

M13

Wyznaczanie zdolności skupiającej soczewek za pomocą ławy optycznej. Model oka.

Zagadnienia

1. Podstawy optyki geometrycznej:

- Falowa teoria światła.
- Zjawisko załamania i odbicia światła. Prawa rządzące tymi zjawiskami.
- Rodzaje soczewek, powstawanie obrazów w soczewkach, równania opisujące soczewkę

2. Anatomia i funkcjonowanie oka:

- Podstawowe elementy w układzie optycznym oka, budowa i funkcje.
- Fizyczne podstawy powstawania wrażeń wzrokowych (należy zwrócić szczególną uwagę na rogówkę, soczewkę oraz siatkówkę)
- Wady wzroku oraz ich korekcja

Wyznaczanie zdolności skupiającej soczewek za pomocą ławy optycznej

Instrukcja:

Zdolność skupiająca Z soczewek zależy od promieni krzywizn oraz współczynnika załamania światła ośrodka, z którego wykonana jest soczewka względem ośrodka otaczającego soczewkę.

$$Z = \frac{1}{f} = (n - 1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

Wyznaczenie zdolności skupiającej soczewki w oparciu o wzór soczewkowy.

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

A. Soczewka skupiająca

1. Umieść przedmiot na końcu ławy optycznej przeciwnym do ekranu. Pomiedzy nimi na podstawce umocuj soczewkę skupiającą.
2. Przesuwaj soczewkę wzdłuż ławy, szukając takiego położenia, przy którym powstający na ekranie obraz, powiększony lub pomniejszony, jest najostrzejszy.

3. Zmierz odległość przedmiotu od środka soczewki (x) i obrazu od środka soczewki (y).
4. Powtórz pomiary dla kilku (o ilości powtórzeń decyduje prowadzący zajęcia) różnych ustawień soczewki i przedmiotu, za każdym razem uzyskując na ekranie ostry obraz.
5. Oblicz zdolność skupiającą Z_s soczewki dla każdego ustawienia, następnie oblicz wartość średnią $\overline{Z_s}$.
6. Wyniki umieścić w tabelce.

Lp	x [m]	y [m]	$1/x$ [m^{-1}]	$1/y$ [m^{-1}]	Z_s [D]	$\overline{Z_s}$ [D]
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

7. Obliczyć wartość niepewności $u(Z_s)$ metodą typu A.

B. Soczewka rozpraszająca

Soczewki rozpraszające tworzą obrazy pozorne, a więc takie, których nie można uzyskać na ekranie. W celu wyznaczenia ogniskowej lub zdolności skupiającej soczewki rozpraszającej, utworzyć układ dwóch obok siebie położonych soczewek: skupiającej o znanej ogniskowej oraz rozpraszającej. Koniecznym warunkiem jest, aby taki układ optyczny posiadał właściwości skupiające.

Zdolność skupiająca układu Z_u jest równa sumie zdolności skupiających poszczególnych soczewek Z_1 i Z_2 czyli

$$Z_u = Z_1 + Z_2$$

W naszym przypadku

$$Z_u = Z_s + Z_r$$

Korzystając z ławy optycznej, wyznaczyć zdolność skupiającą układu Z_u .

1. Umieść przedmiot na końcu ławy optycznej przeciwległym do ekranu. Pomiedzy nimi na podstawce umocuj układ soczewek: skupiającą i rozpraszającą.
2. Przesuwaj układ soczewek wzdłuż ławy, szukając takiego położenia, przy którym powstający na ekranie obraz, powiększony lub pomniejszony, jest najostrzejszy.
3. Zmierz odległość przedmiotu od środka układu soczewek (x) i obrazu od środka układu soczewek (y).
4. Powtórz pomiary dla kilku (o ilości powtórzeń decyduje prowadzący zajęcia) różnych ustawień układu soczewek i przedmiotu, za każdym razem uzyskując na ekranie ostry obraz.
5. Oblicz zdolność skupiającą układu soczewek Z_u dla każdego ustawienia, następnie oblicz wartość średnią $\overline{Z_u}$.
6. Korzystając z powyższego wzoru oblicz wartość średnią zdolności skupiającej $\overline{Z_r}$ dla soczewki rozpraszającej
7. Zapisz wyniki w tabeli.

Lp	x_u [m]	y_u [m]	$1/x_u$ [m^{-1}]	$1/y_u$ [m^{-1}]	Z_u [D]	$\overline{Z_u}$ [D]	$\overline{Z_r}$ [D]
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							

8							
9							
10							

8. Oblicz wartość niepewności $u(Z_u)$ metodą typu A.

Model oka

Instrukcja:

Odległość dobrego widzenia dla naszego modelu oka wynosi 1 m.

Oko miarowe

1. Umieść płytkę z literą w odległości 1 m od soczewki oka. Ustaw pokrętło w pozycji środkowej suwaka znajdującego się u góry gałki ocznej. Schemat przedstawiony na Rys. 3. Używając strzykawki tak dopasuj kształt soczewki, aby obraz powstały na siatkówce był ostry. Taki układ ilustruje tzw. „oko miarowe”.

Uwaga! Podczas badania krótko oraz dalekowzroczności nie zmieniamy już więcej kształtu soczewki.

Krótkowzroczność

1. Umieść płytkę w odległości 1 m od soczewki oka. „Wydłuż gałkę oczną” (ponownie używamy pokrętła na suwaku). Oko staje się krótkowzroczne a obraz zamazany. Istnieją dwa sposoby na polepszenie ostrości obrazu:
 - a. przybliżenie przedmiotu do oka albo,
 - b. zastosowanie soczewki rozpraszającej o mocy $-0,5$ D.
Umieść soczewkę w kieszeni. Schemat przedstawiony na Rys. 2. Widać wyraźnie, iż obraz ponownie staje się ostry.

Dalekowzroczność

1. Umieść płytkę w odległości 1 m od soczewki oka.
2. „Skróć gałkę oczną” (pokrętło na suwaku). Oko staje się dalekowzroczne a obraz niewyraźny. Zastosuj soczewkę skupiającą o mocy $+1,0$ D, która wyraźnie wyostri obraz. Schemat przedstawiony na Rys. 1.

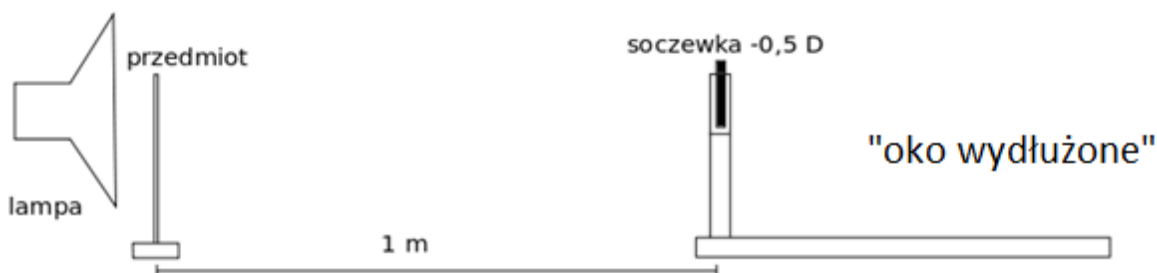
Dalekowzroczność starcza

Elastyczność soczewki oka maleje wraz z wiekiem. Potrzebujemy zatem okularów aby zobaczyć obiekty z bliskiej odległości.

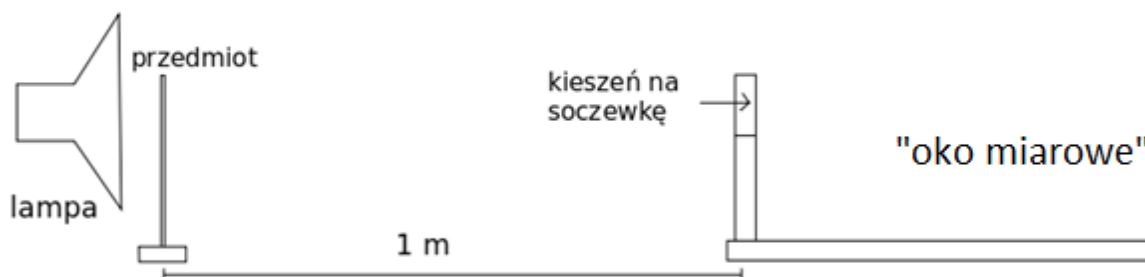
1. Ponownie ustaw oko miarowe zgodnie z instrukcją punktu 1 sekcji „oko miarowe”.
2. Przybliż płytkę z literą do oka na odległość 0,5 m bez zmiany kształtu soczewki. Teraz płytkę znajduje się bliżej niż tzw. „bliski punkt” co determinuje niewyraźny obraz. Efekt ten należy skorygować poprzez użycie soczewki skupiającej o mocy +1,0 D.



Rys. 1



Rys. 2



Rys. 3