

Badanie wad soczewek

O5

Informacje:

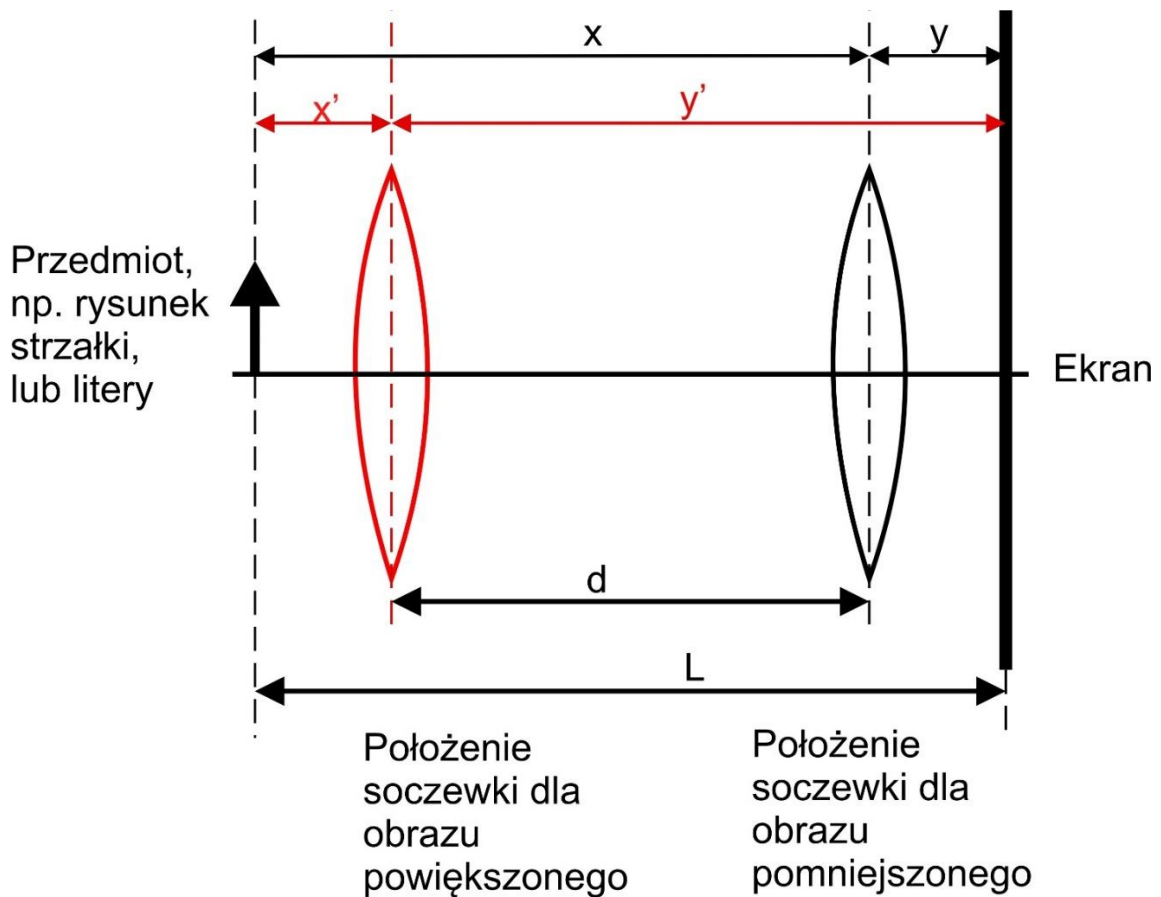
Jedną z metod wyznaczania ogniskowej soczewki jest metoda Bessela.

We wzorze na ogniskową soczewki

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

Wielkości x i y możemy zmieniać.

W rzeczywistości zmianie odpowiada takie przesunięcie soczewki przy stałej odległości przedmiotu od ekranu, by odległość obrazu wynosiła x , a odległość przedmiotu y ,



Dwa położenia soczewki:
 Kolor czerwony - obraz powiększony
 Kolor czarny - obraz pomniejszony

Rysunek 1

Z rysunku wynika, że $x + y = l$ oraz $x - y = d$. Obliczamy stąd x i y . Dodając i odejmując te równania stronami otrzymamy:

$$x = \frac{1}{2}(l + d)$$

$$y = \frac{1}{2}(l - d)$$

Wyliczone wartości x i y podstawiamy do równania soczewek i otrzymujemy wzór na f :

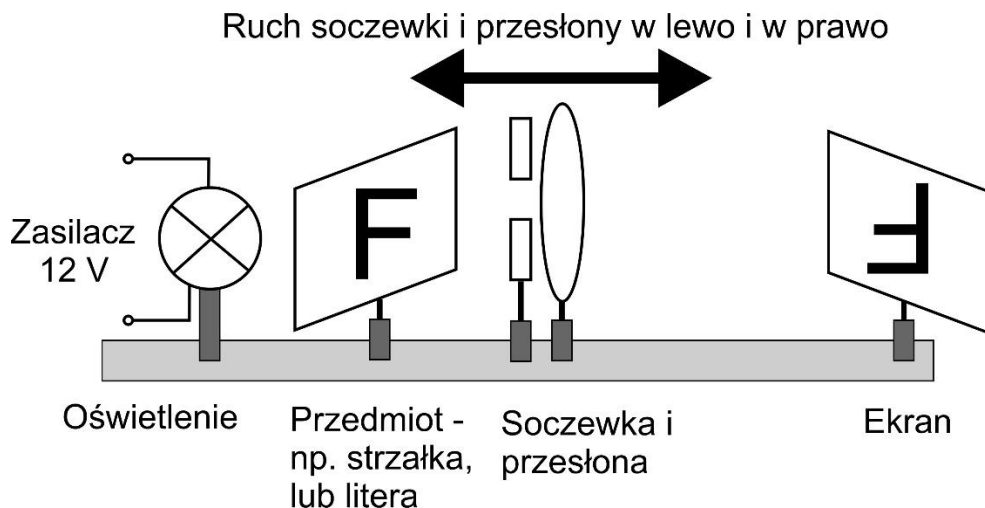
$$\frac{2}{l+d} + \frac{2}{l-d} = \frac{1}{f}, \quad \frac{2(l-d)+2(l+d)}{l^2-d^2} = \frac{1}{f}, \quad \frac{4l}{l^2-d^2} = \frac{1}{f}$$

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

Kolejność wykonywanych czynności:

UWAGA – ustawić odległość obiektu (przedmiotu) od ekranu na 60 – 70 cm. Ta odległość jest stała w czasie całego ćwiczenia.

1. Wyznaczanie miary aberracji sferycznej.



Rysunek 2

1. Na ławie optycznej, na statywie tuż za oświetlaczem umieścić przedmiot (strzałka, lub litera zamocowana za pomocą gumki).
2. Soczewkę zasłonić przesłoną umieszczoną na dodatkowym statywie, zakrywającą część środkową soczewki (odsłonięte są tylko niewielkie brzegi soczewki – slajd z czarnym kołem w środku, wokół niego wąski przezroczysty pierścień), (przesłona musi być jak najbliżej soczewki – przesuwamy ją razem ze statywem soczewki). Przy stałej odległości przedmiotu (strzałki, lub litery) od ekranu przesuwać statyw z soczewką razem ze statywem z przesłoną znaleźć dwie pozycje soczewki, raz dla obrazu X pomniejszonego i raz dla obrazu powiększonego X' , (znaleźć najostrejszy obraz powiększony i pomniejszony). Zmierzyć i zapisać w tabeli odległość przedmiotu od soczewki dla obrazu pomniejszonego i dla obrazu powiększonego.
3. Tę samą czynność wykonać z przesłoną zasłaniającą części brzegowe soczewki (odkryty jest tylko mały obszar w centrum soczewki – slajd z przezroczystym kołem pośrodku).
4. Metodą Bessela wyznaczyć ogniskowe soczewki dla promieni brzegowych i środkowych.
5. Pomiar wykonać trzykrotnie.
6. Wyniki pomiarów zapisać w tabeli:

Tabela 1

Numer pomiaru	Odległość przedmiotu od ekranu L [cm]	$d_1 = x - x'$ dla promieni środkowych [cm]	$d_2 = x - x'$ dla promieni brzegowych [cm]	Ogniskowa dla promieni środkowych f_1 [cm]	Ogniskowa dla promieni brzegowych f_2 [cm]	Miara aberracji $\Delta s = f_1 - f_2$ [cm]
1						
2						
3						

2. Wyznaczanie miary aberracji chromatycznej.

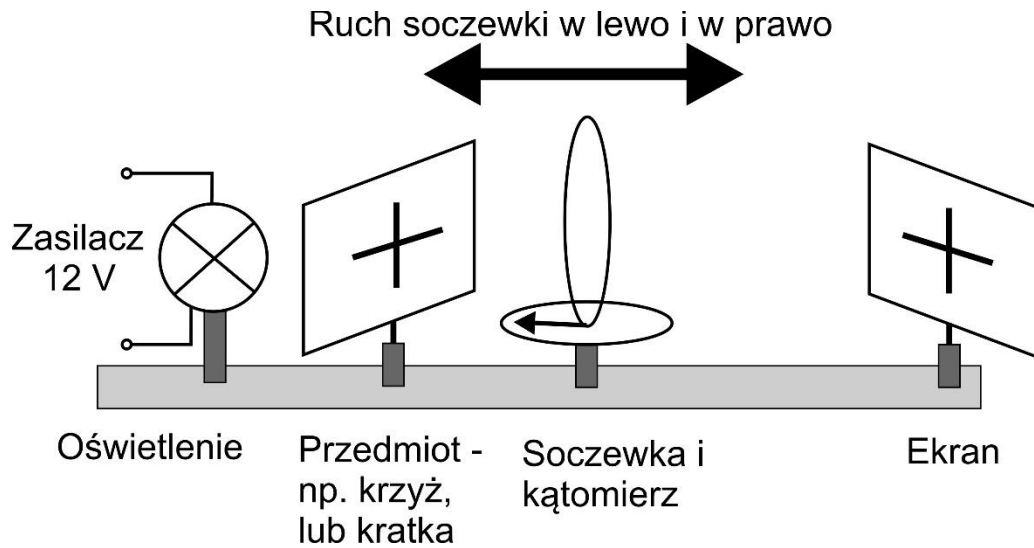
1. Posługując się zestawem z punktu 1, usunąć przesłonę soczewki, natomiast na drodze promieni oświetlających przedmiot ustawić filtr czerwony, a następnie fioletowy. W tym celu wsuwamy kolorową przesłonę (ramka do slajdów) do szczeliny z przodu oświetlacza, tuż przed oświetlanym obiektem.
2. Po założeniu filtra czerwonego odczytać dwie pozycje soczewki, raz dla obrazu powiększonego, drugi raz dla obrazu pomniejszonego. To samo powtórzyć dla filtra fioletowego.
3. Metodą Bessela wyznaczyć ogniskową dla barwy czerwonej f_{cz} i dla barwy zielonej f_f .
4. Wyniki zanotować w tabeli.
5. Pomiar wykonać trzykrotnie.

Tabela 2

Numer pomiaru	Odległość przedmiotu od ekranu l [cm]	$d_1 = x - x'$ dla barwy czerwonej [cm]	$d_2 = x - x'$ dla barwy fioletowej [cm]	Ogniskowa dla barwy czerwonej f_{cz} [cm]	Ogniskowa dla barwy fioletowej f_f [cm]	Miara aberracji $\Delta a = f_f - f_{cz}$ [cm]
1						
2						
3						

3. Wyznaczanie miary astygmatyzmu.

1. Założyć na statywie za oświetlaczem zamiast litery obiekt w formie krzyża a soczewkę ustawić na stoliku zaopatrzonym w podziałkę kątową.



Rysunek 3

2. Przesuwając saneczki z soczewką znaleźć na ekranie dość wyraźny obraz wiązki w postaci ostrej kreski pionowej a następnie ostrej kreski poziomej.
3. Za każdym razem zanotować pozycje saneczek.
4. Te same czynności wykonać dla kątów : 10° , 20° , 30° skręcenia soczewki. Na podstawie uzyskanych wyników z przekształconego wzoru na równanie soczewki wyznaczyć ogniskową dla ostrego pionu i poziomu.
5. Wyniki zapisać w tabeli.

Tabela 3

Kąt skręcenia	Odległość przedmiotu od soczewki dla ostrego pionu	Odległość soczewki od obrazu dla ostrego pionu	Odległość przedmiotu od soczewki dla ostrego poziomu	Odległość soczewki od obrazu dla ostrego poziomu	Ognisko wa dla ostrego pionu	Ognisko wa dla ostrego poziomu	Miara pełnego astygmatyzmu
[°]	x'	y'	x'	y'	f_1	f_2	$\Delta b = f_2 - f_1$
	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]

4. Obserwacja dystorsji.

1. Na statywie umieścić przedmiot w postaci siatki. Po oświetleniu przedmiotu zaobserwować na ekranie uzyskany obraz i przerysować go na kartkę papieru (lub zrobić zdjęcie).

5. Obserwacja komy.

1. Zamiast siatki założyć na statyw slajd z poza osiowym otworem kołowym (otwór na brzegu slajdu). Po oświetleniu przedmiotu na ekranie zaobserwować zniekształcenie obrazu i przerysować go na kartkę papieru (lub zrobić zdjęcie).

Wymagania:

- właściwości soczewek
- metoda Bessela
- zjawisko komy
- aberracja chromatyczna i sferyczna
- astygmatyzm
- dystorsje