

## ĆWICZENIE 6

### 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 siarczynu 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 siarczynu 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 CO<sub>2</sub> z węglanu wapnia i kwasu solnego.

Otrzymywany CO<sub>2</sub> przepuścić przez roztwory: Ba(OH)<sub>2</sub>, Ca(OH)<sub>2</sub>, KOH i NaOH. W których probówkach wydzieli się osad? Zbadać również, czy powstają osady przy przepuszczaniu CO<sub>2</sub> przez roztwory BaCl<sub>2</sub> i CaCl<sub>2</sub>.

Pobierz niewielkie ilości zawiesiny strąconego w ten sposób osadu węglanu wapnia do probówki. Przez tę zawiesinę ponownie przepuszczaj strumień CO<sub>2</sub>. 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)<sub>2</sub>, Ca(OH)<sub>2</sub>, oraz z roztworów CaCl<sub>2</sub> i BaCl<sub>2</sub> 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 <sub>2</sub> | Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> |
|---------------------|-----------------|---------------------------------|
| Ca(OH) <sub>2</sub> |                 |                                 |
| Ba(OH) <sub>2</sub> |                 |                                 |
| NaOH                |                 |                                 |
| KOH                 |                 |                                 |
| CaCl <sub>2</sub>   |                 |                                 |
| BaCl <sub>2</sub>   |                 |                                 |

## 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 znad 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 znad 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 znad 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  $\text{HNO}_3$ .

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

