Nr pary	Imię i nazwisko studenta	Wydział grupa
data	Imię i nazwisko prowadzącego	Zaliczenie

D0. Wyznaczanie ogniskowej soczewki

Soczewką optyczną nazywamy ciało przezroczyste, ograniczone (przynajmniej z jednej strony) zakrzywioną powierzchnią o regularnym kształcie. Dzielimy je na wypukłe (skupiające) i wklęsłe (rozpraszające).

Jeśli na soczewkę wypukłą pada wiązka promieni równoległych, po przejściu przez nią skupia się ona w punkcie *F*, zwanym ***ogniskiem.*** W przypadku soczewek wklęsłych promienie po przejściu przez soczewkę są rozbieżne, a ich przedłużenia przecinają się w *ognisku pozornym* soczewki.

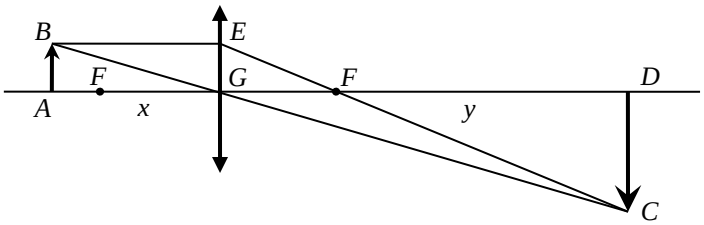
Odległość ***f*** ogniska od środka soczewki nazywamy ***ogniskową*** soczewki. Zależy ona od kształtu soczewki, materiału, z którego jest zrobiona i ośrodka, w którym się znajduje. Ilustruje to poniższy wzór:

$$\frac{1}{f} = \left(n_{2,1} - 1\right)\left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2}\right) \qquad (1)$$

gdzie: f oznacza ogniskową soczewki, $n_{2,1}$ - współczynnik załamania światła materiału soczewki optycznej względem otaczającego ją ośrodka, r_1 i r_2 - promienie krzywizn powierzchni soczewki optycznej.

Odwrotność ogniskowej: $Z = \frac{1}{f}$ (2) jest miarą ***zdolności skupiającej soczewki***.

Wyrażamy ją w dioptriach. 1 Dioptria (1D) jest zdolnością skupiającą soczewki o ogniskowej 1m ($1D = \frac{1}{m}$). Soczewki stosowane są w wielu przyrządach optycznych do tworzenia obrazów.



Na rysunku przedstawiony jest sposób konstrukcji obrazu w soczewce skupiającej.
Stosunek wielkości obrazu (DC) do przedmiotu (AB) nazywamy ***powiększeniem liniowym p***.
Równanie soczewki określa zależność pomiędzy odległością przedmiotu od soczewki (x) a odległością jego obrazu od soczewki (y):

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{x} + \frac{1}{y} \qquad (3)$$

gdzie f oznacza ogniskową soczewki.
Powyższe równanie pozwala w prosty sposób wyznaczyć ogniskową soczewki, bez znajomości jej geometrii i rodzaju materiału, z którego jest wykonana. Wystarczy zmierzyć odległości x i y dla danego ustawienia przedmiotu względem soczewki i podstawić do przekształconego równania 3, czyli: $f = \frac{xy}{x+y}$ (4). W ten sposób wyznaczymy ogniskową badanej soczewki w niniejszym ćwiczeniu.

Wykonanie ćwiczenia

Opcja I

Wyznaczanie ogniskowej soczewki z równania soczewki

1. Na ławie optycznej ustawiamy przedmiot w odległości x od wybranej soczewki skupiającej.
2. Przesuwamy ekran tak, aby pojawił się na nim ostry obraz przedmiotu. Mierzymy odległość obrazu (czyli ekranu) od soczewki (y).
3. Zmierzone wartości x i y wpisujemy do tabeli.
4. Pomiary powtarzamy dla kilku różnych położeń przedmiotu względem soczewki (o ilości powtórzeń decyduje prowadzący ćwiczenia).

Tabela

L.p.	x [m]	y [m]	f [m]
		Wartość średnia $f_{śr}$ =	
		Błąd wartości średniej $\Delta f_{śr}$ =	
		Zestawienie $(f_{śr} \pm \Delta f_{śr})$ =	

Zdolność skupiająca Z [1/m] =	
Błąd zdolności skupiającej ΔZ [1/m] =	
Zestawienie $(Z \pm \Delta Z)\left[\frac{1}{m}\right]$ =	

Opracowanie wyników

1. Korzystając ze wzoru (4) obliczamy ogniskową badanej soczewki dla każdej pary wartości x i y.
2. Dokonujemy krytycznej oceny serii uzyskanych wyników. Dalsze czynności wykonujemy dopiero po upewnieniu się, ze uzyskane wyniki są wiarygodne.
3. Obliczamy wartość średnią $f_{śr.}$ i błąd bezwzględny pomiaru, jako trzykrotną wartość odchylenia standardowego ($\Delta f_{śr} = 3 \cdot SD$).
4. Dla znalezionej średniej wartości ogniskowej $f_{śr.}$ obliczamy zdolność skupiającą Z badanej soczewki (ze wzoru 2) i obliczamy błąd bezwzględny dla tej wielkości metodą logarytmiczną, korzystając z poniższego wzoru:

$$\Delta Z = Z\left|\frac{\Delta f_{śr.}}{f_{śr.}}\right|$$

5. Zestawiamy wyniki $f_{śr.}$ i Z z odpowiednio zaokrąglonymi błędami bezwzględnymi.

Opcja II

Wyznaczanie ogniskowej soczewki z wielkości powiększonego obrazu

1. Na jednym końcu ławy optycznej ustawiamy oświetlony przedmiot, a w odległości ok. 0,5m – ekran. Pomiędzy nimi na podstawce (koniku) mocujemy soczewkę skupiającą.
2. Dobierając odpowiednio położenie soczewki doprowadzamy do uzyskania ostrego obrazu (powiększonego) na ekranie.
3. Mierzymy wysokość przedmiotu AB (h), obrazu DC (H) oraz odległość obrazu (ekranu) od soczewki (*y*). Wyniki wpisujemy do Tabeli 2. Pomiary powtarzamy dla dwóch innych położeń ekranu.

Tabela 2

l.p.	Odległość obrazu od soczewki y [m]	Wysokość obrazu DC H [m]	Wysokość przedmiotu AB h [m]	Ogniskowa soczewki f [m]
Soczewka nr 1				
1.				
2.				
3.				
			Wartość średnia $f_{śr}$ =	
			Błąd wartości średniej $\Delta f_{śr}$ =	
			Zestawienie $(f_{śr} \pm \Delta f_{śr})$ =	

Opracowanie wyników

1. Na podstawie przeprowadzonych pomiarów obliczamy ogniskową soczewki *f* korzystając ze wzoru (5):

$$f = \frac{yh}{h+H} \qquad (5)$$

2. Dokonujemy krytycznej oceny serii uzyskanych wyników. Dalsze czynności wykonujemy dopiero po upewnieniu się, ze uzyskane wyniki są wiarygodne.
3. Obliczamy średnią wartość ogniskowej $f_{śr}$ i błąd bezwzględny $\Delta f_{śr}$ jako trzykrotną wartość odchylenia standardowego ($\Delta f_{śr}$ = 3·SD).
4. Zestawiamy średnią wartość ogniskowej $f_{śr}$ z błędem bezwzględnym tej wielkości $\Delta f_{śr}$ w postaci: $(f_{śr} \pm \Delta f_{śr})\, jedn.SI$.