

M1 – POMIAR PRZEWODNOŚCI ELEKTROLITYCZNEJ. DYSOCJACJA.

ELEKTROLITY I NIEELEKTROLITY.

Przed przystąpieniem do wykonywania zajęć laboratoryjnych M1 należy opanować podstawy teoretyczne wymienione poniżej, przeanalizować ćwiczenia opisane w instrukcji wykonawczej oraz rozwiązać zadania przygotowujące.

1. Podstawy teoretyczne do opracowania:

- dysocjacja elektrolityczna oraz jej wpływ na przewodność roztworu elektrolitu;
- jony w roztworze w wodnym (budowa, właściwości, oddziaływanie jonów z cząsteczkami rozpuszczalnika); siła jonowa roztworu;
- równowagi ustalające się w roztworze słabego elektrolitu; stała dysocjacji;
- stopień dysocjacji; prawo rozcieńczeń Ostwalda – zależność stopnia dysocjacji od stężenia;
- konduktancja, przewodnictwo właściwe oraz przewodnictwo molowe; czynniki wpływające na przewodnictwo elektrolityczne;
- przewodnictwo graniczne; prawo niezależnej wędrówki jonów (prawo Kohlrauscha).

Literatura:

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

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

E. Schweda, *Chemia nieorganiczna*, t. 2, MedPharm 2014 (rozdział 2.6)

Ogólnodostępne źródła pod hasłami „przewodnictwo elektrolityczne”, „przewodnictwo molowe”, „przewodnictwo graniczne elektrolitów”, „prawo Kohlrauscha”.

Podstawowy sprzęt laboratoryjny: pipeta miarowa, kolba miarowe, cylinder miarowy, termometr laboratoryjny, czujnik konduktometryczny, konduktometr (typ OK-102 oraz CPC-411), mieszadło magnetyczne.

Podstawowe czynności laboratoryjne: przygotowywanie roztworów o określonym stężeniu, pomiar przewodności elektrolitycznej roztworu.

Literatura:

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

Instrukcje obsługi konduktometrów – [OK-102](#) oraz [CPC-411](#).

2. Uwagi do części doświadczalnej:

Przeanalizuj sposób wykonania poszczególnych doświadczeń i zastanów się nad następującymi aspektami poruszonymi podczas doświadczeń: jaka jest zasada pomiaru przewodności

elektrolitycznej; jak wyznaczyć wartość stałej czujnika konduktometrycznego (naczyńka konduktometrycznego); jak przygotować roztwór o określonym stężeniu ze stałej soli; jak przygotować roztwór mianowany przez rozcieńczenie; od czego zależy przewodnictwo elektrolityczne roztworu; czy można zastosować pomiar przewodności do wyznaczania punktu końcowego podczas miareczkowania alkacymetrycznego lub w analizie strąceniowej?

Zastanów się, jakiego szkła będziesz potrzebować do wykonania doświadczeń, nie tylko jeśli chodzi o przygotowanie roztworów, ale także odnośnie części pomiarowej? W jakim naczyniu będziesz prowadzić pomiary? Czy naczynie do pomiarów musi być suche? Jak należy postępować z czujnikiem konduktometrycznym, jak umieścisz elektrodę konduktometryczną w naczyniu pomiarowym? Jak zmierzyć temperaturę roztworu?

Czy w doświadczeniu nr 1 można do pomiaru konduktancji wykorzystać miernik CPC-411? Jeśli tak, to w jaki sposób można taki pomiar zrealizować?

Jaka jest kolejność wykonywania pomiarów przewodności badanych roztworów w ćwiczeniu nr 2? Czy kolejność jest dowolna, a jeśli nie, to w jakiej kolejności należy wykonać te pomiary? Z czego wynika ta kolejność? W jakim naczyniu będziesz prowadzić reakcję pomiędzy roztworami kwasu i zasady w ćwiczeniu nr 3? Jak będziesz odmierzać kolejne porcje zasady dodawanego do roztworu kwasu?

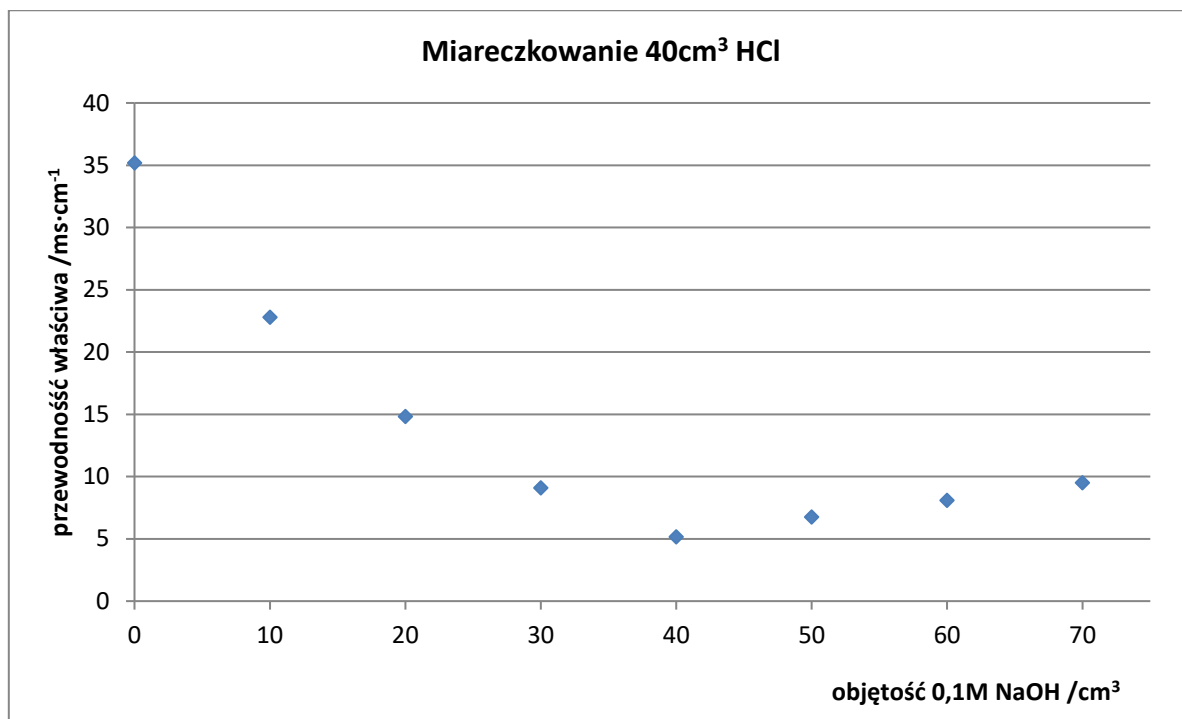
Analiza zagadnień w ćwiczenie nr 3 – elektrolity mocne i słabe w reakcjach zobojętnienia

Do zastanowienia przed wykonaniem doświadczenia:

- czy można w trakcie pomiaru zmieniać elektrodę konduktometryczną lub konduktometr?
- jaki typ przewodności będziesz mierzyć w tym doświadczeniu?
- dlaczego ważne jest dobre wymieszanie roztworów?

Do zastanowienia i policzenia:

- Zastanów się jaki przebieg będą miały krzywe dla badanych w doświadczeniu układów: HCl – NaOH i CH₃COOH – NH₃(aq).
- Oblicz całkowite stężenie jonów w każdym z badanych roztworów.
Potrzebne dane: pK_a CH₃COOH = 4,75 pK_b NH₃(aq) = 4,76
- Dla każdego badanego układu narysuj wykres: sumaryczne stężenie jonów w funkcji objętości dodanego roztworu NH₃(aq) lub NaOH.
- Porównaj poniższy wykres przewodności w funkcji objętości dodanego roztworu NaOH do wykresu sumarycznego stężenia jonów w funkcji objętości zasady. Sformułuj wnioski.



- Czy dla powyższej zależności można wyznaczyć punkt, w którym nastąpiło zobojętnienie kwasu (jeśli tak to proszę to zrobić)?
- Zastanów się czy dla pozostałych kombinacji (słaby kwas–mocna zasada, mocny kwas–słaba zasada) można wyznaczyć punkty zobojętnienia?

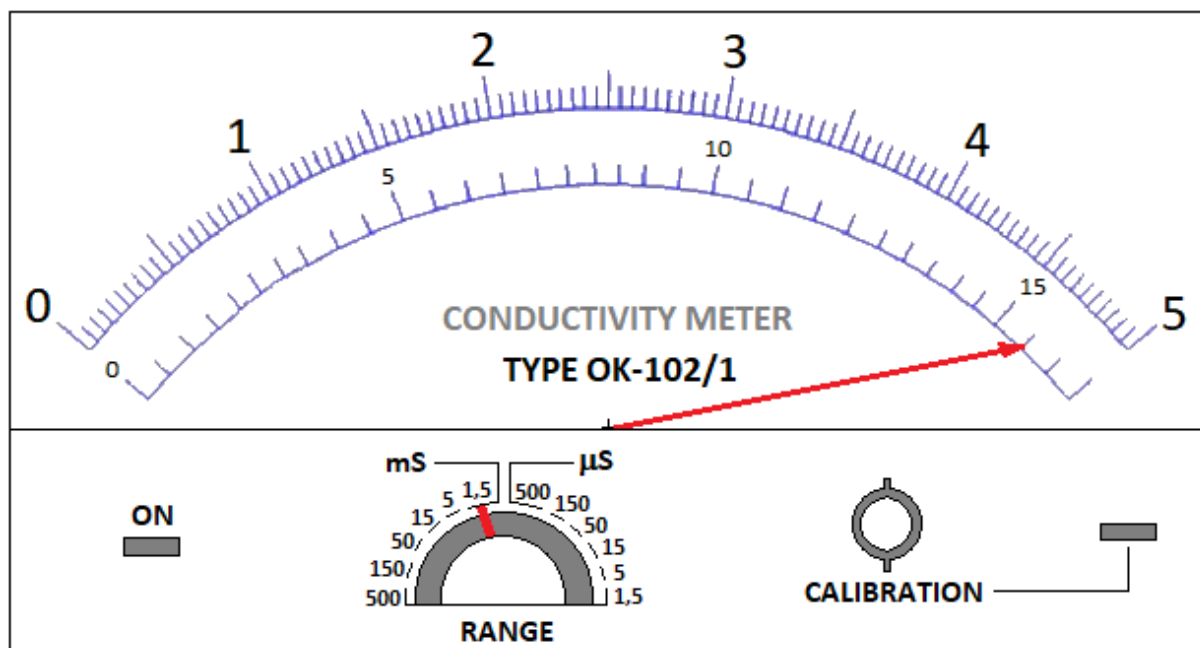
3. Przykładowe zadania do samodzielnego rozwiązania

1. Dysponując stałym NaCl, wagą techniczną o dokładności $\pm 0,1$ g, kolbami miarowymi o objętości 50 cm³, pipetami miarowymi o objętości 5, 10, 20 i 25 cm³ oraz podstawowym sprzętem laboratoryjnym przygotuj 50 cm³ roztworu tej soli o stężeniu 0,002 mol/dm³. Przedstaw niezbędne obliczenia oraz opisz dokładnie sposób przygotowania tego roztworu.
2. Na podstawie danych z poniższej tabeli naszkicuj wykres zależności przewodności właściwej ($\mu\text{S}/\text{cm}$) od objętości (cm³) dodawanego 0,1 M kwasu siarkowego (VI) do 20 cm³ roztworu chlorku baru. Następnie:

V /cm ³	0,0	5,0	10,0	13,0	14,0	15,0	18,0	22,0	25,0
$\kappa / \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$	969	607	251	56	10	64	349	714	968

- a) Napisz reakcję zachodzącą podczas dodawania H₂SO₄ do BaCl₂ – cząsteczkowo i jonowo.
- b) Wskaż punkt, w którym reakcja zaszła całkowicie i określ przy jakiej objętości dodanego kwasu to nastąpiło.
- c) Oblicz stężenie użytego roztworu BaCl₂.

3. Poniższy rysunek przedstawia obraz konduktrometru OK-102/1 podczas pomiaru konduktancji roztworu KCl o stężeniu $0,01 \text{ mol/dm}^3$ w temperaturze $23,3^\circ\text{C}$. Odczytaj zmierzoną wartość przewodności (uwaga: zwróć uwagę na zakres pomiarowy oraz jednostki w jakich dokonywany jest pomiar).



Zależność przewodności właściwej κ ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) dla $0,01 \text{ M KCl}$ od temperatury ($^\circ\text{C}$) opisuje równanie: $\log \kappa = \frac{4,2733 \cdot (73,0 + t)}{(108,0 + t)}$. Wyznacz stałą czujnika konduktometrycznego.

4. Zadania fakultatywne do samodzielnego rozwiązania

1. Proszę zaproponować doświadczenie pozwalające doświadczalnie sprawdzić czy dla roztworu MgCl_2 spełniona jest zależność:

$$\Lambda = \Lambda_0 + k \cdot \sqrt{c}$$

gdzie: Λ – przewodność molowa, Λ_0 – przewodność graniczna, c – stężenie molowe; k – stała.

Do wykonania ćwiczenia można użyć następujących odczynników: stałego $\text{MgCl}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ ($5 \leq x \leq 7$), $0,100 \text{ M KCl}$ oraz sprzętu laboratoryjnego – konduktrometru OK-102 wraz z elektrodą konduktometryczną, termometru, pipet miarowych $5, 10, 20$ oraz 25 cm^3 , wagi technicznej (o dokładności $\pm 0,1 \text{ g}$), kolb miarowych oraz drobnego sprzętu laboratoryjnego (zlewki, tryskawki z wodą destylowaną, bagietki, itd.).

Należy przedstawić w punktach plan wykonania doświadczenia, podając najistotniejsze operacje, w tym używane naczynia (szczególnie miarowe) oraz sposób opracowania uzyskanych wyników.

Przydatne dane:

Zależność stężenia molowego C_m ($\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$) od gęstości roztworu d ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$) chlorku magnezu w temperaturze 20°C w zakresie gęstości $1,06 \div 1,30 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ opisuje równanie: $C_m = 14,829 \cdot d - 14,933$

Rozpuszczalność $\text{MgCl}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ wynosi: $167 \text{ g} / 100 \text{ g wody}$ (20°C)

Zależność przewodności właściwej - κ ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) 0,01 M KCl od temperatury - t ($^{\circ}\text{C}$) opisuje równanie:

$$\kappa = 771,71 + 23,604 \cdot t + 0,0729 \cdot t^2$$

Masy molowe: Mg – 24,00 g/mol, Cl – 35,50 g/mol, O – 16,00 g/mol, H – 1,008 g/mol

2. Naczynie do pomiaru przewodnictwa elektrolitów cechowano roztworem KCl o stężeniu $0,10 \text{ mol/dm}^3$, którego przewodnictwo właściwe wynosi $0,0128 \Omega^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$ w temperaturze 25°C . Opór elektryczny tego roztworu w naczyniu w tej samej temperaturze wynosi 460Ω , natomiast roztworu NaNO_3 o stężeniu $0,10 \text{ mol/dm}^3$ 980Ω . Oblicz przewodnictwo molowe (wyrażone w $\text{S}\cdot\text{cm}^2\cdot\text{mol}^{-1}$) obu badanych roztworów.