

M3 – BADANIE WŁAŚCIWOŚCI ZASADOWYCH ANIONÓW

Przed przystąpieniem do wykonywania zajęć laboratoryjnych M3 należy opanować podstawy teoretyczne przedstawione poniżej, przeanalizować ćwiczenia opisane w instrukcji wykonawczej oraz rozwiązać zadania przygotowujące.

1. Podstawy teoretyczne do opracowania:

- mocne i słabe kwasy/zasady (podział w oparciu o pK_a/pK_b);
- własności kwasowo-zasadowe drobin w roztworze wodnym;
- miareczkowanie alkacymetryczne – przebieg reakcji zobojętniania zasady Brönsteda kwasem (zmiana pH w funkcji ilości dodanej zasady);
- punkt równoważnikowy oraz punkt końcowy miareczkowania;
- metody wyznaczania punktu końcowego miareczkowania (potencjometrycznego oraz konduktometrycznego);
- metody wyznaczania pK_a/pK_b słabej zasady lub słabego kwasu w oparciu o krzywą miareczkowania potencjometrycznego;
- zastosowanie miareczkowania alkacymetrycznego w analizie ilościowej;
- potencjometryczny pomiar pH.

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

Ogólnodostępne źródła pod hasłami:” miareczkowanie potencjometryczne”

Podstawowy sprzęt laboratoryjny: pipeta jednomiarowa, biureta, zlewka, gruszka, elektroda szklana, pH-metr, mieszadło magnetyczne, tryskawka.

Podstawowe czynności laboratoryjne: mycie szkła laboratoryjnego, obsługa biurety, kalibracja elektrody szklanej, pomiar potencjometryczny.

Literatura:

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

2. Analiza instrukcji wykonania ćwiczenia M3

Po przeanalizowaniu podstaw teoretycznych zastanów się nad następującymi aspektami przeprowadzanych ćwiczeń: na czym polega miareczkowanie potencjometryczne, co należy zrobić z elektrodą pH-metryczną przed użyciem jej do pomiarów, jak mocujemy elektrodę szklaną, dlaczego należy obchodzić się z nią ostrożnie, co to jest titrant i jakie cechy powinien wykazywać, jaki roztwór jest titrantem w wykonywanym ćwiczeniu, czy ilość badanego roztworu odmierzamy cylindrem czy pipetą jednomiarową i dlaczego, czy w trakcie miareczkowania mieszamy badany roztwór jeśli tak to w jaki sposób, kiedy odczytamy wartość pH na pehametrze, w jaki sposób dodajemy titrant i jak te ilości związane są z przebiegiem zmian pH badanego roztworu, jakie wyniki zapisujemy aby uzyskać wymagany wykres a następnie wyznaczyć wskazane parametry?

3. Przykładowe zadania do samodzielnego rozwiązania

1. Naskicuj krzywą miareczkowania 20 cm³ 0,20 M roztworu octanu sodu za pomocą 0,20 M roztworu HCl. Oblicz pH w punkcie początkowym i równoważnikowym miareczkowania. Zaznacz charakterystyczne wartości pH dla $V = 0, 10$ i 20 cm³ na osiach V i pH.

- Opisz sposób wyznaczenia stałej dysocjacji K_{a1} dla kwasu fosforowego(V) przez zmiareczkowanie roztworu K_2HPO_4 za pomocą kwasu solnego. Naszkicuj odpowiedni wykres i pokaż sposób wyznaczania stałej z wykresu.
- Naszkicuj wykres miareczkowania pH-metrycznego kwasu octowego za pomocą 0,10 M NaOH. Zaznacz trzy najistotniejsze punkty na wykresie. $pK_a = 4,75$
- 20 cm^3 roztworu amoniaku o stężeniu $0,50\text{ mol/dm}^3$ rozcieńczono wodą do objętości 100 cm^3 i roztwór miareczkowano roztworem HCl o stężeniu $0,50\text{ mol/dm}^3$. Oblicz wartość pH przed miareczkowaniem i w punkcie równoważnikowym miareczkowania.
 $pK_a(\text{NH}_4^+) = 9,2$
- Miareczkowanie potencjometryczne należy prowadzić przy ciągłym mieszaniu roztworu. Należy to robić:
 - Mieszając roztwór przy pomocy bagietki
 - Mieszając roztwór przy pomocy elektrody szklanej
 - Mieszając roztwór przy pomocy mieszadła magnetycznego.
 Wskaż poprawną odpowiedź. Wybór uzasadnij.

4. Zadania fakultatywne do samodzielnego rozwiązania

- Narysuj schemat budowy elektrody szklanej zespolonej (kombinowanej) i opisz wszystkie istotne elementy zarówno elektrody wskaźnikowej jak i elektrody odniesienia (referencyjnej).
- Oszacuj wartość pH (w temperaturze 25°C) poniższych roztworów o stężeniu 0,2 M:
 - węglanu sodu Na_2CO_3 (H_2CO_3 : $pK_{a1} = 6,35$; $pK_{a2} = 10,33$)
 - octanu sodu CH_3COONa (CH_3COOH : $pK_a = 4,76$)
- Trzem studentom polecono oznaczenie ilości moli otrzymanego kwasu octowego i wyznaczenie jego pKa. Każdy z nich dostał pewną ilość kwasu (ok. 0,5 g „esencji octowej”) w kolbie miarowej o pojemności 50 cm^3 statyw z biuretą, pH-metr / konduktometr, elektrodę szklaną, naczynko konduktometryczne, mieszadło magnetyczne, a także pipety miarowe o różnych pojemnościach, zlewki, cylindry miarowe i inny sprzęt dostępny w szafkach. Do dyspozycji dostali również wodne roztwory 0,10 M NaOH i 0,10 M NH_3 .
 Studenci wykonali zadanie w następujący sposób:
 student A: miareczkowanie konduktometryczne, titrant 0,10 M NaOH
 student B: miareczkowanie potencjometryczne, titrant 0,10 M NaOH
 student C: miareczkowanie konduktometryczne, titrant 0,10 M NH_3 .
 Naszkicuj kształt wszystkich krzywych miareczkowania otrzymanych przez studentów, zaznaczając punkt końcowy. Który z nich poprawnie wykonał zadanie? Uzasadnij odpowiedź, wskazując błędy popełnione przez pozostałych studentów.
- Zaproponuj doświadczenie pozwalające wyznaczyć masę molową pewnego tlenowego kwasu chloru. Do wykonania doświadczenia masz do dyspozycji następujący sprzęt i odczynniki: statyw z biuretą, konduktometr, elektrodę konduktometryczną, mieszadło magnetyczne, a także pipety miarowe o różnych pojemnościach, zlewki, cylindry miarowe, tryskawkę z wodą destylowaną, roztwór badanego kwasu o stężeniu 35,0%_{wag} (o gęstości $1,20\text{g/cm}^3$), wodne roztwory 0,10 M NaOH i 0,10 M NH_3 . Opisz dokładnie wszystkie etapy postępowania. Narysuj wykres przedstawiający wykonane miareczkowanie oraz wyznacz punkt końcowy miareczkowania. Podaj sposób wyznaczenia masy molowej tego kwasu.
- Wykonano miareczkowanie potencjometryczne 20 ml roztworu Na_2HPO_4 o nieznanym stężeniu za pomocą roztworu HCl o stężeniu 0,100 M. Na podstawie krzywej miareczkowania wyznaczono punkt końcowy odpowiadający zobojętnieniu zasady Brönsteda, który przypadł na objętość $V = 19,4\text{cm}^3$. W poniższej tabeli przedstawiono

wybrane punkty z krzywej miareczkowania. Oblicz stężenie początkowe roztworu Na_2HPO_4 i wyznacz wartość pK_b anionu. Odpowiedź uzasadnij. Jeśli jest to możliwe, oszacuj pierwszą stałą dysocjacji kwasu H_3PO_4 na podstawie wyników. Przedstaw tok rozumowania.

$V_{\text{HCl}} / \text{cm}^3$	0,0	9,7	19,4	29,1
pH	9,0	6,8	4,6	2,3

6. Porównaj i uszereguj względem rosnących właściwości zasadowych drobiny: CH_3COO^- , Cl^- , PO_4^{3-} , HPO_4^{2-} , H_2PO_4^- . Odpowiedź uzasadnij.

M4 - Równowagi w roztworach wodnych.