

ZESZYT DO ĆWICZEŃ Z BIOFIZYKI

Imię i nazwisko:

Kierunek:.....

Grupa:.....

**Regulamin zajęć dydaktycznych z biofizyki znajduje się na stronie Zakładu Biofizyki
www.umb.edu.pl/wl/zaklad-biofizyki/dydaktyka/kierunki/poloznictwo/regulamin_zajec**

SPIS TREŚCI

ZAGADNIENIA DO ĆWICZEŃ Z ELEKTROMEDYCYNY	3
Ćwiczenie nr 2.4. Elektrokardiografia.....	4
Ćwiczenie nr 2.6. Dynamika krążenia krwi – podstawy fizyczne.....	8
ZAGADNIENIA DO ĆWICZEŃ Z PROMIENIOTWÓRCZOŚCI	11
Ćwiczenie nr 3.1 Radioaktywność. Pomiar aktywności z użyciem wzorca. Podstawy dozymetrii.....	12
Ćwiczenie nr 3.2 Oddziaływanie fotonów z materią. Metody doświadczalnego wyznaczanie współczynników osłabienia promieniowania gamma.....	14

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-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.

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. Przystalskiego
- „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 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.

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 bodźcotwórczo-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 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.

Rozwiązywanie problemów.

Szacunku dla pracy własnej i innych

Część doświadczalna

Cel: Demonstracja metody pomiaru elektrycznej czynności serca.

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

Wykonanie ćwiczenia

WYTYCZNE DO PRZYGOTOWANIA RAPORTU

1. ***Raport powinien być czytelny, bez skreśleń.***
 2. ***Wszelkie rysunki muszą być wykonywane ołówkiem.***
 3. ***Obliczenia wraz z prawidłowymi jednostkami mogą być wykonywane długopisem lub ołówkiem.***
 4. ***Przy zadaniach rachunkowych wymagane są prawidłowe obliczenia oraz prawidłowo wykonane obliczenia na jednostkach.***
 5. ***Dane do końcowej tabeli: „data” oraz „imię i nazwisko wykonującego” muszą być wypełnione długopisem.***
-
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).....

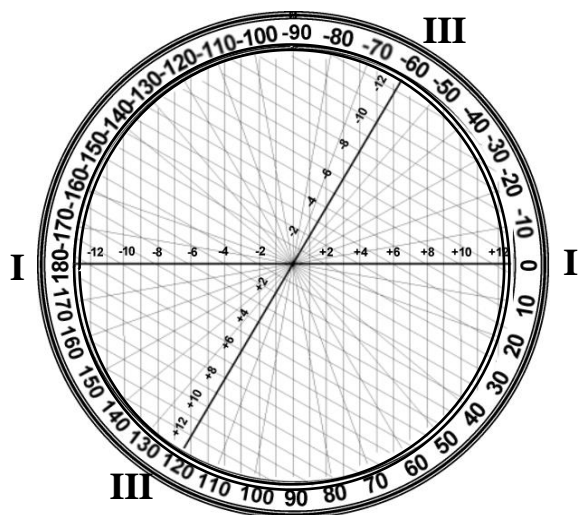
b) czas trwania (wyniki podać w formie tabeli)

- 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
- zespołu 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		



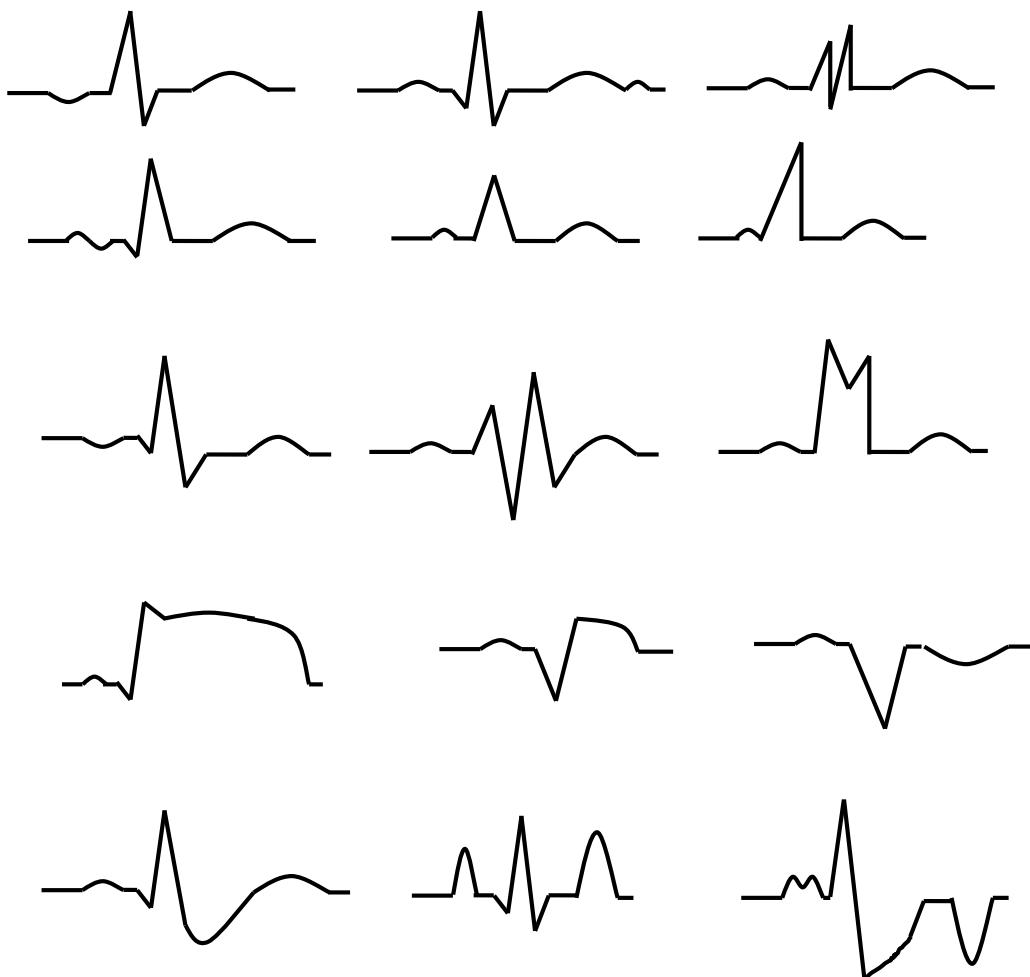
Kąt α wynosi:

Ocena osi elektrycznej serca:

.....

.....

5. Nazwij załamki w przedstawionych zapisach EKG



Data	Imię i Nazwisko wykonującego ćwiczenie	Podpis prowadzącego ćwiczenia	Raport

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 Archimedes'a 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 wyrażania 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

WYTYCZNE DO PRZYGOTOWANIA RAPORTU

1. *Raport powinien być czytelny, bez skreśleń.*
2. *Wszelkie rysunki muszą być wykonywane ołówkiem.*
3. *Obliczenia wraz z prawidłowymi jednostkami mogą być wykonywane długopisem lub ołówkiem.*
4. *Przy zadaniach rachunkowych wymagane są prawidłowe obliczenia oraz prawidłowo wykonane obliczenia na jednostkach.*
5. *Dane do końcowej tabeli: „data” oraz „imię i nazwisko wykonującego” muszą być wypełnione długopisem.*

1. **Zmierzyć ciśnienie tętnicze (ciśnienie skurczowe/rokurczowe) spoczynku** metodą osłuchową i następnie przeliczyć otrzymane wartości na jednostki układu S.I.

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

Metoda pomiaru RR	RR w mmHg	RR w kPa
osłuchowa		

Napisz obliczenia:

2. **Obliczyć ciśnienie na wysokości tętnic mózgu** ($P_{\text{MÓZGU}}$) **i stóp** (P_{STOPY}) w pozycji stojącej, 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 tabelę:**

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

Data	Imię i Nazwisko wykonującego ćwiczenie	Podpis prowadzącego ćwiczenia	Raport	Łącznie 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 wykonywany 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.

1. Atom i jego składniki.
2. Przemiany jądrowe.
3. Prawo rozpadu promieniotwórczego, postać analityczna i graficzna (krzywa rozpadu). Stała rozpadu i czas połowicznego rozpadu.
4. Aktywność – definicja i jednostki.
5. Rodzaje promieniowania jonizującego.
6. Źródła narażenia na promieniowanie jonizujące.
7. Podstawy dozymetrii: ekspozycja (dawka ekspozycyjna), dawka zaabsorbowana, dawka skuteczna (efektywna). Moc dawki.

Ćwiczenie 3.2 Oddziaływanie fotonów z materią. Metody doświadczalnego wyznaczanie współczynników osłabienia promieniowania gamma.

1. Źródła elektromagnetycznego promieniowania jonizującego.
2. Fizyczne skutki oddziaływania promieni gamma z materią: zjawisko fotoelektryczne, efekt Comptona i kreacja par.
3. Prawo osłabienia. Krzywa osłabienia i grubość połowiąca.
4. Liniowy i masowy współczynnik osłabienia.
5. Wykorzystanie izotopów promieniotwórczych w medycynie – diagnostyka i terapia.

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. Przystalskiego
„Podstawy biofizyki” pod red. prof. A. Pilawskiego

ĆWICZENIE NR 3.1

RADIOAKTYWNOŚĆ. POMIAR AKTYWNOŚCI Z UŻYCIEM WZORCA. PODSTAWY DOZYMETRII.

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

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

3. 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				

4. 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.
5. 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 $A_{wz} = 4000 \text{ Bq}$

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]

7. Oblicz wydajność pomiaru aktywności.

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

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

Data	Imię i Nazwisko wykonującego ćwiczenie	Podpis prowadzącego ćwiczenia	Punkty dodatkowe

ĆWICZENIE NR 3.2

ODDZIAŁYWANIE FOTONÓW Z MATERIAŁ. METODY DOŚWIADCZALNEGO WYZNACZANIE WSPÓŁCZYNNIKÓW OSŁABIENIA PROMIENIOWANIA GAMMA.

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

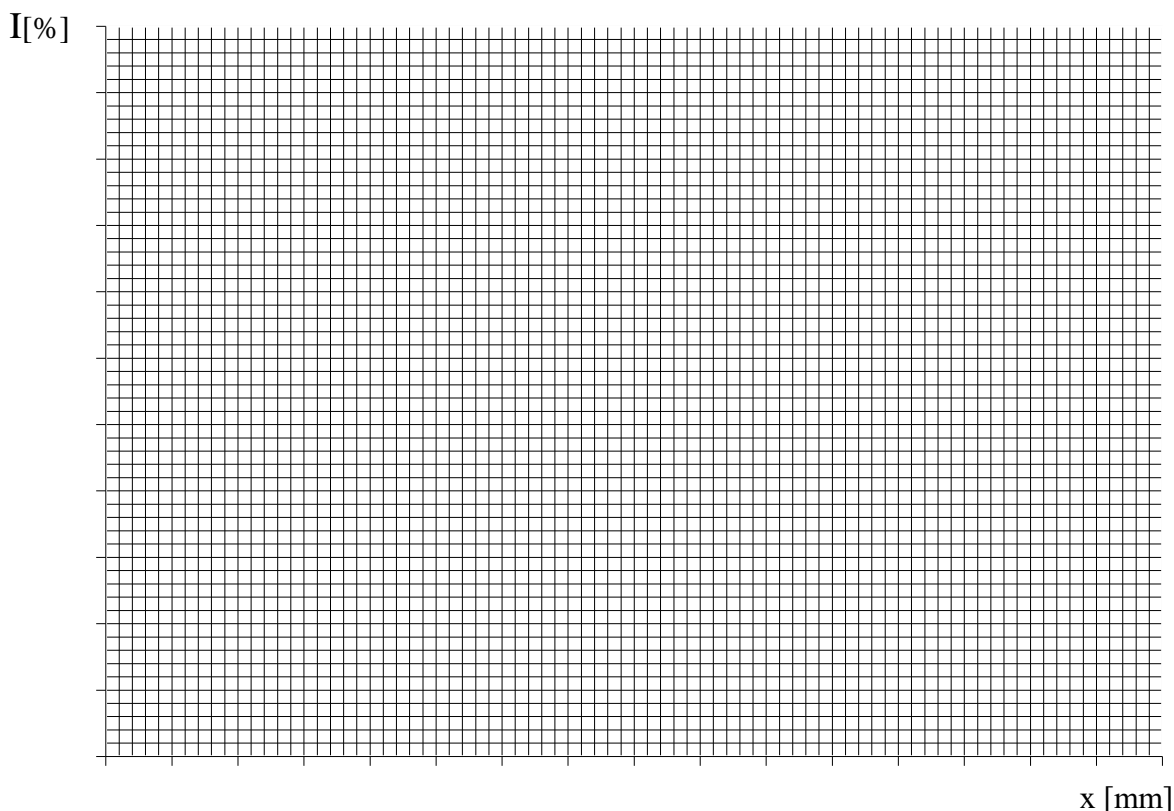
$$N_t = \dots\dots\dots[\text{impulsów}] \quad I_t = \frac{N_t}{5} = \dots\dots\dots\left[\frac{\text{impulsów}}{\text{min}}\right]$$

3. Umieść źródło promieniowania gamma w detektorze (zachowaj tę samą geometrię podczas wszystkich pomiarów).
4. Zmierz częstość zliczeń pochodzących od źródła nie przesłoniętego w czasie 1 minuty (wykonaj trzy pomiary i oblicz średnią arytmetyczną). Wyniki przedstaw w tabeli 1.
5. Wyznacz ilość impulsów pochodzących od źródła przesłoniętego, **zwiększając** liczbę krążków absorpcyjnych w kolejnych pomiarach. Każdy pomiar wykonaj trzykrotnie w czasie 1 minuty. Oblicz wartości średnie częstości zliczeń i średnią częstość zliczeń bez tła. Oblicz procentowy spadek częstości zliczeń. Wyniki wpisz do tabeli 1.

Tabela 1

Grubość przesłony x [10 ⁻³ m]	Szybkość zliczeń I _p	Średnia szybkość zliczeń bez tła I = I _p - I _t	Procentowa zmiana częstości zliczeń
	[imp·min ⁻¹]		I% = I/I ₀ 100%
0			%

6. Przedstaw graficznie krzywą osłabienia $I(\%) = f(x)$ i wyznacz z wykresu grubość połowiącą $d_{1/2}$.



$$d_{1/2} = \dots\dots\dots[\text{m}]$$

7. Na podstawie tego wykresu i wyznaczonej grubości połowiącej $d_{1/2}$ oblicz współczynniki osłabienia μ i μ_m cynku, (gęstość cynku $\rho = 7,19 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$)

$$\mu = \frac{\ln 2}{d_{1/2}} = \dots\dots\dots[\text{m}^{-1}]$$

$$\mu_m = \frac{\mu}{\rho} = \dots\dots\dots\left[\frac{\text{m}^2}{\text{kg}}\right]$$

8. Wykonaj ten sam wykres używając programu EXCEL.

Znajdź zależność (równanie krzywej wykładniczej i współczynnik korelacji).

Tutaj wpisz wyniki obliczeń z programu Excel:

- otrzymane równanie: $y = \dots\dots\dots$
- wartość współczynnika korelacji $R^2 = \dots\dots\dots$

Na podstawie wykresu i równania krzywej wzorcowej wyznacz wartość współczynnika μ

$$\mu = \dots\dots\dots[\text{m}^{-1}]$$

Tu wklej wykres otrzymany w programie Excel

9. Wyznacz ilość impulsów pochodzących od źródła przesłoniętego różnymi absorbentami. Każdy pomiar wykonaj trzykrotnie w czasie 1 minuty. Wyniki wpisz do tabeli 2. Oblicz wartości średnie częstości zliczeń i średnią częstość zliczeń bez tła.

Tabela 2

Rodzaj absorbenta	Grubość przesłony \times [10^{-3}m]	Szybkość zliczeń I_p	Średnia szybkość zliczeń bez tła $I = I_p - I_t$
		[imp·min ⁻¹]	
aluminium			
ołów			

10. Oblicz współczynniki osłabienia zmierzonych absorbentów (liniowe i masowe) oraz grubości połowiące. Wyniki obliczeń zamieść w tabeli 3.

Tabela 3

absorbent	gęstość [kg m ⁻³]	$I = I_{sr} - I_t$ [imp·min ⁻¹]	μ [m ⁻¹]	μ_m [m ² kg ⁻¹]	$d_{1/2}$ [m]
aluminium	$2,7 \cdot 10^3$				
ołów	$11,37 \cdot 10^3$				

Data	Imię i Nazwisko wykonującego ćwiczenie	Podpis prowadzącego ćwiczenia	Punkty dodatkowe

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