

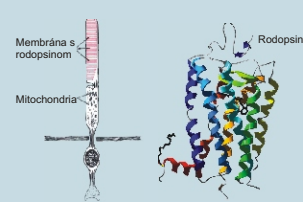
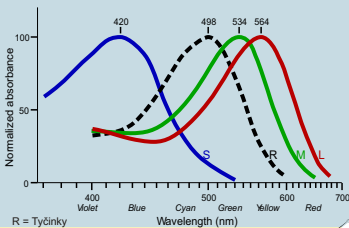
SENZORIKA

Zrak a jeho Fotoreceptory

Zrak je zmyslový orgán umožňujúci vnímať svetlo a jeho rôzne farby. Svetlocitlivé fotoreceptory oka voláme **tyčinky** a **čapíky**. Na sieťnici sa nachádza zhruba 120 miliónov tyčínok a 6 miliónov čapíkov.

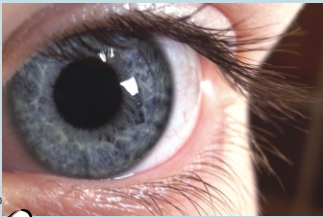
Tyčinky sú citlivejšie aj na slabé osvetlenie. Ich prah citlivosti je na úrovni 10^{-7} J, čo odpovedá energii jedného fotónu. Slúžia na **orientáciu** aj za slabého osvetlenia, avšak farby nedokážu rozpoznať. Vlastné vnímanie svetla je založené na citlivosti zrakového pigmentu - **rodopsinu** na svetlo. Dopadajúcim svetlom sa tento pigment rozkladá za vzniku elektrického signálu a tento vzruch sa prenáša do zrakových centier mozgu. Spätá chemická reakcia vzniká pri prechode zo svetla do tmy, z rozložených látok vzniká opäť rodopsin. Táto reakcia vyžaduje prítomnosť vitamínu A. Preto je dôležitý karotén (či mrkva) na dobré videnie.

Sprostredkovanie informácie o farbe je úlohou čapíkov. V ľudskom oku existujú tri druhy čapíkov, ktoré sa líšia farebnými pigmentami. Čapíky tak vnímajú červenú, zelenú a modrú farbu. Normálne videnie ľudí je teda trichromatické, vyskladané z týchto troch farieb.



K dokonalosti videnia je potrebný ešte **optický systém oka**: **rohovka** zvlazovaná vrstvou slz, **šošovka** obklopená komorovou vodou a **sklovec**. Touto optikou sa dopadajúci svetelný lúč láme tak, že na sieťnici oka sa premieta ostrý, zmenšený a prevrátený obraz pozorovaného predmetu.

Vzdialenosťou fotoreceptorov na sieťnici je daná zrková ostrosť, t.j. schopnosť rozpoznať dva body v priestore. Minimálny zorný uhol je v **žltej škvrne**, kde je najväčšie množstvo čapíkov. Najväčšia ostrosť je tu 1 uhlová minúta, keď vzdialenosť obrazov týchto dvoch bodov na sieťnici je iba 5µm. Medzi dvoma podráždenými svetlocitlivými bunkami je tak jedna nepodráždená.



Pre uvedenie si typických hodnôt osvetlenia uvádzame nasledujúcu tabuľku:

0,001 lx	svetlo dopadajúce na zem za bezmesačnej jasnej nočnej oblohy
0,25 lx	svetlo dopadajúce za splnu mesiaca pri jasnej oblohe
1 lx	svetlo sviečky (o svietivosti 1 cd) dopadajúce kolmo na plochu vo vzdialenosti 1 m
50 lx	tlmené svetlo v obývacej izbe
500 lx	typické osvetlenie kancelárií
32 000 lx až 100 000 lx	osvetlenie slnečným svetlom napoludnie v priemernom dni (min. až max.)

Ľudský zrak je taký adaptabilný, že dokážeme vnímať určité svetelné podnety ešte pri hladine osvetlenia 10^{-8} lx, samozrejme bez možnosti rozlišovať predmety; a naopak, sme schopní čítať výrazný text aj pri osvetlení 10^6 lx (pochopteľne za cenu výrazného nepohodlia).

Meranie OSVETLENIA

Svetlo vychádza zo zdroja, alebo sa odráža od predmetov (sekundárne zdroje), takže môžeme rozoznávať tvar, veľkosť, priestorové usporiadanie, vzdialenosť a pohyb týchto zdrojov. Zároveň vnímanie farbu a intenzitu tohto svetla.

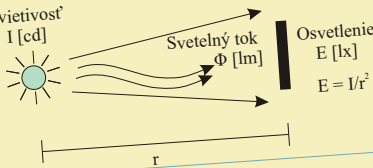
Schopnosť svetelných zdrojov vyžarovať svetlo je z fyzikálneho hľadiska charakterizovaná **SVIETIVOSŤOU I**. Jej jednotkou v sústave SI je kandela (1 cd).

Svetelná energia dopadajúca na povrch ľubovoľného predmetu sa prejaví jeho osvetlením. Množstvo dopadajúceho svetelného toku Φ na jednotku plochy ($1m^2$) voláme **OSVETLENOSŤ E** (illuminance). Hovorovo je to osvetlenie, ktorým má byť osvetlená napr. pracovná plocha. Jednotkou osvetlenia je 1 lux [lx]. Veľkosť 1 lx je definovaná ako svetelný tok o veľkosti 1 lm [lúmen] dopadajúci na plochu $1m^2$.

So vzdialenosťou plochy od svetelného zdroja osvetlenosť plochy klesá. Svetlo sa totiž šíri všetkými smermi do priestorového uhla. Celkové osvetlenie guľovej plochy vo vzdialenosti 1m od zdroja musí byť teda rovnaké ako celkové osvetlenie guľovej plochy vo vzdialenosti 2m. Veľkosť plochy je tu však 4krát väčšia ($\pi 2^2 / \pi 1^2$). Preto aj osvetlenie $1m^2$ je v tejto vzdialenosti 4krát menšie.

Napríklad klasická 100W žiarovka má svetelný tok 1400 lúmenov. Výsledné osvetlenie plochy vo vzdialenosti od tohto zdroja je nasledovné:

	1m	2m	3m	4m	5m	6m	7m	8m	9m	10m
lx	1400	350	155	87	56	39	28	22	17	14



Pre presné merania hodnôt osvetlenia sa používajú **Luxmetre**. Skladajú sa z prijímača s **fotočlánkom** alebo **fotodiodom** a z meracieho a vyhodnocovacieho systému. Fotočidlo premieňa dopadajúce svetlo na elektrický spracovateľný signál.

Laboratórne luxmetre s vysokou presnosťou sa používajú hlavne na overovanie technických vlastností zdrojov svetla. Komerčne predávané prístroje slúžia na meranie osvetlenia priestorov, overovanie požadovaných vlastností dodávaných svetelných sústav, či vo filmovom alebo fotografickom priemysle.

Osvetlenie merané Luxmetrom je vyjadrená vzhľadom ku schopnosti ľudského zraku vnímať rôzne intenzívne svetlo rôznych vlnových dĺžok. Svetlo mimo oblasti vnímania ľudského oka sa do meraného osvetlenia vôbec nezaratáva, lebo je pre ľudské oko neviditeľné. Ide teda o **fotometrickú veličinu**.

Hmat a Receptory TEPLOTY

Kožné receptory citlivé na teplo a chlad voláme tiež **termoreceptory**. Reagujú na absolútnu a relatívnu zmenu teploty.

Receptory citlivé na dodávané teplo sú na nervový systém napojené pomalšie ako receptory reagujúce na chlad. Informácie z nich sú dôležité pre mozog, ktorý zabezpečuje aby naše telo bolo na stálej optimálnej teplote a správne reagovalo na zmeny vonkajšej teploty, či na iné vnútorné pochody produkujúce teplo.

Receptory citlivé na chlad sú všade na povrchu tela, hlavne však na tvári, jazyku, ale aj na rohovke. Prvou reakciou človeka na chlad býva tzv. husia koža - postavenie sa chlpoť. Vytvára sa tak dodatočná izolačná vrstva. Následnou reakciou býva svalová triaška, keď telo dodatočným pohybom svalov získava potrebné teplo na zohriatie sa. Niektoré receptory citlivé na chlad však tiež reagujú rýchlou odozvou aj na teploty prevyšujúce 45°C.



Pri meraní teploty je potrebné pamätať na rýchlosť odovzdávania tepla a na tepelnú kapacitu meracieho čidla (jeho zotrvačnosť). Spolu tieto vlastnosti ovplyvňujú rýchlosť merania teploty.

Bez ohľadu na rýchle vyhodnocovanie meranej teploty teplomerom tak nemusíme hneď namerať skutočnú teplotu meraného predmetu. Preto sa pri meraní lekársym ortuťovým teplomerom meria aspoň 5 min.



Meranie TEPLOTY

Zariadenie slúžiace na meranie teploty nazývame teplomer. Prvý bol zostrojený až v 17. storočí.

Tradične je princíp teplomeru založený na tepelnej rozťažnosti niektorých látok, ktorých objem je výrazne závislý na teplote. Tieto teplomery sa volajú **dilatačné teplomery**. Typický predstaviteľ je ortuťový lekársky teplomer. Objemová rozťažnosť ortuť sa výrazne prejavuje v tenkej kapiláre, ktorá je kalibrovaná stupňami Celsia (35 až 42 °C). Kapilára je pri nádobke s ortuťou tak zúžená, že sa v tomto mieste pri poklese teploty ortuťový stĺpec pretrhne a teplomer tak stále ukazuje maximálnu nameranú teplotu (pred ďalším použitím sa musí teplomer „preklepať“). Okrem ortuťu sa u dilatačných teplomerov používa tiež lieh.

V súčasnosti však existujú aj ďalšie metódy zisťovania teploty:

Bimetalový teplomer - využíva bimetalový (dvojkový) pásik zložený z dvoch kovov s rôznymi teplotnými rozťažnosťami. Pri zmene teploty sa pásik ohýba a tento pohyb sa prenáša na ručičku prístroja,

Odporový teplomer - závislosť elektrického odporu vodiča alebo polovodiča sa mení s teplotou, meranie tejto zmeny sa vyhodnocuje citlivou elektronikou,

Termoelektrický teplomer (termočlánok) - využíva termoelektrický jav. Na spojení dvoch rôznych kovov sa mení s teplotou veľkosť vytvoreného termoelektrického napätia medzi kovmi.

Radiačný teplomer (Infrateplomer) - meria žiarenie vysielané telesom do okolia (napr. svetelné infračervené pasívne senzory).

Teplomer z tekutých kryštálov - pásik s teplotne závislými tekutými kryštálmi, ktoré menia svoje optické vlastnosti - farbu v závislosti od teploty.

