

RR3 – ILOCZYN ROZPUSZCZALNOŚCI.

Przed przystąpieniem do wykonywania zajęć laboratoryjnych RR3 należy opanować podstawy teoretyczne wymienione poniżej, przeanalizować ćwiczenia opisane w instrukcji wykonawczej oraz rozwiązać zadania przygotowujące.

1. Podstawy teoretyczne do opracowania:

- Równowagi ustalające się pomiędzy fazą stałą a roztworem nasyconym;
- Iloczyn rozpuszczalności;
- Rozpuszczalność związków trudno rozpuszczalnych;
- Strącanie związków trudnorozpuszczalnych;
- Wpływ temperatury, siły jonowej, pH roztworu na rozpuszczalność związku trudnorozpuszczalnego.

Literatura:

Skrypt „[Równowagi chemiczne w roztworach wodnych](#)”

A. Hulanicki, *Reakcje kwasów i zasad w chemii analitycznej*, PWN, 2012

Z. Galus (red.), *Ćwiczenia rachunkowe z chemii analitycznej*, PWN, 2005

Podstawowy sprzęt laboratoryjny: probówki, łaźnia wodna, łapa laboratoryjna, bagietka, tryskawka, palnik gazowy, pipetka polietylenowa, wirówka laboratoryjna.

Podstawowe czynności laboratoryjne: mycie szkła laboratoryjnego, przeprowadzanie reakcji chemicznych w małej skali, dekantacja, ogrzewanie probówek bezpośrednio w płomieniu palnika oraz w łaźni wodnej.

Literatura:

Skrypt „[Podstawy techniki pracy laboratoryjnej](#)”

2. Analiza instrukcji wykonania ćwiczenia RR3

Przeanalizuj sposób wykonania poszczególnych doświadczeń i zastanów się nad następującymi aspektami: jakie warunki muszą zostać spełnione, aby osad związku trudnorozpuszczalnego strącił się; co to jest roztwór nasycony oraz przesycony; w jaki sposób można przygotować roztwór nasycony chromianu(VI) srebra(I); jakie czynniki wpływają na rozpuszczalność związku trudnorozpuszczalnego, obecność jakich jonów może wpływać na rozpuszczalność związków trudnorozpuszczalnych i dlaczego?

3. Przykładowe zadania do samodzielnego rozwiązania

1. Do 1 ml roztworu azotanu(V) baru o stężeniu 0,001M dodano 1 ml roztworu siarczanu(VI) potasu o stężeniu 0,2M. Oszacuj stężeniu jonów baru w tak otrzymanym roztworze.

$$K_{so}(\text{BaSO}_4) = 1,0 \cdot 10^{-10}$$

2. Opisz sposób otrzymania nasyconego roztworu PbI_2 (o sile jonowej $I < 0,01$) mając do dyspozycji: 0,1 M roztwór $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, 1M roztwór KI, wodę destylowaną i dowolnie wybrany

sprzęt laboratoryjny (np. probówki, tryskawkę, cylinder miarowy, wirówkę laboratoryjną). Krótko uzasadnij kolejność wykonywanych czynności. Oblicz siłę jonową otrzymanego roztworu. $K_{so}(\text{PbI}_2) = 8,5 \cdot 10^{-9}$

4. Zadania fakultatywne do samodzielnego rozwiązania

1. Do probówki wprowadzono po 5 cm^3 roztworów $0,1 \text{ M Pb}(\text{NO}_3)_2$ oraz $2 \text{ M Na}_2\text{SO}_4$. Wytrącony biały osad oddzielono od roztworu i przemyto dwukrotnie wodą destylowaną. Następnie do probówki z osadem dolano 2 cm^3 wody destylowanej i zawartość probówki wytrząsano przez dłuższy czas. Do czystej probówki pobrano 1 cm^3 roztworu z osadu i dodano $0,03 \text{ cm}^3$ $0,1 \text{ M K}_2\text{CrO}_4$. Czy wytrącił się osad PbCrO_4 ? Odpowiedź uzasadnij wykonując stosowne obliczenia.
2. W dziennikach laboratoryjnych dwóch studentów znalazły się schematyczne zapisy z wykonania doświadczenia nr 2 ([opisanego w instrukcji do ćwiczenia RR3](#)), które można przedstawić w formie opisowej następująco:

Student 1: do dużej probówki dodano 1 kroplę $0,1 \text{ M K}_2\text{CrO}_4$, 1 kroplę $0,1 \text{ M NaCl}$ oraz 10 cm^3 wody destylowanej. Następnie do probówki dodano 1 kroplę $0,1 \text{ M AgNO}_3$ i zaobserwowano wytrącenie się niewielkiej ilości wielokolorowego osadu w postaci barwnej smugi, która u góry była ciemnobrunatna, a w dolnej części probówki jasna – jasnożółta lub biała (jednoznaczne określenie barwy było trudne ze względu na małą ilość osadu oraz żółtą barwę roztworu). Po pewnym czasie osady znikły, a w probówce można było zauważyć jedynie lekkie zmętnienie (o trudnej do ustalenia barwie). Dodawanie kolejnych kropli roztworu AgNO_3 dawało podobny efekt, przy czym roztwór stawał się coraz bardziej mętny, a jego barwa była coraz ciemniejsza. Po dodaniu 10-ej kropli AgNO_3 w roztworze był widoczny jedynie ciemnobrunatny osad.

Student 2: do dużej probówki dodano 1 kroplę $0,1 \text{ M K}_2\text{CrO}_4$, 1 kroplę $0,1 \text{ M NaCl}$ oraz 10 cm^3 wody destylowanej. Roztwór wymieszano za pomocą bagietki uzyskując klarowny roztwór o barwie żółtej. Następnie do probówki dodano 1 kroplę $0,1 \text{ M AgNO}_3$ i roztwór wymieszano bardzo dokładnie za pomocą bagietki w całej objętości. W probówce zaobserwowano lekkie zmętnienie roztworu, przy czym jednoznaczne ustalenie barwy zmętnienia było trudno, ale bez wątplenia osad miał jasną barwę. Dodanie kolejnych dwóch kropli roztworu AgNO_3 i obserwacja dokonana po ujednorodnieniu roztworu w całej objętości probówki pozwoliła ustalić, że strącony osad ma barwę białą. Po dodaniu 5 kropli AgNO_3 i wymieszaniu zawartości probówki stwierdzono, że osad zaczyna przyjmować ciemniejszą barwę. Po dodaniu 10-ej kropli AgNO_3 i wymieszaniu zawartości probówki widoczny był jedynie ciemnobrunatny osad.

- a) Wyjaśnij, który student poprawnie wykonał doświadczenie. Odpowiedź uzasadnij i omów przyczyny różnic w dokonanych obserwacjach.
- b) O czym świadczy obserwacja smugi wielobarwnego osadu w roztworze u studenta nr 1?

- c) Czy na podstawie opisów obserwacji dokonanych przez obu studentów można ustalić, który osad strącił się jako pierwszy? Sformułuj na tej podstawie odpowiedni wniosek.
- d) Oblicz stężenia jonów chlorkowych i chromianowych w roztworze uzyskanym po zmieszaniu 1 kropli 0,1 M K_2CrO_4 , 1 kropli 0,1 M $NaCl$ oraz 10 cm^3 wody destylowanej. Oblicz przy jakim stężeniu jonów srebra(I) strąca się osady – $AgNO_3$ i Ag_2CrO_4 ? Załóż addytywność objętości i przyjmij, że objętość jednej kropli wynosi około 0,05 cm^3 . Czy wyniki uzyskane w oparciu o obliczenia teoretyczne potwierdzają obserwacje wykonane przez studenta, który poprawnie wykonał doświadczenie? Odpowiedź uzasadnij.
- e) Zaproponuj doświadczenie, które pozwoliłoby ustalić „który osad strąci się przy mniejszym stężeniu jonów Ba^{2+} – $BaSO_4$ czy BaC_2O_4 ?”.
3. Do 20,0 cm^3 roztworu $Pb(NO_3)_2$ o stężeniu 0,150 $mol \cdot dm^{-3}$ dodawano porcjami po 2,0 cm^3 roztwór $CaCl_2$ o stężeniu 0,020 $mol \cdot dm^{-3}$. W sumie dodano 20,0 cm^3 roztworu $CaCl_2$. Przedstaw na papierze milimetrowym wykres iloczynu jonowego $PbCl_2$ w funkcji objętości dodawanego roztworu $CaCl_2$. Załóż addytywność objętości. Na podstawie wykresu wyznacz graficznie objętość roztworu $CaCl_2$, przy której zaczął strącać się osad $PbCl_2$. Zweryfikuj otrzymaną wartość, obliczając ją w sposób analityczny na podstawie iloczynu rozpuszczalności.
- $$K_{so}(PbCl_2) = 1,60 \cdot 10^{-5}$$