

## DIALIZA

### Cel ćwiczenia.

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

### Zakres wymaganych wiadomości.

Dializa, dyfuzja i ultrafiltracja, gradient stężeń substancji rozpuszczonych. Prawo Lamberta-Beera, absorbancja (ekstynkcja). Budowa i zasada działania dializatora, klirens. Równanie transportu substancji w membranie selektywnie przepuszczalnej (Kedem-Katchalsky'ego). Schemat układu do hemodializy. Prawo Bernoulliego, prawo Poiseuille'a, prawo ciągłości strugi, przepływ cieczy lepkiej. Pompa perystaltyczna.

### Tabela pomiarowa.

l.p.	$A_p$ [j.w.]	$t_p$ [min]	$Q_{pd}$ [ml/min]	$Q_{pr}$ [ml/min]	$A_z$ [j.w.]	$t_z$ [min]	$Q_{zd}$ [ml/min]	$Q_{pr}$ [ml/min]
0								
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								

gdzie:

A – Absorbancja próbki (indeksy p i z odnoszą się do kierunku przepływu dializatu względem kierunku przepływu dializowanego roztworu; p – przeciwny, z – zgodny)

t – czas dializy (zmierzyć z dokładnością do 1 sekundy)

Q – natężenie przepływu zmierzone na wyjściu linii żyłnej lub linii dializatu (indeksy: d – dializat; r – dializowany roztwór)

### Materialy:

- 1 mM roztwór błękitu metylenowego

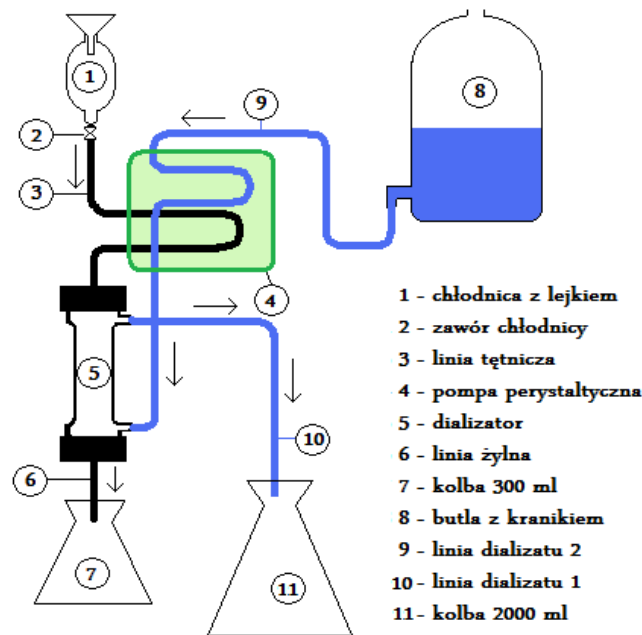
### Aparatura:

- pompa perystaltyczna
- butla z kranem
- statyw z uchwytami
- lejek
- chłodnica
- dializator
- linia tętnicza
- linia żylna
- 2 linie dializatu

- kolba stożkowa szklana 2000ml
- kolba stożkowa szklana 300ml
- kolba szklana 200 ml
- zlewka 250 ml
- Spektrofotometr
- cylinder miarowy 100 ml
- pipeta 1 ml

### Przebieg ćwiczenia.

Schemat układu pomiarowego.



Rys.1 Ideowy schemat układu do dializy.

**Przed rozpoczęciem jakichkolwiek czynności proszę się zapoznać z całą procedurą dotyczącą przebiegu eksperymentu.**

#### Przygotowanie roztworu do dializy.

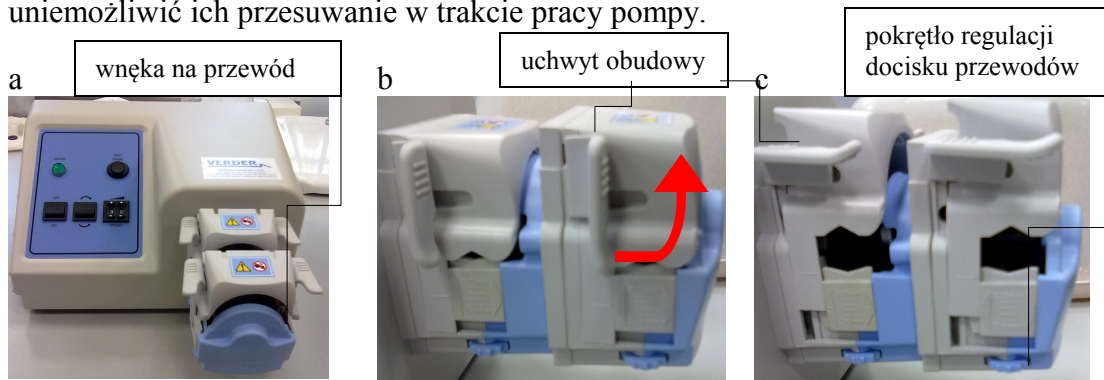
Odmierzyć 600 ml wody w cylindrze miarowym, przelać do zlewki i dodać 15 ml 1mM roztworu błękitu metylenowego. Dokładnie wymieszać. Pobrać 3 ml roztworu do kuwety pomiarowej i zmierzyć jego absorbancję  $A_0$  względem wody przy długości fali **664** nm.

#### Obsługa pompy perystaltycznej.

W celu nałożenia drenów na rotor należy:

1. Upewnić się, że pompa jest wyłączona.
2. DELIKATNIE przesunąć uchwyty obudowy modułu o kąt  $90^\circ$  tak jak przedstawiono na rysunku 2. Spowoduje to uchylenie wnęki, w której należy umieścić przewód. **UWAGA** na rotorze montujemy tylko **SILIKONOWĄ** część drenu!!!
3. Zamknąć obudowę modułu ustawiając uchwyty obudowy w pozycji wyjściowej.

4. Docisnąć przewody przy pomocy suwaków (regulacja śrubą; pozycja na rysunku 2 jest optymalna dla zastosowanych przewodów – wystarczy **LEKKO** dokręcić) by uniemożliwić ich przesuwanie w trakcie pracy pompy.



Rys.2 Pompa perystaltyczna: a) widok z przodu, b) zamknięta obudowa rotora – widok z lewej strony; strzałka obrazuje sposób przesunięcia uchwyty w celu otwarcia modułu, c) otwarta obudowa rotora – widok z lewej strony.

### Odpowietrzenie układu pomiarowego.

1. Sprawdzić czy układ jest zgodny ze schematem:

Butla ——— Linia dializatu 2 ——— Dializator ——— Linia dializatu 1 ——— Kolba 2000 ml

Chłodnica ——— Linia tętnicza ——— Dializator ——— Linia żylna ——— Kolba 2000 ml

### **UWAGA, umieszczenie wypływu linii żylny w kolbie 2000 ml na tym etapie doświadczenia ma na celu zabezpieczenie przed ewentualnym zalaniem.**

2. Ustawić kranik butli z dozownikiem w pozycji „zamknięte”, napełnić butlę wodą destylowaną.
3. Zamknąć wypływ chłodnicy poprzez ustawienie zaworu w pozycji poziomej.
4. Zalać chłodnicę 200 ml wody
5. Otworzyć zawór chłodnicy
6. Zwolnić zaciski rotora obu obwodów: linii dializatu 1 oraz linii tętniczej (czarne strzałki na rys. 2)
7. Zmieniając wysokość położenia obu końców przewodów linii tętniczo-żylny oraz linii dializatu 2 starać się usunąć powietrze z przewodów.  
Aby przyspieszyć odpowietrzenie linii tętniczo-żylny można wstrzyknąć, za pomocą strzykawki, wodę do końca linii żylny (uwaga zawór chłodnicy musi być OTWARTY).
8. Gdy obie linie są już wypełnione wodą należy zacisnąć zaciski rotora pompy i włączyć pompę obserwując poziom wody w chłodnicy. (Końce obu linii powinny być włożone do kolby 2000ml)
9. Pompę należy wyłączyć w momencie gdy poziom wody w chłodnicy będzie na wysokości końca pionowej rurki łączącej chłodnicę z zaworem.
10. Zamknąć zawór chłodnicy.

## Dializa roztworu błękitu metylenowego.

1. Ustalić czy układ jest przygotowany do dializy w kierunku zgodnym czy przeciwnym. **Zmianę kierunku dializy najłatwiej jest zrealizować wykręcając z kolumny dializacyjnej końcówki przewodów linii tętniczej i linii żylniej i zamieniając je.**
2. Do chłodnicy, po odpowietrzeniu układu, należy wlać 300ml roztworu barwnika.
3. Otworzyć zawór chłodnicy.
4. Sprawdzić połączenie kranika z *linią dializatu 2*, delikatnie przestawić do pozycji „otwarte”.
5. Ustawić regulator prędkości przepływu na „20”. Uruchomić pompę.
6. Ponieważ początkowo kolumna dializacyjna oraz przewody są wypełnione czystą wodą należy zebrać 130ml wody do cylindra miarowego (z linii tętniczo-żylniej). Nie zatrzymując przepływu należy przełożyć końcówkę linii żylniej do pustego cylindra miarowego i **mierzyć czas i objętość wypływającej cieczy** do momentu gdy poziom cieczy w chłodnicy osiągnie wysokość końca pionowej rurki łączącej chłodnicę z zaworem. **Zatrzymać pompę i zamknąć zawór.**
7. Z zebranego roztworu pobrać 3 ml i zmierzyć absorbancję względem wody. Po pomiarze roztwór przelać do chłodnicy.
8. Roztwór z cylindra wlać do chłodnicy.
9. Włączyć pompę i zbierać roztwór z linii żylniej 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.**
10. Z zebranego roztworu pobrać 3 ml i zmierzyć absorbancję względem wody. Po pomiarze roztwór przelać do chłodnicy.

Czynności opisane w punktach 8-10 należy wykonać 7-krotnie.

### **Zmienić połączenie przewodów linii tętniczej i żylniej z dializatorem (zamienić je miejscami) i zanotować rodzaj przepływu (zgodny/przeciwny).**

1. Wlać do chłodnicy pozostałą porcję 300 ml roztworu barwnika.
2. Powtórzyć czynności z punktów 8-10 7-krotnie.
3. Zakończyć pomiary pompując przez układ ok. 200 ml czystej wody.
4. Zatrzymać pompę perystaltyczną.
5. Zamknąć zawór chłodnicy.  
**UWAGA – nie wolno doprowadzić do przelania się dializatu w kolbie 2000 ml! Nadmiar dializatu należy przelać do kanistra.**
6. Ustawić kranik butli z wodą destylowaną w pozycji „zamknięte”. Wyłączyć pompę.
7. Zdjąć *linię dializatu 2* z kranika i umieścić w kolbie 2000 ml.  
**UWAGA – przed każdym pomiarem sprawdzić ustawienie  $\lambda=664\text{nm}$**

### **Opracowanie wyników:**

1. Narysować wykres zmian absorbancji w funkcji czasu dla wykonanych eksperymentów, wyznaczyć funkcję aproksymującą tą zależność wraz ze współczynnikiem determinacji  $R^2$  (mówi o dopasowaniu modelu do zmiennej objaśnianej).

2. Określić warunki dializy poprzez podanie wartości średnich przepływu dializatu i dializowanego roztworu. Jako niepewność przyjąć odchylenie standardowe wartości średniej - uwzględnić rozkład t-Studenta.

3. Obliczyć współczynniki redukcji barwnika w dializowanym roztworze ze wzoru:

$$CRR = \frac{A_0 - A_9}{A_0} \cdot 100\%$$

4. 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.

#### Literatura:

1. 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
2. Leczenie nerkozastępcze, B. Rutkowski, wydawnictwo Czelej, Lublin 2007