MIESZANINY

to zbiory substancji w dowolnych proporcjach

mieszanina

jednorodna - składników nie można rozróżnić gołym okiem lub pod mikroskopem.

niejednorodna składniki możemy rozróżnić gołym okiem lub pod mikroskopem

Mieszaniny jednorodne możemy podzielić na:

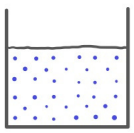
- **jednoskładnikowa** - np. gazowy H_2 to mieszanina cząsteczek H_2
- **dwuskładnikowa** - np. roztwór właściwy np. $NaCl$ z H_2O
- **wieloskładnikowa** - np. roztwór właściwy np. $NaCl + KCl + H_2O$

Mieszaniny niejednorodne

- **rozdrobnione:** koloidy, zawiesiny, piana, emulsja, mgła, dym.
- **nierozdrobnione:** np. woda + olej, woda z lodem

Z uwagi na wymagania egzaminacyjne większość zadań dotyczy roztworów - więc to pojęcie rozłożę na czynniki pierwsze:

Roztwór właściwy to **mieszanina jednorodna**, czyli innymi słowy homogeniczny układ wieloskładnikowy. Składników roztworu właściwego nie da się rozróżnić gołym okiem a substancja rozpuszczona jest równomiernie rozproszona w rozpuszczalniku



niebieskie krapki obrazują "równomierne rozproszenie", pamiętaj, że to rysunek poglądowy!



Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

Roztwory właściwe spotykamy w trzech stanach skupienia:

- ciekłym np. wodny roztwór soli kuchennej;
- gazowym np. propan i butan;
- stały np. stopy metali np. stal.

Roztwory właściwe powstają na drodze:

a) fizycznego procesu mieszania się dwóch drobin

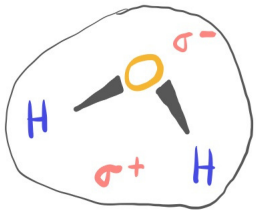
np. cukier + woda - cukier i woda mają budowę polarną. Cząsteczki o podobnej budowie najlepiej rozpuszczają się w sobie.

b) fizycznego procesu dysocjacji elektrolitycznej:

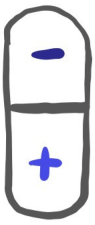
np. $NaCl \xrightarrow{H_2O} Na^+ + Cl^-$

Dysocjacja elektrolityczna to rozpad na jony pod wpływem wody.

Woda jest dipolem - posiada bieguny: dodatni i ujemny.

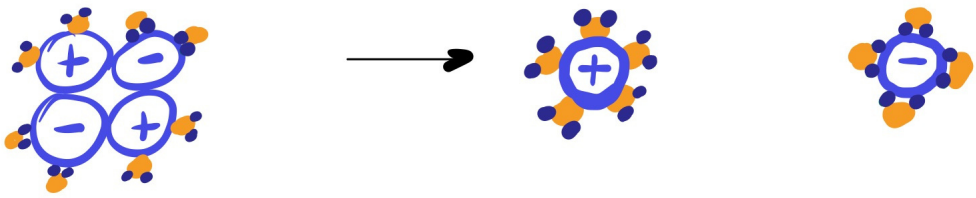






Polaryzacja wiązania H-O powoduje, że para e⁻ leży bliżej tlenu, co powoduje, że na tlenie gromadzi się częściowo ujemny ładunek a na atomach wodoru częściowo dodatni ładunek.

Tymi biegunami otacza przeciwne bieguny cząsteczek o budowie kowalencyjnej spolaryzowanej lub przeciwne ładunki w substancjach o budowie jonowej. Proces otaczania nosi nazwę solwatacji





Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

c) chemicznego procesu roztwarzania:

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

$Zn + 2HCl \longrightarrow ZnCl_2 + H_2\uparrow$

$2Al(OH)_3 + 6HCl \longrightarrow 2AlCl_3 + 6H_2O$

Nasóua się pytanie - czym jest proces rozpuszczania.

Rozpuszczanie to proces mieszania się minimum dwóch substancji na drodze dysocjacji elektrolitycznej jak również mieszania się dwóch substancji o podobnej budowie (polarnej lub niepolarnej) - jak np. $NaCl + H_2O$ cz cukier + woda. Rozpuszczanie jest procesem fizycznym, ponieważ nie towarzyszy mu przekształcenie substratów w inne drobiny np:

- w krysztale $NaCl$ występują kationy Na^+ i aniony Cl^- - podobnie w roztworze wodnym z tą różnicą, że Na^+ i Cl^- nie są zlepione w kryształ.

Rozpuszczalnikiem jest więc składnik roztworu, który przeważa ilościowo.

Substancją rozpuszczoną jest więc składnik roztworu, który nie przeważa ilościowo.

Zwróć uwagę:

Rozpuszczanie $\neq$ **Roztwarzanie**

"ciało stałe znika"



Kurs maturalny- Stechiometria
samurajchemiczny.elms.pl

Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

JAK OTRZYMAĆ ROZTWÓR?

Poniżej opiszę procedurę otrzymywania roztworów - jej znajomość jest przydatna przy projektowaniu doświadczeń i opisie czynności niezbędnych do otrzymania roztworu o określonym stężeniu

Rozpuszczanie ciała stałego w cieczy:

aby uzyskać roztwór o podanym Cp:

1. Odważ obliczoną masę wody i ciała stałego.
2. Wsyp ciało stałe do wody i mieszaj do rozpuszczenia.

aby uzyskać roztwór o podanym Cm:

1. Wlej niewielką ilość wody do naczynia miarowego.
2. Wrzuć ciało stałe i mieszaj do rozpuszczenia.
3. Dolej wody do poziomu wskazującego pożądaną objętość.

Rozpuszczanie cieczy w cieczy:

aby uzyskać roztwór o podanym Cp:

1. Na wadze ustaw zlewkę i wlej pożądaną masę cieczy o mniejszej gęstości.
2. Wlej ciecz o większej gęstości do określonej masy wynikającej z obliczeń.

aby uzyskać roztwór o podanym Cm:

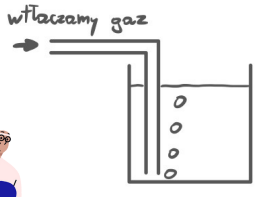
1. Do naczynia miarowego wlej obliczoną objętość cieczy o mniejszej gęstości.
2. Wlej ciecz o gęstości większej do poziomu wskazującego pożądaną objętość.

"Pamiętaj chemiku młody, wlewaj zawsze kwas do wody, by nie stracić swej urody!"

Rozpuszczanie gazu w cieczy:

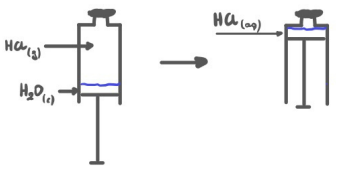
Gaz w cieczy można rozpuścić na 2 sposoby - zobrazuję Ci:

metodą "płuczki":



gaz przechodząc przez roztwór cieczy rozpuszcza się.

metodą strzykawki



gazowy HCl rozpuszcza się w wodzie, wytwarza się podciśnienie i tłok od strzykawki przesuwa się.



Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

ROZPUSZCZALNOŚĆ

Miarą zdolności do rozpuszczania się substancji w rozpuszczalniku są dwa parametry stosowane głównie do:

a) substancji dobrze rozpuszczalnych - **rozpuszczalność**, którą definiujemy jako maksymalną masę substancji w gramach jaką możemy rozpuścić w 100 g wody.

b) substancji słabo rozpuszczalnych - **rozpuszczalność molowa s**, którą definiujemy jako liczbę moli substancji jaka rozpuszcza się w jednym dm^3 roztworu.

Roztwory wykazują często odmienne właściwości niż każda substancja w stanie wolnym.

Efekt ebulioskopowy - roztwór wrze w temp. wyższej niż rozpuszczalnik.

Im więcej drobin substancji rozpuszczonej tym wyższa temp. wrzenia

np.



$1\,dm^3$ r-ru $NaCl$
$C_m = 1\,mol/dm^3$

$NaCl \rightarrow Na^+ + Cl^-$
1 mole - 1 jon - 1 jon
2 mole drobin



$1\,dm^3$ r-ru $CaCl_2$
$C_m = 1\,mol/dm^3$

$CaCl_2 \rightarrow Ca^{2+} + 2Cl^-$
1 mole - 1 jon - 2 jon
3 mole drobin

$T_{wz} < T_{wz}$

Efekt krioskopowy - roztwór krzepnie w niższej temperaturze niż rozpuszczalnik.

Im więcej jest drobin substancji rozpuszczonej, tym niższa temp. krzepnięcia.



Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

INNE MIESZANINY

KOLOID - niejednorodna mieszanina złożona z dwóch substancji - jedna z nich jest rozproszona w drugiej. Stopień rozdrobnienia substancji rozproszonej jest na tyle duży, że powstała mieszanina sprawia wrażenie homogenicznej - nawet roztworu właściwego. Stopień rozdrobnienia 1 nm do 1 µm.

PODZIAŁ:

Układy koloidalne ze względu na stan skupienia faz:

- **mgła** to ciecz rozproszona w gazie
- **dym** to ciało stałe rozproszone w gazie

- **piana** to gaz rozproszony w cieczy
- **emulsja** to ciecz rozproszona w cieczy
- **zawiesina koloidalna** to ciało stałe rozproszone w cieczy

- **piana stała** to gaz rozproszony w ciele stałym
- **emulsja stała** to ciecz rozproszona w ciele stałym
- **zol stały** to ciało stałe rozproszone w ciele stałym

Układy koloidalne ze względu na powinowactwo fazy rozproszonej do fazy rozpraszającej:

- **koloidy liofilowe** - cząstki koloidowe otaczają się otoczką solwatacyjną, która nadaje im trwałość. Wyróżniamy koloidy hydrofilowe - ich otoczkę solwatacyjną stanowi woda np. żelatyna, białko jaja kurzego, guma arabska, $Al(OH)_3$.



Kurs maturalny- Stechiometria
samurajchemiczny.elms.pl

Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

- **koloidy liofobowe** - cząstki koloidowe nie otaczają się otoczką solwatacyjną (mniejsze powinowactwo do rozpuszczalnika. Gromadzą na swojej powierzchni ładunek elektryczny, np. AgCl, Au.

Ze względu na suchą pozostałość po odparowaniu fazy rozpraszającej:

- **koloidy odwracalne** - po zmieszaniu suchej pozostałości z fazą rozpraszającą przechodzi z powrotem do roztworu.

- **koloidy nieodwracalne** - po zmieszaniu suchej pozostałości z fazą rozpraszającą nie dochodzi do odtworzenia roztworu.

W **koloidach** zachodzą procesy:

1) **dyfuzji** - ruch cząstek pod wpływem różnicy stężeń;
2) **sedymentacji**;
3) **osmozy** - jednostronna dyfuzja rozpuszczalnika przez błonę półprzepuszczalną.

$$\underset{\text{zbudowany z cząstek koloidalnych}}{\text{ZOL}} \underset{\text{peptyzacja}}{\overset{\text{koagulacja}}{\rightleftharpoons}} \underset{\text{zbudowany z osadu koloidalnego}}{\text{ŻEL}}$$

Koagulację wywołuje wiele czynników np. dodanie elektrolitu, zmiana temp. Przykładem naturalnym jest wysalanie białek (proces odwrotny - peptyzacja zachodzi po dodaniu wody ⇒ wysalanie białek jest procesem odwracalnym)



Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

UKŁAD i FAZA

Układem nazywamy wyodrębnioną część przestrzeni, np.

- woda mineralna w butelce → butelka nie należy do układu. Układ tworzy woda mineralna
- butelka z wodą mineralną → butelka i woda należą do układu.

Układ może być jednoskładnikowy lub wieloskładnikowy.
Układ może być jednofazowy lub wielofazowy.

Fazą nazywamy część układu, która oddzielona jest od pozostałych części układu wyraźną granicą, np.

- woda z olejem → każda z niemieszających się ze sobą cieczy stanowi oddzielną fazę.

Woda z lodem w zlewce to:

- układ: woda ciekła i stała ⇒ układ jednoskładnikowy
- układ: faza ciekła i stała ⇒ układ dwufazowy
  układ heterogeniczny (wielofazowy, niejednorodny)

Zlewka z $NaCl_{(aq)}$ to:

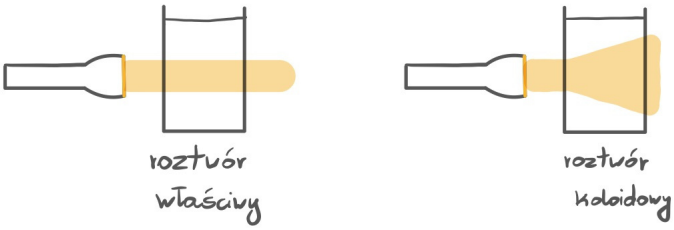
- układ: szkło, H_2O, $NaCl$ ⇒ układ wieloskładnikowy
- układ: faza ciekła: $NaCl_{(aq)}$, faza stała: szkło ⇒ układ heterogeniczny



Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

Jak odróżnić koloid od roztworu właściwego ?

Efekt Tyndalla to zjawisko fizyczne, które polega na rozpraszaniu światła:



Wiązka światła na skutek uginania się promieni na cząsteczkach fazy rozproszonej staje się widoczna w postaci stożka.

Jak rozdzielić mieszaniny ?

Planując wyodrębnienie jednego składnika z mieszaniny powinniśmy rozważyć właściwości fizykochemiczne którymi różni się ten składnik od pozostałych.

a) opiłki żelaza + siarka

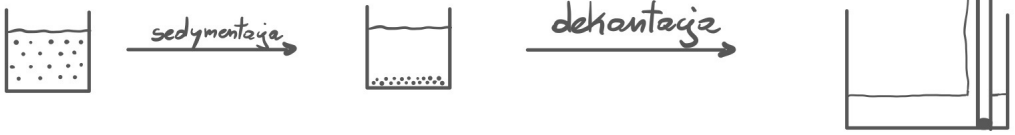
żelazo posiada własności magnetyczne więc przyciąga się do magnesu:



b) piasek + woda

piasek w wodzie ulega **sedymentacji** - zjawisku fizycznym polegającym na tym, że substancja o większej gęstości niż rozpuszczalnik opada na dno naczynia.

Piasek od wody możemy rozdzielić poprzez **dekantację** - powolne zlanie cieczy znad osadu:

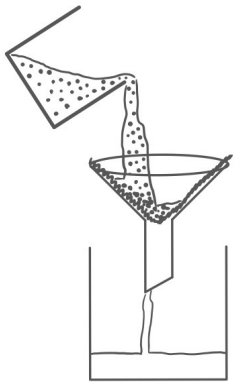




Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

c) MnO_2 i woda

Gdy ciało stałe bardzo wolno sedymentuje, lub gdy zależy nam na wysokiej wydajności możemy zastosować **sączenie**:



Stałe cząstki zatrzymują się na sączku z bibuły. Roztwór przepływa do zlewki. W celu dokładnego rozdziału mieszaniny pamiętaj aby na koniec polać na mokry osad na sączku wodę destylowaną. Takie płukanie usuwa resztki roztworu spomiędzy osadu.

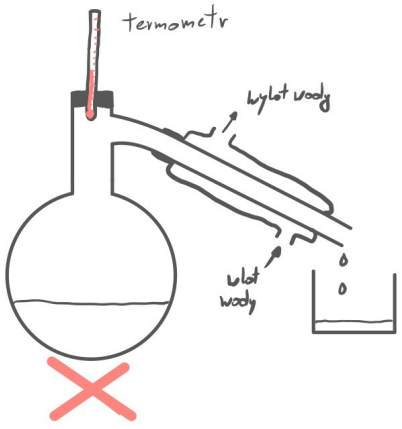
d) roztwór właściwy NaCl + H_2O

Gdy składników nie można rozróżnić gołym okiem a jeden ma zdolność do tworzenia kryształów i nie ulega rozkładowi w temperaturze wrzenia rozpuszczalnika to możemy **odparować rozpuszczalnik**:



d) alkohol + woda DESTYLACJA

Służy do rozdzielania mieszaniny cieczy różniących się między sobą temperaturą wrzenia



Ogrzewamy kolbę do temp. wrzenia pierwszej cieczy. Gdy ciecz wrze utrzymujemy temp. do momentu gdy roztwór przestanie wrzeć. Gorące pary gazu wchodzą do chłodnicy gdzie ulegają skropleniu i spływają do zlewki. Następnie zwiększamy temperaturę roztworu do momentu osiągnięcia temp. wrzenia kolejnej cieczy.

Uwaga! $T_{wrz\ H_2O} = 100°C$ $T_{wrz\ etanolu} = 78°C$

Pomiędzy cząsteczkami wody i etanolu tworzą się silne oddziaływania międzycząsteczkowe w efekcie w $T_{wrz\ etanolu}$ wrze etanol i niewielkie ilości wody - destylat zawiera 95,6% objętościowych etanolu i 4,4% wody. Dlatego tą metodę lepiej stosować do rozdziału substancji słabo oddziaływujących ze sobą np. do mieszaniny węglowodorów w ropie naftowej.



Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

e) roztwór wieloskładnikowy - składniki znacznie różnią się rozpuszczalnością

KRYSTALIZACJA - wytrącanie ciała stałego z roztworu w wyniku przekroczenia jego rozpuszczalności wywołane obniżaniem temperatury lub



f) $NaCl + H_2O + Br_2$

NaCl to związek jonowy dobrze rozpuszczalny w wodzie, Br_2 ma budowę niepolarną i słabo rozpuszcza się w H_2O. W celu rozdzielenia składników zastosujemy ekstrakcję - metoda wykorzystująca różnicę w powinowactwie danego składnika do dwóch rozpuszczalników: tego z rozdzielanej mieszaniny oraz tego dodanego, który nie miesza się z naszą mieszaniną - tworzy z nią dwie fazy. Cząsteczki składnika mające zostać wyekstrahowane dyfundują do rozpuszczalnika w którym lepiej się rozpuszczają.

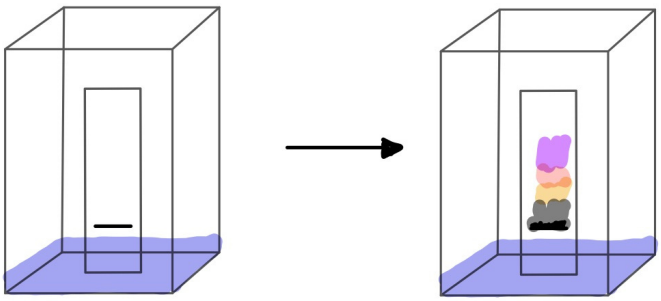




Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

CHROMATOGRAFIA BIBUŁOWA I KOLUMNOWA

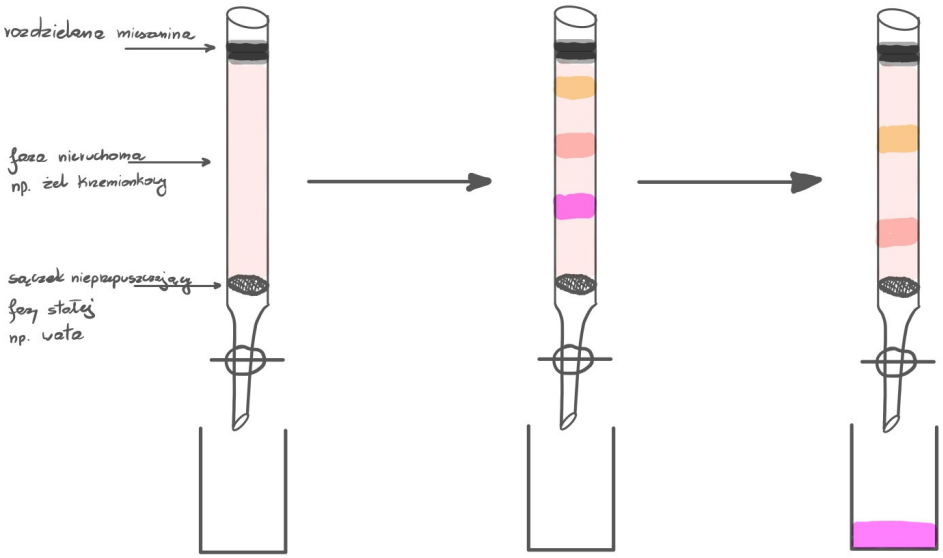
Służy do rozdziału substancji stałych rozpuszczonych w tym samym rozpuszczalniku nazywanym eluentem. Technika wykorzystuje różnice w czasie przepływu substancji rozpuszczonych w eluencie przez fazę nieruchomą.



chromatografia bibułowa

Na pasek bibuły nanosimy pasek atramentu i zanurzamy pasek w eluencie tak aby nie zanurzyć paska z atramentem. Następnie poruszający się ku górze bibuły eluent porywa ze sobą stałe cząsteczki - pigmenty z tuszu. Pigmenty poruszają się z różną szybkością - w zależności od wielkości i budowy cząsteczek.

Chromatografia bibułowa służy głównie do oceny prędkości poruszania się składników mieszaniny. Dzięki tym danym możemy określić w jakiej kolejności związki opuszczą kolumnę chromatograficzną podczas rozdziału mieszaniny:



chromatografia kolumnowa

stałe składniki poruszają się w dół kolumny z różną prędkością dzięki czemu możemy zbierać je oddzielnie zmieszane z eluentem. Następnie wystarczy odparować eluent i mamy rozdzielone składniki.

ELEKTROFOREZA

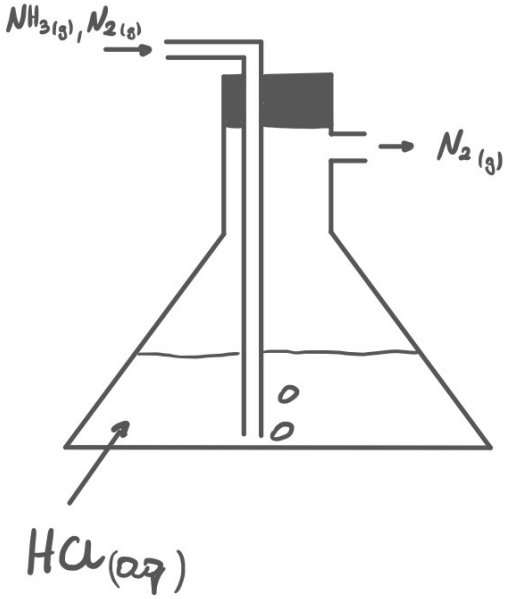
polega na ruchu cząstek fazy rozproszonej w nieruchomej fazie rozpraszającej pod wpływem pola elektrycznego



Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

Rozdział mieszanin na drodze reakcji

Wykorzystując płuczkę

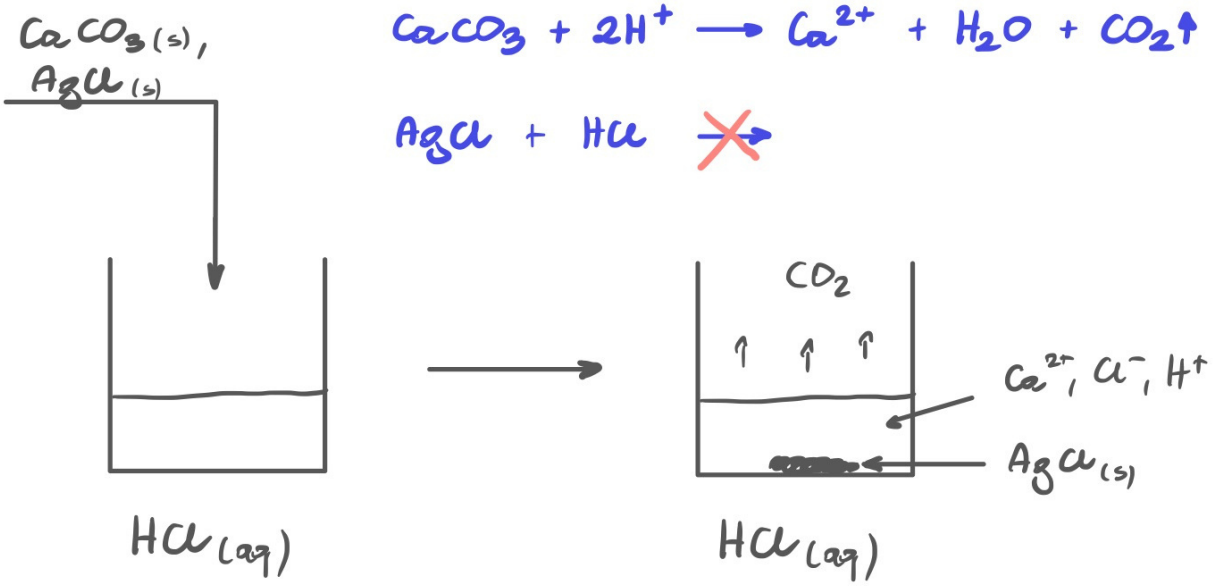


Przepuszczając przez roztwór kwasu solnego mieszaninę gazowych NH_3 i H_2 dochodzi do reakcji chemicznej:

$$NH_3 + H^+ \longrightarrow NH_4^+$$

W efekcie amoniak zostaje pochłonięty przez roztwór $HCl_{(aq)}$. Układ opuszcza H_2, który nie wchodzi w reakcję chemiczną z kwasem solnym.

Wykorzystując selektywną reakcję



$$CaCO_3 + 2H^+ \longrightarrow Ca^{2+} + H_2O + CO_2\uparrow$$

$$AgCl + HCl \not\longrightarrow$$

Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

1.1 Zadanie

Przyporządkuj rozpuszczalnik: wodę, czterochlorek węgla do substancji rozpuszczanych aby uzyskać roztwór o określonym stężeniu.

A. Br_2

B. toluen

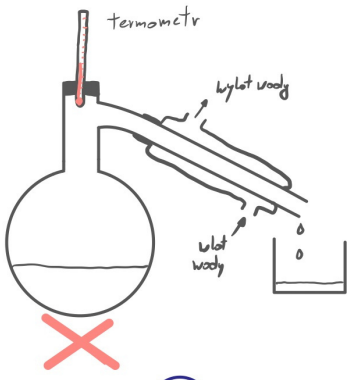
C. $CaCl_2$

D. $(COOH)_2$

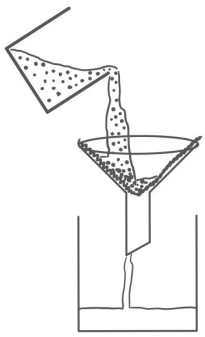
Wyjaśnij czym kierujesz się podczas doboru rozpuszczalnika do substancji rozpuszczanej.

1.2 Zadanie

Dopasuj zestaw laboratoryjne do 4 mieszanin, które za ich pomocą rozdzielisz:



A



B



C

a) heptan : oktan

b) woda z etanolem

c) woda z kredą ($CaCO_3$)

d) woda z toluenem

e) woda z srebrem koloidalnym

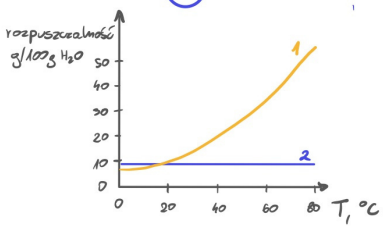


Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

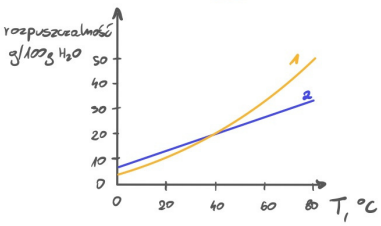
1.3 Zadanie

Który wykres przedstawia substancje znajdujące się w mieszaninie, którą uda się rozdzielić skutecznie za pomocą krystalizacji z roztworu nasyconego obiema substancjami w temperaturze 80°C? Odpowiedź uzasadnij.

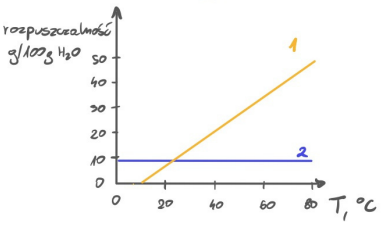
A



B



C



1.4 Zadanie

Zaproponuj metodę rozdziału mieszaniny:

a) NaCl i S

b) chlorometanu i heptanu

c) wody z pigmentem żółtym i fioletowym

d) wody z piaskiem

e) wody z olejem

f) siarki z opiłkami żelaza



Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

1.5

Zadanie

W celu oczyszczenia mieszaniny etanu, amoniaku i siarkowodoru przepuszczono tą mieszaninę przez zestaw dwóch płuczek połączonych ze sobą. Każda z płuczek oczyściła mieszaninę z jednego gazu. Wiedząc, że układ opuścił etan zaproponuj roztwory, które należy umieścić w płuczkach. Zapisz równania zachodzących reakcji.

1.6

Zadanie 55. (0–1)

Poniżej przedstawiono opis jednej z najnowocześniejszych, a jednocześnie powszechnie stosowanej metody pokrywania karoserii samochodowych powłokami antykorozyjnymi lub dekoracyjnymi.

Do malowania wykorzystuje się farby tworzące z wodą układy koloidalne. Malowanie zachodzi w wyniku przepływu prądu elektrycznego. W polu elektrycznym obdarzone ładunkiem elektrycznym koloidalne cząstki farby poruszają się do elektrody, którą jest karoseria samochodu. Proces nakładania powłoki prowadzi się z zastosowaniem prądu stałego o określonym napięciu.

Zaznacz nazwę zjawiska stanowiącego podstawę opisanego procesu.

A. elektroliza
B. elektroforeza
C. ekstrakcja
D. sedymentacja

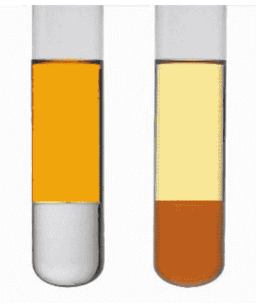


Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

1.7

Zadanie 17. (0–1)

Na zdjęciu obok pokazano dwuetapowe doświadczenie, podczas którego do probówki wprowadzono kilka cm^3 chloroformu ($CHCl_3$) oraz wodę bromową (etap 1.), a następnie ciecze wymieszano i pozostawiono na pewien czas (etap 2.).



etap 1. etap 2.

Przedstaw wniosek z pokazanego doświadczenia dotyczący porównania gęstości wody bromowej **i chloroformu. Nazwij proces, który spowodował zmianę wyglądu zawartości probówki po wymieszaniu i ponownym rozdzieleniu się cieczy.**

Gęstość chloroformu jest ..... niż gęstość wody bromowej.

Nazwa procesu: .....

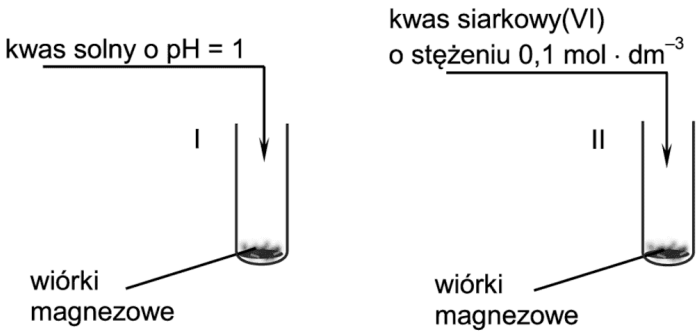
1.8

Informacja do zadań 9.–10.

W dwóch probówkach oznaczonych numerami I i II umieszczono jednakową ilość wiórków magnezowych o tym samym stopniu rozdrobnienia. Następnie do probówek wprowadzono jednakowe objętości roztworów o tej samej temperaturze:

- do probówki I – kwas solny o pH = 1
- do probówki II – wodny roztwór kwasu siarkowego(VI) o stężeniu 0,1 mol · dm^{-3}.

Przebieg doświadczenia zilustrowano poniższym rysunkiem.



Podczas opisanego doświadczenia w każdej probówce wiórki magnezowe uległy całkowitemu roztworzeniu i powstały klarowne, bezbarwne roztwory, ale w jednej z probówek reakcja przebiegła szybciej.

Zadanie 10. (0–1)

Którą czynność należy wykonać w celu wyodrębnienia z mieszaniny poreakcyjnej jonowego produktu otrzymanego w probówce I? Zaznacz właściwą odpowiedź spośród podanych.

A. sączenie **B.** dekantacja **C.** odwirowanie **D.** odparowanie pod wyciągiem



Kurs maturalny- Stechiometria
samurajchemiczny.elms.pl

Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

1.9

Informacja do zadań 17.–18.

Kolorymetria jest metodą analizy chemicznej stosowaną do oznaczania małych stężeń substancji, których roztwory są barwne, na podstawie porównania intensywności barwy roztworu badanego i roztworu wzorcowego o znanym stężeniu. Intensywność zabarwienia roztworu zależy od absorpcji promieniowania elektromagnetycznego o określonej długości fali z zakresu światła widzialnego. Miarą absorpcji jest wielkość zwana absorbancją – oznaczana literą A. Absorbancja, jaką wykazuje dany roztwór, jest wprost proporcjonalna do stężenia barwnego składnika tego roztworu.

Zadanie 18.

Kolorymetryczne oznaczenie bardzo małych ilości miedzi(II) można wykonać, jeżeli zmierzy się absorbancję roztworu kompleksu miedzi(II) z dietyloditiokarbaminianem, w skrócie oznaczanego wzorem $Cu(DDTK)_2$. Ten związek słabo rozpuszcza się w wodzie, ale dobrze – w rozpuszczalnikach organicznych. W drugiej z tych sytuacji powstaje roztwór o barwie żółtobrunatnej.

Aby wyznaczyć masę miedzi w próbce badanego wodnego roztworu zawierającego jony miedzi(II), do tego roztworu dodano roztwór dietyloditiokarbaminianu sodu NaDDTK. Następnie otrzymaną mieszaninę wytrząsano z rozpuszczalnikiem organicznym, co spowodowało, że obecny w wodzie $Cu(DDTK)_2$ przeszedł ilościowo do fazy organicznej. Wszystkie porcje roztworu $Cu(DDTK)_2$ w rozpuszczalniku organicznym połączono i uzupełniono tym rozpuszczalnikiem do objętości 25 cm^3. Metodą kolorymetryczną wyznaczono stężenie miedzi(II) w badanym roztworze, które było równe $3{,}50 \cdot 10^{-5}$ $mol \cdot dm^{-3}$.

Na podstawie: https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/analiza-kolorymetryczna;3924039.html [dostęp 06.10.2017], B. Jankiewicz, B. Ptaszyński, A. Turek, *Polish Journal of Environmental Studies*, Vol. 8, Nr 1 (1999).

Zadanie 18.2. (0–1)

Napisz nazwę metody, za pomocą której wyodrębniono kompleks miedzi(II) z roztworu wodnego.

.....

1.10

Informacja do zadań 11.–13.

Sporządzono wodne roztwory siarczanu(IV) potasu i siarczanu(VI) potasu o takim samym stężeniu molowym. Jeden z tych roztworów przelano do trzech probówek oznaczonych numerem I, a drugi – do trzech probówek oznaczonych numerem II. Zadaniem uczniów było zidentyfikowanie przygotowanych roztworów. Trzech uczniów poprawnie zaprojektowało i wykonało doświadczenie, którego opis i wyniki przedstawiono w tabeli.

	Opis doświadczenia	Obserwacje
uczeń 1.	Do probówki I i II dodałem kwas solny.	W probówce I nie zaobserwowałem zmian. W probówce II wydzielał się gaz o ostrym zapachu.
uczeń 2.	Do probówki I i II dodałem kilka kropli wodnego roztworu manganianu(VII) potasu.	W probówce I roztwór przyjął fioletowe zabarwienie. W probówce II powstał brunatny osad.
uczeń 3.	Do probówki I i II dodałem alkoholowy roztwór fenoloftaleiny.	W probówce I nie zaobserwowałem zmian. W probówce II roztwór zabarwił się na malinowo.

Zadanie 11.2. (0–1)

Uzupełnij poniższe zdanie. Wybierz i zaznacz jedno właściwe określenie spośród podanych w nawiasie.

W celu oddzielenia trudno rozpuszczalnego produktu reakcji od pozostałych składników mieszaniny, która powstała w probówce II ucznia 2., należałoby zastosować (destylację / odparowanie / sączenie).

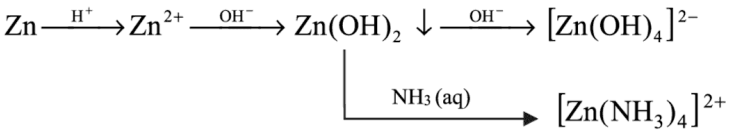


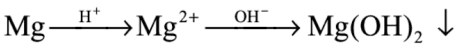
Kurs maturalny- Stechiometria
samurajchemiczny.elms.pl
Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

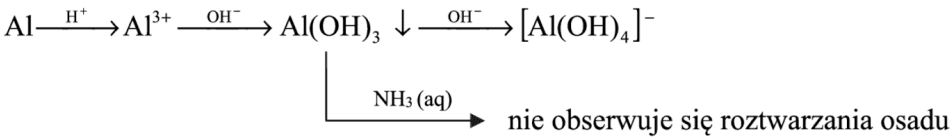
1. 11

Informacja do zadań 9.–10.

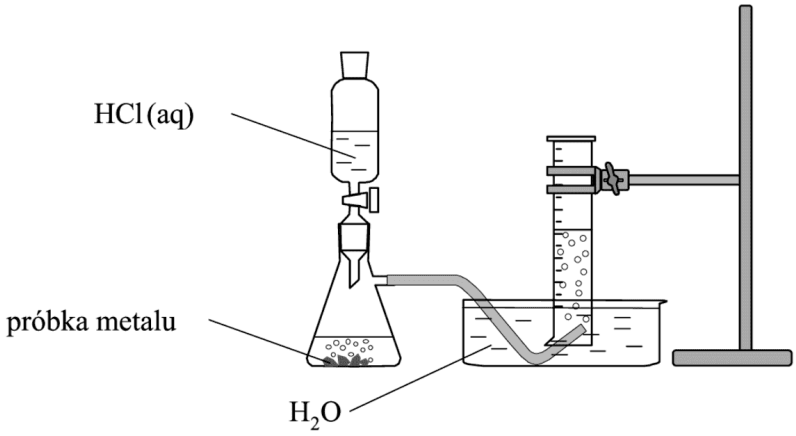
Cynk, magnez i glin w opisanych poniżej doświadczeniach ulegają przemianom zilustrowanym następującymi schematami:







W kolbach oznaczonych numerami I, II i III umieszczono w przypadkowej kolejności próbki cynku, magnezu i glinu. W każdej kolbie była próbka innego metalu. Na te metale podziałano kwasem solnym. Opisane doświadczenie zilustrowano poniższym schematem.



Zadanie 9.

Podczas opisanego doświadczenia w każdej kolbie metal uległ całkowitemu roztworzeniu i powstały klarowne, bezbarwne roztwory chlorków badanych metali. Przebiegowi wszystkich reakcji towarzyszyło wydzielanie się bezbarwnego gazu.

Zadanie 9.1. (0–1)

Spośród czynności, których nazwy podano poniżej, wybierz tę, którą należy wykonać jako pierwszą w celu wyodrębnienia z każdej mieszaniny poreakcyjnej (powstałej podczas opisanego doświadczenia) jonowego produktu reakcji. Podkreśl jej nazwę.

sączenie odwirowanie odparowanie pod wyciągiem



Kurs maturalny- Stechiometria
samurajchemiczny.elms.pl

Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

1. 12

Zadanie 7.

Przygotowano dwie identyczne próbki oznaczone numerami I i II: w każdej próbce zmieszano 2,8 g wiórków żelaznych i 2,4 g rozdrobnionej siarki.
Próbkę I wprowadzono do probówki i ogrzano w płomieniu palnika. Stwierdzono, że żelazo całkowicie przereagowało z siarką, w wyniku czego powstał produkt, w którym stosunek masowy $m_{Fe}:m_S \approx 7:4$ (reakcja 1.). Po zakończeniu reakcji zawartość probówki ostudzono, a następnie poddano działaniu kwasu solnego użytego w nadmiarze. Zaobserwowano, że mieszanina poreakcyjna częściowo roztworzyła się w kwasie, czemu towarzyszyło wydzielanie bezbarwnego gazu o nieprzyjemnym zapachu (reakcja 2.).
Próbkę II wprowadzono – bez uprzedniego ogrzewania – do zlewki z kwasem solnym. Stwierdzono, że próbka częściowo roztworzyła się w nadmiarze kwasu z wydzieleniem bezbarwnego i bezwonnego gazu (reakcja 3.).

Zadanie 7.2. (0–1)

Podaj nazwę substancji, która pozostała nieroztworzona w kwasie solnym w obu naczyniach, i podaj nazwę metody, którą należy zastosować, aby wyodrębnić tę substancję z mieszaniny poreakcyjnej otrzymanej po dodaniu nadmiaru kwasu solnego do obu próbek.

Nazwa substancji: .....

Nazwa metody: .....

1. 13

Zadanie 25. *(1 pkt)*

Stearyna jest zwyczajową nazwą tristearynianu gliceryny. W temperaturze 25 °C stearyna jest nierozpuszczalnym w wodzie ciałem stałym.
Zmieszano 10 g rozdrobnionej stearyny z 250 cm^3 zimnej wody.

Wybierz i podkreśl w każdym nawiasie poprawne uzupełnienie poniższych zdań.

1. Mieszanina rozdrobnionej stearyny i zimnej wody jest (roztworem właściwym / zawiesiną).
2. Składniki opisanej mieszaniny można rozdzielić metodą (krystalizacji / sączenia).
3. Zestaw laboratoryjny, który należy zastosować w tej metodzie, powinien zawierać (lejek z sączkiem / palnik / chłodnicę).



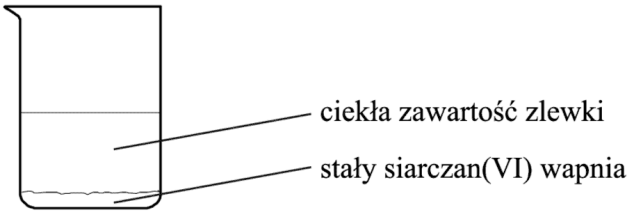
Kurs maturalny- Stechiometria
samurajchemiczny.elms.pl

Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

1. 14

Zadanie 12. *(1 pkt)*

W temperaturze 25 °C do zlewki z wodą destylowaną wsypano krystaliczny siarczan(VI) wapnia. Zawartość zlewki dokładnie wymieszano, następnie odstawiono. Stwierdzono, że na dnie zlewki pozostał nierozpuszczony siarczan(VI) wapnia – co przedstawiono na poniższym rysunku.



Wybierz i podkreśl w każdym nawiasie poprawne uzupełnienie poniższych zdań.

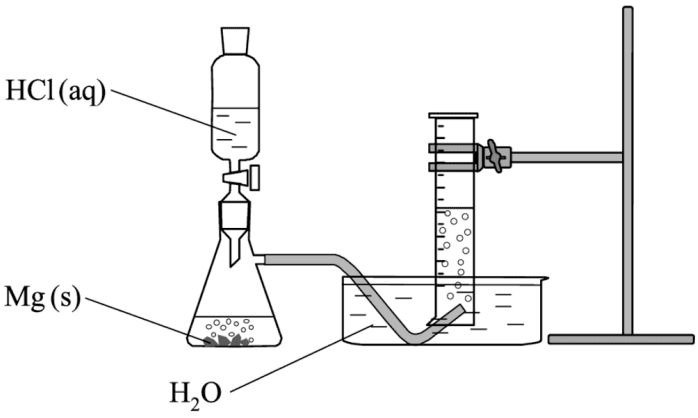
Ciekła zawartość zlewki to (woda / roztwór rzeczywisty / koloid). Aby oddzielić ciekłą zawartość zlewki od stałego siarczanu(VI) wapnia, można zastosować dekantację, w której wykorzystuje się różnicę (gęstości / wielkości cząstek) składników układu, lub filtrację – dzięki różnicy (gęstości / wielkości cząstek) składników układu.

1. 15

Informacja do zadań 7.–10.

W temperaturze 20 °C i pod ciśnieniem 1005 hPa wykonano eksperyment, którego przebieg przedstawiono na rysunku. W kolbie zaszła reakcja opisana równaniem:

$$Mg + 2HCl \rightarrow MgCl_2 + H_2$$



Zadanie 8. *(1 pkt)*

Opisz sposób wyodrębnienia z mieszaniny poreakcyjnej jonowego produktu tej reakcji. Załóż, że magnez przereagował całkowicie.

.....

.....

.....

Kurs maturalny- Stechiometria
samurajchemiczny.elms.pl

Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

1. 16

Zadanie 16.

W wyniku niektórych reakcji chemicznych powstają mieszaniny niejednorodne.

Zaprojektuj doświadczenie prowadzące do powstania niejednorodnej mieszaniny, w której skład wchodzi wodny roztwór kwasu siarkowego(VI).

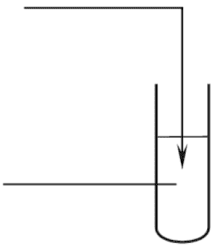
Zadanie 16.1. (0–1)

Uzupełnij schemat doświadczenia. Wybierz i zaznacz po jednym wzorze odczynnika w zestawach I i II.

Schemat doświadczenia:

Zestaw odczynników I: $S\,(s)$ / $HCl\,(g)$ / $H_2S\,(g)$

Zestaw odczynników II: $K_2SO_4\,(aq)$ / $CuSO_4\,(aq)$ / $H_2O\,(c)$



Zadanie 16.2. (0–1)

Opisz obserwowane zmiany zawartości probówki podczas przeprowadzonego doświadczenia przy założeniu, że reagentów użyto w ilościach stechiometrycznych (należy opisać wygląd zawartości probówki przed dodaniem odczynnika z zestawu I oraz po zajściu reakcji chemicznej).

Przed dodaniem odczynnika: .....

Po zajściu reakcji: .....

Zadanie 16.3. (0–1)

Napisz w formie jonowej skróconej równanie reakcji zachodzącej podczas przeprowadzonego doświadczenia przy założeniu, że reagentów użyto w ilościach stechiometrycznych.

.....

Zadanie 16.4. (0–1)

Podaj nazwę metody, którą należy zastosować w celu wyodrębnienia wodnego roztworu kwasu siarkowego(VI) z mieszaniny poreakcyjnej.

.....



Kurs maturalny- Stechiometria
samurajchemiczny.elms.pl

Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

1. 17

Zadanie 16. *(2 pkt)*

Do wody destylowanej wprowadzono chlorek baru i chlorek miedzi(II), otrzymując roztwór.

a) Korzystając z tablicy rozpuszczalności, wybierz spośród wymienionych poniżej odczynnik, którego dodanie do otrzymanego roztworu spowoduje usunięcie jonów miedzi(II) przez wytrącenie trudno rozpuszczalnego związku, a nie spowoduje usunięcia jonów baru. Uzasadnij odpowiedź, pisząc w formie jonowej skróconej równanie reakcji, która zajdzie po dodaniu do roztworu wybranego odczynnika.

Wybrany odczynnik (podkreśl): $Na_2SO_{4\,(aq)}$ $NaNO_{3\,(aq)}$ $(NH_4)_3PO_{4\,(aq)}$ $(NH_4)_2S_{(aq)}$

Równanie reakcji: .....

b) Podaj nazwę metody, którą należy zastosować, aby otrzymany osad oddzielić od roztworu.

.....

1. 18

🕮 Informacja do zadania 9 i 10

W poniższej tabeli podane są dane fizykochemiczne dotyczące niektórych właściwości tlenu i azotu (pod ciśnieniem 1013 hPa).

	Temperatura topnienia, °C	Temperatura wrzenia, °C	Rozpuszczalność w wodzie*, cm^3/1 cm^3 wody
Tlen	–218	–183	0,031
Azot	–210	–196	0,015

* w temperaturze 20 °C

Na podstawie: *Z. Dobkowska, Szkolny poradnik chemiczny, Warszawa 1990*

Zadanie 9. *(1 pkt)*

W przemyśle tlen otrzymuje się przez destylację skroplonego powietrza.

Korzystając z danych zawartych w informacji wprowadzającej, napisz, która substancja (tlen czy azot) pierwsza odparowuje podczas otrzymywania tlenu opisaną metodą, i uzasadnij swoją odpowiedź.

Pierwszy odparowuje .....

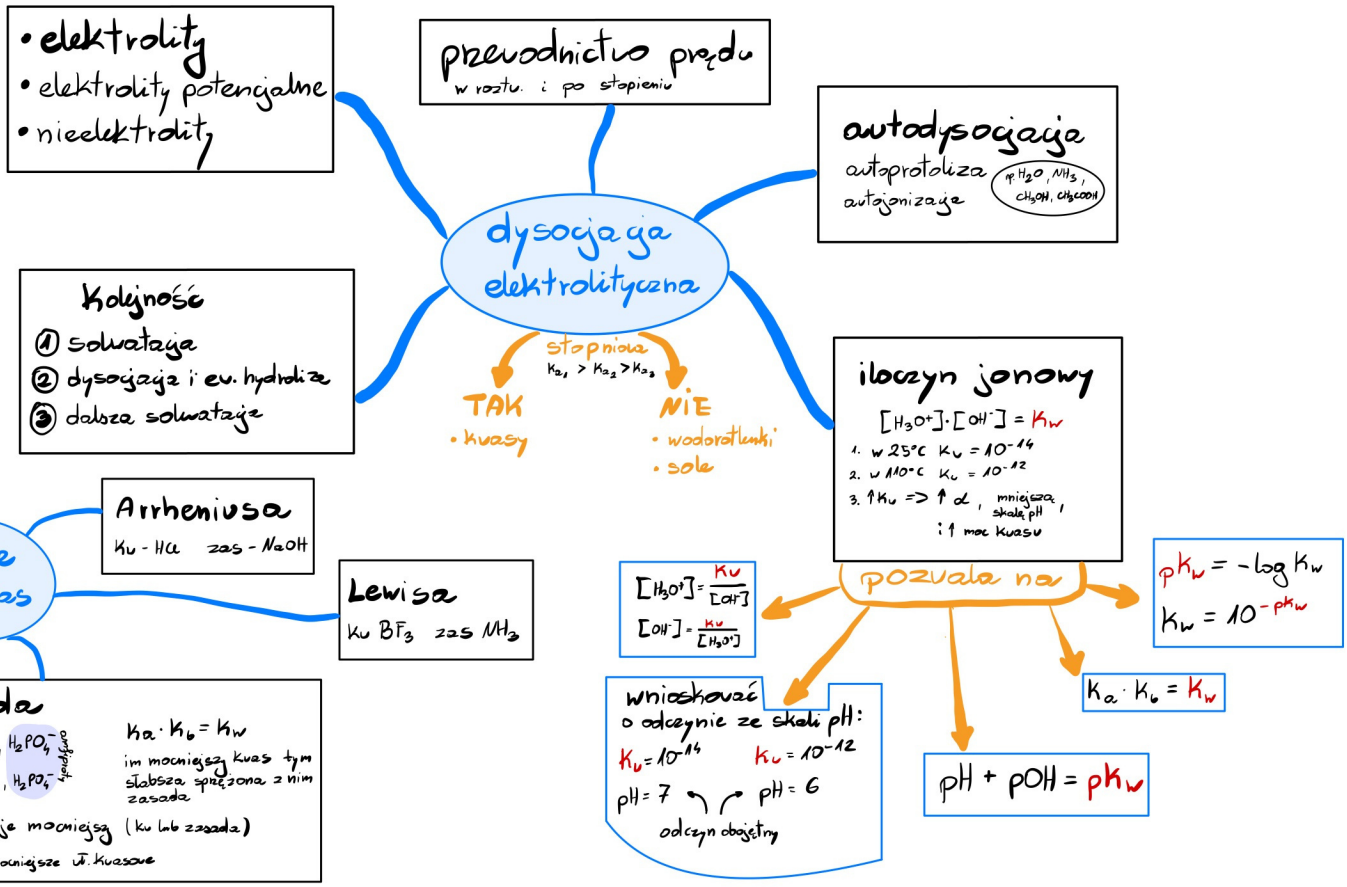
Uzasadnienie: .....

.....



Kurs maturalny- Stechiometria
samurajchemiczny.elms.pl

Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com



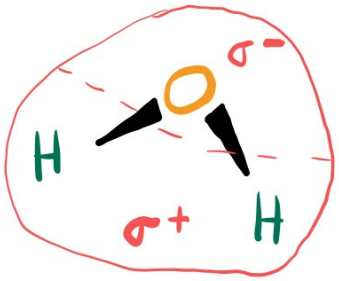


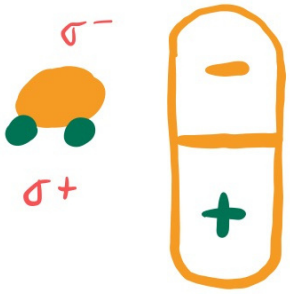
Kurs maturalny- Stechiometria
samurajchemiczny.elms.pl

Dysocjacja elektrolityczna

czyli rozpad na jony pod wpływem wody.

Woda jest dipolem - posiada bieguny: dodatni i ujemny.

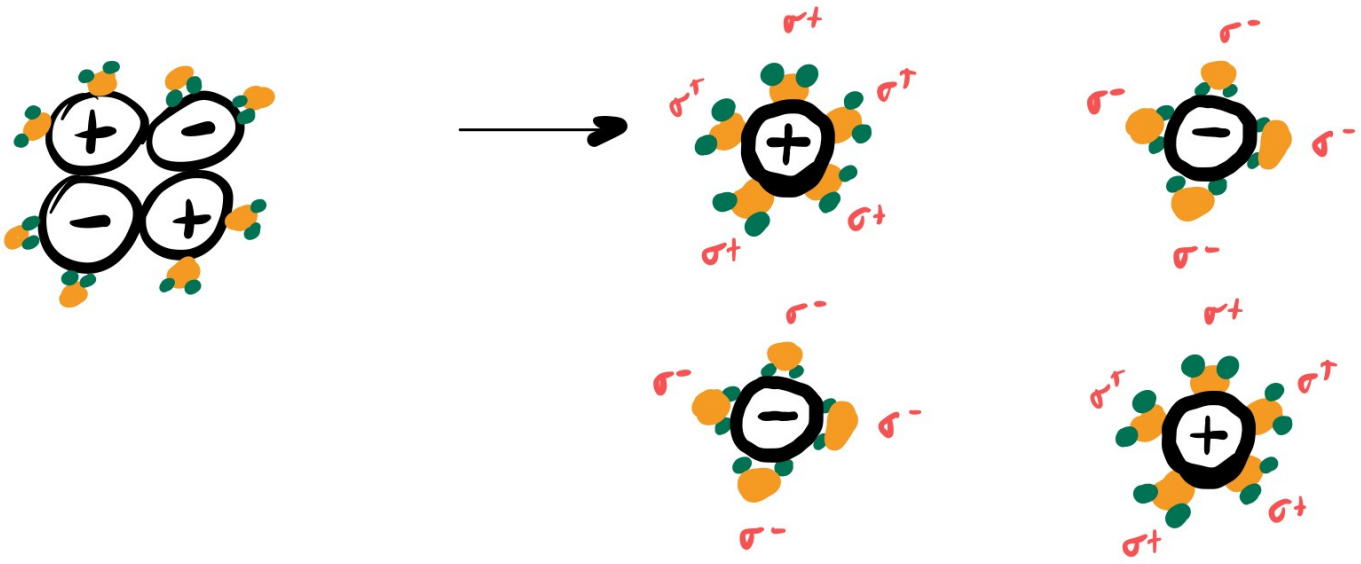




Polaryzacja wiązania H-O powoduje, że para e⁻ leży bliżej tlenu, co powoduje, że na tlenie gromadzi się częściowo ujemny ładunek a na atomach wodoru częściowo dodatni ładunek.

Tymi biegunami otoczą przeciwne bieguny cząsteczek o budowie kowalencyjnej spolaryzowanej lub przeciwne ładunki w substancjach o budowie jonowej. Proces otaczania nosi nazwę solwatacji

np. $NaCl \xrightarrow{H_2O} Na^+ + Cl^-$



Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

Związek chemiczny o budowie jonowej, który rozpada się na jony nazywamy **elektrolitem.** Natomiast związki chemiczne, które nie ulegają dysocjacji to **nieelektrolity.**

O czym należy pamiętać:

- dysocjacja elektrolityczna związków chemicznych jest procesem fizycznym;
- nie zachodzi pod wpływem prądu. Jest konieczna by roztwór przewodził prąd elektryczny.

  "im więcej powstaje jonów w wyniku dysocjacji tym lepiej przewodzi prąd dany roztwór (dotyczy roztworów rozcieńczonych)"

- elektrolity przewodzą prąd w roztworach wodnych i po stopieniu;



Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

Elektrolity potencjalne

tym mianem określamy substancje o budowie cząsteczkowej z silnie spolaryzowanymi wiązaniami np HCl, H_2SO_4

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

$\delta^+ H \blacktriangleleft Cl^{\delta-}$

, powstający kation wodoru ulega natychmiast hydratacji do kationu hydroniowego (oksoniowego) o wzorze H_3O^+.

Dysocjacja stopniowa

czyli dysocjacja zachodząca w etapach, czemu towarzyszy ustalenie się stanu równowagi ($\rightleftharpoons$).

Dysocjacji stopniowej ulegają

TAK

- kwasy wieloprotonowe
- poli fenole
- kwasy o kilku grupach karboksylowych
- aminy o kilku grupach aminowych

NIE

- wodorotlenki i sole o budowie jonowej

$Al(OH)_3 \rightarrow Al^{3+} + 3OH^-$



Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

np. H_3PO_4 (aq)

$$H_3PO_4 \rightleftharpoons H^+ + H_2PO_4^-$$
$$H_2PO_4^- \rightleftharpoons H^+ + HPO_4^{2-}$$
$$HPO_4^- \rightleftharpoons H^+ + PO_4^{3-}$$

$NaOH_{aq}$:

↓

H^+, $H_2PO_4^-$
HPO_4^{2-}, PO_4^{3-}
H_3PO_4, H_2O, OH^-

Na_3PO_4, NaH_2PO_4, Na_2HPO_4

lub zgodnie ze stanem faktycznym:

$$H_3PO_4 + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + H_2PO_4^-$$
$$H_2PO_4^- + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + HPO_4^{2-}$$
$$HPO_4^{2-} + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + PO_4^{3-}$$

Pamiętaj:

- każdy kolejny stopień dysocjacji zachodzi z mniejszą wydajnością ($K_{a1} > K_{a2} > K_{a3}$)
- w roztworze wodnym są jeszcze jony H_3O^+ i OH^- pochodzące z autodysocjacji wody
- pomijając autodysocjację wody:

$$[PO_4^{3-}] < [HPO_4^{2-}] < [H_2PO_4^-] < [H_3O^+] < [H_3PO_4]$$



Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

AUTODYSOCJACJA

inaczej autojonizacja lub autoprotoliza

Jest rodzajem dysocjacji elektrolitycznej, w którym cząsteczki związku chemicznego rozpadają się na jony pod wpływem innych cząsteczek tego samego związku. (dotyczy związków o budowie polarnej)

np.

$$NH_3 + NH_3 \rightleftharpoons NH_4^+ + NH_2^-$$

$$CH_3\overset{\delta^-}{O}H + CH_3OH \rightleftharpoons CH_3\overset{\delta^-}{O}H_2^+ + CH_3O^-$$

$$CH_3COOH + CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COOH_2^+ + CH_3COO^-$$

iloczyn stężenia powstających jonów jest stały w danej temp. i nosi nazwę iloczynu jonowego.



Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

2.0 Zadanie

Dysocjacja mocnych kwasów, rozpuszczalnych wodorotlenków i soli zachodzi całkowicie dlatego zapisujemy strzałkę w jedną stronę ($\longrightarrow$). Dysocjacja słabych kwasów trudnorozpuszczalnych wodorotlenków i soli zachodzi w małym stopniu, dlatego zapisujemy strzałki w dwie strony. Dysocjacja kwasowa i zasadowa reszt kwasowych słabych kwasów i kationów od słabych zasad również zachodzi w małym stopniu, dlatego zapisujemy $\rightleftharpoons$.

Korzystając z powyższych informacji zapisz równania dla:

a) H_2S

b) H_2CO_3

c) $Ca(OH)_2$

d) Na_2S

e) H_2SO_4

f) SO_4^{2-}

g) SO_3^{2-}

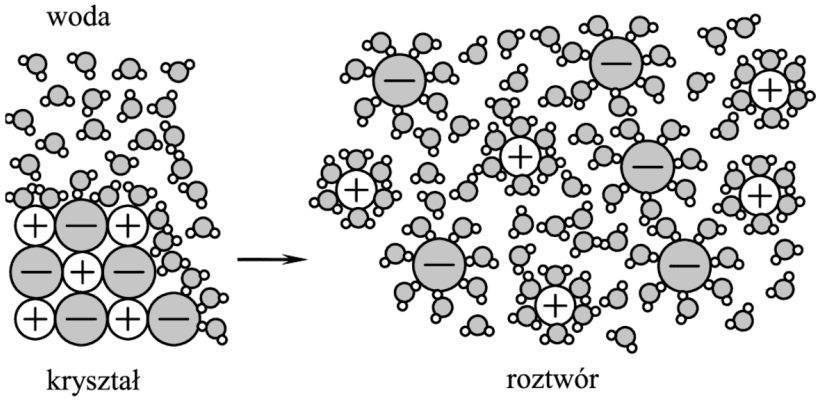


Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

2.1

Zadanie 5. ***(1 pkt)***

Na rysunku przedstawiono schemat ilustrujący proces rozpuszczania w wodzie pewnej substancji.



Spośród związków, których wzory wymieniono poniżej, wybierz ten, którego rozpuszczanie w wodzie można przedstawić za pomocą tego schematu.

CBr_4 HCl KCl

Wybrany związek: .....

2.2

Zadanie 17. ***(2 pkt)***

Określ łączną liczbę moli jonów powstających w wyniku całkowitej dysocjacji jonowej <u>0,1 mola</u> każdego elektrolitu, którego wzór wymieniono poniżej.

$NaNO_3$	K_2CO_3	$CaCl_2$	$AlBr_3$

2.3

Zadanie 12. ***(1 pkt)***

Z poniższych zbiorów podkreśl ten, który zawiera <u>wyłącznie</u> wzory mocnych elektrolitów.

A. H_2O, KCl, NaOH
B. Na_2SO_4, KOH, H_2S
C. $FeCl_3$, $Ca(NO_3)_2$, CH_3COOH
D. NaCl, $Fe_2(SO_4)_3$, HNO_3



Kurs maturalny- Stechiometria
samurajchemiczny.elms.pl

Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

2.4

Zadanie 14. *(1 pkt)*

Spośród związków chemicznych, których wzory przedstawiono poniżej, wybierz te, które dysocjują na jony pod wpływem wody. Podkreśl wzory wybranych związków.

KOH Al_2O_3 K_2SO_4 CH_3CH_2OH HNO_3

Zadanie 9. *(1 pkt)*

Spośród związków o wzorach przedstawionych poniżej wybierz wszystkie te, które w wodnych roztworach nie ulegają dysocjacji elektrolitycznej. Podkreśl wzory wybranych związków.

$HCOONa$ HNO_3 C_2H_5OH KOH $C_6H_{12}O_6$ (fruktoza)

Zadanie 16. *(2 pkt)*

Określ, jakimi elektrolitami (mocnymi czy słabymi) są związki, których nazwy wymieniono w tabeli. Wpisz znak *x* w odpowiednie rubryki.

Elektrolit	mocny	słaby
siarczan(VI) sodu		
kwas etanowy (octowy)		
etanian (octan) sodu		
kwas siarkowodorowy		

2.5

Zadanie 7.

W dwóch zlewkach, w których znajdowała się taka sama ilość wody, rozpuszczono: w zlewce pierwszej – amoniak, a w zlewce drugiej – chlorowodór. Użyto takich samych objętości obu gazów, odmierzonych w tych samych warunkach ciśnienia i temperatury.

Zadanie 7.1. *(1 pkt)*

Oceń, w której zlewce znajdowała się większa liczba jonów. Odpowiedz uzasadnij.

Większa liczba jonów znajdowała się w zlewce, w której rozpuszczono ……

Uzasadnienie: ……...

……...



Kurs maturalny- Stechiometria
samurajchemiczny.elms.pl

2.6

Zadanie 89.

Glin tworzy związki nazywane ałunami glinowymi. Są to podwójne siarczany dwóch metali, spośród których jeden występuje w ałunie na I stopniu utlenienia, a drugi na III stopniu utlenienia. Ogólny wzór ałunu jest następujący: $\overset{I}{M}_2SO_4 \cdot \overset{III}{M}_2(SO_4)_3 \cdot 24H_2O$. Skład ałunu można również przedstawić w postaci wzoru uproszczonego: $\overset{I}{M}\overset{III}{M}(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$. Metalami przyjmującymi w ałunach stopień utlenienia równy I mogą być np. potas lub sód, a metalami przyjmującymi stopień utlenienia równy III – glin, żelazo lub chrom.

Na podstawie: A. Bielański, *Podstawy chemii nieorganicznej*, Warszawa 2012, s. 818.

Najbardziej znanym przedstawicielem ałunów jest ałun glinowo-potasowy.

b) Napisz wzory jonów powstałych w procesie dysocjacji ałunu glinowo-potasowego.

2.7

Zadanie 10. ***(2 pkt)***

Roztwory ciał stałych mają zwykle wyższą temperaturę wrzenia i niższą temperaturę krzepnięcia niż czysty rozpuszczalnik. Podwyższenie temperatury wrzenia lub obniżenie temperatury krzepnięcia jest tym większe, im większa jest liczba moli drobin (cząsteczek lub jonów) substancji rozpuszczonej w danej ilości rozpuszczalnika.
Sporządzono roztwory wodne chlorku sodu, sacharozy, chlorku glinu i siarczanu(VI) sodu, w każdym przypadku rozpuszczając w tej samej ilości wody 1 mol substancji.

Przeanalizuj powyższą informację i podaj nazwę (lub wzór) substancji, której roztwór będzie miał najwyższą temperaturę wrzenia, oraz nazwę (lub wzór) substancji, której roztwór będzie miał najwyższą temperaturę krzepnięcia.

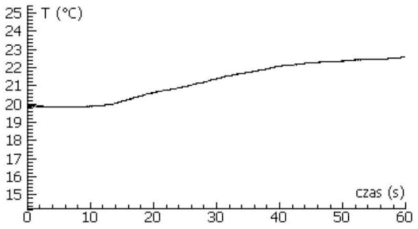
Substancja, której roztwór ma najwyższą temperaturę wrzenia to .....

Substancja, której roztwór ma najwyższą temperaturę krzepnięcia to .....

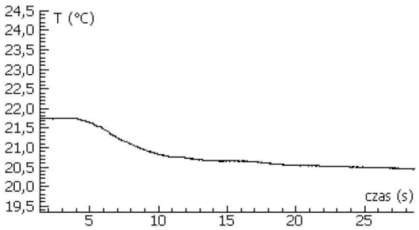
2.8

🕮 Informacja do zadań 10. – 12.

Przeprowadzono doświadczenie, w którym rejestrowano wartości temperatury podczas rozpuszczania wodorotlenku sodu a następnie azotanu(V) amonu w wodzie. Rezultaty wykonanych pomiarów przedstawiają poniższe wykresy.



Wykres 1. Wskazania termometru w czasie rozpuszczania wodorotlenku sodu w wodzie.



Wykres 2. Wskazania termometru w czasie rozpuszczania azotanu(V) amonu w wodzie.

Zadanie 12. ***(2 pkt)***

Napisz równanie dysocjacji jonowej zachodzącej podczas rozpuszczania w wodzie

a) wodorotlenku sodu.

.....

b) azotanu(V) amonu.

.....



Kurs maturalny- Stechiometria
samurajchemiczny.elms.pl

Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

2.9

Informacja do zadań 14.–15.

W czystej wodzie ustala się stan równowagi reakcji autoprotolizy, która zachodzi zgodnie z równaniem:

$$2H_2O \rightleftarrows H_3O^+ + OH^-$$

Tę reakcję opisuje stała równowagi nazywana iloczynem jonowym wody. Wyraża się ona równaniem:

$$K_w = [H_3O^+] \cdot [OH^-]$$

Zadanie 15.

Zdolność autoprotolizy charakteryzuje nie tylko wodę, lecz także inne rozpuszczalniki, np.: ciekły amoniak (skroplony pod zwiększonym ciśnieniem), metanol i kwas mrówkowy.

Zadanie 15.1. (0–1)

Napisz trzy równania reakcji autoprotolizy: ciekłego amoniaku, metanolu i kwasu mrówkowego. Zastosuj wzory półstrukturalne (grupowe) organicznych produktów reakcji.

$2NH_3 \rightleftarrows$ .....

$2CH_3OH \rightleftarrows$ .....

$2HCOOH \rightleftarrows$ .....



Kurs maturalny- Stechiometria
samurajchemiczny.elms.pl

Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

Iloczyn jonowy zależy od temperatury:

$H_2O + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + OH^-$

iloczyn jonowy wody

w temp. 25°C $\quad 10^{-7}\ \frac{mol}{dm^3} \quad 10^{-7}\ \frac{mol}{dm^3}$

K_w w temp 25°C

$$[H_3O^+] \cdot [OH^-] = 10^{-14}$$

$H_2O + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + OH^-$

iloczyn jonowy wody

w temp. >110°C $\quad 10^{-6}\ \frac{mol}{dm^3} \quad 10^{-6}\ \frac{mol}{dm^3}$

i ↓ ciśnieniu

K_w w temp >110°C

$$[H_3O^+] \cdot [OH^-] = 10^{-12}$$

$$\alpha = \frac{\Delta n}{n_p}$$

wraz ze wzrostem temperatury rośnie wartość K_w.

Im większa wartość iloczynu jonowego wody (K_w):

- tym większy stopień dysocjacji wody
- tym większa zdolność do odszczepiania protonu (tym mocniejszy kwas)
- tym mniejsza skala pH



Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

Dzięki znajomości iloczynu jonowego możemy:

1. obliczać stężenia jonów H_3O^+ i OH^-

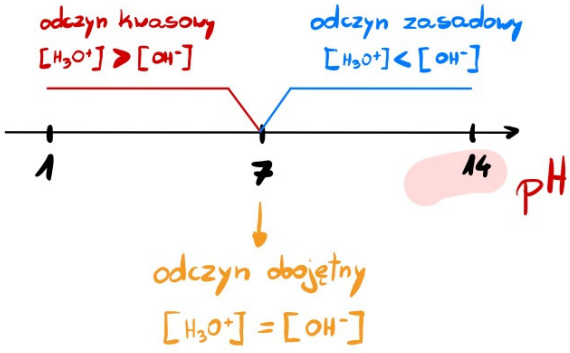
w temp. 25°C: $[H_3O^+] \cdot [OH^-] = 10^{-14}$ więc:

$$[H_3O^+] = \frac{10^{-14}}{[OH^-]} \quad \text{lub} \quad [OH^-] = \frac{10^{-14}}{[H_3O^+]}$$

2. oceniać odczyn wodnego roztworu po wartości pH

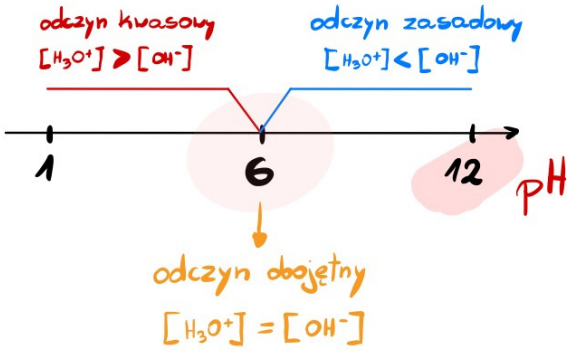
w 25°C

$[H_3O^+] \cdot [OH^-] = 10^{-14}$



w > 110°C (i ↓ ciśn.)

$[H_3O^+] \cdot [OH^-] = 10^{-12}$



Uniwersalnym wyznacznikiem odczynu wodnego roztworu jest stosunek stężenia jonów H_3O^+ i OH^-.
Wartość pH zależy od K_w a on zależy od temperatury więc np. pH=7 nie zawsze oznacza odczyn obojętny → właściwie tylko w temp 25°C pH=7 oznacza roztwór o odczynie kwasowym.



Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

3. przeliczać pH na pOH i odwrotnie:

w 25°C $[H^+] = 10^{-7} \frac{mol}{dm^3}$ $[OH^-] = 10^{-7} \frac{mol}{dm^3}$

więc: $pH = 7$ $pOH = 7$

$pH + pOH = 14$ $(pK_w) = -\lg K_w$

$pH = 14 - pOH$ $pOH = 14 - pH$

$pH = -\log [H^+]$ $pOH = -\log [OH^-]$

4. przeliczać K_a na K_b i odwrotnie

iloczyn jonowy jest równy iloczynowi K_a i K_b dla sprzężonej pary kwas - zasada według teorii Bronsteda:

np. zas ku

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

$NH_4^+ + H_2O \rightleftarrows NH_3 + H_3O^+$

$K_a \cdot K_b = K_w$

w 25°C $K_a \cdot K_b = 10^{-14}$

$K_a = \frac{10^{-14}}{K_b}$ $K_b = \frac{10^{-14}}{K_a}$



Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$ $\quad K_b = \frac{[OH^-]\cdot[NH_4^+]}{[NH_3]}$

$NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_3 + H_3O^+$ $\quad K_a = \frac{[NH_3]\cdot[H^+]}{[NH_4^+]}$

Wyprowadzenie $K_a \cdot K_b = 10^{-14}$ w 25°C

$[H^+] =$ $\qquad [OH^-] =$

$$\frac{K_a \cdot [NH_4^+]}{[NH_3]} \cdot \frac{K_b \cdot [NH_3]}{[NH_4^+]} = 10^{-14}$$

$$K_a \cdot K_b = 10^{-14}$$



Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

5. Porównywać zdolność do dysocjacji różnych rozpuszczalników w danej temp

Iloczyn jonowy pomaga nam również w porównywaniu zdolności rozpuszczalnika do dysocjacji im większy iloczyn jonowy, tym większa zdolność rozpuszczalnika do dysocjacji (w efekcie w takim rozpuszczalniku będzie więcej jonów)

$$pK_w = -\log K_w$$

$$K_w = 10^{-pK_w}$$

wzory do zapamiętania

$$[H^+][OH^-] = 10^{-14}$$



Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

3.1

Informacja do zadań 16.–17.
Ciekły amoniak należy do rozpuszczalników protonowych zdolnych do przyłączania protonu. Do rozpuszczalników protonowych można stosować definicję kwasu i zasady Brønsteda. Pod względem chemicznym ciekły amoniak wykazuje wiele analogii do wody. Ulega więc autodysocjacji, którą opisuje równanie:

$$2NH_3 \rightleftarrows NH_4^+ + NH_2^-$$

Podczas autodysocjacji ciekłego amoniaku powstaje kwas słabszy od kwasu octowego i mocna zasada. Iloczyn stężeń jonów powstających w wyniku autodysocjacji ciekłego amoniaku jest w temperaturze 223 K wielkością stałą i wynosi 10^{-30}.

Na podstawie: A. Bielański, *Podstawy chemii nieorganicznej*, Warszawa 2004.

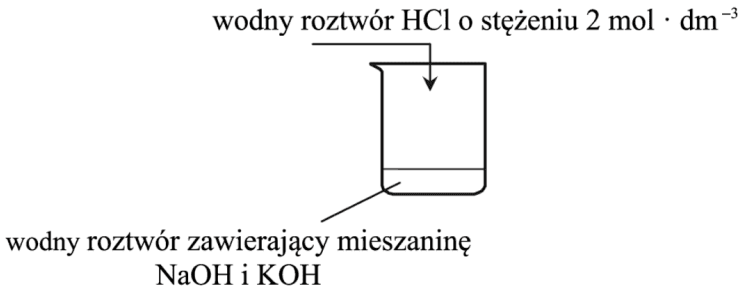
Zadanie 16. (0–2)

b) W ciekłym amoniaku rozpuszczono pewną substancję. Podaj, jakie jest stężenie molowe jonów NH_2^- w powstałym roztworze w temperaturze 223 K, jeżeli stężenie jonów NH_4^+ w tym roztworze wynosi 10^{-19} mol · dm^{-3}.

.....

3.2

Informacja do zadań 91. i 92.
Przeprowadzono doświadczenie zilustrowane schematem:



Zadanie 91.
b) Podaj, jakie jest stężenie molowe jonów H^+ i jonów OH^- po zakończeniu doświadczenia, jeżeli w reakcji wzięły udział stechiometryczne ilości reagentów.



Kurs maturalny- Stechiometria
samurajchemiczny.elms.pl
Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

3.3

Informacja do zadań 17.–18.

Rozpuszczalnikami amfiprotycznymi nazywa się rozpuszczalniki, których cząsteczki mogą zarówno odszczepiać, jak i przyłączać proton. Do rozpuszczalników amfiprotycznych należą m.in. woda, ciekłe alkohole oraz kwasy karboksylowe, ciekły amoniak i aminy.

W rozpuszczalnikach amfiprotycznych ustala się stan równowagi reakcji autoprotolizy, która dla wody zachodzi zgodnie z równaniem:

$$2H_2O \rightleftarrows H_3O^+ + OH^-$$

Reakcję autoprotolizy rozpuszczalnika opisuje stała równowagi nazywana iloczynem jonowym rozpuszczalnika, np. iloczyn jonowy wody wyraża się równaniem:

$$K_w = [H_3O^+] \cdot [OH^-]$$

Zadanie 18. (0–1)

Poniżej zestawiono wartości iloczynu jonowego trzech rozpuszczalników w temperaturze 25 °C.

Rozpuszczalnik	Iloczyn jonowy rozpuszczalnika
kwas mrówkowy	$0,6 \cdot 10^{-6}$
metanol	$0,2 \cdot 10^{-16}$
woda	$1,0 \cdot 10^{-14}$

Na podstawie: J.J. Fiałkow, A.N. Żytomirski, J.A. Tarasenko, *Chemia fizyczna roztworów niewodnych*, Warszawa 1983.

Uszereguj wymienione rozpuszczalniki według wzrastającego stopnia ich autoprotolizy w temperaturze 25 °C. Napisz nazwy tych rozpuszczalników.

.....



Kurs maturalny- Stechiometria
samurajchemiczny.elms.pl

Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

3.4

Zadanie 30. (0–4)

Woda ciężka (tlenek deuteru, D_2O), której cząsteczki zawierają deuter – izotop wodoru ^2H, podobnie jak zwykła woda, ulega odwracalnemu procesowi autodysocjacji opisanemu równaniem:

$$2D_2O \rightleftarrows D_3O^+ + OD^-.$$

Proces autodysocjacji można opisać stałą dysocjacji K_{D_2O} zależną od temperatury. Wygodnym sposobem posługiwania się stałą dysocjacji jest wyrażenie jej wartości w formie zlogarytmowanej: $pK_{D_2O} = -\log K_{D_2O}$.

Zestawienie wartości pK_{D_2O} w różnych temperaturach podano w tabeli.

Temperatura, °C	10	20	30	40	50
pK_{D_2O}	15,44	15,05	14,70	14,39	14,10

Na podstawie: D.R. Lide, *CRC Handbook of Chemistry and Physics*, CRC Press 1990
oraz A.K. Covington, R.A. Robinson, R.G. Bates, *The Ionization Constant of Deuterium Oxide from 5 to 50°*,
„The Journal of Physical Chemistry", 1966, 70 (12), s. 3820–3824

Wartość pK_{H_2O} (pK_w) dla procesu autodysocjacji wody zwykłej w temperaturze 25 °C wynosi 14,00.

Narysuj wykres zależności pK_{D_2O} od temperatury i oblicz stężenie molowe jonów OD^- w ciężkiej wodzie w temperaturze 25 °C. Rozstrzygnij, który proces dysocjacji – D_2O czy H_2O – zachodzi w większym stopniu w temperaturze 25 °C.

Wykres:

Obliczenia:



Kurs maturalny- Stechiometria
samurajchemiczny.elms.pl

Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

Teorie kwasowo-zasadowe

Teoria Arrheniusa:

Kwasy - to związki dysocjujące w roztworze wodnym na dodatnio naładowane kationy wodoru: H^+ i ujemnie naładowane reszty kwasowe: R^{n-}

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

$H_2SO_3 \rightleftharpoons H^+ + HSO_3^-$ } słabe, wielioprotonowe kwasy dysocjują stopniowo

$HSO_3^- \rightleftharpoons H^+ + SO_3^{2-}$ }

UWAGA: H^+ nie istnieją w wodzie; w wodzie występują w połączeniu z H_2O jako kationy oksoniowe (dawniej: hydroniowe): H_3O^+
Dla uproszczenia możemy zapisać H^+ i mówić o kationach wodoru w roztworze.

Zasady - to związki dysocjujące po stopieniu i w roztworach wodnych na dodatnie kationy metali i ujemne jony wodorotlenkowe:

np. $NaOH \longrightarrow Na^+ + OH^-$

$Ca(OH)_2 \longrightarrow Ca^{2+} + 2OH^-$ ← wodorotlenki nie dysocjują stopniowo.

Według Arrheniusa **kwasy** reagują z **zasadami** tworząc:

Sole - związki dysocjujące w stanie stopionym i w roztworach wodnych na dodatnio naładowane jony metali i ujemnie naładowane reszty kwasowe

np. $NaCl \longrightarrow Na^+ + Cl^-$

$Al_2(SO_4)_3 \longrightarrow 2Al^{3+} + 3SO_4^{2-}$ ← sole nie dysocjują stopniowo.

NH_3 - nie jest zasadą Arrheniusza, zapis $NH_3 \cdot H_2O \rightleftharpoons \cancel{NH_4^+ + OH^-}$ jest błędny

H_3O^+ - nie jest kwasem Arrheniusa, w wodzie nie zachodzi: $H_3O^+ \rightleftharpoons \cancel{H_2O + H^+}$



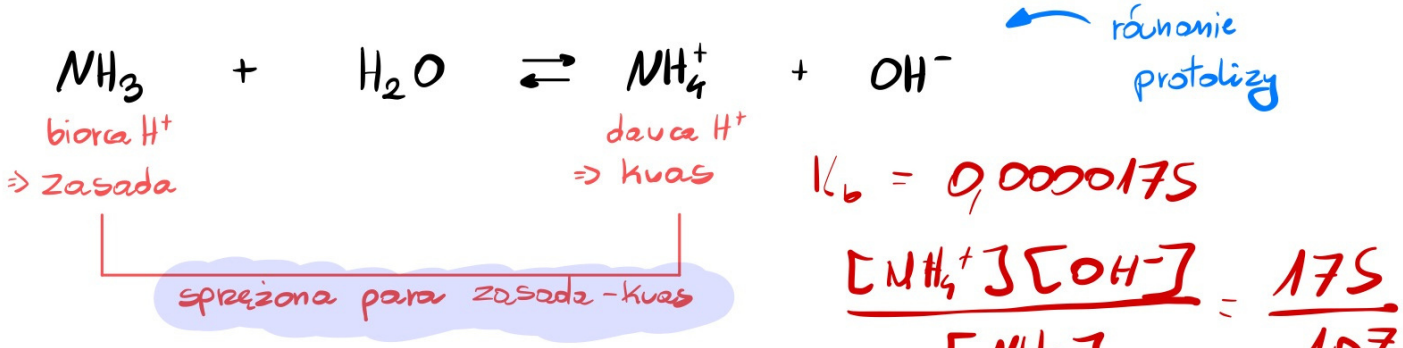
Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

Teoria Brønsteda

odnosi się do procesów przenoszenia protonów:

Kwasy Brønsteda to donory protonów (H^+), czyli cząsteczki i jony oddające protony. Każdy donor protonów oddając proton staje się akceptatorem protonów.

Zasady Brønsteda to akceptatory protonów (H^+), czyli cząsteczki i jony przyjmujące protony. Każdy akceptator protonów przyjmując proton staje się donorem protonów



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

$$K_b = 0{,}0000175$$

$$\frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]} = \frac{175}{10^7}$$

" im mocniejsza zasada tym słabszy sprzężony z nią kwas "

ta zasada wynika z zależności pomiędzy stałymi dysocjacji sprzężonych kwasu i zasady: $K_a \cdot K_b = 10^{-14}$ w temp. 25°C.

$K_{b\,NH_3} = 1{,}78 \cdot 10^{-5}$ ← co oznacza, że NH_3 jest słabą zasadą w ogólnym spojrzeniu.

$K_{a\,NH_4^+} = \frac{10^{-14}}{1{,}78 \cdot 10^{-5}} = 5{,}6 \cdot 10^{-10}$ więc $K_{b\,NH_3} > K_{a\,NH_4^+}$ więc:

mocniejsza zasada (NH_3) reaguje z wodą tworząc słabszy kwas



Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

Kwasy Bronsteda dzielimy na:

- kationowe np. NH_4^+
- obojętne np. HCl
- anionowe np. $H_2PO_4^-$

Zasady Bronsteda dzielimy na:

- kationowe np. $N_2H_5^+$
- obojętne np. NH_3
- anionowe np. $H_2PO_4^-$

Niektóre drobiny mogą pełnić funkcję kwasu i zasady Bronsteda np. HPO_4^{2-}, $H_2PO_4^-$, HSO_4^-, HCO_3^- itd.:

np. $HS^- + H_3O^+ \rightleftharpoons H_2S + H_2O$

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

Takie drobiny nazywamy amfiprotycznymi. Inaczej możemy określić je mianem związków o charakterze amfoterycznym, ponieważ reagują zarówno z kw. i zas.

Reakcję przeniesienia protonu nazywa się reakcją protolityczną lub protolizą. Taka reakcja biegnie zawsze, kiedy mocniejszy kwas reaguje z wodą i przechodzi w słabszą zasadę - ma to znaczenie szczególnie gdy kwas mógłby zachowywać się jak zasada:



$H_3PO_4 + H_2O \rightleftharpoons H_2PO_4^- + H_3O^+$

$H_2PO_4^- + H_2O \rightleftharpoons HPO_4^{2-} + H_3O^+$ $K_a \approx 10^{-8}$

$H_2PO_4^- + H_2O \rightleftharpoons H_3PO_4 + OH^-$ $K_b = \frac{10^{-14}}{10^{-3}} = 10^{-11}$

K_a jest większe od K_b więc kwas $H_2PO_4^-$ jest mocniejszy niż zasada $H_2PO_4^-$. Z tego względu w wodzie będzie głównie mocniejszy kwas $H_2PO_4^-$ przechodził w słabszą zasadę HPO_4^{2-}.

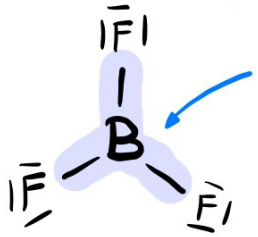


Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

Teoria Lewisa

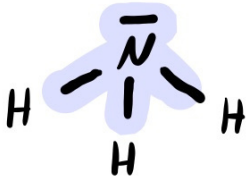
odnosi się do procesów przenoszenia elektronów.

Kwasy Lewisa to akceptatory elektronów, czyli drobiny mające silny deficyt elektronowy np. BF_3



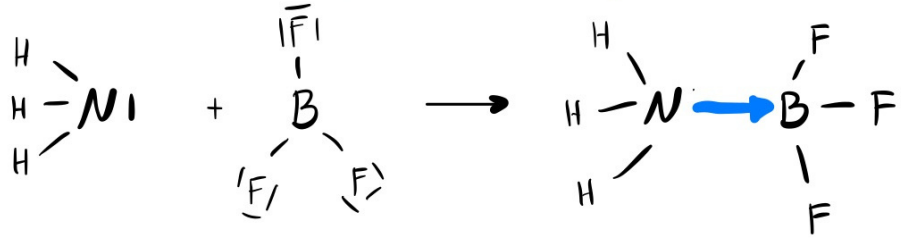
Bor posiada tutaj 6 e^-
brakuje mu 2 do oktetu-
Bor posiada deficyt e^-

Zasady Lewisa to donory elektronów, czyli drobiny mające wolną parę elektronową np. NH_3



Azot posiada tutaj 8 e^-
i ma 1 wolną parę e^-
Więc może być
donorem e^-.

Między kwasem i zasadą zachodzi reakcja zobojętniania, w wyniku której tworzy się sól Lewisa (kompleks Lewisa) z wiązaniem koordynacyjnym odpowiedzialnym za transfer pary e^- od zas. do kw.



Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

4.1

Zadanie 34. ***(1 pkt)***

Amoniak wg teorii dysocjacji Bröensteda jest zasadą, bo przyjmuje proton zgodnie z reakcją:

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

Wyjaśnij, dlaczego amoniak może przyjąć proton?

.....

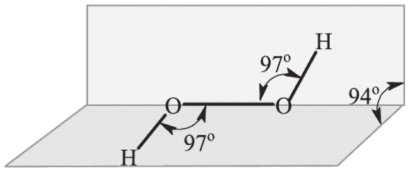
4.2

🕮 Informacja do zadania 22. i 23.

Nadtlenek wodoru H_2O_2 jest gęstą, syropowatą cieczą, która miesza się z wodą w każdym stosunku. W roztworach wodnych ulega w niewielkim stopniu dysocjacji według równania:

$$H_2O_2 + H_2O \rightleftharpoons HO_2^- + H_3O^+$$

Przestrzenne rozmieszczenie atomów w cząsteczce nadtlenku wodoru ilustruje poniższy rysunek.



Na podstawie: A. Bielański, *Podstawy chemii nieorganicznej,* Warszawa 2010.

Zadanie 22. ***(1 pkt)***

Korzystając z informacji na temat dysocjacji nadtlenku wodoru w wodzie, wypełnij tabelę, wpisując literę P, jeżeli zdanie jest prawdziwe, lub literę F, jeżeli jest fałszywe.

Zdanie	P/F
1. Nadtlenek wodoru jest kwasem Brønsteda, a sprzężoną z nim zasadą jest jon OH^-.	
2. Woda jest akceptorem protonów pochodzących od sprzężonego z nią kwasu Brønsteda, którym jest nadtlenek wodoru.	
3. Cząsteczka H_2O_2 i jon HO_2^- stanowią sprzężoną parę kwas – zasada w ujęciu teorii Brønsteda.	

4.3

Informacja do zadań 39. i 40.

Żelazo tworzy jony proste Fe^{2+} i Fe^{3+}. Jony te ulegają w roztworach wodnych hydratacji, przyłączając 4 lub 6 cząsteczek wody. Najbardziej pospolitymi kompleksami kationowymi żelaza są heksaakwakompleksy występujące między innymi w roztworach soli żelaza(II) i żelaza(III). Jony te wykazują słabe właściwości kwasowe:

I $[Fe(H_2O)_6]^{2+} + H_2O \rightleftarrows [Fe(H_2O)_5(OH)]^+ + H_3O^+$ $\quad K_a = 10^{-9,5}$

II $[Fe(H_2O)_6]^{3+} + H_2O \rightleftarrows [Fe(H_2O)_5(OH)]^{2+} + H_3O^+$ $\quad K_a = 10^{-3,05}$

Na podstawie: A. Bielański, *Podstawy chemii nieorganicznej*, Warszawa 2004, s. 934.

Zadanie 40.

Dla przemiany oznaczonej numerem II napisz wzory kwasów i zasad, które zgodnie z teorią Brønsteda tworzą sprzężone pary.



Kurs maturalny- Stechiometria
samurajchemiczny.elms.pl
Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

4.4

Zadanie 11. *(2 pkt)*

Poniżej podano wzory drobin:

CH_3NH_2 $HCOOH$ HS^- NH_4^+

11.1. Spośród powyższych wzorów wybierz i wpisz do tabeli wzory wszystkich drobin, które w roztworach wodnych mogą pełnić funkcję zasad, i wszystkich drobin, które w roztworach wodnych mogą pełnić funkcję kwasów według teorii Brønsteda.

Zasady według teorii Brønsteda	Kwasy według teorii Brønsteda

4.5

Zadanie 5. *(1 pkt)*

Dane są wzory sześciu cząsteczek i jonów:

NH_3 SO_2 HCO_3^- CO_3^{2-} HSO_3^- NH_4^+

Spośród wymienionych powyżej wzorów wybierz i wpisz do tabeli wzory tych drobin, które zgodnie z teorią Brønsteda stanowią sprzężone pary kwas–zasada.

	Wzór kwasu	Wzór zasady
Sprzężona para I		
Sprzężona para II		

4.6

Zadanie 24.

Poniżej przedstawiono równania protolizy (dysocjacji) wielostopniowej kwasu ortofosforowego(V) oraz wartości stałych dysocjacji tych procesów.

$H_3PO_4 + H_2O \rightleftarrows H_2PO_4^- + H_3O^+$ $K_{a1} = 7{,}5 \cdot 10^{-3}$

$H_2PO_4^- + H_2O \rightleftarrows HPO_4^{2-} + H_3O^+$ $K_{a2} = 6{,}2 \cdot 10^{-9}$

$HPO_4^{2-} + H_2O \rightleftarrows PO_4^{3-} + H_3O^+$ $K_{a3} = 2{,}2 \cdot 10^{-13}$

Na podstawie: A. Bielański, *Podstawy chemii nieorganicznej*, Warszawa 2004.

Zadanie 24.2. (0–1)

Napisz <u>wzory</u> tych jonów, obecnych w wodnym roztworze kwasu ortofosforowego(V), które zgodnie z teorią kwasów i zasad Brønsteda mogą pełnić w reakcjach chemicznych funkcję zarówno kwasu, jak i zasady.

.....



Kurs maturalny- Stechiometria
samurajchemiczny.elms.pl

Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

4.7

Zadanie 7.

W roztworach wodnych między jonami a dipolami wody występują oddziaływania przyciągające, które powodują, że jony ulegają hydratacji, czyli wiążą się z otaczającymi je cząsteczkami wody.
Cząsteczki wody związane z kationem metalu wykazują zdolność odszczepiania protonu, która jest tym większa, im mniejszy jest promień kationu metalu i im większy jest jego ładunek. Hydratowany kation glinu ulega dysocjacji kwasowej zgodnie z poniższym równaniem:

$$[Al(H_2O)_6]^{3+} + H_2O \rightleftarrows [Al(H_2O)_5(OH)]^{2+} + H_3O^+$$

Stała dysocjacji kwasowej $[Al(H_2O)_6]^{3+}$ w temperaturze 298 K jest równa $1{,}4 \cdot 10^{-5}$.

Na podstawie: J. McMurry, R.C. Fay, *Chemistry,* Upper Saddle River 2001.

Zadanie 7.1. (0–1)

Dla przemiany zilustrowanej powyższym równaniem napisz wzory kwasów i zasad Brønsteda, tworzących w tej reakcji sprzężone pary.

	Kwas	Zasada
sprzężona para 1.	H_3O^+	
sprzężona para 2.		

4.8

Zadanie 5. ***(2 pkt)***

Określ, jaką rolę (kwasu czy zasady) pełnią według teorii Brönsteda siarkowodór i amoniak w roztworach wodnych. Uzasadnij swoją odpowiedź, zapisując w formie jonowej równania reakcji tych gazów z wodą.

Wzór związku	Rola związku	Równanie reakcji
H_2S		
NH_3		



Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

4.9

Zadanie 36. ***(4 pkt)***

Dane są jony: CO_3^{2-} *i* NH_4^+

Zaklasyfikuj je do kwasów lub zasad według teorii Brönsteda. Uzasadnij swoją decyzję, pisząc odpowiednie równania reakcji.

CO_3^{2-} .....

NH_4^+ .....

Równania reakcji:

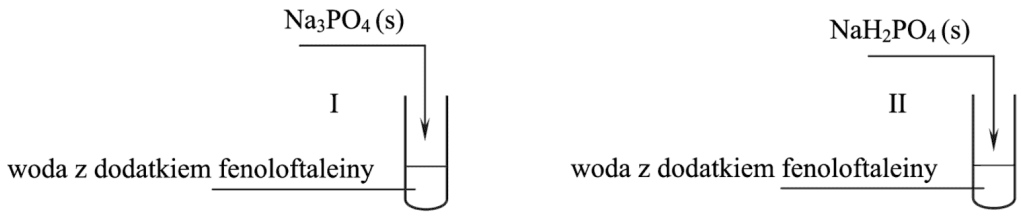
.....

.....

4.10

Informacja do zadań 17.–18.

Przeprowadzono doświadczenie zilustrowane poniższym schematem.



Powstanie malinowego zabarwienia roztworu zaobserwowano tylko w jednej probówce, a pH wodnego roztworu w probówce, w której nie uzyskano malinowego roztworu, było mniejsze od 7.

Zadanie 18. (0–1)

Z dwóch jonów: PO_4^{3-} i $H_2PO_4^-$, tylko jeden może pełnić zarówno funkcję zasady Brønsteda, jak i funkcję kwasu Brønsteda.

Wybierz ten jon. Uzupełnij podane poniżej zapisy, tak aby otrzymać dwa równania reakcji (w środowisku kwasowym i zasadowym) z udziałem wybranego jonu.

..... + H_3O^+ → ..... + ...

..... + OH^- → ..... + ...

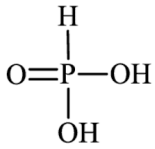


Kurs maturalny- Stechiometria
samurajchemiczny.elms.pl

4.11

Zadanie 9. (0–1)

Kwas fosfonowy o wzorze sumarycznym H_3PO_3 jest kwasem dwuprotonowym, którego wzór można zapisać jako H_2PHO_3. Struktura cząsteczki tego kwasu jest następująca:



Na podstawie: A. Bielański, *Podstawy chemii nieorganicznej*, Warszawa 2010.

Napisz równanie reakcji ostatniego etapu dysocjacji kwasu H_2PHO_3 w wodzie w ujęciu teorii Brønsteda. Określ, jaką funkcję – kwasu czy zasady Brønsteda – pełni w tej reakcji woda.

Równanie reakcji: .....

Funkcja wody: .....

4.12

Informacja do zadań 4.–5.

Anion tlenkowy O^{2-} jest zasadą Brønsteda mocniejszą niż jon wodorotlenkowy OH^-. Jon tlenkowy nie występuje w wodnych roztworach, ponieważ jako bardzo mocna zasada reaguje z cząsteczką wody.

Zadanie 4. (0–1)

Napisz równanie reakcji anionu tlenkowego z cząsteczką wody.

.....

4.13

Zadanie 9.

Kwas siarkowy(VI) w temperaturze pokojowej jest oleistą cieczą o gęstości prawie dwukrotnie większej niż gęstość wody. Czysty, bezwodny kwas siarkowy(VI) ulega częściowej autodysocjacji, dzięki czemu przewodzi prąd elektryczny.

W wyniku reakcji kwasu siarkowego(VI) z wodorotlenkiem sodu, w której stosunek molowy substratów jest równy 1 : 1, powstaje wodorosiarczan(VI) sodu. Wodny roztwór wodorosiarczanu(VI) sodu charakteryzuje się kwasowym odczynem, ponieważ jony obecne w roztworze ulegają reakcji zgodnie z poniższym równaniem:

$$HSO_4^-(aq) + H_2O \rightleftarrows SO_4^{2-}(aq) + H_3O^+(aq)$$

Stała równowagi opisanej reakcji w temperaturze T jest równa $1{,}0 \cdot 10^{-2}$.

Na podstawie: T. Mizerski, *Tablice chemiczne*, Warszawa 2004.

Zadanie 9.1. (0–1)

Napisz równanie autodysocjacji kwasu siarkowego(VI) polegającej na przeniesieniu protonu z jednej cząsteczki H_2SO_4 do drugiej. W równaniu podkreśl wzór kwasu Brønsteda sprzężonego z cząsteczką H_2SO_4 jako zasadą Brønsteda.

.....



Kurs maturalny- Stechiometria
samurajchemiczny.elms.pl

Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

4.14

Informacja do zadań 16.–17.

Ciekły amoniak należy do rozpuszczalników protonowych zdolnych do przyłączania protonu. Do rozpuszczalników protonowych można stosować definicję kwasu i zasady Brønsteda. Pod względem chemicznym ciekły amoniak wykazuje wiele analogii do wody. Ulega więc autodysocjacji, którą opisuje równanie:

$$2NH_3 \rightleftarrows NH_4^+ + NH_2^-$$

Podczas autodysocjacji ciekłego amoniaku powstaje kwas słabszy od kwasu octowego i mocna zasada. Iloczyn stężeń jonów powstających w wyniku autodysocjacji ciekłego amoniaku jest w temperaturze 223 K wielkością stałą i wynosi 10^{-30}.

Na podstawie: A. Bielański, *Podstawy chemii nieorganicznej*, Warszawa 2004.

Zadanie 17. (0–1)

Napisz, zgodnie z teorią Brønsteda, równanie dysocjacji kwasu octowego w ciekłym amoniaku.

.....

4.15

Informacja do zadań 11.–14.

Skroplony amoniak jest rozpuszczalnikiem, który – podobnie jak woda – ulega autodysocjacji polegającej na przeniesieniu protonu między cząsteczkami rozpuszczalnika. Rezultatem tego procesu jest powstanie kationów NH_4^+ i anionów NH_2^-.

Wszystkie substancje chemiczne, które w skroplonym amoniaku zwiększają stężenie kationów NH_4^+, w tych warunkach są kwasami, a te związki chemiczne, które w skroplonym amoniaku zwiększają stężenie anionów NH_2^-, są zasadami. Zobojętnianie w skroplonym amoniaku polega na reakcji kationów NH_4^+ i anionów NH_2^- z wytworzeniem cząsteczek NH_3.

Na podstawie: L. Kolditz (red.), *Chemia nieorganiczna*, Warszawa 1994.

Zadanie 11. (0–1)

Napisz równanie autodysocjacji amoniaku – zastosuj definicję kwasu i zasady Brønsteda. Wpisz wzory odpowiednich drobin do schematu.

kwas 1.		zasada 2.		zasada 1.		kwas 2.
	+		⟷		+	

Kurs maturalny- Stechiometria
samurajchemiczny.elms.pl
Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

4. 16

Zadanie 4. (0–1)

Zależność między mocą kwasu Brønsteda a mocą zasady sprzężonej z tym kwasem opisuje równanie:

$$K_a \cdot K_b = K_w$$

gdzie: K_a – stała dysocjacji kwasu, K_b – stała dysocjacji sprzężonej zasady, a K_w – iloczyn jonowy wody.

Na podstawie: A. Bielański, *Podstawy chemii nieorganicznej*, Warszawa 2004.

Dane są kwasy karboksylowe o wzorach:

I CH_3COOH II CH_3CH_2COOH III C_6H_5COOH

Uzupełnij poniższe zdania. Wpisz w wyznaczone miejsca odpowiednie wzory i podkreśl właściwe określenie spośród wymienionych w nawiasie.

Spośród związków oznaczonych numerami I, II i III najmocniejszym kwasem jest ..... . Spośród zasad sprzężonych z kwasami I, II i III najsłabszą zasadą jest ..... . W sprzężonej parze kwas–zasada im słabszy jest kwas, tym (mocniejsza / słabsza) jest sprzężona z nim zasada.

4. 17

Zadanie 14. *(1 pkt)*

Związek między mocą kwasu Brønsteda i zasady sprzężonej z tym kwasem w roztworach wodnych przedstawia zależność:

$$K_a \cdot K_b = K_w$$

gdzie K_a oznacza stałą dysocjacji kwasu, K_b – stałą dysocjacji sprzężonej zasady, a K_w – iloczyn jonowy wody, którego wartość wynosi $1{,}0 \cdot 10^{-14}$ w temperaturze 298 K.
W poniższej tabeli podano wartości stałej dysocjacji wybranych kwasów chlorowych w temperaturze 298 K.

Nazwa kwasu	Stała dysocjacji K_a
kwas chlorowy(I)	$5{,}0 \cdot 10^{-8}$
kwas chlorowy(III)	$1{,}1 \cdot 10^{-2}$
kwas chlorowy(V)	$5{,}0 \cdot 10^{2}$

Źródło: A. Bielański, Podstawy chemii nieorganicznej, Warszawa 2010.

Napisz wzór najsłabszej zasady spośród zasad sprzężonych z kwasami wymienionymi w tabeli.

……...



Kurs maturalny- Stechiometria
samurajchemiczny.elms.pl

Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

4.
18

Zadanie 26. (0–1)

Poniżej przedstawiono wzory trzech zasad Brønsteda.

NH_3 CH_3NH_2 $C_6H_5NH_2$

Porównaj wartości stałych dysocjacji K_b tych zasad w roztworze wodnym w temperaturze 25 °C i uzupełnij poniższe zdania. Wybierz i podkreśl jedną odpowiedź spośród podanych w każdym nawiasie.

Spośród wymienionych związków najmocniejszą zasadą Brønsteda jest (NH_3 / CH_3NH_2 / $C_6H_5NH_2$). Jonem, który najłatwiej odszczepia proton, jest kation o wzorze (NH_4^+ / $CH_3NH_3^+$ / $C_6H_5NH_3^+$), jest więc on (najmocniejszym / najsłabszym) kwasem Brønsteda.

Zadanie 4. (0–1)

Związek między mocą kwasu Brønsteda i sprzężonej z tym kwasem zasady w roztworach wodnych przedstawia zależność:

$$K_a \cdot K_b = K_w$$

gdzie K_a oznacza stałą dysocjacji kwasu, K_b stałą dysocjacji sprzężonej zasady, a K_w iloczyn jonowy wody.

Zaznacz poprawne dokończenie zdania.

Najsłabszą spośród następujących zasad: NO_2^-, CH_3COO^-, I^-, HS^- jest

A. NO_2^- **B.** CH_3COO^- **C.** I^- **D.** HS^-

Zadanie 9. *(2 pkt)*

Zgodnie z teorią Brönsteda kwas i sprzężona z nim zasada różnią się o jeden proton, przy czym im silniejszy jest kwas, tym słabsza jest sprzężona z nim zasada.

b) Korzystając z zamieszczonej powyżej informacji, wskaż najsłabszą spośród następujących zasad: Cl^-, HS^-, CH_3COO^-, $C_6H_5O^-$.

Najsłabszą zasadą jest .....



Kurs maturalny- Stechiometria
samurajchemiczny.elms.pl

Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

4.
19

Zadanie 14. *(1 pkt)*

Związek między mocą kwasu Brönsteda i sprzężonej z tym kwasem zasady w roztworach wodnych przedstawia zależność:

$$K_a \cdot K_b = K_w$$

gdzie K_a oznacza stałą dysocjacji kwasu, K_b stałą dysocjacji sprzężonej zasady, a K_w iloczyn jonowy wody, którego wartość wynosi $1{,}0 \cdot 10^{-14}$ w temperaturze 298 K.
W poniższej tabeli podano wartości stałej dysocjacji wybranych kwasów w temperaturze 298 K.

Wzór kwasu	Stała dysocjacji K_a
HF	$6{,}3 \cdot 10^{-4}$
HClO	$5{,}0 \cdot 10^{-8}$
$HClO_2$	$1{,}0 \cdot 10^{-2}$
HNO_2	$2{,}0 \cdot 10^{-4}$

Na podstawie: A. Bielański, *Podstawy chemii nieorganicznej*, Warszawa 2006

Na podstawie powyższej informacji napisz wzory zasad sprzężonych z kwasami wymienionymi w tabeli uporządkowane od najsłabszej do najmocniejszej.

.....

najsłabsza zasada — najmocniejsza zasada

4.
20

Zadanie 7.

W roztworach wodnych między jonami a dipolami wody występują oddziaływania przyciągające, które powodują, że jony ulegają hydratacji, czyli wiążą się z otaczającymi je cząsteczkami wody.
Cząsteczki wody związane z kationem metalu wykazują zdolność odszczepiania protonu, która jest tym większa, im mniejszy jest promień kationu metalu i im większy jest jego ładunek. Hydratowany kation glinu ulega dysocjacji kwasowej zgodnie z poniższym równaniem:

$$[Al(H_2O)_6]^{3+} + H_2O \rightleftarrows [Al(H_2O)_5(OH)]^{2+} + H_3O^+$$

Stała dysocjacji kwasowej $[Al(H_2O)_6]^{3+}$ w temperaturze 298 K jest równa $1{,}4 \cdot 10^{-5}$.

Na podstawie: J. McMurry, R.C. Fay, *Chemistry,* Upper Saddle River 2001.

Zadanie 7.2. (0–1)

Oceń prawdziwość poniższych zdań. Zaznacz P, jeżeli zdanie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

1.	Zdolność odszczepiania protonu w cząsteczkach wody rośnie po ich połączeniu z kationem Al^{3+} w jon $[Al(H_2O)_6]^{3+}$.	**P**	**F**
2.	Z dwóch hydratowanych jonów: $[Mg(H_2O)_6]^{2+}$ i $[Al(H_2O)_6]^{3+}$, słabsze właściwości kwasowe Brønsteda wykazuje kation $[Al(H_2O)_6]^{3+}$.	**P**	**F**



Kurs maturalny- Stechiometria
samurajchemiczny.elms.pl

4.
21

Zadanie 6. (0–1)

Gazowy amoniak reaguje z gazowym chlorowodorem zgodnie z równaniem

$$NH_3 + HCl \rightarrow NH_4Cl$$

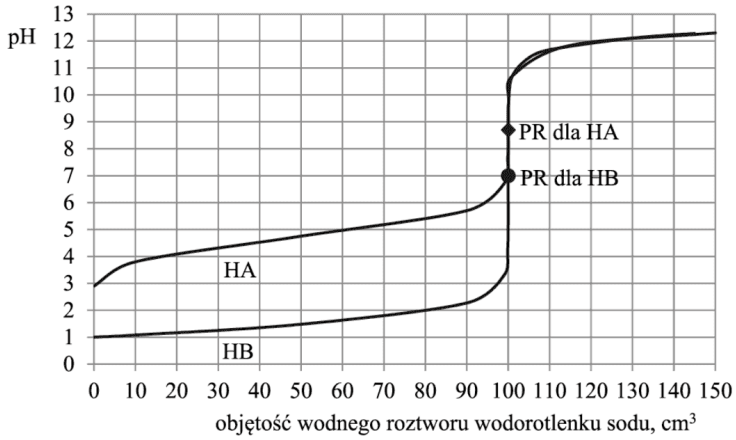
Uzupełnij poniższe zdania. Podkreśl właściwe określenie spośród wymienionych w każdym nawiasie.

Produkt reakcji amoniaku i chlorowodoru występuje w warunkach normalnych w (stałym / ciekłym / gazowym) stanie skupienia. Kation amonowy NH_4^+ powstaje w wyniku (przyłączenia protonu / oddania protonu) przez cząsteczkę amoniaku. W tym kationie (wszystkie / nie wszystkie) atomy wodoru są równocenne. W reakcji z chlorowodorem amoniak pełni funkcję (kwasu / zasady) Brønsteda.

4.
22

Zadanie 12.

Przygotowano wodne roztwory jednoprotonowych kwasów HA i HB. Przeprowadzono doświadczenie, podczas którego do próbek tych kwasów o objętości 100 cm^3, znajdujących się w oddzielnych naczyniach, dodawano porcjami wodny roztwór wodorotlenku sodu o stężeniu 0,1 mol · dm^{-3} i za pomocą pehametru mierzono pH każdej mieszaniny reakcyjnej. Przebieg doświadczeń zilustrowano poniższym wykresem.



Na wykresie dla obu substancji zaznaczono punkt równoważnikowy (PR), czyli wartość pH roztworu po dodaniu stechiometrycznej ilości wodnego roztworu NaOH.

Zadanie 12.3. ***(1 pkt)***

Wartość pH w punkcie równoważnikowym dla kwasu HA wynosi 8,70.

Stosując definicje kwasu i zasady Brønsteda, napisz <u>w formie jonowej skróconej</u> (używając ogólnego wzoru kwasu HA) równanie reakcji uzasadniające pH roztworu w punkcie równoważnikowym.

substraty			⟷	produkty		
kwas 1	+	zasada 2		zasada 1	+	kwas 2



Kurs maturalny- Stechiometria
samurajchemiczny.elms.pl

Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

4.
23

Informacja do zadań 10.–11.

Sól Mohra to zwyczajowa nazwa siarczanu(VI) żelaza(II) i amonu o wzorze $(NH_4)_2Fe(SO_4)_2$. W laboratorium chemicznym ten związek jest często używany jako wygodne i stabilne źródło jonów żelaza(II). Zarówno sama sól Mohra, jak i jej wodne roztwory są odporne na utlenianie na powietrzu.

Zadanie 10. (0–1)

Obecność jonów amonowych w roztworze soli Mohra powoduje, że odczyn tego roztworu nie jest obojętny.

Napisz równanie reakcji odpowiadającej za odczyn wodnego roztworu soli Mohra na podstawie definicji kwasów i zasad Brønsteda. Wzory odpowiednich drobin wpisz w poniższą tabelę.

kwas 1		zasada 2	⇄	zasada 1		kwas 2
	+				+	

4.
24

Zadanie 6. *(2 pkt)*

Dane są wzory:

HCl, $LiOH$, $Ra(OH)_2$, C_6H_5OH, H_3O^+, NO_2^-, S^{2-}, OH^-

Spośród wymienionych powyżej wzorów wybierz i wpisz do tabeli

a) wzory wszystkich kwasów i wzory wszystkich zasad w teorii Arrheniusa.

Kwasy	Zasady

b) wzory wszystkich drobin, które w roztworach wodnych mogą pełnić rolę kwasów, i wzory wszystkich drobin, które w roztworach wodnych mogą pełnić rolę zasad w teorii Brönsteda.

Kwasy	Zasady



Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

4.
25

Zadanie 10. *(2 pkt)*

Poniżej przedstawiono wzory wybranych jonów i cząsteczek.

$$HSO_4^- \quad OH^- \quad NH_4^+ \quad CO_3^{2-} \quad H_2O \quad H_3O^+ \quad HCl$$

a) Wybierz i wpisz do tabeli wzory cząsteczek i jonów, które zgodnie z teorią Brönsteda są w roztworach wodnych wyłącznie kwasami, oraz te, które są wyłącznie zasadami.

Kwasy	Zasady

b) Spośród wymienionych wyżej drobin wybierz te, które tworzą sprzężone pary kwas-zasada. Napisz ich wzory w tabeli.

	Wzór kwasu	Wzór zasady
Sprzężona para I		
Sprzężona para II		

4.
26

🕮 Informacja do zadań 9.–12.

Kwas ortoborowy H_3BO_3 jest bardzo słabym jednoprotonowym kwasem, który w roztworach wodnych działa nie jako donor protonów, lecz jako akceptor jonów wodorotlenkowych, reagując z wodą zgodnie z równaniem:

$$H_3BO_3 + 2H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + [B(OH)_4]^-$$

Stała równowagi tej reakcji jest równa $5{,}8 \cdot 10^{-10}$.
W obecności środków odciągających wodę, np. stężonego H_2SO_4, kwas ortoborowy tworzy z alkoholami estry.

Na podstawie: A. Bielański, *Podstawy chemii nieorganicznej*, Warszawa 2010.

Zadanie 11. *(1 pkt)*

Według teorii Arrheniusa kwasy to związki dysocjujące w roztworze wodnym na kationy wodoru i aniony reszty kwasowej. Brønsted zdefiniował kwasy jako donory protonów. Oznacza to, że kwasy to cząsteczki i jony oddające proton. Zgodnie z teorią Lewisa kwasem nazywamy atom, cząsteczkę lub jon będący akceptorem jednej lub kilku par elektronów.

Wybierz teorię kwasów i zasad, zgodnie z którą H_3BO_3 – na podstawie reakcji z wodą opisanej powyżej – jest kwasem. Uzupełnij poniższe zdanie, podkreślając nazwisko autora tej teorii.

Na podstawie opisanej reakcji z wodą można stwierdzić, że H_3BO_3 jest kwasem według teorii kwasów i zasad (Arrheniusa / Brønsteda / Lewisa).



Kurs maturalny- Stechiometria
samurajchemiczny.elms.pl
Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

4.
27

Zadanie 26. (0–1)

Teoria kwasów i zasad Brønsteda opisuje właściwości kwasowo-zasadowe substancji nie tylko w roztworach wodnych, ale także w roztworach innych rozpuszczalników umożliwiających wymianę protonu między tworzącymi je drobinami. Na właściwości kwasowo-zasadowe substancji rozpuszczonej istotny wpływ ma powinowactwo cząsteczek rozpuszczalnika do protonu. Zależnie od właściwości rozpuszczalnika rozpuszczana substancja może się stać kwasem albo zasadą.

Na podstawie: W. Ufnalski, *Równowagi jonowe*, Warszawa 2004.

Uzupełnij tabelę – wpisz wzory sprzężonych kwasów lub zasad Brønsteda.

Sprzężona para	
kwas	zasada
NH_3	
	NH_3
$H_2PO_4^-$	
	$H_2PO_4^-$



Kurs maturalny- Stechiometria
samurajchemiczny.elms.pl

Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com