

ANALITYKA MEDYCZNA Zagadnienia wykładów:

W01 Metodyka pomiaru wielkości fizycznych

Elementy teorii pomiarów, właściwości narzędzi pomiarowych, opracowywanie wyników pomiarów, szacowanie błędów systematycznych i przypadkowych, szacowanie błędów wielkości złożonych, pojęcie cyfr znaczących. Analiza i interpretacja wyników pomiarów (sporządzanie wykresów, linie trendu).

W02 Biofizyka komórki

Ogólne właściwości komórek, jako układów fizycznych, cechy charakteryzujące żywe układy, źródła energii komórek, sposoby przetwarzania energii przez komórki. Błona komórkowa jej funkcje, skład chemiczny i budowa; lipidy i ich właściwości fizyczne, warstwa monomolekularna, ciśnienie powierzchniowe i napięcie powierzchniowe (siły spójności i siły przylegania, meniski, efekt kapilarny, ciśnienie Laplace'a); substancje powierzchniowo czynne. Metody badania wybranych właściwości fizycznych syntetycznych błon bimolekularnych: pojemności elektrycznej, oporu elektrycznego, napięcia przebicia, współczynnika dyfuzji (prawo Ficka) oraz przepuszczalności błony; elektryczny model zastępczy błony; porównanie wybranych właściwości fizycznych błon syntetycznych i błon biologicznych; model Singera i Nicholsona płynnej mozaiki: płynność, asymetryczność i heterogenność błony.

W03 Układ krążenia

Budowa i funkcje układu sercowo-naczyniowego. Elementy hydrodynamiki – rodzaje przepływów, podstawowe prawa hydrodynamiki, opór naczyniowy, ciśnienie statyczne i dynamiczne, strumień objętości. Ilustracja zagadnień hydrodynamiki na przykładzie układu krążenia (przepływ krwi, rozkład ciśnienia i szybkości przepływu krwi w układzie krwionośnym, lepkość krwi, opór naczyniowy, tętno i fala tętna; funkcje układów tętniczego i żylnego (napięcie sprężyste); praca i wydajność energetyczna serca. Mikrokrążenie: wymiana pomiędzy krwią a płynem tkankowym, budowa ścian kapilar, ciśnienie statyczne i osmotyczne w kapilarach i w płynach śródtkankowych.

W04 Potencjały spoczynkowe i czynnościowe

Podstawy fizyczne bioelektryczności: powstawanie potencjału elektrodowego, dyfuzyjnego, błonowego, SEM ogniwa stężeniowego, równowaga Donnana. Potencjały spoczynkowe, a potencjały równowagowe: rozkład jonów, transport bierny, transport aktywny – pompy jonowe. Potencjały czynnościowe w zależności od funkcji komórek pobudliwych. Sposoby badania potencjałów czynnościowych, eksperymenty Hodgkina i Huxleya. Parametry opisujące potencjał czynnościowy (czasy refrakcji, próg pobudliwości, potencjał progowy, akomodacja). Progowe natężenie bodźca; relacje pomiędzy progowym natężeniem bodźca a czasem jego trwania. Sposób propagacji potencjału czynnościowego wzdłuż błony komórkowej.

W05 Układ oddechowy

Mechanizm wentylacji płuc, ciśnienie śródpięcherzykowe, wewnątrzopłucnowe i sprężyste, zmiany wartości tych ciśnień w procesie wdechu i wydechu, wentylacja płuc. Rola właściwości sprężystych tkanki płucnej i napięcia powierzchniowego warstwy powierzchniowej pęcherzyków w procesie wdechu i wydechu. Praca wykonywana przez układ oddechowy, sprawność układu oddechowego. Wymiana gazowa w pęcherzykach płucnych (prawo Henry'ego, stężenie rozpuszczonych we krwi gazów).

W06 Wpływ czynników fizycznych na organizm człowieka

Wpływ czynników fizycznych na organizm człowieka (temperatura, przyspieszenie ziemskie, ciśnienie atmosferyczne, promieniowania elektromagnetycznego).

ANALITYKA MEDYCZNA Zagadnienia na ćwiczenia laboratoryjne:

A01 Metodyka pomiaru wielkości fizycznych (A1) Zagadnienia obowiązujące na każdym ćwiczeniu

Błąd pomiaru i jego źródła. Szacowanie wartości błęd pomiaru bezpośredniego: błąd systematyczny, błąd przypadkowy (rozrzut wyników pomiarów, krzywa rozkładu normalnego, odchylenie standardowe, odchylenie standardowe średniej, błąd maksymalny średniej). Zasady zapisu wartości błęd pomiaru i wielkości zmierzonej, cyfry znaczące. Szacowanie błęd pomiaru wielkości złożonej.

Graficzne opracowywanie wyników pomiarów: sporządzanie wykresów, prostokąty błędów, krzywe ufnosci, linie trendu, interpolacja i ekstrapolacja.

A02 Wyznaczanie rozmiarów krwinek metodą mikroskopową (A2, B16)

Prawo załamania światła, współczynnik załamania światła, dyspersja współczynnika załamania światła. Tworzenie obrazu przez soczewki. Równanie soczewki. Budowa i zasada działania mikroskopu – bieg promieni. Definicja liniowej i kątowej zdolności rozdzielczej układu optycznego. Zdolność rozdzielcza mikroskopu, czynniki wpływające na jej wartość. Powiększenie oraz powiększenie użyteczne mikroskopu. Wyznaczanie rozmiarów mikroobektów za pomocą mikroskopu.

A03 Refraktometria (A13)

Prawo załamania światła. Współczynnik załamania: bezwzględny i względny. Całkowite odbicie wewnętrzne, kąt graniczny. Związek kąta granicznego ze współczynnikiem załamania ośrodka. Refrakcja molowa. Zasada addytywności refrakcji molowej, egzaltacja refrakcji. Dyspersja współczynnika załamania. Budowa refraktometru Abbego. Zastosowanie refraktometru do wyznaczania: współczynnika załamania substancji, stężenia roztworu, refrakcji molowej.

A04 Aktywność optyczna (A14)

Światło jako fala elektromagnetyczna. Światło niespolaryzowane i spolaryzowane. Sposoby polaryzacji światła. Wzór Malusa. Aktywność optyczna kryształów i cząsteczek. Cząsteczki chiralne: enancjomery, racemat, węgiel asymetryczny, stereoisomery. Wyjaśnienie Fresnela zjawiska aktywności optycznej. Aktywność optyczna roztworów. Budowa i zasada działania polarymetru. Wyznaczanie stężenia roztworu przy pomocy polarymetru.

A05 Absorpcjometria (A15, B4, B23)

Zjawiska zachodzące przy przechodzeniu światła przez roztwory: odbicie, załamanie, rozproszenie, pochłanianie. Mechanizm absorpcji światła przez atomy i cząsteczki: poziomy energetyczne atomów i cząsteczek – schemat Jabłońskiego. Fluorescencja i fosforescencja. Widmo absorpcyjne. Prawo Lamberta-Beera i ograniczenia jego stosowalności. Przepuszczalność i absorpcja – definicje, zależność tych wielkości od stężenia. Budowa i zasada działania absorpcjometru. Wyznaczanie stężenia roztworu przy pomocy absorpcjometru.

A06 Osłabianie elektromagnetycznego promieniowania jonizującego (A16, B3, B22)

Rodzaje promieniowania jonizującego. Mechanizmy osłabiania elektromagnetycznego promieniowania jonizującego: zjawisko fotoelektryczne, efekt Comptona i zjawisko tworzenia par elektron-pozyton. Prawo Lamberta i jego ilustracja w skali liniowej i półlogarytmicznej. Warstwa połowiąca, liniowy i masowy współczynnik osłabiania, sposoby ich wyznaczania. Budowa i zasada działania licznika scyntylicyjnego.

A07 Przewodnictwo elektryczne tkanek. Konduktometryczny pomiar hematokrytu (A10, A11, B21)

Konduktometryczny pomiar hematokrytu. Opór i przewodność elektryczna, opór elektryczny właściwy, przewodność elektryczna właściwa. Przenikalność elektryczna. Polaryzacja elektryczna i jej rodzaje. Mechanizmy polaryzacji elektrycznej. Czas relaksacji. Dyspersja przewodności elektrycznej właściwej, oporności elektrycznej właściwej oraz przenikalności elektrycznej tkanek. Elektryczny obwód zastępczy tkanki.

Właściwości elektryczne krwi. Hematokryt. Przewodnictwo elektryczne zawiesin – wzór Maxwella. Postać wzoru Maxwella w odniesieniu do krwi. Pomiar oporu elektrycznego za pomocą mostka prądu zmiennego (pomiar oporu krwi i osocza). Wyznaczanie przewodności właściwych krwi i osocza. Wyznaczanie hematokrytu. Współczynnik polaryzacji tkanki.

A08 Lepkość cieczy. Lepkość roztworów (A4, A5, B6, B12, B18)

Lepkość roztworów. Siła tarcia wewnętrznego, współczynnik lepkości. Lepkość względna, lepkość właściwa, graniczna liczba lepkościowa. Wpływ temperatury na lepkość. Przepływ cieczy lepkiej w rurach (prawo Hagena-Poiseuille'a). Lepkość roztworów, lepkość krwi. Metody pomiaru lepkości (metoda Stokesa, metoda wiskozymetryczna). Wyznaczanie rozmiarów cząsteczek metodą wiskozymetryczną.

A09 Prawa przepływu. Fala tętna (A17, A18, B6, B18)

Strumień objętości, prędkość przepływu cieczy, prawo ciągłości strumienia. Prawo Bernoulliego, ciśnienie statyczne i dynamiczne, sposoby ich pomiaru. Prawo Hagena-Poiseuille'a, opór naczyń. Przepływ laminarny i przepływ turbulentny – liczba Reynoldsa. Lepkość krwi, zależność współczynnika lepkości krwi od hematokrytu, gradientu prędkości (szybkości ścinania), średnicy naczynia oraz temperatury. Przepływ cieczy w naczyniach sprężystych, fala tętna. Prędkość fali tętna. Ciśnienie skurczowe i rozkurczowe. Metoda Korotkowa pomiaru ciśnienia skurczowego i rozkurczowego krwi.

A10 Napięcie powierzchniowe. Warstwa monomolekularna (A6, A7)

Siła, praca, energia, ciśnienie. Energia powierzchniowa i napięcie powierzchniowe. Ciśnienie pod powierzchnią cieczy, prawo Laplace'a. Siły spójności i przylegania, tworzenie się menisków. Wyznaczanie napięcia powierzchniowego metodą stalagmometryczną, wzniesienia włoskowatego i metodą pęcherzykową. Substancje powierzchniowo czynne (surfaktanty).

A11 Dyfuzja. Dializa (A8, A9, B7)

Opis zjawiska dyfuzji: prawo Ficka, współczynnik dyfuzji (wzór Einsteina-Stokesa i równanie Einsteina-Smoluchowskiego), gradient stężenia. Dyfuzja przez błonę, przepuszczalność błony. Błona przepuszczalna i półprzepuszczalna. Wyznaczanie współczynnika dyfuzji i przepuszczalności błony. Dyfuzja w organizmach żywych, transport gazów w układzie oddechowym. Koloidy. Dializa zewnątrz- i wewnątrzustrojowa, współczynnik szybkości oczyszczania roztworu.

A12 Siła elektromotoryczna ogniwa stężeniowego (A12, B7)

Potencjał elektrodowy, wzór Nernsta, potencjał standardowy elektrody. Potencjał dyfuzyjny, wzór Hendersona. Budowa ogniwa stężeniowego bez przenoszenia i z przenoszeniem. SEM ogniwa. Pomiar potencjału elektrodowego i SEM ogniwa. Potencjał błonowy.

A13 Potencjał czynnościowy (A21, A22, B7, B9, B14)

Budowa neuronu. Potencjał spoczynkowy. Transport bierny i aktywny jonów przez błonę komórkową. Potencjał czynnościowy. Okres refrakcji bezwzględnej i względnej. Próg pobudliwości neuronu. Zjawisko akomodacji. Zasada „wszystko albo nic”. Bodziec progowy, zależność jego natężenia od czasu trwania. Wyznaczanie reobazy i chronaksji. Model błony komórkowej wg Hodgkina-Huxleya.

Piśmiennictwo:

- (A) P. Piskunowicz i M. Tulisza (red.), Wybrane ćwiczenia laboratoryjne z biofizyki, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Medycznego im. Karola Marcinkowskiego, Poznań 2007
- (B) F. Jaroszyk (red.), Biofizyka – podręcznik dla studentów, PZWL, Warszawa 2008

Symbole podane w nawiasach po tytule ćwiczenia złożone z litery i cyfry oznaczają pozycje piśmiennictwa, których lektura wskazana jest aby przygotować się do wykonania ćwiczenia: litera oznacza odpowiedni podręcznik wg pozycji wymienionych w piśmiennictwie, a cyfra – numer rozdziału w tym podręczniku opisujący tematykę danego ćwiczenia. i tak np. pozycja B14 oznacza podręcznik F. Jaroszyka (red.), Biofizyka – podręcznik dla studentów, rozdział 14.