

Wydział	Imię i nazwisko 1. 2.		Rok	Grupa	Zespół
<b>PRACOWNIA FIZYCZNA WFİIS AGH</b>	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

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 skupiająca 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.

*Ocena  
i podpis*


## 1. Układ pomiarowy

1. Ława optyczna. Jest to pozioma szyna metalowa zaopatrzona w podziałkę milimetrową o długości 1500 ÷ 2000 mm (rys. w1). Źródło światła, soczewkę (układu soczewek) i ekran można przesuwając 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. Zaopatrzone 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),

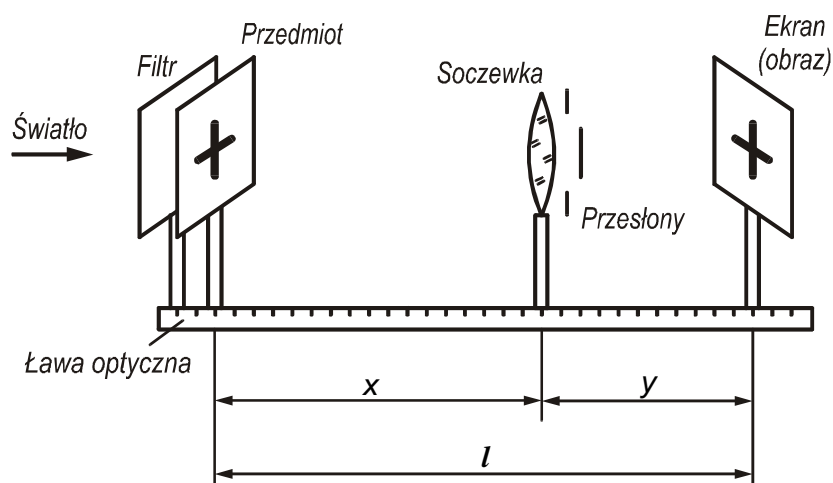
Wariant C: soczewka rozpraszająca (wkłęsła),

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 można 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 ÷ 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 ustal:
  - 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  $\delta$  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 przesłoną zasłaniającą środek soczewki.
2. Postępując zgodnie z punktem 2, 3 i 4 wersji A, oblicz ogniskową  $f_b$  soczewki dla promieni brzegowych.
3. Powtórz pomiary dla tej samej soczewki, zakładając przesłonę 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 przesłoną zasłaniającą jej część brzegową).
2. Przesłoń lampę filtrem czerwonym.
3. Postępuj zgodnie z punktem 2, 3 i 4 wersji A.
4. Powtórz 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 przesłonę, regulowaną odpowiednim pierścieniem. Ustawić na maksimum otworu.

(b) inny pierścień uruchamia przesuw, w aparacie używany do ustawiania ostrości. Pomiar wykonywać przy ustalonym położeniu tego przesuwu, np. na odległość  $\infty$ .

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 wariacie 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]					
$\Delta f^c = f_c - f_f$ [mm]					