

## O 3.4. Wyznaczanie ogniskowych soczewek na podstawie pomiaru powiększenia liniowego

### INSTRUKCJA WYKONANIA ZADANIA

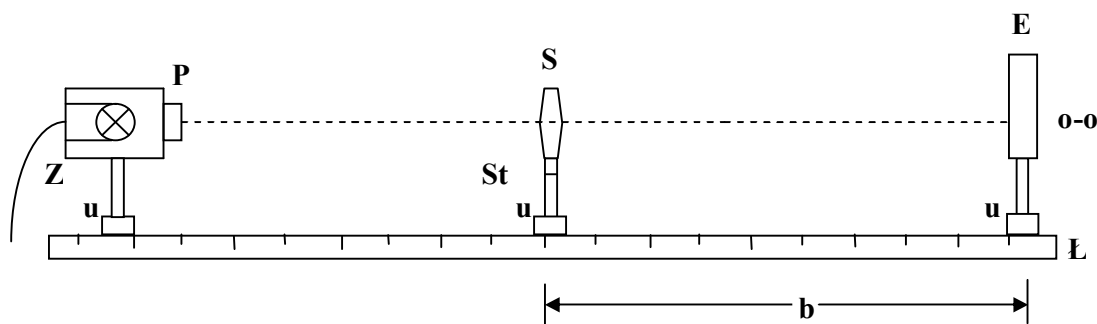
#### Obowiązujące zagadnienia teoretyczne:

1. Definicja współczynnika powiększenia obrazu
2. Związek między ogniskową soczewki i jej powiększeniem
3. Wyprowadzenie równanie soczewki, zależność ogniskowej soczewki od współczynnika załamania
4. Rodzaje i zastosowanie soczewek
5. Powstawanie obrazu w soczewce skupiającej i rozpraszającej

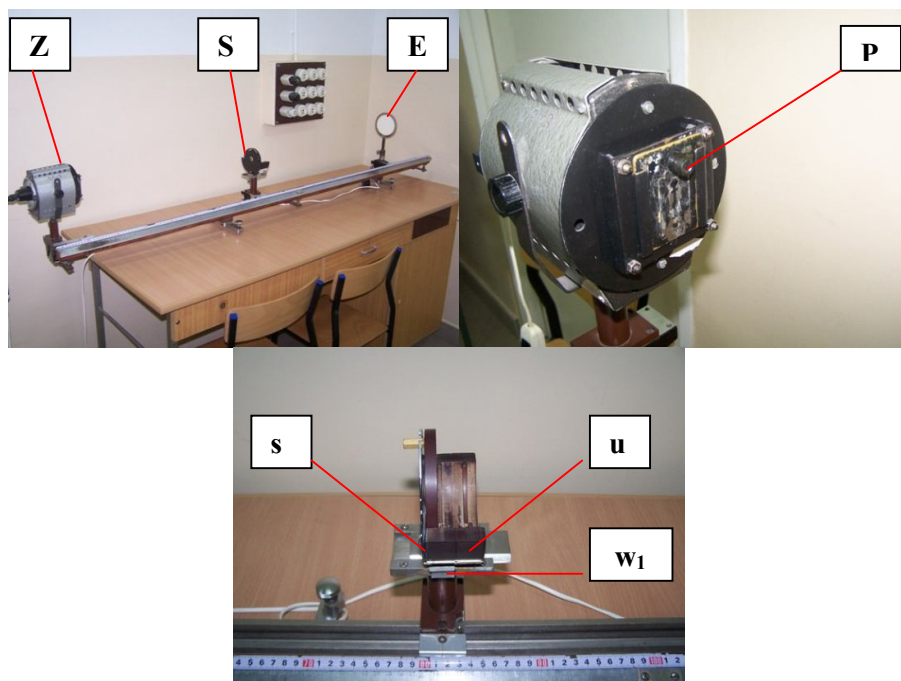
#### Literatura:

1. Skrypt PL: *Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki. Optyka*, J. Kowalik, M. Wiertel, R. Żołnierczuk, 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 L; 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) Wyznaczanie ogniskowej soczewki skupiającej

1. Przymocować na ławie optycznej  $L$  w odpowiednich uchwytych  $u$  następujące przyrządy: źródło światła  $Z$ , przedmiot  $P$  (podziałka milimetrowa), stolik  $St$ , ekran ze skalą milimetrową  $E$ , soczewkę skupiającą  $S$  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. Dobrać odległość ekranu tak, aby zaobserwować na nim ostry obraz podziałki milimetrowej przedmiotu  $P$ . Skala milimetrowa ekranu  $E$  i podziałka przedmiotu  $P$  powinny znajdować się równolegle względem siebie.
4. Przyporządkować odległość np.  $L = 10 \text{ mm}$  na podziałce przedmiotu odpowiednią odległość  $L'$  na skali milimetrowej ekranu  $E$  (z dokładnością 0,5 działki tej skali) oraz zapisać odległość  $b$  ekranu od soczewki (z dokładnością 0,001  $m$ ).
5. Powtórzyć pomiar kilkakrotnie dla innych położań ekranu  $E$  na ławie optycznej.
6. Obliczyć wartość liczbową  $f_s$  ze wzoru:

$$f_s = \frac{b}{1 - \frac{L'}{L}} \quad (1)$$

**Uwaga:** Obserwując obraz przez soczewkę przesuwać ją zawsze w tę samą stronę!

7. Obliczyć zdolność skupiającą (załamującą) soczewki ze wzoru:

$$z = \frac{n_o}{f} \quad (2)$$

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

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

## b) Wyznaczanie ogniskowej układu soczewek

1. Przymocować na ławie optycznej **L** w odpowiednich uchwytach **u** następujące przyrządy: źródło światła **Z**, przedmiot **P** (podziałka milimetrowa), stolik **St**, ekran ze skalą milimetrową **E**, układ soczewek **S** (skupiająca i rozpraszająca).
2. Wybrać soczewkę rozpraszającą o ogniskowej  $f_r$  tak, aby po umieszczeniu jej z soczewką uprzednio badaną układ obu soczewek był układem skupiającym.
3. Przesunąć stolik z soczewkami w prowadnicy uchwytu do momentu pokrycia się środka  $w_l$  z punktem  $u$  uchwytu.
4. Dobrać odległość ekranu tak, aby zaobserwować na nim ostry obraz podziałki milimetrowej przedmiotu **P**. Skala milimetrowa ekranu **E** i podziałka przedmiotu **P** powinny znajdować się równolegle względem siebie.
5. Zmierzyć wartość **L** oraz **L'** skali milimetrowej ekranu **E** (z dokładnością 0,5 działki tej skali) i zapisać odległość **b** ekranu od układu soczewek (z dokładnością 0,001m).
6. Powtórzyć pomiary kilkakrotnie dla innych położań ekranu **E** na ławie optycznej.  
**Uwaga:** Obserwując obraz przez soczewkę przesuwając ją zawsze w tę samą stronę!
7. Obliczyć wartość ogniskowej  $f_u$  z równania:

$$f_u = \frac{b}{1 - \frac{L'}{L}} \quad (3)$$

8. Obliczyć zdolność skupiającą układu  $z_u$ :

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

9. 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  $n_0 = 1$ ).

10. Obliczyć wartości średnie:  $\bar{f}_u$ ,  $\bar{z}_u$ ,  $\bar{f}_r$ ,  $\bar{z}_r$ .
11. Przedstawić wyniki w tabeli.
12. Obliczyć dla jednego z wykonanych pomiarów niepewność popełnioną względem wartości średniej oraz niepewność względną maksymalną. Pomiar **L'** zależy od dokładności odczytu  $\Delta L'$  na skali ekranu oraz ustawienia na ostrość skali **L'**. Ostrość widzenia skali **L**, jako obrazu **L'** na ekranie, regulujemy odległością **b**.
13. Niepewność pomiaru ogniskowej  $f_s$  oszacować metodą różniczkowania wzoru (1).

Autor instrukcji:

Mariusz Mazurek