



Co to jest rozpuszczalność?

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Film samouczek](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



Diamant czy grafit są nierozpuszczalne we wszystkich rozpuszczalnikach, z którymi nie reagują chemicznie. Wiązania kowalencyjne, które utrzymują atomy w sieci krystalicznej, są po prostu zbyt silne, aby mogły zostać przerwane w normalnych warunkach. Istnieje jednak spora grupa substancji, które wykazują dobrą rozpuszczalność i tworzą z rozpuszczalnikiem roztwory o określonym stężeniu. Czy wiesz, czym jest rozpuszczalność i jakie informacje niesie krzywa rozpuszczalności?

Twoje cele

- Wyjaśnisz, czym jest rozpuszczalność i od czego zależy.
- Scharakteryzujesz etapy procesu rozpuszczania.
- Przeanalizujesz krzywe rozpuszczalności różnych substancji celem określenia rozpuszczalności substancji lub rodzaju roztworu.
- Obliczysz masę składników (substancji rozpuszczonej i rozpuszczalnika) roztworu nasyconego w określonej temperaturze.

Rozpuszczalność

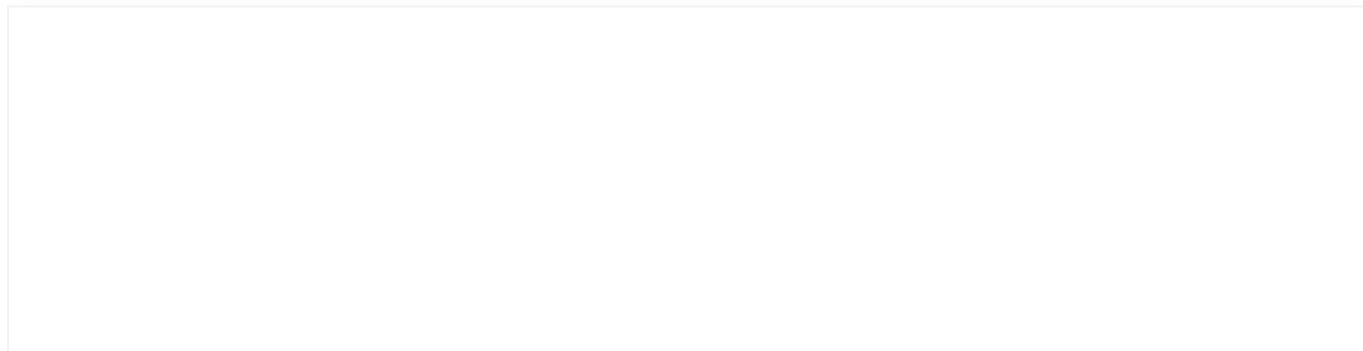
Substancje stałe, ciekłe lub gazowe różnią się zdolnościami do tworzenia z innymi substancjami **układów homogenicznych**. Rozpuszczanie to fizyczny proces mieszania się dwóch substancji, prowadzący do otrzymania roztworu.

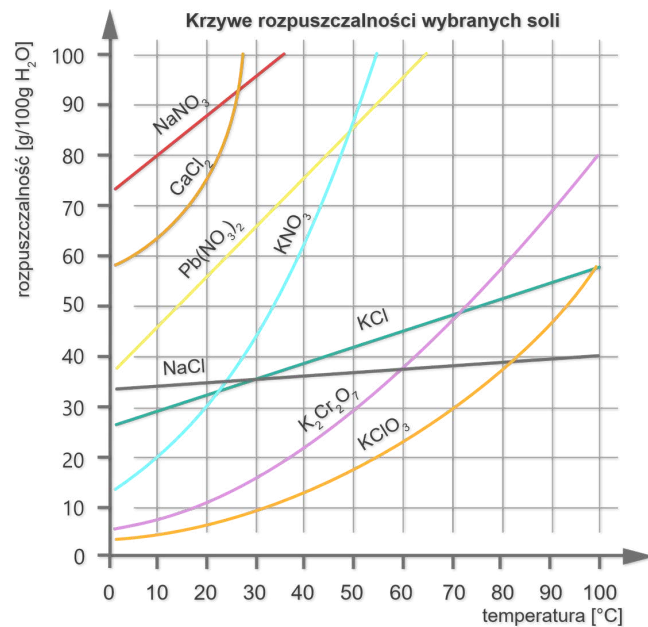
Rozpuszczalność substancji zależy od:

- rodzaju substancji rozpuszczonej;
- rodzaju rozpuszczalnika;
- temperatury (rozpuszczalność większości ciał stałych i cieczy rośnie wraz ze wzrostem temperatury, a rozpuszczalność gazów maleje);
- ciśnienia – tylko dla gazów (ich rozpuszczalność rośnie wraz ze wzrostem ciśnienia oraz od wpływu wspólnego jonu);
- stanu rozdrobnienia substancji stałej;
- bodźców mechanicznych, takich jak mieszanie przy rozpuszczaniu ciała stałego w cieczy, wstrząsy obniżające rozpuszczalność gazu w cieczy, które ułatwiają wydzielanie gazu z roztworu.

Rozpuszczalność jest cechą danej pary substancji rozpuszczanej i rozpuszczalnika **w określonej temperaturze**. Na ogół ilość substancji, którą można rozpuścić w danej ilości rozpuszczalnika i w określonej temperaturze, jest ograniczona i prowadzi do uzyskania tzw. **roztworu nasyconego**. Ilość substancji niezbędnej do uzyskania roztworu nasyconego określa wielkość fizyczna zwana rozpuszczalnością.

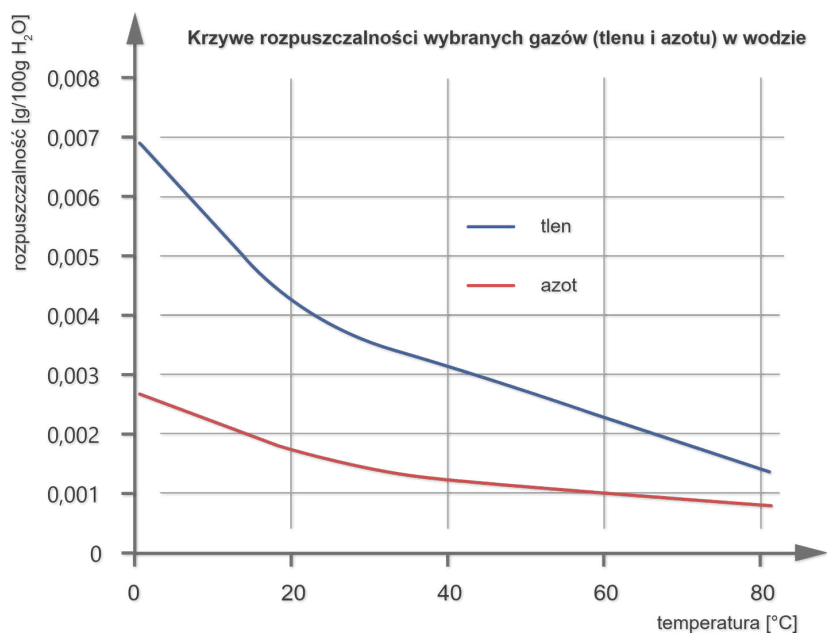
Rozpuszczalność to liczba gramów danej substancji niezbędna do nasycenia 100 g rozpuszczalnika w danej temperaturze. Krzywe rozpuszczalności przedstawiają zmiany rozpuszczalności substancji w zależności od temperatury.





Krzywe rozpuszczalności wybranych soli

Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

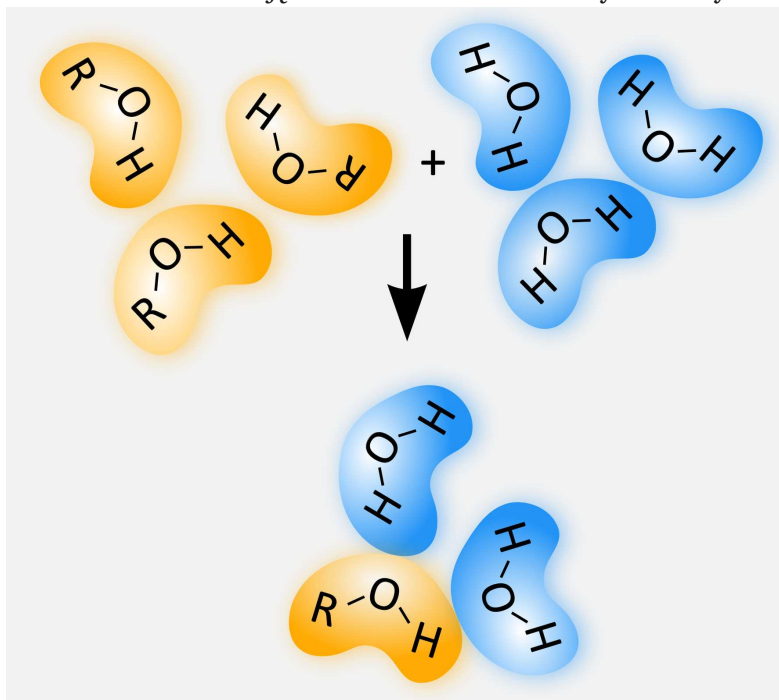


Krzywe rozpuszczalności wybranych gazów

Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Efekty towarzyszące procesowi rozpuszczania to np. zmiana temperatury i zmiana objętości roztworu (zjawisko **dylatacji** lub **kontrakcji**). W czasie rozpuszczania następuje

solwatacja, czyli otaczanie cząsteczek (lub jonów) substancji rozpuszczonej przez cząsteczki rozpuszczalnika. Solwatację w roztworach wodnych nazywamy **hydratacją**.



Uproszczony schemat solwatacji w roztworze wodnym

Źródło: GroMar Sp. z o. o. opracowano na podstawie:

https://zasoby1.open.agh.edu.pl/dydaktyka/chemia/a_e_chemia/6_chemia_roztworow/03_02_00.htm, licencja: CC BY-SA 3.0.

Ciekawostka

Pojęcie rozpuszczalności nie odnosi się jedynie do cieczy i gazów. Przykładem są amalgamaty otrzymywane poprzez rozpuszczenie metali w ciekłej rtęci. Ponieważ większość metali jest rozpuszczalna w rtęci, amalgamaty znalazły zastosowanie w kopalniach złota. Dlaczego? Główną trudnością podczas wydobywania złota jest oddzielanie bardzo małych cząstek czystego złota od ton kruszonej skały. Jednym ze sposobów na osiągnięcie tego jest mieszanie zawiesiny pokruszonej skały z ciekłą rtęcią, która rozpuszcza złoto (a także wszelkie metaliczne srebro, które może być obecne). Bardzo gęsty płynny amalgamat złoto-rtęć jest następnie izolowany, a rtęć oddestylowana.



Amalgamat srebra

Źródło: dostępny w internecie: wikipedia.org, domena publiczna.

Etapy procesu rozpuszczania

Proces rozpuszczania substancji krystalicznej w ciekłym rozpuszczalniku przebiega w kilku etapach, które zostały przedstawione w poniższej tabeli. Poszczególne etapy mogą być procesami **egzoenergetycznymi** lub **endoenergetycznymi**.

Etapy procesu rozpuszczania	Charakterystyka energetyczna etapów procesu rozpuszczania	Typ etapu
niszczenie sieci krystalicznej substancji (odrywanie jonów z powierzchni kryształu)	energia potrzebna do zniszczenia sieci krystalicznej substancji rozpuszczonej jest przekazana z otoczenia do układu (E_1).	proces endoenergetyczny
niszczenie oddziaływań międzycząsteczkowych w rozpuszczalniku	energia potrzebna do zniszczenia oddziaływań międzycząsteczkowych w rozpuszczalniku jest przekazana z otoczenia do układu (E_2).	proces endoenergetyczny
powstanie oddziaływań między jonami substancji rozpuszczonej a cząsteczkami rozpuszczalnika	energia uwodnienia (hydratacji) jonów substancji rozpuszczonej jest uwalniania w trakcie procesu do otoczenia (E_3).	proces egzoenergetyczny

Przykład 1

Rozpuszczanie stałego NaOH w wodzie jest procesem, któremu towarzyszy podwyższenie temperatury układu, gdyż:

$$(E_1 + E_2) < E_3$$

Rozpuszczanie stałego NH_4NO_3 w wodzie jest natomiast procesem, któremu towarzyszy obniżenie temperatury układu, gdyż:

$$(E_1 + E_2) > E_3$$

Słownik

układ homogeniczny

(gr. *homogenés* „jednorodny”, „pokrewny”) układ, w którym występuje tylko jedna faza
roztwór nasycony

roztwór zawierający maksymalną w danych warunkach (temperatury, ciśnienia) ilość substancji rozpuszczonej (równą jej rozpuszczalności w tych warunkach)

kontrakcja objętości

zmiana objętości mieszaniny lub roztworu, która jest wynikiem zachodzącej reakcji chemicznej lub oddziaływań pomiędzy składnikami mieszaniny. W roztworach i mieszaninach, w których nie zachodzą reakcje chemiczne, zjawisko kontrakcji prowadzi do zmniejszenia objętości. Wynika to z obniżonej ruchliwości cząsteczek wskutek powstawania aglomeratów połączonych oddziaływaniami międzycząsteczkowymi. Mieszaniną, która wykazuje mniejszą objętość niż użyte do jej sporządzenia składniki, jest mieszanina wody i etanolu. W tym przypadku za zjawisko kontrakcji odpowiadają utworzone wiązania wodorowe powstające pomiędzy atomami wodoru grupy hydroksylowej etanolu a wolnymi parami elektronów na atomie tlenu w cząsteczce wody

dylatacja cieplna

inaczej: rozszerzalność cieplna; zmiana rozmiarów ciała podczas ogrzewania, która jest wynikiem wzrostu energii ruchu jego cząsteczek, prowadząca do zwiększenia średnich odległości między nimi. Zjawisku dylatacji podlegają ciała stałe, ciecze oraz gazy. Istnieją różnice w sposobach rozszerzania termicznego – można wyróżnić tutaj izotropowość i jednolitość. Izotropowość cechuje się zwiększaniem rozmiarów danego obiektu o taką samą wartość w każdym kierunku, natomiast anizotropowość wykazuje ukierunkowane rozszerzanie się. Przykładem zastosowania dylatacji cieczy jest zasada działania termometrów. Podczas mierzenia temperatury za pomocą termometru możemy zaobserwować rozszerzalność cieczy pod wpływem ciepła, dzięki czemu można odczytać temperaturę badanego środowiska

egzoenergetyczny

proces przebiegający z wydzieleniem energii do otoczenia

endoenergetyczny

proces przebiegający z pochłanianiem energii z otoczenia

rozpuszczalność

ilość substancji niezbędnej do uzyskania roztworu nasyconego, charakterystyczna dla danej substancji rozpuszczanej i rozpuszczalnika; zależy od temperatury prowadzenia procesu

solwatacja

(łac. *solvo* „poluzowanie”, „rozwiązać”) oddziaływanie cząsteczek rozpuszczalnika z jonami lub cząsteczkami substancji rozpuszczonej, prowadzące do powstania połączeń zw. solwatami

Bibliografia

Krzeczkowski M., Loch J., Mizera A., *Repetytorium chemia : Liceum – poziom podstawowy i rozszerzony*, Wydawnictwo Szkolne PWN, Warszawa – Bielsko-Biała 2010.

Film samouczek

Polecenie 1

Czy wiesz, czym jest nasycenie roztworu? Czym różni się roztwór nasycony od roztworu przesyconego? Zapoznaj się z poniższym filmem, a następnie rozwiąż ćwiczenia.

ROZPUSZCZANIE



Rozpuszczalności substancji stałych
ROŚNIE wraz ze wzrostem temperatury.



Rozpuszczalności gazów w wodzie
MALEJE wraz ze wzrostem temperatury.

Film dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/DsIdLtEYZ>

Film samouczek pt. „Co to jest rozpuszczalność?”

Źródło: Michał Mytnik, licencja: CC BY 3.0.

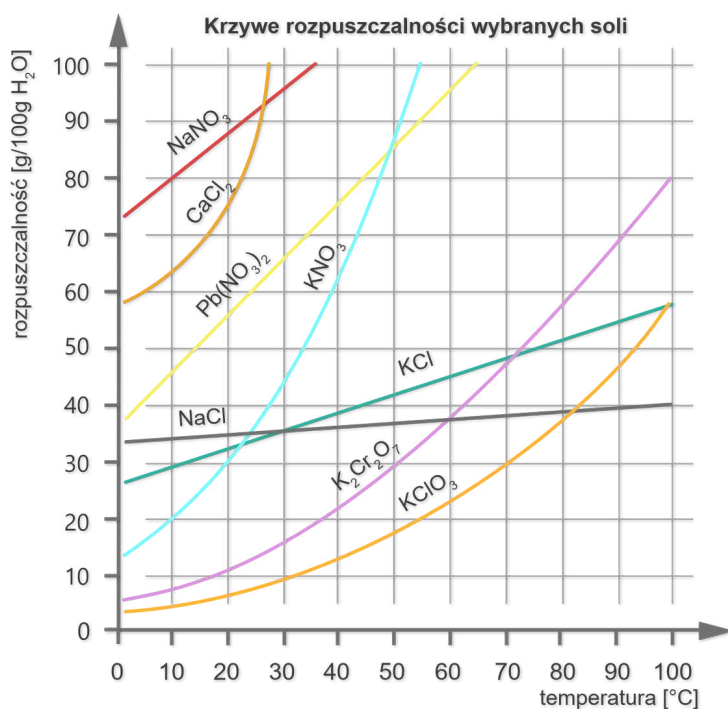
Film nawiązujący do treści materiału – podano definicję rozpuszczalności oraz jak odczytać wartości z wykresu rozpuszczalności. Wykres użyty w animacji to "Krzywe rozpuszczalności wybranych soli", który został dokładnie opisany w części "Przeczytaj" materiału.

Ćwiczenie 1

Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 2

Korzystając z poniższego wykresu, napisz, ile wynosi rozpuszczalność azotanu(V) potasu w temperaturze 30°C.



Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Odpowiedź:

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Zaznacz poprawną odpowiedź.

Ilość substancji niezbędnej do uzyskania roztworu nasyconego, charakterystyczna dla danej substancji to:

☐ kontrakcja

☐ rozpuszczalność

☐ dylatacja

☐ solwatacja

Ćwiczenie 2



Zaznacz poprawne odpowiedzi.

Rozpuszczalność substancji zależy od:

☐ Rodzaju rozpuszczalnika

☐ Stężenia substancji

☐ Stanu rozdrobnienia substancji

☐ Rodzaju substancji rozpuszczonej

Ćwiczenie 3



Stężenie procentowe nasyconego wodnego roztworu chloranu(V) potasu w temperaturze 298 K wynosi 6,76%. Oblicz rozpuszczalność tej soli w podanej temperaturze.

Rozwiązanie oraz odpowiedź zapisz w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 4



Oblicz stężenie procentowe nasyconego roztworu KNO_3 w temperaturze 20°C , jeśli rozpuszczalność $R_{293\text{K}(\text{KNO}_3)} = 31,0 \frac{\text{g}}{100 \text{ g H}_2\text{O}}$.

Rozwiązanie oraz odpowiedź zapisz w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 5



W temperaturze 40°C stężenie procentowe nasyconego roztworu AgNO_3 wynosi 76,1%. Oblicz rozpuszczalność AgNO_3 w tej temperaturze.

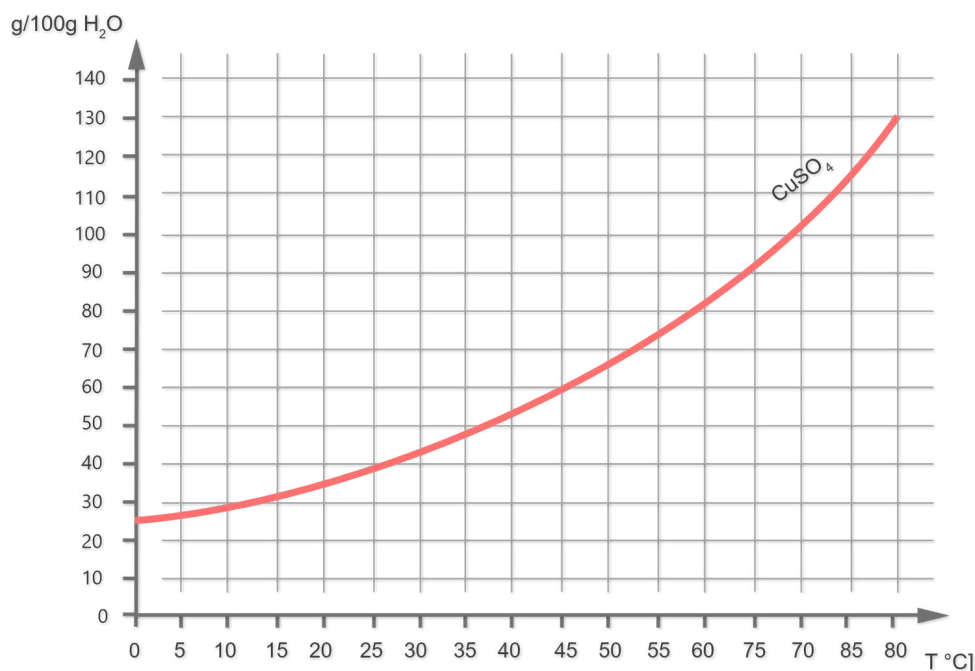
Rozwiązanie oraz odpowiedź zapisz w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 6



Korzystając z krzywej rozpuszczalności, oblicz, ile gramów siarczanu(VI) miedzi(II) można maksymalnie rozpuścić w 350 g wody w temperaturze 298 K oraz jakie jest stężenie procentowe nasyconego w tej temperaturze roztworu wodnego tej soli.



Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

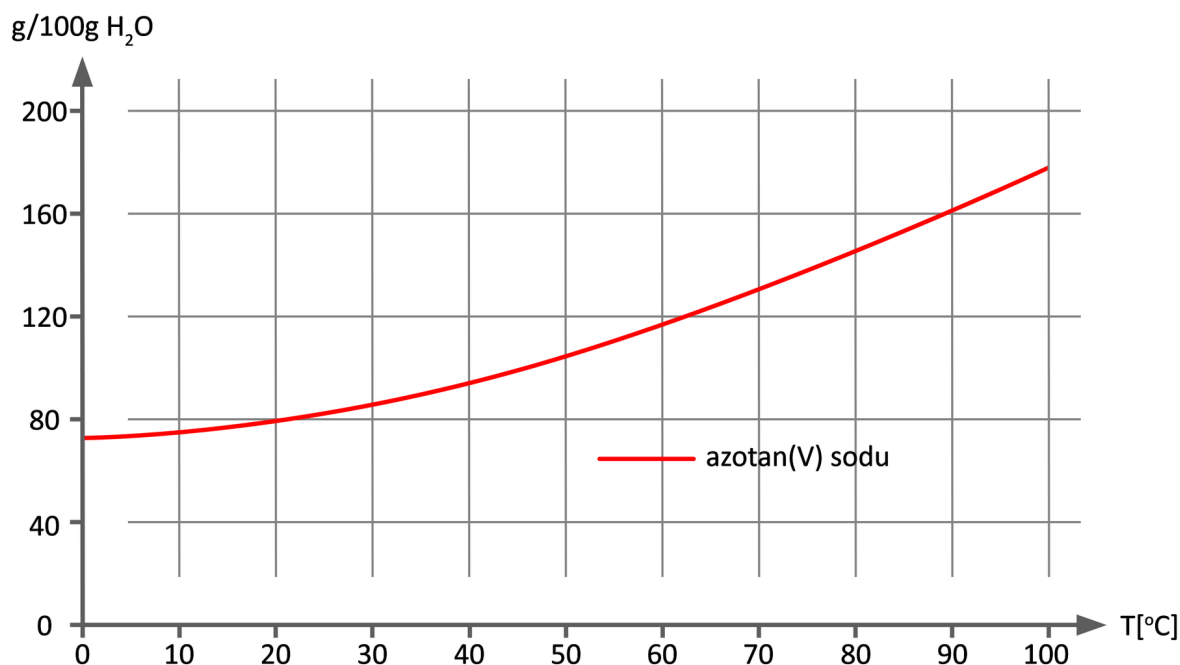
Rozwiązanie oraz odpowiedź zapisz w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 7



Korzystając z krzywej rozpuszczalności, oblicz, ile gramów azotanu(V) sodu wykrystalizuje ze 150 g nasyconego roztworu o temperaturze 363 K, jeżeli ochłodzi się ten roztwór do temperatury 293 K.



Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Rozwiązanie oraz odpowiedź zapisz w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 8



Rozpuszczalność manganianu(VII) potasu w temperaturze 20°C wynosi $6,34 \frac{\text{g}}{100 \text{ g H}_2\text{O}}$. Ile maksymalnie gramów KMnO_4 można rozpuścić w $0,75 \text{ dm}^3$ wody ($T = 20^\circ\text{C}$)?

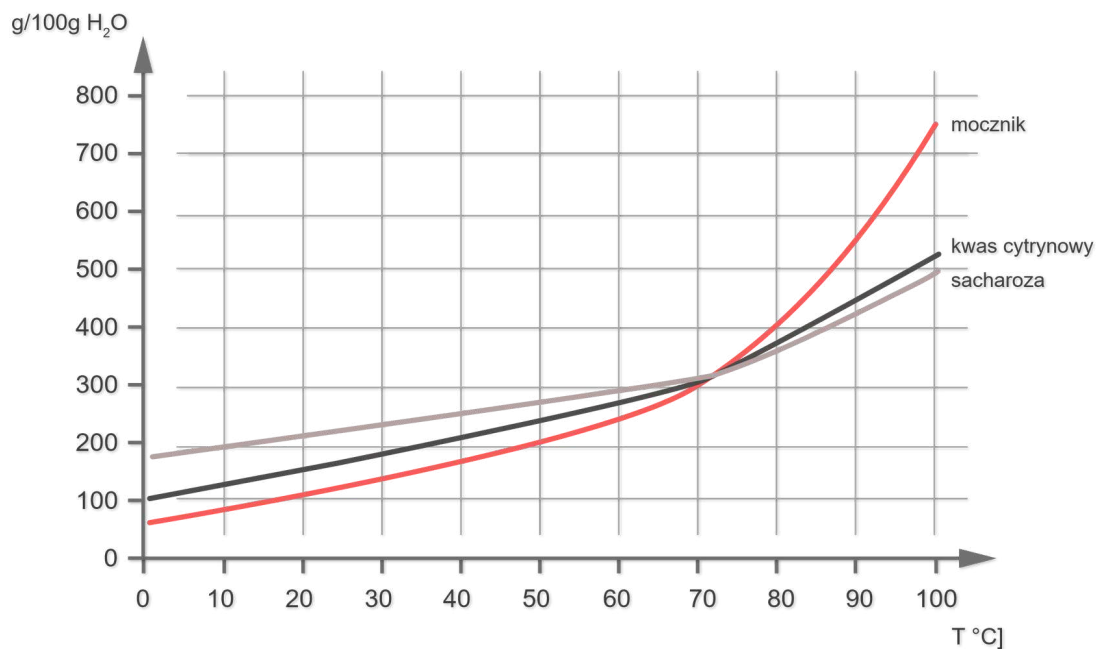
Rozwiązanie oraz odpowiedź zapisz w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 9



Na rysunku przedstawiono krzywe rozpuszczalności wybranych substancji organicznych: mocznika, kwasu cytrynowego i sacharozy.



Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

A. Na podstawie wykresu uzupełnij tabelę, wpisując przybliżone wartości rozpuszczalności (zaokrąglaj do liczb dziesiętnych).

Temperatura [°C]	0	20	40	60	80
Rozpuszczalność mocznika [$\frac{\text{g}}{100 \text{ g H}_2\text{O}}$]					
Rozpuszczalność sacharozy [$\frac{\text{g}}{100 \text{ g H}_2\text{O}}$]					

220 70 300 450 180 490 170 110 290 250 360 400

240 200 270 730 50 100

B. Oblicz stężenie procentowe nasyconego roztworu mocznika w temperaturze 353 K.

C. O ile więcej gramów kwasu cytrynowego niż mocznika można rozpuścić w 100 g wody o temperaturze 35°C?

D. W jakim przedziale temperatur rozpuszczalność sacharozy jest niższa niż rozpuszczalność mocznika?

E. W jakim przedziale temperatur rozpuszczalność kwasu cytrynowego jest większa od rozpuszczalności mocznika?

F. W jakiej temperaturze wszystkie wymienione substancje mają taką samą rozpuszczalność? Podaj jej wartość oraz oblicz stężenia procentowe roztworów wodnych substancji w tej temperaturze.

Rozwiązanie oraz odpowiedź zapisz w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 10



W zlewce znajduje się 435 g nasyconego roztworu azotanu(V) amonu. Temperatura roztworu wynosi 20°C. Ile gramów NH_4NO_3 można jeszcze rozpuścić w tym roztworze po ogrzaniu go do temperatury 60°C?

$$\bullet R_{293\text{K}} = 190 \frac{\text{g}}{100 \text{ g H}_2\text{O}},$$

$$\bullet R_{333\text{K}} = 420 \frac{\text{g}}{100 \text{ g H}_2\text{O}}.$$

Rozwiązanie oraz odpowiedź zapisz w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Dla nauczyciela

Autor: Gabriela Iwińska

Przedmiot: Chemia

Temat: Co to jest rozpuszczalność?

Grupa docelowa:

Szkoła ponadpodstawowa, liceum ogólnokształcące, technikum, zakres podstawowy i rozszerzony

Podstawa programowa:

Zakres podstawowy

V. Roztwory. Uczeń:

2) wykonuje obliczenia związane z przygotowaniem, rozcieńczaniem i zatężaniem roztworów z zastosowaniem pojęć: stężenie procentowe i molowe oraz rozpuszczalność.

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

V. Roztwory. Uczeń:

2) wykonuje obliczenia związane z przygotowaniem, rozcieńczaniem i zatężaniem roztworów z zastosowaniem pojęć: stężenie procentowe lub molowe oraz rozpuszczalność.

Kształtowane kompetencje kluczowe:

- kompetencje cyfrowe;
- kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się;
- kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii;
- kompetencje w zakresie rozumienia i tworzenia informacji.

Cele operacyjne

Uczeń:

- wyjaśnia, czym jest rozpuszczalność i od czego zależy;
- charakteryzuje etapy procesu rozpuszczania;
- analizuje krzywe rozpuszczalności różnych substancji, celem określenia rozpuszczalności substancji lub rodzaju roztworu;

- oblicza masę składników (substancji rozpuszczonej i rozpuszczalnika) roztworu nasyconego w określonej temperaturze.

Strategie nauczania:

- strategia asocjacyjna.

Metody i techniki nauczania:

- dyskusja panelowa;
- analiza materiału źródłowego oraz ćwiczenia uczniowskie;
- dyskusja;
- technika zdań podsumowujących;
- burza mózgów.

Formy pracy:

- praca indywidualna;
- praca w parach;
- praca w grupach;
- praca całego zespołu klasowego.

Środki dydaktyczne:

- komputery z głośnikami, słuchawkami i dostępem do internetu;
- zasoby multimedialne zawarte w e-materiale;
- tablica interaktywna/tablica, pisak/kreda;
- rzutnik multimedialny.

Przebieg lekcji

Faza wstępna:

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel zadaje uczniom pytania, zaciekawiając tematem. Przykładowe pytania: czy diament czy grafit są nierozpuszczalne we wszystkich rozpuszczalnikach? Czy wiecie, czym jest rozpuszczalność? Jakie informacje niesie krzywa rozpuszczalności?
2. Nauczyciel prezentuje temat: „Co to jest rozpuszczalność?” oraz cele zajęć, omawiając lub ustalając razem z uczniami kryteria sukcesu.
3. Rozpoznawanie wiedzy wyjściowej uczniów. Burza mózgów wokół pojęcia „rozpuszczalność”.

Faza realizacyjna:

1. Nauczyciel wyświetla pytanie na tablicy multimedialnej: od czego zależy rozpuszczalność substancji? Uczniowie zgłaszają swoje propozycje poprzez

podniesienie ręki.

2. Po przeprowadzeniu ankiety nauczyciel wyświetla jej wynik w punktach – przygotowany przez niego lub może się wesprzeć na sekcji „Przeczytaj” e-materiału. Prowadzący prosi również chętną lub wybraną osobę o uzasadnienie podania swojej odpowiedzi.
3. Uczniowie samodzielnie zapoznają się z filmem dotyczącym pojęcia rozpuszczalności oraz wskazówek, jak można obliczyć rozpuszczalność i jak można korzystać z wykresu rozpuszczalności substancji. Następnie sprawdzają, co zapamiętali, wykonując ćwiczenia dołączone do medium.
4. Nauczyciel prosi, by uczniowie powrócili do sekcji „Przeczytaj” i przeanalizowali etapy procesu rozpuszczania. Prowadzący wyświetla na tablicy multimedialnej kolejno poszczególne substancje, a wybrane lub chętne osoby opowiadają, jak w konkretnym przypadku odbędzie się (lub ewentualnie nie odbędzie się) proces rozpuszczania.
5. Uczniowie sprawdzają swoją wiedzę, wykonując ćwiczenia zawarte w e-materiale – sprawdź się.

Faza podsumowująca:

1. Nauczyciel sprawdza stan wiedzy uczniów po przeprowadzonej lekcji zadając przykładowe pytania: czy pojęcie rozpuszczalności tyczy się jedynie cieczy i gazów? Jakie efekty towarzyszą procesowi rozpuszczania? Jak inaczej nazywa się solwatacja w roztworach wodnych? Czym jest roztwór nasycony i jak go osiągnąć?
2. Jako podsumowanie lekcji nauczyciel może wykorzystać zdania do uzupełnienia, które uczniowie również zamieszczają w swoim portfolio:
 - Przypomniałem/łam sobie, że...
 - Co było dla mnie łatwe...
 - Czego się nauczyłem/łam...
 - Co sprawiało mi trudność...

Praca domowa:

1. Dokończenie zadań z zestawu ćwiczeń interaktywnych – dla uczniów, którzy nie zdążyli wykonać na lekcji.

Materiały pomocnicze:

- Polecenia podsumowujące (nauczyciel przed lekcją zapisuje je na niewielkich kartkach): czy pojęcie rozpuszczalności tyczy się jedynie cieczy i gazów? Jakie efekty towarzyszą procesowi rozpuszczania? Jak inaczej nazywa się solwatacja w roztworach wodnych? Czym jest roztwór nasycony i jak go osiągnąć?

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:

- Medium w sekcji „Film samouczek” można wykorzystać na lekcji jako podsumowanie i utrwalenie wiedzy w temacie „Co to jest rozpuszczalność?”.