

ĆWICZENIE 5

ILOCZYN ROZPUSZCZALNOŚCI

Zakres materiału: Równowagi w roztworach trudno rozpuszczalnych elektrolitów; definicje: IR, rozpuszczalność, roztwór nasycony, zależność między IR a rozpuszczalnością, warunki rozpuszczania i wytrącania osadów.

Literatura: L. Jones, P. Atkins, „Chemia ogólna”, PWN, Warszawa 2004, Rozdz. 16.11 – 16.17, A. Śliwa, "Obliczenia chemiczne", PWN Warszawa 1982, rozdz. 11.8; M. J. Sienko, R. A. Plane, "Chemia. Podstawy i własności", Rozdz. 15.7; 15.8; J. Minczewski, Z. Marczenko „Chemia analityczna”, Tom I, Rozdz. 6.1, 6.2.

Wykonanie ćwiczenia. Zestaw poniższych doświadczeń **każdy student wykonuje samodzielnie** z wyjątkiem dośw. 1.2 i 2, które należy wykonać w zespołach. W zeszyte laboratoryjnym powinny zostać podane substraty użyte do przeprowadzenia każdej reakcji, obserwacje dotyczące jej przebiegu i wyciągnięte wnioski, w tym również uzgodnione produkty. W sprawozdaniu wszystkie reakcje wytrącania i rozpuszczania osadów należy zapisać w ostatecznej wersji jonowo. **Uwaga! Doświadczenia 1.1 i 3.4 należy w całości (łącznie z myciem probówek) wykonać pod wyciągiem!**

1. Warunki strącania osadów.

1.1 Eksperyment prowadzimy pod wyciągiem! Do dwóch probówek wprowadzić po 2-3 krople roztworu siarczanu żelaza(II). Do probówki nr 1 dodać 2-3 krople roztworu wody siarkowodorowej, do probówki nr 2 dodać 2-3 krople roztworu siarczku amonu. Do trzeciej probówki wprowadzić 2-3 krople roztworu siarczanu miedzi, a następnie kilka kropli wody siarkowodorowej. W których probówkach powstał osad?

Podać jonowe równanie reakcji. W oparciu o pojęcie iloczynu rozpuszczalności wyjaśnić powstawanie osadu w probówce nr 2 i 3 i brak osadu w probówce nr 1. W którym roztworze, siarkowodoru czy siarczku amonu, jest większe stężenie jonów siarczkowych?

Porównaj wartości iloczynów rozpuszczalności FeS i CuS. Który osad jest trudniej rozpuszczalny?

1.2. Z kolby ssawkowej i wkraplacza zmontować aparaturę do otrzymywania CO₂ z węglanu wapnia i kwasu solnego.

Otrzymywany CO₂ przepuścić przez roztwory: Ba(OH)₂, Ca(OH)₂, KOH i NaOH. W których probówkach wydziela się osad? Zbadać również, czy powstają osady przy przepuszczaniu CO₂ przez roztwory BaCl₂ i CaCl₂.

Pobierz niewielkie ilości zawiesiny strąconego w ten sposób osadu węglanu wapnia do probówki. Przez tę zawiesinę ponownie przepuszczaj strumień CO₂. Obserwować rozpuszczanie się osadu.

Probówkę z otrzymanym tak roztworem wodorowęglanu wapnia ogrzej delikatnie w płomieniu palnika. Zaobserwuj pojawienie się osadu węglanu wapnia.

Zbadać wytrącanie osadów z roztworów wodorotlenków Ba(OH)₂, Ca(OH)₂, oraz z roztworów CaCl₂ i BaCl₂ pod wpływem węglanu sodu.

Wyniki doświadczeń zamieścić w tabelce. Napisać jonowe równania przeprowadzonych reakcji. Wyjaśnić różnicę w powstawaniu osadów pod wpływem dwutlenku węgla i węglanu sodu. Określić rozpuszczalność węglanów i wodorowęglanów badanych metali.

	CO ₂	Na ₂ CO ₃
Ca(OH) ₂		
Ba(OH) ₂		
NaOH		
KOH		
CaCl ₂		
BaCl ₂		

2. Wpływ wartości IR osadu na efektywność usunięcia jonu z roztworu

2.1. Do probówki nr **1** wprowadzić 4 krople roztworu chlorku wapniowego i 6 kropli roztworu siarczanu sodowego. Roztwór pozostawić do całkowitego wytrącenia osadu siarczanu wapnia, osad odwirować. Ciecz z nad osadu przenieść do dwóch probówek. (nr **2** i nr **3**).

Do probówki nr **2** dodać 2 krople roztworu siarczanu sodowego, aby upewnić się, czy nastąpiło całkowite wytrącenie siarczanu wapnia. Do probówki nr **3** dodać 3 krople roztworu szczawianu amonu.

Wyjaśnić strącanie się osadu po dodaniu jonów szczawianowych w roztworze, z którego usunięto już jony wapnia w postaci siarczanu wapnia.

2.2. Do probówki nr **1** wprowadzić 4 krople siarczanu sodu i 6 kropli chlorku wapniowego. Roztwór pozostawić do całkowitego wytrącenia osadu siarczanu wapnia. Ciecz z nad osadu przenieść do dwóch probówek. (nr **2** i nr **3**).

Do probówki nr **2** dodać 2 krople roztworu chlorku wapnia i sprawdzić, czy nastąpiło całkowite wytrącenie siarczanu wapnia. Do probówki nr **3** dodać 2 krople roztworu chlorku baru.

Wyjaśnić strącanie się osadu po dodaniu jonów baru w roztworze, z którego usunięto już jony siarczanowe w postaci siarczanu wapnia.

2.3. Do probówki nr **1** wprowadzić 4 krople roztworu azotanu ołowiu(II) i 6 kropli roztworu chlorku sodu. Osad odwirować. Ciecz z nad osadu przenieść do dwóch probówek (nr **2** i nr **3**).

Do probówki nr **2** dodać 3 krople chlorku sodu w celu sprawdzenia całkowitego strącenia chlorku ołowiu(II). Do probówki nr **3** dodać 3 krople roztworu jodku potasu.

Jaka sól ulegnie wytrąceniu w roztworze, z którego usunięto jony ołowiu w postaci chlorku ołowiu? Wyciągnąć wniosek dotyczący IR otrzymanych soli ołowiu.

3. Warunki rozpuszczania osadów trudnorozpuszczalnych

3.1. Do dwóch probówek (nr **1** i nr **2**) wprowadzić po 3 krople roztworu azotanu srebra. Do probówki nr **1** dodać 3 krople roztworu węglanu sodu.

Do probówki nr **2** dodać 3 krople roztworu chlorku sodu. Otrzymane osady zadać 4-5 kroplami rozcieńczonego kwasu azotowego.

Który z osadów się rozpuści? Opierając się na prawie IR wyjaśnić proces rozpuszczania się osadu. Dlaczego drugi osad nie rozpuszcza się pod wpływem kwasu?

3.2. W dwóch probówkach (nr **1** i nr **2**) wytrącić wodorotlenek magnezu wprowadzając po 2 krople roztworu soli magnezu i wodorotlenku sodu. W obydwu probówkach rozpuścić osady, mieszając je bagietką i dodając z pipetki niezbędną liczbę kropli (należy je liczyć!) 2 M roztworu kwasu solnego – do probówki nr **1** oraz 2 M roztworu chlorku amonu – do probówki nr **2**.

W którym przypadku rozpuszczanie osadu wodorotlenku magnezu przebiega łatwiej i dlaczego?

3.3. W dwóch probówkach (nr **1** i nr **2**) strącić osad szczawianu wapnia (sól wapniowa + szczawian amonu). Do probówki nr **1** dodać kilka kropli 2 M roztworu kwasu solnego. Do probówki nr **2** kilka kropli 2 M roztworu kwasu octowego.

Wyjaśnić, opierając się na prawie IR, dlaczego osad szczawianu wapnia rozpuszcza się w jednym z kwasów, a jest praktycznie nierozpuszczalny w drugim.

3.4. Eksperyment prowadzimy pod wyciągiem! Do probówki nr **1** wprowadzić 2 krople roztworu siarczanu żelaza(II), do probówki nr **2** wprowadzić 2 krople roztworu siarczanu miedzi(II). Do każdej probówki dodać po dwie krople roztworu siarczku amonu. Osady siarczków zadać 5-7 kroplami 2 M roztworu kwasu solnego. Jeśli osad się nie rozpuści, dodać ostrożnie 5 kropli stężonego HNO_3 .

Podać jonowe równania reakcji rozpuszczania jednego osadu w kwasie solnym i drugiego osadu w kwasie azotowym. Dlaczego drugi osad nie rozpuszcza się w kwasie solnym? Zwrócić uwagę na wartości IR osadów siarczków.

4. Otrzymywanie trudno rozpuszczalnych związków z innych trudnorozpuszczalnych soli

4.1. Wytrącić osad siarczanu ołowiu(II) (siarczan sodu + azotan ołowiu(II)). Osad odwirować. Odpipetować ciecz z nad osadu. Osad zadać pod wyciągiem kilkoma kroplami siarczku amonu i zamieszać.

Jak zmieniło się zabarwienie osadu? Opierając się na prawie IR oraz wartościach IR dla strąconych soli wyjaśnić przemianę jednej trudno rozpuszczalnej soli w drugą.

4.2. Wytrącić jak w ćwic. 4.1 siarczan ołowiu(II). Po odstaniu osadu odpipetować z nad niego ciecz. Osad zadać kilkoma kroplami roztworu chromianu(VI) potasu i zamieszać bagietką.

Jak zmieniło się zabarwienie osadu? Jaki powstał związek?

Stałe dysocjacji kwasowej i iloczyny rozpuszczalności (25 °C)

K_a			
H ₂ S	$1,1 \cdot 10^{-7}$	H ₂ CO ₃	$4,2 \cdot 10^{-7}$
HS ⁻	$1 \cdot 10^{-14}$	HCO ₃ ⁻	$4,8 \cdot 10^{-11}$
CH ₃ COOH	$1,8 \cdot 10^{-5}$	H ₂ C ₂ O ₄	$5,4 \cdot 10^{-2}$
		HC ₂ O ₄ ⁻	$5,4 \cdot 10^{-5}$
IR			
AgCl	$1,7 \cdot 10^{-10}$	PbCl ₂	$1,6 \cdot 10^{-5}$
Ag ₂ CO ₃	$6,2 \cdot 10^{-12}$	PbI ₂	$8,7 \cdot 10^{-9}$
AgI	$8,5 \cdot 10^{-17}$	PbCrO ₄	$1,8 \cdot 10^{-14}$
BaSO ₄	$1,5 \cdot 10^{-9}$	PbSO ₄	$2 \cdot 10^{-8}$
CaC ₂ O ₄	$1,3 \cdot 10^{-9}$	PbS	$7 \cdot 10^{-29}$
CaSO ₄	$2,4 \cdot 10^{-5}$	CuS	$8 \cdot 10^{-37}$
Mg(OH) ₂	$8,9 \cdot 10^{-12}$	FeS	$4 \cdot 10^{-19}$

