

WYZNACZANIE ODLEGŁOŚCI OGNISKOWYCH SOCZEWEK ZA POMOCĄ ŁAWY OPTYCZNEJ

Aparatura

- 1 - spektrometr optyczny,
- 2 - model układu optycznego soczewki ocznej,
- 3 - zestaw soczewek korygujących.

Przebieg ćwiczenia

W ramach ćwiczenia przeprowadzone zostaną następujące badania:

- A. Wyznaczanie promieni krzywizn modelu soczewki ocznej.
- B. Wyznaczanie ogniskowych soczewek korygujących.
- C. Wyznaczanie kąta łamiącego pryzmatu.
- D. Wyznaczanie współczynnika załamania pryzmatu.

A. Wyznaczanie promieni krzywizn modelu soczewki ocznej.

- a. Włączyć źródło światła.
- b. Końcówkę tłoka strzykawki ustawić w pozycji „1”. Dla tego położenia grubość soczewki wynosi:
 $d_1 = 1,7 \text{ cm}$.
- c. Przedmiot (płytkę z pleksi z naniesionymi literami Y i E) ustawić w takim położeniu, aby na ekranie po drugiej stronie soczewki otrzymać ostry obraz. Jeżeli nie udaje się uzyskać wyraźnego obrazu, należy zmienić położenie ekranu i ponownie szukać prawidłowego ustawienia przedmiotu.
- d. Zmierzyć odległość przedmiotu od płaszczyzny głównej soczewki (odległość x) oraz odległość ekranu od płaszczyzny głównej soczewki (odległość y). Wyżej wspomniane pomiary przeprowadzić dwukrotnie. Dla każdej z otrzymanych par (x, y) obliczamy ogniskową ze wzoru (1):

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

następnie wyliczyć średnia arytmetyczną. Wyniki pomiarów zapisać w odpowiedniej tabeli formularza.

- e. Końcówkę tłoka strzykawki ustawić w pozycji „2”. Dla tego położenia grubość soczewki wynosi:
 $d_2 = 1,9 \text{ cm}$.
- f. Powtórzyć czynności z punktów c i d.
- g. Końcówkę tłoka strzykawki ustawić w pozycji „3”. Dla tego położenia grubość soczewki wynosi:
 $d_3 = 2,1 \text{ cm}$.
- h. Powtórzyć czynności z punktów c i d.
- i. Korzystając z ogólnego wzoru na zdolność skupiającą – Z soczewki grubej (2) obliczyć promień krzywizny soczewki – R .

$$Z = \frac{1}{f} = (n-1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) + \frac{d(n-1)^2}{R_1 R_2 n_1} \quad (2)$$

gdzie n – współczynnik załamania światła materiału, z którego wykonana jest soczewka (w naszym układzie materiałem jest woda czyli $n = 4/3$), n_1 – współczynnik załamania światła ośrodka zewnętrznego (u nas jest to powietrze czyli $n_1 = 1$), d – grubość soczewki, R_1, R_2 – promienie krzywizn powierzchni załamujących soczewki.

Zakładamy, że $R_1=R_2=R$ otrzymujemy z równania (2) równanie kwadratowe:

$$9R^2 - 6f_{sr}R - f_{sr}d = 0 \quad (3)$$

z którego obliczamy szukane promień krzywizny R:

$$R = \frac{1}{3} \left(f_{sr} + \sqrt{f_{sr}^2 + df_{sr}} \right) \quad (4)$$

Obliczone wartości wpisać do odpowiedniej tabeli formularza.

B. Wyznaczanie ogniskowych soczewek korygujących.

W pozycji „3” tłoka strzykawki obliczyć kolejno ogniskowe dwóch soczewek korygujących (zakładamy, że soczewki korygujące są soczewkami cienkimi).

- Soczewkę korygującą K1 umocować na statywie i ustawić przedmiot w takim położeniu, aby na ekranie otrzymać ostry obraz (nie zmieniać położenia ekranu).
- Zanotować w formularzu odległość przedmiotu od środka soczewki korygującej - x_u , oraz odległość obrazu od środka soczewki modelu oka - y_u
- Wyznaczyć te same odległości dla soczewki korygującej K2.

Aby obliczyć ogniskowe soczewek korygujących (f_k) korzystamy ze wzoru na zdolność skupiającą układu soczewek:

$$\frac{1}{f_u} = \frac{1}{f} + \frac{1}{f_k} - \frac{l}{f \cdot f_k} \quad (5)$$

Gdzie: f_u – ogniskowa układu soczewek, f – ogniskowa soczewki ocznej (obliczona w punkcie 1h czyli przy tłoku w strzykawce w pozycji „3”), f_k – ogniskowa soczewki korygującej, l – odległość pomiędzy środkami soczewki modelu oka i soczewki korygującej.

W powyższym równaniu mamy dwie niewiadome: f_u oraz f_k .
Ogniskową układu soczewek możemy obliczyć ze wzoru (6)

$$\frac{1}{f_u} = \frac{1}{x_u} + \frac{1}{y_u} \quad (6)$$

gdzie x_u - odległość przedmiotu od środka soczewki korygującej, y_u - odległość obrazu przedmiotu od środka soczewki modelu oka, z drugiej strony.

Przekształcając wzór (5) otrzymujemy:

$$f_k = f_u \frac{f - l}{f - f_u} \quad (7)$$

Obliczone według wzoru (7) wartości ogniskowych dla dwóch soczewek korygujących wpisać do odpowiedniej tabeli.

C. Wyznaczanie kąta łamiącego pryzmatu.

Uwaga Pomiary wykonać dla obu pryzmatów (2 i 4)

- Włączyć lampę sodową i odczekać ok. 3 minuty.
- Ustawić lunetę naprzeciw szczeliny i nastawić jej ostry obraz.
- Umieścić pryzmat na stoliku spektrometru, w ten sposób, aby wierzchołek pryzmatu nie sąsiadujący z zaczerpniętą ścianą był zwrócony w kierunku szczeliny.
- Obracać lunetę w lewo i szukać obrazu szczeliny. Obraz szczeliny ustawić w środku pola widzenia lunety, tak aby przez jego środek przechodziła pionowa linia widoczna w okularze. Odczytać ze skali znajdującej się na stoliku kąt odbicia od lewej ściany pryzmatu A_L (kąt ten odczytać względem zera znajdującego się na ruchomej części skali). Należy uważać, aby pryzmat znajdował się w stałym położeniu.
- Następnie obrócić lunetę w prawo i analogicznie znaleźć kąt odbicia od prawej ściany pryzmatu:
 $A_P = 360^\circ - \alpha$
gdzie α - wartość kąta na skali stolika.
- Zapisać obie wartości i obliczyć kąt łamiący wg wzoru:

$$\varphi = 0,5(A_L + A_P) \quad (8)$$

D. Wyznaczanie współczynnika załamania pryzmatu.

Uwaga Pomiary wykonać dla obu pryzmatów (2 i 4)

- Ustawić pryzmat w taki sposób, aby wierzchołek nie sąsiadujący z zaczerpniętą ścianą wskazywał na kątomierzu wartość między 280° a 290° , a następnie znaleźć obraz szczeliny.
- Delikatnie obracać pryzmat jednocześnie obserwując położenie obrazu szczeliny. Znaleźć takie ustawienie pryzmatu, przy którym obraz szczeliny przestaje się przemieszczać pomimo dalszego obracania pryzmatem.
- Skierować pionową linię w okularze na środek obrazu szczeliny, a następnie odczytać utworzony kąt. Jest to tzw. kąt minimalnego odchylenia – $E_{\min}$.
- Obliczyć za pomocą wzoru (9) współczynnik załamania materiału, z którego wykonano pryzmat, obliczoną wartość zapisz w tabeli pomiarowej

$$n_1 = \frac{\sin \frac{\varphi + E_{\min}}{2}}{\sin \frac{\varphi}{2}} \quad (9)$$

gdzie φ jest kątem łamiącym pryzmatu, znalezionym w punkcie 3.

Wymagane wiadomości teoretyczne

- Budowa oka oraz schemat optyczny powstawania obrazu w oku.
- Zdolność rozdzielcza oka.
- Akomodacja oka.
- Wady wzroku i ich usuwanie.
- Podstawowe wzory soczewkowe.
- Zależność współczynnika załamania od kąta najmniejszego odchylenia w pryzmacie.
- Budowa spektrometru optycznego.

Zalecana literatura

- A. Pilawski, „Podstawy biofizyki”, PZWL, Warszawa 1974.
- I. Adamczewski, „Fizyka medyczna i elementy biofizyki”, PZWL, 1969.
- T. Dryński, „Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki”, PWN, 1978.
- S. Mięgisz, A. Hendrich, „Wybrane zagadnienia z biofizyki”, Volumed, Wrocław 1998.
- J. A. Barltrop, J.D. Coyle, „Fotochemia, podstawy”, PWN, Warszawa 1987.

Uniwersytet Medyczny we Wrocławiu Katedra i Zakład Biofizyki i Neurobiologii	Ćwiczenie 3 Model soczewki ocznej i wyznaczanie parametrów pryzmatu	
	 Imiona i nazwiska studentów	Wydział: nr grupy: Data:
Ocena:	Podpis prowadzącego ćwiczenia	

1. Obliczanie promienia krzywizny modelu soczewki ocznej.

Pozycja tłoka	x_1 [cm]	x_2 [cm]	y_1 [cm]	y_2 [cm]	f_1 [cm]	f_2 [cm]	f_{sr} [cm]	R [cm]
1								
2								
3								

2. Wyznaczanie ogniskowych soczewek korygujących.

Numer soczewki korygującej	x_u [cm]	y_u [cm]	f_u [cm]	f [cm]	f_k [cm]
1					
2					

3. Wyznaczanie współczynnika załamania pryzmatów.

Numer pryzma- tu	Kąt prawy A_p	Kąt lewy A_l	Kąt łamiący φ	Kąt najmniejszego odchylenia E_{min}	Współczynnik załamania n_1
2					
4					