

# 08 - Optika a Akustika

Zvuk je mechanické vlnění v látkovém prostředí, které je schopno vyvolat sluchový vjem. Člověk je schopen vnímat vlnění o frekvenci 16 Hz až 20000 Hz (20kHz). Frekvenci nižší než 16 Hz má infrazvuk, slyší jej například sloni. Frekvenci vyšší než 20kHz má ultrazvuk, který vnímají například psi, delfíni nebo netopýři. Děje, které jsou spojeny se vznikem zvuku, jeho šířením a vnímáním, se nazývají **akustika**.



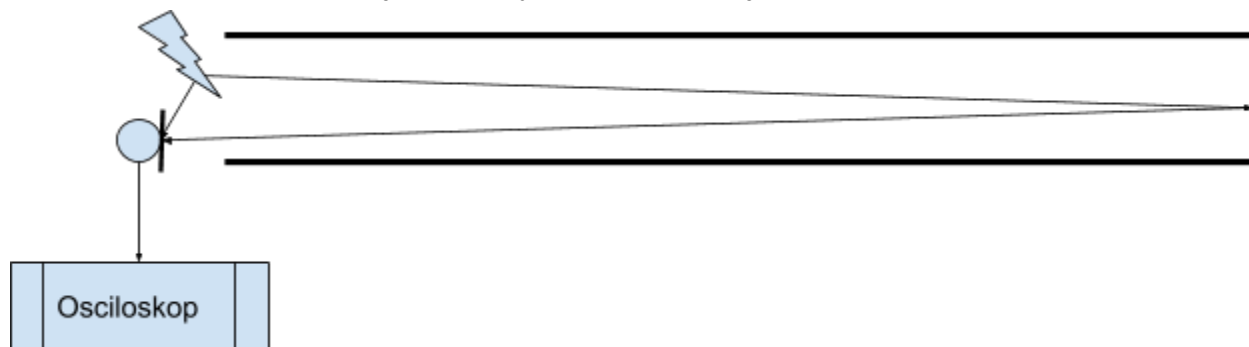
Hertz (značka Hz; celým slovem hertz, s malým h; výslovnost herc) je jednotkou frekvence (kmitočtu) v soustavě SI. Jde o odvozenou jednotku, která vyjadřuje, kolik cyklických (pravidelně se opakujících) dějů se odehraje za jednu sekundu; vyjádření v základních jednotkách je tedy  $s^{-1}$ . Jednotka je pojmenována podle fyzika Heinricha Hertze, badatele v oblasti elektromagnetických vln.

## Jak vypadá zvuk?

Načrtněte si jak vypadá časový průběh čistého tónu, a jak hluk (třeba mačkání papíru nebo křik). Který z nich je periodický a který neperiodický? Čím je určena výška tónu?

## Rychlost zvuku ve vzduchu

Stejně jako u světla je závislá rychlost šíření zvuku na prostředí. Přibližně určíme rychlost zvuku šířícím se vzduchem za pokojové teploty pomocí následujícího experimentu.



Délka trubice	Teplota vzduchu	Změřený čas	Vypočtená rychlost zvuku

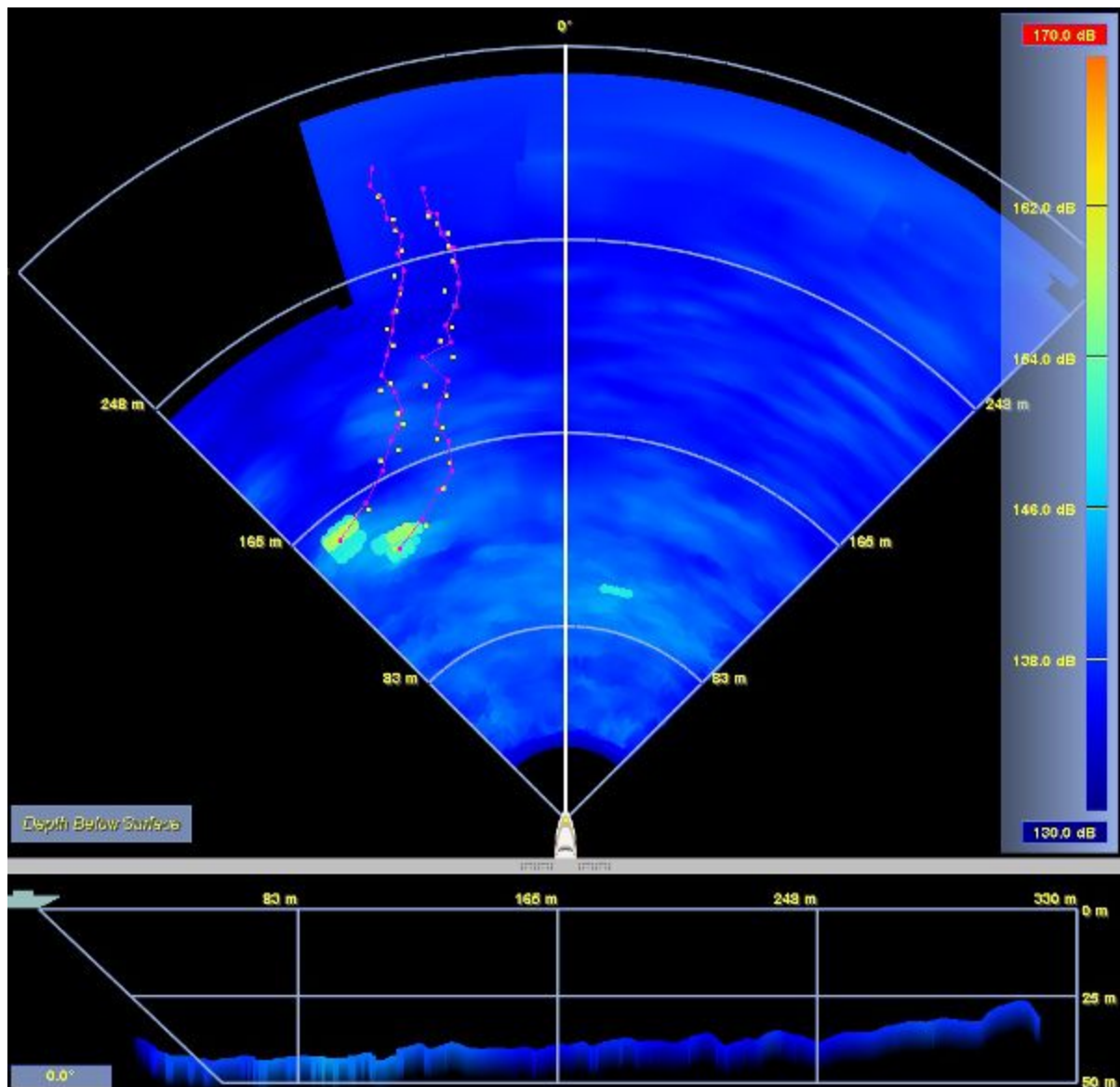
## Závislost rychlosti šíření zvuku vzduchem na teplotě

<b>T [°C]</b>	20	30	40	50	60
<b>v<sub>tab</sub> [m/s]</b>	343	349	355	360	366
<b>v [m/s]</b>					

## Šíření zvuku různými látkami / zvuková izolace?

<b>látka</b>	<b>Rychlost šíření zvuku [m/s]</b>
<b>vzduch</b>	
<b>voda</b>	1500
<b>led</b>	3200
<b>ocel</b>	5000

Jak vypadá sonar (SOund Navigation And Ranging)?



# Dopplerův jev

Movement of the source alters the wavelength and the received frequency of sound, even though source frequency and wave velocity are unchanged.

Stationary source of frequency  $f_{\text{source}}$

$$f_{\text{source}} = \frac{v}{\lambda}$$

Sound velocity  $v$

Source approaching:  $f'' = \frac{v}{\lambda''} = \frac{v}{v - v_s} f_{\text{source}}$   
 In period  $T$ , source moves closer by  $v_s T$ , so

Receding source:

$$f' = \frac{v}{\lambda'} = \frac{v}{v + v_s} f_{\text{source}}$$

Source velocity  $v_s$

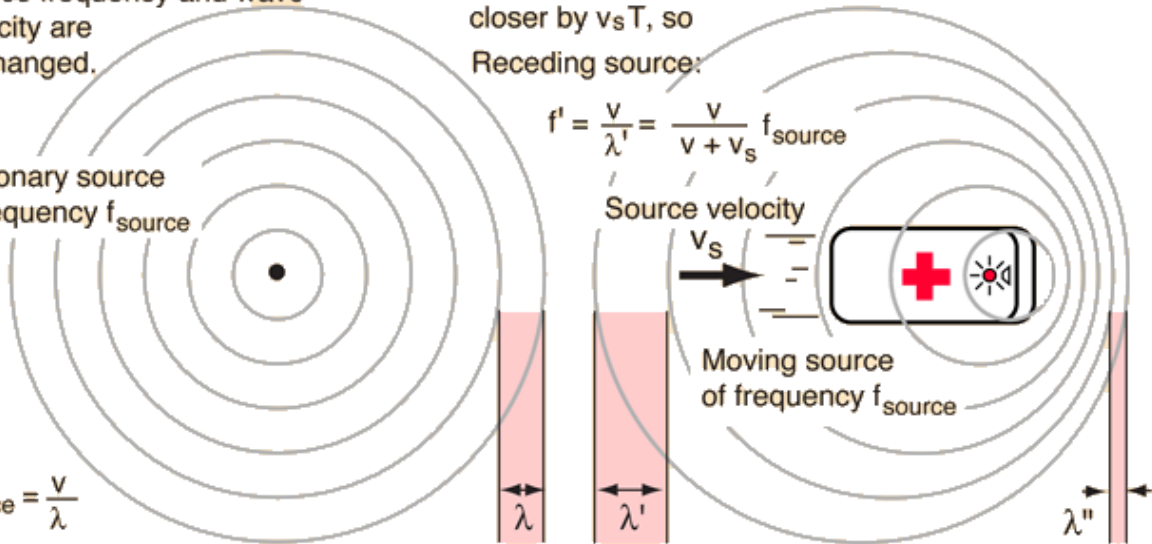
$v_s$

Moving source of frequency  $f_{\text{source}}$

$$\lambda = vT$$

$$\lambda' = (v + v_s)T$$

$$\lambda'' = (v - v_s)T$$



# Světlo

Nezkreslená věda: <https://www.youtube.com/watch?v=jp7nz-JMlnM> -

Světlo se chová zároveň jako (elektromagnetické) vlnění, i jako částice. Přesný popis (ale velmi složitý) je umožněn kvantovou fyzikou, resp. kvantovou elektrodynamikou. My se budeme zabývat především vlastnostmi vlnovými.

## Fotony

Z hlediska částicového je nosičem světla záření **foton**. Každý z těchto fotonů má jinou energii v závislosti na své vlnové délce (viz níže). Foton má mnoho zajímavých vlastností. Tak například:

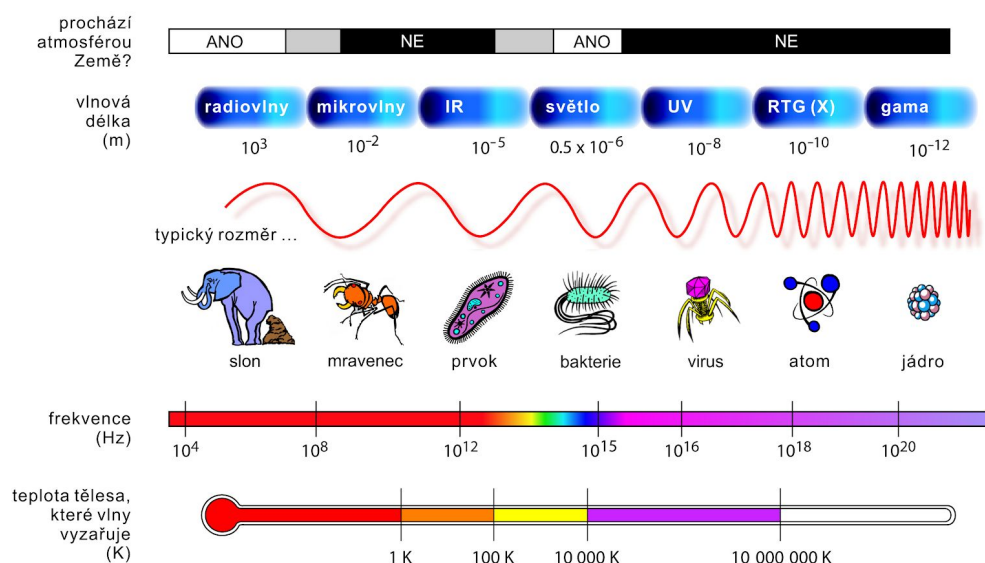
- Má nulovou klidovou hmotnost.
- Je neustále v pohybu, a to rychlostí světla v daném prostředí.

Vlnová délka je vzdálenost dvou bodů po dráze fotonu, se kterou se opakuje směr a velikost lokálního elektromagnetického pole jím neseného. S ní souvisí energie daného fotonu ***E*** a i frekvence ***f***. Je jen potřeba znát dvě základní fyzikální konstanty: **rychlost světla (*c*)** = 299 792 458 m/s a **Planckovu konstantu (*h*)** = 6,626×10<sup>-34</sup> J·s.

$$E = hf = \frac{hc}{\lambda}$$

Viditelné světlo je jenom jednou z oblastí tzv. elektromagnetického spektra (tou, na niž jsou zrovna citlivé oči lidí a jiných živočichů). Patří sem kromě něj mimo jiné radiové vlny (pro šíření televize, rozhlasu, mobilních sítí, Wi-Fi), infračervené a ultrafialové záření, ale i rentgenové i gama paprsky. Ze Slunce k nám přicházejí fotony všeho druhu, některé jsou blahodárné, některé škodlivé - naštěstí mezi nimi zemská atmosféra (pokud není ohrožena ozónovou dírou) celkem dobře vybírá a ty nejškodlivější nepropouští.

# ELEKTROMAGNETICKÉ SPEKTRUM



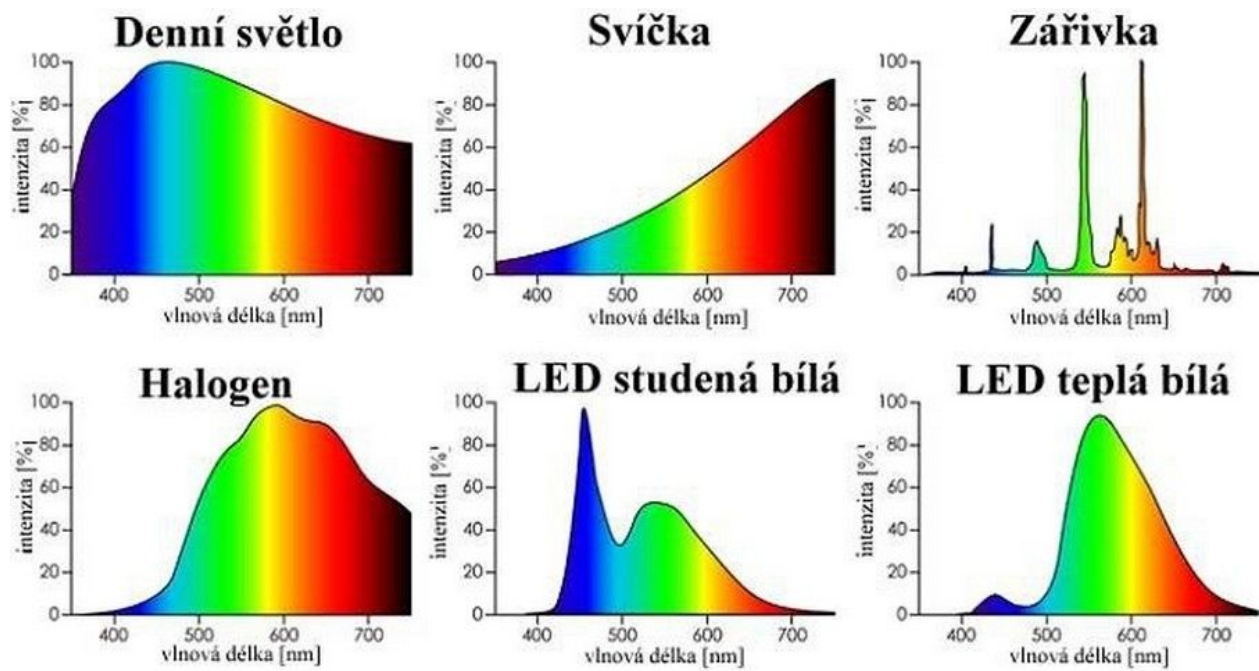
V samotném oboru viditelného světla pak různým vlnovým délkám odpovídají různé barvy. Všimněte si, že se jedná jen o barvy duhy - jiné barvy vznikají jejich skládáním.

## světelné spektrum

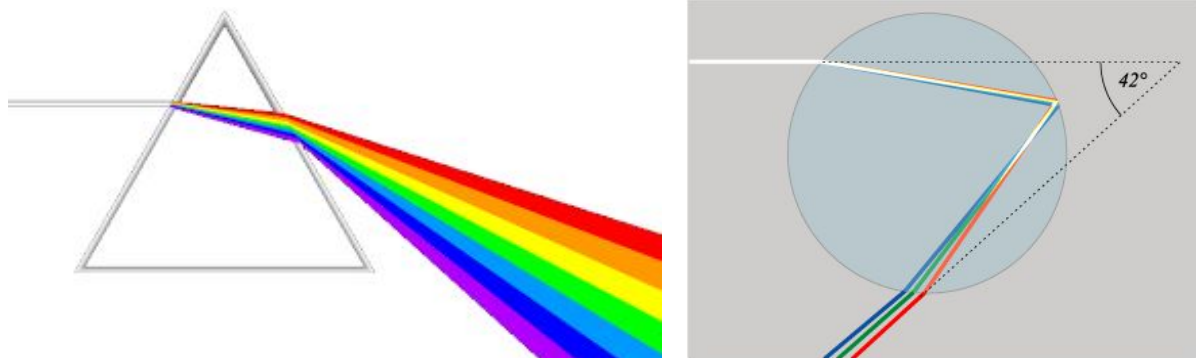
Barva	Vlnová délka
červená	625 až 740 nm
oranžová	590 až 625 nm
žlutá	565 až 590 nm
zelená	520 až 565 nm
azurová	500 až 520 nm
modrá	430 až 500 nm
fialová	380 až 430 nm

## Bílé světlo

Bílé světlo není přenášeno "bílymi" fotony, ve skutečnosti jde o směsku fotonů nejrůznějších barev (a tedy vlnových délek). Jistě jste si všimli, že různé zdroje světla vykreslují různé odstíny (teplejší či studenější). To souvisí s tím, že každý zářič vydává různé množství fotonů různých barev. Nejrovnoměrnější a nejpřirozenější spektrum má Slunce; vnitřní osvětlení různými žárovkami či zářivkami pak může vytvářet různé podivné barevné kombinace.



Když chcete rozložit bílé světlo, můžete na to použít hranol, na jeho hranách dochází k **lomu světla** - a protože se různé barvy lámou jinak intenzivně, dvěma vhodně vůči sobě postavenými skleněnými povrchy od sebe lze paprsky oddělit.



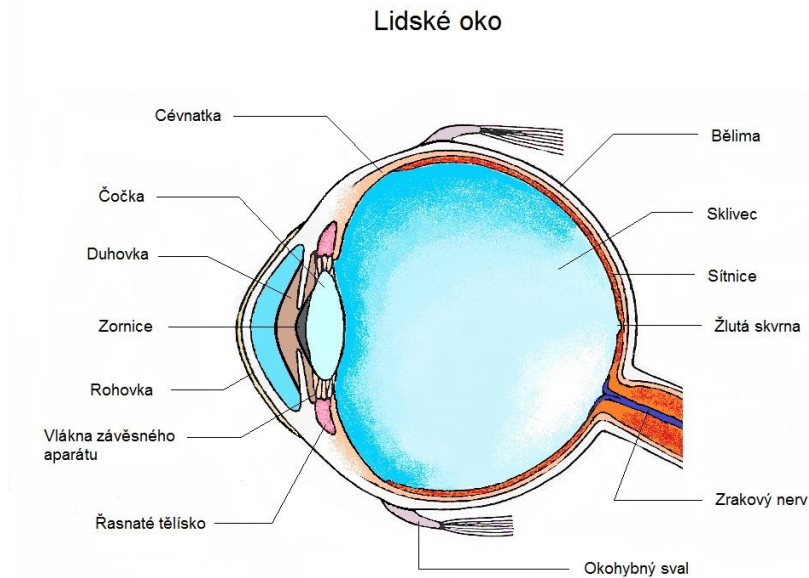
Podobným způsobem vzniká i duha, kde roli hranolu sehrají vodní kapky.

**Úloha:** Proč je obloha modrá?



# Oko

Oko je velmi složitý optický přístroj, který umožňuje regulovat množství světla, ostřit a ve spojení s mozkiem dopočítávat chybějící informace.

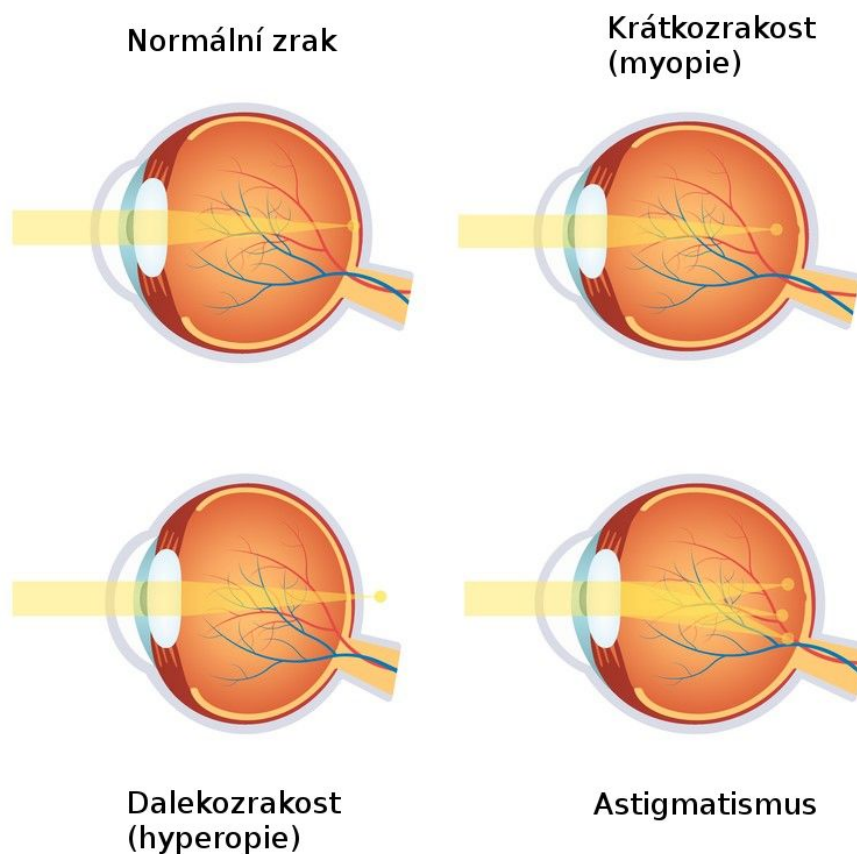


Na sítnici jsou dva druhy receptorů:

- **Čípky** - Dělí se na tři druhy, z nichž postupně mají největší citlivost v oblasti modrého, zeleného a červeného světla. Mají na starost barevné vidění. Není náhodou, že displeje různých přístrojů skládají obraz právě z těchto tří barev.
- **Tyčinky** - Tyto receptory vnímají jenom celkový jas. Jsou mnohem citlivější než čípky, ale nerozlišují mezi jednotlivými barvami. Jejich čas proto nastává v noci nebo obecně při nízké úrovni osvětlení.



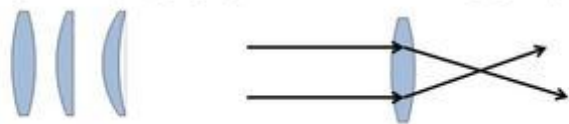
## Vady zraku



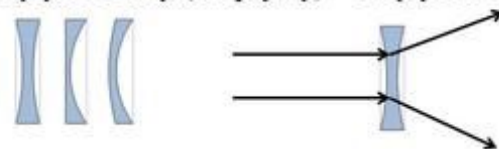
**Barvoslepost** je sice vada oka, ale neprojevuje se při vedení světla. Většinou je způsobena nedostatečným počtem nebo špatnou funkcí barevných čípků.

## Čočky

– Spojné čočky (**spojky**) – sbíhavé lomené paprsky



– Rozptylné čočky (**rozptylky**) – rozptýlené lomené paprsky



## Brýle

Brýle jsou vlastně jen obyčejné čočky, které se umisťují před oči, aby kompenzovaly jejich vady.

**Otázka:** Se kterými brýlemi je možné zapálit papír - těmi na blízko, nebo těmi na dálku?

## Fotoaparát

