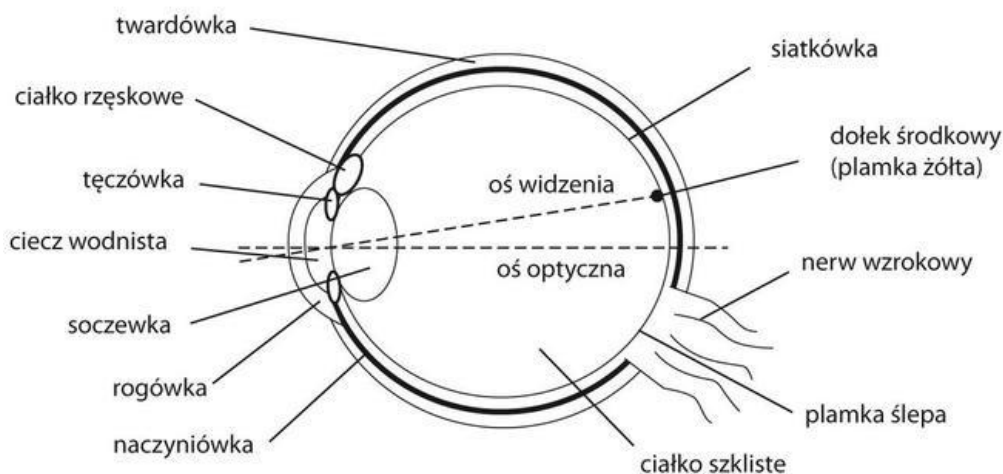


BIOFIZYKA PROCESU WIDZENIA

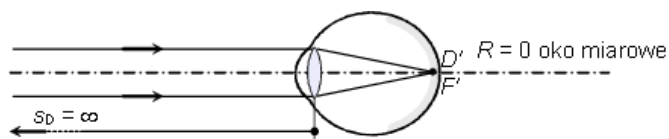
WŁASNOŚCI UKŁADÓW OPTYCZNYCH

Układ optyczny oka

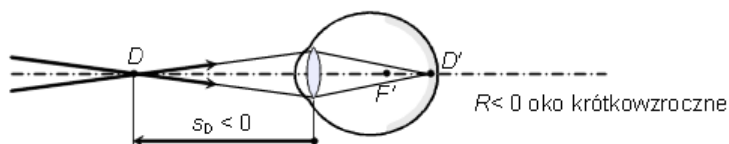
Oko ma kształt kuli o średnicy 24,4 mm. Zdolność skupiająca całego oka wynosi 60 dioptrii. Człowiek odbiera fale świetlne w granicach od około 400 do 700 nm. Układ optyczny oka składa się z rogówki, cieczy wodnistej wypełniającej przednią komorę oka, soczewki i ciała szklanego. Jednak głównymi elementami załamującymi światło w oku człowieka są: rogówka oraz soczewka oczna o zmiennej krzywiznie. Układ optyczny oka przekształca obiekt 3D w obraz 2D. Zatem jedno oko nie jest w stanie ocenić odległości przedmiotu od oka. Widzenie przestrzenne możliwe jest dzięki parze oczu obserwującej ten sam obszar, bo obraz widziany przez każde oko jest inny, a zbieżność osi oczu dla obiektów dalszych jest mniejsza niż dla bliższych. Miarą widzenia stereoskopowego (dwuoczną percepcją głębi i odległości) jest bezwzględna różnica kątów widzenia $\gamma = \alpha_p - \alpha_L$



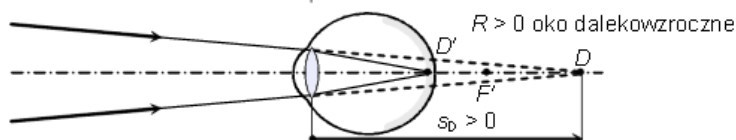
Refrakcja oka – załamywanie promieni świetlnych przechodzących przez wszystkie struktury układu optycznego oka.



Oko miarowe – równoległa do osi optycznej wiązka światła skupiana jest przez oko nieakomodujące na siatkówce.



Oko krótkowzroczne – obraz powstaje przed siatkówką; korekcja wady – zastosowanie soczewki rozpraszającej.



Oko dalekowzroczne – obraz powstaje za siatkówką; korekcja wady – zastosowanie soczewki skupiającej.

Astygmatyzm – spowodowany jest niesferycznością powierzchni rogówki. Promienie są różnie załamane w różnych płaszczyznach oka; korekcja wady – szkła cylindryczne lub cylindryczno-sferyczne.

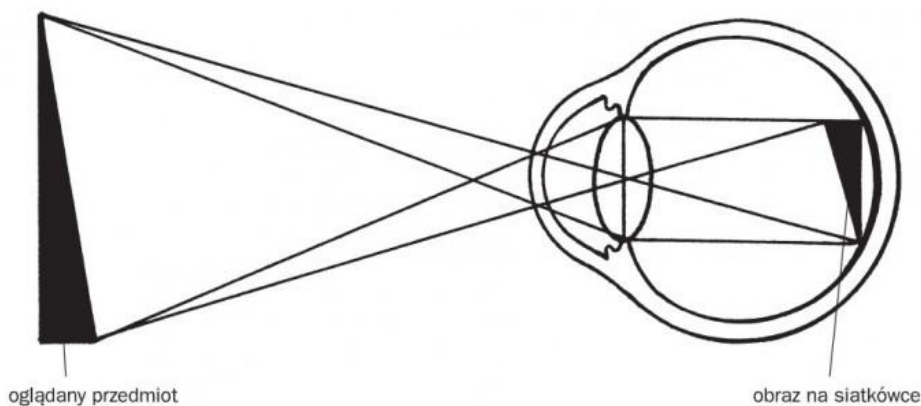
Receptory światłoczułe siatkówki:

1. Pręciki – bardzo czułe, odpowiadają za widzenie monochromatyczne i rozpoznawanie konturów
2. Czopki – rozpoznawanie kolorów i dokładnych kształtów, są mniej czułe od pręcików

Do pobudzenia fotoreceptorów: czopków i pręcików, które zawierają rodopsynę, dochodzi w obrębie siatkówki. Pod wpływem światła dochodzi do szeregu przemian chemicznych w wyniku których zostaje wygenerowany impuls nerwowy.

Plamka ślepa – jest miejscem, w którym nie ma czopków ani pręcików. W miejscu tym odchodzi nerw wzrokowy i obraz nie powstaje, jednak mózg sprytnie „dorabia” obraz tam gdzie go nie ma.

Jak powstaje obraz w oku?

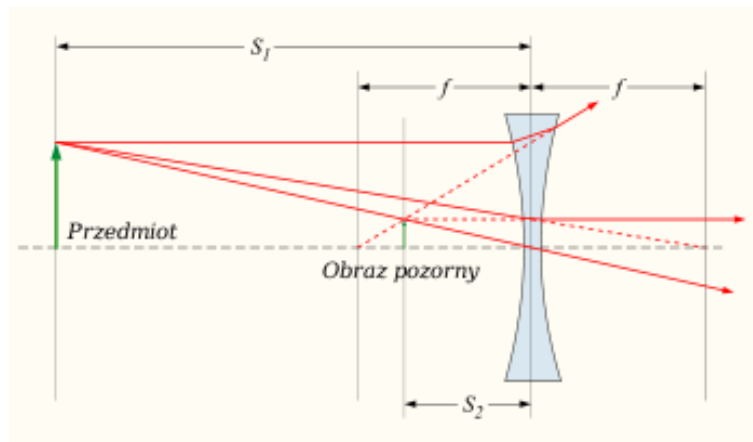
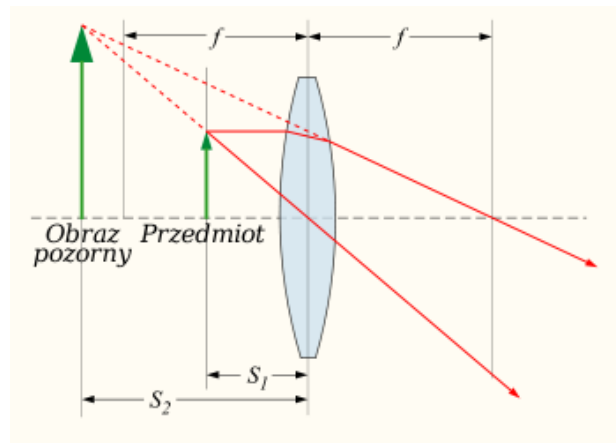


Promienie świetlne docierające do oka przechodzą kolejno przez:

rogówka (ulegają załamaniu) $\Rightarrow$ **przednia komora oka** $\Rightarrow$ **żrenica** $\Rightarrow$ **soczewka** (ulegają skupieniu) $\Rightarrow$ **ciałko szkliste** $\Rightarrow$ **siatkówka** (tworzą na niej obraz obiektu: rzeczywisty, odwrócony i pomniejszony)

Obraz rzeczywisty - obraz optyczny przedmiotu powstały w układzie optycznym na przecięciu promieni świetlnych (można go zobaczyć na ekranie).

Obraz pozorny - obraz optyczny przedmiotu powstały w układzie optycznym na przedłużeniu promieni świetlnych w kierunku przeciwnym do kierunku ich rozchodzenia się (nie można go zobaczyć na ekranie).



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

Wyznaczenie zdolności skupiającej soczewki w oparciu o wzór soczewkowy:

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

Soczewka to proste urządzenie optyczne, w której przynajmniej jedna z jej powierzchni roboczych jest zakrzywiona – np. jest wycinkiem sfery

Rodzaje soczewek:

Skupiająca: Obrazy mogą być rzeczywiste i pozorne, proste i odwrócone, powiększone i pomniejszone.

Rozpraszająca: Obrazy są zawsze pozorne, proste i pomniejszone. Wielkość obrazu rośnie, gdy przedmiot zbliżamy do soczewki.

Cylindryczna: powierzchnia nie jest częścią sfery, lecz jest częścią powierzchni cylindrycznej. Druga powierzchnia w tym rodzaju soczewek jest zwykle płaska. Powierzchnia cylindryczna odchyła promienie tylko w jednym kierunku, soczewka przekształca więc obraz punktu w linię, a nie w punkt jak soczewki sferyczne.

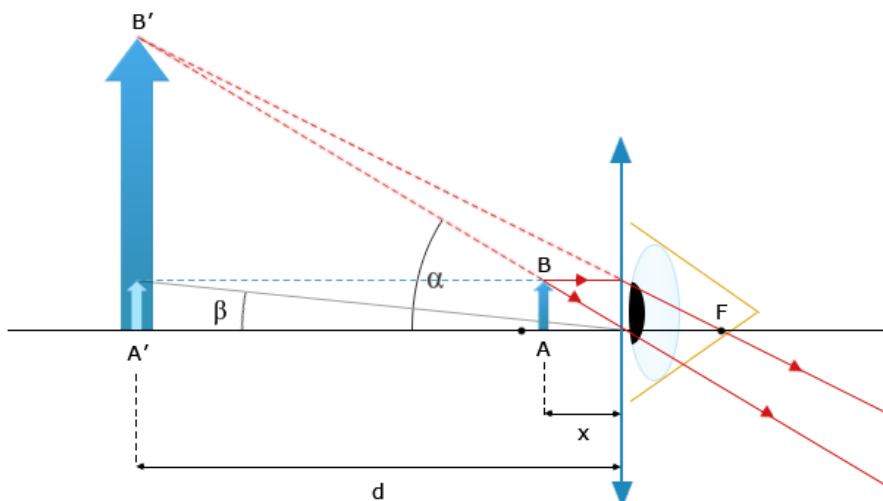
Ogniskowa – odległość ogniska od środka soczewki. Dla układów soczewkowych wyróżnia się ogniskową przednią f i tylną F , spełniona jest równość:

$$\frac{f}{n} = \frac{F}{N},$$

n, N - współczynniki załamania światła dla ośrodków odpowiednio przed i za układem optycznym.

Jeśli układ znajduje się w jednorodnym zewnętrznym ośrodku, to $f = F$. Odległość ogniskową danego układu optycznego określa jego powiększenie.

Powiększenie – lupa



Stosunek tych kątów nazywamy **powiększeniem kątowym p**

$$p = \frac{\alpha}{\beta}$$

Zastosowanie soczewki skupiającej poprzez umieszczenie jej pomiędzy okiem a obserwowanym przedmiotem w taki sposób, aby odległość od przedmiotu była mniejsza od ogniskowej, umożliwia nam takie zwiększenie kąta widzenia małych przedmiotów, jakiego nie można uzyskać przez zwykłe zbliżanie przedmiotu do oka.

α – kąt widzenia obrazu

β – kąt pod jakim widzielibyśmy przedmiot umieszczony w tej odległości

LITERATURA

1. Pilawski; Podstawy biofizyki
2. Adamczewski; Fizyka medyczna
3. T. Dryński; Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki
4. S. Mięgisz; Wybrane zagadnienia z biofizyki, cz. II (1996)
5. S. Mięgisz; Wybrane zagadnienia z biofizyki, (Volumed), (1998)
6. J. A. Barltrop, J.D. Coyle; Fotochemia