

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  $\lambda$  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.

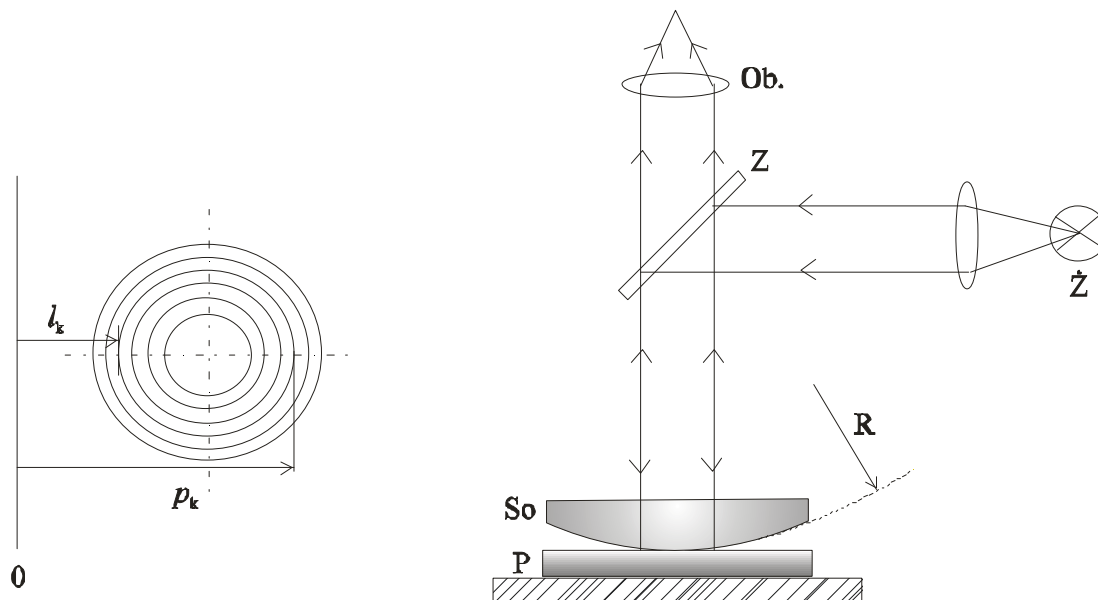
Człowiek – najlepsza inwestycja

*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  $\lambda$  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  $\lambda_x$  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:*

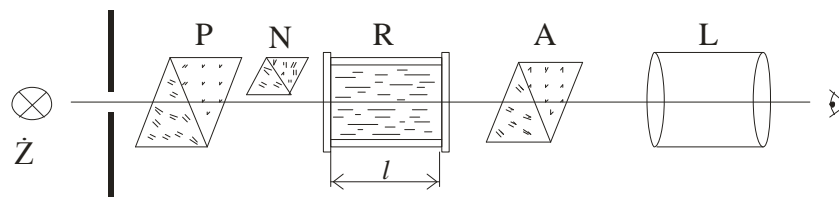
- Przygotować roztwór cukru o znanym stężeniu (liczony w gramach na  $100 \text{ cm}^3$  roztworu) w następujący sposób: zważyć naczynko wagowe puste ( $m_1$ ), a następnie napełnione do  $2/3$  wysokości cukrem ( $m_2$ ), obliczyć masę cukru ( $m_2 - m_1$ ). Cukier wsypać do menzurki, nalać około  $40 \text{ cm}^3$  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  $\alpha_0$  z zależności:

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

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

$C$  – stężenie roztworu,

$\alpha$  – 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

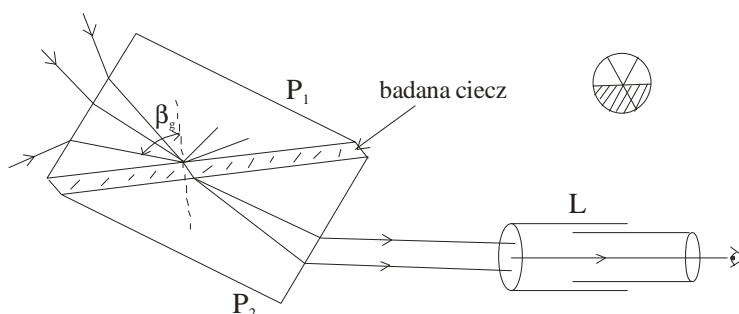
*Wykonanie doświadczenia:*

- 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 znajdującym 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

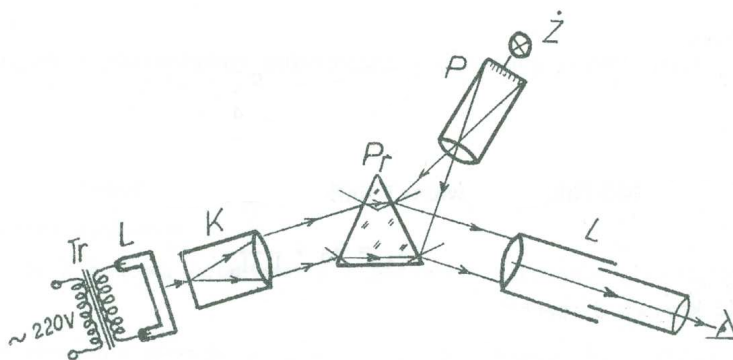
Człowiek – najlepsza inwestycja

Przyrządy pomiarowe:

Spektroskop przyzmatyczny, 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 przyzmatycznym.

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.



*- 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.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.

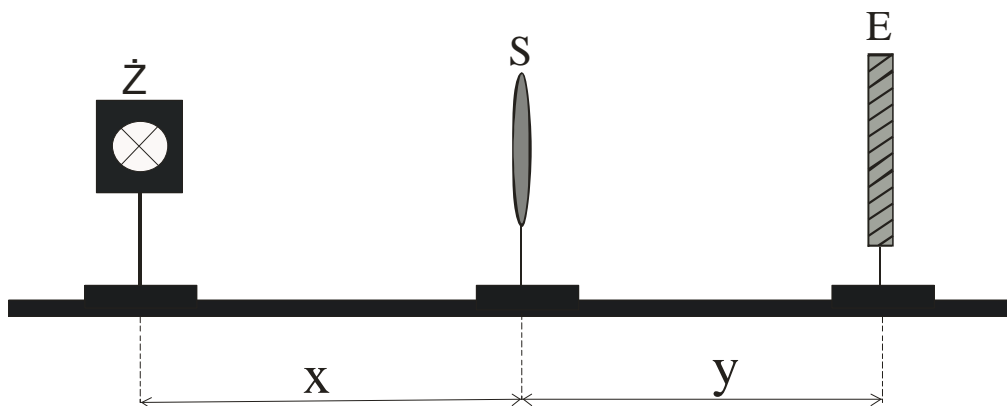
- Przesuwając soczewkę skupiającą wzdłuż ławy optycznej, przy ustalonej odległości  $l$  odnaleźć położenie, przy którym powstający na ekranie obraz, powiększony lub pomniejszony, jest najbardziej wyrazisty.

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 przesuając 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.

## 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 przesuujemy 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:

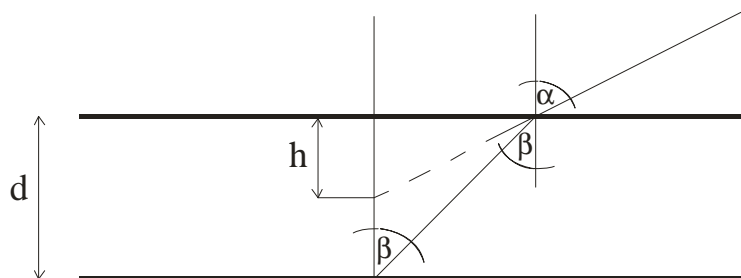
Mikroskop, płytka szklana płasko-równoległa, na powierzchni której znajdują się wzajemnie skrzyżowane linie, śruba mikrometryczna.

### 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 druciki 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 „x<sub>0</sub>” 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.