



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Człowiek – najlepsza inwestycja

FENIKS

- długofalowy program odbudowy, popularyzacji i wspomaganie fizyki w szkołach w celu rozwijania podstawowych kompetencji naukowo-technicznych, matematycznych i informatycznych uczniów

Pakiet nr 6: Fizyka w służbie człowieka – instrukcje dla uczniów

dr Urszula Majewska

*Instytut Fizyki,
Uniwersytet Humanistyczno-Przyrodniczy
Jana Kochanowskiego w Kielcach,
ul. Świętokrzyska 15, 25-406 Kielce*

Wersja UJK/1.0

Niniejszy tekst w odniesieniu do ćwiczeń realizowanych na uczelni dotyczy realizacji pakietu na UJK. Materiał będzie aktualizowany w miarę poszerzania bazy aparaturowej pracowni uczelnianych.



- długofalowy program odbudowy, popularyzacji i wspomaganie fizyki w szkołach w celu rozwijania podstawowych kompetencji naukowo - technicznych, matematycznych i informatycznych uczniów

Projekt współfinansowany jest ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

ĆWICZENIE NR 1

Ochrona radiologiczna przed promieniowaniem jonizującym

Cel ćwiczenia, opis:

Zapoznanie ucznia z pojęciem promieniowania jonizującego, jego źródłami naturalnymi i sztucznymi, rodzajami promieniowania jonizującego, jego podstawowymi własnościami i sposobami ochrony przed nim.

W ćwiczeniu wykorzystywane jest źródło kobalt-60 (^{60}Co) o aktywności wyjściowej 1mCi, które znajduje się w pojemniku osłonnym. W pojemniku znajduje się otwór, przez który wyprowadzana jest wiązka promieniowania. Otwór ten zamykany jest osłoną z ołowiu. W trakcie ćwiczenia uczniowie będą badać zależność natężenia promieniowania γ od odległości źródła kobaltowego od detektora oraz zależność natężenia promieniowania γ w funkcji grubości absorbenta celem wyznaczenia liniowego współczynnika pochłaniania μ materiału, z którego wykonany jest absorbent (osłona). Określają też zależność współczynnika pochłaniania μ od liczby atomowej absorbenta. Poznają 3 podstawowe zasady ochrony radiologicznej i rolę osłon w ochronie radiologicznej.



Wymagana wiedza ucznia:

budowa atomu i składniki jądra atomowego, definicje liczby atomowej Z , liczby masowej A ; umiejętność sporządzenia wykresu w układzie kartezjańskim xy .

Niezbędne przedmioty i materiały:

Źródło Co-60, detektor promieniowania (sonda scyntylicyjna), uniwersalny radiometr laboratoryjny, zasilacz sondy, wzmacniacz liniowy, przelicznik, płytki z materiałów o różnej gęstości (pleksi, aluminium, żelazo, ołów), suwmiarka.

Potencjalne zagrożenia, zasady BHP:

- Należy zachować szczególną ostrożność podczas pracy z izotopami promieniotwórczymi. Źródła promieniotwórcze są „obsługiwane” tylko i wyłącznie przez przeszkolonych pracowników Uniwersytetu.

- Praca ze źródłem promieniotwórczym (zamkniętym) pod nadzorem Inspektora Ochrony Radiologicznej w normalnych warunkach nie stanowi zagrożenia. Uczeń musi jedynie pamiętać, by zamykać otwór kolimacyjny, gdy zmienia/ dokłada płytki.
Nie wolno wkładać dłoni w wiązkę promieniowania.

Praca z prądem elektrycznym:

- Obwody elektryczne w zestawach ćwiczeniowych należy łączyć zgodnie ze schematami podanymi w instrukcjach ćwiczeniowych.
- Uczniowi nie wolno włączać do źródła zasilania zmontowanego przez siebie obwodu bez zgody prowadzącego zajęcia!
- Wszystkie przyrządy i urządzenia należy stosować zgodnie z ich przeznaczeniem i zasadami ich stosowania (podanymi w instrukcjach obsługi).

Przebieg ćwiczenia

Część teoretyczna

Wprowadzenie teoretyczne: budowa atomu, jądra atomowego. Wprowadzenie pojęć: „rozpad jądra atomowego”, „substancja promieniotwórcza”, „aktywność substancji promieniotwórczej”, „promieniowanie jonizujące”, omówienie rodzajów promieniowania jonizującego - α , β i γ (zapis przemiany jądra, w wyniku której emitowane jest dane promieniowanie) i trzech podstawowych zasad ochrony radiologicznej (im krótszy czas przebywania w pobliżu źródła promieniowania tym lepiej, im dalej tym bezpieczniej - zależność jak $1/r^2$ (r – odległość od źródła), stosowanie osłon). Definicja liniowego współczynnika pochłaniania μ .

Część praktyczna

a) ...im dalej tym bezpieczniej.....

Wykonanie ćwiczenia odbywa się pod ścisłym nadzorem Prowadzącego zajęcia!

Na stole znajduje się skala o maksimum ok. 80cm oraz miernik promieniowania. Prowadzący omawia sposób obsługi miernika. Następnie włącza miernik i zwraca uwagę uczniów na dochodzące z niego trzaski oraz wskazanie miernika na skali różne od zera. Tłumaczy przyczynę. Zostaje przyniesione przez Prowadzącego z sejfu źródło promieniowania – znajduje się w szklanej buteleczce i pojemniku ołowianym jako pojemniku zewnętrznym. Buteleczka ze źródłem zostaje wyjęta za pomocą pensety lub szczypiec przez Prowadzącego i

ustawiona na końcu skali. Uczniowie spisują do tabeli pomiarów odległość źródła r od miernika i wskazanie miernika (liczba zliczeń na sekundę N). Następnie uczniowie kolejno za pomocą pensety przesuwiają źródło co 5cm w stronę miernika i spisują odpowiednie wskazania. Jeden z uczniów pilnuje, by zmienić zakres miernika, gdy wskazówka „dotrze” do końca skali. Uczniowie zapisują też zakres miernika dla danego pomiaru i dokładność odczytu. Po zakończeniu części eksperymentalnej uczniowie wykonują wykres zależności liczby zliczeń N w funkcji odległości r źródła od miernika.



Wykres zależności $N=f(r)$

b) ...przed promieniowaniem chronią osłony....



Wykonanie ćwiczenia odbywa się pod ścisłym nadzorem Prowadzącego zajęcia!

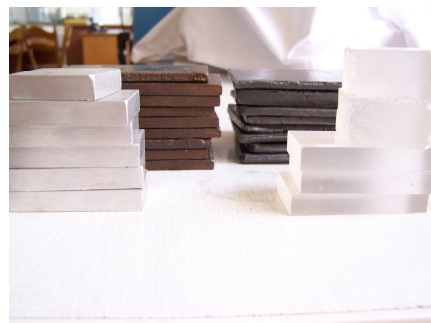
Uczniowie przechodzą do stanowiska ćwiczeniowego, na którym jest miernik promieniowania γ , kobaltowe źródło promieniowania γ oraz płytki wykonane z plexi, aluminium, żelaza i ołowiu.

Przy ustalonej odległości źródła kobaltowego od detektora uczniowie wyznaczają zależność liczby zliczeń od grubości absorbenta. Pierwszy pomiar odbywa się bez absorbenta - uczniowie spisują wskazanie miernika, gdy pomiędzy otworem osłony źródła i miernikiem jest tylko powietrze. Następnie uczniowie kolejno kładą na otwór osłony płytki z danego absorbenta.



Zapisują, ile płytek o jakiej grubości znajduje się pomiędzy źródłem a miernikiem i liczbę zliczeń. Uczniowie powtarzają te czynności dla wszystkich rodzajów płytek. Po zakończeniu pomiarów wracają do biurka i dla każdego rodzaju płytek wykreślają zależność liczby zliczeń I w funkcji grubości płytek x . Znajdują na wykresie grubość

$x_{1/2}$ absorbenta, któremu odpowiada liczba zliczeń równa połowie zliczeń uzyskanych w nieobecności osłony (płytek) i obliczają wartość liniowego współczynnika pochłaniania μ wg wzoru: $\mu = \ln 2 / x_{1/2}$. Sporządzają wykres zależności liniowego współczynnika pochłaniania od liczby atomowej absorbenta: $\mu = f(Z)$. Omawiają uzyskane wyniki. (Opracowanie wyników może odbyć się na zajęciach w szkole z pomocą nauczyciela).



Wykres zależności $N=f(x)$ dla pleksi, aluminium, żelaza i ołowiu.

Literatura:

1. J. Araminowicz, K.Małuszyńska , M.Przytuła, „Laboratorium z fizyki jądrowej”, PWN Warszawa 1984.
2. A. Strzałkowski, „Wstęp do fizyki jądra atomowego”, Państwowe Wydawnictwo Naukowe Warszawa 1979.
3. D.Halliday, R.Resnick, J.Walker, „Podstawy fizyki”, tom 5, Wydawnictwo Naukowe PWN Warszawa 2005.
4. P.G.Hewitt „Fizyka wokół nas”, Wydawnictwo Naukowe PWN Warszawa 2003.
5. P.Jaracz, „Promieniowanie jonizujące w środowisku człowieka”, Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego.

ĆWICZENIE NR 2

Pomiar skażeń promieniotwórczych wody lub powietrza

Cel ćwiczenia, opis:

Zapoznanie ucznia z faktem istnienia promieniotwórczości naturalnej i wskazanie jej źródeł. Omówienie rodzajów promieniowania jądrowego α , β i γ (zapis przemiany jądra, w wyniku której emitowane jest dane promieniowanie). Zwrócenie uwagi ucznia na różnicę pomiędzy napromieniowaniem a skażeniem, szczególnie na to, która z sytuacji jest bardziej niebezpieczna dla człowieka.

Wyznaczenie aktywności pierwiastków β -promieniotwórczych w środowisku naturalnym na przykładzie wody lub powietrza.

Wymagana wiedza ucznia:

budowa atomu i składniki jądra atomowego, definicje liczby atomowej Z , liczby masowej A .

Niezbędne przedmioty i materiały:

Chlorek potasu KCl, naczynko na sól, zestaw do filtracji powietrza (m.in. odkurzacz), zestaw do filtracji wody (m.in. 5-cio litrowe naczynie na wodę), filtry bibułowe, zasilacz wysokiego napięcia, sonda scyntylicyjna, wzmacniacz, jednokanałowy analizator amplitudy impulsów, przelicznik.

Potencjalne zagrożenia, zasady BHP:

Szczególnych zagrożeń brak, KCl jest naturalnym źródłem promieniowania jonizującego i nie stanowi zagrożenia. Uczeń, który będzie odważał chlorek potasu powinien umyć ręce (KCl jest stosowany w zaburzeniach żołądkowych, również do sprowokowania torsji).

Praca z prądem elektrycznym:

- Obwody elektryczne w zestawach ćwiczeniowych należy łączyć zgodnie ze schematami podanymi w instrukcjach ćwiczeniowych.
- Uczniowi nie wolno włączać do źródła zasilania zmontowanego przez siebie obwodu bez zgody prowadzącego zajęcia!

- **Należy zachować szczególną ostrożność podczas pracy z izotopami promieniotwórczymi.** Preparaty promieniotwórcze należy prawidłowo umieszczać pod licznikiem. Źródła promieniotwórcze są „obsługiwane” tylko i wyłącznie przez przeszkolonych pracowników Uniwersytetu.
- Wszystkie przyrządy i urządzenia należy stosować zgodnie z ich przeznaczeniem i zasadami ich stosowania (podanymi w instrukcjach obsługi).

Przebieg ćwiczenia

Część teoretyczna

wprowadzenie teoretyczne: budowa atomu, jądra atomowego. Wprowadzenie pojęć: „rozpad jądra atomowego”, „substancja promieniotwórcza”, „aktywność substancji promieniotwórczej”, „promieniowanie jonizujące”, omówienie rodzajów promieniowania jonizującego - α , β i γ (zapis przemiany jądra, w wyniku której emitowane jest dane promieniowanie). Omówienie zagadnień: źródła promieniowania naturalnego, szeregi promieniotwórcze, pojęcia „napromieniowane” i „skażenie” oraz wyjaśnienie różnicy między nimi.

Część praktyczna

1. Kalibracja układu pomiarowego

przy pomocy naturalnego źródła promieniowania β , czyli KCl (aktywność właściwa 400pCi/g):

- a) Uczeń odważa 1g soli KCl.
- b) Sól na specjalnym talerzyku wkładamy na 3 od góry szufladkę sondy scyntylicyjnej i wykonujemy pomiar liczby zliczeń pochodzących od źródła KCl w czasie

odpowiadającym niepewności $\sim 3\%$ (tj. $\frac{\sqrt{N}}{N} = 0.03$). Czas zapisujemy.



2. Pomiar aktywności powietrza:

- a) Wykorzystując zestaw do filtracji powietrza przepompować przez filtr bibułowy $\sim 5\text{m}^3$ powietrza. Zanotować dokładną objętość powietrza przepompowanego. W tym celu umieszczamy filtr w elemencie pomiędzy odkurzaczem a pompą i włączamy pompę.

b) Wyjąć delikatnie filtr, umieścić na specjalnym talerzyku i włożyć na tę samą szufladkę sondy scyntylicyjnej, na której mierzona była sól przy kalibracji. Wykonać pomiar liczby zliczeń pochodzących od filtra w takim samym czasie, jakim mierzona była sól.



c) Znając masę soli, jej aktywność właściwą i liczbę zliczeń odpowiadającą pomiarowi soli obliczyć, jakiej aktywności odpowiada ta liczba zliczeń. Obliczenia są najłatwiejsze, jeśli uda się odmierzyć dokładnie 1 g soli. Wtedy liczba zliczeń odpowiada aktywności 400pCi.

d) Znając liczbę zliczeń i aktywność jej odpowiadającą dla soli oraz liczbę zliczeń z pomiaru filtra obliczyć aktywność właściwą pierwiastków β -promieniotwórczych powietrza dla przefiltrowanej objętości powietrza i przeliczyć tę wartość na 1 m^3 powietrza.

e) Porównać wartości otrzymanych aktywności z normami obowiązującymi dla powietrza.

3. Pomiar aktywności wody:

a) Przez urządzenie do filtracji wody przepuścić 5l wody z kranu (lub inną, ale ściśle określoną ilość wody). W tym celu umieszczamy filtr w elemencie nad baniakiem na wodę i odkręcamy delikatnie kran tak, by delikatnym strumieniem woda ściekała do baniaka. Po przepuszczeniu przez filtr wody wyjąć go delikatnie z sitka i przenieść na specjalny talerzyk i włożyć go na tę samą szufladkę sondy scyntylicyjnej, na której mierzona była sól przy kalibracji.



b) Wykonać pomiar liczby zliczeń pochodzących od filtra w takim samym czasie, jakim mierzona była sól.

c) Znając liczbę zliczeń i aktywność jej odpowiadającą dla soli oraz liczbę zliczeń z pomiaru filtra obliczyć aktywność właściwą pierwiastków β -promieniotwórczych wody dla przefiltrowanej objętości wody i przeliczyć tę wartość na 1 litr wody.

d) Porównać wartości otrzymanych aktywności z normami obowiązującymi dla wody.

Dane pomiarowe:

Masa soli:

$M_{\text{soli}} = \dots\dots\dots \text{g}$

Liczba zliczeń od soli:

$N_{\text{soli}} = \dots\dots\dots$

Czas pomiaru:

$t = \dots\dots\dots$

Objętość powietrza:

$V_{\text{pow}} = \dots\dots\dots \text{m}^3$

Liczba zliczeń od powietrza:

$N_{\text{pow}} = \dots\dots\dots$

Objętość wody:

$V_{\text{wody}} = \dots\dots\dots \text{l}$

Liczba zliczeń od wody:

$N_{\text{wody}} = \dots\dots\dots$

Przykładowe obliczenia:

1g soli – 400pCi

1g soli - N_{soli}

to

$N_{\text{soli}} - 400\text{pCi}$

Następnie porównujemy dla powietrza:

$N_{\text{soli}} - 400\text{pCi}$

$N_{\text{pow}} - x \text{ pCi}$

Obliczamy x (dla przefiltrowanej objętości powietrza).

Następnie porównujemy dla wody:

$N_{\text{soli}} - 400\text{pCi}$

$N_{\text{wody}} - y \text{ pCi}$

Obliczamy y (dla przefiltrowanej objętości wody).

Literatura:

1. J. Araminowicz, K.Małuszyńska , M.Przytuła, „Laboratorium z fizyki jądrowej”, PWN Warszawa 1984.
2. A. Strzałkowski, „Wstęp do fizyki jądra atomowego”, Państwowe Wydawnictwo Naukowe Warszawa 1979.
3. D.Halliday, R.Resnick, J.Walker, „Podstawy fizyki”, tom 5, Wydawnictwo Naukowe PWN Warszawa 2005.
4. P.Jaracz, „Promieniowanie jonizujące w środowisku człowieka”, Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego.

ĆWICZENIE NR 3

Fizyka u lekarza

Cel ćwiczenia, opis:

Zapoznanie ucznia z prostymi badaniami i sprzętem medycznym, w których wykorzystywane są podstawowe prawa fizyczne.

Wymagana wiedza ucznia:

Pojęcia „objętość”, „ciśnienie”; budowa oka, wady wzroku: krótko- i dalekowzroczność, efekt działania soczewek skupiających i rozpraszających, pojęcie „ogniska” i „ogniskowej”, obrazy uzyskiwane za pomocą soczewek skupiających, równanie soczewki, definicja powiększenia soczewki; daltonizm, barwy proste i podstawowe światła.

Niezbędne przedmioty i materiały:

- a) Lekarski ciśnieniomierz manualny i automatyczny, stetoskop;
- b) stoper lub zegarek z sekundnikiem, stetoskop;
- c) model oka, zestaw do optyki z laserem i z planszą oka o prawidłowej budowie, oka krótkowidza i oka dalekowidza, soczewki o dodatnich ogniskowych, test na plamkę ślepią;
- d) pryzmat, źródło światła białego, tablice chromatyczne Ishihary, test widzenia, tablice z kolorowymi figurami.

Potencjalne zagrożenia, zasady BHP:

Praca z prądem elektrycznym i laserem:

- Obwody elektryczne w zestawach ćwiczeniowych należy łączyć zgodnie ze schematami podanymi w instrukcjach ćwiczeniowych.
- Uczniowi nie wolno włączać do źródła zasilania zmontowanego przez siebie obwodu bez zgody prowadzącego zajęcia!
- Nie wolno kierować wiązki światła lasera do oka!

➤ Wszystkie przyrządy i urządzenia należy stosować zgodnie z ich przeznaczeniem i zasadami ich stosowania (podanymi w instrukcjach obsługi).

a) Badanie ciśnienia krwi tętniczego człowieka, zasada działania sfignomanometru (ciśnieniomierza lekarskiego) z zastosowaniem metody osłuchowej (Korotkowa)

Przebieg ćwiczenia

Część teoretyczna

Wyjaśnienie budowy i pracy serca, roli tętnic i przebiegu tętnicy ramiennej.

Część praktyczna

Pomiar przeprowadza najpierw Prowadzący zajęcia u ucznia, następnie uczniowie mierzą ciśnienie sobie nawzajem pod kontrolą Prowadzącego.

Pomiar ciśnienia krwi powinien być wykonywany w spokoju i w pozycji siedzącej, po co najmniej 3 minutowym odpoczynku. Ramię, na którym dokonywany będzie pomiar (zwykle lewa ręka) powinno być wolne od uciskających ubrań (koszul, swetrów itp.), swobodnie oparte o podłogę. Ręka powinna być swobodnie oparta, nie należy jej napinać. Mankiet do pomiaru ciśnienia tętniczego krwi powinien znajdować się na wysokości serca.

Opaskę ciśnieniomierza zakłada się tak, aby równo przylegała do ramienia i znajdowała się na wysokości serca. Gumowy mankiet badający napęcza powietrzem przy pomocy pompki aż do momentu, kiedy wartość ciśnienia na manometrze przewyższa o 30 mmHg wartość ciśnienia, przy którym zanika tętno. Badający przykładając słuchawkę do tętnicy łokciowej w zgięciu łokciowym i powoli z mankieta wypuszcza powietrze. Z chwilą pojawienia się pierwszej fali tętna badający wysłuchuje nad tętnicą łokciową ton, a odczytany w tym momencie stan słupka rtęci lub wartość na zegarze czy też na skali cyfrowej manometru wskazuje wysokość ciśnienia skurczowego (jest to tzw. I faza Korotkowa). W miarę dalszego wypuszczania powietrza z mankieta słychać wyraźnie dźwięczne tony zwykle zgodne z akcją serca, słyszalne aż do momentu, gdy głośność zmniejsza się, cichnie i zanika. Wartość ciśnienia odczytana z manometru w chwili, gdy ton całkowicie zanika, wskazuje wysokość ciśnienia rozkurczowego (jest to tzw. V faza Korotkowa). Pomiar powtarzamy przy użyciu automatycznego aparatu do mierzenia ciśnienia.

b) słuchanie pracy serca, pomiar tętna

Uczeń przy pomocy stetoskopu przyłożonego do klatki piersiowej słucha pracy swojego serca. Patrząc na zegarek z sekundnikiem lub stoper liczy liczbę uderzeń serca w ciągu 1 minuty, tj. mierzy tętno. Za wartość prawidłową uważa się wartość z przedziału od 72 do 80 uderzeń na minutę. Można pokazać też uczniom, jak mierzy się tętno na tętnicy na nadgarstku i tętnicy szyjnej.

c) budowa oka jako aparatu optycznego, wady wzroku – zasada działania okularów – wyznaczanie ogniskowych i powiększeń soczewek skupiających, test na plamkę ślepą

Część teoretyczna:

omówienie budowy oka i wad wzroku (pod kątem oka jako układu optycznego).

Część praktyczna:

Uczeń dostaje zestaw do optyki i umieszcza soczewkę na planszy oka:

- o prawidłowej budowie - obserwacja biegu promieni światła lasera – gdzie się skupiają?,
- krótkowidza i dalekowidza - obserwacja biegu promieni światła lasera – gdzie się skupiają? By „naprawić oko”, trzeba pacjentowi dołożyć odpowiednią soczewkę, która skoryguje wadę wzroku. Uczeń szuka odpowiednich soczewek do danej wady.

Następnie uczeń wyznacza ogniskowe i powiększenia 3-4 soczewek skupiających. Służy do tego łąwa optyczna, na której zamocowane są na stałe w odległości 100 cm źródło światła o szerokości $d_{\text{przed}}=20\text{mm}$ i ekran. Uczeń wstawia pomiędzy nie soczewkę i znajduje taką dla niej pozycję, by na ekranie widoczny był wyraźny, ostry obraz powiększony. Spisuje odległość soczewki od źródła światła x_1 i od ekranu y_1 . Uczeń mierzy też szerokość obrazu d_1 (w mm). Następnie znajduje inne położenie tej samej soczewki takie, by na ekranie widoczny był wyraźny, ostry obraz pomniejszony. Spisuje odległość soczewki od źródła światła x_2 i od ekranu y_2 . Uczeń mierzy też szerokość obrazu d_2 (w mm). W oparciu o równanie soczewki

$\frac{1}{f} = \frac{1}{x} + \frac{1}{y}$ oblicza wartość ogniskowej dla obu przypadków, czyli f_1 i f_2 , a następnie wartość

średnią $f_{sr}=(f_1+f_2)/2$ i porównuje otrzymaną wartość z wartością teoretyczną f_{teor} podaną na soczewce obliczając różnicę procentową $(f_{sr}-f_{teor})/f_{teor}*100\%$.

Powiększenie soczewki uczeń oblicza dla każdego obrazu każdej soczewki na dwa sposoby: $p_1=d_1/20$, $p_2=y_1/x_1$ i oblicza wartość średnią $p_{sr}=(p_1+p_2)/2$ (podobnie $p_1=d_2/20$, $p_2=y_2/x_2$ i oblicza wartość średnią $p_{sr}=(p_1+p_2)/2$).

Pomiary i obliczenia wykonuje dla wszystkich soczewek, jakie są dostępne na stanowisku pomiarowym.

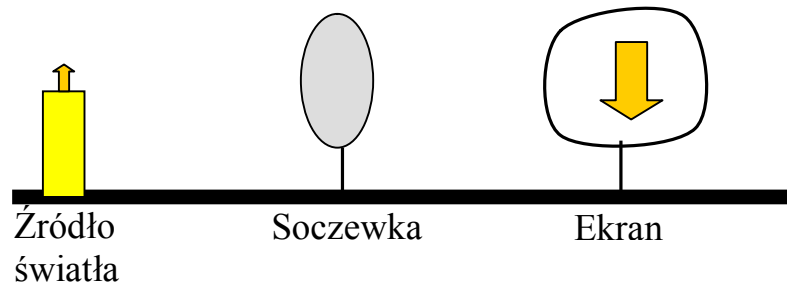


Tabela pomiarów i obliczeniowa:

Soczewka $f_{\text{teor}}=+5$, $d_{\text{przed}}=20\text{mm}$

Pomiar	Obliczenia
<u>Obraz pomniejszony</u>	
$x_1=$ $y_1=$	$f_1=$
$d_1=$	$p_1=$ $p_2=$
	$p_{\text{śr}}=$
<u>Obraz powiększony</u>	
$x_2=$ $y_2=$	$f_2=$
$d_2=$	$p_1=$ $p_2=$
	$p_{\text{śr}}=$
	$f_{\text{śr}}=$ $(f_{\text{śr}}-f_{\text{teor}})/f_{\text{teor}} * 100\%=$

Soczewka $f_{\text{teor}}=+8$, $d_{\text{przed}}=20\text{mm}$

Pomiar	Obliczenia
<u>Obraz pomniejszony</u>	
$x_1=$ $y_1=$	$f_1=$
$d_1=$	$p_1=$ $p_2=$
	$p_{\text{śr}}=$
<u>Obraz powiększony</u>	
$x_2=$ $y_2=$	$f_2=$
$d_2=$	$p_1=$ $p_2=$
	$p_{\text{śr}}=$
	$f_{\text{śr}}=$ $(f_{\text{śr}}-f_{\text{teor}})/f_{\text{teor}} * 100\%=$

Soczewka $f_{teor}=+10$, $d_{przed}=20\text{mm}$

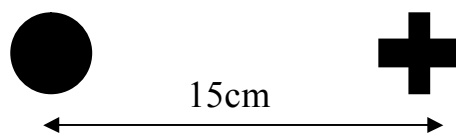
Pomiar	Obliczenia
<u>Obraz pomniejszony</u>	
$x_1=$ $y_1=$	$f_1=$
$d_1=$	$p_1=$ $p_2=$
	$p_{sr}=$
<u>Obraz powiększony</u>	
$x_2=$ $y_2=$	$f_2=$
$d_2=$	$p_1=$ $p_2=$
	$p_{sr}=$
	$f_{sr}=$ $(f_{sr}-f_{teor})/f_{teor} * 100\%=$

Soczewka $f_{teor}=+15$, $d_{przed}=20\text{mm}$

Pomiar	Obliczenia
<u>Obraz pomniejszony</u>	
$x_1=$ $y_1=$	$f_1=$
$d_1=$	$p_1=$ $p_2=$
	$p_{sr}=$
<u>Obraz powiększony</u>	
$x_2=$ $y_2=$	$f_2=$
$d_2=$	$p_1=$ $p_2=$
	$p_{sr}=$
	$f_{sr}=$ $(f_{sr}-f_{teor})/f_{teor} * 100\%=$

Uwagi i spostrzeżenia:

Na zakończenie tej części ćwiczenia uczeń dostaje kartkę, na której narysowane są w odległości ok. 15 cm od siebie kropka i krzyżyk. Uczeń zamyka/zasłania prawe oko i patrzy lewym na figurę na kartce „na skos”, równocześnie zbliżając kartkę do oczu. Mówi, co widzi. Po zbliżeniu do oczu odsuwa kartkę – mówi, co widzi. Czynność powtarza zamykając lewe oko i patrzy prawym okiem na figurę „na skos”.



**d) budowa oka jako układu mającego aparat receptorowy, widzenie w kolorze – test przy pomocy dwóch testów, m. in. tablic chromatycznych
Ishihary**

Część teoretyczna

Wprowadzenie teoretyczne: omówienie budowy oka jako układu mającego aparat receptorowy, wad wzroku pod kątem widzenia barwnego. Przypomnienie pojęć „barwy proste światła”, „barwy podstawowe światła” i „barwy pochodne światła”. Wyjaśnienie pojęć „daltonizm”, „protanop”, „deutranop”, „tritanop”. Krótka historia odkrycia zjawiska daltonizmu - kilka słów o Johnie Daltonie i jego prezencie dla mamy. Nauczyciel pokazuje uczniowi zdjęcia fiołków widzianych przez osobę o dobrym wzroku, przez daltonistów, którzy nie widzą: koloru czerwonego (protanop), koloru zielonego (deutranop), koloru niebieskiego (tritanop).

Część praktyczna

Uczeń za pomocą pryzmatu rozszczepia wiązkę światła białego uzyskując na ekranie/ ścianie tęczę. Następnie przechodzi test na widzenie barwne bawiąc się tablicami na test widzenia i tablicami chromatycznymi Ishihary.

Kolejny krok w ćwiczeniu to pokazanie uczniowi, jak męczą się czopki oka, stając się niewrażliwe na kolor. Uczeń dostaje kartki z figurą w jednym z podstawowych kolorów. Wpatruje się w figurę przez kilkadziesiąt sekund, następnie przenosi wzrok na białą kartkę papieru. Mówi, co widzi po kilku sekundach. Powtarza czynność z figurami w innych kolorach podstawowych.

Literatura:

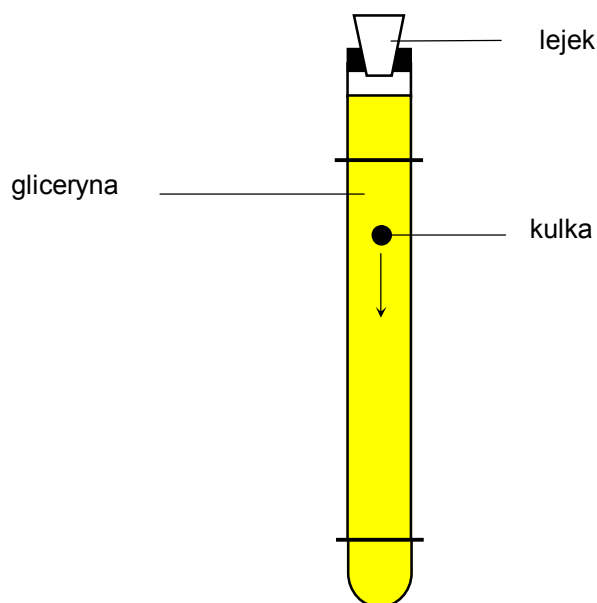
1. „Biofizyka. Podręcznik dla studentów” pod redakcją Feliksa Jaroszyka, Wydawnictwo Lekarskie PZWL Warszawa 2007.
2. „Podstawy biofizyki. Podręcznik dla studentów medycyny” pod redakcją Andrzeja Pilawskiego, Państwowy Zakład Wydawnictw Lekarskich Warszawa 1985.
3. Andrzej K. Wróblewski „Uczeni w anegdocie”, Prószyński i S-ka Warszawa 1999.

ĆWICZENIE NR 4

Wyznaczanie współczynnika lepkości cieczy za pomocą wiskozymetru Stokesa

Cel ćwiczenia, opis:

Celem ćwiczenia jest wyznaczenie współczynnika lepkości gliceryny. W doświadczeniu wykorzystujemy przyrząd zwany wiskozymetrem Stokesa. Stanowi go dość wysokie cylindryczne naczynie szklane wypełnione gliceryną. Współczynnik lepkości w glicerynie wyznacza się analizując ruch stalowych kulek spadających w glicerynie.



Opis zjawiska:

Opór lepkości cieczy czy też gazów występuje zarówno przy ruchu cieczy względem nieruchomych przedmiotów, jak i podczas ruchu tych przedmiotów w nieruchomej cieczy. Każde ciało poruszające się w cieczy lub gazie pociąga za sobą, dzięki istnieniu sił międzycząsteczkowych, sąsiadujące z nim warstewki. Ruch warstewek odbywa się jednak w ten sposób, że w miarę oddalania się od ciała prędkość warstewek maleje i w pewnej niewielkiej odległości zanika. Poruszające się ciało ciągnie za sobą układ warstewek ślizgających się po sobie. Każdemu poślizgowi warstewek cieczy czy gazu towarzyszy opór lepkości. Opór lepkości, na jaki natrafia poruszające się ciało, jest proporcjonalny do: 1) jego

wielkości i zależy od kształtu, 2) jego prędkości ruchu \vec{v}_0 , 3) współczynnika lepkości η , w którym odbywa się ruch. Tę zależność można wyrazić w postaci wzoru:

$$\vec{F}_s = k \cdot l \cdot \eta \cdot \vec{v}_0,$$

gdzie k – współczynnik proporcjonalności zależny od danego ciała, a l charakteryzuje wymiary ciała.

W przypadku ciała o kształcie kuli mamy: $\vec{F}_s = 6\pi \cdot r \cdot \eta \cdot \vec{v}_0$.

Zależności wyrażone powyższymi równaniami noszą nazwę *prawa Stokesa*. Zasadnicza cecha tego prawa to proporcjonalność oporu lepkości do prędkości ruchu \vec{v}_0 .

Wymagana wiedza ucznia:

pojęcie lepkości, zależność oporu lepkości od temperatury, siła grawitacji, siła wyporu, siła lepkości, równanie ruchu kulki spadającej w ośrodku lepkim i wyznaczenie współczynnika lepkości.

Niezbędne przedmioty i materiały:

cylinder wypełniony gliceryną, 20 jednakowych stalowych kulek, śruba mikrometryczna, suwmiarka, waga laboratoryjna, linijka, lejek, stoper, termometr.

Potencjalne zagrożenia, zasady BHP:

Zaleca się przestrzeganie następujących przepisów:

- wszystkie przyrządy i urządzenia należy stosować zgodnie z ich przeznaczeniem i zasadami ich stosowania (podanymi w instrukcjach obsługi),

Przebieg ćwiczenia:

1. Spisać temperaturę z termometru elektronicznego włączonego do prądu przez nauczyciela. Temperatura gliceryny jest taka sama, jak temperatura powietrza w sali.
2. Spisać z kartki leżącej przy rurze gęstość gliceryny odpowiadającą temperaturze gliceryny lub najbliższej podanej temperaturze.
3. Wyznaczyć średnicę kulki stalowej za pomocą śruby mikrometrycznej.



4. Wyznaczyć wewnętrzny promień cylindra za pomocą suwmiarki-służą do tego szczęki „węższe”.

5. Wyznaczyć masę kulki, najlepiej wyznaczając łączną masę około 20 kulek, po czym policzyć średnią masę pojedynczej kulki. Używamy wagi elektronicznej: po włączeniu jej



do kontaktu przez Prowadzącego lub nauczyciela uczeń włącza wagę naciskając przycisk ON. Następnie czeka, aż zapali się zielona dioda i pokaże na wadze wskazanie 00.00. Wtedy kładzie na wadze PUSTE pudełeczko i wciska przycisk T – w ten sposób tarujemy wagę, czyli waga

wyzeruje się z pudełeczkiem, a co za tym idzie, po wsypaniu kulek do pudełka zważone będą tylko kulki. Uczeń wsypuje kuleczki do pudełka po tym, jak waga znów pokaże wskazanie 00.00 i odczytuje masę kulek, gdy zapali się zielona dioda. UWAGA! Nie opieramy się o stół, na którym stoi waga.

6. Zaznaczyć na rurze odcinek, na którym będziemy mierzyć czas spadania kulki (w praktyce sprawdzić, czy pomiędzy drucikami umieszczonymi na rurze jest odległość 50cm).

7. Wrzucać kolejno kulki do rury przez lejek i zmierzyć czas spadania kulki na zaznaczonym odcinku.

8. Powtórzyć pomiar dla 20 kulek.

9. Po zakończeniu pomiarów uczeń wyciąga kulki z rury ciągnąc do góry wystający z rury drut – jest do niego umocowane sitko, do którego spadały kulki. Wyjmuje kulki z sitka, sitko opada z powrotem na dno rury, a uczeń wyciera papierem kulki z gliceryny. Porządkuje stanowisko wycierając stół z resztek gliceryny, chowa do pudełek śrubę mikrometryczną i suwmiarkę.

Tabela pomiarów i obliczeń:

Przyspieszenie ziemskie $g=981 \text{ cm/s}^2$

Temperatura cieczy										Gęstość cieczy ρ w g/cm^3									
Masa n kulek w g										Średnia masa kulki m w g									
Średnica kulki d w mm										Objętość kulki $V = 4\pi r^3/3$ w cm^3									
Promień kulki r w mm																			
Promień kulki r w cm																			
Średnica cylindra D w mm										Droga s w cm									
Promień cylindra R w mm																			
Promień cylindra R w cm																			
Czas (s)																			
Średni czas										Prędkość średnia v									
Współczynnik lepkości										$\eta = \frac{(m - V\rho)g}{6\pi r v \left(1 + 2,4 \cdot \frac{r}{R}\right)}$ w g/(cms)									
$\eta =$																			

Uwagi i spostrzeżenia:

Literatura:

H. Szydłowski: „Pracownia fizyczna”, PWN W-wa 1996.

T. Dryński: „Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki”, PWN W-wa 1977.

I. W. Sawieliew – „Kurs fizyki”, t. 1.

A. K. Wróblewski, J. A. Zakrzewski – „Wstęp do fizyki”, t. 1, PWN W-wa 1991.

ĆWICZENIE NR 5

Wyznaczanie gęstości ciał stałych metodą hydrostatyczną

Cel ćwiczenia, opis:

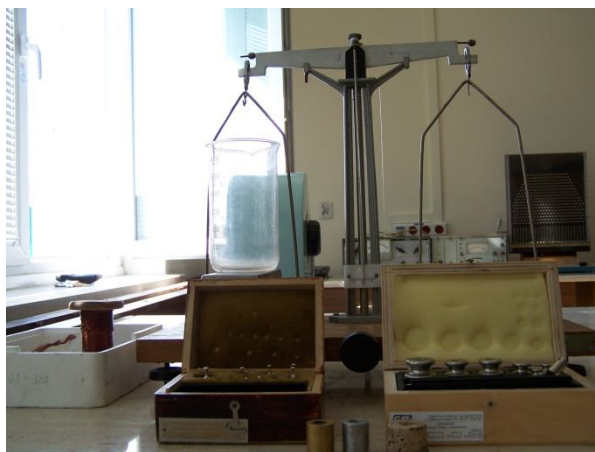
Celem ćwiczenia jest wyznaczenie gęstości ciał stałych w postaci brył nieforemnych przy wykorzystaniu prawa Archimidesa, które pozwala na pomiar objętości ciała zanurzonego w cieczy bez odwoływania się do jego rozmiarów geometrycznych.

Wymagana wiedza ucznia:

gęstość ciała, siła ciężkości, siła wyporu, prawo Archimidesa, warunki pływania ciał.

Niezbędne przedmioty i materiały:

waga laboratoryjna, ciała o nieforemnych kształtach wykonane z różnych materiałów, ławeczka do ustawienia nad szalką wagi, zlewka, cienki drucik.



Potencjalne zagrożenia, zasady BHP:

Zaleca się przestrzeganie następujących przepisów:

- wszystkie przyrządy i urządzenia należy stosować zgodnie z ich przeznaczeniem i zasadami ich stosowania (podanymi w instrukcjach obsługi), praca z przedmiotami szklanymi.

Przebieg ćwiczenia:

- wypoziomować wagę laboratoryjną doprowadzając jej wskazanie do zera lub zapamiętać, o ile odchyła się wskazówka i w którą stronę, i takie położenie przyjąć za „zero”. Do wyzerowania wagi można użyć małych kawałeczków papieru, czy chusteczki higienicznej,
- zważyć badane ciała (korek, aluminium, mosiądz) na wadze elektronicznej. Po włączeniu jej do kontaktu przez Prowadzącego lub nauczyciela uczeń włącza wagę naciskając

przycisk ON. Następnie czeka, aż zapali się zielona dioda i pokaże na wadze wskazanie 00.00. Wtedy kładzie na wadze dane ciało i odczytuje masę ciała, gdy zapali się zielona dioda. UWAGA! Nie opieramy się o stół, na którym stoi waga. Wynik uczeń zapamiętuje lub zapisuje.

- c) nad jedną szalką wagi ustawić ławeczkę tak, aby nie dotykała szalki,
- d) zlewkę napełnić wodą niemal do pełna i postawić na ławeczce,
- e) badane ciało zawiesić na cienkim druciku (masę drucika uwzględnić tylko wtedy, gdy jest większa od czułości wagi) i zanurzyć w zlewce napełnionej cieczą,
- f) zważyć ciało zanurzone w cieczy, używając odważników z pudełeczek przy wadze. Wynik zapisać, zapisać też, jaki był użyty najmniejszy odważnik.
- g) powyższe czynności powtórzyć dla wszystkich badanych ciał.
- h) UWAGA! Korek, jako ciało o gęstości mniejszej niż gęstość wody, sam nie zanurzy się w wodzie. Pomiar przeprowadzamy łącząc korek z walcem z mosiądzu – wtedy oba ciała utoną.
- i) Obliczamy gęstość aluminium, mosiądzu i korka korzystając ze wzorów podanych poniżej.
- j) Porównać otrzymane wyniki z wartościami teoretycznymi podanymi poniżej.

Dyskusja zasad fizycznych demonstrowanych w ćwiczeniu:

W skrócie: wyznaczenie gęstości ciała ρ opiera się na wyznaczeniu masy m_s ciała (ważenie w powietrzu) oraz jego objętości V (ważenie ciała zanurzonego w cieczy): $\rho = \frac{m_s}{V}$.

Ciało cięższe od wody: mosiądz i aluminium:

$$\rho = \frac{m_{\text{ciało}}^{\text{pow}}}{m_{\text{ciało}}^{\text{pow}} - m_{\text{ciało}}^{\text{woda}}} \rho_{\text{wody}}$$

$m_{\text{ciało}}^{\text{pow}} = m_{\text{mosiądz}}^{\text{pow}}$ – wskazanie wagi dla mosiądzu w powietrzu

$m_{\text{ciało}}^{\text{pow}} = m_{\text{alum}}^{\text{pow}}$ – wskazanie wagi dla aluminium w powietrzu

$m_{\text{ciało}}^{\text{woda}} = m_{\text{mosiądz}}^{\text{woda}}$ - wskazanie wagi dla mosiądzu w wodzie

$m_{\text{ciało}}^{\text{woda}} = m_{\text{alum}}^{\text{woda}}$ – wskazanie wagi dla aluminium w wodzie

ρ_{wody} = gęstość wody równa 1g/cm^3

Ciało lżejsze od wody: korek:

$$\rho_{korek} = \frac{m_{korek}^{pow}}{m_{korek}^{pow} + m_{mosi\acute{a}dz}^{woda} - m_{mos\ i\ korek}^{woda}} \rho_{wody}$$

m_{korek}^{pow} = wskazanie wagi dla korka w powietrzu

$m_{mosi\acute{a}dz}^{woda}$ - wskazanie wagi dla mosiądzu w wodzie

$m_{mos\ i\ korek}^{woda}$ - wskazanie wagi dla połączonego korka z mosiądzem w wodzie

ρ_{wody} = gęstość wody równa 1g/cm³

Wartości teoretyczne:

Gęstość aluminium 2.699g/cm³

Gęstość mosiądzu 8.60-8.77g/cm³

Gęstość korka 0.22-0.26g/cm³

Tabela pomiarów i obliczeń:

Pomiary	Obliczenia
$m_{\text{korek}}^{\text{pow}} =$	$\rho_{\text{korek}} =$
$m_{\text{alum}}^{\text{pow}} =$	
$m_{\text{alum}}^{\text{pow}} =$	$\rho_{\text{alum}} =$
$m_{\text{alum}}^{\text{woda}} =$	
$m_{\text{mosiadz}}^{\text{woda}} =$	$\rho_{\text{mosiadz}} =$
$m_{\text{mos i korek}}^{\text{woda}} =$	

Uwagi i spostrzeżenia:*Literatura:*

T. Dryński: „Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki”, PWN W-wa 1977.

ĆWICZENIE NR 6

Wyznaczanie gęstości cieczy za pomocą wagi Mohra

Cel ćwiczenia, opis:

Celem ćwiczenia jest wyznaczenie gęstości cieczy przy zastosowaniu wagi Mohra, która jest odmianą wagi belkowej. W ćwiczeniu wykorzystuje się prawo Archimedesesa. Pomiar gęstości badanej cieczy jest pomiarem względnym, którego dokonuje się w oparciu o znajomość gęstości cieczy wzorcowej.

Wymagana wiedza ucznia:

gęstość ciała, siła ciężkości, siła wyporu, siła parcia, prawo Archimedesesa.



Niezbędne przedmioty i materiały:

waga Mohra, zlewka z cieczą wzorcową (np. wodą), termometr, zlewki z badanymi cieciami.

Potencjalne zagrożenia, zasady BHP:

Zaleca się przestrzeganie następujących przepisów:

- wszystkie przyrządy i urządzenia należy stosować zgodnie z ich przeznaczeniem i zasadami ich stosowania (podanymi w instrukcjach obsługi),

Przebieg ćwiczenia:

- Wyjąć z pudełka elementy wagi Mohra i zestawić je,
- starannie oczyszczony i osuszony nurek (szklany element) zawiesić na końcu dłuższego ramienia wagi Mohra,
- wyregulować wagę tak, aby kolce leżały na jednej prostej (po wypoziomowaniu nie przenosić wagi),
- zanurzyć nurek w zlewce z wodą (zwrócić uwagę, aby nie było na nim pęcherzyków powietrza) i zrównoważyć siłę parcia cieczy przez nakładanie koników (czyli odważników

– duże o wadze 5g, małe o wadze 0.5g) na ramię wagi (kładziemy koniki na ponumerowane nacięcia na ramieniu wagi),

- znaleźć kilka położeń koników, dla których waga jest zrównoważona,
- zmierzyć temperaturę w pomieszczeniu (zakładamy, że ciecz ma taką samą temperaturę) i z tablic odczytać gęstość cieczy dla zmierzonej temperatury lub temperatury najbliższej,
- zanurzyć nurek w zlewce z badaną cieczą i zrównoważyć siłę parcia cieczy przez nakładanie koników na ramię wagi w sposób opisany w przypadku wody,
- znaleźć kilka położeń koników, dla których waga jest zrównoważona,
- czynności powtórzyć dla wszystkich badanych cieczy.



UWAGA! Uczeń musi pamiętać, by nurek był całkowicie zanurzony w cieczy, nie opierał się o ścianki i dno naczynia, kiedy doprowadzamy wagę do równowagi. W razie potrzeby można podstawić coś pod zlewkę.

- Uczeń oblicza gęstość badanych cieczy ze wzoru podanego poniżej.

Dyskusja zasad fizycznych demonstrowanych w ćwiczeniu:

Po zawieszeniu nurka i wypoziomowaniu wagi zanurza się nurek w zlewce z cieczą wzorcową. Równowaga układu zostaje naruszona wskutek działania ku górze siły wyporu wywieranej przez ciecz wzorcową na nurek. Siła ta zostanie zrównoważona przez zawieszenie na ramieniu dźwigni koników w takiej ilości, że ich ciężar będzie równy ciężarowi wypartej przez nurek cieczy, a ich masa będzie równa masie m_w cieczy wzorcowej.

Analogicznie wyznacza się masę m_c badanej cieczy w objętości nurka.

Gęstość ρ_c cieczy wyraża się wzorem:

$$\rho_c = \frac{m_c}{m_w} \rho_w,$$

Gdzie:

m_c - masa cieczy w objętości nurka,

m_w - masa wody w objętości nurka,

$\rho_w = 1$ - gęstość wody.

Masę koników równoważących otrzymuje się sumując iloczyny położenia konika i jego masy. Np., jeśli położone zostały koniki w sposób następujący: koniki duże na nacięciach 5 i 9, a małe na nacięciach 1 i 3, to masę obliczamy:

$$m=5g \times 5 + 5g \times 9 + 0.5g \times 1 + 0.5g \times 3 = 25 + 45 + 0.5 + 1.5 = 72g$$

Tabela pomiarów i obliczeń:

Położenie koników	Masa	Gęstość cieczy
Woda		
Olej		
Alkohol		
Gliceryna		

Uwagi i spostrzeżenia:*Literatura:*

T. Dryński: „Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki”, PWN W-wa 1977.

ĆWICZENIE NR 7

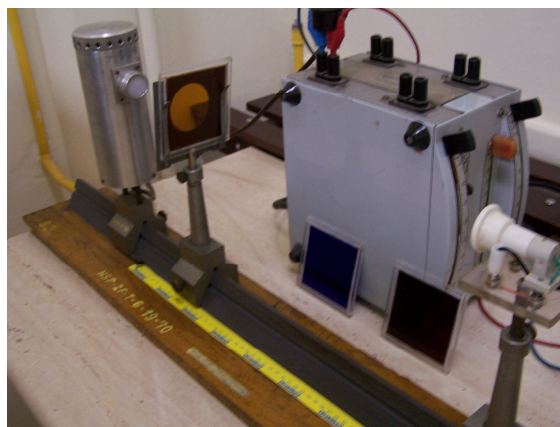
Badanie charakterystyk fotodiody

Cel ćwiczenia, opis:

Celem ćwiczenia jest ilościowy opis efektu fotoelektrycznego przy wykorzystaniu fotodiody, czyli urządzenia, w którym pochłaniane światło wykorzystywane jest do wytwarzania prądu elektrycznego. W ćwiczeniu badana jest zależność natężenia prądu fotodiody I_f od jej odległości d od źródła światła, od barwy światła i od napięcia zasilającego źródło światła U_z .

Wymagana wiedza ucznia:

zjawisko fotoelektryczne zewnętrzne i wewnętrzne, budowa metali i półprzewodników.



Niezbędne przedmioty i materiały:

fotodioda, źródło światła, woltomierz, amperomierz, filtry barwne: fioletowy, czerwony, pomarańczowy.

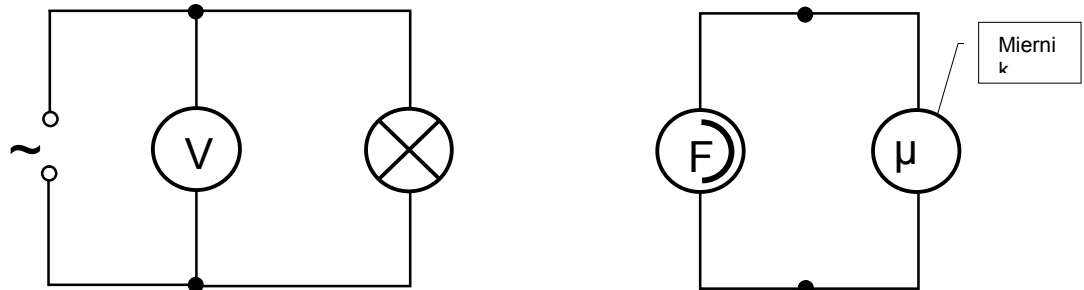
Potencjalne zagrożenia, zasady BHP:

Na stanowisku ćwiczeniowym występuje określone zagrożenie dla zdrowia pochodzące głównie od źródeł zasilania elektrycznością. W związku z powyższym zaleca się przestrzeganie następujących przepisów:

- obwody elektryczne w zestawach ćwiczeniowych należy łączyć zgodnie ze schematami podanymi w instrukcjach ćwiczeniowych,
- uczniowi nie wolno włączać do źródła zasilania zmontowanego przez siebie obwodu bez zgody prowadzącego zajęcia,
- wszystkie przyrządy i urządzenia należy stosować zgodnie z ich przeznaczeniem i zasadami ich stosowania (podanymi w instrukcjach obsługi),

Przebieg ćwiczenia:

połączyć obwód według schematu.



**a) Badanie zależności prądu fotodiody od odległości fotodiody od źródła światła
(przy $U_z = \text{const}$)**

ustawić napięcie źródła światła $U_z = 200 \text{ V}$ i zmierzyć zależność natężenia płynącego prądu I_f od odległości d fotodiody od źródła światła przesuwając fotodiodę co 2 cm od $d_{\text{min}} \approx 25 \text{ cm}$ do $d=55 \text{ cm}$.

b) Badanie zależności prądu fotodiody od barwy światła.

➤ między fotodiodą i źródłem światła wstawić filtr,

ustawić napięcie źródła światła $U_z = 200 \text{ V}$ i zmierzyć zależność natężenia płynącego prądu I_f od odległości d fotodiody od źródła światła przesuwając fotodiodę co 2 cm od $d_{\text{min}} \approx 25 \text{ cm}$ do $d=55 \text{ cm}$.

➤ pomiar wykonać dla wszystkich filtrów: fioletowego, czerwonego i pomarańczowego.

c) Badanie zależności prądu fotodiody I_f od napięcia zasilania żarówki U_z

➤ ustawić diodę w odległości $d=30 \text{ cm}$,

➤ zmierzyć zależność natężenia płynącego prądu I_f od napięcia zasilania żarówki zmieniając napięcie co 10 V od $U=30 \text{ V}$ do $U_{z \text{ max}} = 220 \text{ V}$.

Opracowanie wyników.

✓ wykreślić zależność $I_f(d)$ i zależność $I_f(d)$ dla każdego filtru na jednym wykresie,

✓ wykreślić zależność: $I_f(U_z)$.

Wykres zależności $I_f=f(d)$

Wykres zależności $I_f=f(U_z)$

Literatura:

H. Szydłowski: „Pracownia fizyczna”, PWN W-wa 1996.

T. Dryński: „Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki”, PWN W-wa 1977.

J. W. Sawieliew: „Kurs fizyki” t.2, PWN W-wa 1989.

D. Halliday, R. Resnick, J. Walker: „Podstawy fizyki”, t.5, Wydawnictwo Naukowe PWN W-wa 2003.

ĆWICZENIE NR 8

POMIAR WSPÓLCZYNNIKA ZAŁAMANIA ŚWIATŁA

Cel ćwiczenia, opis: wyznaczanie współczynnika załamania wody i wodnych roztworów glukozy.

Wymagana wiedza ucznia: załamanie światła na granicy dwóch ośrodków, całkowite wewnętrzne odbicie, prędkość światła i jego zależność od rodzaju ośrodka, def. bezwzględnego współczynnika światła

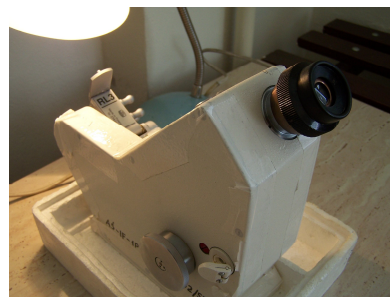
Niezbędne przedmioty i materiały:

woda, glukoza, menzurki, probówki, łyżeczka, refraktometr Abbego.

Potencjalne zagrożenia, zasady BHP: praca z przedmiotami szklanymi.

Przebieg ćwiczenia

1. Włączyć lampkę oświetlającą zwierciadło refraktometru.
2. Odsłonić kryształ refraktometru przez przekręcenie o 180 stopni przykrywki w górnej części refraktometru.
3. Odsłonić otwór oświetlający skale refraktometru – z lewej strony na dole okrągła klapka z lusterkiem.
4. Zwierciadło refraktometru oświetlić światłem białym rozproszonym – ustawić lamkę tak, by pole widzenia było jasno oświetlone, również obie skale.
5. Patrząc przez okular uczeń powinien widzieć: a) na górze prostokątny obszar światła i cienia (jaśniejszy na górze, ciemniejszy na dole), przedzielony dwoma „nitkami pajęczymi” w kształcie znaku X, b) na dole na zielonym tle dwie skale – górna wskazuje wartość bezwzględnego współczynnika załamania światła, dolna wskazuje stężenie glukozy w procentach (%).



6. Refraktometr ustawić tak, aby widzieć ostro podziałkę i nitkę pajęczą – służą do tego pokręta z boków refraktometru. Pokręto po lewej stronie powoduje przesuwanie się granicy światła i cienia w pionie (górze-dół) oraz skal na dole – uczeń ma znaleźć takie ustawienie, by obraz nad nitką był jasny, a pod nią ciemny, a granica przechodziła dokładnie przez przecięcie nitek. Pokręto po prawej stronie powoduje pojawienie się lub zniknięcie kolorów na granicy światła i cienia. Kręcąc nim w jedną stronę uczeń obserwuje pojawienie się kolorów czerwonego, pomarańczowego, żółtego, kiedy kręci w drugą stronę, te kolory znikają, pojawiają się kolory niebieski i fioletowy. Uczeń ma tak ustawić pokręta, by granica światła i cienia była ostra i bezbarwna.



7. Przygotować roztwór glukozy o stężeniu ok. 45% - wsypać do probówki czubatą łyżeczkę glukozy, wlać ciepłej wody i potrząsając probówką doprowadzić do rozpuszczenia glukozy w wodzie.

8. Sprawdzić czystość powierzchni pryzmatu, ew. wytrzeć go wilgotną ściereczką.

9. Na pryzmat nakropić pipetą kilka kropel badanego roztworu glukozy tak, by pokrył całą powierzchnię kryształu, a następnie zamknąć pryzmat.

10. Obserwując przez lunetkę skrzyżowanie nitek pajęczych ustawiamy je tak, aby znajdowało się na linii granicznej. „Usuujemy” ewentualne kolory.

11. Zanotować wartość stężenia roztworu i współczynnika załamania światła odczytując je ze skal widocznych „w lunetce”.

12. Wytrzeć dokładnie pryzmat ze „zbadanego” już roztworu.

13. Jeśli pierwszy roztwór ma stężenie niższe niż 45%, do roztworu dosypać jeszcze glukozy i powtórzyć pomiar.

14. Jeśli uczeń uzyskał już roztwór o koncentracji ok. 45% i zanotował dla niego wartość bezwzględnego współczynnika załamania światła, ma teraz uzyskać roztwór o mniejszym stężeniu - przez rozcieńczenie. Uczeń dolewa kilkanaście kropel do zbadanego przed chwilą roztworu i dokładnie miesza ciecz, a następnie przeprowadza pomiar w punktach 9-12.

15. Powtórzyć pomiar dla kilkunastu roztworów o coraz to mniejszym stężeniu do stężenia o wartości ok. 3-4%. Jeśli przy którymś rozcieńczeniu wypełni się probówka się wypełni, wylać połowę roztworu i przygotowywać następne roztwory przez rozcieńczenie jak powyżej opisano.



16. Wykonać wykresy zależności: współczynnika załamania od stężenia roztworu $n=f(c)$, gdzie n współczynnik załamania światła (bezwzględny), c – stężenie wody i roztworu glukozy.

17. Posprzątać stanowisko laboratoryjne – umyć oba pryzmaty – górny i dolny, wylać roztwory z probówki, wypłukać probówki, wytrzeć stół, wypłukać ściereczki, zgasić lampkę, zamknąć klapki refraktometru.

Tabela pomiarów:

L.p.	Stężenie roztworu %	Współczynnik załamania światła
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		

Uwagi i spostrzeżenia: