

## Instrukcja do ćwiczenia 3 BL

### BADANIE POTENCJAŁÓW ELEKTRYCZNYCH W UKŁADACH MEMBRANOWYCH

**I. Cel ćwiczenia:** zapoznanie się ze zjawiskami: dyfuzji jonów i zagadnieniem równowagi Nernsta powstającej w układach roztworów jonów przedzielonych membraną selektywną, powstawania potencjałów elektrycznych w układach membranowych.

Zadaniem praktycznym ćwiczenia jest przeprowadzenie pomiarów równowagowej różnicy potencjałów elektrycznych powstającej na membranie jonoselektywnej (kationowej) przy kilku wybranych stężeniach roztworów KCl lub NaCl.

Następnie porównanie zmierzonych wartości potencjałów membranowych -  $E_z$  z wartościami obliczonymi -  $E_o$  na podstawie równania Nernsta-Plancka.

Równanie na różnicę potencjałów elektrycznych przy zastosowaniu membrany kationoselektywnej posiada następująca postać:

$$E_o = 0.2 \text{ mV/K} \cdot T \cdot \log_{10} (a_1 / a_2) \quad (1)$$

gdzie  $a_1 = f_1 \cdot C_1$  i  $a_2 = f_2 \cdot C_2$  są aktywnościami roztworów o stężeniach  $C_1$  i  $C_2$ ,  $f_1$  i  $f_2$  są współczynnikami aktywności roztworów odpowiednio o stężeniach  $C_1$  i  $C_2$  (odczyt wartości danych współczynników z tabeli 2 zawartej w instrukcji, natomiast  $T$  stanowi zmierzoną temperaturę (w skali Kelwina) roztworów w komorze Ussinga.

## II. Przebieg pomiarów.

**II.1. Przyrządy pomiarowe i roztwory:** 1. Multimetr cyfrowy - Peak Tech 2005, 2. Interfejs Cobra 4 - Chemistry PHYWE, 3. Zbiorniki pomiarowe komory Ussinga przedzielone membraną kationo-selektywną. 4. Elektrody chlorosrebrowe (Ag/AgCl) – 2 szt. 5. czujnik temperatury - Pt 100. 6. Roztwory NaCl, KCl o stężeniach: 1 mol/dm<sup>3</sup>, 0.1 mol/dm<sup>3</sup>, 0.01 mol/dm<sup>3</sup>, 0.001 mol/dm<sup>3</sup>.

## II.2. Układ pomiarowy:

Zbiorniki komory Ussinga są napełnione roztworami soli (NaCl lub KCl) o różnych stężeniach, przedzielone membraną kationo-selektywną. Dwie jednakowe elektrody chlorosrebrowe umieszczone w obu roztworach łączymy z multimetrem (miliwoltomierzem). W takim układzie wskazanie miliwoltomierza jest pomiarem różnicy potencjałów elektrycznych pomiędzy powierzchniami membrany.

## II.3. Czynności pomiarowe:

1. Za pomocą cylindra pomiarowego odmierz 85 ml 0,01 molowego roztworu NaCl i napełnij nim lewy zbiornik (L) komory Ussinga (jest to stężenie  $C_1$ ), a zbiornik prawy (P) napełnij 85 ml 0,001 molowym roztworem NaCl (jest to stężenie  $C_2$ ).
2. Przemyj elektrody wodą destylowaną i osusz ligniną.
3. Zanurz elektrody w roztworach przez otwory w zbiornikach. Sprawdź czy elektrody nie dotykają dna komór.
4. Połącz elektrody z gniazdami multimetru – COM (lewa elektroda) oraz V/ $\Omega$  (prawa elektroda), sprawdzając uprzednio czy miernik jest wyłączony.
5. Nastaw zakres pomiarowy miernika na 200 mV DCV.
6. Włącz miernik i odczytaj wartość różnicy potencjałów (mV).
7. Odczytuj wartości różnicy potencjałów w odstępach 0,5 min, aż do momentu ustalenia się wartości odczytu i wpisz do tabeli pomiarów (pięć wartości).
8. Połącz czujnik temperatury Pt 100 z interfejsem Cobra 4 i zmierz temperaturę roztworów w zbiornikach komory Ussinga. Wartość temperatury  $T$  wpisz do tabeli pomiarów.
9. Wyłącz miernik, podnieś elektrody, opłucz je wodą destylowaną i osusz ligniną.
10. Wykonaj pomiary: różnicy potencjałów dla roztworów o innych stężeniach podanych w tabeli oraz temperatury roztworów, powtarzając czynności z punktów 1 – 8.

- Po zakończeniu pomiarów odłącz elektrody od miernika (miernik musi być w tym momencie wyłączony) i zanurz je w roztworze KCl o stężeniu 0,1 mol/dm<sup>3</sup> oraz wyłącz interfejs Cobra.
- Roztwory z komory Ussinga należy wylać, zbiorniki najpierw kilkakrotnie przepłukać, a potem napełnić wodą destylowaną.

**III. Opracowanie wyników:** **1. Oblicz** wartość średnią potencjału membranowego –  $E_{z\text{sr}}$  na podstawie otrzymanych wyników dla danych konfiguracji roztworów oraz oblicz również wartość potencjału membranowego  $E_0$  stosując równanie Nernsta (1). **2. Oblicz** niepewność standardową  $U(E_{z\text{sr}})$  pomiarów potencjału membranowego stosując wzory dla niepewności typu A –  $U_A(E_{z\text{sr}}) = [n(n-1)^{-1} \sum (E_{zi} - E_{z\text{sr}})^2]^{0.5}$  i typu B –  $U_B(E_{z\text{sr}}) = \Delta E / \sqrt{3}$ , gdzie:  $\Delta E$  jest obliczone dla miernika cyfrowego uwzględniając jego klasę oraz stałe wynikające z wzorcowania miernika. **3. Całkowita** niepewność standardowa pomiaru napięcia membranowego jest równa:  $U(E_{z\text{sr}}) = [U_A^2(E_{z\text{sr}}) + U_B^2(E_{z\text{sr}})]^{0.5}$ , jeżeli jedna z obliczonych niepewności  $U_A$  lub  $U_B$  jest mniejsza o rząd wielkości od drugiej to można tą niepewność pominąć w obliczeniach. Wyniki pomiarów napięcia elektrycznego należy zapisać w następującej formie:  $E_{z\text{sr}} \pm U(E_{z\text{sr}})$  dla każdej z pięciu konfiguracji roztworów.

#### IV. Zagadnienia do kolokwium:

- Objaśnić transport jonów przez błony: a. bierny (dyfuzję, elektrodyfuzję), b. aktywny (opisać zasadę działania pompy sodowo-potasowej).
- Objaśnić potencjał równowagowy na błonie komórkowej, podać równania: a. potencjał błonowy-Nernsta, b. natężenie prądów jonowych przepływających przez błonę w stanie stacjonarnym.
- Objaśnić zjawiska związane z przepływem prądu elektrycznego; elektrochemiczne (elektroliza), elektrokinetyczne (elektroforeza, elektroosmoza) i elektrotermiczne.

#### V. Literatura:

- F. Jaroszyk, (red.), Biofizyka, PZWL, W-wa, 2011.
- G. Ślosarek, Biofizyka molekularna, PWN, W-wa, 2011.
- R. Glaser, Wstęp do biofizyki, PZWL, W-wa 1975.

#### Tabela pomiarów:

**Tabela 1. Wartości potencjałów membranowych; zmierzonych i obliczonych oraz temperatury**

Lp	Roztwór NaCl lub KCl [ mol/dm <sup>3</sup> ]	$E_{z1}$ [mV]	$E_{z2}$ [mV]	$E_{z3}$ [mV]	$E_{z4}$ [mV]	$E_{z5}$ [mV]	$E_{z\text{sr}}$ [mV]	$U(E_{z\text{sr}})$ [mV]	$E_0$ [mV]	$T$ [ K ]
1	1 / 0.1									
2	0.1 / 0.01									
3	0.01 / 0.001									
4	0.1 / 0.001									
5	1 / 0.01									

**Tabela 2. Współczynniki aktywności ( f )**

Roztwór	1 mol/dm <sup>3</sup>	0.1 mol/dm <sup>3</sup>	0.01 mol/dm <sup>3</sup>	0.001 mol/dm <sup>3</sup>
<b>NaCl</b>	<b>0.664</b>	<b>0.786</b>	<b>0.906</b>	<b>0.966</b>
<b>KCl</b>	<b>0.611</b>	<b>0.771</b>	<b>0.902</b>	<b>0.965</b>

