

# WYZNACZANIE OGNISKOWYCH **61**

## SOCZEWEK CIENKICH ZA POMOCĄ ŁAWY OPTYCZNEJ

### I. ZAGADNIENIA TEORETYCZNE

Soczewki - budowa i własności różnych typów soczewek. Wyjaśnić pojęcia: promień i środek krzywizny; główna oś optyczna i geometryczna; środek optyczny i geometryczny; ognisko i ogniskowa. Podstawowe równanie soczewek cienkich. Konstrukcja obrazów wytworzonych przez różne rodzaje soczewek. Obrazy rzeczywiste i urojone.

Zdolność załamująca (zbierająca) - jednostka i wymiar. Wady soczewek. Oko ludzkie jako soczewka. Krótkowzroczność i dalekowzroczność.

Metody wyznaczania ogniskowych różnych soczewek.

### II. POMIARY

#### A. 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 przesuwając ją tak, aby otrzymać ostry obraz rzeczywisty pomniejszony i powiększony. Zanotować odległości przedmiotu  $a$  i obrazu  $b$  od soczewki.
- 3) Zmieniać  $l$  co 20 cm i powtarzać pomiary z punktu 2) tak, aby otrzymać około 8-10 pomiarów dla obrazów pomniejszonych i tyle samo dla powiększonych.

#### B. 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 i przesuwając 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) Powtórzyć czynności z pkt. 2) i 3) 8-10 razy.

#### C. Pomiar ogniskowej soczewki rozpraszającej

Wyznaczyć, metodą Bessela, ogniskową  $f_u$  układu soczewek: skupiającej - o znanej z poprzednich pomiarów ogniskowej  $f_1$  i rozpraszającej - o nieznannej ogniskowej  $f_2$ . Pomiary przeprowadzić identycznie jak dla soczewki skupiającej w punkcie C.

### III. OPRACOWANIE WYNIKÓW POMIARÓW

#### A. Pomiar ogniskowej na podstawie odległości przedmiotu i obrazu od soczewki

Z każdego pojedynczego pomiaru wyznaczyć ogniskową  $f_i$  korzystając z równania soczewki a następnie obliczyć średnią arytmetyczną  $\bar{f}$  i jej niepewność standardową  $u(f)$  (patrz: Instrukcja ONP, wzór 17)

#### **Dodatkowo - dla studentów fizyki, astronomii i matematyki**

Uzupełnieniem i sprawdzeniem otrzymanego wyniku jest graficzny sposób wyznaczania  $f$ :

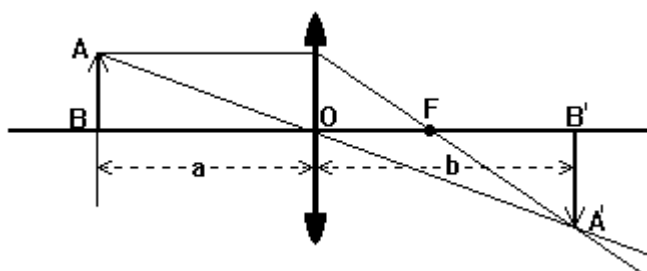
- na osi poziomej prostokątnego układu współrzędnych zaznaczyć wartości  $a$ , a na osi pionowej - wartości  $b$ ,
- połączyć liniami prostymi pary odpowiadających sobie punktów,
- odczytać odległości punktu przecięcia wszystkich prostych od obu osi i obliczyć ich średnią arytmetyczną - jej wartość wyznacza nam ogniskową soczewki  $f$ ,
- na podstawie podobieństwa odpowiednich trójkątów uzasadnić słuszność tej metody.

#### **A1. Wyznaczenie ogniskowej z wykresu zależności między powiększeniem $M$ i odległością obrazu od soczewki $b$**

Wykorzystać pomiary wykonane w metodzie A.

- Powiększenie  $M = \frac{y}{x}$ ,                      gdzie:  $y$  - rozmiar obrazu  
 $x$  - rozmiar przedmiotu

- Z podobieństwa trójkątów  $ABO$  i  $A'B'O$ ,                       $M = \frac{b}{a}$



- Z równania soczewki                       $\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$ ;                       $M = \frac{b}{a} = \frac{1}{f}(b - f)$

Nanieść na wykres w układzie współrzędnych prostokątnych wartości  $M$  i  $b$  ( $M = f(b)$ ) i dopasować do nich prostą regresji (patrz: Instrukcja ONP, rozdział 4.1.1). Współczynnik nachylenia prostej równy jest odwrotności ogniskowej soczewki. Wyznaczyć wartość ogniskowej soczewki oraz jej niepewność standardową  $u(f)$  korzystając z prawa przenoszenia niepewności standardowych (patrz: Instrukcja ONP, wzór 15).

### **Pomiar ogniskowej soczewki skupiającej metodą Bessela**

Z każdego pojedynczego pomiaru wyznaczyć ogniskową  $f_i$  korzystając z równania  $f = \frac{1}{4} \left( l - \frac{d^2}{l} \right)$  a następnie obliczyć średnią arytmetyczną  $\bar{f}$  i jej niepewność standardową  $u(f)$  (patrz: Instrukcja ONP, wzór 17). Porównać wartości ogniskowych otrzymane metodą bezpośrednią i Bessela. Czy wartości te są sobie równe w granicach niepewności rozszerzonej (patrz: Instrukcja ONP, rozdział 6). Która z metod wydaje się dokładniejsza?

### **B. Pomiar ogniskowej soczewki rozpraszającej**

Z każdego pojedynczego pomiaru dla układu soczewek wyznaczyć ogniskową  $f_{u,i}$  korzystając z równania  $f_u = \frac{1}{4} \left( l - \frac{d^2}{l} \right)$  a następnie obliczyć średnią arytmetyczną  $\bar{f}_u$  i jej niepewność standardową  $u(f_u)$  (patrz: Instrukcja ONP, wzór 17). Na podstawie wzoru:  $f_2 = \frac{f_u \cdot f_1}{f_1 - f_u}$  wyznaczyć ogniskową soczewki rozpraszającej i jej złożoną niepewność standardową  $u(f_2)$  korzystając z prawa przenoszenia niepewności (patrz: Instrukcja ONP, wzór 15)

## **IV. LITERATURA**

T. Dryński - „Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki”

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

H. Szydłowski - „Pracownia fizyczna”