

WYZNACZANIE RÓŻNICY POTENCJAŁÓW NA BŁONIE SELEKTYWNEJ W WARUNKACH RÓWNOWAGI

Uwaga! Jest to tylko zarys teorii wymaganej w celu przeprowadzenia ćwiczenia. Materiał teoretyczny można odnaleźć w przytoczonej bibliografii.

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się ze zjawiskiem elektrodyfuzji i zagadnieniem równowagi Nernsta powstającej w układach roztworów jonów przedzielonych błoną selektywną (przepuszczającą w różnym stopniu różne rodzaje jonów).

Zadaniem praktycznym ćwiczenia jest przeprowadzenie pomiarów równowagowej błonowej różnicy potencjałów powstającej na błonie kationo-selektywnej.

W układzie roztworów soli o różnych stężeniach, oddzielonych od siebie błoną przepuszczającą tylko jeden rodzaj jonów, powstaje strumień dyfuzji jonów, napędzany różnicą ich potencjałów elektrochemicznych (patrz poz. lit. 1 – 4). Strumień taki powoduje narastanie różnicy potencjałów elektrycznych w poprzek błony. Powstająca różnica potencjałów (nazywana żargonowo „potencjałem błonowym”) uruchamia przepływ strumienia jonów w przeciwnym do dyfuzji kierunku, a zatem strumień netto zmniejsza się. Zmniejszenie się strumienia jonów powoduje również zmniejszająca się różnica stężeń jonów po obu stronach błony (ten czynnik może być niewielki przy dużych stosunkowo objętościach przedziałów i małej powierzchni błony). Po pewnym czasie strumień netto jonów osiąga wartość zerową. Stan taki jest stanem termodynamicznie równowagowym nazywamy go równowagą Nernsta. Rozważając funkcje opisujące strumienie jonów w tego typu układach można wyprowadzić wzór na równowagową różnicę potencjałów (patrz podane pozycje literaturowe):

$$\Delta V = \frac{RT}{zF} \ln \frac{c_1}{c_2} \quad [1]$$

gdzie c_1 , c_2 – stężenia jonów sodu odpowiednio w przedziałach po obu stronach błony w stanie równowagi, R – stała gazowa 8.31 J/mol·K, T – temperatura bezwzględna, z – wartościowość jonu, F – stała Faraday’a (96500 C).

Po podstawieniu do wzoru [1] wartości: $z = 1$, $T = 293$ K (20 °C), oraz po przejściu do logarytmów dziesiętnych wzór przybiera następującą postać:

$$\Delta V = 58 \log \frac{c_1}{c_2} \quad [2]$$

Układ pomiarowy

Układ pomiarowy ćwiczenia stanowią dwa przedziały roztworów soli (NaCl) o różnych stężeniach, przedzielone błoną kationo-selektywną (przez błonę mogą przenikać tylko kationy). Dwie jednakowe elektrody chloro-srebrowe umieszczone w obu roztworach łączymy z elektrometrem (miliwoltomierzem). W takim układzie wskazanie elektrometru jest pomiarem różnicy potencjałów elektrycznych pomiędzy powierzchniami błony. Ze względu na duże przewodnictwo roztworów soli spadek potencjału pomiędzy błoną a wnętrzem przedziału jest niewielki i jest tutaj zaniedbywany. Przy zadanej różnicy stężeń po obu stronach błony, po kilku minutach, w układzie ustala się równowaga Nernsta. Strumień elektrodyfuzyjny kationów w czasie dochodzenia układu do równowagi zmienia stężenia soli w obu przedziałach. Zatem stężenia równowagowe jonów zdolnych do przenikania przez błonę są teoretycznie różne od stężeń wyjściowych. Niemniej jednak, w przypadku małej powierzchni błony już niewielki przepływ jonów doprowadza do stanu równowagi, w której strumień netto jonów jest zerowy. W takiej szczególnej sytuacji można z dobrym przybliżeniem przyjąć, że stężenia wyjściowe nie zmieniają się istotnie w czasie dochodzenia do równowagi. Takie

założenie przyjęliśmy w naszym modelu i dlatego nie czyniąc dużego błędu możemy podstawić stężenia wyjściowe w obu przedziałach jako stężenia równowagowe w równaniu Nernsta.

Wymagane wiadomości teoretyczne

1. Transport bierny przez błonę – elektrodyfuzja i jej składowe: dyfuzja w gradiencie stężenia (prawo Ficka) i migracja jonów w gradiencie potencjału elektrycznego (prawo Ohma dla elektrolitów).
2. Omówić pojęcia: stan równowagi Nernsta, potencjał równowagowy (wraz ze znajomością typowych wartości dla jonów potasowych, sodowych, wapniowych i chlorkowych), siła elektrochemiczna napędzająca ruch jonu przez błonę.
3. Omówić wzór Nernsta opisujący potencjał błonowy w funkcji stężeń danego jonu
4. Omówić mechanizm potencjału spoczynkowego błony komórkowej ze szczególnym uwzględnieniem roli błonowej przepuszczalności poszczególnych jonów i mechanizmu elektrodyfuzyjnego zjawiska.
5. Omówić wzór Goldmana-Hodgkina-Katza, wymienić parametry w nim występujące i ich znaczenie.

Zalecana literatura

1. A. Hendrich, K. Michalak „Ćwiczenia laboratoryjne z biofizyki”, Wydawnictwo AM Wrocław, 2002; Rozdział 10
2. Suplement teoretyczny do ćwiczenia na stronie Katedry
3. Opracowanie na stronie katedry : <http://www.biofiz.umed.wroc.pl/dydaktyka/inne/bfstr65.html>
4. Opracowanie na stronie katedry : <http://www.biofiz.umed.wroc.pl/dydaktyka/inne/bfstr61.html>
5. S. Mięgisz, A. Hendrich, „Wybrane zagadnienia z biofizyki”, Volumed, Wrocław 1998. Rozdziały 4.1 i 4.2