

OPTYKA GEOMETRYCZNA

Instrukcja dla uczniów szkół podstawowych

Soczewką optyczną nazywamy bryłę z przezroczystego materiału, ograniczoną (przynajmniej z jednej strony) zakrzywioną powierzchnią o regularnym kształcie (najczęściej kulistą). Ze względu na kształt soczewki optyczne dzielą się na wypukłe, wklęsłe, płasko-wypukłe, płasko-wklęsłe, wypukło-wklęsłe. Dla większości materiałów soczewki wypukłe są soczewkami skupiającymi, tzn. gdy pada na nie wiązka równoległa, zostaje ona skupiona do jednego punktu, natomiast soczewki wklęsłe są soczewkami rozpraszającymi.

Podstawową wielkością charakteryzującą soczewki optyczne jest ich *zdolność skupiająca* - oznaczana zwykle jako D . Zdolność skupiająca to odwrotność *ogniskowej*, czyli odległości *ogniska* soczewki od jej środka. Dla soczewek skupiających $D > 0$, natomiast dla soczewek rozpraszających $D < 0$. Jednostką zdolności skupiającej jest *dioptria* (1 dioptria = 1/m). Podstawowym wzorem w optyce geometrycznej jest tzw. *wzór soczewkowy*, przyjmujący postać:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{x} + \frac{1}{y} \quad (1)$$

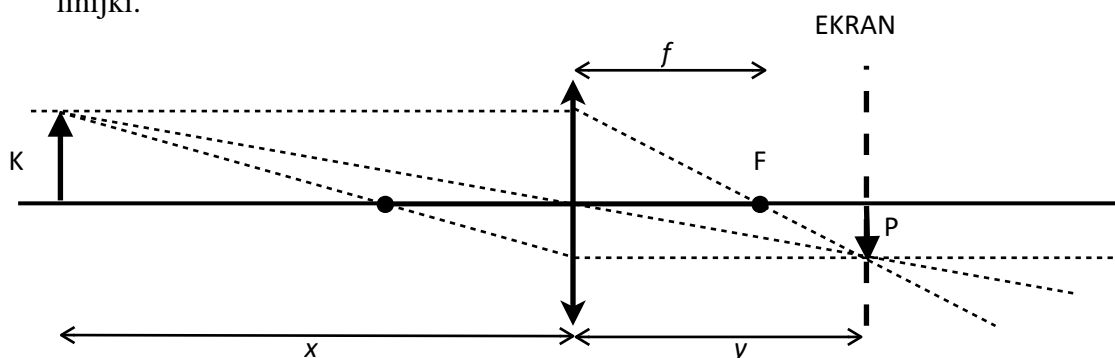
gdzie f jest ogniskową soczewki, a x i y kolejno odległościami przedmiotu i obrazu od soczewki. Po odpowiednich przekształceniach wzoru (1) otrzymujemy końcowy wzór na ogniskową soczewki

$$f = \frac{x \cdot y}{x + y} \quad (2)$$

Układ pomiarowy

Układ pomiarowy składa się z:

- Ławy optycznej z podziałką
- zestawu soczewek,
- wyświetlacza z liczbą 1,
- ekranu,
- linijki.



Rysunek 1 Schemat układu doświadczalnego

Obserwacje obrazu z pojedynczą soczewką

Wybierz jedną z dostępnych w zestawie soczewek skupiających i zainstaluj na ławie optycznej. Podłącz wyświetlacz do prądu i ustaw go tak, aby wyświetlacz był skierowany w stronę soczewki, za soczewką ustaw białą tabliczkę, która będzie służyła nam jako ekran. Spróbuj ustawić soczewkę w ten sposób, żeby zaobserwować obraz, który jest do góry nogami. Co się dzieje z obrazem, kiedy oddalasz soczewkę? Czy potrafisz ustawić układ w ten sposób, aby obraz nie powstał?

Wyznaczanie ogniskowej soczewki skupiającej.

Celem ćwiczenia jest wyznaczenie ogniskowej trzema metodami dla wybranej soczewki skupiającej.

I. Wyznaczanie ogniskowej w oparciu o wzór soczewkowy.

Dokonyjemy pomiaru odległości przedmiotu (x) i jego ostrego obrazu (y) od środka optycznego soczewki. W tym celu ustawiamy ekran w takiej odległości od soczewki, aby obraz na nim był optymalnie ostry. Pomiar każdej z tej wielkości powtarzamy przynajmniej 5 razy i wpisujemy do tabeli 1. Następnie dla każdej pary x i y obliczamy ogniskową korzystając ze wzoru (2).

Tabela 1. Wyniki pomiarów części I

x [cm]	y [cm]	f [cm]

Szukaną ogniskową wyznaczamy jako średnią z otrzymanych pięciu wartości.

$$f_1 = \dots\dots\dots$$



II. Wyznaczanie ogniskowej poprzez pomiar powiększenia.

Metoda ta pozwala wyznaczyć ogniskową badanej soczewki znając wielkość przedmiotu K oraz wielkość jego obrazu P . Z rozważań geometrycznych (podobieństwa trójkątów) wynika następująca zależność między odległościami przedmiotu i obrazu od soczewki i ich wielkościami:

$$\frac{K}{x} = \frac{P}{y} \quad (3)$$

Korzystając z powyższego wzoru oraz ze wzoru soczewkowego (1) otrzymujemy następujące wyrażenie na ogniskową:

$$f = \frac{Px}{P+K} \quad (4)$$

Tak jak w poprzednim ćwiczeniu dokonujemy kilku pomiarów potrzebnych wielkości, a następnie korzystając ze wzoru (4) liczymy dla nich wartość ogniskowej dla badanej soczewki i ją uśredniamy.

Tabela 2. Wyniki pomiarów części II

x [cm]	P [cm]	K [cm]	f [cm]

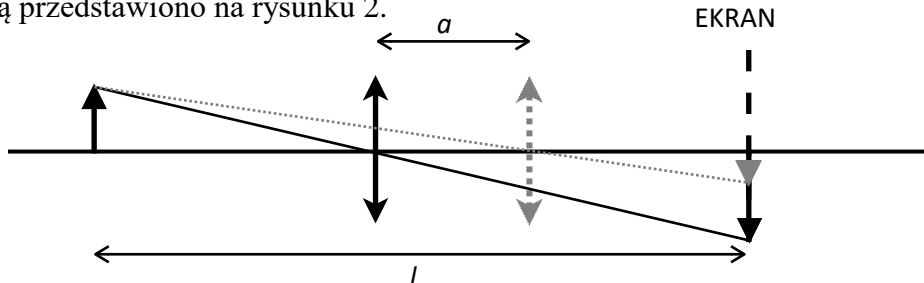
Szukana ogniskowa wynosi:

$$f_2 = \dots\dots\dots$$



III. Wyznaczanie ogniskowej metodą Bessela.

Przy danej odległości przedmiotu od ekranu (l) można znaleźć dwa położenia soczewki, w których na ekranie będzie widoczny ostry obraz (raz powiększony, raz pomniejszony). Sytuację taką przedstawiono na rysunku 2.



Rysunek 2 Schemat z dwoma położeniami soczewki prowadzącymi do wyraźnych obrazów.

Ogniskową soczewki można wówczas wyznaczyć z równania:

$$f = \frac{l^2 - a^2}{4l} \quad (5)$$

gdzie: a to zmiana położenia soczewki prowadząca do uzyskania jednego z ostrych obrazów.

Tak jak w poprzednim ćwiczeniu dokonujemy kilku pomiarów potrzebnych wielkości, a następnie korzystając ze wzoru (4) liczymy dla nich wartość ogniskowej dla badanej soczewki i ją uśredniamy.

Tabela 3. Wyniki pomiarów części III

a [cm]	l [cm]	f [cm]

Szukana ogniskowa wynosi $f_3 = \dots\dots\dots$

Wpisz poniżej otrzymane średnie wartości ogniskowych f soczewek. Czy są one równe? Jeśli nie, dlaczego obserwujemy różne wyniki? Czy są one do siebie zbliżone?

$f_1 = \dots\dots\dots$ $f_2 = \dots\dots\dots$ $f_3 = \dots\dots\dots$

Opracowanie:



M. Filipek, A. Drabińska

