



LABORATORIUM OPTYKI FIZJOLOGICZNEJ

Instrukcja do ćwiczenia nr 1

Budowa i badanie modelu oka miarowego i wyznaczenie zakresu akomodacji

Celem ćwiczenia jest zbudowanie prostego modelu optycznego oka miarowego i zasymulowanie zjawiska akomodacji przez zmianę mocy skupiającej soczewki pełniące w zbudowanym układzie rolę soczewki ocznej. W końcowej części ćwiczenia zmiana zdolności skupiającej oka będzie realizowana przez zbliżenie soczewki do rogówki. Z sytuacją taką mamy do czynienia przy wszczępieniu tzw. pseudoakomodującej soczewki wewnątrzgałkowej.

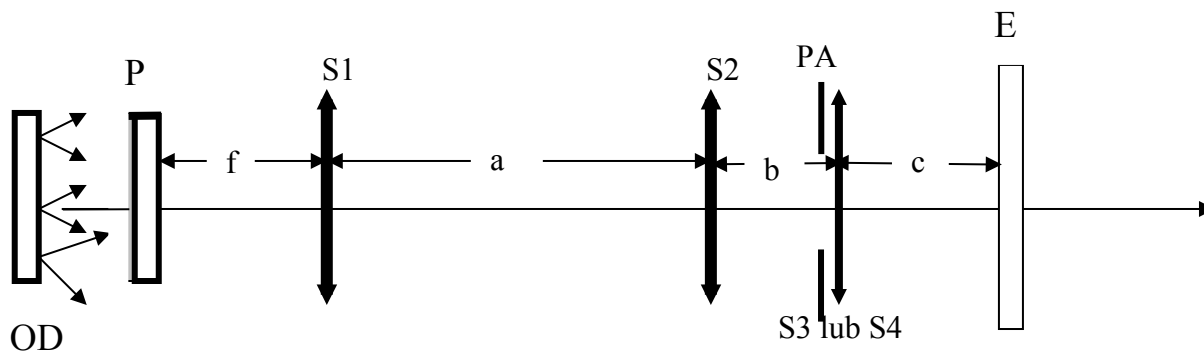
W budowanym modelu nie będą zachowane ściśle relacje dla oka ludzkiego (stosunek odległości od rogówki do soczewki i od soczewki do siatkówki, stosunek mocy rogówki i soczewki ocznej), gdyż wymagałoby to obserwacji obrazów o bardzo małym powiększeniu tj. wielokrotnie zmniejszonych. Można by je obserwować, co prawda, przy pomocy mikroskopu, jednak wówczas płaszczyzna siatkówki, której rolę w naszym układzie pełni ekran obserwacyjny, byłaby płaszczyzną wirtualną, co dla celów dydaktycznych nie jest wskazane.

Student ma do dyspozycji

- ▲ oświetlacz diodowy z rozpraszaczem światła z folii plastikowej emitujący światło białe (OD);
- ▲ przedmiot w postaci przezroczca z testem do obserwacji dystorsji lub z gwiazdą Siemens (P);
- ▲ soczewkę o nieznanym ogniskowej f , której zadaniem będzie przeniesienie przedmiotu „do nieskończoności” (S1);
- ▲ soczewkę $+4,0$ D pełniącą rolę rogówki (S2);
- ▲ soczewkę $+1,5$ D pełniącą rolę soczewki ocznej zrelaksowanej (S3);
- ▲ soczewkę $+2,75$ D pełniącą rolę soczewki ocznej akomodującej (S4);
- ▲ ekran obserwacyjny (E);
- ▲ elementy mechaniczne: ława optyczna, oprawy soczewek, szyna do bliskiego montowania wielu opraw soczewek, trzpienie i statywy do mocowania elementów optycznych na ławie, przesłona aperturową PA odcinającą światło pasyżnicze, miarkę zwijaną.

Przebieg ćwiczenia

1. Dowolną znaną studentowi metodą wyznaczyć długość ogniskowej f soczewki S1.



2. Zbudować układ optyczny zgodnie ze schematem przedstawionym na rysunku, wstawiając najpierw soczewkę S3; f jest ogniskową soczewki S1, $a = 98$ cm, $b = 7$ cm, $c = 16$ cm. Oświetlacz OD należy umieścić poza ławą w minimalnej odległości od przedmiotu, która zapewni jego równomierne oświetlenie.

Podana odległość c jest przybliżona i student powinien ją uściślić w swoim układzie kierując się kryterium najlepszej jakości (ostrości) obrazu. Otrzymane odległości należy zanotować. Budując układ trzeba dążyć do jak najlepszego jego wyjustowania. Soczewki powinny być umieszczone na wspólnej osi optycznej i zorientowane prostopadle do tej osi. Do regulacji w poziomie wykorzystujemy mechanizm przesuwu poziomego i w pewnym zakresie gwintowane wsporniki soczewek (mogą być one wykorzystane również do regulacji pionowej). Regulacji pionowej dokonujemy zmieniając długość części trzpienia wystającej ponad uchwyt statywu. Szybę mocujemy na dwóch statywach w celu zapewnienia jej odpowiedniej stabilności, zwracamy przy tym uwagę by była ona równoległa do ławy optycznej.

Ponieważ obiekt umieszczony jest w płaszczyźnie ogniskowej soczewki S_1 , to promienie wychodzące z dowolnego punktu przedmiotu tworzą w przestrzeni pomiędzy S_1 i S_2 wiązkę równoległą, a zatem dla oka przedmiot znajduje się w nieskończoności, co odpowiada warunkom obserwacji przedmiotu przez oko miarowe nieakomodujące (zrelaksowane).

3. Wykonać pomiary niezbędne do wyznaczenia położenia i wielkości źrenicy wyjściowej dla zbudowanego modelu oka
4. Z układu wyjąć soczewkę S_1 przenosząc obiekt do nieskończoności i zaobserwować obraz na ekranie nie zmieniając położenia ekranu. Wynik obserwacji zanotować.
5. W miejsce soczewki S_3 wstawić soczewkę S_4 i zaobserwować przy jakiej odległości przedmiotu od oka powstaje ostry obraz na ekranie. Wynik obserwacji zanotować.
6. Powtórzyć punkty 2 i 4 dla odległości $b = 10$ cm. Porównać wynik dla odległości c z tym otrzymanym w zadaniu domowym 1.
7. Soczewkę S_3 dosunąć możliwie blisko do soczewki S_2 i zaobserwować przy jakiej odległości przedmiotu od oka powstaje jego ostry obraz na ekranie. Wynik obserwacji zanotować. W tej części ćwiczenia symulujemy działanie wszczepialnej soczewki wewnątrzgałkowej pseudoakomodującej.

Opracowanie wyników

Przy założeniu, że wszystkie użyte soczewki są cienkie, wyznacz:

- ▲ położenie płaszczyzn głównych dla zbudowanych modeli oka zakomodowanego i zrelaksowanego (łącznie cztery modele);
- ▲ położenie i wielkość źrenicy wyjściowej na podstawie wyników pomiarów z punktu 3;
- ▲ amplitudę akomodacji zdefiniowaną jako różnicę zbieżności punktu dali i punktu bliży. Porównaj wielkość wzrostu mocy soczewki oka (zmiana S_3 na S_4) z otrzymaną dzięki temu amplitudą akomodacji.

Należy pamiętać o podaniu błędu pomiarowego wyznaczanych wielkości.

Zadania domowe do wykonania przed ćwiczeniem

1. Metodą propagacji zbieżności wyznacz położenie płaszczyzny ogniskowej obrazowej dla pokazanego na rysunku modelu oka nieakomodującego przy $b = 10$ cm.
2. Oko, z którego chirurgicznie usunięto soczewkę, możemy zamodelować jako pojedynczą powierzchnię łamiącą o promieniu krzywizny 7,8 mm (rogówka), ograniczającą ośrodek o współczynniku załamania $n=1,336$. Przyjmując, że całkowita długość oka wypełnionego tym ośrodkiem wynosi 24 mm, oblicz gdzie należy umieścić sztuczną soczewkę wewnątrzgałkową o mocy +20D, aby oko stało się okiem miarowym. Jeżeli użyta sztuczna soczewka byłaby soczewką pseudoakomodującą, to jaki musiałby być zakres jej przemieszczania się w kierunku rogówki, aby na siatkówce mógł powstać ostry obraz przedmiotów znajdujących się od oka w odległościach od $-\infty$ do $-0,33$ m.