

5.1.1 Světlo, šíření světla

Předpoklady: 3201, 3203, 4705

Optika = nauka o světle.

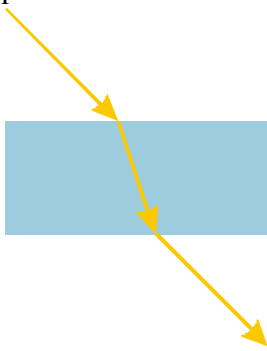
Světlo je část elektromagnetického vlnění, která má ve vakuu vlnovou délku od 790 nm do 390 nm = část zachytitelná okem.

⇒ Fyzikálně jde o část nauky o elektřině a magnetismu, ale kvůli obrovskému významu pro život (zrak je nejdůležitější smysl) a z historických důvodů (že světlo je elektromagnetické vlnění víme od konce 19. století) se optika bere jako samostatná část fyziky.

Historie optiky

17. století: dvě základní historické představy o světle (obě s velkými mezerami):

- **částicová teorie** (I. Newton) – světlo je proud částic
problém: Jak vysvětlit lom světla? Která síla urychluje částice při přechodu z jednoho prostředí do druhého?



- **vlnová teorie** (Ch. Huygens) – světlo je vlnění prostředí
problém: Co se vlastně vlní, když mezi Sluncem a Zemí nic není? Jak je možné, že nepozorujeme interferenci světla?

19. století

počátek století – pokusy s interferencí, ohybem a jinými vlnovými jevy u světla (dříve problém s malou vlnovou délkou) ⇒ přijata vlnová teorie

1861 – J.C. Maxwell – rovnice pro elektromagnetismus ⇒ světlo jsou elektromagnetické vlny určitého rozsahu frekvencí (vypadalo to jako definitivní potvrzení vlnové teorie)

20. století

jevy (například fotoelektrický jev), které nejdou vysvětlit jinak, než tím, že světlo je tvořeno proudem částic

⇒ i když to je na první pohled nesmyslné, světlo má obojí podstatu, v některých případech se chová jako vlnění v jiných jako proud částic ⇒ **kvantová teorie světla**

v celé kapitole o optice nám bude stačit představa světla jako vlnění

Některé pojmy:

Světelný zdroj : těleso, které vysílá světlo (světelná energie v nich vzniká přeměnou z jiného druhu energie)

Ostatní tělesa, která světlo nevydávají, vidíme, protože světlo odrážejí nebo rozptylují.

Tělesa, ze kterých do našeho oka nedopadá žádné světlo, nevidíme (například chodbu za zavřenými dveřmi).

Optické prostředí: prostředí, přes které se světlo šíří

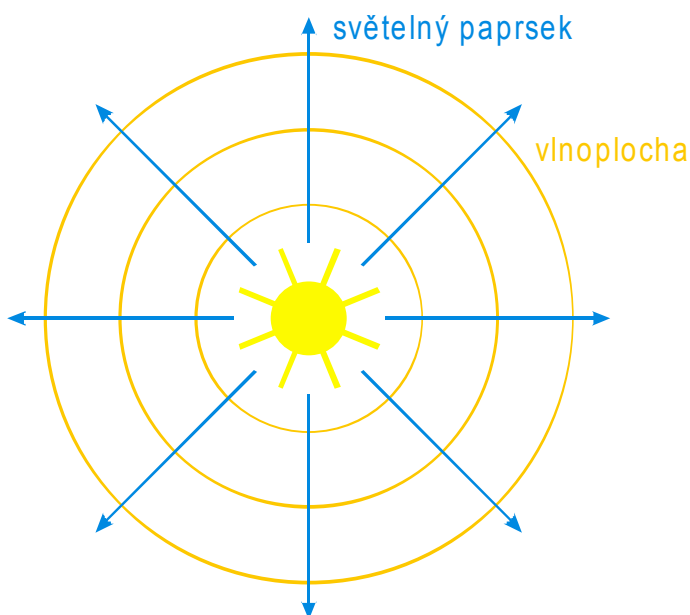
- **Průhledné prostředí** (vzduch, sklo)
světlo se šíří bez velkého zeslabení
- **Neprůhledné prostředí** (kovy, tabule, židle...)
nepropouští světlo, buď ho pohlcuje nebo odráží
- **Průsvitné prostředí** (mléčné sklo u žárovek)
světlo propouští, ale i rozptyluje světlo všemi směry

Poznámka: Rozdělení na průhledné a neprůhledné prostředí rozhodně není ostré. Často záleží pouze na tloušťce materiálu (například vrstva rybníční vody o tloušťce 5 cm je průhledná, do hloubky 2m už vidět není).

Stejnorodé prostředí má všude stejné optické vlastnosti.

Ve stejnorodém prostředí se světlo šíří přímočaře.

- Paprsek světla ve tmě (ale vidíme jej jenom díky prachu, který světlo z paprsku odráží do našeho oka)
- Kontrola rovnosti prkna
- Zaměřování u zbraní
- Laserová vodováha



Vlnoplochy – místa se stejnou fází

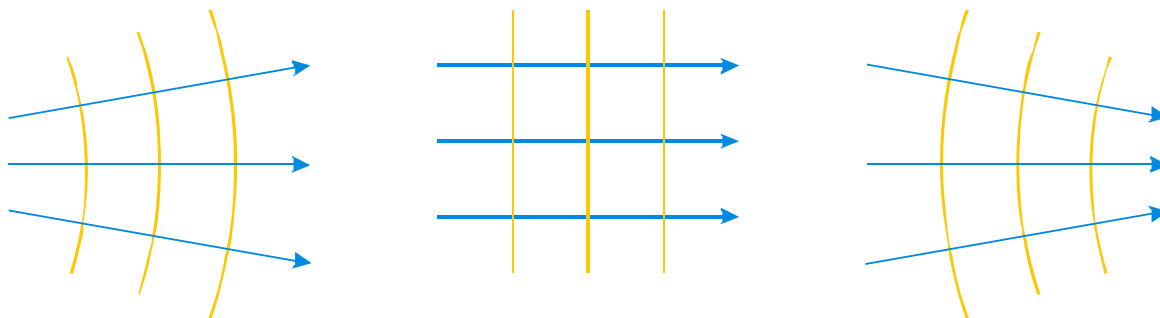
Světelný paprsek – směr kolmý na vlnoplochu, udává směr šíření světla

Světlo podle směru šíření:

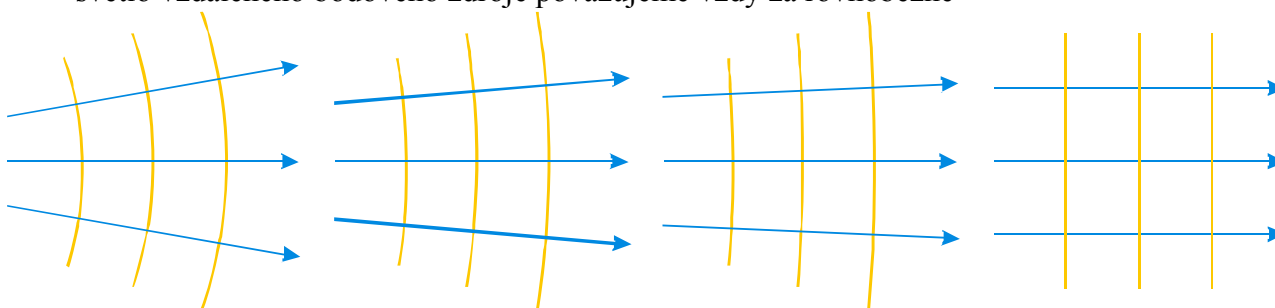
rozbíhavé

rovnoběžné

sbíhavé



Světlo bodového zdroje je rozbíhavé, ve větších vzdálenostech je míra rozbíhavosti čím dál menší
 \Rightarrow světlo vzdáleného bodového zdroje považujeme vždy za rovnoběžné



Princip nezávislého chodu paprsků

Světelné paprsky vycházející z různých zdrojů světla se navzájem mohou protínat, přesto se neovlivňují a postupují prostředím nezávisle jeden na druhém.

Poznámka: Že se světlo z různých zdrojů navzájem neovlivňuje (to znamená, že ani neinterferuje) je trochu divné (je přece vlněním). Vysvětlíme si to později.

Rychlost světla ve vakuu: $c = 299\,792\,458 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} = 300\,000 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$

- základní fyzikální konstanta, nezávisí na jiných veličinách
- nejvyšší možná rychlost hmotných objektů ve vesmíru
- základ pro definici metru (1 metr je dráha, kterou světlo urazí ve vakuu za $\frac{1}{299\,792\,458} \text{ s}$)

Rychlost světla v ostatních prostředích je menší než ve vakuu (například ve vodě $v = 225\,000 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$)

Př. 1: Urči dobu, za kterou přeletí paprsek světla Českou republiku z východu na západ. Kolikrát stihne urazit tuto vzdálenost za jednu sekundu?

Vzdálenost mezi nejzápadnějším a nejvýchodnějším územím republiky (pomocí měřítka na serveru www.mapy.cz) 490 km.

$$s = v \cdot t \Rightarrow t = \frac{s}{v} = \frac{490}{300000} \text{ s} = 1,6 \cdot 10^{-3} \text{ s}$$

za 1 sekundu urazí světlo tuto vzdálenost více než 600 krát.

Př. 2: Urči frekvenční rozsah viditelného světla (vlnové délky ve vakuu od 790 nm do 390 nm). Jak se změní vlnová délka světla ve vodě?

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \quad , \quad \lambda_1 = 790 \text{ nm} = 790 \cdot 10^{-9} \text{ m} \quad , \quad \lambda_2 = 390 \text{ nm} = 390 \cdot 10^{-9} \text{ m}$$

Vztah mezi vlnovou délkou a rychlostí šíření: $\lambda = v \cdot T = \frac{v \cdot 1}{f} \Rightarrow f = \frac{v}{\lambda}$

Dosazení: $f_1 = \frac{c}{\lambda_1} = \frac{3 \cdot 10^8}{790 \cdot 10^{-9}} \text{ Hz} = 3,80 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$

$$f_2 = \frac{c}{\lambda_2} = \frac{3 \cdot 10^8}{390 \cdot 10^{-9}} \text{ Hz} = 7,70 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

Obě frekvence jsou nepředstavitelně velké.

Shrnutí: Světlo je přímočaře se šířící vlnění.