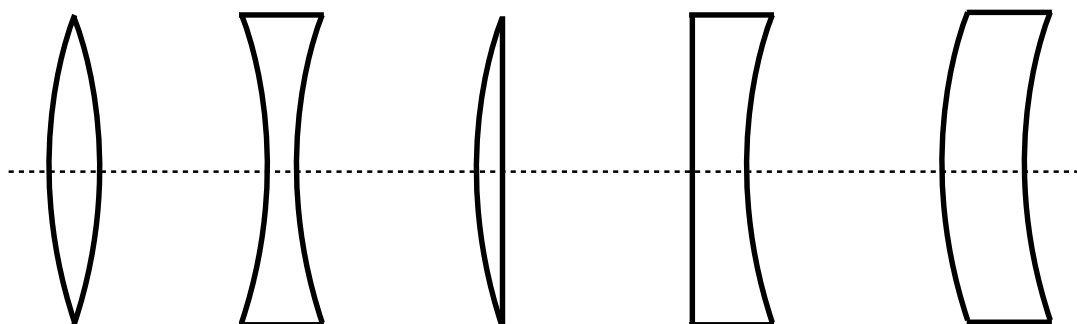


PRACOWNIA FIZYCZNA DLA UCZNIÓW

OPTYKA GEOMETRYCZNA

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.

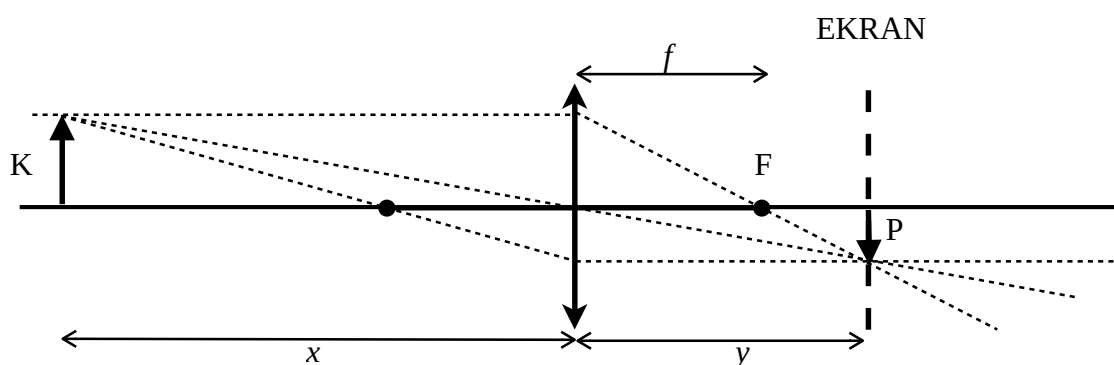


Podstawową wielkością charakteryzującą soczewki optyczne jest ich *zdolność skupiająca* - oznaczana zwykle jako D . Zdolność skupiająca to odwrotność *ogniskowej*, czyli odległości *ogniska* soczewki od jej środka. Dla soczewek skupiających $D > 0$, natomiast dla soczewek rozpraszających $D < 0$. Jednostką zdolności skupiającej jest *dioptria* ($1 \text{ dioptria} = 1 \text{ m}^{-1}$).

Podstawowym wzorem w optyce geometrycznej jest tzw. *wzór soczewkowy*, przyjmujący postać:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{x} + \frac{1}{y}$$

gdzie f jest ogniskową soczewki, a x i y kolejno odległościami przedmiotu i obrazu od soczewki



Dla wybranej soczewki skupiającej przeprowadź obserwację odległości obrazu (y) zmieniając odległość przedmiotu od soczewki (x), wyodrębniając następujące przypadki:

$x > 2f$, $x = 2f$, $f < x < 2f$, $x = f$, $x < f$.

Układ dwóch soczewek w zależności od odległości między nimi może mieć własności skupiające lub rozpraszające. Gdy mamy do czynienia z dwoma soczewkami to ogniskową takiego układu wyznaczamy ze wzoru:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} - \frac{d}{f_1 f_2}$$

gdzie f jest ogniskową układu, f_1, f_2 to ogniskowe soczewek, a d to odległość między soczewkami. W związku z tym gdy odległość między soczewkami wzrasta, ogniskowa układu również wzrasta. Gdy $d = f_1 + f_2$ ogniskowa układu staje się nieskończona (układ staje się bezogniskowy). Przy dalszym wzroście odległości między soczewkami ogniskowa układu jest ujemna tj. układ staje się rozpraszający.

Wyznaczanie ogniskowej soczewki skupiającej.

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

Wyznaczanie ogniskowej w oparciu o wzór soczewkowy.

Dokonujemy 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. Pomiary każdej z tej wielkości powtarzamy przynajmniej 5 razy i zapisujemy do poniższej tabeli. Następnie dla każdej pary x i y obliczamy ogniskową korzystając ze wzoru soczewkowego.

x [cm]	y [cm]	$1/f$ [1/cm]	f [cm]

Szukaną ogniskową wyznaczamy jako średnią z otrzymanych pięciu wartości.

$f = \dots\dots\dots$

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:

$$\frac{K}{x} = \frac{P}{y}$$

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

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{x} \left(1 + \frac{K}{P} \right)$$

Tak jak w poprzednim ćwiczeniu dokonujemy kilku pomiarów potrzebnych wielkości a następnie liczymy dla nich wartość ogniskowej dla badanej soczewki i ją uśredniamy.

x [cm]	K [cm]	P [cm]	$1/f$ [1/cm]	f [cm]

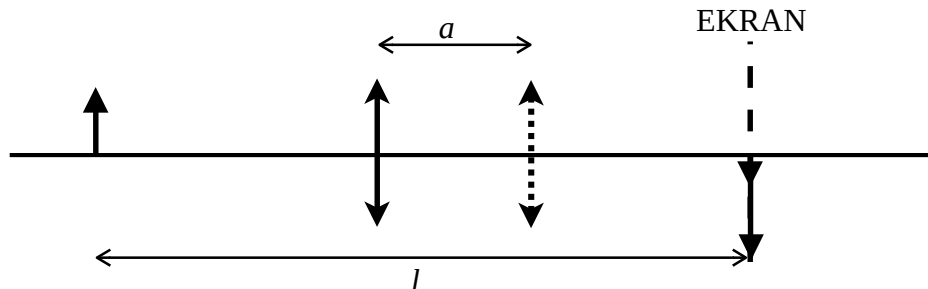
Szukana ogniskowa wynosi $f = \dots\dots\dots$

Wyznaczanie ogniskowej metodą Bessela.

Przy danej odległości przedmiot - ekran (l) można znaleźć dwa położenia soczewki, w których na ekranie będzie widoczny ostry obraz (raz powiększony, raz pomniejszony). Ogniskową soczewki można wyznaczyć z równania:

$$f = \frac{l^2 - a^2}{4l}$$

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



Pomiary zapisz w poniższej tabeli.

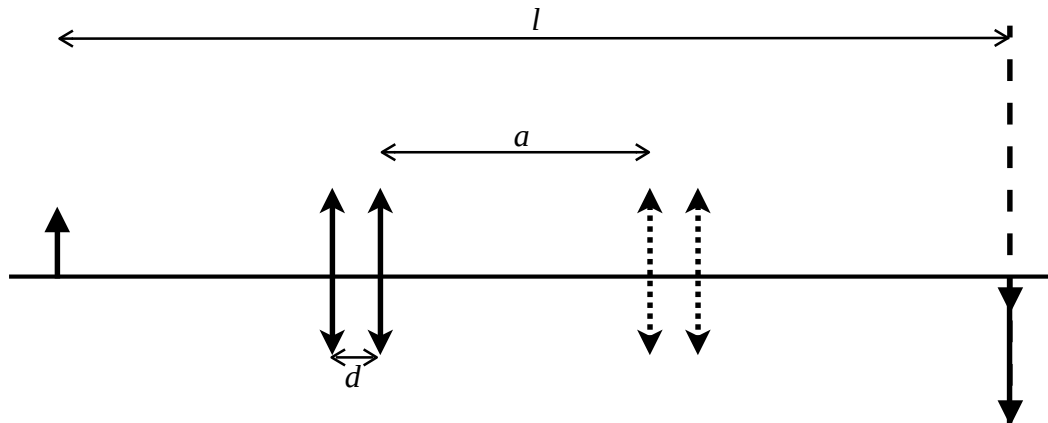
a [cm]	l [cm]	f [cm]

Szukana ogniskowa wynosi $f = \dots\dots\dots$

Wyznaczanie ogniskowej układu soczewek.

Wyznaczanie ogniskowej układu soczewek metodą Bessela

W przypadku układu dwóch soczewek możliwe jest wyznaczenie ogniskowej tego układu metodą Bessela. Przy danej odległości przedmiot - ekran (l) oraz odległości między soczewkami d można znaleźć dwa położenia, w których na ekranie będzie widoczny ostry obraz (raz powiększony, raz pomniejszony).



Wzór Bessela jest wówczas zmodyfikowany:

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

gdzie l jest odległością przedmiotu od ekranu, a jest przesunięciem układu optycznego pozwalającym na otrzymanie dwóch ostrych obrazów oraz d jest odległością między soczewkami. Wybierz dwie soczewki skupiające o znanych ogniskowych. Następnie ustaw układ według schematu powyżej dla pięciu różnych ustawień. Dla każdego z ustawień oblicz ogniskową, a następnie średnią ze wszystkich pomiarów. Zmierzone wielkości wpisz do tabeli.

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

Szukana ogniskowa wynosi $f = \dots\dots\dots$

Porównaj otrzymaną wartość z otrzymaną ze wzoru $\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} - \frac{d}{f_1 f_2}$.