

ZESZYT DO ĆWICZEŃ Z BIOFIZYKI

Imię i nazwisko:

Kierunek: Ratownictwo medyczne

Grupa:.....

Regulamin zajęć dydaktycznych z biofizyki znajduje się na stronie Zakładu Biofizyki
[www.umb.edu.pl/wl/zaklad-biofizyki/dydaktyka/kierunki/ratownictwo_medyczne/
regulamin_zajec](http://www.umb.edu.pl/wl/zaklad-biofizyki/dydaktyka/kierunki/ratownictwo_medyczne/regulamin_zajec)

SPIS TREŚCI

ZAGADNIENIA DO ĆWICZEŃ Z OPTYKI	3
Ćwiczenie nr 1.7. Pulsoksymetria jako spektrofotometryczny pomiar nasycenia krwi tętniczej tlenem (SpO ₂). Ocena wpływu wybranych czynników fizjologicznych i zewnętrznych.....	4
ZAGADNIENIA DO ĆWICZEŃ Z ELEKTROMEDYCYNY	11
Ćwiczenie nr 2.4. Elektrokardiografia.....	12
Ćwiczenie nr 2.6. Dynamika krążenia krwi – podstawy fizyczne.....	16
ZAGADNIENIA DO ĆWICZEŃ Z PROMIENIOTWÓRCZOŚCI	19
Ćwiczenie nr 3.1 Radioaktywność. Pomiar aktywności z użyciem wzorca. Podstawy dozymetrii.....	20

OPTYKA

WYTYCZNE DO SPORZĄDZENIA RAPORTU Z CZĘŚCI ĆWICZENIOWEJ

1. „Zeszyt do Ćwiczeń z Biofizyki” należy wydrukować w formacie A4, spiąć, obłożyć (bindowanie lub skoroszyt) i podpisać.
2. Raport powinien być czytelny, bez skreśleń.
3. Wszelkie rysunki muszą być wykonywane ołówkiem. Obliczenia wraz z prawidłowymi jednostkami mogą być wykonywane długopisem lub ołówkiem.
4. W razie konieczności poprawy raportu, wszelkie korekty muszą być wykonane poniżej części zaznaczonej jako błędna (w miarę wolnego miejsca) lub na nowych kartkach (doklejonych).
5. Dane do końcowej tabeli: „data” oraz „imię i nazwisko wykonującego” muszą być wypełnione długopisem.

ZAGADNIENIA DO ĆWICZEŃ Z OPTYKI

Ćwiczenie nr 1.7. Pulsoksymetria jako spektrofotometryczny pomiar nasycenia krwi tętniczej tlenem (SpO₂). Ocena wpływu wybranych czynników fizjologicznych i zewnętrznych.

1. Zjawisko absorpcji jako podstawa działania pulsoksymetru.
2. Prawo absorpcji i jego interpretacja dla pomiarów pulsoksymetrycznych.
3. Pulsoksymetr- do czego służy? Jakie parametry pozwala mierzyć?
4. Na czym polega spektrofotometryczny pomiar wysycenia hemoglobiny tlenem?
5. Zasada działania pulsoksymetru. Hemoglobina utlenowana i odtlenowana.
6. Rodzaje hemoglobiny. Różnice w stopniu pochłaniania promieniowania (różne długości fal 660 nm i 940 nm)
7. Parametr SpO₂ oraz jego prawidłowy zakres.
8. Przyczyny zaburzenia poziomu saturacji.
9. Ograniczenia pulsoksymetrii.
10. Wpływ testu Allena na odczyt pulsoksymetryczny.

ĆWICZENIE NR 1.7

Pulsoksymetria jako spektrofotometryczny pomiar nasycenia krwi tętniczej tlenem (SpO₂).

Ocena wpływu wybranych czynników fizjologicznych i zewnętrznych.

Procedura:

a) Prawidłowe wykonanie pomiaru

Aby uzyskać wiarygodny wynik, należy przestrzegać kilku zasad:

1. **Uspokój oddech i usiądź** – najlepiej dokonaj pomiaru w pozycji siedzącej, po kilku minutach odpoczynku.
2. **Założ pulsoksymetr na palec** – najczęściej wskazujący lub środkowy.
3. **Dłonie powinny być ciepłe i suche** – zimne palce zniekształcają pomiar.
4. **Nie ruszaj ręką** i unikaj rozmów w trakcie badania.
5. **Odczekaj kilka sekund**, aż wynik się ustabilizuje.
6. **Odczytaj poziom SpO₂ i tętna** z ekranu.

b) Czynniki zewnętrzne oraz fizjologiczne mogące zaburzać prawidłowy pomiar saturacji:

- **Lakier do paznokci:** niebieski, czarny lub zielony – fałszywie niskie wartości SpO₂, lakiery czerwone nie wpływają na wysycenie.
- **Sztuczne oświetlenie:** Silne, bezpośrednie oświetlenie (np. lampy operacyjne, bezpośrednie światło słoneczne) padające na czujnik może zaburzyć pomiar.
- **Nieprawidłowe założenie urządzenia:** Zbyt luźny pulsoksymetr, brudne palce lub założenie go na rękę, na której mierzone jest ciśnienie krwi.
- **Ruch podczas pomiaru:** Drżenie rąk, poruszanie się uniemożliwiają uzyskanie stabilnego odczytu.
- **Zimne dłonie i słabe krążenie (peryferyjna perfuzja):** Niska temperatura ciała, choroba Raynauda lub niedociśnienie powodują, że pulsoksymetr ma trudności z wykryciem tętna.

- **Wysilek fizyczny może zaburzać odczyty z pulsoksymetru**, głównie ze względu na ruch oraz zmiany fizjologiczne zachodzące w organizmie. Pulsoksymetr jest urządzeniem zaprojektowanym do pomiaru w spoczynku, a aktywność fizyczna wprowadza czynniki zakłócające jego pracę.
- **Skrajne pozycje ciała:** Ekstremalne ułożenie ciała (np. Trendelenburga – głową w dół) może zaburzać przepływ krwi i prowadzić do błędnych odczytów.
- **Zahamowanie przepływu krwi w czasie pomiaru ciśnienia tętniczego:** Wykonując pomiar SpO₂ (założony czujnik na palec) należy pamiętać, aby jednocześnie nie wykonywać pomiaru ciśnienia tętniczego krwi na tej samej kończynie – podczas "pompowania" mankieta ciśnieniomierza pulsoksymetr fałszywie wskaże niskie wartości SpO₂.

c) Pomiar saturacji krwi oraz częstości skurczów serca z wykorzystaniem pulsoksymetru

Wykonanie:

Badanie należy przeprowadzić w dwuosobowych lub trzyosobowych grupach, w których każda osoba musi być badanym i badającym. Włączamy aparat i monitor pulsoksymetru. Badający zakłada mu na palec wskazujący ręki czujnik do pulsoksymetru. Wyświetlone zostaną saturacja krwi wyrażona w procentach i częstość skurczów serca. Mierzymy saturację oraz częstość skurczów serca, uwzględniając wpływ różnych czynników fizjologicznych oraz zewnętrznych, a wyniki wpisujemy do tabeli. **Zaznaczamy zmianę saturacji i częstości skurczów serca (bz – bez zmian, ↑ - wzrost, ↓ - spadek).**

Ocena wpływu wybranych czynników fizjologicznych

	Saturacja [%]	Zmiana saturacji bz – bez zmian, ↑ - wzrost, ↓ - spadek	Skurcze serca/min	Zmiana częstości skurczów bz – bez zmian, ↑ - wzrost, ↓ - spadek
Prawidłowa pozycja pomiarowa- spokojne oddychanie w pozycji siedzącej				
Nieprawidłowa pozycja pomiarowa- pochylenie z głową w dół				
Nieprawidłowe warunki pomiarowe- Bezdech 30 s				
Nieprawidłowe warunki pomiarowe- Bezdech 60 s				
Nieprawidłowe warunki pomiarowe- natychmiastowy pomiar po wysiłku fizycznym 10 przysiadów				
Nieprawidłowe warunki pomiarowe- natychmiastowy pomiar po wysiłku fizycznym 20 przysiadów				
Nieprawidłowe warunki pomiarowe- ruch ręką w czasie pomiaru				

Ocena wpływu wybranych czynników zewnętrznych

	Saturacja [%]		Skurcze serca/min	
Prawidłowa pozycja pomiarowa- spokojne oddychanie w pozycji siedzącej bez wpływu czynników zewnętrznych		Zmiana saturacji bz – bez zmian, ↑ - wzrost, ↓ - spadek		Zmiana częstości skurczów bz – bez zmian, ↑ - wzrost, ↓ - spadek
Nieprawidłowe warunki pomiarowe – zimne dłonie po zanurzeniu w zimnej wodzie				
Nieprawidłowe warunki pomiarowe- paznokcie z naklejoną niebieską, zieloną lub czarną taśmą (imitacja lakieru do paznokci)				
Nieprawidłowe warunki pomiarowe- bezpośrednie naświetlenie urządzenia w czasie badania				
Nieprawidłowe warunki pomiarowe- jednoczesny pomiar w czasie pomiaru ciśnienia metodą osłuchową				
Nieprawidłowe warunki pomiarowe - pomiar przeprowadzony po 5 min przebywania w maseczce ochronnej				
Nieprawidłowe warunki pomiarowe - pomiar przeprowadzony po 10 min przebywania w maseczce ochronnej				

d) Ocena zmodyfikowanego testu Allena z użyciem pulsoksymetrii

Wykonanie:

Etap I: Klasyczny test Allena

1. Pozycja pacjenta: Student siedzi wygodnie, opiera przedramię na stole, a dłoń utrzymuje na wysokości serca, wewnętrzną stroną dłoni skierowaną do góry.
2. Zaciśnięcie pięści: Poproś pacjenta o mocne zaciśnięcie dłoni w pięść na około 30 sekund. Ma to na celu „wycisnienie” krwi z naczyń krwionośnych dłoni.
3. Ucisk tętnic: Osoba wykonująca test uciska jednocześnie tętnicę promieniową (od strony kciuka) i łokciową (od strony małego palca) w okolicy nadgarstka.
4. Otwarcie dłoni: Poproś pacjenta o rozluźnienie i otwarcie dłoni (nie prostując palców na siłę). Skóra dłoni powinna być wyraźnie biała lub wręcz biała.
5. Zwolnienie ucisku (Ocena tętnicy łokciowej): Zwolnij ucisk tylko z tętnicy łokciowej, nadal mocno trzymając uciśniętą tętnicę promieniową. Obserwuj czas, w jakim dłoń odzyskuje naturalny, różowy kolor.

Etap II. Obserwacja sygnału pulsoksymetrycznego.

1. Umieścić czujnik pulsoksymetru na palcu wskazującym ręki poddawanej testowi.
2. Po uzyskaniu stabilnego odczytu zapisać SpO_2 , częstość tętna. Na ekranie pulsoksymetru pojawi się fala tętna (pletyzmograficzna, PPG).
3. Wykonać test Allena, obserwując równocześnie sygnał pulsacyjny.
4. Zwrócić uwagę na ewentualne osłabienie lub zanik fali podczas ucisku obu tętnic i jej powrót po zwolnieniu ucisku na tętnicy łokciowej.
5. Porównać moment powrotu fali PPG z czasem powrotu zabarwienia skóry.

Po przeprowadzeniu pomiaru zapisać wyniki w poniższej tabeli

	Saturacja [%]		Skurcze serca/min	
Prawidłowa pozycja pomiarowa		Zmiana saturacji bz – bez zmian, ↑ - wzrost, ↓ - spadek		Zmiana częstości skurczów bz – bez zmian, ↑ - wzrost, ↓ - spadek
Test Allena				

e)Wnioski z przeprowadzonego eksperymentu

Jak na saturację wpływa:

1. Wysiłek fizyczny

.....

.....

2. Nieprawidłowa pozycja w czasie pomiaru

.....

.....

3. Bezdech (zatrzymanie oddechu na 30 i 60 s)

.....

.....

4. Ruch ręki w czasie pomiaru

.....

.....

5. Obniżona temperatura ciała

.....

.....

6. Lakier na paznokciu

.....

.....

7. Jednoczesne wykonywanie pomiaru ciśnienia metodą osłuchową

.....

.....

8. Bezpośrednie naświetlanie urządzenia pomiarowego

.....

.....

9. Przebywanie w maseczce ochronnej (pomiar po 5 i 10 min)

.....

.....

10. Test Allena

.....

.....

Data	Imię i Nazwisko wykonującego ćwiczenie	Podpis prowadzącego ćwiczenia	Punkty dodatkowe

ZAGADNIENIA DO ĆWICZEŃ Z ELEKTROMEDYCYNY

Ćwiczenie nr 2.4 Elektrokardiografia.

1. Fizyczne podstawy elektrokardiografii (pojęcie dipola elektrycznego i momentu dipolowego, natężenie pola elektrycznego, potencjalna energia elektrostatyczna, potencjał elektryczny; wyznaczanie natężenia pola i potencjału elektrycznego wokół dipola; linie sił pola i linie ekwipotencjalne)
 - Model źródła prądowego,
 - Model dipolowy.
2. Typy odprowadzeń stosowane w ekg.
3. Budowa i rola układu bodźco-przewodzącego serca.
4. Potencjały czynnościowe różnych komórek mięśnia sercowego.
 - komórki roboczej serca,
 - komórki węzła zatokowego (zjawisko powolnej spoczynkowej depolaryzacji).
5. Główny wektor elektryczny serca.

Ćwiczenie nr 2.6 Dynamika krążenia krwi – podstawy fizyczne.

1. Hydrostatyka: definicja ciśnienia (jednostki), naczynia połączone, prawo Archimedes'a i Pascala, prasa hydrauliczna, ciśnienie hydrostatyczne.
2. Równania: ciągłości strumienia cieczy, Bernoulliego, Hagen-Poiseuille'a, liczba Reynoldsa.
3. Przepływ laminarny i burzliwy cieczy. Warunki niezbędne do ich powstania.
4. Zasada pomiaru RR metodą osłuchową. Zjawiska fizyczne wykorzystywane przy pomiarze RR metodą osłuchową.
5. Wpływ różnych czynników na wartość ciśnienia tętniczego.

LITERATURA:

„Wybrane zagadnienia z biofizyki” pod red. prof. S. Miękisz
„Biofizyka” pod red. prof. F. Jaroszyka
„Elementy fizyki, biofizyki i agrofizyki” pod red. prof. S. Przestalskiego
„Podstawy biofizyki” pod red. prof. A. Piławskiego

ĆWICZENIE NR 2.4

ELEKTROKARDIOGRAFIA

Cele tematu badawczego: Celem ćwiczenia jest zapoznanie studentów z czynnościami elektrycznymi błon biologicznych na podstawie aktywności elektrycznej komórek serca. Celem szczegółowym jest zapoznanie się z techniką badania elektrokardiograficznego, wykonanie elektrokardiogramu i zapoznanie się z podstawami matematycznej analizy otrzymanego zapisu zjawisk elektrycznych.

Zagadnienia z teorii do samodzielnego przygotowania:

1. Fizyczne podstawy elektrokardiografii (pojęcie dipola elektrycznego i momentu dipolowego, natężenie pola elektrycznego, potencjalna energia elektrostatyczna, potencjał elektryczny; wyznaczanie natężenia pola i potencjału elektrycznego wokół dipola; linie sił pola i linie ekwipotencjalne)
 - Model źródła prądowego,
 - Model dipolowy.
2. Typy odprowadzeń stosowane w ekg.
3. Budowa i rola układu bódźco-przewodzącego serca.
4. Potencjały czynnościowe różnych komórek mięśnia sercowego.
 - komórki roboczej serca,
 - komórki węzła zatokowego (zjawisko powolnej spoczynkowej depolaryzacji).
5. Główny wektor elektryczny serca.

Rozwój wiedzy

1. Powtórzenie wiadomości podstawowych z zakresu elektrostatyki.
2. Samodzielne przygotowanie wiadomości na temat: • czynności elektryczne błon biologicznych: • mechanizm powstawania potencjału spoczynkowego (mechanizmy utrzymujące rozmieszczenie jonów wzdłuż błony komórkowej), • mechanizm powstawania i przewodzenia potencjału czynnościowego na przykładzie komórek nerwowych i komórek serca (układ bódźcotwórczo-przewodzący, • mechanizmy biofizyczne powstawania i przewodzenia pobudzenia w sercu). • Wektor elektryczny serca.
3. Elektrokardiografia: metody rejestracji, elektrokardiogram
4. Wykorzystanie poznanej wiedzy.

Rozwój umiejętności

Stosowanie ze zrozumieniem pojęć fizycznych. Rozwój umiejętności manualnych związanych z obsługą urządzeń elektrycznych. Gromadzenie i analizowanie, wraz z szacowaniem niepewności pomiarowych, danych pomiarowych. Prezentacja i przetwarzanie danych pomiarowych przedstawionych w formie tabeli lub i wykresów. Analiza i omówienie wyników pomiaru, formułowanie wniosków. Poprawny opis i wyjaśnianie zjawisk fizycznych.

Rozwój postaw

Współpracy w grupie.

Weryfikacji zdobytej wiedzy i umiejętności.

Kultura techniczna.

Przestrzeganie przepisów BHP.

Część doświadczalna

Cel: Demonstracja metody pomiaru elektrycznej czynności serca.

Niezbędne przyrządy i przybory: aparat EKG, elektrody, oscyloskop.

Wykonanie ćwiczenia

WAŻNE

1. *Raport powinien być czytelny, bez skreśleń.*
2. *Wszelkie rysunki muszą być wykonywane ołówkiem. Obliczenia wraz z prawidłowymi jednostkami mogą być wykonywany długopisem lub ołówkiem.*
3. *W razie konieczności poprawy raportu, wszelkie korekty muszą być wykonane poniżej części zaznaczonej jako błędna (w miarę wolnego miejsca) lub na nowych kartkach (doklejonych).*
4. *Dane do końcowej tabeli: „data” oraz „imię i nazwisko wykonującego” muszą być wypełnione długopisem.*
5. *Raport z części ćwiczeniowej wykonany w inny sposób nie będzie sprawdzany ani zaliczony.*

RAPORT Z ĆWICZENIA NR	
DATA	
Oświadczam, że raport jest przygotowany zgodnie z wytycznymi 1-5 strona 28	Czytelny podpis wykonującego raport

1. **Wykonać zapis EKG przy prędkości przesuwu papieru 25 mm i 50 mm.** Sposób podłączenia elektrod, technikę wykonania zapisu przy pomocy aparatu EKG oraz współpracę z oscyloskopem poda asystent.

Miejsce na wklejenie ekg

2. Na podstawie zapisu EKG obliczyć częstość uderzeń serca wszystkimi znanymi metodami (opisz wykonane obliczenia).

3. Na podstawie zapisu EKG obliczyć:

a) czas trwania: odstępu PP (s).....i odstępu RR (s).....

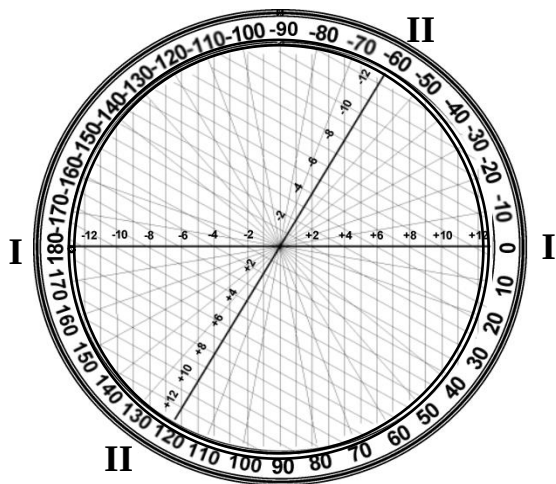
b) czas trwania (wyniki podać w formie tabeli)

- załamek P norma: 0,04 - 0,12 s w II odprowadzeniu
- odcinek PQ norma: 0,04 - 0,10 s
- odstęp PQ norma: 0,12 - 0,20 s
- zespół QRS norma: 0,06 - 0,10 s

	odległość w mm (przy prędkości 25 mm/s)	czas trwania (s)
załamek P		
odcinek P-Q		
odstęp P-Q		
zespół QRS		

4. Na podstawie zapisu EKG obliczyć określić oś elektryczną serca (opis w skrypcie w części teoretycznej)

ZAŁAMKI	AMPLITUDA w mm	
	Odprowadzenie I:	Odprowadzenie III
Q		
R		
S		
Suma załameków		



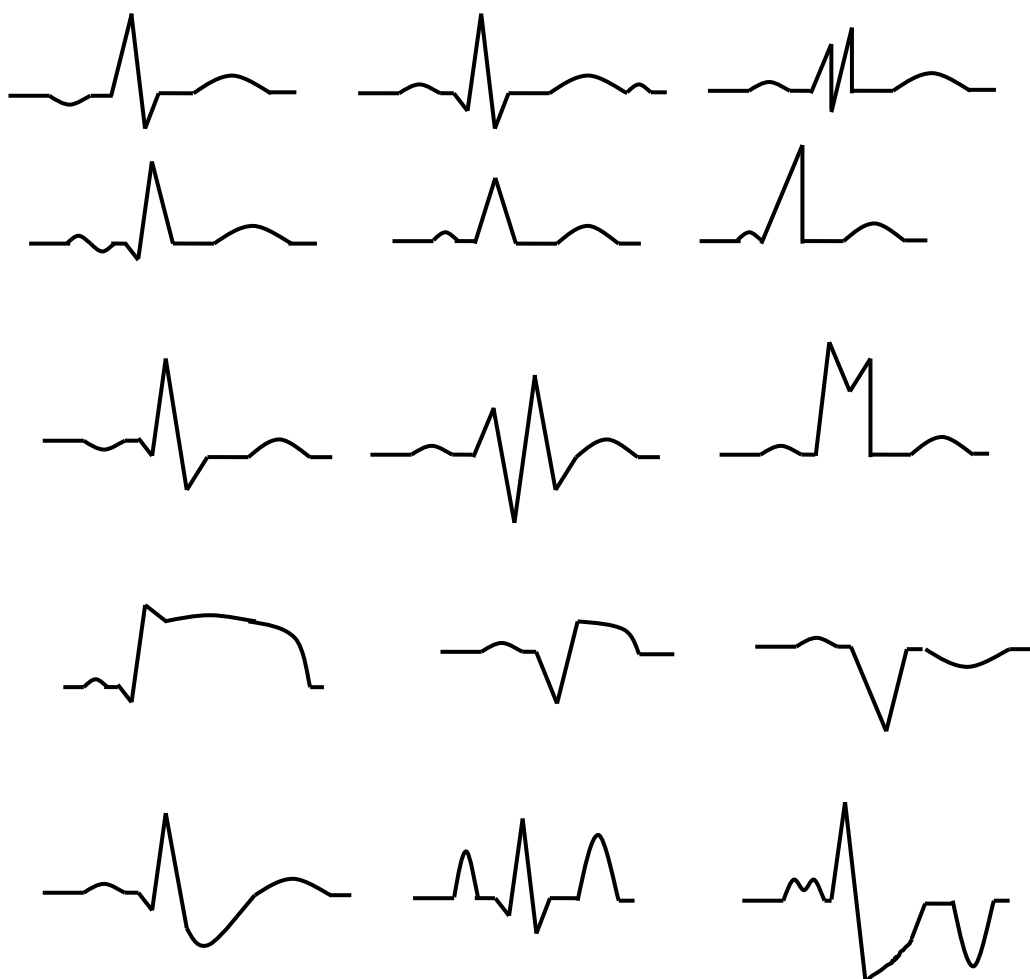
Kąt α wynosi:

Ocena osi elektrycznej serca:

.....

.....

5. Nazwij załamki w przedstawionych zapisach EKG



Data	Imię i Nazwisko wykonującego ćwiczenie	Podpis prowadzącego ćwiczenia	Punkty dodatkowe

ĆWICZENIE NR 2.6

NIEINWAZYJNE METODY POMIARU CIŚNIENIA TĘTNICZEGO KRWI

Cele tematu badawczego: Porównanie różnych metod pomiaru ciśnienia tętniczego krwi oraz ocena wpływu grawitacji na RR.

Zagadnienia z teorii do samodzielnego przygotowania:

1. Hydrostatyka: definicja ciśnienia (jednostki), naczynia połączone, prawo Archimedesesa i Pascala, prasa hydrauliczna, ciśnienie hydrostatyczne.
2. Równania: ciągłości strumienia cieczy, Bernoulliego, Hagen-Poiseulle'a, liczba Reynoldsa.
3. Przepływ laminarny i burzliwy cieczy. Warunki niezbędne do ich powstania.
4. Zasada pomiaru RR metodą osłuchową. Zjawiska fizyczne wykorzystywane przy pomiarze RR metodą osłuchową.
5. Wpływ różnych czynników na wartość ciśnienia tętniczego.

Rozwój wiedzy

Powtórzenie wiadomości podstawowych z zakresu hydrostatyki:

Samodzielne przygotowanie wiadomości na temat: • przepływ laminarny i burzliwy cieczy- oraz warunki niezbędne do ich powstania. • Zasada pomiaru ciśnienia tętniczego krwi metodą osłuchową. • Zjawiska fizyczne wykorzystywane przy pomiarze ciśnienia tętniczego krwi metodą osłuchową. • Wpływ różnych czynników na wartość ciśnienia tętniczego.

Przypomnienie wzorów matematycznych opisujących zjawiska fizyczne. Przeliczanie jednostek. Wykorzystanie poznanej wiedzy.

Rozwój umiejętności

Stosowanie ze zrozumieniem pojęć fizycznych. Umiejętność fachowego wysławiania się i wyrażania swoich opinii. Przeliczanie jednostek, rozwiązywanie równań, wyznaczanie niepewności pomiarowych. Przetwarzanie danych pomiarowych oraz interpretowanie wyników. Planowanie i przeprowadzanie eksperymentów i doświadczeń. Gromadzenie i analizowanie, wraz z szacowaniem niepewności pomiarowych, danych pomiarowych. Prezentacja i przetwarzanie danych pomiarowych przedstawionych w formie tabel. Analiza i omówienie wyników pomiaru, formułowanie wniosków. Poprawny opis i wyjaśnianie zjawisk fizycznych.

Rozwój postaw

Umiejętność przekonywania innych do swoich racji, prowadzenia rzeczowej dyskusji.

Współpracy w grupie.

Weryfikacji zdobytej wiedzy i umiejętności.

Kultura techniczna.

Przestrzeganie przepisów BHP.

Rozwiązywania problemów.

Szacunku dla pracy własnej i innych

Część doświadczalna

Niezbędne przyrządy i materiały: sfigmomanometr, stetoskop, taśma miernicza.

Wykonanie ćwiczenia

WAŻNE

1. *Raport powinien być czytelny, bez skreśleń.*
2. *Wszelkie rysunki muszą być wykonywane ołówkiem. Obliczenia wraz z prawidłowymi jednostkami mogą być wykonywany długopisem lub ołówkiem.*
3. *W razie konieczności poprawy raportu, wszelkie korekty muszą być wykonane poniżej części zaznaczonej jako błędna (w miarę wolnego miejsca) lub na nowych kartkach (doklejonych).*
4. *Dane do końcowej tabeli: „data” oraz „imię i nazwisko wykonującego” muszą być wypełnione długopisem.*
5. *Raport z części ćwiczeniowej wykonany w inny sposób nie będzie sprawdzany ani zaliczony.*

RAPORT Z ĆWICZENIA NR	
DATA	
Oświadczam, że raport jest przygotowany zgodnie z wytycznymi 1-5 strona 32	<i>Czytelny podpis wykonującego raport</i>

1. **Zmierzyć ciśnienie tętnicze w spoczynku** dostępnym metodami osłuchowymi, oscylometryczną, palpacyjną lub fonometryczną. Porównać wyniki.

$$1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa} = 760 \text{ mmHg}$$
$$1 \text{ mmHg} = 133,32 \text{ Pa} = 1/760 \text{ atm}$$

Metoda pomiaru RR	RR w mmHg	RR w kPa
ośuchowa		

2. **Obliczyć ciśnienie w tętnicach mózgu** ($P_{\text{MÓZGU}}$) i stóp (P_{STOPY}), wykorzystując sfigmomanometr i miarkę wysokości:

Napisz zależności pomiędzy ciśnieniami krwi na poziomie stopy, serca i mózgu (wzory)

--

Uzupełnij dane:

WIELKOŚĆ	WARTOŚĆ	JEDNOSTKI
ρ		
g		
P _{SERCA} [Pa]		
h _{SERCA} [m]		
h _{MÓZGU} [m]		

 $\rho = \text{Rho (ro)}$

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Gęstość (masa właściwa) –
 stosunek masy pewnej ilości substancji
 do zajmowanej przez nią objętości.

Napisz obliczenia (wraz z jednostkami):**Uzupełnij table:**

wyniki	RR w kPa	RR w mmHg
P _{SERCA}		
P _{MÓZGU}		
P _{STOPY}		

Data	Imię i Nazwisko wykonującego ćwiczenie	Podpis prowadzącego ćwiczenia	Punkty dodatkowe

PROMIENIOTWÓRCZOŚĆ

WYTYCZNE DO SPORZĄDZENIA RAPORTU Z CZĘŚCI ĆWICZENIOWEJ

1. „Zeszyt do Ćwiczeń z Biofizyki” należy wydrukować w formacie A4, spiąć, obłożyć (bindowanie lub skoroszyt) i podpisać.
2. Raport powinien być czytelny, bez skreśleń.
3. Wszelkie rysunki muszą być wykonywane ołówkiem. Obliczenia wraz z prawidłowymi jednostkami mogą być wykonywane długopisem lub ołówkiem.
4. W razie konieczności poprawy raportu, wszelkie korekty muszą być wykonane poniżej części zaznaczonej jako błędna (w miarę wolnego miejsca) lub na nowych kartkach (doklejonych).
5. Dane do końcowej tabeli: „data” oraz „imię i nazwisko wykonującego” muszą być wypełnione długopisem.

ZAGADNIENIA DO ĆWICZEŃ Z PROMIENIOTWÓRCZOŚCI

Ćwiczenie 3.1. Radioaktywność. Pomiar aktywności z użyciem wzorca. Podstawy dozymetrii.

Ćwiczenie 3.1 Radioaktywność. Pomiar aktywności z użyciem wzorca. Podstawy dozymetrii.

1. Atom i jego składniki.
2. Przemiany jądrowe: rozpad α , rozpad β^- , rozpad β^+ , wychwyt K.
3. Promieniotwórczość naturalna, szeregi promieniotwórcze.
4. Prawo rozpadu promieniotwórczego, postać analityczna i graficzna (krzywa rozpadu). Stała rozpadu i czas połowicznego rozpadu.
5. Aktywność – definicja i jednostki.
6. Rodzaje promieniowania jonizującego.
7. Źródła narażenia na promieniowanie jonizujące.
8. Biologiczny efektywny okres połowicznego zaniku.
9. Podstawy dozymetrii: ekspozycja (dawka ekspozycyjna), dawka pochłonięta, dawka równoważna, dawka skuteczna (efektywna). Dawka graniczna. Moc dawki.

LITERATURA:

- „Wybrane zagadnienia z biofizyki” pod red. prof. S. Miękisz
- „Biofizyka” pod red. prof. F. Jaroszyka
- „Elementy fizyki, biofizyki i agrofizyki” pod red. prof. S. Przestalskiego
- „Podstawy biofizyki” pod red. prof. A. Piławskiego

ĆWICZENIE NR 3.1

RADIOAKTYWNOŚĆ. PODSTAWY DOZYMETRII.

1. Włącz zestaw pomiarowy, sprawdź napięcie pracy licznika (pod kontrolą asystenta). Zmierz tło naturalne w czasie 5 minut, oblicz szybkość zliczeń pochodzących od tła.

$$N_t = \dots\dots\dots \text{imp}, \quad I_t = \frac{N_t}{t_t} = \dots\dots\dots \frac{\text{imp}}{\text{min}}$$

2. Dokonaj **trzykrotnego** pomiaru impulsów pochodzących od źródła wzorcowego w czasie $t_{wz} = 1$ minuta i oblicz szybkość zliczeń bez tła oraz błąd szybkości zliczeń (wyniki pomiarów i wyniki obliczeń wpisz do tabeli 1).

Tabela 1

	Ilość zliczeń N_{wz}	Wartość średnia ilości zliczeń $N_{wz} = \frac{N_I + N_{II} + N_{III}}{3}$	Szybkość zliczeń $I_{wz} = \frac{N_{wz}}{t_{wz}}$	Szybkość zliczeń bez tła $I_{wz} - I_t$
	[impulsy]		[imp min ⁻¹]	
I				
II				
III				

3. Zmierz ilość impulsów pochodzących od źródeł o nieokreślonej aktywności w czasie $t_p = 5$ minut i oblicz szybkość zliczeń bez tła oraz błąd szybkości zliczeń.
4. Wyniki pomiarów i wyniki obliczeń wpisz do tabeli 2.

Tabela 2

Nr próbki	Ilość zliczeń N_p	Szybkość zliczeń $I_p = \frac{N_p}{t_p}$	Szybkość zliczeń bez tła $I_p - I_t$
	[impulsy]	[imp min ⁻¹]	

6. Oblicz aktywność każdej próbki, błąd, z jakim została wyznaczona i błąd procentowy. Wyniki umieść w tabeli 3.

$$A_p = \frac{I_p - I_t}{I_{wz} - I_t} \cdot A_{wz}$$

Aktywność wzorca wynosi **$A_{wz} = 4000$ Bq**

Tabela 3

Nr próbki	Szybkość zliczeń bez tła $I_p - I_t$	Aktywność próbki $A_p = \frac{I_p - I_t}{I_{wz} - I_t} \cdot A_{wz}$
	[imp min ⁻¹]	[Bq]

5. Oblicz wydajność pomiaru aktywności.

6.

$$\eta_{\%} = \frac{I - I_t}{A} \cdot 100[\%] = \dots\dots\dots[\%]$$

Tabela 4

Próbka	Szybkość zliczeń	Aktywność	Wydajność pomiaru $\eta_{\%}$
	[imp/s]	[Bq]	[%]
Wzorzec			
		Średnia wydajność	

Data	Imię i Nazwisko wykonującego ćwiczenie	Podpis prowadzącego ćwiczenia	Punkt dodatkowy

Masa spoczynkowa elektronu

$$m_e = 9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

$$= 0,000549 \text{ u} = 0,51 \frac{\text{MeV}}{c^2}$$

Jednostka masy atomowej

$$u = 1,66 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$= 931,5 \frac{\text{MeV}}{c^2}$$

Ładunek elektronu

$$e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

Masa spoczynkowa protonu

$$m_p = 1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$= 1,007276 \text{ u} = 938 \frac{\text{MeV}}{c^2}$$

Prędkość światła w próżni

$$c = 3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Liczba Avogadro

$$N_A = 6,02 \times 10^{23} \frac{1}{\text{mol}}$$

Masa spoczynkowa neutronu

$$m_p = 1,68 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$= 1,008665 \text{ u} = 940 \frac{\text{MeV}}{c^2}$$

Stała Plancka

$$h = 6,62 \times 10^{-34} \text{ Js}$$

Mnożnik	10^9	10^6	10^3	10^2	10^1	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-6}	10^{-9}	10^{-12}
Przedrostek	giga	mega	kilo	hekto	deka	decy	centy	mili	mikro	nano	piko
Oznaczenie	G	M	k	h	da	d	c	m	μ	n	p