

61 WYZNACZANIE OGNISKOWYCH SOCZEWEK CIENKICH ZA POMOCĄ ŁAWY OPTYCZNEJ

1. ZAGADNIENIA TEORETYCZNE

- Soczewki - budowa i własności różnych typów soczewek (pojęcia: promień i środek krzywizny, główna oś optyczna i geometryczna, środek optyczny i geometryczny, ognisko i ogniskowa), wady soczewek;
- podstawowe równanie soczewek cienkich;
- konstrukcja obrazów wytworzonych przez różne rodzaje soczewek, obrazy rzeczywiste i urojone;
- zdolność załamująca (zbierająca) - jednostka i wymiar;
- oko ludzkie jako soczewka (krótkowzroczność i dalekowzroczność);
- metody wyznaczania ogniskowych różnych soczewek.

2. POMIARY

Zadanie 1. Pomiar ogniskowej soczewki na podstawie odległości przedmiotu i obrazu od soczewki

- 1) Na ławie optycznej ustawić ekran w odległości $l = 190$ cm od przedmiotu.
- 2) Między przedmiotem a ekranem umieścić soczewkę skupiającą i przesuwać ją tak, aby otrzymać ostry obraz rzeczywisty pomniejszony. Zanotować odległości przedmiotu a i obrazu b od soczewki.
- 3) Zmieniać l co 20 cm i powtarzać pomiary tak, aby otrzymać około 10 pomiarów dla obrazów pomniejszonych.
- 4) Dla tej samej soczewki ustawić ekran w odległości $l = 190$ cm od przedmiotu i znaleźć takie położenie, przy którym otrzyma się obraz rzeczywisty powiększony.
- 5) Zanotować odległości przedmiotu a i obrazu b od soczewki.
- 6) Zmieniać l co 20 cm i powtarzać pomiary tak, aby otrzymać około 10 pomiarów dla obrazów powiększonych.

Zadanie 2. Pomiar ogniskowej soczewki skupiającej metodą Bessela

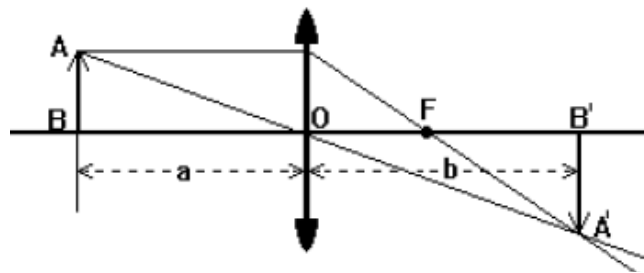
- 1) Na ławie optycznej ustawić ekran w odległości $l = 190$ cm od przedmiotu.
- 2) Między przedmiotem a ekranem umieścić soczewkę skupiającą i przesuwać ją tak, aby na ekranie uzyskać ostry powiększony obraz przedmiotu. Zanotować położenie a soczewki.
- 3) Przesuwając odpowiednio soczewkę uzyskać na ekranie ostry pomniejszony obraz przedmiotu. Zanotować położenie b soczewki i odległość między obu pozycjami $d = a - b$.
- 4) Zmieniać l co 20 cm i powtarzać pomiary tak, aby otrzymać około 10 pomiarów dla obrazów powiększonych i pomniejszonych.

Zadanie 3. Pomiar ogniskowej soczewki rozpraszającej (korzystając z metody Bessela)

- 1) Na ławie optycznej ustawić ekran w odległości $l = 190$ cm od przedmiotu.
- 2) Między przedmiotem a ekranem umieścić dwie soczewki: skupiającą i rozpraszającą; tak aby na ekranie uzyskać ostry powiększony obraz przedmiotu. Zanotować położenie **a** soczewki.
- 3) Przesuwając odpowiednio układ soczewek tak, aby uzyskać na ekranie ostry pomniejszony obraz przedmiotu. Zanotować położenie **b** soczewki i odległość między obu pozycjami $d = a - b$.

3. OPRACOWANIE WYNIKÓW POMIARÓW**Zadanie 1. Pomiar ogniskowej na podstawie odległości przedmiotu i obrazu od soczewki**

- 1) Korzystając z równania soczewki dla każdego pojedynczego pomiaru wyznaczyć ogniskową f i następnie obliczyć jej średnią arytmetyczną f_{sr}
 - 2) Wyznaczyć niepewność standardową ogniskowej $u(f)$ (Instrukcja ONP, wzór 17)
 - 3) **Dodatkowo - dla studentów fizyki:** Przedstawić zebrane wyniki położenia przedmiotu i obrazu graficznie (zależność między powiększeniem M i odległością obrazu od soczewki b):
- a) powiększenie $M = \frac{y}{x}$ (y – rozmiar obrazu, x – rozmiar przedmiotu)



- b) z podobieństwa trójkątów ABO i A'B'O: $M = \frac{b}{a}$
- c) z równania soczewki: $\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f} \rightarrow M = \frac{b}{f} - 1$

Sporządzić wykres zależności $M = f(b)$ i dopasować do niej prostą regresji. Współczynnik nachylenia prostej równy jest odwrotności ogniskowej soczewki.

- d) Wyznaczyć wartość ogniskowej soczewki f oraz jej niepewność standardową $u(f)$ korzystając z prawa przenoszenia niepewności standardowych (Instrukcja ONP, wzór 15).

Zadanie 2. Pomiar ogniskowej soczewki skupiającej metodą Bessela

- 1) Z każdego pojedynczego pomiaru wyznaczyć ogniskową f_i korzystając z równania:

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

- 2) Obliczyć średnią arytmetyczną f i jej niepewność standardową $u(f)$ (Instrukcja ONP, wzór 17).
- 3) Porównać wartości ogniskowych otrzymane metodą bezpośrednią i Bessela. Która z metod wydaje się dokładniejsza?

Zadanie 3. Pomiar ogniskowej soczewki rozpraszającej

1) Z każdego pojedynczego pomiaru dla układu soczewek wyznaczyć ogniskową $f_{u,i}$ korzystając z równania:

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

2) Obliczyć średnią arytmetyczną f_u i jej niepewność standardową $u(f_u)$.

3) Na podstawie wzoru:

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

wyznaczyć ogniskową soczewki rozpraszającej f_2 i jej złożoną niepewność standardową $u(f_2)$ korzystając z prawa przenoszenia niepewności (Instrukcja ONP, wzór 15)

4. LITERATURA

T. Dryński - „Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki”

A. Zawadzki, H. Hofmokr - „Laboratorium fizyczne”

H. Szydłowski - „Pracownia fizyczna”