

Wymagania podczas ćwiczeń laboratoryjnych:

Zagadnienia obowiązujące na każdym ćwiczeniu: Błąd pomiaru i jego źródła. Szacowanie wartości błędu pomiaru bezpośredniego: błąd systematyczny, błąd przypadkowy (rozrzut wyników pomiarów, krzywa rozkładu normalnego, odchylenie standardowe, odchylenie standardowe średniej, błąd maksymalny średniej). Zasady zapisu wartości błędu pomiaru i wielkości zmierzanej, cyfry znaczące.

Szacowanie błędu pomiaru wielkości złożonej: a) przy użyciu cyfr znaczących, b) obliczanie wartości tego błędu. Graficzne opracowywanie wyników pomiarów: sporządzanie wykresów, prostokąty błędów, krzywe ufnosci.

Funkcja wykładnicza i logarytmiczna (podstawowe działania na wykładnikach i logarytmach).

2. Wyznaczanie rozmiarów krwinek metodą mikroskopową. Prawo załamania światła, współczynnik załamania światła, dyspersja współczynnika załamania światła. Powstawanie obrazu w soczewkach. Równanie soczewki. Budowa i zasada działania mikroskopu – bieg promieni. Definicja liniowej i kątowej zdolności rozdzielczej układu optycznego. Zdolność rozdzielcza mikroskopu, czynniki wpływające na wartość. Powiększenie oraz powiększenie użyteczne mikroskopu. Wyznaczanie rozmiarów mikroobektów za pomocą okularu mikrometrycznego.

3. Monitorowanie sygnałów zmiennoprądowych. Wielkości charakteryzujące prąd zmienny: częstotliwość, chwilowe, maksymalne i skuteczne napięcie oraz natężenie. Obwód prądu zmiennego; opór omowy, pojemnościowy i zawada. Przesunięcie fazowe między chwilowym napięciem i natężeniem w obwodach zawierających opór omowy i pojemność. Budowa lampy oscyloskopowej, rola generatora podstawy czasu. Wykorzystanie oscyloskopu do pomiaru amplitudy i częstotliwości sygnałów elektrycznych. Zapis czynności elektrycznej serca, krzywa EKG. Pomiar amplitudy załamek elektrokardiogramu i częstotliwości skurczów serca.

Próbkowanie i kwantyzacja w przetwarzaniu sygnałów w układach cyfrowych.

4/5. Lepkość cieczy. Lepkość roztworów. Siła tarcia wewnętrznego, współczynnik lepkości. Lepkość względna, lepkość właściwa, graniczna liczba lepkościowa. Wpływ temperatury na lepkość. Przepływ cieczy lepkiej w rurach (prawo Hagen-Poiseuille'a). Lepkość roztworów, lepkość krwi. Metody pomiaru lepkości (metoda Stokesa, metoda wiskozymetryczna). Wyznaczanie rozmiarów cząsteczek metodą wiskozymetryczną.

6. Napięcie powierzchniowe. Siła, praca, energia, ciśnienie (jednostki tych wielkości). 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).

7. Warstwa monomolekularna. Napięcie powierzchniowe. Substancje powierzchniowo czynne. Ciśnienie powierzchniowe. Dipol elektryczny. Woda jako cząsteczka dipolowa. Oddziaływanie polarnych i niepolarnych grup z wodą. Wyznaczanie rozmiarów cząsteczek kwasu stearynowego z pomiarów geometrycznych warstwy monomolekularnej.

8/9. Dyfuzja. Dializa i elektrodializa. Opis zjawiska dyfuzji: prawo dyfuzji 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. Dializa w polu elektrycznym. Wyznaczanie współczynnika oczyszczania roztworu.

10/11. Konduktometryczny pomiar hematokrytu. Przewodnictwo elektryczne tkanek.

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. Wyznaczanie współczynnika polaryzacji tkanki.

12. Siła elektromotoryczna ogniwa stężeniowego. Potencjał chemiczny i elektrochemiczny, elektrolity. Dysocjacja elektrolityczna. 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.

13. Refraktometria. 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: (a) współczynnika załamania substancji, (b) stężenia roztworu, (c) refrakcji molowej.

14. Aktywność optyczna. 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 cząsteczek chiralnych (wzór). Budowa i zasada działania polarymetru. Wyznaczanie stężenia roztworu przy pomocy polarymetru.

15. Absorpcjometria. 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 (BPDS, strona 783 -787). Fluorescencja i fosforescencja. Widmo absorpcyjne. Prawo Lamberta-Beera i ograniczenia jego stosowalności. Przepuszczalność i absorpcja – definicje, zależność tych wielkości od stężenia (wzory, wykresy). Budowa i zasada działania absorpcjometru. Wyznaczanie stężenia roztworu przy pomocy absorpcjometru.

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

17/18. Prawa przepływu. Fala tętna. Strumień objętości, prędkość przepływu cieczy, prawo ciągłości strumienia. Prawo Bernoulliego, ciśnienie statyczne i dynamiczne, sposoby ich pomiaru. Prawo Hagena-Poiseuille'a, opór naczyńowy. Przepływ laminarny i przepływ turbulentny – liczba Reynoldsa. Lepkość krwi, zależność współczynnika lepkości krwi od hematokrytu, gradientu prędkości (szybkości ścinania) oraz od średnicy naczynia. Przepływ cieczy w naczyniach sprężystych, fala tętna. Prędkość fali tętna. Ciśnienie skurczowe i rozkurczowe. Metoda Korotkowa pomiaru ciśnienia krwi.

19. Skioskopia. Soczewki cienkie – promień krzywizny, ognisko, zdolność skupiająca. Zasady tworzenia obrazów przez soczewki cienkie. Zdolność skupiająca układów soczewek. Wzór soczewkowy, równanie soczewki. Wady układów optycznych: aberracje sferyczna i chromatyczna, astygmatyzm. Budowa układu optycznego oka. Punkt daleki i refrakcja oka – definicje. Wady refrakcji oka i ich korekcja. Wyznaczanie refrakcji oka metodą skioskopii. Akomodacja oka, punkt bliski, zakres ostrego widzenia.

20. Wyznaczanie krzywych jednakowej głośności. Audiometria. Fala dźwiękowa. Cechy obiektywne i subiektywne dźwięku: ciśnienie akustyczne, natężenie, częstotliwość, widmo oraz głośność, wysokość i barwa dźwięku. Prawo Webera – Fechnera. Poziom natężenia dźwięku - skala decybelowa. Ocena głośności dźwięku, poziom głośności (fony). Pojęcie krzywych jednakowej głośności – sposób ich wyznaczania. Wyznaczanie progów słyszalności metodą audiometrii progowej tonalnej. Opór akustyczny. Budowa i funkcjonowanie układu słuchowego. Przewodnictwo powietrzne i przewodnictwo kostne. Wady narządu słuchu i ich korekcje (BPDS, strona 522 - 529).

21. Potencjał czynnościowy. 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”. Bodezic progowy, zależność jego natężenia od czasu trwania. Wyznaczanie reobazy i chronaksji. Model błony komórkowej wg Hodgina-Huxleya.

22. Model neuronu formalnego. Komórka nerwowa, jej budowa i funkcje. Potencjał czynnościowy, zasada „wszystko albo nic”, połączenia synaptyczne, pobudzenie i hamowanie w synapsach. Podstawowe funkcje logiczne: implikacja, negacja, koniunkcja, alternatywa. Neuron formalny. Model cybernetyczny neuronu. Zastosowanie funkcji logicznych w modelowaniu sieci neuronowych. Tworzenie sieci neuronowych, hamowanie oboczne. Analiza sieci neuronowej umożliwiającej wyodrębnianie konturów.

23. Badanie modeli reologicznych mięśnia niepobudzonego. Prawo Hooke'a dla podstawowych rodzajów odkształceń, moduły i współczynniki sprężystości objętościowej i postaciowej. Lepkość, współczynnik lepkości. Budowa mięśnia poprzecznie prążkowanego i komórki mięśniowej. Lepko-sprężyste właściwości mechaniczne mięśnia niepobudzonego: relaksacja naprężenia i opóźnienie wydłużenia mięśnia, histereza siła-odkształcenie. Modele reologiczne Maxwella i Kelvina-Voigta i ich podstawowe właściwości. Wyznaczanie szybkości płynięcia, czasu relaksacji naprężenia oraz czasu opóźnienia wydłużenia.

24. Biokolorymetria kompensacyjna i respiracyjna. Praca, ciepło, funkcje stanu. Pierwsza zasada termodynamiki i prawo Hessa. Ciepło spalania substancji pokarmowych, równoważnik energetyczny tlenu, iloraz oddechowy. Szybkość przemiany materii. Bezpośrednie i pośrednie metody jej pomiaru dla ludzi i małych zwierząt. Wyznaczanie szybkości przemiany materii metodą biokolorymetrii respiracyjnej oraz biokolorymetrii kompensacyjnej. Ciśnienie cząstkowe tlenu w powietrzu a stan organizmu.

25. Właściwości sprężyste ciał stałych. Prawo Hooke'a. Współczynnik i moduły sprężystości liniowej, objętościowej i postaciowej. Odkształcanie ciał krystalicznych i bezpostaciowych. Zakresy odkształcenia proporcjonalnego, plastycznego i granica wytrzymałości. Odkształcanie ciał izotropowych i anizotropowych. Bierne właściwości sprężyste tkanek miękkich. Wyznaczanie wartości naprężeń mechanicznych unieruchomionych ciał stałych wywołanych zmianą ich temperatury. Zależność wartości odkształcenia od kształtu obiektu - obliczanie strzałki ugięcia dla belek podpartych jednostronnie i dwustronnie.

26. Właściwości cieplne ciał stałych. Energia, ciepło, praca. Pierwsza zasada termodynamiki. Ciepło właściwe, pojemność cieplna. Mechanizmy transportu ciepła: przewodzenie, promieniowanie, konwekcja i parowanie i sublimacja. Mechanizm fononowy i elektronowy przewodzenia ciepła w ciałach stałych. Rozszerzalność cieplna: współczynnik liniowy, powierzchniowy, objętościowy. Przewodnictwo temperaturowe i przewodnictwo cieplne ciał stałych.

Literatura:

1. „Biofizyka – podręcznik dla studentów” pod red. F. Jaroszyka, wydanie II, 2008 (BPDS)
2. „Wybrane ćwiczenia laboratoryjne z biofizyki” pod red. P. Piskunowicza i M. Tuliszkii (2007)
3. „Ćwiczenia laboratoryjne z biofizyki” pod red. P. Piskunowicza i M. Tuliszkii (2002)
4. „Biofizyka Medyczna” pod red. F. Jaroszyka.