

O 3.2. Wyznaczanie ogniskowych soczewek na podstawie pomiarów odległości przedmiotu i obrazu od soczewki

INSTRUKCJA WYKONANIA ZADANIA

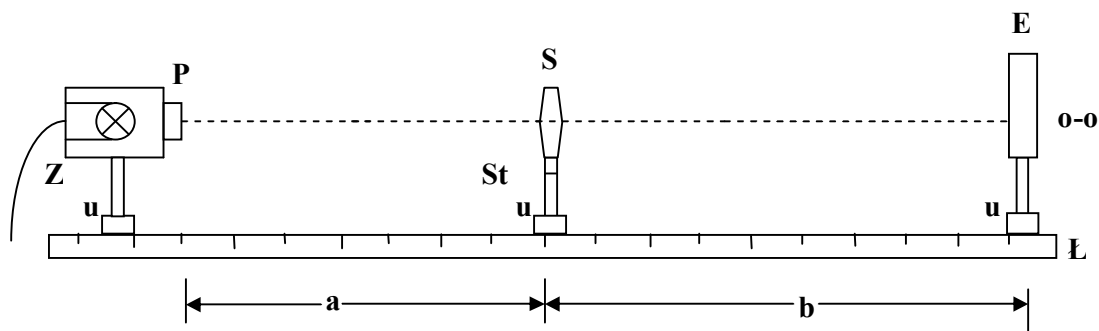
Obowiązujące zagadnienia teoretyczne:

1. Załamanie i odbicie światła
2. Rodzaje i zastosowanie soczewek
3. Powstawanie obrazu w soczewce skupiającej i rozpraszającej (ognisko, zdolność skupiająca soczewki)
4. Równanie soczewki
5. Metody wyznaczania ogniskowych soczewek

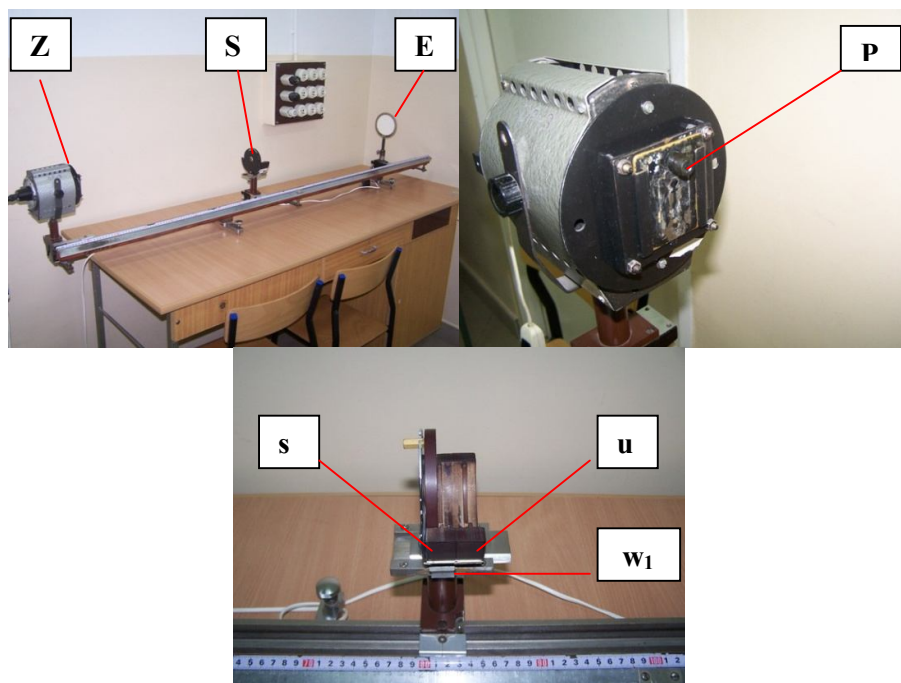
Literatura:

1. Skrypt PL: *Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki. Optyka*, J. Kowalik, M. Wiertel, R. Żońcierczuk, red. E. Śpiewła, Wydawnictwa Uczelniane PL, Lublin 1995.
2. B. Kuśmiderska, J. Meldizon, *Podstawy rachunku błędów w pracowni fizycznej*, red. E. Śpiewła, Wydawnictwa Uczelniane PL, Lublin 1997.
3. D. Halliday, R. Resnick, J. Walker, *Podstawy fizyki*, Wydawnictwo Naukowe PWN Warszawa 1983, tom II.

Wykonanie zadania:



Rys. 1 Schemat rozmieszczenia przyrządów na ławie optycznej \mathbb{L} w celu znalezienia ogniskowej f z pomiaru odległości a i b ; Z – źródło światła, S – soczewka (lub układ soczewek), E – ekran, u – uchwyty, $o-o$ – oś optyczna, St – ruchomy stolik, P – przedmiot



Rys. 2 Fotografia przedstawiająca stanowisko pomiarowe

a) Wyznaczenie ogniskowej soczewki skupiającej

1. Przymocować na ławie optycznej \mathbf{L} w odpowiednich uchwytych \mathbf{u} następujące przyrządy: źródło światła \mathbf{Z} , przedmiot \mathbf{P} (szczelina z żyłki), stolik \mathbf{St} , biały, nieodblaskowy ekran \mathbf{E} , soczewkę skupiającą \mathbf{S} wg schematu na Rys. 1.
2. Przesunąć stolik z soczewką w prowadnicy uchwyty do momentu pokrycia się środka w_1 z punktem s uchwyty.
3. Wyregulować, wzdłuż osi optycznej o-o, w pionie i poziomie, położenia przedmiotu \mathbf{P} , soczewki \mathbf{S} , ekranu \mathbf{E} .
4. Przesunąć uchwyt z soczewką wzdłuż ławy optycznej do miejsca, w którym na ekranie powstanie ostry obraz przedmiotu \mathbf{P} .
Uwaga: Podczas przesuwania uchwyty obraz powinien być widoczny na ekranie, w przeciwnym przypadku powtórzyć czynności z punktu 2 i 3.
5. Zapisać odległości \mathbf{a} (odległość przedmiot-soczewka) i \mathbf{b} (odległość soczewka-obraz) z dokładnością 0,001 m.
6. Obliczyć wartość ogniskowej f_s soczewki skupiającej na podstawie wzoru:

$$\frac{1}{f_s} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b} \quad (1)$$

7. Powtórzyć pomiary dla innych położenia ekranu na ławie optycznej.
Uwaga: Podczas ustawiania ostrości obrazu soczewkę \mathbf{S} przesuwając zawsze w tę samą stronę.
8. Obliczyć zdolność skupiającą (załamującą) soczewki ze wzoru:

$$z_s = \frac{n_0}{f_s} \quad (2)$$

gdzie n_0 jest współczynnikiem załamania ośrodka (dla powietrza $n_0 = 1$).

9. Obliczyć wartości średnie: $\overline{f_s}$ i $\overline{z_s}$.

b) Wyznaczanie ogniskowej układu soczewek

1. Przesunąć stolik z soczewkami (skupiającą i rozpraszającą – zestawione razem muszą być układem skupiającym) w prowadnicy uchwyty do momentu pokrycia się środka w_l z punktem u uchwyty.
2. Wyregulować, wzdłuż osi optycznej o-o, w pionie i poziomie, położenia przedmiotu **P**, układu soczewek **S** i ekranu **E**.
3. Przesunąć uchwyt z soczewką wzdłuż ławy optycznej do miejsca, w którym na ekranie powstanie ostry obraz przedmiotu **P**.
Uwaga: Podczas przesuwania uchwyty obraz powinien być widoczny na ekranie, w przeciwnym przypadku powtórzyć czynności z punktu 2 i 3.
4. Zapisać odległości **a** (odległość przedmiot-układ soczewek) i **b** (odległość układ soczewek-obraz) z dokładnością 0,001 m.
5. Powtórzyć pomiary dla innych położenia ekranu na ławie optycznej.
Uwaga: Podczas ustawiania ostrości obrazu soczewkę **S** przesuwając zawsze w tę samą stronę.
6. Obliczyć wartości ogniskowej f_u z równania:

$$\frac{1}{f_u} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b} \quad (3)$$

7. Obliczyć zdolność skupiającą układu z_u :

$$z_u = \frac{n_0}{f_u}$$

8. Mając z_s z wcześniejszych pomiarów obliczyć z układu równań z_r i f_r :

$$z_u = z_s + z_r$$

$$z_r = \frac{n_0}{f_r}$$

gdzie n_0 jest współczynnikiem załamania ośrodka (dla powietrza $n_0 = 1$).

9. Obliczyć wartości średnie: $\overline{f_u}$, $\overline{z_u}$, $\overline{f_r}$, $\overline{z_r}$.
10. Zestawić w tabeli wyniki pomiarów i obliczeń.
11. Obliczyć dla jednego z wykonanych pomiarów niepewność popełnioną względem wartości średniej oraz niepewność względną maksymalną. Uwzględnić przy tym dokładność wyskalowania podziałki ławy optycznej (nieodkładność odczytu) i wielkość przedziału położenia soczewki, w którym nie zauważamy zmiany ostrości obrazu widzialnego na ekranie.
12. Niepewność pomiaru ogniskowej f_s oszacować metodą różniczkowania wzoru (1).

Autor instrukcji:

Mariusz Mazurek