

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

## **Ćwiczenie nr 53\*: Soczewki - badanie zdolności skupiającej (ćwiczenie na wieczór)**

/ćwiczenie bazuje na opisie ćwiczenia 53/

### **Cel ćwiczenia**

Wyznaczenie zdolności skupiającej oraz ogniskowej soczewki okularów korekcyjnych dla dalekowidza (lub lupy) metodą bezpośrednią i metodą Bessela. Porównanie obu metod.

### **Zagadnienia kontrolne**

1. Rodzaje soczewek. Definicje ogniska i ogniskowej soczewki, 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.

## Układ pomiarowy

Do wykonania ćwiczenia konieczna jest cienka soczewka skupiająca. Może to być lupa lub okulary korygujące nadwzroczność (dla dalekowidza, tak zwane „plusy”). W przypadku okularów ważne jest, aby nie miały soczewki cylindrycznej (do korekty astygmatyzmu).

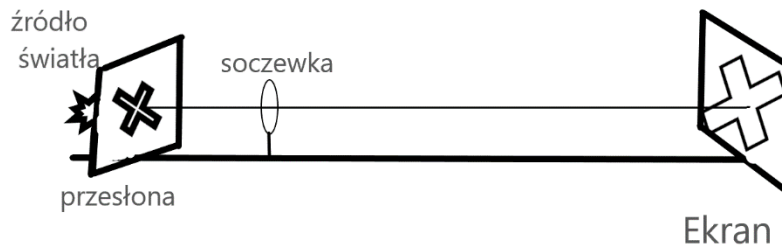
Potrzebne będą również:

- źródło światła
- przesłona kartonowa z wyciętym iksem (bądź innym motywem), który przesłaniając źródło światła, będzie grał rolę „świecącego przedmiotu”
- taśma miernicza o długości co najmniej 1,5 metra (lepiej będzie dłuższa)
- ustawiony pionowo ekran (dowolna, płaska, gładka powierzchnia prostopadła do osi optycznej pomiaru – najlepiej z możliwością przesuwu względem soczewki)
- ruchomy statyw na soczewkę (okulary)

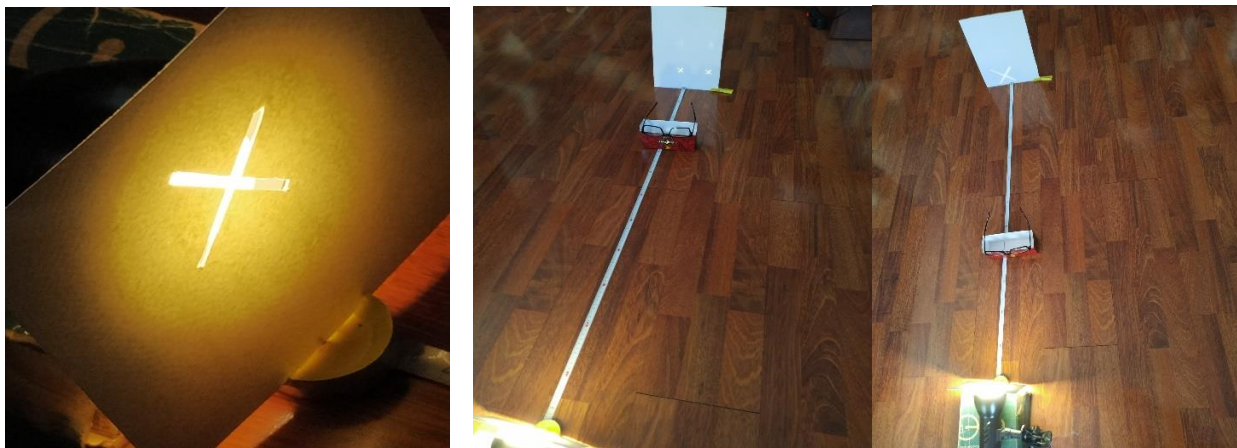
Przykładowy zestaw przedstawiony jest na zdjęciu poniżej.



Rys.1. Zdjęcie przykładowego zestawu do wyznaczenia zdolności skupiającej soczewki (tu: lupy)



Rys.2. Schemat układu pomiarowego. Ważne, by przy ustawieniu układu źródło światła, otwór w przesłonie oraz środek soczewki znajdowały w jednej linii, a także, by powierzchnia soczewki była do tej linii prostopadła



*Rys.3 Przesłona z wyciętym otworem  $X$  oraz soczewka okularów w dwóch położeniach : dla obrazu pomniejszonego i powiększonego*

## **Wykonanie ćwiczenia**

- 1) Zestawić układ pomiarowy – najlepiej wieczorem, gdy możliwe będzie wykonanie eksperymentu w zaciemnionym pomieszczeniu, dzięki czemu obserwacje będą łatwiejsze.
- 2) Wykonać 10 pomiarów metodą bezpośrednią, tj. mierząc odległości  $x$  i  $y$ , ustawiając soczewkę (jedno szkło okularów) w takim położeniu, by na ekranie obserwować ostry obraz wyciętego kształtu (ważne by krawędzie były ostro widoczne na ekranie). Każdy z pomiarów wykonać dla innej odległości przesłona – ekran. Zanotować wyniki pomiarów w Tabeli 1.
- 3) Wykonać 10 pomiarów metodą Bessela, tj. dla wybranej odległości  $l$  (dość dużej, by spełniony był warunek  $l > 4f$ ) znaleźć położenie  $x_1$  soczewki, dla którego na ekranie obserwować można obraz powiększony, a następnie przesunąć soczewkę w położenie  $x_2$ , dla którego obserwować można obraz pomniejszony. Zanotować  $x_1$ ,  $x_2$ , oraz  $l$  – odległość przesłona-ekran w Tabeli 2. Powtórzyć dla zmienionej odległości  $l$ .
- 4) W sprawozdaniu należy przedstawić swoje zdjęcie z zestawem doświadczalnym, jako dowód samodzielnego wykonania ćwiczenia (zastępuje to podpis prowadzącego zajęcia na protokole) oraz dokładny opis swojego zestawu doświadczalnego i sposobu wykonania ćwiczenia.

## Wyniki pomiarów

**Tabela 1.** Wyniki pomiarów odległości  $x$  przedmiotu od soczewki i odległości  $y$  obrazu od soczewki w metodzie bezpośredniej.

L.p.	$x$ [m] odległość przedmiotu od soczewki	$y$ [m] odległość obrazu (ekranu) od soczewki	$Z$ [ $\frac{1}{m}$ ] zdolność skupiająca soczewki	$f$ [m] ogniskowa soczewki
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
Średnia zdolność skupiająca $Z_{\text{sr}}$ [ $\frac{1}{m}$ ]				
$u(Z)$ [ $\frac{1}{m}$ ]				

**Tabela 2.** Wyniki pomiarów metodą Bessela.

L.p.	$x_1$ [m] odległość soczewki od przedmiotu dla obrazu powiększonego	$x_2$ [m] odległość soczewki od przedmiotu dla obrazu pomniejszonego	$l$ [m] odległość przesłona- ekran	$f$ [m] ogniskowa soczewki	$Z$ [ $\frac{1}{m}$ ] zdolność skupiająca soczewki
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
Średnia zdolność skupiająca $Z_{\text{sr}}$ [ $\frac{1}{m}$ ]					
$u(Z)$ [ $\frac{1}{m}$ ]					

### Opracowanie danych pomiarowych

- 1) Na podstawie Tabeli 1. wyliczyć zdolność skupiającą badanej soczewki dla każdego z 10 pomiarów, a następnie średnią  $Z_{\text{sr}}$  oraz  $u(Z)$  - niepewność typu A, jako estymator odchylenia standardowego średniej.
- 2) Na podstawie wyników pomiarów w Tabeli 2. obliczyć dla każdego pomiaru ogniskową  $f$  i na jej podstawie zdolność skupiającą  $Z$ , a następnie średnią  $Z_{\text{sr}}$  oraz  $u(Z)$  - niepewność typu A.
- 3) Na podstawie uzyskanych wartości  $Z$  i  $u(Z)$  dla obydwu metod ustalić:
  - która metoda jest dokładniejsza?
  - czy zmierzone wartości ogniskowej są ze sobą zgodne?
- 4) Porównać otrzymany wynik z danymi uzyskanymi od właściciela okularów – ile dioptrii zostało zalecone przez lekarza okulistę? Czy obie wielkości są zgodne w granicach niepewności?