Oko jako optická soustava

Oko je schopno provádět několik transformací pro upravení své optické mohutnosti.

1. poloha oka - mění se tak, aby světelné záření dopadalo na sítnici na optickou osu oka (tj. na žlutou skvrnu). Při pozorném prohlížení detailů oko neustále kmitá.

Tento pohyb je částečně spojen podvědomě s pohybem celé hlavy.

2. adaptace - roztahováním a stahováním duhovky se reguluje množství světla dopadajícího do oka.

Stejným způsobem jako adaptace oka funguje clona u fotoaparátu.

Při náhlém zvýšení jasu světla, které dopadá do oka, se nejdříve smrští duhovka, během následujících 2 minut až 8 minut následuje tzv. **promptní adaptace**, při níž se snižuje citlivost receptorů na sítnici oka. Pak následuje **sekundární adaptace** trvající až 40 minut.

3. akomodace - zkracování a prodlužování oční čočky. Při zvětšené námaze (při velkém výdeji energie), se zvětšuje optická mohutnost oka zvětšením poloměrů křivosti oční čočky. To vede ke zmenšení ohniskové vzdálenosti oční čočky a ke snadnějšímu zaostření blízkých předmětů. Naopak při pohledu na vzdálené předměty oko odpočívá, tj. akomodace (a optická mohutnost oka) je nejmenší. Akomodace se uskutečňuje tak, že kruhový ciriální sval více či méně napíná čočku, čímž mění její zakřivení a tedy i optickou mohutnost.

Ohnisková vzdálenost oční čočky odpovídá vzdálenosti čočky od sítnice a činí přibližně 1,6 cm.

Z toho vyplývá optická mohutnost oka přibližně 62,5 D.

To platí při pozorování vzdálených předmětů, neboť obraz velmi vzdáleného předmětu vzniká v ohnisku, které se musí nacházet na sítnici. V případě pozorování předmětů v malé vzdálenosti od oka se ohnisko oční čočky přesouvá blíže k čočce - ostrý obraz, který vzniká za ohniskem čočky, musí přitom ležet na sítnici.

Oční čočka je dvojvypuklá spojka, jejíž index lomu se zvětšuje od povrchu dovnitř. Její vzdálenost od sítnice je stálá.

Rozsah vzdáleností, na které se může oko akomodovat, je určena dvěma body:

1. vzdálený bod oka - největší vzdálenost, při které se pozorovaný předmět zobrazí ostře. Pro zdravé oko se nachází v nekonečnu. Jeho poloha se může s rostoucím věkem měnit.
2. blízký bod oka - nejmenší vzdálenost pozorovaného předmětu, při níž se daný předmět zobrazí ostře a oko se přitom minimálně namáhá. Pro zdravé oko je tato vzdálenost maximálně 25 cm. Poloha blízkého bodu se s rostoucím věkem člověka mění tak, že blízký bod se posouvá dál od oka. S rostoucím věkem se totiž mění optická mohutnost oka, schopnost akomodace, složení a množství bílkovin v oku, ...

Posuv blízkého bodu směrem dál od oka se projeví tím, že lidé mají potom „krátké ruce na čtení novin“.

Vidění na vzdálenosti menší než 25 cm je namáhavé - akomodace oka je maximální a oko se brzy unaví. Vzdálenost, v níž můžeme pozorovat (číst, psát, ...) delší dobu bez větší námahy drobné předměty je právě $d = 25$ cm a nazývá se **konvenční zraková vzdálenost**.

Mezi nejčastější odchylky od vlastností normálního oka patří:

1. krátkozrakost (*myopie*) - vzdálený bod je v konečné vzdálenosti a blízký bod je posunutý blíže k oku. Krátkozraký člověk tedy vidí špatně na dálku. Obraz předmětu

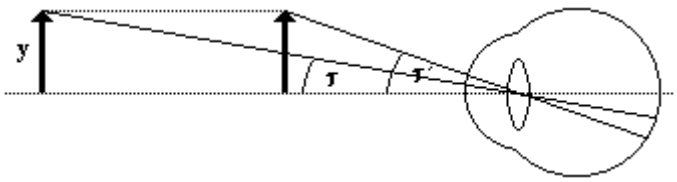
vzniká před sítnicí díky příliš velké optické mohutnosti oční čočky vzhledem k rozměrům oka. Korekcí je tedy třeba snížit optickou mohutnost celé soustavy (oko + další čočka), proto se používají rozptylky.

2. dalekozrakost (*hypermetropie*) - vzdálený bod je v nekonečnu a blízký bod ve větší vzdálenosti od oka než u zdravého oka. Dalekozraký člověk tedy vidí špatně blízké předměty. Obraz předmětu vzniká za sítnicí díky tomu, že optická mohutnost oční čočky je příliš malá vzhledem k rozměrům oka. Proto se jako korekce používají spojky.
3. vetchozrakost (*presbyopie*) - vada, která vzniká na základě toho, že optický aparát lidského oka ztrácí s postupujícím věkem svoji elasticitu a tím i schopnost zaostření (hlavně na blízko). Pak nezbývá než využít systému bifokálních skel vynalezených Benjaminem Franklinem. Bifokální čočka má v horní části vlastnost rozptylky, což umožňuje vidět na dálku, a ve spodní části vlastnost spojky, což umožňuje ostré vidění na blízko. Vetchozrakost postihuje každého člověka. První příznaky se mohou projevovat od 40. roku života.
4. astigmatismus - vada způsobená nepravidelným zakřivením oční rohovky nebo (ne tak často) oční čočky. Toto zakřivení způsobuje, že světelné paprsky dopadají na sítnici pod různým úhlem. Vidění je pak nejen neostré, nýbrž i deformované; část obrazu se totiž zobrazí před sítnici, část obrazu za sítnici. Astigmatismus vzniká většinou již v dětství, velký význam u této vady má dědičnost. Ke korekci astigmatismu se používají speciálně vybroušené čočky: tzv. cylindrické či torické.

Pro lepší pozorování předmětu (a jeho detailů) jej pozorujeme z menší vzdálenosti, čímž zvětšujeme **zorný úhel** ε (viz obr. 128).

ZORNÝ ÚHEL JE ÚHEL, KTERÝ SVÍRAJÍ OKRAJOVÉ PAPRSKY PŘEDMĚTU PROCHÁZEJÍCÍ STŘEDEM OČNÍ ČOČKY.

Čím je zorný úhel větší, tím zřetelněji vidíme detaily pozorovaného předmětu.



Obr. 128

Oko má ale omezenou rozlišovací schopnost, tj. existuje nejmenší zorný úhel, při němž dva body vnímáme odděleně. Při zmenšení zorného úhlu pod tuto hranici vnímáme bod jediný. Oko rozliší dva body, je-li $\varepsilon \geq 1'$. Při $\varepsilon < 1'$ body splývají. Při konvenční zrakové vzdálenosti tomu odpovídá vzájemná vzdálenost bodů 0,072 mm.

© Encyklopedie Fyziky (http://fyzika.jreichl.com); Jaroslav Reichl, Martin Všetička
Licence http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/ zakazuje úpravy a komerční distribuci.