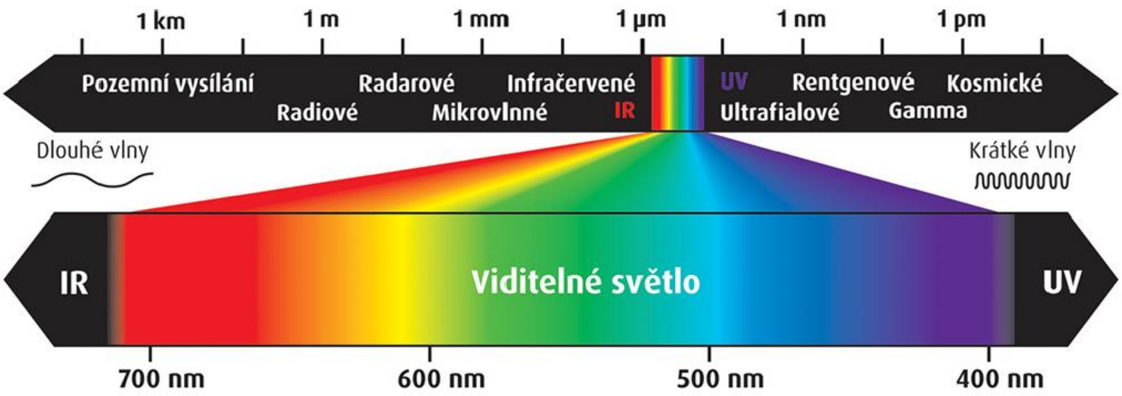
Fyzika II

Optika



- Koherenční délka $s_c \approx \dfrac{\lambda^2}{\Delta\lambda}$
- Dva zdroje vln interagujících v bodě P $\hat{\boldsymbol{E}}_1(s_1,t) = \boldsymbol{E}_{01} e^{\mathrm{j}(ks_1 - \omega t + \varphi_1(t))}$

  $$\hat{\boldsymbol{E}}_2(s_2,t) = \boldsymbol{E}_{02} e^{\mathrm{j}(ks_2 - \omega t + \varphi_2(t))}$$
- Interferenční rovnice $I = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2}\cos\alpha\cos[k(s_2 - s_1)]$
- Podmínka maxima

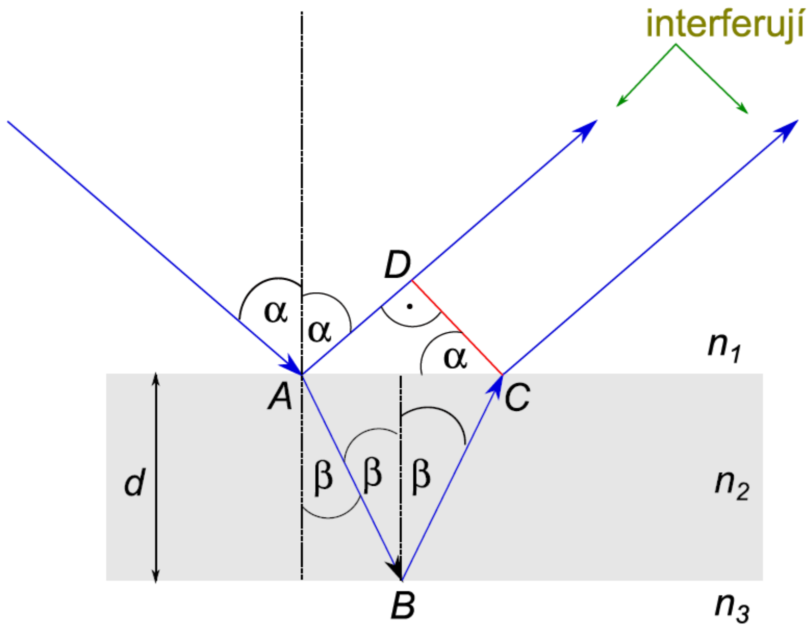
  $$\boxed{\frac{k\Delta s}{2} = m\pi} \quad \Rightarrow \quad \Delta s = \frac{2\pi m}{k} = \frac{2\pi m\lambda}{2\pi} = m\lambda \Rightarrow$$

  $$\boxed{\Delta s = m\lambda} \quad |m| = 0, 1, 2, \ldots$$
- Podmínka minima

  $$\boxed{\frac{k\Delta s}{2} = (2m+1)\frac{\pi}{2}} \quad \Rightarrow \quad \Delta s = \frac{(2m+1)\pi}{k} = \frac{(2m+1)\pi\lambda}{2\pi} = (2m+1)\frac{\lambda}{2} \Rightarrow$$

  $$\boxed{\Delta s = (2m+1)\frac{\lambda}{2}} \quad |m| = 0, 1, 2, \ldots$$
- Konstruktivní interference $I > I_1 + I_2$
- Destruktivní interference $I < I_1 + I_2$
- Dráhový rozdíl, u kterého nepozorujeme interferenci $\Delta s > s_c$

- Youngův pokus
  - Poloha maxima $y_{max} = \frac{md\lambda}{2a}$
  - Poloha minima $y_{min} = \frac{(2m+1)d\lambda}{4a}$
  - Sousední maxima $y_{max,(m+1)} - y_{max,m} = \frac{(m+1)d\lambda}{2a} - \frac{md\lambda}{2a} = \frac{d\lambda}{2a}$
- Optická dráha $\ell = ns$
  - Vzdálenost, kterou by světlo urazilo za stejnou dobu ve vakuu
  - Z optické dráhy vyplývá $k = nk_0$ $\lambda = \frac{\lambda_0}{n}$
- Fázový posun o π pro úhly α < 30° $n_1 = n_3 > n_2$ $n_1 = n_3 < n_2$
- Fázový posun se nekoná pro $n_1 > n_2 > n_3$ $n_1 < n_2 < n_3$
- Optický dráhový rozdíl na planparalelní destičce



  - Poloha maxima

$$d n_2 \cos\beta = (2m+1)\frac{\lambda_0}{4}\,, \quad m = 0, 1, 2, \dots$$

  - Poloha minima

$$d n_2 \cos\beta = 2m\frac{\lambda_0}{4}\,, \quad m = 1, 2, 3 \dots$$

- Ohyb světla (difrakce)
  - Helmoholtzova rovnice $\nabla^2 \hat{\mathcal{E}}(\mathbf{r}) + k^2 \hat{\mathcal{E}}(\mathbf{r}) = 0$
  - Huygensův-Fresnelův integrál vyjádřený pomocí inklinačního faktoru K

$$\hat{\mathcal{E}}(P) = -\frac{\mathrm{j}k\hat{\mathcal{E}}_0}{2\pi} \iint\limits_{S_A} K(\theta) \frac{e^{\mathrm{j}kr}}{r} \mathrm{d}S$$

    - Blízkost osy apertury

$$K(\theta) \approx 1 \qquad \hat{\mathcal{E}}(P) = -\frac{\mathrm{j}k}{2\pi}\hat{\mathcal{E}}_0 \iint\limits_{S_A} \frac{e^{\mathrm{j}kr}}{r} \mathrm{d}S$$

- Fresnelova difrakce

Fresnelova difrakce - buď zdroj nebo místo pozorování či obojí jsou poměrně blízko apertury, takže je nutné brát v úvahu konečnou křivost čela příslušné vlny.

- Fraunhoferova difrakce

Fraunhoferova difrakce - jak zdroj, tak místo pozorování jsou od apertury dostatečně vzdáleny, což nás opravňuje považovat dopadající (primární) vlnu za rovinnou (vlastně se jedná o jistý případ Fresnelovy difrakce). Přibližně pro posouzení, zda budeme pozorovat Fraunhoferovu difrakci, lze použít následující relace

$$L > \frac{a^2}{\lambda}\,,$$

kde L představuje kratší vzdálenost mezi stínítkem s aperturou (nebo překážkou) a zdrojem, resp. stínítkem, kde pozorujeme difrakční obraz. Symbol a representuje největší z rozměrů apertury, resp. překážky, a λ je vlnová délka světla.

- Fraunhoferova difrakce na obdélníkové apertuře

$$I(P) \equiv I(\alpha,\beta) = \frac{\hat{\mathcal{E}}(P)\hat{\mathcal{E}}^*(P)}{2Z} = I_0 \left(\frac{\sin\alpha}{\alpha}\right)^2 \left(\frac{\sin\beta}{\beta}\right)^2$$

- Fermatův princip
  - Světlo se šíří podél takových paprsků, že dráhu mezi dvěma body urazí za nejkratší čas.

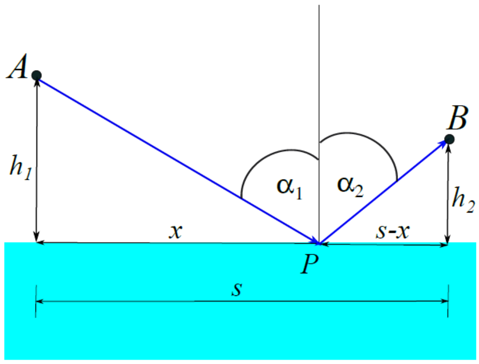
- Zákon odrazu a lomu

$$t = \frac{\overline{AP}}{c} + \frac{\overline{PB}}{c}$$

$$t = \frac{\sqrt{x^2 + h_1^2}}{c} + \frac{\sqrt{(s-x)^2 + h_2^2}}{c} = t(x)$$

$$\frac{\mathrm{d}t(x)}{\mathrm{d}x} = \frac{x}{c\sqrt{x^2 + h_1^2}} - \frac{s-x}{c\sqrt{(s-x)^2 + h_2^2}} = 0$$

$$\frac{x}{c\sqrt{x^2 + h_1^2}} = \frac{s-x}{c\sqrt{(s-x)^2 + h_2^2}}$$



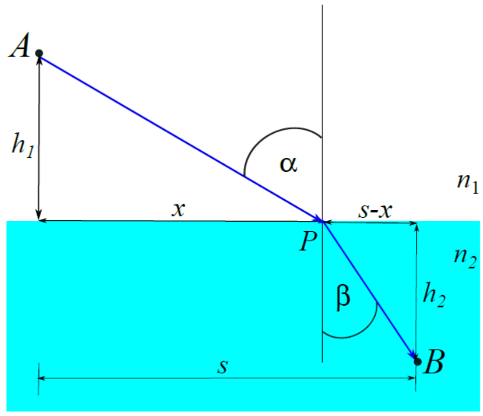
$$\sin\alpha_1 = \sin\alpha_2 \qquad \alpha_1 = \alpha_2$$

- Zákon lomu (Snellův zákon)

$$t = \frac{\overline{AP}}{c_1} + \frac{\overline{PB}}{c_2}$$

$$t = \frac{\sqrt{x^2 + h_1^2}}{c_1} + \frac{\sqrt{(s-x)^2 + h_2^2}}{c_2} = t(x)$$

$$\frac{\mathrm{d}t(x)}{\mathrm{d}x} = \frac{x}{c_1\sqrt{x^2 + h_1^2}} - \frac{s-x}{c_2\sqrt{(s-x)^2 + h_2^2}} = 0$$



$$\frac{x}{c_1\sqrt{x^2 + h_1^2}} = \frac{s-x}{c_2\sqrt{(s-x)^2 + h_2^2}} \qquad \frac{\sin\alpha}{c_1} = \frac{\sin\beta}{c_2} \qquad n_1 \sin\alpha = n_2 \sin\beta$$

  - Relativní index lomu $\quad n = n_2/n_1 \qquad \sin\alpha = n\sin\beta$

- Paraxiální aproximace

$$\frac{n_1}{L_o} + \frac{n_2}{L_i} = \frac{1}{R}\left(\frac{n_2 s_i}{L_i} - \frac{n_1 s_o}{L_o}\right)$$

$$L_i \approx s_i, \; L_o \approx s_o$$

  - Zobrazovací rovnice pro lom na kulové ploše $\quad \dfrac{n_1}{s_o} + \dfrac{n_2}{s_i} = \dfrac{n_2 - n_1}{R}$

    - Bod P umístěný do nekonečna (bod Z se zobrazí v nekonečnu)

$$s_o \equiv f_o = \frac{n_1}{n_2 - n_1} R$$

- Bod Z umístěný do nekonečna

$$s_i \equiv f_i = \frac{n_2}{n_2 - n_1} R$$

- Poměr ohniskových vzdáleností $n_1 f_i = n_2 f_o$

- Zobrazovací rovnice široké čočky

$$\frac{n_m}{s_{o1}} + \frac{n_m}{s_{i2}} = (n_č - n_m)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right) + \frac{n_č d}{(s_{i1} - d)s_{i1}}$$

- Zobrazovací rovnice tenké čočky

$$\frac{1}{s_o} + \frac{1}{s_i} = \frac{n_č - n_m}{n_m}\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right) \qquad \frac{1}{s_o} + \frac{1}{s_i} = \frac{1}{f}$$

- Optická mohutnost $\varphi = \frac{1}{f}$ (D)

- Příčné zvětšení $M = \frac{y_i}{y_o}$

- Zobrazovací rovnice kulového zrcadla $\frac{1}{s_o} + \frac{1}{s_i} = -\frac{2}{R}$ $\quad f = -\frac{R}{2}$

  - Znaménková konvence

s_o, f	+ nalevo od V
s_i, f	+ nalevo od V
R	+ střed je napravo od V (konvexní)
y_o, y_i	+ nad optickou osou