

Wydział	Imię i nazwisko 1. 2.		Rok	Grupa	Zespół
PRACOWNIA FIZYCZNA WFIS AGH	Temat:				Nr ćwiczenia
Data wykonania	Data oddania	Zwrot do popr.	Data oddania	Data zaliczenia	OCENA

Ćwiczenie nr 53: Soczewki

Cel ćwiczenia

Wyznaczenie ogniskowych soczewki skupiającej i układu soczewek (skupiającej i rozpraszającej) oraz ogniskowej soczewki rozpraszającej metodą bezpośrednią i metodą Bessela. Badanie wad soczewki skupiającej.

Zagadnienia kontrolne

Ocena
i podpis

1. Rodzaje soczewek. Definicje ogniska i ogniskowej, zależność ogniskowej od promieni krzywizny.
2. Równanie soczewki.
3. Przeprowadź konstrukcję obrazów dla soczewki skupiającej i rozpraszającej (zakładając, że są to soczewki cienkie).
4. Co to jest zdolność skupiąca soczewki i dioptria?
5. Przedstaw metody pomiaru ogniskowej: a) bezpośrednią, b) Bessela.
6. Omów wady soczewek.
7. Wyjaśnij występowanie wad wzroku zwanych dalekowzrocznością i krótkowzrocznością, w jaki sposób można je skorygować.
8. Podaj przyrządy, w których wykorzystywane są soczewki i opisz jeden z nich.

1. Układ pomiarowy

1. Ława optyczna. Jest to pozioma szyna metalowa zaopatrzona w podziałkę milimetrową o długości $1500 \div 2000$ mm (rys. w1). Źródło światła, soczewkę (układu soczewek) i ekran można przesuwać wzdłuż ławy, a ich położenie na skali określa wskaźnik u podstawy.
2. Przedmiotem świecącym jest otwór w osłonie żarówki (w kształcie krzyża) przykryty szkłem matowym. Zaopatrzony w filtry barwne (do badania aberracji chromatycznej)
3. Ekran, na którym powstaje obraz.
4. Wykaz badanych elementów optycznych:

Warianty A i B: soczewka skupiająca (wypukła),

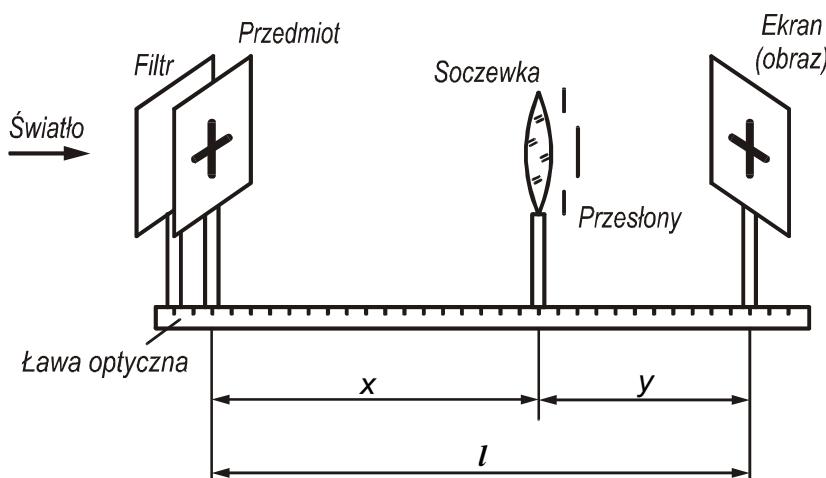
Wariant C: soczewka rozpraszająca (wklęsła),

Warianty D i E: duża soczewka o średnicy 70 do 100 mm, na którą można założyć przesłony z otworami przepuszczającymi albo peryferyjne, albo przyosiowe części wiązki światła.

Warianty F: obiektywy (od rzutnika slajdów lub aparatu fotograficznego)

Wariant G: uchwyt z okularami. Do uchwytu, obok dostarczonego zestawu, założyć również okulary własne studenta.

Wybór wykonywanych wariantów określa prowadzący.



Rys. w1. Ława optyczna.

UWAGA: ćwiczenie wykonujemy w zaciemnionym pomieszczeniu. Do odczytu wskazań wykorzystać lampy stołowe.

2. Wykonanie ćwiczenia i opracowanie pomiarów

Układ pomiarowy umożliwia wykonanie wielu eksperymentów opisanych jako warianty A - G, opisujących tak wykonanie jak i opracowanie pomiaru. Wyboru wykonywanych wariantów dokonuje prowadzący.

A. Wyznaczanie ogniskowej soczewki skupiającej (metodą bezpośrednią) – tabela 1.

1. Ustaw na ławie optycznej przedmiot (oświetlony krzyż), soczewkę i ekran. Dobierz tak położenie soczewki, aby na ekranie uzyskać ostry obraz krzyża.
2. Odczytaj na skali ławy optycznej odległości x : przedmiot – soczewka, oraz y : soczewka – obraz (ekran).
3. Pomiary wykonaj dla różnych odległości $l = x + y$ (6 do 10 razy), uzyskując obrazy zarówno powiększone, jak i pomniejszone.
4. Dla każdego pomiaru oblicz ze wzoru (2) ogniskową soczewki skupiającej i zanotuj w tabeli.
5. Oblicz wartość i niepewność ogniskowej metodą typu A.

B. Wyznaczanie ogniskowej soczewki metodą Bessela – tabela 2.

1. Ustaw na ławie optycznej wcześniej zbadaną soczewkę skupiającą.
2. Dla $6 \div 10$ różnych wartości l , ($l > 4f$) znajdź dwa położenia x_1 i x_2 , dla których obserwuje się ostry obraz pomniejszony i powiększony
3. Dla każdego z pomiarów oblicz wartość ogniskowej
4. Oblicz wartość i niepewność ogniskowej metodą typu A.
5. Na podstawie uzyskanych wartości f i $u(f)$ dla obydwu metod ustalić:
 - która metoda jest dokładniejsza?
 - czy zmierzone wartości ogniskowej są ze sobą zgodne?

C. Wyznaczanie ogniskowej układu soczewek metodą Bessela – tabela 3.

1. Ustaw na ławie optycznej układ soczewek złożony ze zbadanej uprzednio soczewki skupiającej (ogniskowa f_1) oraz soczewki rozpraszającej (ogniskowa f_2).
2. Zmierz odległość δ między soczewkami. Podczas pomiaru obydwie soczewki winny być cały czas dosunięte, tzn. odległość $\delta = \text{const.}$
3. Wykonaj pomiar ogniskowej układu f metodą Bessela jak w pkt. B.
4. Oblicz ogniskową f_2 soczewki rozpraszającej na podstawie odpowiednio przekształconego wzoru (7). Niepewności nie obliczamy ze względu na komplikację wzoru (7).

D. Badanie aberracji sferycznej – tabela 4.

1. Ustaw na ławie optycznej soczewkę o dużej średnicy z przesloną zasłaniającą środek soczewki.
2. Postępując zgodnie z punktem 2, 3 i 4 wersji A, oblicz ogniskową f_b soczewki dla promieni brzegowych.
3. Powtóż pomiary dla tej samej soczewki, zakładając przeslonę zasłaniającą jej brzegowe części. Oblicz ogniskową f_s dla promieni środkowych.
4. Oblicz miarę aberracji sferycznej: $\Delta S = f_s - f_b$.

E. Badanie aberracji chromatycznej – tabela 5.

1. Ustaw na ławie optycznej soczewkę skupiającą (badaną lub dużą z przesloną zasłaniającą jej część brzegową).
2. Przesłoń lampa filtrem czerwonym.
3. Postępuj zgodnie z punktem 2, 3 i 4 wersji A.
4. Powtóż pomiary dla tej samej soczewki zasłaniając lampę filtrem fioletowym.
5. Oblicz miarę aberracji chromatycznej $\Delta S' = f_{cz} - f_{fiol}$ i jej niepewność rozszerzoną $U(\Delta S')$. Czy uzyskana z pomiaru wartość $\Delta S'$ jest istotnie różna od zera?

F. Pomiar ogniskowej obiektywu.

1. Wykonujemy metodą Bessela (jak wariant B).

Uwaga:

- (a) obiektyw aparatu fotograficznego wyposażony jest w wewnętrzną przeslonę, regulowaną odpowiednim pierścieniem. Ustawić na maksimum otworu.
 - (b) inny pierścień uruchamia przesuw, w aparacie używany do ustalania ostrości. Pomiar wykonywać przy ustalonym położeniu tego przesuwu, np. na odległość ∞ .
2. Wynik porównać z wartością ogniskowej podanej na obudowie obiektywu..

G. Pomiar ogniskowej soczewki okularów.

1. Wykonujemy metodą Bessela dla układu soczewki skupiającej mierzonej w wariantie B i soczewki okularowej. Można mierzyć albo dostępne szkła okularowe albo okulary własne.
2. Wynik wyrazić w dioptriach.
3. Porównaj z nominalną wartością zdolności skupiającej badanych okularów (o ile jest znana).

Wykonaj następujące warianty ćwiczenia:.....

podpis

Tabele wyników pomiarów

Tabela 1: Wyznaczanie ogniskowej soczewki skupiającej

Lp.	l [mm]	x [mm]	$y = l - x$ [mm]	f [mm]
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
				f [mm]
				$u(f)$ [mm]

Tabela 2: Wyznaczanie ogniskowej soczewki metodą Bessela

Lp.	l [mm]	x_1 [mm]	x_2 [mm]	$d = x_2 - x_1$ [mm]	f [mm]
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
				f [mm]	
				$u(f)$ [mm]	

Tabela 3: Wyznaczanie ogniskowej układu soczewek metodą Bessela

Lp.	l [mm]	x_1 [mm]	x_2 [mm]	$d = x_2 - x_1$ [mm]	f [mm]
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
				f [mm]	
				$u(f)$ [mm]	

Tabela 4: Aberracja sferyczna

pro mie nie	lp.	l [mm]	x [mm]	y [mm]	f [mm]
brzegowe	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
średnia ogniskowa dla promieni brzegowych f_b [m]					
środkowe	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
średnia ogniskowa dla promieni środkowych f_{sr} [m]					
$\Delta f = f_{sr} - f_b$ [m]					

Tabela 5: Aberracja chromatyczna

pro mie nie	lp.	l [m]	x [m]	y [m]	f [m]
czerwone	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
średnia ogniskowa dla prom. czerwonych f_c [mm]					
fioletowe	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
średnia ogniskowa dla prom. fioletowych f_f [mm]					
$\Delta f' = f_c - f_f$ [mm]					