

61 WYZNACZANIE OGNISKOWYCH SOCZEWEK CIENKICH ZA POMOCĄ ŁAWY OPTYCZNEJ

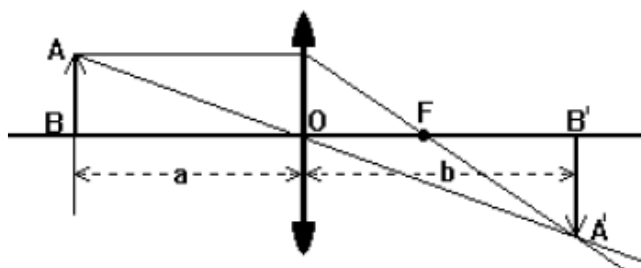
1. ZAGADNIENIA TEORETYCZNE

- 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 $l = 190 \text{ cm}$ 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 (Rys 1).
- 3) Zmieniać l co 20 cm i powtarzać pomiary tak, aby otrzymać około 7 pomiarów dla obrazów pomniejszonych.
- 4) Dla tej samej soczewki ustawić ekran w odległości $l = 190 \text{ cm}$ 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 7 pomiarów dla obrazów powiększonych.



Rys. 1. Obraz rzeczywisty $A'B'$ przedmiotu AB otrzymany przy pomocy soczewki skupiającej.

Zadanie 2. Pomiar ogniskowej soczewki skupiającej metodą Bessela

- 1) Na ławie optycznej ustawić ekran w odległości $l = 190 \text{ cm}$ od przedmiotu.
- 2) Między przedmiotem a ekranem umieścić soczewkę skupiającą (tą samą z zadania 1) i przesuwając ją tak, aby na ekranie uzyskać ostry powiększony obraz przedmiotu. Zanotować położenie a_1 soczewki.
- 3) Przesuwając odpowiednio soczewkę uzyskać na ekranie ostry pomniejszony obraz przedmiotu. Zanotować położenie a_2 soczewki. Odległość między obiema pozycjami obliczyć z $d = a_1 - a_2$.
- 4) Zmieniać l co 20 cm i powtarzać pomiary tak, aby otrzymać około 7 pomiarów dla obrazów powiększonych i pomniejszonych.

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

W tym celu dobrać taką soczewkę skupiającą, aby ogniskowa układu była dodatnia i na ekranie można było uzyskać obraz rzeczywisty.

- 1) Na ławie optycznej ustawić ekran w odległości $l = 190 \text{ cm}$ 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_1 układu soczewek.
- 3) Przesuwając odpowiednio układ soczewek tak, aby uzyskać na ekranie ostry pomniejszony obraz przedmiotu. Zanotować położenie a_2 układu soczewek i odległość między obiema pozycjami $d = a_1 - a_2$.
- 4) Zmieniać l co 20 cm i powtarzać pomiary tak, aby otrzymać około 7 pomiarów dla obrazów powiększonych i pomniejszonych.

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).
 - 1) Dla każdego pojedynczego pomiaru obliczyć powiększenie M .
 - 2) Sporządzić wykres zależności $M = f(b)$.
- 3) Metodą regresji liniowej wyznaczyć ogniskową soczewki f , wiedząc, że $M = \frac{b}{f} - 1$.
- 4) Wyznaczyć niepewność $u(f)$, korzystając z prawa przenoszenia niepewności pomiarów (Instrukcja ONP, wzór 15).
- 5) Porównać otrzymane wyniki.

Zadanie 2. Pomiar ogniskowej soczewki skupiającej metodą Bessela

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

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

2) Obliczyć średnią arytmetyczną f_{sr} i jej niepewność standardową $u(f)$ (Instrukcja ONP, wzór 17).

3) Porównać wartości ogniskowych otrzymane metodą bezpośrednią i Bessela dla tych samych soczewek. 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 (1):

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

3) Na podstawie wzoru:

$$f_2 = \frac{f_u \cdot f_1}{f_1 - f_u} \quad (2)$$

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” Wyd. VI (lub następne), PWN, Warszawa 1977
- R. Resnick, D. Halliday, Fizyka, t. II, PWN, Warszawa, 1997
- Zawadzki, H. Hofmokr - „Laboratorium fizyczne”, wyd. różne
- H. Szydłowski - „Pracownia fizyczna”, wyd. różne
- OpenStax: Fizyka dla szkół wyższych. Tom 3 (<https://openstax.org/>)