJA

Emulsja jest to mieszanina niejednorodna dwóch wzajemnie nierozpuszczalnych cieczy, z których jedna jest rozproszona w drugiej w postaci małych kropelek (o wielkości rzędu 10^{-6} m). Nafta nie rozpuszcza się i tworzy warstwę na powierzchni wody. Dlaczego woda nie jest dobrym rozpuszczalnikiem dla każdej substancji? Odpowiedź można uzyskać po przeanalizowaniu budowy cząsteczki wody.

Chemia wokół nas

Z emulsjami stykasz się codziennie. Niektóre z nich są to emulsje naturalne, np. mleko, lub substancje powstałe w wyniku emulgowania (fot. 50.).



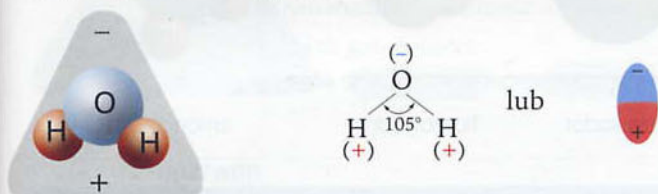
Fot. 50. Ketchup, majonez i musztarda to emulsje, podobnie jak kremy kosmetyczne

Przypomnienie

W cząsteczce wody atomy wodoru łączą się z atomem tlenu – dzięki wiązaniu kowalencyjnemu tworzą się dwie wspólne pary elektronowe. Cząsteczka wody składa się z atomów różnych pierwiastków chemicznych, zatem wspólne pary elektronowe przyciągane są przez te atomy z różną siłą. Pary elektronowe są przesunięte w stronę atomu tlenu. W cząsteczce wody występuje wiązanie kowalencyjne spolaryzowane.

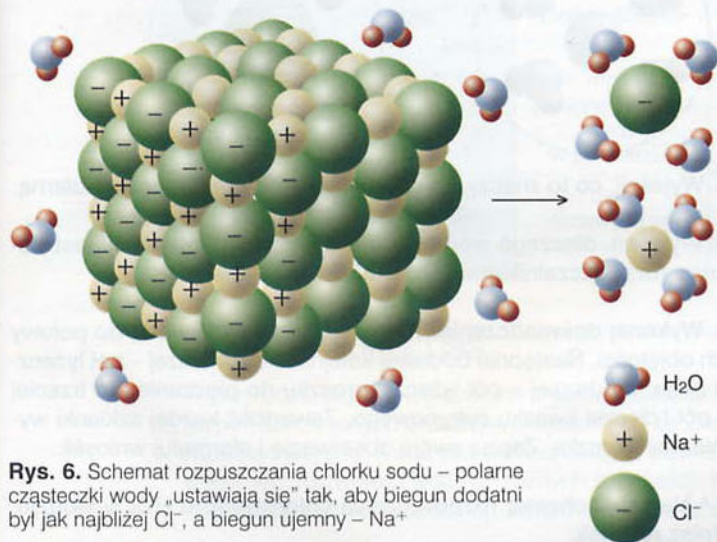
DIPOL

Cząsteczka wody ma dwa bieguny: ujemny, w pobliżu atomu tlenu, i dodatni, w pobliżu atomów wodoru. Cząsteczka wody jest **dipolem**, czyli, innymi słowy, ma **budowę polarną**, co zapisuje się w następujący sposób:



Wiązania w cząsteczce wody tworzą kąt około 105° .

Budowa polarna cząsteczki wody wpływa na zdolność rozpuszczania się w niej substancji. Dobrze rozpuszczają się w wodzie substancje o budowie polarnej, a więc takie, których cząsteczki również mają dwa bieguny. Gdy substancję polarną rozpuszcza się w wodzie, wówczas cząsteczki „ustawiają się” w taki sposób, aby dodatni biegun cząsteczki wody stykał się z biegunem ujemnym cząsteczki substancji rozpuszczanej i odwrotnie (rys. 6.).



Rys. 6. Schemat rozpuszczania chlorku sodu – polarne cząsteczki wody „ustawiają się” tak, aby biegun dodatni był jak najbliżej Cl^- , a biegun ujemny – Na^+

Chemia wokół nas

Similia similibus solvuntur (łac.)

– podobne rozpuszcza podobne – to zasada znana już alchemikom, która częściowo wyjaśnia, dlaczego ręce ubrudzone smołą trudno umyć wodą, natomiast bez trudu zmyjemy taki brud benzyną. Woda jest rozpuszczalnikiem o budowie polarnej, natomiast składniki smoły mają charakter niepolarny. Benzyna ma charakter niepolarny i dlatego jest dobrym rozpuszczalnikiem dla smoły, która też jest mieszaniną związków chemicznych o budowie niepolarnej.

Czy wiesz, że...

Symetrię płatków śniegu (fot. 51.) zauważył **Thomas Heriot** w 1591 roku (jako pierwszy w Europie). Niestety, nie opublikował swego spostrzeżenia i słowa odkrywcy przypadła **Johannesowi Keplerowi**, który uczynił to w 1611 roku. Tymczasem Chińczycy znali kształt płatków śniegu co najmniej od 1800 lat...



Fot. 51. Płatki śniegu mają zawsze symetrię sześciokąta foremnego. Jest to związane z budową polarną cząsteczki wody

Chemia wokół nas

Szybkie ogrzewanie potraw w mikrofalówce jest możliwe dzięki cząsteczkom wody zawartym w potrawach (fot. 52.).



Fot. 52. Mikrofałe pobudzają cząsteczki wody do drgania, a cząsteczki, drgając, zwiększają energię wydzielaną na sposób ciepła

nowe POJĘCIA

- **Dipol** – cząsteczka mająca dwa bieguny: dodatni (+) i ujemny (-), np. cząsteczka wody.
- **Emulsja** – mieszanina niejednorodna dwóch nierozpuszczających się w sobie cieczy, z których jedna jest rozproszona w drugiej w postaci małych kropelek.
- **Rozpuszczanie** – wnikanie cząsteczek jednej substancji między cząsteczki drugiej substancji.

W wodzie dobrze rozpuszczają się związki chemiczne, zawierające wiązanie jonowe, natomiast związki chemiczne tworzące wiązania kowalencyjne, rozpuszczają się głównie w rozpuszczalnikach niepolarnych.

Wiem więcej

Cząsteczki wody (dipole) mają zdolność **asocjacji**, czyli łączenia się pojedynczych cząsteczek w większe grupy, dzięki obecności biegunów (+) i (-) w cząsteczce.

Przykładami dipoli są też m.in. cząsteczki następujących związków chemicznych:



+ -
chlorowódór



+ -
fluorowódór



amoniak

ROZWIĄŻ ZADANIA

1. Podaj nazwy znanych ci substancji rozpuszczających się w: a) wodzie; b) benzynie.
2. Podczas rozpuszczania chlorku potasu KCl w wodzie, powstają jony: K^+ i Cl^- . Ustal, który rysunek przedstawia zachowanie się cząsteczek wody wobec kationu potasu, a który wobec anionu chlorkowego. Odpowiedź uzasadnij.

a)

b)
3. Wyjaśnij, co to znaczy, że cząsteczka wody ma budowę polarną.
4. Wyjaśnij, dlaczego woda nie dla wszystkich substancji jest dobrym rozpuszczalnikiem.
5. Wykonaj doświadczenie. Trzy szklanki napełnij wodą do połowy ich objętości. Następnie dodawaj kolejno: do pierwszej – pół łyżeczki oleju, do drugiej – pół łyżeczki proszku do pieczenia, do trzeciej – pół łyżeczki kwasu cytrynowego. Zawartość każdej szklanki wymieszaj łyżeczką. Zapisz swoje obserwacje i sformułuj wniosek.
- 6.* Narysuj schemat rozpuszczania chlorowodoru HCl w wodzie. Opisz rysunek.

8. Poznajemy różne rodzaje roztworów

8.1. Szybkość rozpuszczania się substancji



W tym rozdziale znajdziesz między innymi odpowiedzi na pytania:

1. Co to jest roztwór?
2. Jakie czynniki mają wpływ na szybkość rozpuszczania się substancji w wodzie?

ROZTWÓR

Roztwór to mieszanina jednorodna co najmniej dwóch składników – **substancji rozpuszczanej** i **rozpuszczalnika**. Gdy miesza się dwie ciecze lub dwa gazy, przyjmuje się, że rozpuszczalnikiem jest ta substancja, której jest więcej. Istnieją różne rodzaje mieszanin, w zależności od rodzaju substancji rozpuszczanej i rodzaju rozpuszczalnika. Nie zawsze są to mieszaniny jednorodne (roztwory). W tabeli 15. znajdują się przykłady różnych mieszanin.

Tabela 15. Przykłady mieszanin

		Rozpuszczalnik		
		gaz	ciecz	substancja stała
Substancja rozpuszczana	gaz	powietrze (tlen w azocie)	tlenek węgla(IV) w wodzie (woda sodowa)	wodór w palladzie
	ciecz	mgła (drobne kropelki wody w powietrzu)	glicerol w wodzie	woda w granulkach wodorotlenku sodu
	substancja stała	dym (sadza lub pył w powietrzu)	cukier lub sól w wodzie	stopy metali (mosiądz, brąz)

Chemia wokół nas

W przyrodzie nigdzie nie spotyka się wody, chociaż należy ona do najbardziej rozpowszechnionych związków chemicznych na Ziemi. Dotyczy to oczywiście wody w postaci czystej. Woda jest bardzo dobrym rozpuszczalnikiem. Dlatego to, co nazywamy wodą, jest roztworem wodnym różnych substancji. Kropla deszczu zawiera około 0,05% domieszek różnych substancji, zwłaszcza rozpuszczonych gazów, np. tlenku węgla(IV).

Omawiane poniżej zagadnienia dotyczą roztworów, w których rozpuszczalnikiem jest woda. Zastanów się, czy istnieją czynniki mające wpływ na szybkość rozpuszczania się danej substancji w wodzie.

Doświadczenie 29.

Badanie wpływu różnych czynników na szybkość rozpuszczania się substancji stałej w wodzie

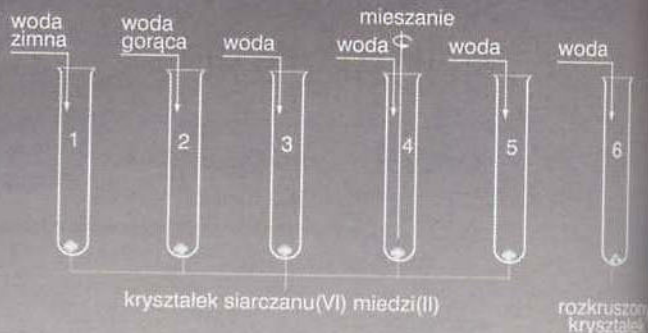
- Sześć porównywalnych kryształków siarczanu(VI) miedzi(II) wrzucić do sześciu probówek umieszczonych w statywie (schemat).

a) Do probówki 1. nalej zimną wodę do około $\frac{1}{3}$ objętości, a do probówki 2. – tyle samo wody gorącej.

b) Do probówek 3. i 4. wlej takie same ilości wody o jednakowej temperaturze. Zawartość probówki 4. mieszaj bagietką.

c) Kryształek siarczanu(VI) miedzi(II) w probówce 6. rozkrusz bagietką. Do probówek 5. i 6. nalej tyle samo wody o jednakowej temperaturze.

- Zapisać obserwacje i sformułuj wniosek.



Rozpuszczanie zachodzi szybciej w probówkach 2., 4. i 6. Na podstawie przeprowadzonego doświadczenia można stwierdzić, że szybkość rozpuszczania się danej substancji zależy od **temperatury**, **mieszania** i **rozdrobienia substancji rozpuszczanej**.

Wytlumaczenie tego zjawiska jest proste. Im wyższa temperatura, tym większa energia cząsteczek, a tym samym większa ilość zderzeń cząsteczek wody z cząsteczkami siarczanu(VI) miedzi(II). Mieszanie mechaniczne również ułatwia mieszanie się cząsteczek wody i siarczanu(VI) miedzi(II). Rozdrobnienie substancji ułatwia wnikanie cząsteczek wody między jony rozpuszczającego się siarczanu(VI) miedzi(II). Spowodowane jest to zwiększeniem powierzchni oddziaływania tej substancji z cząsteczkami wody (rozpuszczalnika).

Zatem, chcąc zwiększyć szybkość rozpuszczania substancji stałej w wodzie, należy substancję rozdrobnić, a roztwór ogrzewać i mieszać.

ROZWIĄŻ ZADANIA

nowe POJĘCIA

- Roztwór** – mieszanina jednorodna rozpuszczalnika i substancji rozpuszczanej.

1. Wskaż, które z wymienionych czynników wpływają na szybkość rozpuszczania się danej substancji w wodzie: barwa substancji, temperatura, rozdrobnienie substancji, wielkość naczynia (w którym odbywa się rozpuszczanie), kształt naczynia, mieszanie.

2. Zaprojektuj doświadczenie. Mając do dyspozycji cukier puder, cukier kryształ i cukier w kostkach, zaprojektuj doświadczenie umożliwiające zbadanie wpływu rozdrobnienia substancji na szybkość rozpuszczania. Napisz instrukcję, obserwacje i sformułuj wniosek.

8.2. Rozpuszczalność substancji w wodzie



33 W tym rozdziale znajdziesz między innymi odpowiedzi na pytania:

1. Co to jest rozpuszczalność substancji?
2. Kiedy roztwór jest nasycony?
3. Jakich informacji dostarcza analiza krzywych rozpuszczalności substancji?

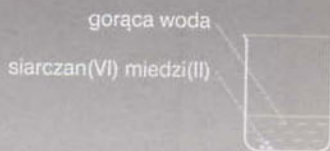
Przeprowadzając doświadczenie 30., można zbadać, czy po zastosowaniu wszystkich metod zwiększających szybkość rozpuszczania (podwyższenie temperatury, rozdrobnienie substancji, mieszanie) można rozpuścić nieograniczoną ilość substancji.

Doświadczenie 30.

Badanie rozpuszczalności siarczanu(VI) miedzi(II) w wodzie

- Zlewkę (lub dużą probówkę) napełnij wodą do $\frac{1}{3}$ objętości (schemat). Rozdrobnij kryształki siarczanu(VI) miedzi(II) i wsyp część do zlewki z wodą. Ogrzewaj zlewkę, a roztwór mieszaj. Gdy substancja się rozpuści, dosyp do roztworu następną porcję rozdrobnionych kryształków. Postępuj jak poprzednio do momentu, aż kolejna dosypana porcja nie ulegnie już rozpuszczeniu, mimo mieszania i ogrzewania.
- Zapisz obserwacje i sformułuj wniosek.

Siarczan(VI) miedzi(II) ma barwę białą. Barwa niebieska pojawia się, gdy w kryształach znajduje się woda.



ROZPUSZCZALNOŚĆ I ROZTWÓR NASYCONY

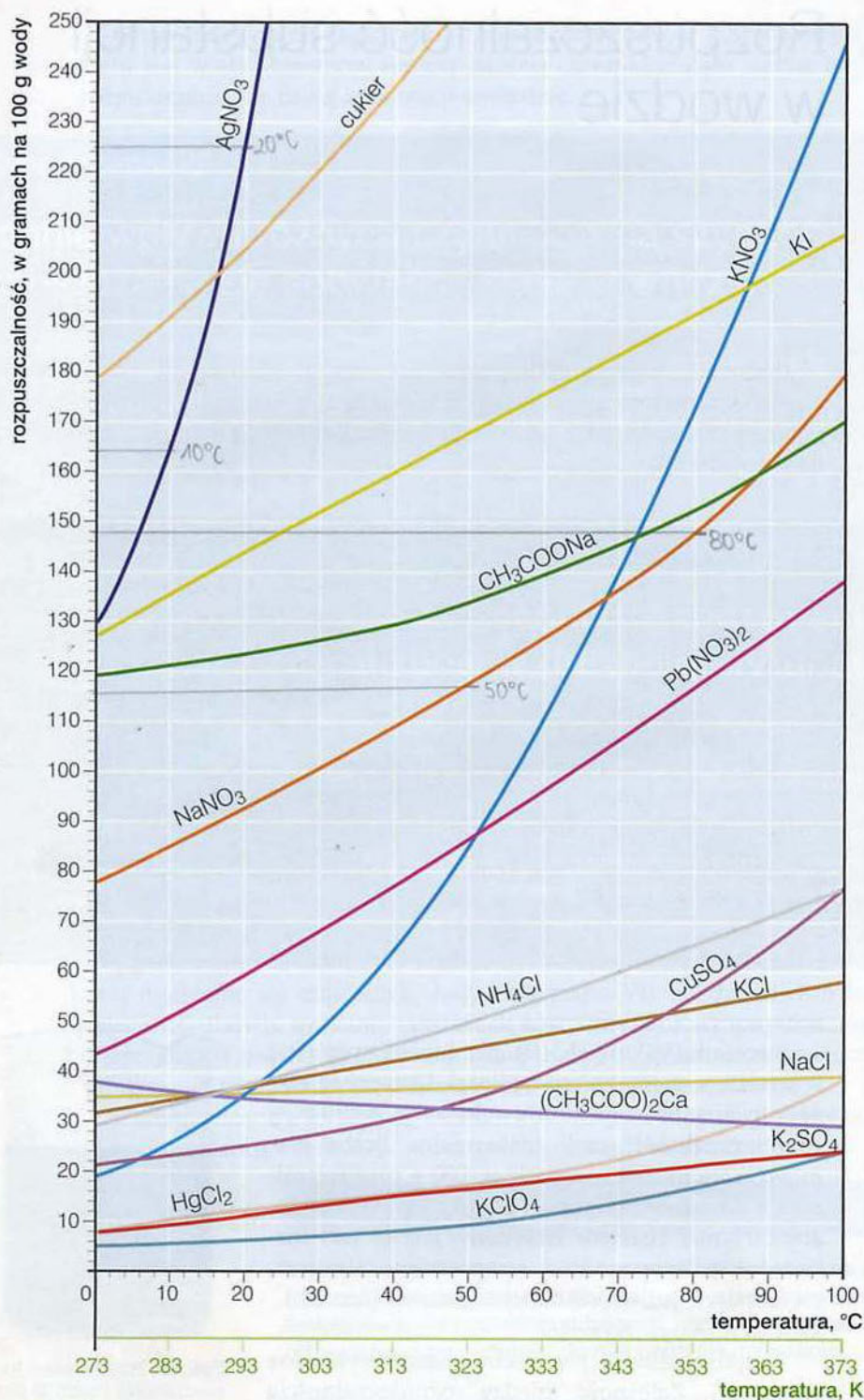
Siarczanu(VI) miedzi(II) nie można rozpuścić w wodzie w nieograniczonej ilości. Dotyczy to także innych substancji. Każdą substancję cechuje jej **rozpuszczalność**, czyli maksymalna liczba gramów, którą można rozpuścić w 100 g rozpuszczalnika w danej temperaturze i pod stałym ciśnieniem, aby otrzymać **roztwór nasycony**. Jest to taki roztwór, w którym w danej temperaturze nie można rozpuścić już więcej danej substancji (fot. 53.).

KRZYWA ROZPUSZCZALNOŚCI

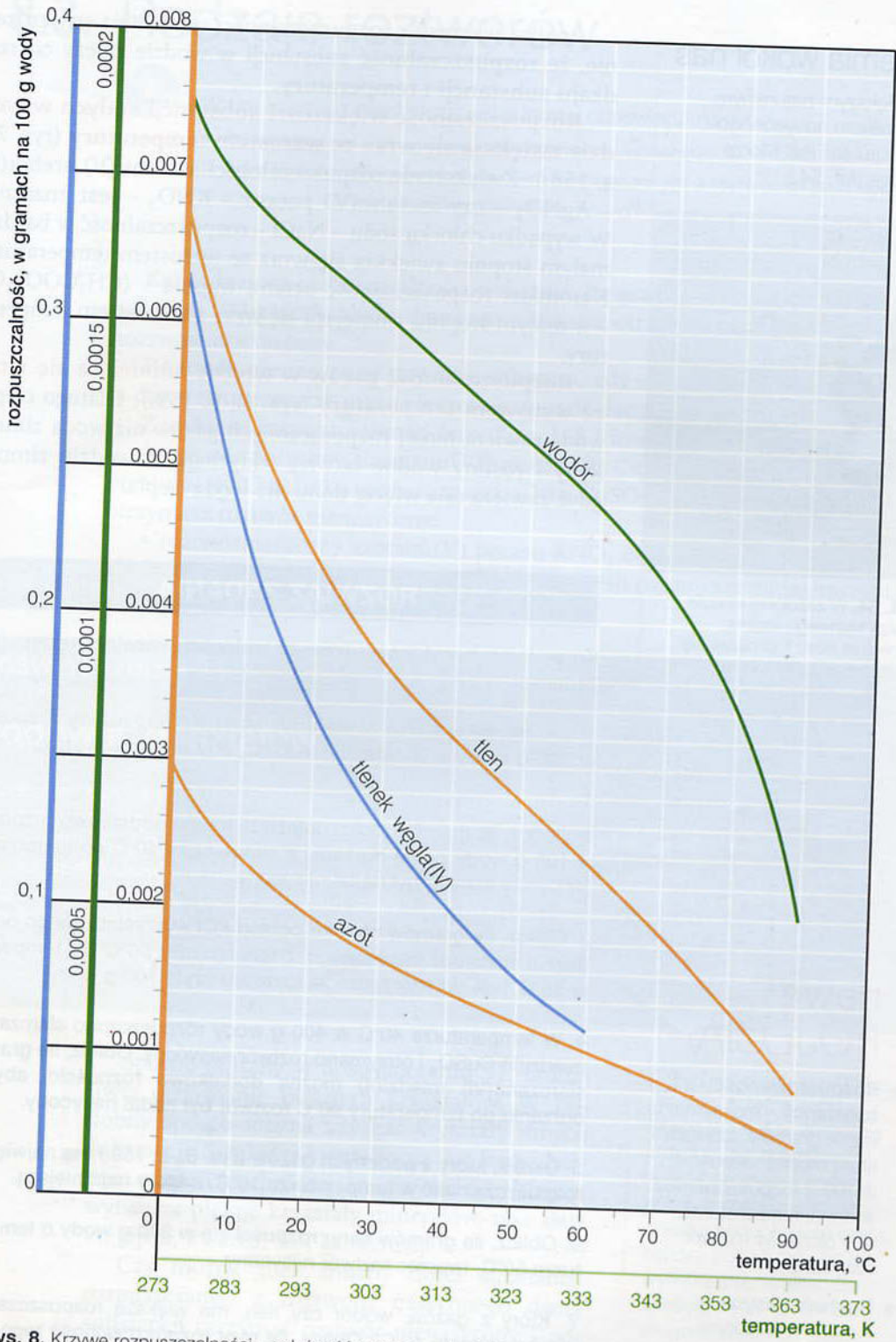
Rozpuszczalność jest cechą charakterystyczną substancji. Zależność między rozpuszczalnością a temperaturą można przedstawić graficznie za pomocą **krzywej rozpuszczalności** (rys. 7., s. 158. i 8., s. 159.).



Fot. 53. Przygotowany roztwór siarczanu(VI) miedzi(II) jest roztworem nasyconym, gdyż dodane do niego kryształki siarczanu(VI) miedzi(II) nie rozpuszczają się



Rys. 7. Krzywe rozpuszczalności – zależność rozpuszczalności substancji stałych w wodzie od temperatury
 AgNO_3 – azotan(V) srebra(I); KI – jodek potasu; NaNO_3 – azotan(V) sodu; KNO_3 – azotan(V) potasu;
 $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ – azotan(V) ołowiu(II); NH_4Cl – chlorek amonu; CuSO_4 – siarczan(VI) miedzi(II); K_2SO_4 – siarczan(VI) potasu;
 KCl – chlorek potasu; NaCl – chlorek sodu; $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca}$ – octan wapnia; CH_3COONa – octan sodu;
 HgCl_2 – chlorek rtęci(II); KClO_4 – chloran(VII) potasu



Rys. 8. Krzywe rozpuszczalności – zależność rozpuszczalności gazów w wodzie od temperatury

Chemia wokół nas

Największym naturalnym zbiornikiem nasyconego roztworu soli jest Morze Martwe (fot. 54.).



Fot. 54. W zasolonej wodzie Morza Martwego można spokojnie leżeć i, unosząc się na jej powierzchni, czytać gazetę

nowe POJĘCIA

- **Rozpuszczalność substancji** – maksymalna liczba gramów substancji, którą można rozpuścić w 100 g rozpuszczalnika w danej temperaturze, aby otrzymać roztwór nasycony.
- **Roztwór nasycony** – roztwór, w którym w danej temperaturze nie można już rozpuścić więcej danej substancji.

Analiza wykresów rozpuszczalności umożliwia stwierdzenie, że **rozpuszczalność** substancji w wodzie zależy od rodzaju substancji i temperatury.

Rozpuszczalność większości substancji stałych w wodzie zwiększa się wraz ze wzrostem temperatury (rys. 7., s. 158.). Zwiększenie rozpuszczalności azotanu(V) srebra(II) – AgNO_3 – czy azotanu(V) potasu – KNO_3 – jest znaczne. W wypadku chlorku sodu – NaCl – rozpuszczalność w bardzo małym stopniu zwiększa się wraz ze wzrostem temperatury. Natomiast rozpuszczalność octanu wapnia – $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca}$ – w małym stopniu zmniejsza się wraz ze wzrostem temperatury.

Rozpuszczalność gazów w wodzie zmniejsza się wraz ze wzrostem temperatury (rys. 8., s. 159.). Dlatego ciepła woda zawiera mniej rozpuszczonych gazów niż woda zimna. Ryby i rośliny wodne łatwiej oddychają w wodzie zimnej, gdyż zawiera ona więcej tlenu niż woda ciepła.

ROZWIĄŻ ZADANIA

Korzystając z wykresów rozpuszczalności, rozwiąż następujące zadania.

1. Określ, ile gramów azotanu(V) sodu NaNO_3 należy rozpuścić w 200 g wody w temperaturze 70°C , aby otrzymać roztwór nasycony.
2. Oblicz, ile gramów jodku potasu KI trzeba dodatkowo rozpuścić w 100 g wody po jej ogrzaniu z temperatury 10°C do temperatury 30°C , aby roztwór był nadal nasycony.
3. Oblicz, ile gramów chlorku potasu KCl wykrystalizuje po ochłodzeniu roztworu nasyconego z temperatury 90°C do temperatury 50°C , jeśli do sporządzenia roztworu użyto 100 g wody.
4. W temperaturze 40°C w 400 g wody rozpuszczono siarczan(VI) miedzi(II) CuSO_4 i otrzymano roztwór nasycony. Oblicz, ile gramów siarczanu(VI) miedzi(II) można dodatkowo rozpuścić, aby po ogrzaniu do temperatury 90°C roztwór był nadal nasycony.
5. Określ, który z podanych gazów (rys. 8., s. 159.) ma największą rozpuszczalność w temperaturze 10°C , a który najmniejszą.
6. Oblicz, ile gramów tlenu rozpuści się w 200 g wody o temperaturze 50°C , tworząc roztwór nasycony.
7. Który z gazów, wodór czy tlen, ma większą rozpuszczalność w temperaturze 40°C ? Oblicz, ile razy rozpuszczalność tego gazu jest większa od rozpuszczalności gazu słabiej rozpuszczalnego w wodzie.

8.3. Rodzaje roztworów

34

W tym rozdziale znajdziesz między innymi odpowiedzi na pytania:

1. Czym różni się roztwór nasycony od nienasyconego?
2. Jaka jest różnica między roztworem rozcieńczonym a roztworem stężonym?
3. Co to jest roztwór właściwy, zawiesina, koloid?

Każda krzywa rozpuszczalności wskazuje, ile gramów substancji należy rozpuścić w 100 g wody, aby w danej temperaturze otrzymać roztwór nasycony.

ROZTWÓR NIENASYCONY

Roztwór nienasycony powstaje wówczas, gdy w określonej objętości wody w danej temperaturze można jeszcze rozpuścić daną substancję.

Z wykresu rozpuszczalności (rys. 7., s. 158.) można odczytać, że np.:

- roztwór nasycony siarczanu(VI) miedzi(II) CuSO_4 otrzymasz, gdy w temperaturze 40°C w 100 g wody rozpuścisz 30 g CuSO_4 ; jeżeli rozpuścisz mniej, to otrzymasz roztwór nienasycony;
- roztwór nasycony azotanu(V) potasu KNO_3 otrzymasz, gdy w temperaturze 50°C w 100 g wody rozpuścisz 85 g KNO_3 ; jeśli rozpuścisz mniej, otrzymasz roztwór nienasycony.

Doświadczenie 31.

Hodowla kryształów

- Odczytaj z wykresu rozpuszczalności, jakiej ilości substancji należy użyć, aby sporządzić roztwór nasycony siarczanu(VI) miedzi(II) – CuSO_4 w temperaturze 80°C . Zmieszaj potrzebne ilości wody i CuSO_4 , a następnie ogrzej roztwór do temperatury 80°C . Do zlewki wrzuć mały kryształek CuSO_4 i pozostaw do powolnego oziębienia na kilka dni.
- Zapisz obserwacje.

nasycony roztwór
siarczanu(VI) miedzi(II)
kryształek
siarczanu(VI) miedzi(II)



Sposób opisany w doświadczeniu 31. umożliwia otrzymanie pięknych kryształów. W podobny sposób można uzyskać kryształy innych substancji. Struktura krystaliczna jest formą bardzo rozpowszechnioną w przyrodzie. Natura wytwarza piękne kryształy minerałów, np.: siarki, gipsu, kwarcu, soli kamiennej.

Czy można (bez zmiany ilości substancji rozpuszczanej) z roztworu nasyconego danej substancji otrzymać roztwór nienasycony i odwrotnie?

Chemia wokół nas

W kopalni soli w Wieliczce znajdują się unikatowe w skali światowej komory solne, wypełnione kryształami chlorku sodu. Natura miała bardzo dużo czasu na ich wytworzenie. Krawędzie sześciennych kostek osiągają długość nawet 60 cm.

Roztwory nasycone i nienasycone

Jeżeli roztwór, który w danej temperaturze jest roztworem nasyconym, zostanie oziębiony, wówczas zaczną się wydzielać kryształy substancji rozpuszczonej, czyli nastąpi jej krystalizacja.



▲ substancja rozpuszczana



◀ dodanie do rozpuszczalnika (wody) substancji rozpuszczonej



▲ rozpuszczanie
w danej temperaturze można rozpuścić określoną ilość substancji



▶ roztwór nasycony
dodana do niego substancja nie rozpuści się – opadnie na dno



▲ roztwór nienasycony
w roztworze o tej objętości i przy tej temperaturze można jeszcze rozpuścić pewną ilość substancji

długotrwałe oziębianie roztworu lub odparowanie rozpuszczalnika

oziębianie roztworu lub odparowanie części rozpuszczalnika



◀ krystalizacja
powstają kryształy

Przyjmując za kryterium rozpuszczalność, substancje można podzielić w następujący sposób:

● **substancje**

- dobrze rozpuszczalne ● trudno rozpuszczalne ● praktycznie nierozpuszczalne

Substancje nierozpuszczalne w wodzie tworzą z nią mieszaniny niejednorodne. Takimi substancjami są np.: nafta, piasek, mąka.

Doświadczenie 32.

Sporządzanie roztworu właściwego, koloidu i zawiesiny

- Do trzech zlewek z wodą (po około 150 cm³) dodaj do pierwszej – mały kryształek siarczanu(VI) miedzi(II) (lub manganianu(VII) potasu), do drugiej – trochę białka jaja, a do trzeciej – mąkę. Zawartość zlewek wymieszaj bagietką.
- Zapisz obserwacje.



W pierwszej zlewce powstał roztwór właściwy (fot. 55.), w drugiej koloid (fot. 56.), a w trzeciej zawiesina (fot. 57.).



Fot. 55. Roztwór właściwy to roztwór, w którym cząstki substancji rozpuszczonej są niewidoczne – średnice cząstek poniżej 10⁻⁹ m



Fot. 56. Koloid to mieszanina, w której średnice cząstek substancji rozpuszczonej wynoszą od 10⁻⁹ m do 10⁻⁷ m



Fot. 57. Zawiesina to mieszanina, w której średnice cząstek substancji rozpuszczonej wynoszą od 10⁻⁶ m do 10⁻⁵ m

W zależności od wielkości cząstek substancji rozpuszczonej rozróżnia się **roztwór właściwy, koloid i zawiesinę**.

ROZTWÓR ROZCIENIONY I ROZTWÓR STĘŻONY

Z wykresu rozpuszczalności (rys. 7., s. 158.) można odczytać np., że roztwór nasycony azotanu(V) sodu powstanie wtedy, gdy w temperaturze 20°C w 100 g wody zostanie

Chemia wokół nas

Niektóre farby to roztwory, a substancja rozpuszczana to substancja barwna (fot. 58.).



Fot. 58. Rozdzielanie roztworu (farby) na składniki odbywa się przez odparowanie rozpuszczalnika (schnięcie) – a substancja barwna pozostaje na ścianie

Roztwór

rozpuszczone 93 g azotanu(V) sodu. Roztwór nienasycony tej substancji w 20°C powstanie wtedy, gdy w 100 g wody rozpuści się mniej niż 93 g azotanu(V) sodu. Można zatem rozpuścić 2 g, 5 g, 20 g lub nawet 92,5 g azotanu(V) sodu w 100 g wody w temperaturze 20°C i zawsze powstanie roztwór nienasycony. Będzie on **roztworem rozcieńczonym**, jeśli masa rozpuszczanej substancji będzie mała (zwykle kilka procent) w porównaniu z masą wody, natomiast jeśli masa rozpuszczanej substancji będzie duża (kilkadziesiąt procent) w porównaniu z masą wody, powstanie **roztwór stężony**.



nowe POJĘCIA

- **Roztwór nienasycony**
– roztwór, w którym w danej temperaturze można jeszcze rozpuścić pewną ilość danej substancji.
- **Roztwór stężony** – roztwór, w którym masa substancji rozpuszczanej jest znaczna (kilkadziesiąt procent) w stosunku do masy rozpuszczalnika (wody).
- **Roztwór rozcieńczony**
– roztwór, w którym masa substancji rozpuszczanej jest mała (kilka procent) w stosunku do masy rozpuszczalnika (wody).
- **Roztwór właściwy**
– roztwór, w którym cząstki substancji rozpuszczanej mają rozmiary mniejsze od 10^{-9} m.
- **Koloid** – mieszanina, w której cząstki substancji rozpuszczanej mają rozmiary od 10^{-9} m do 10^{-7} m.
- **Zawiesina** – mieszanina cieczy i substancji rozpuszczanej, której cząstki mają rozmiary większe od 10^{-7} m.

ROZWIĄŻ ZADANIA

1. Korzystając z różnych źródeł wiedzy, podaj po dwa przykłady:
a) zawiesiny; b) roztworu właściwego.
2. Korzystając z wykresu rozpuszczalności substancji (rys. 7., s. 158.), podaj, ile gramów azotanu(V) potasu KNO_3 należy rozpuścić w 100 g wody o temperaturze 70°C, aby powstał:
a) roztwór nasycony; b) roztwór nienasycony.
3. Podaj dwa sposoby otrzymania z roztworu nasyconego jodku potasu KI, roztworu nienasyconego.
4. Podaj dwa sposoby otrzymania z roztworu nienasyconego tlenu w wodzie, roztworu nasyconego.
5. Korzystając z wykresu rozpuszczalności (rys. 7., s. 158.), podaj, ile gramów cukru należy rozpuścić w 100 g wody o temperaturze 20°C, aby powstał:
a) roztwór nasycony; b) roztwór nienasycony stężony; c) roztwór nienasycony rozcieńczony.
6. Wykonaj doświadczenie. W dwóch jednakowych, przezroczystych szklankach przygotuj mieszaniny: a) kilku kryształków soli kuchennej i wody; b) białka jaja kurzego i wody. Roztwory bardzo dokładnie wymieszaj łyżeczką. W arkuszu z bloku technicznego zrób bardzo mały otwór (o średnicy ok. 2 mm). Tak wykonany ekran wstaw między źródło światła (latarkę) a szklankę z roztworem wody z solą. Otwór powinien znajdować się na poziomie połowy wysokości słupa cieczy w szklance. W ciemnym pomieszczeniu skieruj na otwór światło z latarki. Co obserwujesz? Doświadczenie powtórz z mieszaniną b). Co obserwujesz? Obserwacje przedstaw za pomocą schematów. Sformułuj i zapisz wnioski.

9. Poznajemy sposoby obliczania stężenia procentowego roztworu

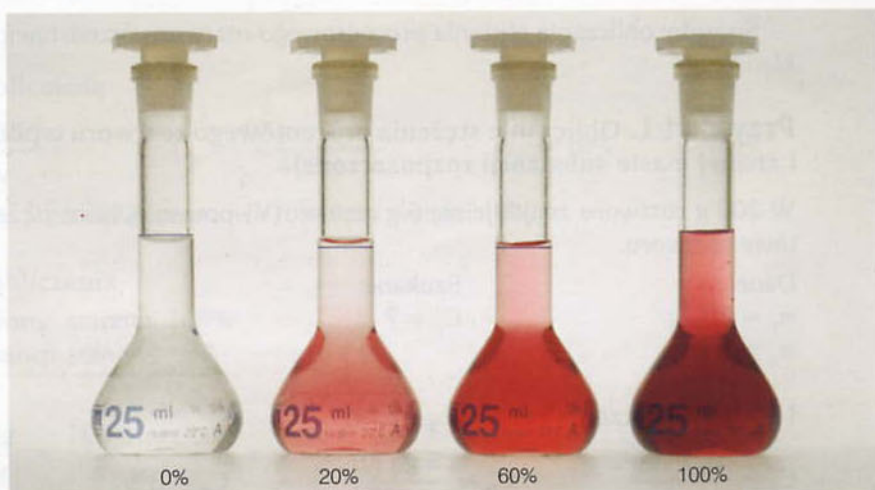
9.1. Stężenie procentowe roztworu

W tym rozdziale znajdziesz między innymi odpowiedzi na pytania:

1. Co to jest stężenie procentowe roztworu?
2. W jaki sposób oblicza się stężenie procentowe roztworu?

STĘŻENIE PROCENTOWE ROZTWORU

W laboratoriach chemicznych, a także w życiu codziennym (fot. 59.), stosuje się często roztwory o znanej zawartości substancji w danej masie lub objętości roztworu, czyli o znanym **stężeniu**. Konieczna jest więc umiejętność obliczania stężeń roztworów. Jednym ze sposobów wyrażania stężeń roztworów jest **stężenie procentowe**.



Fot. 59. Roztwory soku malinowego w wodzie. Roztwory substancji barwnych o różnych stężeniach mają różną intensywność zabarwienia

Stężenie procentowe roztworu (C_p) to liczba gramów substancji rozpuszczonej w 100 g roztworu.

Na przykład, roztwór 5-procentowy to roztwór, w którym w 100 g roztworu znajduje się 5 g substancji. Roztwór ten składa się więc z 5 g substancji rozpuszczonej w 95 g wody.

Stężenie procentowe roztworu można obliczyć z proporcji:

masa roztworu (m_r)	stanowi	100% (całość)
masa substancji rozpuszczanej (m_s)	stanowi	C_p

Zapisując:

$$\begin{array}{l} m_r - 100\% \\ m_s - C_p \end{array} \quad \frac{m_r}{m_s} = \frac{100\%}{C_p}$$

czyli: $m_r \cdot C_p = m_s \cdot 100\% \quad | : m_r$

Wzór na stężenie procentowe roztworu:

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

gdzie:

C_p – stężenie procentowe roztworu,
 m_s – masa substancji rozpuszczanej,
 m_r – masa roztworu.

Masa roztworu jest równa sumie masy wody (rozpuszczalnika) i masy substancji rozpuszczanej:

$$m_r = m_w + m_s$$

gdzie:

m_w – masa wody (rozpuszczalnika).

Sposoby obliczania stężenia procentowego roztworu przedstawiono na przykładach.

Przykład 1. Obliczanie stężenia procentowego roztworu o podanej masie i znanej masie substancji rozpuszczonej

W 200 g roztworu znajduje się 6 g azotanu(V) potasu. Oblicz stężenie procentowe roztworu.

Dane:

$$m_r = 200 \text{ g}$$

$$m_s = 6 \text{ g}$$

Szukane:

$$C_p = ?$$

I sposób obliczenia (za pomocą wzoru)

$$C_p = \frac{m_s \cdot 100\%}{m_r} \quad C_p = \frac{6 \text{ g} \cdot 100\%}{200 \text{ g}} \quad C_p = 3\%$$

Odpowiedź: Stężenie procentowe roztworu wynosi 3%.

II sposób obliczenia (za pomocą proporcji i definicji stężenia procentowego)

200 g roztworu stanowi 100%
 6 g substancji stanowi $x\%$

$$\text{czyli } \frac{200 \text{ g}}{6 \text{ g}} = \frac{100\%}{x} \quad x = \frac{6 \text{ g} \cdot 100\%}{200 \text{ g}} \quad x = 3\%$$

Odpowiedź: Stężenie procentowe roztworu wynosi 3%.

lub

200 g roztworu zawiera 6 g substancji
 100 g roztworu zawiera x g substancji

$$\text{czyli } \frac{200 \text{ g}}{100 \text{ g}} = \frac{6 \text{ g}}{x} \quad x = \frac{6 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}}{200 \text{ g}} \quad x = 3 \text{ g}$$

Odpowiedź: W 100 g roztworu znajduje się 3 g substancji rozpuszczonej, czyli stężenie procentowe roztworu wynosi 3%.

Przykład 2. Obliczanie stężenia procentowego roztworu o znanej masie substancji rozpuszczanej i rozpuszczalnika

W 360 g wody rozpuszczono 40 g soli kuchennej. Oblicz stężenie procentowe roztworu.

Dane: $m_w = 360 \text{ g}$
 $m_s = 40 \text{ g}$

Szukane:
 $C_p = ?$
 $m_r = ?$

$$m_r = m_w + m_s$$

$$m_r = 360 \text{ g} + 40 \text{ g}$$

$$m_r = 400 \text{ g}$$

I sposób obliczenia

$$C_p = \frac{m_s \cdot 100\%}{m_r} \quad C_p = \frac{40 \text{ g} \cdot 100\%}{400 \text{ g}} \quad C_p = 10\%$$

Odpowiedź: Stężenie procentowe roztworu wynosi 10%.

II sposób obliczenia

400 g roztworu stanowi 100%
 40 g substancji stanowi $x\%$

$$\text{czyli } \frac{400 \text{ g}}{40 \text{ g}} = \frac{100\%}{x} \quad x = \frac{40 \text{ g} \cdot 100\%}{400 \text{ g}} \quad x = 10\%$$

Odpowiedź: Stężenie procentowe roztworu wynosi 10%.

lub

400 g roztworu zawiera 40 g substancji

100 g roztworu zawiera x g substancji

$$\text{czyli } \frac{400 \text{ g}}{100 \text{ g}} = \frac{40 \text{ g}}{x} \quad x = \frac{100 \text{ g} \cdot 40 \text{ g}}{400 \text{ g}} \quad x = 10 \text{ g}$$

Odpowiedź: W 100 g roztworu znajduje się 10 g substancji rozpuszczonej, czyli stężenie procentowe roztworu wynosi 10%.

Przykład 3. Obliczanie masy substancji rozpuszczanej

Oblicz, ile gramów cukru potrzeba do przygotowania 250 g roztworu o stężeniu 5%.

Dane:

$m_r = 250 \text{ g}$

$C_p = 5\%$

Szukane:

$m_s = ?$

I sposób obliczenia

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

Przekształcamy wzór tak, aby obliczyć m_s .

$$C_p = \frac{m_s \cdot 100\%}{m_r} \quad | \cdot m_r \quad C_p \cdot m_r = m_s \cdot 100\% \quad | : 100\%$$

$$\text{czyli } m_s = \frac{C_p \cdot m_r}{100\%} \quad m_s = \frac{5\% \cdot 250 \text{ g}}{100\%} \quad m_s = 12,5 \text{ g}$$

Odpowiedź: Do przygotowania 250 g roztworu cukru o stężeniu 5% należy użyć 12,5 g cukru.

II sposób obliczenia

250 g roztworu stanowi 100%

x g substancji stanowi 5%

$$\text{czyli } \frac{250 \text{ g}}{x} = \frac{100\%}{5\%} \quad x = \frac{5\% \cdot 250 \text{ g}}{100\%} \quad x = 12,5 \text{ g}$$

lub

250 g roztworu zawiera x g substancji

100 g roztworu zawiera 5 g substancji

$$\text{czyli } \frac{250 \text{ g}}{100 \text{ g}} = \frac{x}{5 \text{ g}} \quad x = \frac{250 \text{ g} \cdot 5 \text{ g}}{100 \text{ g}} \quad x = 12,5 \text{ g}$$

Odpowiedź: Do przygotowania 250 g roztworu cukru o stężeniu 5% należy użyć 12,5 g cukru.

Jak widać, stężenie procentowe roztworu można obliczać na dwa sposoby. Pierwszy polega na wykorzystaniu wzoru określającego stężenie procentowe roztworu i, zależnie od treści zadania, przekształceniu tego wzoru. Sposób drugi wynika z definicji stężenia procentowego i polega na rozwiązaniu odpowiednio ułożonej proporcji. W każdym wypadku należy zapisać wielkości dane i szukane w zadaniu.

Przykład 4. należy do trudniejszych. Pamiętaj, że stężenie procentowe odnosi się do masy roztworu. Niekiedy jednak w zadaniu podana jest nie masa roztworu, ale jego objętość. Wówczas należy znać gęstość roztworu i objętość, aby obliczyć masę roztworu.

Przykład 4. Obliczanie masy substancji rozpuszczonej w roztworze o określonym stężeniu i gęstości

Oblicz, ile gramów wodorotlenku sodu potrzeba do przygotowania $0,5 \text{ dm}^3$ 10-procentowego roztworu o gęstości $1,115 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$.

Dane: Szukane:

$$d_r = 1,115 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \quad m_s = ?$$

$$V_r = 0,5 \text{ dm}^3 = 500 \text{ cm}^3 \quad m_r = ?$$

$$C_p = 10\%$$

Najpierw należy obliczyć masę $0,5 \text{ dm}^3$ roztworu. Z podanej wartości gęstości wynika, że:

$$1 \text{ cm}^3 \text{ ma masę } 1,115 \text{ g}$$

$$500 \text{ cm}^3 \text{ ma masę } m_r$$

$$\text{czyli } \frac{1 \text{ cm}^3}{500 \text{ cm}^3} = \frac{1,115 \text{ g}}{m_r} \quad m_r = \frac{500 \text{ cm}^3 \cdot 1,115 \text{ g}}{1 \text{ cm}^3} \quad m_r = 557,5 \text{ g}$$

lub

$$d_r = \frac{m_r}{V_r} \quad \text{czyli } m_r = d_r \cdot V_r \quad m_r = 1,115 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \cdot 500 \text{ cm}^3 \quad m_r = 557,5 \text{ g}$$

Dalej można stosować I lub II sposób obliczenia.

I sposób obliczenia

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

Należy przekształcić wzór tak, aby obliczyć m_s (patrz przykład 3.).

$$m_s = \frac{C_p \cdot m_r}{100\%} \quad m_s = \frac{10\% \cdot 557,5 \text{ g}}{100\%} \quad m_s = 55,75 \text{ g}$$

Odpowiedź: Aby przygotować $0,5 \text{ dm}^3$ 10-procentowego roztworu o gęstości $1,115 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$, należy użyć 55,75 g wodorotlenku sodu.

II sposób obliczenia

557,5 g roztworu stanowi 100%
 x g substancji stanowi 10%

$$\text{czyli } \frac{557,5 \text{ g}}{x} = \frac{100\%}{10\%} \quad x = \frac{557,5 \text{ g} \cdot 10\%}{100\%} \quad x = 55,75 \text{ g}$$

lub

557,5 g roztworu zawiera x g substancji
 100 g roztworu zawiera 10 g substancji

$$\text{czyli } \frac{557,5 \text{ g}}{100 \text{ g}} = \frac{x}{10 \text{ g}} \quad x = \frac{557,5 \text{ g} \cdot 10 \text{ g}}{100 \text{ g}} \quad x = 55,75 \text{ g}$$

Odpowiedź: Aby przygotować $0,5 \text{ dm}^3$ 10-procentowego roztworu o gęstości $1,115 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$, należy użyć 55,75 g wodorotlenku sodu.

Chemia wokół nas

Bitrex to nazwa handlowa jednej z najbardziej gorzkich substancji, którą można wyczuć już w stężeniu 0,0002%. Dodaje się ją do produktów szkodliwych dla organizmu człowieka, aby zapobiec przypadkowemu ich połknięciu (zwłaszcza przez dzieci). Nie zmienia barwy produktu ani zapachu, a jedynie smak.

**nowe
POJĘCIA**

- **Stężenie procentowe** roztworu (C_p) to liczba gramów substancji rozpuszczonej w 100 g roztworu:

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

ROZWIĄŻ ZADANIA

1. Oblicz stężenie procentowe roztworu, otrzymanego w wyniku rozpuszczenia 40 g substancji w 260 g wody.
2. Oblicz, ile gramów soli pozostanie na dnie naczynia po całkowitym odparowaniu wody z 80 g 2-procentowego roztworu.
3. Do 0,5 kg 4-procentowego roztworu soli dosypano 20 g tej soli. Oblicz stężenie procentowe otrzymanego roztworu.
4. Do 400 g 5-procentowego roztworu chlorku amonu dolano 100 g wody. Oblicz stężenie procentowe otrzymanego roztworu.
5. Odparowano 100 g wody z 300 g 10-procentowego roztworu. Oblicz stężenie procentowe otrzymanego roztworu.
6. Oblicz stężenie procentowe nasyconego roztworu azotanu(V) potasu w temperaturze 20°C .
7. Oblicz, ile gramów chlorku glinu znajduje się w $0,4 \text{ dm}^3$ roztworu o stężeniu 10%, jeżeli jego gęstość wynosi $1,09 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$.
- 8.* Oblicz, ile gramów substancji należy rozpuścić w 360 g wody, aby otrzymać roztwór 20-procentowy.
- 9.* Do 200 cm^3 roztworu o stężeniu 15% i gęstości $1,2 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ dodano 60 cm^3 wody. Oblicz stężenie procentowe otrzymanego roztworu.

9.2. Zwiększanie i zmniejszanie stężeń roztworów

W tym rozdziale znajdziesz między innymi odpowiedzi na pytania:

1. Jakie są sposoby na zmniejszenie lub zwiększanie stężeń roztworów?
2. Jak uzyskać roztwór o określonym stężeniu?

Czasami zachodzi potrzeba zmiany stężenia posiadanego roztworu. Można to zrobić w następujący sposób:

roztwór o zbyt dużym stężeniu

- dodanie rozpuszczalnika, np. dolanie wody

roztwór o zbyt małym stężeniu

- dodanie substancji rozpuszczanej
- odparowanie części rozpuszczalnika

Jednak, aby zmieniając stężenie roztworu, otrzymać inny roztwór o określonym stężeniu, należy przeprowadzić wcześniej obliczenia.

Przykład 1. Zwiększanie stężenia roztworu

Podaj sposoby zwiększenia stężenia procentowego roztworu siarczanu(VI) miedzi(II) w wodzie, jeśli 120 g tego roztworu zawiera 20 g tej substancji.

Odpowiedź: Należy odparować część wody lub dodać do roztworu siarczan(VI) miedzi(II).

Przykład 2. Obliczenie stężenia procentowego roztworu po jego rozcieńczeniu

Oblicz stężenie procentowe roztworu po dodaniu 100 g wody do 200 g roztworu 10-procentowego.

Dane:

$$m_{r1} = 200 \text{ g}$$

$$C_{p1} = 10\%$$

$$m_w \text{ dodanej} = 100 \text{ g}$$

Szukane:

$$C_{p2} = ?$$

200 g roztworu 1 zawiera x g substancji

100 g roztworu 1 zawiera 10 g substancji

$$\text{czyli } \frac{200 \text{ g}}{100 \text{ g}} = \frac{x}{10 \text{ g}} \quad x = \frac{200 \text{ g} \cdot 10 \text{ g}}{100 \text{ g}} \quad x = 20 \text{ g}$$

$$m_{r2} = m_{r1} + m_w \text{ dodanej} \quad m_{r2} = 200 \text{ g} + 100 \text{ g} \quad m_{r2} = 300 \text{ g}$$

300 g roztworu 2 zawiera 20 g substancji

100 g roztworu 2 zawiera x g substancji

$$\text{czyli } \frac{300 \text{ g}}{100 \text{ g}} = \frac{20 \text{ g}}{x} \quad x = \frac{100 \text{ g} \cdot 20 \text{ g}}{300 \text{ g}} \quad x = 6,7 \text{ g}$$

Odpowiedź: W 100 g roztworu znajduje się 6,7 g substancji, czyli stężenie procentowe roztworu wynosi 6,7%.

Przykład 3. Obliczenie masy rozpuszczalnika, którą trzeba odparować, aby uzyskać roztwór o określonym stężeniu procentowym

Oblicz, ile gramów wody należy odparować, aby z 0,5 kg roztworu 2-procentowego otrzymać roztwór 5-procentowy.

Dane:

Szukane:

$$m_{r1} = 0,5 \text{ kg} = 500 \text{ g}$$

$$m_w \text{ odparowanej} = ?$$

$$C_{p1} = 2\%$$

$$C_{p2} = 5\%$$

100 g roztworu 1 zawiera 2 g substancji

500 g roztworu 1 zawiera x g substancji

$$\text{czyli } \frac{100 \text{ g}}{500 \text{ g}} = \frac{2 \text{ g}}{x} \quad x = \frac{2 \text{ g} \cdot 500 \text{ g}}{100 \text{ g}} \quad x = 10 \text{ g}$$

100 g roztworu 2 zawiera 5 g substancji

x g roztworu 2 zawiera 10 g substancji

$$\text{czyli } \frac{100 \text{ g}}{x} = \frac{5 \text{ g}}{10 \text{ g}} \quad x = \frac{100 \text{ g} \cdot 10 \text{ g}}{5 \text{ g}} \quad x = 200 \text{ g}$$

$$m_w \text{ odparowanej} = m_{r1} - m_{r2}$$

$$m_w \text{ odparowanej} = 500 \text{ g} - 200 \text{ g} \quad m_w \text{ odparowanej} = 300 \text{ g}$$

Odpowiedź: W celu otrzymania 5-procentowego roztworu, należy z 0,5 kg roztworu 2-procentowego odparować 300 g wody.

Przykład 4. Obliczenie masy substancji rozpuszczanej, którą trzeba dodać, aby otrzymać roztwór o określonym stężeniu procentowym

Oblicz, ile gramów cukru należy dodać do 1 kg roztworu 2-procentowego, aby otrzymać roztwór 8-procentowy.

Dane:

Szukane:

$$m_{r1} = 1 \text{ kg} = 1000 \text{ g}$$

$$m_s \text{ dodanej} = ?$$

$$C_{p1} = 2\%$$

$$C_{p2} = 8\%$$

1000 g roztworu 1 zawiera x g substancji
 100 g roztworu 1 zawiera 2 g substancji

$$\text{czyli } \frac{1000 \text{ g}}{100 \text{ g}} = \frac{x}{2 \text{ g}} \qquad x = \frac{1000 \text{ g} \cdot 2 \text{ g}}{100 \text{ g}} \qquad x = 20 \text{ g}$$

100 g roztworu 2 zawiera 8 g cukru
 (1000 g + x g) roztworu 2 zawiera (20 g + x g) cukru

$$\text{czyli } \frac{100 \text{ g}}{1000 \text{ g} + x \text{ g}} = \frac{8 \text{ g}}{20 \text{ g} + x \text{ g}}$$

$$100 \cdot (20 + x) = 8 \cdot (1000 + x)$$

$$2000 + 100x = 8000 + 8x$$

$$100x - 8x = 8000 - 2000$$

$$92x = 6000$$

$$x = 65,2$$

Odpowiedź: Do 1 kg 2-procentowego roztworu cukru należy dodać 65,2 g cukru, aby otrzymać roztwór 8-procentowy.

Chemia wokół nas

Zjawisko **rozcieńczania roztworów**, polegające na zmniejszaniu stężenia substancji rozpuszczonej w roztworze, jest powszechnie wykorzystywane w procesie **neutralizacji substancji niebezpiecznych**. Rozcieńczalnikiem (neutralizatorem) może być np. woda.

ROZWIĄŻ ZADANIA

- Wyjaśnij, w jaki sposób można zmniejszyć stężenie procentowe roztworu chlorku sodu, wiedząc, że 110 g tego roztworu zawiera 10 g tej substancji.
- Oblicz, ile gramów wody trzeba dolać, aby z 400 g roztworu 10-procentowego otrzymać roztwór 8-procentowy.
- Oblicz, ile gramów wody trzeba odparować, aby z 0,2 kg roztworu 1-procentowego otrzymać roztwór 4-procentowy.
- Do 150 g roztworu 5-procentowego azotanu(V) potasu dolano 50 g wody. Oblicz stężenie procentowe otrzymanego roztworu.
- Oblicz, ile gramów jodku potasu dodano do 300 g roztworu 0,5-procentowego, jeśli otrzymano roztwór 2-procentowy.

9.3. Mieszanie roztworów

W tym rozdziale znajdziesz odpowiedź na pytanie:

1. Jak obliczyć stężenie procentowe roztworu, otrzymanego przez zmieszanie roztworów o różnych stężeniach?

Przykład 1. Obliczenie stężenia procentowego roztworu, otrzymanego przez zmieszanie dwóch roztworów o różnych stężeniach

Zmieszano dwa roztwory tej samej substancji: 200 g roztworu 2-procentowego i 50 g roztworu 5-procentowego. Oblicz stężenie procentowe otrzymanego roztworu.

Dane:

$$m_{r1} = 200 \text{ g}, \quad m_{r2} = 50 \text{ g}$$

$$C_{p1} = 2\%, \quad C_{p2} = 5\%$$

Szukane:

$$C_{p3} = ?$$

100 g roztworu 1 zawiera 2 g substancji

200 g roztworu 1 zawiera x g substancji

$$\text{czyli} \quad \frac{100 \text{ g}}{200 \text{ g}} = \frac{2 \text{ g}}{x} \quad x = \frac{200 \text{ g} \cdot 2 \text{ g}}{100 \text{ g}} \quad x = 4 \text{ g}$$

100 g roztworu 2 zawiera 5 g substancji

50 g roztworu 2 zawiera x g substancji

$$\text{czyli} \quad \frac{100 \text{ g}}{50 \text{ g}} = \frac{5 \text{ g}}{x} \quad x = \frac{50 \text{ g} \cdot 5 \text{ g}}{100 \text{ g}} \quad x = 2,5 \text{ g}$$

$$m_{r3} = m_{r1} + m_{r2} \quad m_{r3} = 200 \text{ g} + 50 \text{ g} \quad m_{r3} = 250 \text{ g}$$

$$m_{s3} = m_{s1} + m_{s2} \quad m_{s3} = 4 \text{ g} + 2,5 \text{ g} \quad m_{s3} = 6,5 \text{ g}$$

250 g roztworu 3 zawiera 6,5 g substancji

100 g roztworu 3 zawiera x g substancji

$$\text{czyli} \quad \frac{250 \text{ g}}{100 \text{ g}} = \frac{6,5 \text{ g}}{x} \quad x = \frac{100 \text{ g} \cdot 6,5 \text{ g}}{250 \text{ g}} \quad x = 2,6 \text{ g}$$

$$C_{p3} = 2,6\%$$

Odpowiedź: Stężenie procentowe otrzymanego roztworu wynosi 2,6%.

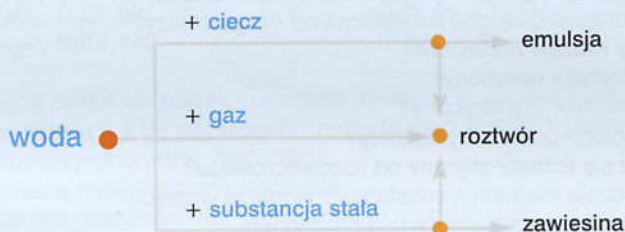
ROZWIĄŻ ZADANIA

1. Zmieszano 150 g 4-procentowego roztworu z 250 g 10-procentowego roztworu tej samej substancji. Oblicz stężenie procentowe otrzymanego roztworu.

2. Oblicz, ile gramów roztworów 10-procentowego i 4-procentowego należy zmieszać, aby otrzymać 0,6 kg roztworu o stężeniu 8%.

Podsumowanie działu

- Woda jest substancją, bez której nie istniałoby życie na Ziemi. Występuje w trzech stanach skupienia.
- Istnieje konieczność racjonalnego gospodarowania wodą i ochrony jej przed zanieczyszczeniami.
- Woda jest dobrym **rozpuszczalnikiem** dla wielu substancji (ale nie dla wszystkich).



- Cząsteczki wody mają **budowę polarną**, w związku z czym w wodzie dobrze rozpuszczają się te substancje, których cząsteczki mają również budowę polarną.
- **Roztwór** jest to mieszanina jednorodna rozpuszczalnika i substancji rozpuszczanej.

rozpuszczalnik + substancja rozpuszczana = roztwór

- Istnieją różne rodzaje klasyfikacji roztworów, zależnie od stanu skupienia rozpuszczalnika i substancji rozpuszczanej, od wielkości cząstek rozpuszczanej substancji (**zawiesiny**, **koloidy**, **roztwory właściwe**), a także od masy substancji rozpuszczanej (**roztwory nasycone** i **nienasycone**, **stężone** i **rozcieńczone**). Substancja rozpuszczona wydziela się z roztworu w procesie **krystalizacji**.
- **Szybkość rozpuszczania** się substancji stałych w wodzie można zwiększyć przez ogrzanie roztworu, mieszanie i rozdrobnienie substancji rozpuszczanej.
- **Rozpuszczalność** zależy od rodzaju substancji i temperatury.
- **Stężenie procentowe** (C_p) to liczba gramów substancji rozpuszczonej w 100 g roztworu:

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

Chemi@ w sieci

http://naszaekologia.pl/ochrona_wody
<http://www.ochronasrodowiska.com>
<http://testgimnazjalny.com>

Sprawdź, czy wiesz...

- W jakich stanach skupienia występuje woda na Ziemi i jaką rolę odgrywa w przyrodzie?
- Jakie są sposoby racjonalnego gospodarowania wodą?
- Jak zbudowana jest cząsteczka wody?
- Co to jest roztwór właściwy?
- Co to jest koloid?
- Co to jest zawiesina?
- Od czego zależy szybkość rozpuszczania się substancji?
- Co to jest rozpuszczalność substancji i od czego zależy?
- Jakie znasz rodzaje roztworów?
- Co to jest roztwór nasycony?
- Co to jest roztwór nienasycony?
- Na czym polega proces krystalizacji?
- Czym różni się roztwór stężony od rozcieńczonego?
- Jakie są rodzaje mieszanin substancji z wodą ze względu na wielkość cząstek substancji rozpuszczonej?
- Co to jest stężenie procentowe roztworu?

Sprawdź, czy umiesz...

- Napisać wzory sumaryczny, elektronowy i strukturalny cząsteczki wody.
- Wyjaśnić, co to znaczy, że cząsteczka wody jest dipolem i jaki ma to wpływ na jej właściwości jako rozpuszczalnika.
- Wykonywać doświadczenia, za których pomocą można wykazać wpływ różnych czynników na szybkość rozpuszczania się substancji.
- Korzystać z wykresów rozpuszczalności substancji i na ich podstawie obliczać masę substancji, którą można rozpuścić w określonej ilości wody w danej temperaturze.
- Otrzymać roztwór nasycony danej substancji.
- Podać przykłady roztworów właściwych, koloidów i zawiesin.
- Wykonywać obliczenia z wykorzystaniem pojęć: stężenie procentowe, masa substancji, masa rozpuszczalnika, masa roztworu, gęstość.
- Obliczyć stężenie procentowe roztworu nasyconego w danej temperaturze.

Powtórzenie przed egzaminem

Sprawdź swoje wiadomości i umiejętności. W każdym zadaniu zaznacz tylko jedną odpowiedź.

ROZWIĄZESZ BEZ TRUDU

- Wybierz zestaw, zawierający tylko symbole pierwiastków chemicznych.
 - K, Fe₂O₃, CuO, Mg
 - CO, H₂O, NaCl, NO
 - K, Ag, Co, C
 - No, S, NO, Al
- Do wody dostał się piasek i powstała mieszanina. Zaznacz odpowiedź, która poprawnie określa typ tej mieszaniny i metodę rozdzielenia jej na składniki.
 - mieszanina jednorodna, dekantacja
 - mieszanina niejednorodna, sączenie
 - mieszanina niejednorodna, zastosowanie rozdzielacza
 - mieszanina jednorodna, destylacja
- Zaznacz przemianę, która jest reakcją chemiczną.
 - zmielenie pieprzu
 - przygotowanie kostek lodu
 - spalanie gazu ziemnego w kuchenke gazowej
 - gotowanie wody w czajniku
- Wskaż właściwości tlenku węgla(IV).
 - bezbarwny, bezwonny, nierozpuszczalny w wodzie, palny
 - bezbarwny, bezwonny, niepalny, lżejszy od powietrza
 - bezbarwny, o delikatnym zapachu, cięższy od powietrza, dobrze rozpuszcza się w wodzie
 - bezbarwny, bezwonny, cięższy od powietrza, powoduje mętnienie wody wapiennej
- Korzystając z układu okresowego pierwiastków chemicznych, wskaż poprawny opis atomu tlenu.

	Masa atomowa	Liczba protonów	Liczba elektronów	Liczba elektronów walencyjnych	Liczba powłok elektronowych
a)	8 u	8	8	2	6
b)	16 u	8	8	6	2
c)	8 u	6	6	6	2
d)	16 u	8	8	2	6

- Chlor tworzy cząsteczki dwuatomowe. Korzystając z układu okresowego pierwiastków chemicznych, wskaż poprawnie obliczoną masę cząsteczkową chloru.
 - 71 g
 - 35,5 u
 - 71 u
 - 17,25 g

16. Wskaż właściwość substancji, którą wykorzystuje się do rozdzielania mieszanin metodą destylacji.

- a) różne rozdrobnienie substancji c) rozpuszczalność w wodzie
b) różnice w temperaturach topnienia d) różnice w temperaturach wrzenia

17. Wskaż objętość tlenu, która znajduje się w pomieszczeniu o wymiarach $4\text{ m} \times 4\text{ m} \times 3\text{ m}$.

- a) około 21 m^3 b) około 48 m^3 c) około 10 m^3 d) około 37 m^3

18. W czterech probówkach znajduje się tlen, azot, wodór i tlenek węgla(IV). Zidentyfikuj zawartość probówek, wiedząc, że podczas próby z płonącym łuczywem: w probówkach I i II łuczywo zgasło, w probówce III – rozpalilo się mocniej, a po zbliżeniu do probówki IV slychać było charakterystyczny dźwięk. Woda wapienna zmętniała tylko w probówce II.

		Numer probówki			
		I	II	III	IV
a)	CO_2	N_2	H_2	O_2	O_2
b)	N_2	CO_2	O_2	H_2	H_2
c)	CO_2	N_2	O_2	H_2	H_2
d)	O_2	CO_2	H_2	N_2	N_2

19. W reakcji spalania 6 g węgla powstały 22 g tlenku węgla(IV). Wskaż masę tlenu użytą do tej reakcji chemicznej.

- a) 16 g b) 28 g c) 32 g d) 6 g

20. Reakcję chemiczną, przedstawioną równaniem $2\text{ Cu} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{ CuO}$, można odczytać następująco:

- a) 2 atomy miedzi i 2 atomy tlenu tworzą 2 cząsteczki tlenku miedzi(II).
b) 2 atomy miedzi i 1 cząsteczka tlenu tworzą 2 cząsteczki tlenku miedzi(I).
c) 2 cząsteczki miedzi i 1 cząsteczka tlenu tworzą 2 cząsteczki tlenku miedzi(I).
d) 2 atomy miedzi i 1 cząsteczka tlenu tworzą 2 cząsteczki tlenku miedzi(II).

21. Reakcje charakterystyczne służą do identyfikacji substancji. Wskaż poprawne dokończenie zdania.

Woda wapienna służy do wykrywania CO_2 . Tlenek węgla(IV) powoduje:

- a) zabarwienie wody wapiennej na różowo.
b) mętnienie wody wapiennej, spowodowane powstaniem substancji rozpuszczalnej w wodzie.
c) mętnienie wody wapiennej, spowodowane powstaniem substancji nierozpuszczalnej w wodzie.
d) wytrącenie się czarnego osadu.

22. Tlenek miedzi(II) powstaje w reakcji miedzi z tlenem. Wskaż równanie reakcji chemicznej, przedstawiające tę przemianę.

- a) $2\text{ Cu} + \text{O} \longrightarrow 2\text{ Cu}_2\text{O}$ c) $2\text{ Cu} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{ CuO}$
b) $4\text{ Cu} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{ Cu}_2\text{O}$ d) $\text{Cu} + \text{O}_2 \longrightarrow \text{CuO}_2$

23. Wskaż przykład koloidu.

- a) słona woda b) kleik skrobiowy c) drobinki kredy w wodzie d) ocet

24. Rozpuszczalność azotanu(V) sodu w wodzie o temperaturze 40°C wynosi 110 g. Wskaż masę NaNO_3 , która rozpuści się w 50 g wody o tej temperaturze.

- a) 110 g b) 55 g c) 5,5 g d) 50 g

TO NIE JEST TRUDNE

25. Wskaż przykład reakcji endoenergetycznej.

- a) rozkład manganianu(VII) potasu
- b) spalanie siarki
- c) mętnienie wody wapiennej
- d) reakcja cynku z kwasem chlorowodorowym

26. Wskaż rozmieszczenie elektronów na powłokach elektronowych (konfigurację elektronową) atomu wapnia.

- a) $K^2L^8M^{10}$
- b) $K^2L^8M^8N^2$
- c) $K^2L^8M^2N^8$
- d) $K^2L^9M^9$

27. Wskaż maksymalną wartościowość azotu oraz jego wartościowość w związku chemicznym z wodorem, znając położenie azotu w układzie okresowym pierwiastków chemicznych.

- a) V, III
- b) III, III
- c) V, V
- d) III, V

28. Siarka stanowi 64% masy siarczku glinu. Określ stosunek masowy glinu do siarki w tym związku chemicznym.

- a) 2 : 3
- b) 9 : 16
- c) 27 : 32
- d) 16 : 9

29. Wskaż zestaw substancji, których obecność w powietrzu ma wpływ na powstawanie kwaśnych opadów.

- a) CO_2 , NO_2 , SO_2
- b) CO , CH_4 , SO_3
- c) HCl , SO_2 , CO
- d) O_3 , CO_2 , Pb , Cd

30. Masa roztworu kwasu siarkowego(VI), pozostawionego w otwartej butelce, zwiększyła się. Wskaż przyczynę zwiększenia się masy tej substancji.

- a) zjawisko dyfuzji
- b) higroskopijność
- c) pochłonięcie zanieczyszczeń z powietrza (np. pyłów)
- d) pochłonięcie tlenku węgla(IV) z powietrza

31. Wskaż zestaw, zawierający wzory cząsteczek, w których występują wiązania kowalencyjne niespolaryzowane.

- a) Br_2 , H_2 , O_2 , Cl_2
- b) K_2S , $NaBr$, CaS , $LiCl$
- c) HCl , H_2 , BaO , $AlCl_3$
- d) H_2O , NH_3 , HCl , CO_2

32. Reakcję tlenku żelaza(III) z wodorem przedstawia równanie:

- a) $FeO + H_2 \longrightarrow Fe + H_2O$
- b) $Fe_2O_3 + 3 H_2 \longrightarrow 2 Fe + 3 H_2O$
- c) $Fe_2O_3 + H_2 \longrightarrow Fe_2 + 3 H_2O$
- d) $FeO + 2 H_2 \longrightarrow Fe + 2 H_2O$

33. Wskaż masę kwasu siarkowego(VI), znajdującego się w 100 cm^3 roztworu 98-procentowego, o gęstości $1,84 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$.

- a) 98 g
- b) 90,16 g
- c) 184 g
- d) 180,32 g

TO JEST TRUDNIEJSZE

34. Pewien tlenek azotu o masie cząsteczkowej 92 u zawiera 30,43% azotu. Wskaż wzór tego tlenku.

- a) N_2O b) NO c) N_2O_4 d) N_2O_5

35. Produktami reakcji redukcji tlenku żelaza(II) węglem są tlenek węgla(IV) i 56 g żelaza. Wskaż masę tlenku żelaza(II), użytą do tej reakcji chemicznej.

- a) 72 g b) 28 g c) 36 g d) 160 g

36. Reakcję żelaza z chlorem, której produktem jest chlorek żelaza(III), przedstawia równanie:

- a) $2 Fe + Cl_2 \longrightarrow 2 FeCl_2$
 b) $2 Fe + 2 Cl_2 \longrightarrow 2 FeCl_3$
 c) $2 Fe + 3 Cl_2 \longrightarrow 2 FeCl_3$
 d) $2 Fe + 3 Cl \longrightarrow Fe_2Cl_3$

37. Z próbki izotopu polonu $^{209}_{84}Po$ o masie 200 g po upływie 306 lat pozostało 25 g tego pierwiastka chemicznego. Wskaż okres półtrwania tego izotopu.

- a) 51 lat b) 102 lata c) 25 lat d) 204 lata

38. Naturalny gal składa się z dwóch izotopów ^{69}Ga i ^{71}Ga . Wskaż zawartość procentową tych izotopów w galu naturalnym, wiedząc, że masa atomowa galu wynosi 69,72 u.

- a) 50% ^{71}Ga i 50% ^{69}Ga
 b) 64% ^{71}Ga i 36% ^{69}Ga
 c) 71% ^{71}Ga i 29% ^{69}Ga
 d) 36% ^{71}Ga i 64% ^{69}Ga

39. Wskaż stężenie procentowe roztworu, otrzymanego po zmieszaniu 200 g roztworu 10-procentowego i 50 g roztworu 40-procentowego tej samej substancji.

- a) 16% b) 50% c) 12% d) 20%

40. Roztwór nasycony cukru w temperaturze $30^\circ C$ ma stężenie 68,75%. Wskaż masę cukru rozpuszczonego w 100 g wody w tej temperaturze.

- a) 22 g b) 32 g c) 220 g d) 320 g

41. Wskaż stężenie procentowe roztworu, otrzymanego w wyniku dodania 20 g soli do 60 g roztworu tej soli o stężeniu 12%.

- a) 34% b) 30% c) 24% d) 28%

Nazwy i symbole pierwiastków chemicznych

Nazwa	Symbol	Nazwa	Symbol	Nazwa	Symbol
aktyn	Ac	holm	Ho	rad	Ra
ameryk	Am	ind	In	radon	Rn
antymon	Sb	iryd	Ir	ren	Re
argon	Ar	iterb	Yb	rod	Rh
arsen	As	itr	Y	roentgen	Rg
astat	At	jod	I	rtęć	Hg
azot	N	kadm	Cd	rubid	Rb
bar	Ba	kaliforn	Cf	ruten	Ru
berkel	Bk	kiur	Cm	rutherford	Rf
beryl	Be	kobalt	Co	samar	Sm
bizmut	Bi	krypton	Kr	seaborg	Sg
bohr	Bh	krzem	Si	selen	Se
bor	B	ksenon	Xe	siarka	S
brom	Br	lantan	La	skand	Sc
cer	Ce	lit	Li	sód	Na
cez	Cs	lorens	Lr	srebro	Ag
chlor	Cl	lutet	Lu	stront	Sr
chrom	Cr	magnez	Mg	tal	Tl
kopernik	Cn	mangan	Mn	tantal	Ta
cyna	Sn	meitner	Mt	technet	Tc
cynk	Zn	mendelew	Md	tellur	Te
cyrkon	Zr	miedź	Cu	terb	Tb
darmsztadt	Ds	molibden	Mo	tlen	O
dubn	Db	neodym	Nd	tor	Th
dysproz	Dy	neon	Ne	tul	Tm
einstein	Es	neptun	Np	tytan	Ti
erb	Er	nikiel	Ni	ununheks	Uuh
europ	Eu	niob	Nb	ununkwad	Uuq
ferm	Fm	nobel	No	ununokt	Uuo
fluor	F	olów	Pb	ununpent	Uup
fosfor	P	osm	Os	ununtri	Uut
frans	Fr	pallad	Pd	uran	U
gadolin	Gd	platyna	Pt	wanad	V
gal	Ga	pluton	Pu	wapń	Ca
german	Ge	polon	Po	węgiel	C
glin	Al	potas	K	wodór	H
hafn	Hf	prazeodym	Pr	wolfram	W
has	Hs	promet	Pm	złoto	Au
hel	He	protaktyn	Pa	żelazo	Fe

Właściwości wybranych pierwiastków chemicznych

Nazwa	Symbol chemiczny	Wartościowość w związku chemicznym	Gęstość $\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$	Temperatura topnienia, °C	Temperatura wrzenia, °C
antymon	Sb	III, V	6,69	631	1587
arsen	As	III, V	5,78	817	603**
azot	N	I, II, III, IV, V	0,808*	-210	-196
bar	Ba	II	3,62	727	1900
bismut	Bi	III, V	9,81	271	1564
brom	Br	I, III, V, VII	3,13	-7	59
chlor	Cl	I, III, V, VII	1,65*	-101	-34
chrom	Cr	II, III, VI	7,17	1910	2700
cyna	Sn	II, IV	7,28	232	2610
cynk	Zn	II	7,14	420	907
fosfor (biały)	P	III, V	1,82	44	280
glin	Al	III	2,70	660	2520
jod	I	I, III, V, VII	4,94	114	185
krzem	Si	IV	2,33	1417	3280
mangan	Mn	II, III, IV, VI, VII	7,47	1244	2060
magnez	Mg	II	1,74	650	1105
miedź	Cu	I, II	8,93	1085	2570
nikiel	Ni	II, III	8,91	1454	2920
olów	Pb	II, IV	11,34	328	1756
potas	K	I	0,86	63	757
rtęć	Hg	I, II	13,53	-39	357
siarka	S	II, IV, VI	2,07	120	445
sód	Na	I	0,97	98	883
srebro	Ag	I, II	10,50	962	2155
tlen	O	II	1,141*	-219	-183
wapń	Ca	II	1,55	842	1490
węgiel	C	II, IV	3,51 (diament) 2,1-2,3 (grafit)	3652	4827**
wodór	H	I	0,071*	-259	-253
żelazo	Fe	II, III	7,87	1538	2861

* Gazy – po skropleniu w temperaturze wrzenia.

** Sublimacja.

Odpowiedzi do zadań rachunkowych

s. 18

zadanie 3. $7,21 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$

zadanie 4. 71,44 g

s. 29

zadanie 6. 14 g azotu i 3 g wodoru

zadanie 7. 60% magnezu, 40% tlenu

s. 38

zadanie 9. 40% cynku

s. 42

zadanie 4. $348,75 \text{ dm}^3$ argonu

zadanie 5. 9,28 kg tlenu

s. 48

zadanie 5. 40 kg tlenu

zadanie 6. 92,6% rtęci

s. 51

zadanie 3. $1,17 \text{ dm}^3$ azotu

zadanie 5. 35 g azotu

zadanie 6. 30,17 kg azotu

s. 53

zadanie 4. 139,04 kg powietrza

s. 59

zadanie 5. $0,2 \text{ dm}^3$ tlenku węgla(IV)

s. 71

zadanie 3. 3,92 g wodoru

s. 91

zadanie 3. a) 71 u, b) 124 u, c) 119 u,
d) 34 u, e) 17 u, f) 142 u, g) 96 u,
h) 262 u, i) 40 u, j) 42 u, k) 56 u, l) 98 u

zadanie 4. Na_2S

zadanie 6. a) $6,02 \cdot 10^{23}$ atomów Fe,

b) $14,05 \cdot 10^{23}$ atomów Mg

s. 103

zadanie 6. 63,55 u

zadanie 7. 77,5% ^{35}Cl i 22,5% ^{37}Cl

zadanie 8. 0,25 g izotopu ^{193}Pt

s. 126

zadanie 1. a) $\frac{m_{\text{Ca}}}{m_{\text{Br}}} = \frac{1}{4}$, b) $\frac{m_{\text{Fe}}}{m_{\text{O}}} = \frac{7}{3}$

zadanie 2. a) 40% siarki i 60% tlenu,
b) 36% glinu i 64% siarki

zadanie 3. $\frac{m_{\text{S}}}{m_{\text{O}}} = \frac{1}{1}$, SO_2

zadanie 4. 36% Ca i 64% Cl

zadanie 7. 16 g Fe

s. 135

zadanie 1. 72 g magnezu

zadanie 2. 43,32 g tlenku rtęci(II)

zadanie 3. 36 g pary wodnej

zadanie 4. 46 g sodu i 71 g chloru

zadanie 5. 4,8 g magnezu i 3,2 g tlenu

s. 139

zadanie 1. 300 g siarczku glinu

zadanie 2. 14,2 g związku chemicznego

zadanie 3. 8 g tlenku magnezu

zadanie 4. 224 kg żelaza

zadanie 5. 32,1 g siarczanu(VI) miedzi(II)

zadanie 6. 4 g wodoru

zadanie 7. Nie. Nie przereagowało 6,8 g magnezu. Powstało 9,2 g produktu reakcji chemicznej

s. 160

zadanie 1. 272 g NaNO_3

zadanie 2. 17 g KI

zadanie 3. 11 g KCl

zadanie 4. 140 g CuSO_4

zadanie 6. 0,0055 g tlenu

zadanie 7. 22,86 razy większa tlenu od wodoru

s. 164

zadanie 2. a) 140 g KNO_3 , b) mniej niż 140 g KNO_3

s. 170

zadanie 1. 13,33%

zadanie 2. 1,6 g soli

zadanie 3. 7,69%

zadanie 4. 4%

zadanie 5. 15%

zadanie 6. 25,37%

zadanie 7. 43,6 g chlorku glinu

zadanie 8. 90 g substancji

zadanie 9. 12%

s. 173

zadanie 2. 100 g wody

zadanie 3. 150 g wody

zadanie 4. 3,75%

zadanie 5. 4,59 g KI

s. 174

zadanie 1. 7,75%

zadanie 2. 400 g 10-procentowego roztworu i 200 g 4-procentowego roztworu