

Odczynniki chemiczne i sprzęt laboratoryjny:

- Odczynniki:
 - 0,001 M KCl
 - 0,01 M KCl
 - 0,1 M KCl
 - 0,1 M CH₃COOH
 - Woda dwukrotnie destylowana
- Szkło laboratoryjne: - jak do tej pory +
 - zlewki 50 ml x6
 - pipety wielomiarowe 25 ml x3
- Sprzęt laboratoryjny
 - Konduktometr + elektroda

Uwaga! W ćwiczeniu pracujemy wyłącznie na wodzie dwukrotnie destylowanej!

Uwaga! Przed przystąpieniem do ćwiczenia elektrodę konduktometryczną powinno się stale płukać wodą dwukrotnie destylowaną do osiągnięcia stałej wartości przewodności.

Część 1. Wyznaczanie stałej naczynka

Wykonanie ćwiczenia:

1. W trzech zlewkach umieścić roztwory KCl o stężeniach 0,001 M, 0,01 M oraz 0,1 M.
2. Dokładnie umyć celę konduktometryczną, przepłukać ją wodą dwukrotnie destylowaną, a następnie roztworem 0,001 M KCl.
3. Wlać do celi konduktometrycznej odpowiednią ilość roztworu 0,001 M KCl tak, aby elektrody były całkowicie zanurzone w roztworze.
Upewnić się, że poziom roztworu znajduje się wyraźnie powyżej płytek elektrod oraz że elektrody nie dotykają dna ani ścianek zlewki.
4. Zmierzyć przewodność danego roztworu. Wykonać 3 pomiary dla danego stężenia.
5. Dokładnie umyć celę i powtórzyć powyższą procedurę dla pozostałych dwóch roztworów.
6. Wyniki zanotuj w tabeli

Lp.	Stężenie KCl [mol/dm ³]	Przewodność [ohm ⁻¹]			Średnia Przewodność [ohm ⁻¹]	Stała naczynka [cm ⁻¹]
1.	0,001					
2.	0,01					
3.	0,1					

Opracowanie wyników:

Dla roztworu 0,001 M KCl:

Przewodność właściwa (konduktywność z tabeli) = $\Omega^{-1}\cdot\text{cm}^{-1}$

Przewodność zmierzona = ohm^{-1} .

Stała naczynka = cm^{-1} .

Tabela 1. Wartości przewodności właściwej (konduktywności) roztworów KCl ($\Omega^{-1}\cdot\text{cm}^{-1}$)

Stężenie KCl [mol/dm ³]	18°C	20°C	25°C
0,001	0,0001271	0,0001326	0,0001469
0,010	0,0012250	0,0012780	0,0014150
0,020	0,0024000	0,0025000	0,0027000
0,100	0,0111900	0,0116700	0,0128860
1,000	0,0982200	0,1021000	0,1117300

Część 2. Weryfikacja prawa Debye-Huckela-Onsagera

Wykonanie ćwiczenia:

1. Przygotować 7 dwukrotnych rozcieńczeń roztworu 0,1 M KCl.
2. Przygotować 7 dwukrotnych rozcieńczeń roztworu 0,1 M CH₃COOH.
3. Zmierzyć przewodnictwa obu serii roztworów, rozpoczynając pomiary od roztworów najbardziej rozcieńczonych. Dla danego stężenia pomiar należy przeprowadzić minimum 2 razy, a najlepiej 3 i następnie wyciągnąć wartość średnią.

Opracowanie wyników:

1. Obliczyć różnice zmierzonych przewodnictw roztworów elektrolitów i wody destylowanej użytej do rozcieńczeń (korekta na przewodnictwo wody).
2. Obliczyć:
 - a. przewodnictwo właściwe roztworów: κ ,
 - b. przewodnictwo równoważnikowe (molowe) roztworów: Λ .
3. Sporządzić wykres zależności:
 - a. dla mocnego elektrolitu: Λ w funkcji $c^{1/2}$,
 - b. dla słabego elektrolitu: Λ w funkcji $c^{1/2}$.
4. Dla mocnego elektrolitu:
 - a. wyznaczyć metodą ekstrapolacji do $c \rightarrow 0$ wartość granicznego przewodnictwa Λ^0 ,
 - b. wyznaczyć współczynnik kierunkowy prostej.
5. Następnie:
 - a. porównać wyznaczone Λ^0 z wartością obliczoną z granicznych przewodnictw jonowych,
 - b. porównać współczynnik kierunkowy z wartością teoretyczną wyznaczoną z równania (12).
6. Graniczne przewodnictwo równoważnikowe obliczać ze wzoru:

$$\Lambda^0 = \lambda_+^0 + \lambda_-^0$$

Wartości λ^0 oraz współczynnika β (do zależności typu Debye'a-Hückla-Onsagera) podano w tabeli

Jon	λ^0	β
H ⁺	349,7	0,0142
K ⁺	73,5	0,0173
Na ⁺	50,1	0,0208
OH ⁻	198,3	0,0196
CH ₃ COO ⁻	40,9	0,0206
Cl ⁻	76,35	0,0194

7. Drugą wartość Λ_0 dla KCl wyznaczyć metodą funkcji ekstrapolacyjnej Shedlovsky'ego $\frac{\Lambda + A\sqrt{c}}{1 - B\sqrt{c}} = f(c)$ (równanie (13)) i ekstrapolować do $c=0$. Porównać obie wartości granicznego przewodnictwa równoważnikowego
8. Dla mocnego elektrolitu obliczyć dla każdego roztworu wartości przewodnictwa $g = \frac{\Lambda}{\Lambda_0}$ i porównać z wartościami teoretycznymi obliczonymi na podstawie równania (12).
9. Dla słabego elektrolitu obliczyć graniczne przewodnictwo równoważnikowe z granicznych przewodnictw jonowych (wg tabeli 2).
10. Obliczyć stopień dysocjacji α dla każdego z 7 rozcieńczeń słabego elektrolitu i wykreślić go w funkcji stężenia. Do obliczeń α zastosować metodę kolejnych przybliżeń. Równanie (19) można zapisać w postaci:

$$\Lambda' = \Lambda_0 - (A + B\Lambda_0) \sqrt{\frac{\Lambda}{\Lambda'} \cdot c}$$

Procedura przybliżeń:

- w pierwszym przybliżeniu przyjąć w powyższym wyrażeniu, że wartość w pierwiastku (lub w poprawce) odpowiada Λ_0 (z granicznych przewodnictw jonowych)
 - Podstawiając doświadczalne wartości Λ i stężenia obliczyć Λ' z równania (24).
 - Obliczoną wartość Λ' podstawić do wyrażenia pod pierwiastkiem i obliczyć kolejną wartość równania (24).
 - Obliczenia powtarzać dotąd, dopóki Λ' nie będzie stałe. Wówczas stopień dysocjacji wynosi $\alpha = \Lambda/\Lambda'$.
11. Dla wszystkich stężeń obliczyć stałą dysocjacji kwasu octowego z prawa rozcieńczeń Ostwalda, a wartość średnią porównać z wartością tablicową ($1,754 \cdot 10^{-5}$ w temp. 25 °C):
12. Zestawić wszystkie obliczenia w tabeli.

Lp.	c [mol/dm ³]	$L_r - L_w$ [S]	κ [S/cm]	Λ [cm ² /ohm·mol]	$(\Lambda + Ac^{1/2}) / (1 - Bc^{1/2})$ [cm ² /ohm·mol]	g lub α [-]	K_α
1							
2							
3							
4							

5							
6							
7							

Dyskusja wyników:

1. Wyjaśnić różnice w przebiegu krzywych $\Lambda = f(\sqrt{c})$ dla elektrolitu mocnego i słabego i wynikające stąd konsekwencje odnośnie granicznego przewodnictwa molowego.
2. Porównać wyznaczone doświadczalnie graniczne przewodnictwa molowe Λ_0 i Λ_0^{Sh} z wartością obliczoną teoretycznie i wyciągnąć odpowiednie wnioski.
3. W oparciu o oddziaływania międzycząsteczkowe wytłumaczyć zmiany współczynnika przewodnictwa ze zmianami stężenia roztworu elektrolitu.
4. Wyprowadzić równanie na stałą dysocjacji słabego elektrolitu (prawo rozcieńczeń Ostwalda) i wykazać związek stopnia dysocjacji ze stężeniem elektrolitu (przyjąć równanie dla elektrolitów bardzo słabych, których $\alpha \ll 1$ a wówczas $K = \alpha^2 \cdot c$). Porównać zmiany stopnia dysocjacji uzyskane doświadczalnie ze zmianami przewidywanymi według prawa rozcieńczeń Ostwalda.
5. Podać jakie parametry wpływają na stałą dysocjacji i na tej podstawie wytłumaczyć możliwe różnice wartości doświadczalnych stałej od wartości tablicowej.