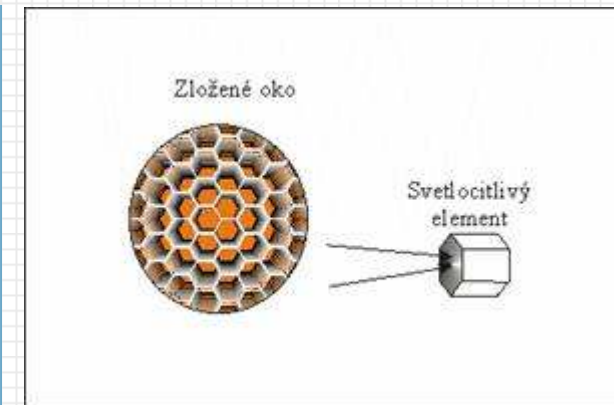
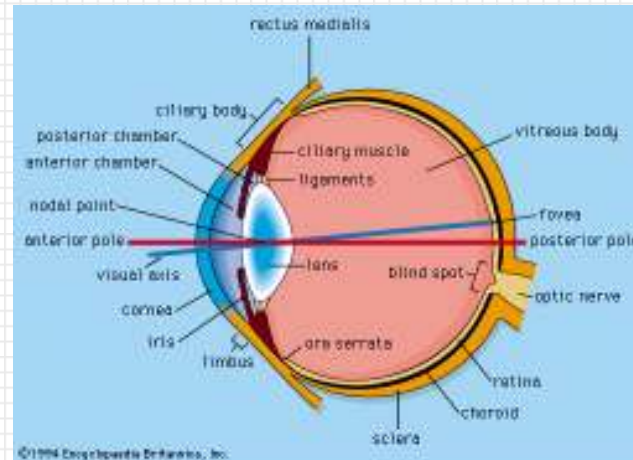


*Fyzikálna podstata svetla. Svetlo ako
elektromagnetické vlnenie.
Základné zákony geometrickej optiky.
Index lomu. Fermatov princíp. Snellov zákon.
Ohyb svetla na jednoduchej štrbine a na mriežke.*

Viditeľné spektrum elektromagnetického žiarenia



*Komorové oko človeka
(vysoká rozlišovacia schopnosť, malý uhol)*

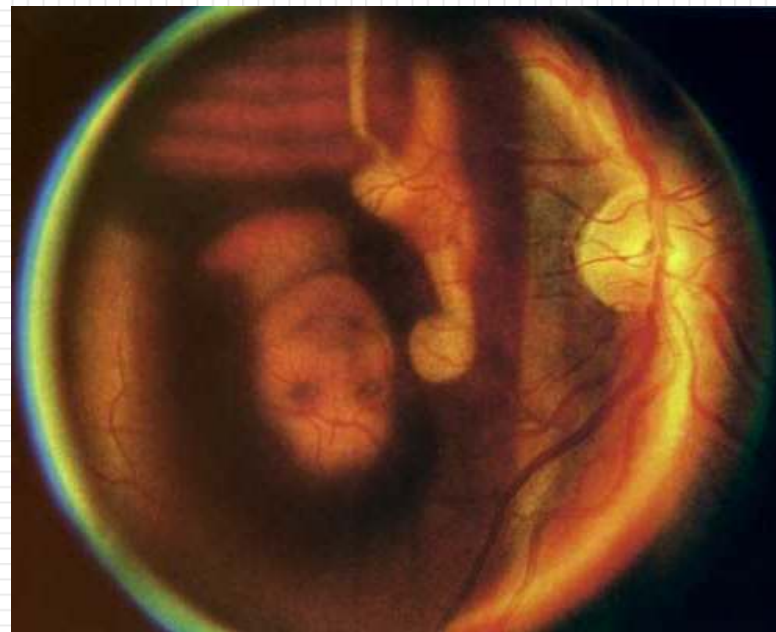
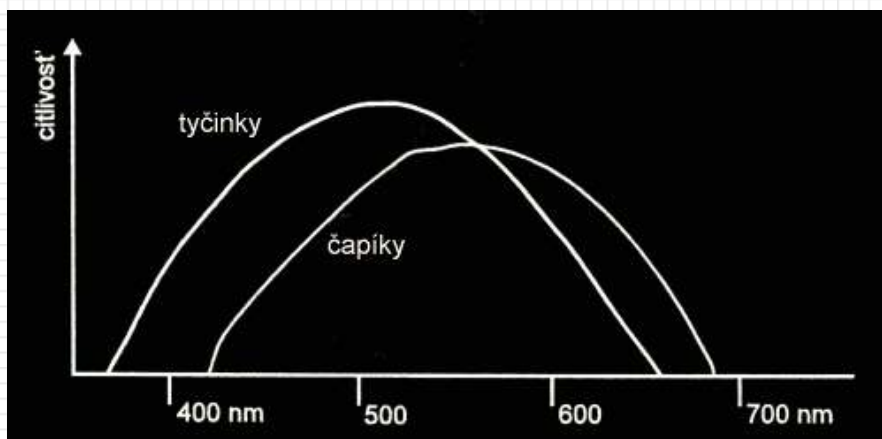
*Zložené oko hmyzu
(malá rozlišovacia schopnosť, dobrý uhol)*

Colour	Spektrálna citlivosť oka na denné svetlo (farebné videnie)
	Wavelength (nm) Frequency (THz) (10^{12} Hz)
Red	
Orange	
Yellow	
Green	
Blue	
Violet	

- sietnica**
- **tyčinky** - vysoká citlivosť na svetlo, nerozoznávajú farby
 - **čapíky** - menšia citlivosť na svetlo, rozoznávajú farby (5-7 mil.)
 - 3 druhy citlivé na rôzne farby (**modrofialová**, **zelená**, **žlto-červená**)

Tyčinky a čapíky sú rozptýlené po sietnici vo vzdialenosti 0,0025mm, čo limituje rozlišovaciu schopnosť oka. Najväčšia hustota čapíkov je v okolí tzv. žltej škvrny, ktorá je zhruba v optickej osi oka.

Adaptácia oka svetlo-tma – 3-10min. a tma svetlo 1-2min.

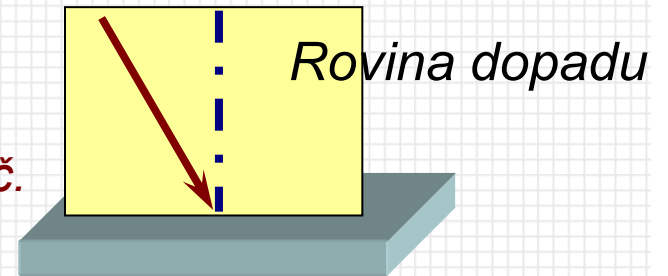


Základné zákony geometrickej optiky

Geometrická optika = náuka o optickom zobrazovaní

Čiara, pozdĺž ktorej sa šíri energia svetla je svetelný lúč.

Z bodové zdroja vychádzajú rozbiehavé - divergentné lúče.



***Zákon priamočiareho šírenia sa svetla:** Vo vákuu a v homogénnom prostredí sú svetelné lúče priamky.*

***Zákon nezávislosti svetelných lúčov:** Tým istým bodom môže prechádzať viac lúčov, ktoré sa navzájom neovplyvňujú.*

***Zákon odrazu svetla:** Pri odraze zostáva lúč v rovine dopadu a zvierá s kolmicou uhol odrazu α_2 rovný uhlu dopadu α_1 .*

***Zákon lomu svetla:** Pri lome zostáva lúč v rovine dopadu a zvierá sa kolmicou uhol lomu α_3 . Medzi uhlom dopadu a lomu platí Snellov zákon.*

Fermatov princíp, Snellov zákon

Svetelný lúč prechádzajúci z miesta A do miesta B sa šíri tak, aby čas prechodu bol minimálny.

čas potrebný na prechod z A do B

$$t = \frac{\sqrt{x^2 + y_1^2}}{v_1} + \frac{\sqrt{(d-x)^2 + y_2^2}}{v_2}$$

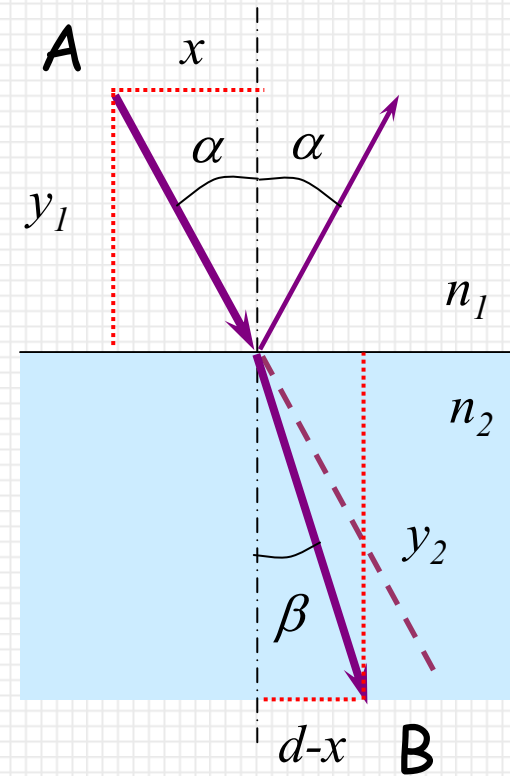
$$\frac{dt}{dx} = \frac{n_1}{c} \frac{1}{2} \frac{2x}{\sqrt{x^2 + y_1^2}} + \frac{n_2}{c} \frac{1}{2} \frac{2(d-x)(-1)}{\sqrt{(d-x)^2 + y_2^2}} = 0$$

$$\frac{n_1 x}{\sqrt{x^2 + y_1^2}} = \frac{n_2 (d-x)}{\sqrt{(d-x)^2 + y_2^2}}$$

$$n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta$$

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1}$$

Snellov zákon



$$\sin \alpha = \frac{x}{\sqrt{x^2 + y_1^2}}$$

$$\sin \beta = \frac{d-x}{\sqrt{(d-x)^2 + y_2^2}}$$

Kritický uhol, totálny odraz

Pri prechode lúča z opticky hustejšieho do opticky redšieho prostredia sa lúč láme od kolmice.

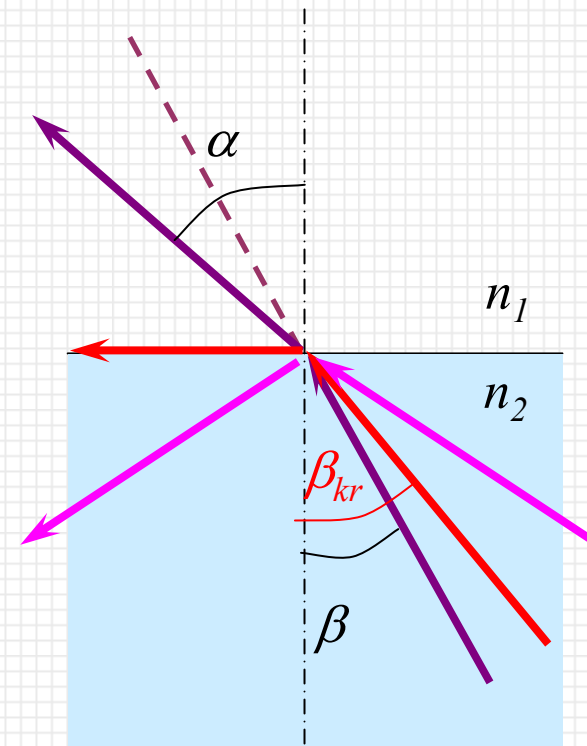
Platí **Snellov zákon**:
$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{\sin \beta}{\sin \alpha}$$

Zväčšovaním uhla dopadu narastá aj uhol lomu. Pri istej hodnote uhla dopadu, ktorý sa nazýva **kritický uhol**, lúč neprejde rozhraním.

$$\alpha = 90^\circ; \sin \alpha = 1$$

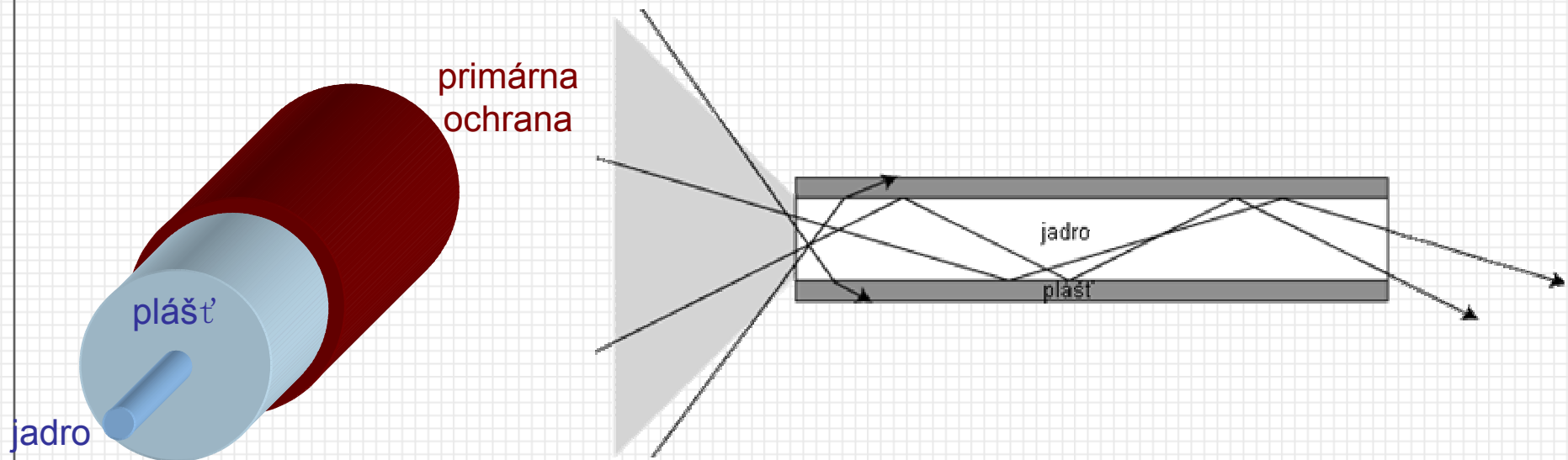
$$\beta_{kr} = \arcsin\left(\frac{n_1}{n_2}\right)$$

Pre uhly väčšie ako je kritický uhol dochádza k tzv. **totálnemu odrazu** (reflexii)



Vedenie svetla v optických vláknach

7

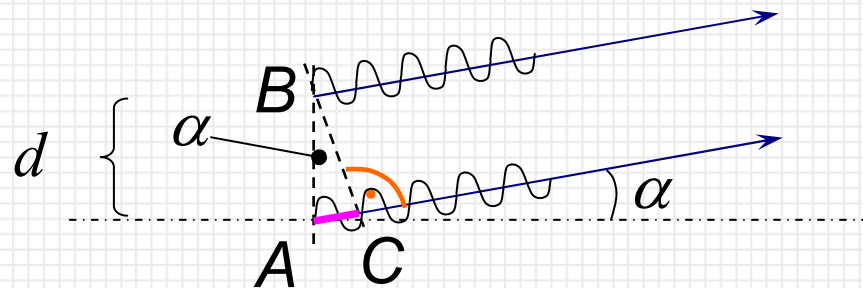
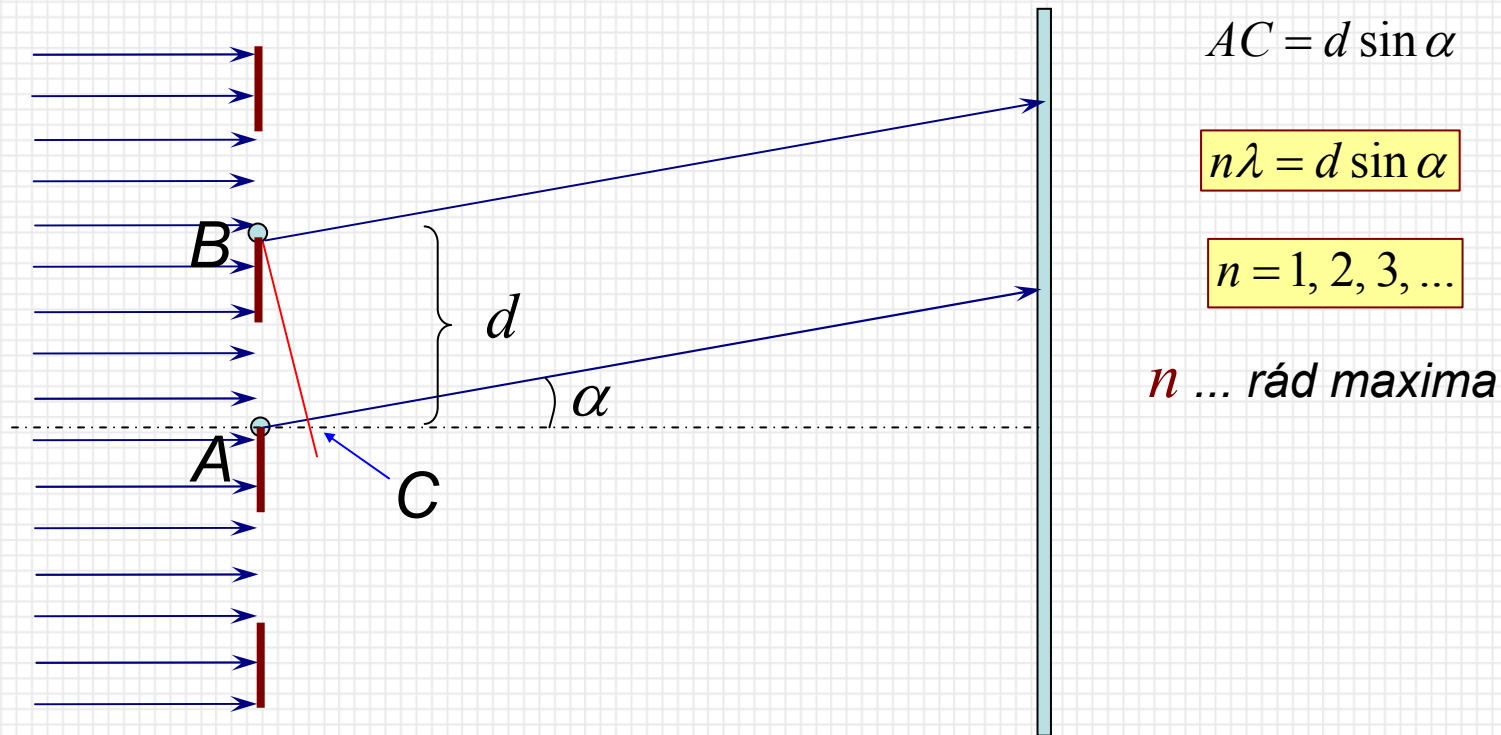


Rez optickým vláknom pre telekomunikačné aplikácie. Priemer plášťa je $\sim 100 - 150 \mu\text{m}$ a priemer jadra $\sim 10 \mu\text{m}$. Rozdiel indexu lomu medzi plášťom a jadrom asi 5 tisícín.

Šírenie sa svetla optickým vláknom na princípe úplného odrazu na rozhraní dvoch prostredí s rozdielnym indexom lomu.

Ohyb svetla na mriežke

d ... mriežková konštanta $N = \frac{1}{d}$ N ... počet vrypov na dĺžkovú jednotku



V prípade bieleho svetla je v priamom smere maximum nultého rádu. Fialová časť spektra je najbližšie k nultému rádu.

Index lomu

V reálnom prostredí je rýchlosť svetla menšia ako vo vákuu

$$v = \frac{1}{\sqrt{\epsilon\mu}} < c$$

$$n = \frac{c}{v}$$

$$n = f(\lambda)$$

$$n_{\text{červená}} < n_{\text{modrá}}$$

Index lomu niektorých látok pre vlnovú dĺžku
 $\lambda = 589 \text{ nm}$

Vodík	1.000132
Voda	1.333
Diamant	2.417

Závislosť indexu lomu od vlnovej dĺžky je **disperzia**

Interferencia svetla, Huygensov princíp

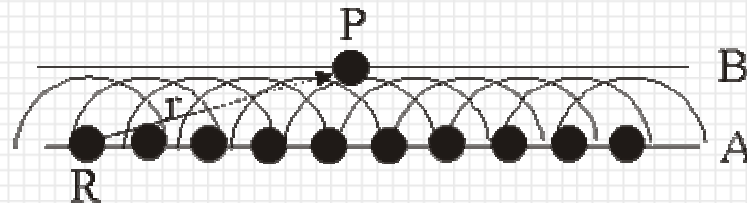
Interferencia elektromagnetického vlnenia, alebo svetla vzniká za rovnakých podmienok ako mechanického vlnenia.

Zdroje vlnenia musia byť **koherentné** (rovnaká frekvencia)

$$y(t) = y_A(t) + y_B(t)$$

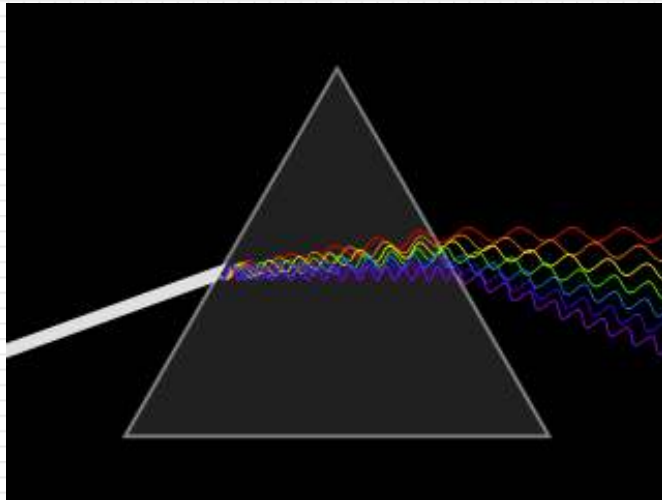
V prípade rovnakej fázy dostávame **konštruktívnu** interferenciu, resp. v prípade opačnej **deštruktívnu**.

Huygensov princíp - Christian Huygens (1629 – 1695) - princíp skladania svetelnej vlnoplochy pomocou guľových vln. Podľa tohto princípu sa svetelná vlnoplocha A šíri priestorom tak, že **každý bod vlnoplochy sa stáva elementárnym zdrojom žiarenia** – vysiela elementárnu guľovú vlnu. Vhodným poskladaním vzniká nová vlnoplocha B.

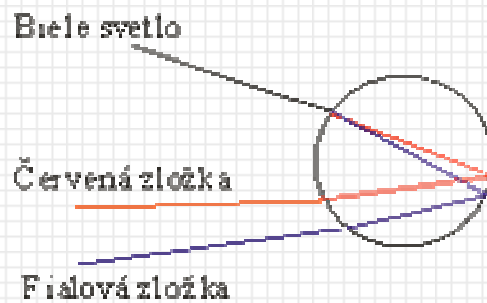


Dôsledky Fermatovho princípu - disperzia svetla

Príklady: Prechod svetla hranolom (posunutie dráhy lúča)
Zdanlivý obraz svetla za horizontom
Fatamorgána
Disperzia svetla



V dôsledku disperzie sa rozkladá svetlo na optickom hranole



Vznik dúhy na vodných kvapkách

