

Dializa**1. CEL ĆWICZENIA**

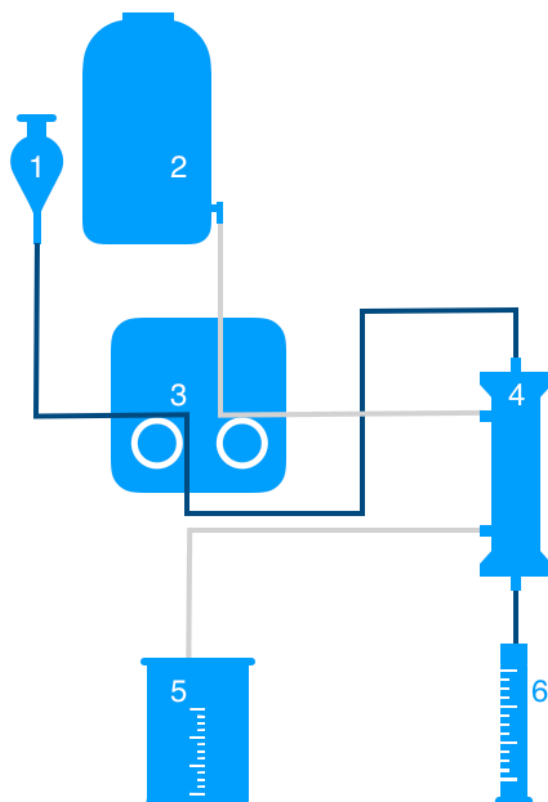
Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z podstawowymi zjawiskami fizycznym towarzyszącymi procesowi dializy oraz zasadą działania dializatora, jego konstrukcją i parametrami.

2. ZAKRES WYMAGANYCH WIADOMOŚCI

- Dializa, przykłady zastosowania;
- Budowa i zasada działania dializatora;
- Dyfuzja i gradient stężeń substancji rozpuszczonych;
- Prawo Lamberta-Beera, absorbancja;
- Równanie transportu substancji w membranie selektywnie przepuszczalnej (Kedem-Katchalsky'ego);
- Prawo Bernoulliego;
- Prawo Poiseuille'a;
- Prawo ciągłości strugi.

3. WYKONANIE ĆWICZENIA

Schemat układu pomiarowego.



1. Rozdzielacz
2. Zbiornik wody destylowanej
3. Pompa perystaltyczna
4. Dializator
5. Duża zlewka na odpady z dializy
6. Cylinder miarowy

Linia granatowa - roztwór dializowany
Linia szara - woda destylowana

Przed montażem układu należy zapoznać się z instrukcją oraz skonsultować z prowadzącym podejmowane kroki.

Dializa

Przygotowanie roztworu do dializy.

Odmierzyć 300 ml wody w cylindrze miarowym, przelać do zlewki i dodać 1.5 ml roztworu błękitu metylenowego. Dokładnie wymieszać. Pobrać 3 ml roztworu do kuwety pomiarowej i zmierzyć jego absorbancję A_0 względem wody przy długości fali **664 nm**.

Obsługa pompy perystaltycznej.

Montaż układu pomiarowego:

1. Upewnić się, że zbiornik wody destylowanej jest wypełniony, w razie potrzeby uzupełnić;
2. Zamknąć wypływ rozdzielacza poprzez ustawienie zaworu w pozycji poziomej;
3. Zalać rozdzielacz 100 ml wody destylowanej;
4. Upewnić się, że silikonowe przewody nie są umieszczone w głowicy pompy perystaltycznej;
5. Otworzyć zawór rozdzielacza;
6. Otworzyć zawór zbiornika z wodą destylowaną;
7. Wypełnić układ wodą destylowaną – linię roztworu dializowanego (od rozdzielacza do odpływu), oraz linię płynu dializacyjnego (od zbiornika z wodą destylowaną do odpływu). Postarać się usunąć powietrze z układu;
8. Gdy obie linie są już wypełnione wodą należy zacisnąć zaciski głowicy pompy (patrz kolejny akapit) i włączyć pompę obserwując poziom wody w rozdzielaczu. (Końce obu linii powinny być włożone naczyń lub zbiorników o dużej objętości, umożliwiających odebranie płynącej cieczy);
9. **Pompę należy wyłączyć w momencie gdy poziom wody w rozdzielaczu będzie na wysokości końca pionowej rurki łączącej rozdzielacz z zaworem.**
10. Zamknąć zawór chłodnicy.

Mocowanie przewodów na głowicach pompy perystaltycznej:

1. Upewnić się, że pompa jest wyłączona.
2. Obórzacz unieść uchwyty obudowy głowicy pompy i obrócić o kąt 90° . Spowoduje to uchylenie wnęki, w której należy umieścić przewód.
3. Zamknąć obudowę głowicy ustawiając uchwyty w pozycji wyjściowej.

Dializa roztworu błękitu metylenowego.

1. Ustalić czy układ jest przygotowany do dializy w kierunku zgodnym czy przeciwnym.
2. Do rozdzielacza, po odpowietrzeniu układu, należy wlać 100ml roztworu barwnika.
3. Otworzyć zawór chłodnicy.
4. **Sprawdzić połączenie kranika z linią płynu dializacyjnego, delikatnie przestawić do pozycji „otwarte”.**
4. Ustawić regulator prędkości przepływu na 20 rpm. Uruchomić pompę.
5. Ponieważ początkowo kolumna dializacyjna oraz przewody są wypełnione czystą wodą należy zebrać 130ml wody do cylindra miarowego (z linii tętniczo-żylny). Nie zatrzymując przepływu należy przełożyć końcówkę linii żylny do pustego cylindra miarowego i **mierzyć czas i objętość wypływającej cieczy** do momentu gdy poziom cieczy w rozdzielaczu osiągnie wysokość końca pionowej rurki łączącej rozdzielacz z zaworem. **Zatrzymać pompę i zamknąć zawór.**
6. Z zebranego roztworu pobrać 3 ml i zmierzyć absorbancję względem wody. Po pomiarze roztwór przelać do rozdzielacza.
7. Roztwór z cylindra wlać do rozdzielacza.
8. Włączyć pompę i zbierać roztwór z linii żylny do pustego cylindra do momentu gdy poziom cieczy w chłodnicy osiągnie wysokość końca pionowej rurki łączącej chłodnicę z zaworem. Mierzyć czas i objętość zbieranej cieczy od momentu włączenia pompy do jej zatrzymania. **Zatrzymać pompę i zamknąć zawór.**
9. Z zebranego roztworu pobrać 3 ml i zmierzyć absorbancję względem wody. Po pomiarze roztwór przelać do chłodnicy.

Dializa

Dializę roztworu należy wykonać 8 razy dla każdego ustawienia przepływu w dializatorze.

Zmienić połączenie przewodów linii tętnicznej i żyłnej z dializatorem (zamienić je miejscami) i zanotować rodzaj przepływu (zgodny/przeciwny).

1. Włączyć do chłodnicy pozostałą porcję 100 ml roztworu barwnika;
2. Powtórzyć czynności wykonane dla przepływu realizowanego w poprzednim punkcie;
3. Zakończyć pomiary pompując przez układ ok. 200 ml czystej wody;
4. Zatrzymać pompę perystaltyczną;
5. Zamknąć zawór rozdzielacza;

**UWAGA – nie wolno doprowadzić do przelania się dializatu w kolbie 2000 ml!
Nadmiar dializatu należy wylać do zlewu.**

6. Zamknąć kran zbiornika z wodą destylowaną. Wyłączyć pompę.

4. OPRACOWANIE WYNIKÓW

1. Narysować wykres zmian absorbancji w funkcji czasu dla wykonanych eksperymentów, Dobrac funkcję aproksymującą tą zależność, podać równanie funkcji i parametr opisujący dokładność dopasowania;
2. Określić warunki dializy poprzez podanie wartości średnich przepływu dializatu i dializowanego roztworu. Jako niepewność przyjąć odchylenie standardowe wartości średniej;
3. Za pomocą testu t-Studenta określić, czy średnia prędkość przepływu dla kierunków zgodnego i przeciwnego różnią się od siebie w teście na poziomie ufności 5%;
4. Obliczyć współczynniki redukcji barwnika w dializowanym roztworze ze wzoru:

$$CRR = \frac{A_0 - A_t}{A_0} \cdot 100\%$$

5. Wiedząc, że wzór kliniczny do oceny adekwatności dializy to:

$$\frac{K \cdot t}{V} = \ln\left(\frac{c_0}{c_t}\right), \text{ gdzie:}$$

K – klirens dializatora,

t – czas dializy,

V – objętość dystrybucji substancji rozpuszczonej,

c_0 – początkowe stężenie substancji rozpuszczonej (założyć, że $c \sim A$),

c_t – stężenie substancji rozpuszczonej w chwili t.

Wyznaczyć:

- klirens dializatora w zależności od kierunku przepływu dializatu (jeśli nastąpiło całkowite usunięcie barwnika z roztworu, jako punkt t przyjąć ostatnią wartość $A_t > 0$,
- klirens dializatora w zależności od kierunku przepływu dializatu przyjmując $c_t = 0,3c_0$ (wydajność dializy na poziomie 70%; do obliczeń można wykorzystać aproksymowaną funkcję z punktu 1),
- wyznaczyć niepewności bezwzględne obliczonych wielkości metodą różniczki zupełnej.
- obliczenia wykonać w jednostkach w jakich dokonano pomiaru (zgodnie z tabelą pomiarową), a wynik dodatkowo przeliczyć na jednostki układu SI.

5. LITERATURA

Tom 3. Sztuczne narządy, red. serii: M. Nałęcz, red. tomu: M. Darowski, T. Orłowski, A. Weryński, J.M. Wójcicki, Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa 2001
Leczenie nerkozastępcze, B. Rutkowski, wydawnictwo Czelej, Lublin 2007