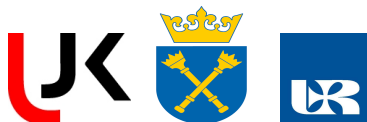




KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



Człowiek – najlepsza inwestycja

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



FENIKS

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

Ładunki, prądy, magnesy

Dodatkowy pakiet dydaktyczny opracowany według sugestii nauczycieli

Dr Tomasz Zamorski

*Instytut Fizyki, Uniwersytet Rzeszowski
ul. Rejtana 16C, 35-311 Rzeszów*

<http://feniks.ujk.kielce.pl/>

<http://fonon.univ.rzeszow.pl>



- długofalowy program odbudowy, popularyzacji i wspomagania 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 U.9.11

Temat: Badanie pola elektrycznego między okładkami kondensatora płaskiego.

Literatura:

1. D. Halliday, R. Resnick, J. Walker, Podstawy Fizyki t. 3, PWN 2005
2. H. Szydłowski, Pracownia fizyczna wspomaganą komputerem, PWN Warszawa 2003
3. Sz. Szczeniowski, Fizyka doświadczalna, cz. 3 Elektryczność i magnetyzm, PWN Warszawa 1970.

Cel ćwiczenia:

Zbadanie zależności natężenia pola elektrycznego w kondensatorze płaskim od odległości oraz napięcia pomiędzy okładkami.

Zagadnienia kolokwialne:

1. Pole elektryczne. Natężenie i potencjał pola elektrycznego.
2. Kondensatory. Pojemność elektryczna kondensatora.
3. Kondensator płaski. Energia naładowanego kondensatora.

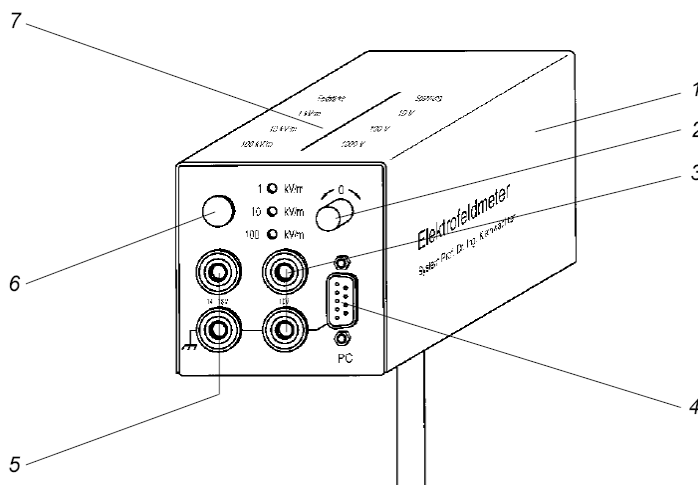
Wykonanie doświadczenia.

1. Zestawić układ pomiarowy jak na rysunku 1.



Człowiek – najlepsza inwestycja

Rys. 1.



Rys. 2: Miernik pola elektrycznego: 1. Obudowa. 2. Pokrętko zerowania. 3. Zaciski wyjściowe podłączane do miernika napięcia stałego: górny zacisk do wejścia (+) miernika a dolny do wejścia (-). 4. Wyjście szeregowo do komputera (nie używane). 5. Zasilanie miernika napięciem +12 V z zasilacza. 6. Przycisk zmiany zakresów miernika. (1-10-100 kV/m).

2. Miernik natężenia pola elektrycznego (patrz rys. 2) wyzerować napięciem 0 V z zasilacza i pokrętkiem (2) w górnej części miernika pola elektrycznego. Ustawić płyty kondensatora płaskiego w odległości $d = 10$ cm.
 3. Zmierzyć natężenie pola E elektrycznego przy różnych napięciach U między płytami. Napięcie między płytami zmieniać w zakresie od 0 do 250 V. Należy uzyskać 8-10 punktów pomiarowych do wykresu $E(U)$. Uwaga: przy pomiarach używać zakresu miernika natężenia pola elektrycznego 10 kV/m.
 4. Wykonać wykres E [kV/m] od U [V].
 5. Ustawić napięcie między płytami na wartość $U = 200$ V. Zmierzyć natężenie pola elektrycznego E przy różnych odległościach d pomiędzy płytami kondensatora. Odległość d zmieniać w zakresie od 2 do 12 cm tak by utrzymać 6-10 punktów pomiarowych dla zależności $E(d)$.
- Uwaga: Przy przesuwaniu płyt kondensatora napięcie U powinno być wyłączone!**

Człowiek – najlepsza inwestycja

6. Wykonać wykres E [kV/m] od d [cm], a następnie wykres zależności

$$\log(E) = \log(U) - \log(d) \quad (1)$$

7. Dane pomiarowe przedstawione na wykresie $E=f(U)$ (pkt. 3) oraz na wykresie zależności (1) opracować metodą regresji liniowej. Eksperymentatorzy mniej zaawansowani powinni ustalić dyskusję niepewności pomiarowych z prowadzącym ćwiczenia.

Ćwiczenie nr U.9.12

Temat: Pomiar ładunku właściwego elektronu e/m metodą odchyień w polu magnetycznym

Literatura:

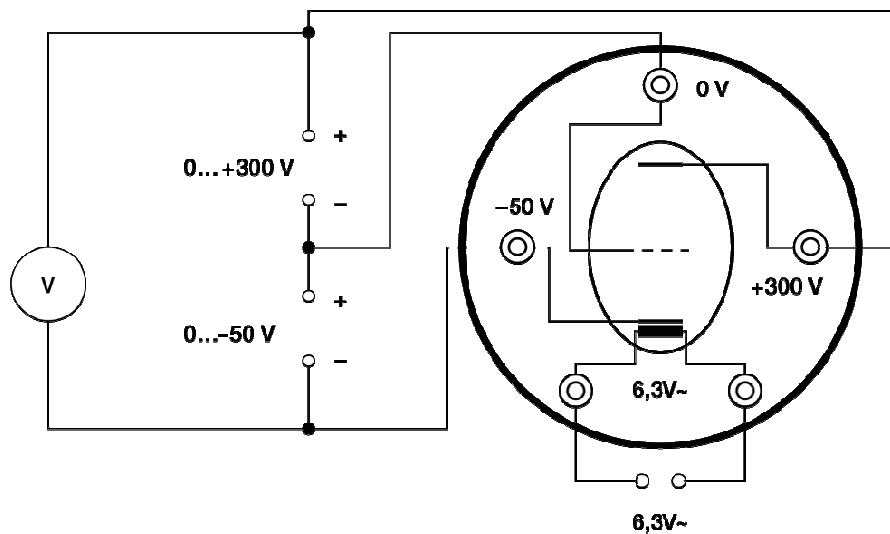
1. A. K. Wróblewski, J. A. Zakrzewski – Wstęp do fizyki,
2. M. Jeżewski – Fizyka,
3. D. Halliday, R. Resnick – Fizyka, t. 2,
4. Sz. Szczeniowski – Fizyka doświadczalna cz. 3,
5. H. Szydłowski – Pracownia fizyczna,
6. W. Brański, M. Herman, L. Widowski – Elektryczność i magnetyzm, zbiór zadań z fizyki.

Zagadnienia kolokwialne:

1. Pole magnetyczne, wielkości charakteryzujące pole magnetyczne i ich jednostki w układzie SI.
2. Pole magnetyczne solenoidu. Obliczanie natężenia pola magnetycznego na osi dwu jednakowych cewek kołowych, o równoległych płaszczyznach zwojów.
3. Ruch cząstki naładowanej w stałym, jednorodnym polu magnetycznym. Metoda wyznaczania ładunku właściwego elektronu.

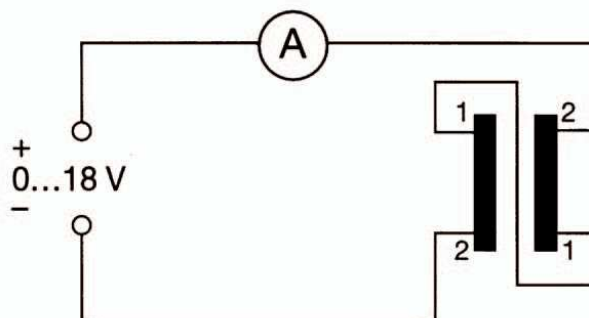
Wykonanie ćwiczenia:

1. Sprawdzić czy obwód zasilający lampy do wyznaczania e/m jest zgodny z poniższym schematem.



Człowiek – najlepsza inwestycja

2. Sprawdzić czy cewki Helmholtza są podłączone z zasilaczem zgodnie ze schematem:



3. Ustawić na zasilaczu lampy potencjometr napięcia sieciowego (-50- 0V), oraz potencjometr napięcia anodowego (0... + 250 V) w pozycji zerowej. Włączyć zasilanie lampy. Napięcie żarzenia zostaje włączone w momencie włączenia zasilania.
4. Po upływie około minuty od włączenia napięcia żarzenia ustawić w podanej poniżej kolejności:
- napięcie siatkowe decydujące o skupieniu jasności ścieżki
 - napięcie anodowe na wartość około 100 V
- Uwaga: pełną jasność świecenia uzyskuje się po około 2-3 minutach pracy lampy.
5. Włączyć zasilanie cewek Helmholtza. Natężenie I prądu w cewkach nie powinno przekroczyć 3 A.

Poprawić zaciemnienie stanowiska pomiarowego. Obserwować fluoryzujący okrężny tor wiązki elektronów w polu magnetycznym. Jeżeli elektrony poruszają się po spirali należy lekko obrócić lampę by otrzymać tor w postaci zamkniętego okręgu. Ustawić natężenie prądu w cewkach Helmholtza tak by wiązka elektronów uderzała w jedną z czterech poprzeczek w lampie. Kolejne poprzeczki odpowiadają promieniom r okręgów : 2 cm, 3 cm, 4 cm, 5 cm. Zmierzyć napięcie U przyspieszające elektrony promień okręgu r oraz natężenie prądu I w cewkach Helmholtza. Obliczyć indukcje magnetyczną B w obszarze pomiędzy cewkami oraz ładunek właściwy e/m elektronu ze wzorów:

$$B = 0,715\mu_0 \frac{nI}{R} , \quad (1)$$

$$\frac{e}{m} = \frac{2U}{(B \cdot r)^2} , \quad (2)$$

gdzie : promień cewek $R= 0,2$ m, liczba zwojów $n=154$,
przenikalność magnetyczna próżni $\mu_0=1,257 \cdot 10^{-6}$ Vs/Am.

6. Dla każdej wartości promienia r znaleźć dwie-trzy pary wartości U oraz I .
Uwaga: nie stosować napięć niższych niż 100 V oraz natężeń prądu w cewkach

Człowiek – najlepsza inwestycja

Helmholtza mniejszych niż 1 A.

Wyniki zamieścić w tabeli:

r=0,02 m			R=0,03 m			R=0,04 m			R=0,05 m		
U [V]	I [A]	e/m · 10 ¹¹ [C/kg]	U [V]	I [A]	e/m · 10 ¹¹ [C/kg]	U [V]	I [A]	e/m · 10 ¹¹ [C/kg]	U [V]	I [A]	e/m · 10 ¹¹ [C/kg]

7. Obliczyć średnią wartość e/m oraz błąd średni kwadratowy średniej arytmetycznej. Porównać uzyskane wyniki z wartością tablicową:
e/m = 1,759 · 10¹¹ C/kg.

Uwaga: Przy dłuższych przerwach w pomiarach zaleca się ustawienie potencjometrów napięcia siatkowego i anodowego na zero. Przedłużyć to trwałość lampy e/m.

Załącznik nr 1 do instrukcji ćwiczenia nr U.9.11 Metoda pomiaru ładunku właściwego elektronu

Przy przesunięciu elektronu w polu elektrycznym pomiędzy dwoma punktami o różnicy potencjałów U siły pola wykonują pracę eU, która jest równa zmianie energii kinetycznej elektronu:

$$eU = \frac{1}{2}mv^2 \quad (1)$$

gdzie e-ładunek elementarny
m- masa elektronu,
v- prędkość jaką elektron uzyskał w polu elektrycznym.
Stąd

$$v = \sqrt{\frac{2eU}{m}} \quad (2)$$

Jeśli elektron wpada z prędkością v w pole magnetyczne o indukcji B w kierunku prostopadłym do linii indukcji to działająca nań siła Lorentza

$$F = e \cdot v \cdot B$$

jest siłą dośrodkową, zatem

$$\frac{mv^2}{r} = evB \quad (3)$$

Człowiek – najlepsza inwestycja

Stąd

$$v = \frac{eBr}{m} \quad (4)$$

Stąd po uwzględnieniu wzoru (2) otrzymujemy:

$$\frac{e}{m} = \frac{2U}{(Br)^2}, \quad (5)$$

przy czym indukcja B w obszarze pomiędzy cewkami Helmholtza wynosi (patrz załącznik 2):

$$B = 0,715\mu_0 \frac{nI}{R}, \quad (6)$$

gdzie:

R- promień cewek, (R= 0,2 m)

n- liczba zwojów (n=154)

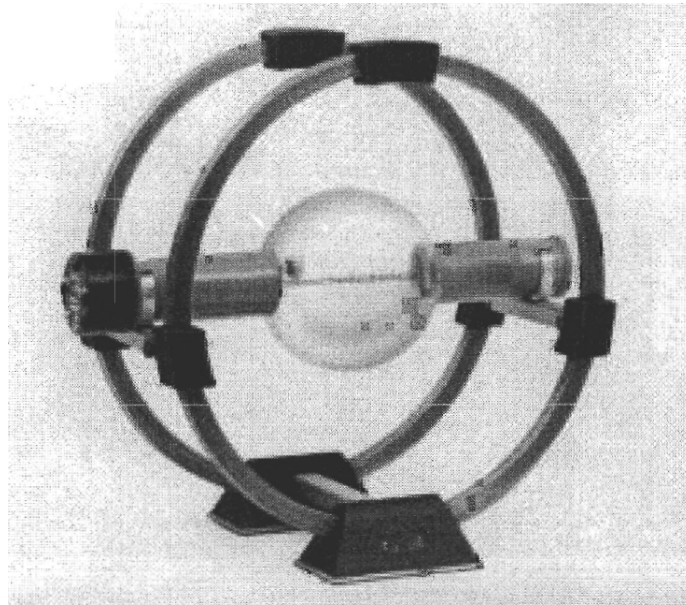
μ_0 - przenikalność magnetyczna próżni ($\mu_0=1,257 \cdot 10^{-6}$ Vs/Am).

Człowiek – najlepsza inwestycja

Załącznik 2 do instrukcji ćwiczenia nr U.9.11.

Opis lampy do wyznaczania ładunku właściwego elektronu (e/m) metodą odchyień w polu magnetycznym.

Lampa do wyznaczania ładunku właściwego elektronu tworzy stabilny zestaw z parą cewek Helmholtza.



Są to dwie cewki o jednakowym promieniu R ustawione symetrycznie o jednakowej ilości zwojów przy czym odległość pomiędzy cewkami jest równa ich promieniowi. Jeśli przez cewki przepływa prąd o natężeniu I to w obszarze pomiędzy cewkami powstaje jednorodne pole magnetyczne o indukcji

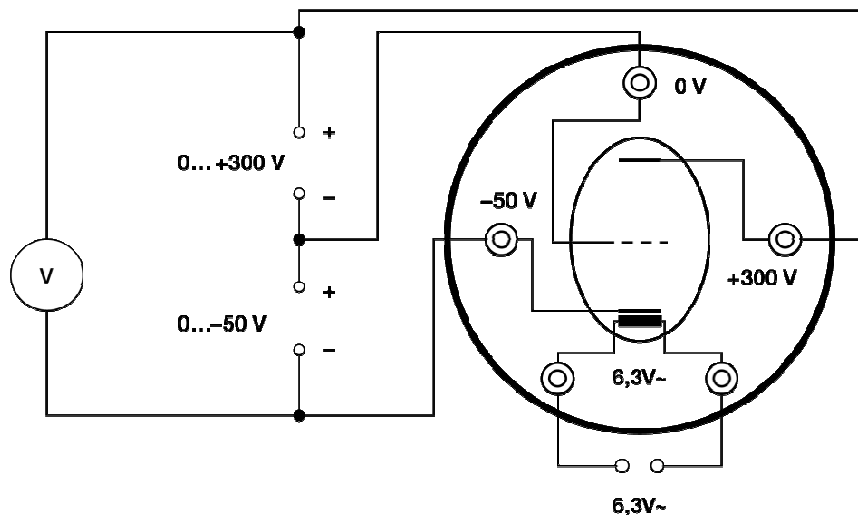
$$B = 0,715\mu_0 \frac{nI}{R} ,$$

gdzie przenikalność magnetyczna próżni : $\mu_0 = 1,257 \cdot 10^{-6}$ H/m.

Po opróżnieniu z powietrza lampa została napełniona argonem pod ciśnieniem około 10^{-1} Pa. Dzięki temu widoczne są tory elektronów w lampie bowiem elektrony zderzają się z cząsteczkami gazu i jonizują je. W rezultacie wiązka elektronów staje się widoczna na skutek fluorescencji powstałej przy rekombinacji argonu.

Człowiek – najlepsza inwestycja

Lampę należy podłączyć z zasilaczem zgodnie z poniższym schematem:



Widać że lampa jest zasilana napięciem żarzenia 6,3 V które nie jest regulowane. Natomiast napięcie siatkowe może być regulowane w zakresie od – 50 do 0 V a napięcie anodowe od 0 do + 250 V.

Uwaga: przy obsłudze lampy należy zachować następujące środki ostrożności:

1. Przed włączeniem lampy napięcia żarzenia należy sprawdzić czy potencjometry zasilacza -50 – 0 V oraz 0- 250 V są w pozycji zerowej. Chodzi o to by przy włączeniu napięcia żarzenia nie uszkodzić powłok katodowych lampy.
2. Po włączeniu lampy należy odczekać około minuty. Dopiero po minucie od włączenia napięcia żarzenia można ustawiać potencjometry w następującej kolejności: naprzód potencjometr napięcia siatkowego (-50 – 0 V) a potem anodowego (0-250 V).
3. Przy wyłączeniu lampy należy postępować w odwrotnej kolejności tj:
 - wyłączyć napięcie anodowe (potencjometr do zera)
 - wyłączyć napięcie siatkowe (potencjometr do zera)
 - wyłączyć lampę (napięcie żarzenia)

Lampa posiada wewnętrzną podziałkę osiową w formie drabinki, której poprzeczne szczeble są pokryte świecąca powłoką. Kolejne szczeble odpowiadają następującym promieniom okręgów po których poruszają się elektrony: 2 cm, 3 cm, 4 cm, 5 cm.

Ćwiczenie U.9.13

Temat: Wyznaczenie ładunku elementarnego – doświadczenie Milikana

Literatura:

1. D. Halliday, R Resnick, J. Walker, Podstawy fizyki t.3, PWN, Warszawa 2005
2. A. K. Wróblewski, J. A. Zakrzewski, Wstęp do fizyki t.2, cz.2, PWN, Warszawa 1991
3. Sz. Szczeniowski, Fizyka doświadczalna cz. 3, Elektryczność i magnetyzm, PWN, Warszawa 1980

Cel ćwiczenia:

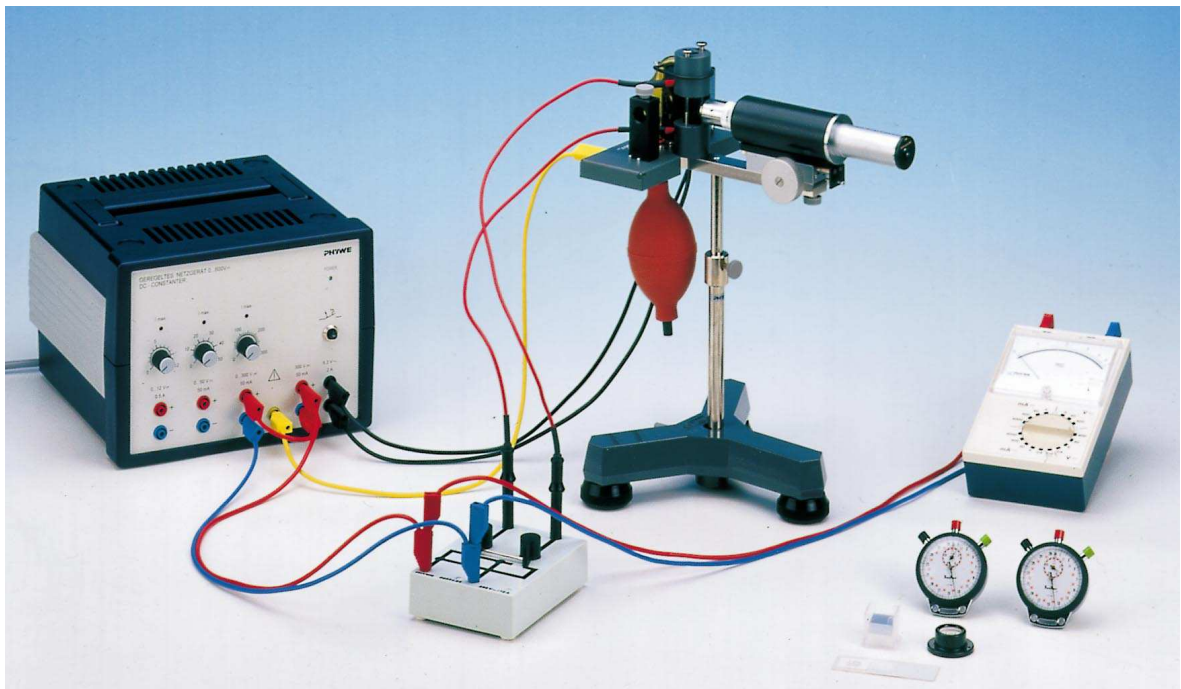
Wyznaczyć promień oraz ładunek elektryczny 8-10 kropelek oleju.
Na podstawie uzyskanych wyników określić ładunek elementarny.

Zagadnienia kolokwialne:

1. Lepkość. Współczynnik lepkości. Prawo Stokesa. Ruch z siłą oporu.
2. Pole elektryczne. Natężenie pola elektrycznego.
3. Ładunek elektryczny. Ziarnista struktura ładunku. Zasada zachowania ładunku.
4. Wyznaczanie ładunku elementarnego metodą Milikana.

Wykonanie doświadczenia:

1. Zestawić układ pomiarowy jak na poniższym rysunku.



Człowiek – najlepsza inwestycja

2. Sprawdzić za pomocą poziomicy czy oś komory kondensatora Milikana jest ustawiona pionowo. W razie potrzeby skorygować jej ustawienie za pomocą śrub regulacyjnych przy trójnogu.
3. Włączyć zasilacz. Ustawić napięcie U między płytami kondensatora na wartość między 300 V a 500 V.
4. Nacisnąć kilka razy gumową gruszkę rozpylacza. Ustawić okular mikroskopu w położeniu umożliwiającym obserwację oświetlonych kropelek oleju. Używając przełącznika napięcia znaleźć krople naładowane, które wznoszą się i opadają w polu elektrycznym kondensatora.
5. Wybrać jedną z kropli naładowanych kierując się następującymi kryteriami:
 - a) kropla powinna poruszać się w przybliżeniu w kierunku pionowym
 - b) czas przebycia odległości między skrajnymi podziałkami mikrometru przedmiotowego powinien wynosić od 1s do 3 s.

Uwaga: jeśli krople poruszają się ruchem turbulentnym należy z pomocą prowadzącego zasłonić okienko obserwacyjne szkiełkiem przykrywkowym 18 mm x 18 mm.

6. Zsumować za pomocą pierwszego stopera kilka czasów wznoszenia się wybranej kropelki a przy użyciu drugiego stopera kilka czasów jej opadania. Zsumowane czasy – zarówno wznoszenia jak i opadania - powinny być nie mniejsze niż 5 s.
7. Wyniki pomiarów należy zamieścić w tabeli:

Napięcie między płytami kondensatora U [V]	Sumaryczna droga wznoszenia się kropli s_1 [dz]	Sumaryczna droga opadania kropli s_2 [dz]	Sumaryczny czas wznoszenia się kropli t_1 , [s]	Sumaryczny czas opadania kropli, t_2 [s]	Prędkość wznoszenia się v_1 [m/s]	Prędkość opadania. v_2 [m/s]

Uwaga : przy obliczaniu prędkości v_1 i v_2 należy przyjąć że 1 działka mikrometru = 1/30 mm.

8. Promień r kulki można obliczyć ze wzoru:

$$R = C\sqrt{v_1 - v_2} ,$$

gdzie $c=6,37 \times 10^{-5} \text{ (m}\cdot\text{s)}^{1/2}$.

Człowiek – najlepsza inwestycja

9. Ładunek q kropelki oleju można wyznaczyć ze wzoru:

$$q = B \cdot \frac{v_1 + v_2}{U} \cdot \sqrt{v_1 - v_2},$$

gdzie $B = 2,73 \cdot 10^{-11} \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\sqrt{\text{m} \cdot \text{s}}}$

10. Pomiary ładunku q i promienia r wykonać dla 8-10 różnych kropli.

11. Wyniki pomiaru ładunku nanieść na wykres $q(r)$ gdzie na osi rzędnych podane są kolejne wielokrotności n ładunku elementarnego: $Q = n \cdot e$, gdzie: $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$,
 $n = 0, 1, 2, 3, \dots$

12. Wyznaczyć średnią \bar{e} wartość ładunku elementarnego. Wyliczyć błąd średni kwadratowy średniej arytmetycznej \bar{e} .

Załącznik nr 1 do ćwiczenia U 9.13

Metoda Milikana wyznaczania ładunku elementarnego

Kulista kropla oleju o promieniu r , posiadająca ładunek elektryczny q , zostaje wprowadzona w jednorodne pole elektryczne pomiędzy okładkami kondensatora płaskiego. Natężenie pola elektrycznego wynosi:

$$E = \frac{U}{d}, \quad (1)$$

gdzie U jest napięciem a d odległością pomiędzy okładkami kondensatora. Na kroplę działają siły:

- siła elektryczna: $F_e = qE$ (2)

- siła ciężkości: $Q = \rho_1 V g$, (3)

gdzie ρ_1 jest gęstością oleju, V objętością kropli, a g przyspieszeniem ziemskim

- siła wyporu powietrza $W = \rho_2 V g$, (4)

gdzie ρ_2 jest gęstością powietrza

Człowiek – najlepsza inwestycja

-siła oporu lepkiego określona wzorem Stokesa:

$$F_L = 6\pi r\eta v, \quad (5)$$

gdzie η - jest współczynnikiem lepkości powietrza, a v szybkością kropli.

Kropla unosząca się do góry ruchem jednostajnym uzyskuje taką szybkość v_2 , by siła oporu i siła ciężkości równoważyły sumę siły wyporu i siły elektrycznej:

$$6\pi r\eta v_2 + \rho_1 Vg = qE + \rho_2 Vg \quad (6)$$

Stąd szybkość unoszenia się kropli wynosi:

$$v_2 = \frac{1}{6\pi r\eta} \left[qE - \frac{4}{3} \pi r^3 g (\rho_1 - \rho_2) \right] \quad (7)$$

Przełączenie napięcia powoduje że wektor natężenia pola elektrycznego zmienia zwrot. Siła elektryczna wraz z siłą ciężkości ciągną teraz kroplę ku dołowi. Stosunkowo szybko ustala się równowaga sił: kropla uzyskuje taką wartość prędkości v_1 przy której suma siły elektrycznej i siły ciężkości jest równa sumie siły oporu lepkiego i siły wyporu:

$$qE + \rho_1 Vg = 6\pi r\eta v_1 + \rho_2 Vg \quad (8)$$

Stąd szybkość opadania kropli wynosi:

$$v_1 = \frac{1}{6\pi r\eta} \left[qE + \frac{4}{3} \pi r^3 g (\rho_1 - \rho_2) \right] \quad (9)$$

Z równań (7) i (9), po ich obustronnym odjęciu i dodaniu, można otrzymać wzory na promień kropli oraz jej ładunek q :

$$r = C \sqrt{v_1 - v_2}, \quad (10)$$

$$q = B \frac{u_1 + u_2}{U} \sqrt{u_1 - u_2}. \quad (11)$$

Stałe C i B wynoszą:

$$C = \frac{3}{2} \sqrt{\frac{\eta}{g(\rho_1 - \rho_2)}} \quad (12)$$

Człowiek – najlepsza inwestycja

$$B = \frac{9}{2} \pi d \sqrt{\frac{\eta^3}{g(\rho_1 - \rho_2)}} \quad (13)$$

Ćwiczenie U.9.14

Temat: Sprawdzanie prawa Coulomba.

Literatura:

4. D. Halliday, R Resnick, J. Walker, Podstawy fizyki t.3, PWN, Warszawa 2005
5. A. K. Wróblewski, J. A. Zakrzewski, Wstęp do fizyki t.2, cz.2, PWN, Warszawa 1991
6. Sz. Szczeniowski, Fizyka doświadczalna cz. 3, Elektryczność i magnetyzm, PWN, Warszawa 1980

Cel ćwiczenia:

Eksperymentalne zbadanie zależności siły elektrostatycznej od wartości oddziaływujących ładunków oraz odległości między nimi.

Zagadnienia kolokwialne:

1. Pole elektryczne. Natężenie pola elektrycznego. Potencjał elektryczny.
2. Przewodniki w polu elektrycznym.
3. Zjawisko indukcji elektrostatycznej. Powierzchniowa gęstość ładunku.
4. Prawo Coulomba.

Wykonanie doświadczenia:

1. Przygotować układ pomiarowy jak na poniższym rysunku. Wzmacniacz prądu stałego przełączyć w tryb pomiaru ładunku przez naciśnięcie przycisku „Q”. Zakres pomiaru ustawić na 1-100 nAs.



Człowiek – najlepsza inwestycja



2. Ustawić przewodzącą kulkę w odległości około 5 cm od metalowej płyty. Wyzerować dynamometr a następnie ustawić na dynamometrze wartość siły z przedziału 0,1 mN - 0,4 mN.
3. Naładować kulkę. Odczekać do momentu kiedy ładunek spadnie do wartości, przy której dynamometr wróci do poprzedniego położenia. W tym momencie należy zmierzyć ładunek kulki za pomocą wzmacniacza prądu stałego połączonego z woltomierzem.
4. Procedurę pomiarową powtórzyć dla 5-7 wartości ładunku przy trzech różnych odległościach kulki od płyty z przedziału 4 cm - 10 cm.
5. Wykonać wykres zależności siły $F(\text{mN})$ od kwadratu ładunku $Q^2 [(\mu\text{C})^2]$ dla trzech różnych odległości kulki od płyty. Określić współczynnik nachylenia prostych metodą regresji liniowej.

Człowiek – najlepsza inwestycja

Ćwiczenie: U.11

Tytuł ćwiczenia:

Pierścienie Newtona

Cel ćwiczenia:

1. Praktyczne zapoznanie się ze zjawiskiem interferencji światła.
2. Zapoznanie się z powstawaniem pierścieni Newtona w świetle przechodzącym i odbitym.
3. Zapoznanie się z metodą wyznaczania promienia krzywizny soczewki płasko-wypukłej za pomocą pierścieni Newtona.

Krótki opis ćwiczenia

Wiązka światła o długości λ z lampy sodowej pada na półprzepuszczalne zwierciadło Z mikroskopu, a następnie na układ składający się z soczewki S_0 i płytki P ustawiony na stoliku mikroskopu. W okularze mikroskopu obserwujemy obraz pierścieni Newtona. Dokonując pomiaru promienia r pierścieni za pomocą skali mikrometrycznej stolika można wyznaczyć promień R soczewki.

Wymagana wiedza ucznia:

- Fale świetlne, zjawisko interferencji fal, warunek interferencji.
- Doświadczenie Younga.
- Interferencja światła w warstwie o zmiennej grubości, pierścienie Newtona.
- Budowa mikroskopu, bieg promieni w jego układzie optycznym.

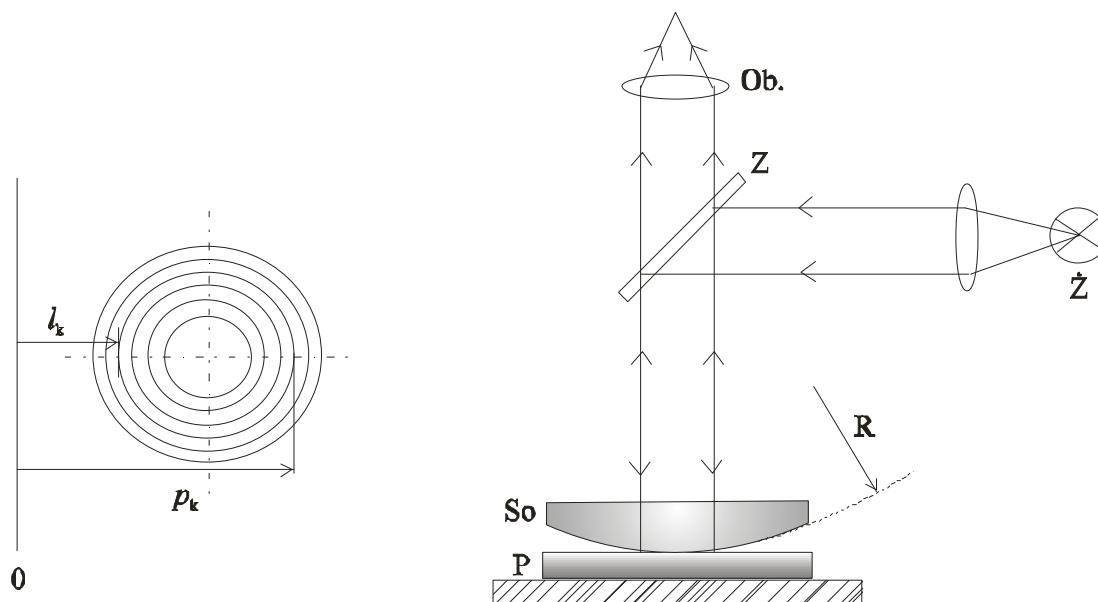
Człowiek – najlepsza inwestycja

Przyrządy pomiarowe:

Mikroskop, płytki szklana płasko-równoległa, soczewka płasko-wypukła, lampa sodowa, lampa rtęciowa.

Wykonanie doświadczenia:

- Układ składający się z soczewki S_o i płytki P ustawić na stoliku mikroskopu. Oświetlić układ światłem lampy sodowej kierując jej szczelinę na zwierciadło półprzepuszczalne Z . Przesuwając tubus mikroskopu za pomocą śruby mikrometrycznej, uzyskać w polu widzenia mikroskopu ostry obraz pierścieni Newtona.



- Za pomocą pokręta do przesuwania stolika zaopatrzonego w skalę mikrometryczną dokonać pomiaru promienia r dla kilku kolejnych, wybranych jasnych promieni.

Uwaga: Pierścienie interferencyjne należy numerować kolejno poczynając od centrum. Naprowadzając krzyż z nici pajęczych na prążek o numerze k należy zanotować położenie

Człowiek – najlepsza inwestycja

dwu przeciwległych punktów prążka, np. na prawo „ p_k ” i na lewo „ l_k ” od centrum. Promień k -tego prążka r_k będzie równy:

$$r_k = \frac{1}{2}(p_k - l_k).$$

Aby znaleźć promienie kilkunastu prążków należy wolno przesuwać układ odnotowując dla kolejnych pierścieni położenia p_l , a następnie l_l .

- Obliczyć promień krzywizny soczewki ze wzoru:

$$R = \frac{r_k^2 - r_l^2}{(k - l)\lambda},$$

gdzie r_k i r_l to odpowiednio promienie k -tego i l -tego jasnego pierścienia, a λ jest długością fali świetlnej. Dla dubletu sodowego można przyjąć $\lambda_{sr} = 589,3$ nm.

Należy wybrać kilkanaście par pomiarów promienia r dla różnych k i l , następnie dla każdej pary obliczyć promień krzywizny R soczewki i znaleźć jego wartość średnią.

- Zastąpić lampę sodową źródłem światła monochromatycznego o nieznannej długości fali. Wykonać pomiary pierścieni Newtona i postępując analogicznie jak poprzednio, wyznaczyć tym razem długość λ_x fali świetlnej:

$$\lambda_x = \frac{r_k^2 - r_l^2}{R(k - l)}.$$

Literatura:

1. T. Dryński, Laboratorium fizyczne, PWN Warszawa 1977.
2. H. Szydłowski, Pracownia Fizyczna, PWN Warszawa 1980.
3. Sz. Szczeniowski, Fizyka doświadczalna, cz. IV., PWN Warszawa 1963.

Ćwiczenie U.12

Tytuł ćwiczenia

Badanie skręcenia płaszczyzny polaryzacji przez wodny roztwór cukru

Cel ćwiczenia:

1. Praktyczne zapoznanie się ze skręceniem płaszczyzny polaryzacji światła przez roztwory czynne optycznie.
2. Zapoznanie się z budową polarymetru i pomiarem skręcenia płaszczyzny polaryzacji światła.
3. Wyznaczanie skręcenia właściwego płaszczyzny polaryzacji dla roztworu cukru.

Krótki opis ćwiczenia:

Roztwór cukru o znanym stężeniu umieszczamy w kuwecie polarymetru. Po oświetleniu polarymetru lampą sodową obserwujemy pole widzenia przyrządu w jego okularze, które to pole jest podzielone na części o różnej jasności. Doprowadzamy pole widzenia do jednakowej jasności i odczytujemy kąt skręcenia. Pomiary powtarzamy dla roztworu cukru o nieznanym stężeniu.

Wymagana wiedza ucznia:

- Stężenie roztworów.
- Dwójtomność kryształów.
- Polaryzacja światła przy podwójnym załamaniu.
- Polaryzatory, pryzmat Nicola.
- Polaryzacja światła przez odbicie, polaryzacja światła przy załamaniu.
- Prawo Malusa.

Człowiek – najlepsza inwestycja

- Skręcenie płaszczyzny polaryzacji światła przez ciecze
- Polarymetry, polarymetr Laurenta.

Przyrządy pomiarowe:

Polarymetr, lampa sodowa, waga laboratoryjna, komplet odważników, menzurka, naczynka wagowe, woda destylowana, cukier.

Wykonanie ćwiczenia:

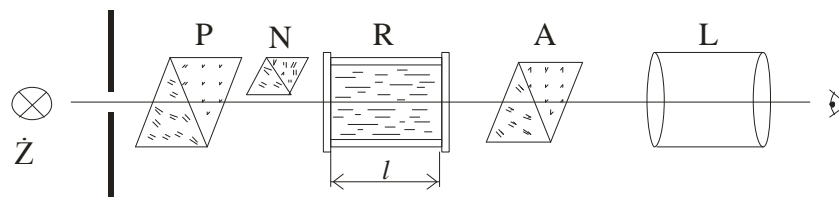
- Przygotować roztwór cukru o znanym stężeniu (liczony w gramach na 100 cm³ roztworu) w następujący sposób: zważyć naczynko wagowe puste (m_1), a następnie napełnione do 2/3 wysokości cukrem (m_2), obliczyć masę cukru ($m_2 - m_1$). Cukier wsypać do menzurki, nalać około 40 cm³ wody i potrząsnąć aż do zupełnego rozpuszczenia. Odczekać około 10 minut odczytać dokładnie objętość roztworu i wyrazić ją w decylitrach (V)

Obliczyć stężenie ze wzoru:

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

- Przepłukać dwukrotnie kuwetę polarymetru niewielką ilością zrobionego roztworu.
- Napełnić kuwetę polarymetru badanym roztworem i umieścić ją w polarymetrze.

Człowiek – najlepsza inwestycja



Rys. 1 Budowa polarymetru (Ż – źródło światła, P – polaryzator, N – przyrząd półcieniowy zmieniający płaszczyznę polaryzacji części pola widzenia o niewielki kąt, R – rurka zawierająca badaną ciecz lub roztwór, A – analizator, L – lunetka)

Uwaga: W roztworze nie mogą znajdować się pęcherzyki powietrza.

- Oświetlić polarymetr lampą sodową i kręcąc okularem nastawić na ostrość obraz, a następnie kręcąc boczną śrubą uzyskać obraz możliwie ciemny. W pozycji tej, przy niewielkich poruszeniach śruby w jedną i w drugą stronę uzyskujemy obraz jak na Rys. 2 a, b.



Rys. 2

Między tymi położeniami śruby znaleźć takie położenie, kiedy całe pole jest jednakowo szarozółte, czyli pasek jest zupełnie niewidoczny.

- Przy tym położeniu śruby odczytać na bocznej podziałce kąt skręcenia z dokładnością do $0,05^{\circ}$.

Uwaga: Odczyt na skali polarymetru należy powtórzyć kilkakrotnie, każdorazowo doprowadzając pole widzenia w jego okularze do jednakowej jasności.

Człowiek – najlepsza inwestycja

- Wyznaczyć dla poszczególnych pomiarów wartość skręcenia właściwego α_0 z zależności:

$$\alpha_0 = \frac{\alpha}{lC}$$

gdzie: l – długość warstwy roztworu w kuwecie (wartość ta podana jest na kuwecie),

C – stężenie roztworu,

α – kąt skręcenia płaszczyzny polaryzacji światła przez roztwór o danym stężeniu.

- Dokonać pomiaru kąta skręcenia dla nieznanego roztworu cukru. Postępować jak wyżej.

- Wyznaczyć stężenie C_x badanego roztworu cukru w wodzie destylowanej na podstawie zależności:

$$C_x = \frac{\alpha_x}{\alpha_0 l}$$

Literatura:

1. T. Dryński, Laboratorium fizyczne, PWN Warszawa 1977.
2. H. Szydłowski, Pracownia fizyczna, PWN Warszawa 1997.
3. D. Halliday, R. Resnick, Fizyka t. 2, PWN Warszawa 1984.

Ćwiczenie U.13

Tytuł ćwiczenia:

Wyznaczanie współczynnika załamania cieczy za pomocą refraktometru Abbego

Cel ćwiczenia:

4. Praktyczne zapoznanie się ze zjawiskiem całkowitego odbicia światła na granicy dwóch ośrodków.
5. Zapoznanie się z metodą wyznaczania współczynnika załamania cieczy za pomocą refraktometru Abbego.
6. Badanie zależności współczynnika załamania cieczy od temperatury.

Krótki opis ćwiczenia:

Badana ciecz zostaje umieszczona między pryzmatami refraktometru Abbego. Wartość współczynnika załamania cieczy n można odczytać bezpośrednio z podziałki okularu refraktometru. Następnie za pomocą ultratermostatu połączonego z refraktometrem zmieniamy temperaturę badanej cieczy i mierzymy zależność współczynnika załamania n cieczy od temperatury.

Wymagana wiedza ucznia:

- Podstawowe prawa optyki geometrycznej.
- Zjawisko odbicia i załamania światła na granicy dwóch ośrodków, prawo Snelliusa.
- Kąt graniczny, całkowite wewnętrzne odbicie światła.
- Bieg promienia załamanego w warstwie płasko-równoległej.
- Budowa i zasada działania refraktometru Abbego.

Człowiek – najlepsza inwestycja

Przyrządy pomiarowe:

Refraktometr Abbego, ultratermostat, badane ciecze, lampa sodowa, lampa mikroskopowa

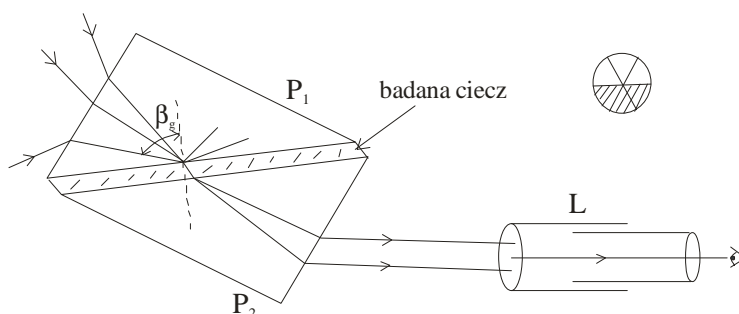
Wykonanie doświadczenia:

- Nalać kilka kropel badanej cieczy na uprzednio przemytą powierzchnię dolnego pryzmatu refraktometru, a następnie opuścić górny pryzmat i oświetlić pryzmat lampką mikroskopową.

-Włączyć ultratermostat i za pomocą termometru kontaktowego ustawić żadaną temperaturę pomiaru.

Uwaga: Przed przystąpieniem do pomiaru współczynnika załamania należy odczekać pewien okres czasu, aż nastąpi stabilizacja temperatury układu pomiarowego.

Wartość temperatury badanej cieczy należy odczytywać na termometrze umieszczonym z lewej strony refraktometru.



- Pokręcając pokrętką znajdującą się z lewej strony refraktometru ustawiamy punkt przecięcia się linii krzyża z nici pajęczych na linii granicznej cieczy i jasnej części pola widzenia w okularze górnym refraktometru. Ostrość obrazu można regulować za pomocą pokrętki znajdującego się z prawej strony refraktometru.

- Odczytać wartość współczynnika załamania n na podziałce widocznej w okularze dolnym refraktometru.

Człowiek – najlepsza inwestycja

- Przeprowadzić pomiary zależności współczynnika załamania badanej cieczy od temperatury t .

- Na podstawie przeprowadzonych pomiarów sporządzić wykres zależności $n = f(t)$.

Literatura:

4. T. Dryński, Laboratorium fizyczne, PWN Warszawa 1977.
5. H. Szydłowski, Pracownia Fizyczna, PWN Warszawa 1980.
6. Sz. Szczeniowski, Fizyka doświadczalna, cz. IV., PWN Warszawa 1963.
7. D. Haliday, R. Resnick, J. Walker, Podstawy fizyki, PWN Warszawa 2007.

Ćwiczenie U.14

Tytuł ćwiczenia:

Badanie widma par rtęci za pomocą spektroskopu.

Cel ćwiczenia:

1. Zapoznanie się z widmem emisyjnym pierwiastka oraz metodą jego obserwacji za pomocą spektroskopu.
2. Zapoznanie się z budową i zasadą działania spektroskopu.
3. Wyznaczenie długości fali linii w widmie rtęci.

Krótki opis ćwiczenia:

Przed szczeliną kolimatora K umieszczamy rurkę wypełnioną parami rtęci L, pomiędzy której elektrodami wywołuje się wyładowania jarzeniowe poprzez przyłożenie do nich wysokiego napięcia z transformatora Tr. Korygujemy ustawienie lunetki kolimatora ze skalą w taki sposób, aby otrzymać w polu widzenia spektroskopu, na tle podziałki, widoczne linie widma rtęci. W ten sposób odczytujemy położenie trzech wybranych linii widma rtęci oraz czwartej, nieznannej, dla której należy wyznaczyć długość fali.

Wymagana wiedza ucznia:

- Rozszczepienie światła białego w pryzmacie.
- Ogólna charakterystyka widm atomowych.
- Serie widmowe, widmo wodoru.
- Zasada działania spektroskopu pryzmatycznego

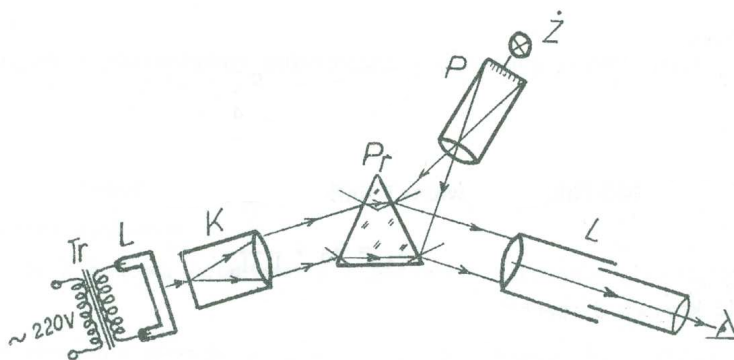
Człowiek – najlepsza inwestycja

Przyrządy pomiarowe:

Spektroskop pryzmatyczny, lampa rtęciowa, transformator wysokonapięciowy

Wykonanie ćwiczenia:

1. Za pomocą transformatora wysokiego napięcia wywołać wyładowanie w atmosferze par rtęci.
2. Wyregulować spektroskop, aby uzyskać wyraźne widmo.



Rys. 1 Bieg promieni w spektrometrze pryzmatycznym.

3. Po uzyskaniu ostrego widma liniowego rtęci oświetlić podziałkę skali.
4. Odczytać na skali położenia trzech żądanych linii spektralnych l_1, l_2, l_3 o długościach fali odpowiednio $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ oraz odczytać położenie linii nieznannej l_x .
5. Wyliczyć stałe Hartmana wykorzystując wzory:

$$l_0 = \frac{l_2(l_3 - l_1)(\lambda_1 - \lambda_2) - l_3(l_2 - l_1)(\lambda_1 - \lambda_3)}{(l_1 - l_2)(\lambda_1 - \lambda_3) - (l_1 - l_3)(\lambda_1 - \lambda_2)}$$

Człowiek – najlepsza inwestycja

$$c = \frac{(\lambda_1 - \lambda_2) \cdot (l_1 - l_0) \cdot (l_2 - l_0)}{l_2 - l_1}$$

$$\lambda_0 = \lambda_1 - \frac{c}{l_1 - l_0}$$

6. Wyznaczyć długość fali czwartej (nieznanej) linii widma rtęci korzystając ze wzoru:

$$\lambda_x = \lambda_0 + \frac{c}{l_x - l_0}$$

7. Wykreślić krzywą dyspersji pryzmatu spektroskopu.

Długości fal w części widzialnej widma rtęci

Barwa linii	Długość fali [nm]	Natężenie linii
fioletowa	404,65	bardzo słabe
fioletowa	407,78	słabe
niebieska	435,83	średnie
niebiesko-zielona	491,60	średnie
zielona	546,07	silne
żółta	576,96	bardzo silne
żółta	579,07	bardzo silne
czerwona	623,44	słabe

Człowiek – najlepsza inwestycja

Literatura:

4. T. Dryński, Laboratorium fizyczne, PWN Warszawa 1977.
5. H. Szydłowski, Pracownia fizyczna, PWN Warszawa 1997.
6. Sz. Szeniowski, Fizyka doświadczalna cz. 4, Optyka, PWN Warszawa 1983.
7. Sz. Szeniowski, Fizyka doświadczalna cz. 5, Fizyka atomowa, PWN Warszawa 183
8. D. Halliday, R. Resnick, Fizyka t. 2, PWN Warszawa 1984.

Ćwiczenie U.15

Tytuł ćwiczenia:

Badanie dyspersji szkła pryzmatu za pomocą goniometru optycznego.

Cel ćwiczenia:

Wyznaczenie kąta łamiącego pryzmatu i kąta najmniejszego odchylenia za pomocą goniometru.

Krótki opis ćwiczenia:

Współczynnik załamania światła można obliczyć w oparciu o kąt łamiący pryzmatu i kąt minimalnego odchylenia promienia świetlnego. Wartość kąta minimalnego odchylenia zależy od długości fali świetlnej. Oba kąty można znaleźć korzystając z goniometru optycznego.

Wymagana wiedza ucznia:

- Podstawowe pojęcia i prawa optyki geometrycznej.
- Bieg promieni świetlnych przez pryzmat, kąt łamiący, minimalny kąt odchylenia pryzmatu, rozszczepienie światła w pryzmacie.
- Współczynnik załamania ośrodka, jego zależność od długości fali świetlnej.
- Dyspersja światła.

Przyrządy pomiarowe i materiały:

Goniometr optyczny, lampa helowa, transformator, autotransformator, pryzmat.

Wykonanie doświadczenia:

- Wyzerować goniometr.
- Wprowadzić zero skali na zerowe położenie lunety.
- Uruchomić lampę helową. W tym celu należy ustawić pokrętko autotransformatora na 30 V i dopiero wtedy włączyć autotransformator do sieci.

Człowiek – najlepsza inwestycja

Uwaga:

Ze względu na wysokie napięcie zasilania lampy należy zachować szczególną ostrożność! Nie należy dotykać lampy a w szczególności jej zacisków i przewodów łączących lampę z transformatorem.

- Oświetlić szczelinę goniometru i dokonać pomiaru kąta łamiącego pryzmatu.
- Ustawić pryzmat w pozycji najmniejszego odchylenia całości widma. Zidentyfikować linie widmowe posługując się informacją dołączoną do niniejszej instrukcji.
- Zmierzyć kąty najmniejszego odchylenia dla 5 wybranych linii. Położenie najmniejszego odchylenia pryzmatu trzeba ustalać dla każdej linii oddzielnie poprzez nieznaczne pokręcenie stolikiem goniometru.
- Sporządzić wykres zależności współczynnika załamania światła od długości fali.

Widmo lampy helowej:

Linia czerwona (słabsza)	$\lambda = 7065,19 \text{ \AA}$
Linia czerwona (jasniejsza)	$\lambda = 6678,15 \text{ \AA}$
Linia żółta	$\lambda = 5875,62 \text{ \AA}$
Linia zielona (jaśniejsza)	$\lambda = 5015,68 \text{ \AA}$
Linia zielona (słabsza)	$\lambda = 4921,93 \text{ \AA}$
Linia niebieska	$\lambda = 4685,71 \text{ \AA}$
Linia fioletowa	$\lambda = 4471,48 \text{ \AA}$



Człowiek – najlepsza inwestycja

Literatura:

1. H. Szydłowski, *Pracownia fizyczna*, PWN, Warszawa 1999.
2. Sz. Szczęniowski *Fizyka doświadczalna, cz. 4 Optyka*, PWN Warszawa 1971.
3. D. Halliday, R. Resnick, *Fizyka, cz. 2*, PWN, Warszawa 2001.



- długofalowy program odbudowy, popularyzacji i wspomagania 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 U.16

Tytuł ćwiczenia: Wyznaczanie długości ogniskowej soczewki za pomocą ławy optycznej.

Cel ćwiczenia:

1. Praktyczne zapoznanie się z powstawaniem obrazów w soczewkach.
2. Zapoznanie się z metodami wyznaczania ogniskowej soczewek za pomocą ławy optycznej.
3. Wyznaczenie ogniskowych soczewek skupiających i rozpraszających.

Krótki opis ćwiczenia:

Długość ogniskowej soczewek skupiających i rozpraszających można wyznaczyć posługując się ławą optyczną. W tym celu wykorzystujemy dla soczewek skupiających trzy metody: wyznaczenie ogniskowej soczewki na podstawie pomiaru odległości przedmiotu i obrazu od soczewki, z wielkości powiększonego obrazu i metodę Bessela. Dla soczewek rozpraszających, w celu wyznaczenia długości ich ogniskowych, można posłużyć się układem soczewek: skupiającej i rozpraszającej.

Wymagana wiedza ucznia:

- Podstawowe prawa optyki geometrycznej.
- Soczewki, ich podział, obrazy dawane przez soczewki, równanie soczewki.
- Zdolność zbierająca soczewki.
- Metody wyznaczania ogniskowej soczewki za pomocą ławy optycznej.

Człowiek – najlepsza inwestycja

Przyrządy pomiarowe i materiały:

Ława optyczna, komplet soczewek o różnych kształtach i ogniskowych, uchwyty soczewek, oświetlacz z przesłoną, ekran linijka.

Wykonanie ćwiczenia:

I. Soczewki skupiające

Wyznaczanie ogniskowej f na podstawie pomiaru odległości przedmiotu i obrazu od soczewki

- Zmierzyć odległość l przedmiotu od ekranu.

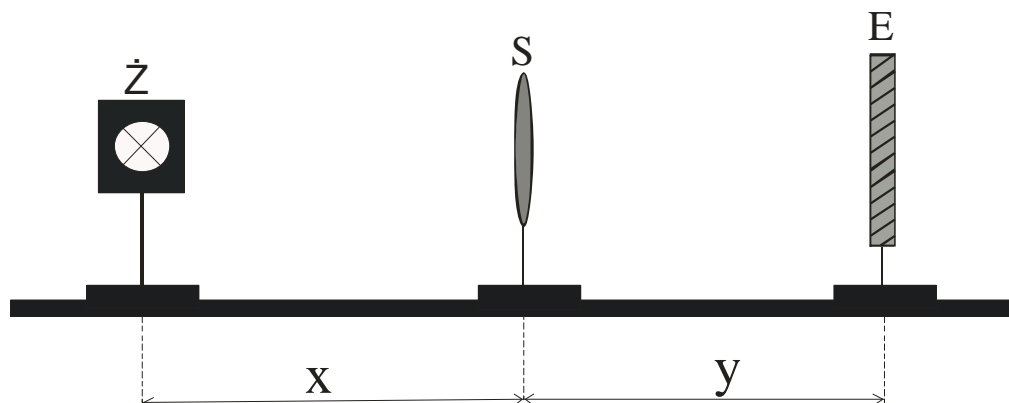
- Przesuwając soczewkę skupiającą wzdłuż ławy optycznej, przy ustalonej odległości l odnaleźć położenie, przy którym powstający na ekranie obraz, powiększony lub pomniejszony, jest najbardziej wyrazisty.

Odczytać odległość x przedmiotu od soczewki. Pomiar powtórzyć kilkakrotnie znajdując średnią wartość x .

- Obliczyć ogniskową f soczewki skupiającej za pomocą wzoru:

$$f = \frac{x(l-x)}{l}$$

Człowiek – najlepsza inwestycja



Pomiar ogniskowej f metodą Bessela

- Ustawić oświetlacz i ekran na ławie optycznej w odległości l większej od $4f$, a następnie przesuwając soczewkę wyznaczyć wzajemną odległość d dwóch położen soczewki, dla których otrzymujemy na ekranie dwa ostre obrazy przedmiotu: jeden powiększony, drugi pomniejszony.
- Wyznaczyć długość ogniskowej z zależności:

$$f = \frac{1}{4} \left(l - \frac{d^2}{l} \right)$$

Wyznaczanie ogniskowej f soczewki z wielkości powiększonego obrazu

- Przesuwając soczewkę wzdłuż ławy optycznej znaleźć na ekranie ostry obraz powiększony. Zanotować odległość y obrazu od soczewki. Zmierzyć linijką wielkość L obrazu powstałego na ekranie oraz wielkość l przedmiotu.
- Obliczyć ogniskową badanej soczewki skupiającej z zależności:

$$f = \frac{l \cdot y}{L + l}$$

II. Soczewki rozpraszające

- Zestawić układ dwóch soczewek: skupiającej, której ogniskową wyznaczono poprzednio oraz rozpraszającej, której ogniskową chcemy wyznaczyć.

Uwaga: Układ soczewek należy tak dobrać, aby stanowił on układ zbierający, co zachodzi dla następującego warunku:

$$|f_1| < |f_2|$$

gdzie f_1 jest ogniskową soczewki zbierającej, natomiast f_2 soczewki rozpraszającej.

- Metodą Bessela wyznaczyć ogniskową tego układu soczewek f_u .

- Obliczyć ogniskową soczewki rozpraszającej z zależności:

$$f_2 = \frac{f_u \cdot f_1}{f_1 - f_u}$$

Literatura:

1. T. Dryński, Laboratorium fizyczne, PWN Warszawa 1977.
2. H. Szydłowski, Pracownia Fizyczna, PWN Warszawa 1980.
3. Sz. Szczeniowski, Fizyka doświadczalna, cz. IV., PWN Warszawa 1963.

Człowiek – najlepsza inwestycja

Ćwiczenie U.17

Tytuł ćwiczenia:

Wyznaczanie współczynnika załamania szkła za pomocą mikroskopu.

Cel ćwiczenia:

1. Praktyczne zapoznanie się ze zjawiskiem załamania światła w płytce płasko-równoległej.
2. Zapoznanie się z metodą wyznaczania współczynnika załamania materiałów przezroczystych względem powietrza za pomocą mikroskopu.
3. Wyznaczenie wartości współczynnika załamania dla szkła.

Krótki opis ćwiczenia:

Współczynnika załamania szkła można wyznaczyć wykorzystując mikroskop i płytkę szklaną płasko-równoległą. W tym celu wyznaczamy grubość płytki za pomocą śruby mikrometrycznej, a następnie grubość pozorną za pomocą mikroskopu. Na obu powierzchniach płytki płasko-równoległej znajdują się wzajemnie skrzyżowane linie. Pokręcamy śrubą mikrometryczną mikroskopu i licząc obroty przesuwamy tubus mikroskopu o taką wartość, aż w polu widzenia zaobserwujemy ostry obraz kreski znajdującej się raz na dolnej, raz na górnej powierzchni płytki.

Wymagana wiedza ucznia:

- Podstawowe prawa optyki geometrycznej.
- Zjawisko odbicia i załamania światła na granicy dwóch ośrodków, prawo Snelliusa, współczynnik załamania.
- Interpretacja zjawiska odbicia i załamania na granicy dwóch ośrodków na gruncie zasady Huygensa.

Człowiek – najlepsza inwestycja

- Płytką płasko-równoległą, bieg promienia załamane go i odbitego.

Przyrządy pomiarowe:

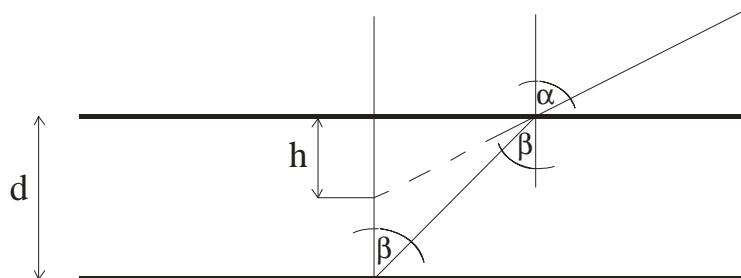
Mikroskop, płytka szklana płasko-równoległa, na powierzchni której znajdują się wzajemnie skrzyżowane linie, śruba mikrometryczna.

Wykonanie ćwiczenia:

1. Wyznaczyć grubość płytki szklanej d .

Uwaga: Pomiar grubości przeprowadzić w różnych miejscach płytki, a następnie obliczyć wartość średnią.

2. Zamocować płytkę na stoliku mikroskopu i wyznaczyć jej grubość pozorną h . W tym celu pokręcając śrubą mikrometryczną mikroskopu staramy się zobaczyć kreskę naniesioną na dolnej powierzchni płytki. Pokręcając śrubą mikrometryczną ustawiamy precyzyjnie tubus mikroskopu w takim położeniu, aby obserwowany obraz kreski był najbardziej ostry. Odczytujemy położenie śruby na jej bębnieku. Pokręcając śrubą mikrometryczną i licząc jej obroty przesuwamy tubus mikroskopu do góry o taką wartość, aż w jego polu widzenia zaobserwujemy ostry obraz kreski znajdującej się na górnej powierzchni płytki.



3. Wartość grubości pozornej płytki określamy jako sumę iloczynu skoku śruby mikrometrycznej przez ilość jej obrotów oraz wskazań na jej bębnieku w położeniach

Człowiek – najlepsza inwestycja

odpowiadających ostrym obrazom obu kresek. Wartość skoku śruby mikrometrycznej można określić na podstawie ilości działek na bębunku.

Uwaga: Pomiar grubości pozornej płytki należy powtórzyć kilkakrotnie, a następnie obliczyć jej wartość średnią.

4. Obliczyć wartość współczynnika załamania badanego szkła względem powietrza z zależności:

$$n = \frac{d}{h}$$

Literatura:

4. T. Dryński, Laboratorium fizyczne, PWN Warszawa 1977.
5. H. Szydłowski, Pracownia Fizyczna, PWN Warszawa 1980.
6. Sz. Szczeniowski, Fizyka doświadczalna, cz. IV., PWN Warszawa 1963.

Ćwiczenie U.18

Tytuł ćwiczenia:

Cechowanie skali mikrometru okularowego oraz pomiar małych odległości za pomocą mikroskopu.

Cel ćwiczenia:

1. Zapoznanie się z budową i zasadą działania oraz przeznaczeniem mikroskopu.
2. Zapoznanie się z metodą cechowania skali mikrometru okularowego mikroskopu.
3. Pomiar małych odległości.

Krótki opis ćwiczenia:

W celu zmierzenia bardzo małych odległości za pomocą mikroskopu należy najpierw wycechować skalę mikrometru okularowego. W tym celu określamy możliwie dużą ilość pokrywających się ze sobą działek mikrometru przedmiotowego z działkami mikrometru okularowego. Następnie umieszczamy w miejsce mikrometru przedmiotowego cienkie druczki i wyznaczamy ich średnice.

Wymagana wiedza ucznia:

- Budowa i rola poszczególnych elementów mikroskopu.
- Układ optyczny mikroskopu, bieg promieni, powiększenie całkowite mikroskopu, zdolność rozdzielcza, mikrometr okularowy.
- Obiektywy i okulary mikroskopu.
- Cechowanie skali mikrometru okularowego.

Człowiek – najlepsza inwestycja

Przyrządy pomiarowe:

Mikroskop, mikrometr przedmiotowy, okular z podziałką.

Wykonanie ćwiczenia:

1. Włożyć do mikroskopu okular pomiarowy. Na stoliku mikroskopu umocować mikrometr przedmiotowy. Oświetlić pole widzenia za pomocą dolnego zwierciadła. Wyregulować ustawienie tubusa tak, aby zobaczyć ostry obraz podziałki mikrometru przedmiotowego.

Uwaga: Aby nie zgnieść szkiełka mikrometru przedmiotowego należy obserwując go z boku ostrożnie opuścić tubus mikroskopu do położenia, w którym obiektyw prawie styka się ze skalą. Następnie przesuwać tubus do góry ustawić mikroskop na ostre widzenie podziałki.

2. Określić, ile działek „z” mikrometru przedmiotowego pokrywa się z całkowitą, możliwie dużą, liczbą działek „n” mikrometru okularowego. Znając odległość „a” między działkami mikrometru przedmiotowego obliczyć „x₀” odpowiadającą jednej działce skali mikrometru okularowego za pomocą wzoru:

$$x_0 = \frac{z \cdot a}{n}$$

Pomiary powtórzyć kilkakrotnie dla różnych wartości z i n.

3. Zmierzyć średnicę cienkich drucików. W tym celu w miejscu mikrometru przedmiotowego umieścić na stoliku pomiarowym ramkę z naciągniętymi próbkami drutów. Po znalezieniu ostrego obrazu drutu odczytać ilość działek k mikrometru okularowego odpowiadających grubości drutu. Wyznaczyć średnicę drutu ze wzoru:

$$d = k \cdot x_0$$

Człowiek – najlepsza inwestycja

Pomiary przeprowadzić w kilku miejscach na całej długości próbki i ewentualnie obliczyć wartość średnią.

Literatura:

9. T. Dryński, Laboratorium fizyczne, PWN Warszawa 1977.
10. H. Szydłowski, Pracownia fizyczna, PWN Warszawa 1997.
11. Sz. Szczeniowski, Fizyka doświadczalna, cz. IV., PWN Warszawa 1963.