

Ćwiczenie OP2

WYZNACZANIE OGNISKOWEJ SOCZEWKI METODĄ BESSELA

1. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest poznanie praw i zasad wykorzystywanych w optyce geometrycznej, poznanie zasad konstrukcji obrazów w prostych układach optycznych oraz wyznaczenie eksperymentalnie ogniskowych soczewek cienkich i układów soczewek metodą Bessela.

2. Zagadnienia do przygotowania

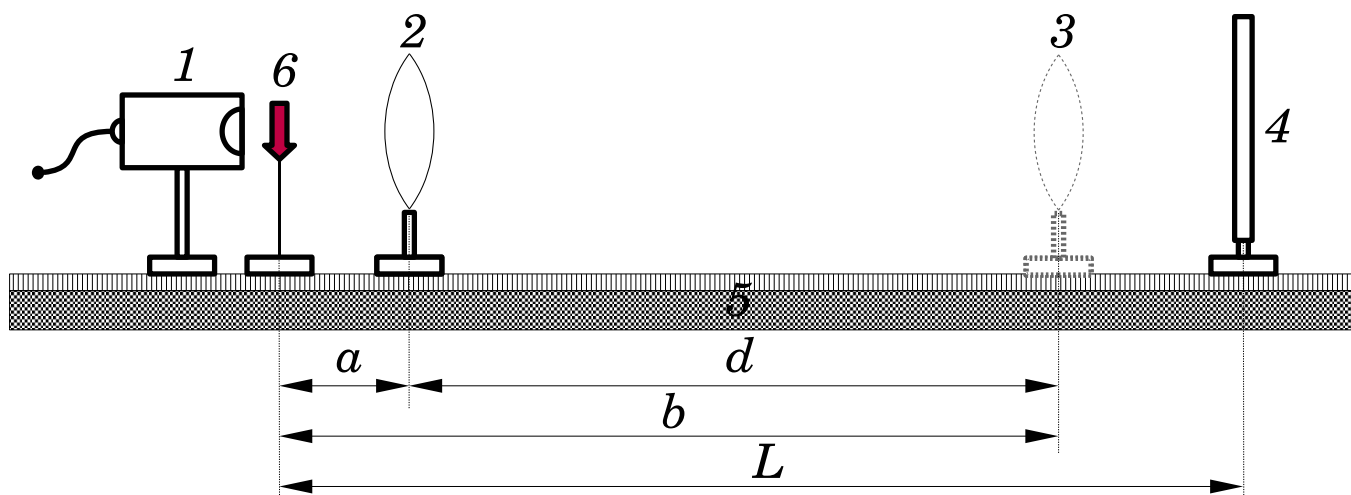
Zagadnienia do opracowania i nauczania się (**przed przystąpieniem** do wykonywania ćwiczenia):

- prawa rządzące zjawiskiem odbicia i załamania światła,
- założenia i podstawowe pojęcia optyki geometrycznej,
- zasady konstrukcji obrazów w prostych układach optycznych,
- metody wyznaczania ogniskowych soczewek skupiających i rozpraszających.

Część teoretyczna sprawozdania (opracowana **przed przystąpieniem** do części praktycznej):

- opisać metodę Bessela wyznaczania ogniskowej soczewki cienkiej. Przyjąć oznaczenia jak na Rys. 1.

3. Przyrządy pomiarowe, opis i schemat aparatury, przyjęte oznaczenia



Rysunek 1: Schemat aparatury: źródło światła (1), dwa położenia soczewki (2)–(3), ekran (4), ława optyczna (5), przedmiot (6), odległość przedmiotu od ekranu (L), odległości soczewki od przedmiotu w momencie powstania ostrego obrazu na ekranie (a)–(b), przesunięcie soczewki (d)



Rysunek 2: Aparatura pomiarowa: źródło światła (1)

4. Przebieg ćwiczenia (pomiarów)

Czynności przygotowawcze:

Wybrać soczewkę skupiającą i rozpraszającą tak, aby układ obu soczewek był układem skupiającym oraz oszacować orientacyjnie ogniskowe f_{szac} wybranej soczewki skupiającej i układu skupiającego. W tym celu skierować soczewkę (układ soczewek) na odległe źródło światła i znaleźć na ekranie ostry rzeczywisty obraz tego źródła. Odległość od soczewki (układu soczewek) do ekranu jest w przybliżeniu równa odległości ogniskowej badanej soczewki (lub układu soczewek).

Pomiary:

- Ustawić na ławie optycznej przedmiot z oświetlaczem, badaną soczewkę skupiającą i ekran – w takiej odległości $L > 4f_{szac}$ od przedmiotu, aby można było uzyskać na nim dwa razy obraz przedmiotu: raz pomniejszony, raz powiększony, podczas przesuwania soczewki wzdłuż ławy optycznej. Zmierzyć i zapisać tabeli pomiarów odległość L przedmiotu od ekranu.
- Przesuwając soczewkę wzdłuż ławy optycznej znaleźć takie położenie soczewki a w którym na ekranie powstanie ostry powiększony obraz przedmiotu. Zmierzyć a i wynik zapisać tabeli pomiarów.

- (c) Analogicznie znaleźć położenie b soczewki, w którym powstaje ostry pomniejszony obraz. Zmierzyć b i wynik zapisać tabeli pomiarów.
- (d) Pomiary 4a–4c powtórzyć pięciokrotnie.
- (e) W celu wyznaczenia ogniskowej soczewki rozpraszającej zestawić układ soczewek (znana skupiająca + nieznana rozpraszająca) wybranych tak, aby tworzyły układ skupiający. Zmierzyć odległość h między soczewkami.
- (f) Przeprowadzić pomiary 4a–4d dla układu soczewek.

UWAGA! Lampa, będąca źródłem światła (Rys. 2), bardzo mocno się nagrzewa!

5. Tabele pomiarowe i opracowanie wyników

Uzupełnić Tabelę 1 obliczeniami:

Tablica 1: Pomiar ogniskowej soczewki skupiającej

Soczewka nr	L [cm]	a [cm]	$a_{\text{śr}}$ [cm]	b [cm]	$b_{\text{śr}}$ [cm]	$d = b_{\text{śr}} - a_{\text{śr}} $ [cm]	f_s [cm]

- (a) Dla danej odległości L przedmiotu od ekranu obliczyć średnie wartości $a_{\text{śr}}$ i $b_{\text{śr}}$ położen soczewki, przy których otrzymano ostry powiększony i pomniejszony obraz przedmiotu.
- (b) Wyznaczyć odległość d między obu położeniami ze wzoru:

$$d = |b_{\text{śr}} - a_{\text{śr}}| \quad (1)$$

- (c) Obliczyć dla danej odległości L odległość ogniskową soczewki skupiającej ze wzoru:

$$f_s = \frac{L^2 - d^2}{4L} = \frac{(L - d)(L + d)}{4L} \quad (2)$$

Tablica 2: Pomiar ogniskowej soczewki rozpraszającej. Pomocnicza soczewka skupiająca: nr o znanej ogniskowej $f_{\text{zn}} = \dots\dots$ cm; odległość między soczewkami $h = \dots\dots$ cm

Układ soczewek	L [cm]	a [cm]	$a_{\text{śr}}$ [cm]	b [cm]	$b_{\text{śr}}$ [cm]	$d = b_{\text{śr}} - a_{\text{śr}} $ [cm]	f_{u} [cm]
nr ... + ...							

- (d) Przeprowadzić analogiczne obliczenia 5a–5c odległości ogniskowej f_u dla układu soczewek.

(e) Obliczyć odległość ogniskową f_r soczewki rozpraszającej korzystając z zależności:

$$\frac{1}{f_u} = \frac{1}{f_{zn}} + \frac{1}{f_r} - \frac{1}{f_r f_{zn}} \quad (3)$$

6. Ocena wyników pomiarów

Zapis wyników z błędem wraz z jednostkami w układzie SI.

Porównanie otrzymanych wielkości fizycznych z tablicowymi.

Dyskusja popełnionych błędów systematycznych i przypadkowych.

Propozycje poprawy dokładności pomiarów.

7. Literatura

- *Podstawy fizyki*, Halliday D., Resnick R., Walker J., dowolne wydanie.
- *Pracownia fizyczna*, Szydłowski H., dowolne wydanie.
- *Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki*, Dryński T., dowolne wydanie.