

**Ćwiczenia laboratoryjne z przedmiotu nauczania:
„Chemia Ogólna i Nieorganiczna”
dla studentów I roku Kierunku Farmacja**

*Instrukcja wykonania ćwiczenia nr 5:
Stała rozpuszczalności*

*Opracowanie:
dr n. farm. Andrzej Łazarek*

*Aktualizacja:
Monika Kawka-Człapińska*

Łódź 2024

Podstawy teoretyczne

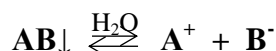
Rozpuszczalność nie jest pojęciem absolutnym, ponieważ w przypadku substancji umownie nazywanych jako „nierozpuszczalne” zawsze minimalna ich ilość znajduje się w roztworze nad osadem, tworząc w ten sposób *roztwór nasycony* i rozpuszczenie danej substancji w danych warunkach (temperatury, ciśnienia i składu roztworu) nie jest możliwe.

Rozpuszczalność jest procesem odwrotnym do strącania, zatem można przyjąć analogię:

SUBSTANCJA ŁATWO ROZPUSZCZALNA = SUBSTANCJA TRUDNO STRĄCALNA

SUBSTANCJA TRUDNO ROZPUSZCZALNA = SUBSTANCJA ŁATWO STRĄCALNA

Zakłada się, że trudno rozpuszczalne sole w roztworze nasyconym znajdują się w postaci zdysocjowanej na jony, które z kolei znajdują się w równowadze dynamicznej z formą niezdisocjowaną w swoim osadzie, przykładowo:



Zważywszy na to, że stężenie $AB\downarrow$ jest stałe i osad w rzeczywistości znajduje się poza roztworem, można go pominąć w wyrażeniu na stałą równowagi, dzięki czemu otrzymuje się właściwą **stałą rozpuszczalności**:

$$K_{s,AB} = [A^+] \cdot [B^-] = const.$$

Stała rozpuszczalności posiada niezmienną wartość przy ściśle określonych warunkach temperatury, ciśnienia i składu roztworu. Natomiast w zależności od typu substancji trudno rozpuszczalnej, wzór na K_s może wyglądać inaczej, a zatem i obliczanie rozpuszczalności osadu (S) będzie się odbywać na podstawie innego wzoru:

Typ substancji:	AB	A ₂ B	A ₃ B
Dysocjuje na:	A ⁺ + B ⁻	2A ⁺ + B ²⁻	3A ⁺ + B ³⁻
$K_s =$	[A ⁺]·[B ⁻]	[A ⁺] ² ·[B ²⁻]	[A ⁺] ³ ·[B ³⁻]
Ilość jonów:	S + S	$\frac{2S}{2} + S$	$\frac{3S}{3} + S$
Stężenie jonów:	S · S = S ²	$(\frac{2S}{2})^2 \cdot S$ 4S ² · S = 4S ³	$(\frac{3S}{3})^3 \cdot S$ 27S ³ · S = 27S ⁴
Rozpuszczalność (S):	$\sqrt{K_{s,AB}}$	$\sqrt[3]{\frac{K_{s,A_2B}}{4}}$	$\sqrt[4]{\frac{K_{s,A_3B}}{27}}$

Wiedząc o niezmienności stałej rozpuszczalności w danych warunkach, wprowadzenie do nasyconego roztworu jonu wspólnego z osadem będzie skutkowało przekroczeniem poprzez iloczyn stężeń jonów wartości K_s – spowoduje to wytrącenie z roztworu nasyconego nadwyżki jonów w postaci osadu. Jest to tzw. **WPLYW WSPÓLNEGO JONU**. Natomiast w przypadku roztworów zawierających w sobie kilka substancji rozpuszczonych lub łatwo rozpuszczalnych sytuacja jest inna, ponieważ każdy jon znajdujący się w roztworze ma swoją aktywność. Dodanie innych jonów do takiego układu powoduje spadek aktywności jonowej w roztworze (jest ich więcej, więc są ciasniej upakowane) i współczynniki aktywności zatem są wyraźnie mniejsze niż poprzednio i należy je w równaniu uwzględnić:

$$K_{s,AB} = [A^+] \cdot [B^-] \cdot f_{A^+} \cdot f_{B^-} = const.$$

Najczęściej obce jony wprowadza się do roztworu poprzez dodawanie soli, więc zjawisko to określa się jako „**EFEKT SOLNY**”.

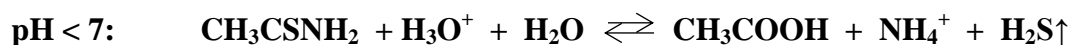
Należy pamiętać, że:

Wielkość K_s pozwala ocenić jak łatwo się rozpuszcza dana substancja. Dzięki znajomości K_s można obliczyć ile się rozpuści substancji w konkretnej objętości rozpuszczalnika, co ma duże znaczenie w wielu dziedzinach chemii i farmacji. Jeżeli iloczyn stężeń jonów w roztworze przekracza K_s , to oznacza, że nadmiar jonów przechodzi do osadu, natomiast jeżeli iloczyn stężeń jonów w roztworze nie przekracza K_s , to wszystkie jony są w roztworze i w danych warunkach osad nie powstaje. Jeżeli wiadomym jest ile wynoszą iloczyny rozpuszczalności, to możliwym jest obliczenie czy wytrąci się produkt w postaci osadu czy jednak pozostanie on w roztworze. Wartość K_s wcale nie wskazuje bezpośrednio na rozpuszczalność substancji. Możliwym jest porównywanie K_s zamiast rozpuszczalności jedynie w przypadku tego samego typu substancji trudno rozpuszczalnych (np. porównywanie typu AB z AB, A₂B z A₂B itd.). W każdym innym przypadku należy porównywać rozpuszczalności osadów.

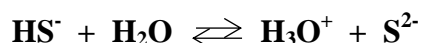
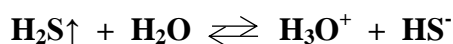
Znajomość rozpuszczalności i stałej rozpuszczalności jest przydatna w celu:

- CAŁKOWITEGO WYTRĄCANIA OSADÓW
- WYTRĄCANIA FRAKCJONOWANEGO
- SELEKTYWNEGO WYTRĄCANIA

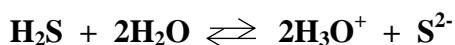
Hydroliza AKT w zależności od pH roztworu:



Dysocjację powstającego siarkowodoru w wodzie można przedstawić następująco:



Zważywszy na to, że anion siarczkowy (będący produktem dysocjacji) jest ciągle zużywany w trakcie reakcji chemicznej wytrącania siarczków, równowaga dysocjacji jest wyraźnie przesunięta w stronę powstawania nowych ilości produktów, zatem umownie dysocjację można zapisać w postaci sumarycznej:



$$K = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2 \cdot [\text{S}^{2-}]}{[\text{H}_2\text{S}]}$$

Z powyższej równowagi wynika, że obniżanie pH przez dodawanie jonów H_3O^+ będących produktem reakcji będzie tę reakcję cofało, a co za tym idzie obniżało ilość powstającego jonu siarczkowego, dzięki czemu możliwe będzie wytrącenie jedynie osadów siarczków o bardzo małej rozpuszczalności (np. siarczki kationów z grupy analitycznej III). Alkalizacja środowiska reakcji będzie skutkowałą podwyższaniem pH poprzez neutralizację jonów H_3O^+ za pomocą OH^- , a zatem równowaga reakcji zostanie przesunięta w stronę tworzenia nowych ilości produktów, więc stężenie jonów S^{2-} będzie wystarczająco wysokie nawet do wytrącenia trudno strącalnych siarczków metali z grupy analitycznej IV.

Związek	Stała rozpuszczalności (K_s)	Rozpuszczalność (S)	
		[mol/L]	[g/L]
AgBr	$4,0 \cdot 10^{-13}$	$6,3 \cdot 10^{-7}$	$11,0 \cdot 10^{-4}$
CH ₃ COOAg	$4,4 \cdot 10^{-3}$	$6,6 \cdot 10^{-2}$	11,0
AgCl	$1,56 \cdot 10^{-10}$	$1,3 \cdot 10^{-5}$	$1,8 \cdot 10^{-3}$
AgCN	$2,2 \cdot 10^{-12}$	$1,5 \cdot 10^{-6}$	$4,0 \cdot 10^{-4}$
Ag ₂ CrO ₄	$9,0 \cdot 10^{-12}$	$1,3 \cdot 10^{-4}$	$4,3 \cdot 10^{-2}$
AgOH*	$1,5 \cdot 10^{-8}$	$1,2 \cdot 10^{-4}$	$1,5 \cdot 10^{-2}$
Ag ₂ S	$1,6 \cdot 10^{-49}$	$3,5 \cdot 10^{-17}$	$8,7 \cdot 10^{-15}$
AgCl	$1,6 \cdot 10^{-10}$	$1,3 \cdot 10^{-5}$	$1,8 \cdot 10^{-3}$
BaCO ₃	$8,1 \cdot 10^{-9}$	$8,9 \cdot 10^{-5}$	$1,8 \cdot 10^{-2}$
BaC ₂ O ₄	$1,6 \cdot 10^{-7}$	$4,0 \cdot 10^{-4}$	$9,0 \cdot 10^{-3}$
BaCrO ₄	$2,4 \cdot 10^{-10}$	$1,5 \cdot 10^{-5}$	$3,9 \cdot 10^{-3}$
BaSO ₄	$1,1 \cdot 10^{-10}$	$1,0 \cdot 10^{-5}$	$2,5 \cdot 10^{-3}$
CaCO ₃	$4,8 \cdot 10^{-9}$	$6,9 \cdot 10^{-5}$	$6,9 \cdot 10^{-3}$
CaC ₂ O ₄	$2,6 \cdot 10^{-9}$	$5,1 \cdot 10^{-5}$	$6,5 \cdot 10^{-3}$
CaC ₄ H ₄ O ₆	$7,7 \cdot 10^{-7}$	$8,8 \cdot 10^{-4}$	$1,7 \cdot 10^{-1}$
CaSO ₄	$6,2 \cdot 10^{-5}$	$7,8 \cdot 10^{-3}$	2,0
Cd(OH) ₂	$2,0 \cdot 10^{-14}$	$2,5 \cdot 10^{-3}$	$1,7 \cdot 10^{-5}$
CdS	$3,6 \cdot 10^{-29}$	$6,0 \cdot 10^{-15}$	$8,6 \cdot 10^{-13}$
CuS	$8,5 \cdot 10^{-45}$	$9,2 \cdot 10^{-23}$	$8,8 \cdot 10^{-21}$
MnS	$1,4 \cdot 10^{-15}$	$3,7 \cdot 10^{-8}$	$3,2 \cdot 10^{-6}$
PbCl ₂	$1,6 \cdot 10^{-5}$	$1,6 \cdot 10^{-2}$	4,4
PbCrO ₄	$1,8 \cdot 10^{-14}$	$1,3 \cdot 10^{-7}$	$2,7 \cdot 10^{-5}$
PbI ₂	$8,7 \cdot 10^{-9}$	$1,3 \cdot 10^{-3}$	$6,0 \cdot 10^{-1}$
PbS	$1,1 \cdot 10^{-29}$	$3,3 \cdot 10^{-15}$	$7,9 \cdot 10^{-13}$
PbSO ₄	$1,0 \cdot 10^{-8}$	$1,5 \cdot 10^{-4}$	$4,5 \cdot 10^{-2}$
ZnS	$1,2 \cdot 10^{-23}$	$3,5 \cdot 10^{-12}$	$3,4 \cdot 10^{-10}$

Tabela 1: Wartości rozpuszczalności (S) oraz stałych rozpuszczalności (K_s) wybranych związków trudno rozpuszczalnych zmierzone w temperaturze 25°C.

* - związek nietrwały i szybko ulega rozkładowi: $2AgOH \downarrow \rightarrow Ag_2O \downarrow + H_2O$

1. Wytrącanie frakcjonowane – porównywanie szybkości strącania się osadów na podstawie ich rozpuszczalności (S)

Celem doświadczenia jest ocena kolejności wytrącania się osadu z roztworu w zależności od wartości rozpuszczalności molowej (S).

Odczynniki, sprzęt, aparatura

- ✓ Roztwór 0,5 mol/L chlorku potasu (KCl)
- ✓ Roztwór 0,5 mol/L chromianu potasu (K_2CrO_4)
- ✓ Roztwór 0,1 mol/L azotanu srebra (I) (AgNO_3)
- ✓ Pipeta automatyczna
- ✓ Probówki
- ✓ Vortex

Wykonanie doświadczenia

- Przygotować dwie probówki, w których należy wykonać próby odniesienia. Do pierwszej z nich dodać po 10 kropli roztworu chlorku potasu i roztworu azotanu srebra (I), a do drugiej - po 10 kropli roztworu chromianu potasu i roztworu azotanu srebra (I). Zawartość wymieszać przy pomocy vortexu.
- Do kolejnej próbówki odmierzyć po 0,25 mL roztworu chromianu potasu i roztworu chlorku potasu oraz dodać 0,5 mL roztworu azotanu srebra(I), zawartość wymieszać przy pomocy vortexu.
- Ponownie dodać ostrożnie po ściance 0,5 mL roztworu azotanu srebra (I) i wymieszać przy pomocy vortexu.
- Ponownie dodać 0,5 mL roztworu azotanu srebra (I), po czym zawartość probówki dokładnie wymieszać przy pomocy vortexu. Próbkę badaną odwirować, zlać roztwór z osadu do czystej probówki, a następnie dodać 0,5 mL roztworu azotanu srebra (I).
- W zeszycie laboratoryjnym zanotować kolory osadów powstałe w próbie kontrolnej, ponadto w tabeli 2 zapisać obserwacje zwracając uwagę na kolory osadów wytrąconych w każdym etapie.
- **Sformułuj wnioski: W oparciu o dane z Tabeli 1 napisz, na czym polega kolejność strącania się osadów w tym doświadczeniu. Na czym polega wytrącanie frakcjonowane?**

Czynności	Zmieszanie K_2CrO_4 i KCl	Dodanie do roztworu 10 kropli AgNO_3	Dodanie do roztworu 10 kropli AgNO_3	Dodanie do roztworu 10 kropli AgNO_3	Dodanie do roztworu 10 kropli AgNO_3
Kolor osadu					

Tabela 2: Wytrącanie frakcjonowane

2. Usuwanie jonów z roztworu na zasadzie różnicy w wartościach K_s powstających osadów

Doświadczenie ma na celu pokazanie, że w roztworze nasyconym nad trudno rozpuszczalnym osadem jest pewna ilość jonów, która może przeszkadzać w dalszych zaplanowanych reakcjach chemicznych. Podczas ćwiczenia te jony zostaną usunięte z roztworu przy zastosowaniu całkowitego wytrącania osadu i wytrącania frakcjonowanego oraz zostanie porównana skuteczność obu metod.

Odczynniki, sprzęt, aparatura

- ✓ Roztwór 0,5 mol/L azotanu ołowiu(II) ($\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$)
- ✓ Roztwór 0,5 mol/L chlorku sodu (NaCl)
- ✓ Roztwór 0,5 mol/L jodku potasu (KI)
- ✓ Pipeta automatyczna
- ✓ Probówki
- ✓ Vortex

Wykonanie doświadczenia

- Do próbówki odmierzyć po 0,5 mL roztworów: azotanu ołowiu(II) i chlorku sodu. Wytrącony osad odwirować, roztwór przenieść do nowej probówki, a osad odrzucić. Sprawdzić całkowitą wytrącenia osadu, dodając do roztworu z nad osadu 0,25 mL roztworu chlorku sodu. Zawartość probówki wymieszać, a powstały osad odwirować i odrzucić. Opisane czynności powtarzać aż do momentu, gdy po dodaniu chlorku sodu nie wytrąci się osad chlorku ołowiu(II).
- Następnie do roztworu dodać 0,25 mL roztworu jodku potasu.
- W zeszycie laboratoryjnym w tabeli 3 zanotować wykonywane czynności i obserwacje zwracając uwagę na kolory osadów, wraz z równaniami wszystkich zachodzących reakcji w postaci jonowej i cząsteczkowej.
- Sformułuj wnioski: Wyjaśnij w oparciu o wartości K_s z Tabeli 1 dlaczego z nasyconego roztworu chlorku ołowiu(II) wytrąca się osad jodku ołowiu(II)? Na czym polega kolejność wytrącania się osadów?**

Odczynnik dodany do roztworu $Pb(NO_3)_2$	NaCl	NaCl	NaCl	KI
Kolor osadu			Brak (całkowite wytrącenie osadu $PbCl_2$)	

Tabela 3: Usuwanie jonów z roztworu na zasadzie różnicy w wartościach K_s

3. Wpływ wspólnego jonu i efektu solnego na mieszanie nasyconych roztworów soli

Ćwiczenie pokazowe, którego celem jest zbadanie różnic w oddziaływaniu wspólnego i obcego jonu na nasycony roztwór soli (chloranu potasu).

Odczynniki, sprzęt, aparatura

- ✓ Roztwór 0,5 mol/L chlorku potasu (KCl)
- ✓ Roztwór 0,5 mol/L azotanu potasu (KNO_3)
- ✓ Roztwór 0,5 mol/L chloranu potasu ($KClO_3$)
- ✓ Roztwór 0,5 mol/L chloranu sodu ($NaClO_3$)
- ✓ Roztwór 0,5 mol/L chlorku sodu ($NaCl$)
- ✓ Probówki duże, wysokie

Wykonanie doświadczenia

- Do czterech probówek zawierających po 1 mL nasyconych roztworów oznaczonych zgodnie z Tabelą 4 wprowadzono po 1 mL roztworu chloranu potasu.
- W zeszycie laboratoryjnym zaznaczyć w tabeli 4, w których probówkach powstał osad pod wpływem dodatku wspólnego jonu. Dla ułatwienia obserwacji, probówki należy porównywać na ciemnym tle.
- Sformułuj wnioski: Na czym polega tzw. efekt solny i jaki wpływ ma wprowadzenie obcych jonów do nasyconego roztworu soli?**

Nr	Nasycony roztwór wodny	Po dodaniu $KClO_3$	
		Osad	Brak osadu
1	KCl		
2	KNO_3		
3	$NaClO_3$		
4	NaCl		

Tabela 4: Numeracja probówek z roztworami soli

4. Wpływ pH na rozpuszczalność soli słabych kwasów

Kwas szczawiowy jest słabym kwasem dwuprotonowym ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$) i tworzy m.in. z jonami wapnia nierozpuszczalny osad. Celem doświadczenia jest otrzymanie trudno rozpuszczalnego osadu szczawianu wapnia oraz ocena wpływu obecności w roztworze mocnego i słabego kwasu (stężenia jonów H_3O^+) na rozpuszczalność osadu ze względu na odwracalny i nieodwracalny przebieg dysocjacji takich kwasów.

Odczynniki, sprzęt, aparatura

- ✓ Roztwór 0,5 mol/L chlorku wapnia (CaCl_2)
- ✓ Roztwór 0,5 mol/L szczawianu amonu ($(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$)
- ✓ Roztwór 1,0 mol/L kwasu solnego (HCl)
- ✓ Roztwór 1,0 mol/L kwasu octowego (CH_3COOH)
- ✓ Papierki wskaźnikowe uniwersalne
- ✓ Pipeta automatyczna
- ✓ Probówki
- ✓ Vortex

Wykonanie doświadczenia

- Do trzech probówek wprowadzić za pomocą pipety automatycznej po 0,5 mL roztworów chlorku wapnia i szczawianu amonu, zawartość probówek wymieszać przy pomocy vortexu. Osady odwirować, a następnie wylać roztwory z nad osadów.
- Do pierwszej probówki z osadem wprowadzić 2 mL roztworu kwasu solnego, do drugiej – 2 mL roztworu kwasu octowego, do trzeciej (która jest próbą kontrolną) – 2 mL wody destylowanej. Zawartość probówek dokładnie wymieszać przy pomocy vortexu i sprawdzić pH otrzymanych roztworów za pomocą uniwersalnych papierków wskaźnikowych.
- Zawartość probówek odwirować i porównać ilość powstałego osadu oraz pH roztworów z nad osadu we wszystkich trzech probówkach.
- W zeszycie laboratoryjnym w tabeli 5 zanotować wykonywane czynności i obserwacje zwracając uwagę na ilości powstałych osadów, wraz z równaniem reakcji tworzenia jonu wodoroszczawianowego z jonu szczawianowego, równaniami reakcji dysocjacji kwasu solnego i kwasu octowego, równowagą dynamiczną pomiędzy osadem szczawianu sodu, a jonami w jego roztworze nasyconym. Wyprowadzić wzór na jego stałą rozpuszczalności (K_s). Wszystkie równania reakcji zapisać w postaci jonowej.
- **Sformułuj wnioski: Wytlumacz jak wpływa obniżenie pH na rozpuszczalność osadu szczawianu wapnia, wiedząc, że zastosowane kwasy istotnie różnią się mocą, a dodanie jonów H_3O^+ powoduje przejście jonu szczawianowego w wodoroszczawianowy, co powoduje przesunięcie równowagi dynamicznej pomiędzy osadem a roztworem w kierunku rozpuszczania osadu.**

Nr probówki z osadem CaC_2O_4	Dodany odczynnik	pH	Ilość osadu	Równania reakcji	
1	HCl			Dysocjacja	Rozpuszczanie osadu
2	CH_3COOH			Dysocjacja	
3	Woda (kontrola)			Równowaga dynamiczna pomiędzy osadem a roztworem	Wzór na stałą

Tabela 5: Wpływ pH na rozpuszczalność soli słabych kwasów

5. Wpływ stężenia jonów H_3O^+ i OH^- na selektywne tworzenie się siarczków metali

Do osadów siarczków łatwo strącalnych należą głównie kationy III grupy, zaś trudno strącalnych kationy IV grupy i pozostałe siarczki metali. Strącanie siarczków przeprowadza się za pomocą tioacetamidu (AKT). Celem doświadczenia jest ocena zależności pomiędzy środowiskiem reakcji, a ilością powstających jonów siarczkowych, wykorzystywanych przy selektywnym otrzymywaniu osadów siarczków, w tym z mieszaniny jonów w jednej próbówce.

Odczynniki, sprzęt, aparatura

- ✓ Roztwór 0,5 mol/L siarczanu miedzi(II) ($CuSO_4$)
- ✓ Roztwór 0,5 mol/L siarczanu cynku ($ZnSO_4$)
- ✓ Roztwór 0,5 mol/L siarczanu manganu(II) ($MnSO_4$)
- ✓ Roztwór 1,5 mol/L kwasu siarkowego (H_2SO_4)
- ✓ Roztwór 0,5 mol/L tioacetamidu (CH_3CSNH_2 , amid kwasu tiooctowego, AKT)
- ✓ Roztwór 0,5 mol/L octanu sodu (CH_3COONa)
- ✓ Roztwór 3,0 mol/L wody amoniakalnej ($NH_3 \cdot H_2O$)
- ✓ Papierki wskaźnikowe uniwersalne
- ✓ Pipeta automatyczna
- ✓ Próbówka (5 sztuk)
- ✓ Łaźnia wodna
- ✓ Vortex

Wykonanie doświadczenia

- Za pomocą pipety automatycznej odmierzyć do pięciu ponumerowanych probówek po 1 mL odpowiednio siarczanu miedzi(II), cynku oraz manganu(II) zgodnie z **tabelą 6**.
- Zawartość probówek odpowiednio zakwasić lub zalkalizować dodając roztworu kwasu siarkowego lub wody amoniakalnej zgodnie z **tabelą 6** (odczyn sprawdzać za pomocą uniwersalnych papierków wskaźnikowych).
- Do probówek dodać po 1 mL AKT, wymieszać przy pomocy vortexu i ogrzewać w łaźni wodnej w temperaturze $90^\circ C$ przez 15 minut. Po upływie odmierzonego czasu próbówki zabrać z łaźni wodnej.
- Do probówek **2 - 4** dodać 0,25 mL roztworu octanu sodu, wymieszać i ponownie odwirować.
- Do probówek **3 - 4** dodawać roztwór wody amoniakalnej, aż do uzyskania wyraźnie zasadowego odczynu i wytrącenia się osadu.
- W zeszycie laboratoryjnym w tabeli 6 zanotować obserwacje zwracając uwagę na barwy osadów i środowisko w jakim powstały, napisać jonowe równania reakcji tworzenia osadów siarczków miedzi (II), cynku oraz manganu (II) przy odczynie kwasowym oraz zasadowym, określić, kolor oraz wartości K_s .
- **Sformułuj wnioski:**
 - Na podstawie równań reakcji i wzoru na stałą dysocjacji siarkowodoru w wodzie wytłumacz, jak wpływa wprowadzanie jonów H_3O^+ i OH^- na równowagę tego procesu i powstawanie jonów siarczkowych, niezbędnych do otrzymywania siarczków metali. Dlaczego dopiero po dodaniu octanu sodu wytrącił się osad w próbówce 2?
 - Porównując wartości K_s otrzymanych osadów oraz obserwacje wyprowadź zależność środowiska reakcji strącania siarczków od ich rozpuszczalności. Na czym polega selektywne strącanie osadów?

Probówka Odczynnik	1	2	3	4	5	Równania reakcji	Wartość K_s [mol/L]
CuSO ₄							
ZnSO ₄							
MnSO ₄							
H ₂ SO ₄ (do pH ≤ 2)						Równanie reakcji dysocjacji H ₂ S	Wzór na stałą dla H ₂ S
NH ₃ ·H ₂ O (do pH ≥ 9)							
Kolor osadu							
Środowisko powstania osadu							

Tabela 6: Numeracja probówek i dodawane do nich odczynniki chemiczne

6. Wytrącanie frakcjonowane – porównywanie szybkości strącania się osadów na podstawie stałych rozpuszczalności (K_s) ĆWICZENIE DODATKOWE

Doświadczenie ma na celu porównanie między sobą osadów o odmiennych wartościach stałej rozpuszczalności (K_s) oraz szybkości ich wytrącania.

Odczynniki, sprzęt, aparatura

- ✓ Roztwór 0,5 mol/L chlorku sodu (☉NaCl)
- ✓ Roztwór 0,1 mol/L azotanu srebra (I) (☉AgNO₃)
- ✓ Roztwór 0,5 mol/L jodku potasu (☉KI)
- ✓ Pipeta automatyczna
- ✓ Probówki
- ✓ Vortex

Wykonanie doświadczenia

- Przygotować dwie ponumerowane probówki. Do pierwszej dodać po 10 kropli roztworu chlorku sodu i roztworu azotanu srebra(I), a do drugiej – po 10 kropli roztworu jodku potasu i roztworu azotanu srebra(I).
- Do czystej próbówki odmierzyć po 0,5 mL roztworów jodku potasu i chlorku sodu oraz 1 mL roztworu azotanu srebra(I), po czym zawartość wymieszać przy pomocy vortexu.
- Próbę badaną odwirować, a następnie roztwór znad osadu zlać do czystej próbówki i dodać do niego 1 mL roztworu azotanu srebra(I). Całość ponownie wymieszać i odwirować, a osad odrzucić. Opisane czynności powtarzać, aż do uzyskania osadu o barwie białej.
- W zeszycie laboratoryjnym zanotować kolory osadów powstałe w próbie kontrolnej, ponadto w tabeli 7 zapisać obserwacje zwracając uwagę na kolory osadów wytrączanych w każdym etapie, wraz z równaniami wszystkich zachodzących reakcji w postaci jonowej i wartościami K_s .
- **Sformułuj wnioski: W oparciu o wartości stałych rozpuszczalności z Tabeli 1 wytłumacz zaobserwowaną kolejność strącania się osadów.**

Czynności	Zmieszanie KI i NaCl	Dodanie do roztworu 10 kropli AgNO ₃	Dodanie do roztworu 10 kropli AgNO ₃	Dodanie do roztworu 10 kropli AgNO ₃	Dodanie do roztworu 10 kropli AgNO ₃
Kolor osadu					

Tabela 7: Porównywanie szybkości strącania się osadów na podstawie stałych rozpuszczalności