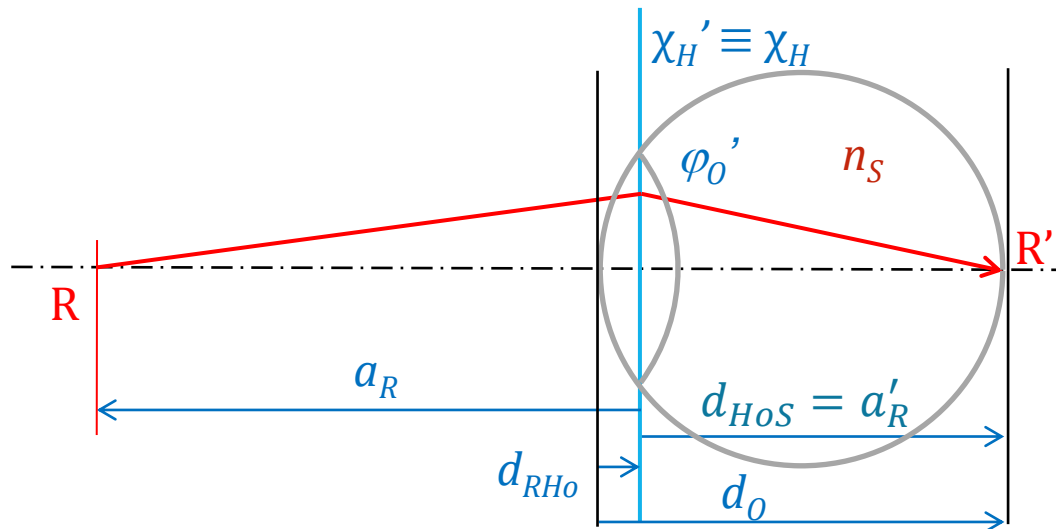


**povaha axiální refrakce
velikost obrazu na sítnici
aniseikonie**

dvě formy ametropie



$$\varphi'^E = 58,64 \text{ D}$$

$$d_O^E = 24,385 \text{ mm}$$

$$d_{RHO} = 1,602 \text{ mm}$$

$$a_R^E \rightarrow \infty$$

$$n_S = 1,336$$

$$\frac{n_S}{a'_R} = \frac{1}{a_R} + \varphi'_O \quad \Rightarrow \quad A_R = \frac{1}{a_R} = \frac{n_S}{d_{HoS}} - \varphi'_O$$

celková ametropie: $A_R = A_{RO} + A_{RS}$

systemová ametropie: $A_{RS} = \varphi'^E - \varphi'_O$

osová ametropie: $A_{RO} = A_R - A_{RS} = \frac{n_S}{d_{HoS}} - \varphi'^E$

Příklad 1:

$$d_o = 30 \text{ mm} = 0,03 \text{ m} ; \varphi_o' = 50 \text{ D}$$

$$\text{celková ametropie: } A_R = \frac{n_s}{d_{Hos}} - \varphi_o' = \frac{1,336}{0,03 - 0,001602} \text{ D} - 50 \text{ D} = \underline{\underline{-2,95 \text{ D}}}$$
$$\Rightarrow a_R = \frac{1}{A_R} = \underline{\underline{-339 \text{ mm}}}$$

$$\text{systemová ametropie: } A_{RS} = \varphi_o'^E - \varphi_o' = 58,64 \text{ D} - 50,0 \text{ D} = \underline{\underline{+8,64 \text{ D}}}$$

$$\text{osová ametropie: } A_{Ro} = \frac{n_s}{d_{Hos}} - \varphi_o'^E = \underline{\underline{-11,59 \text{ D}}}$$

Příklad 2:

$$\text{Gullstrandovo oko: } A_R = \frac{n_s}{d_{Hos}} - \varphi_o' = \frac{1,336}{0,024 - 0,001602} \text{ D} - 58,64 \text{ D}$$

$$d_o = 24 \text{ mm}$$

$$\varphi_o' = 58,64 \text{ D}$$

$$A_R = \underline{\underline{+1,008 \text{ D}}} \text{ (hypermetropie)}$$

$$A_{RS} = \underline{\underline{0 \text{ D}}} \quad A_{Ro} = \underline{\underline{+1,008 \text{ D}}}$$

Příklad 3:

Upravené Gullstrandovo oko

$$d_o = d_o^E = 24,385 \text{ mm}$$

$$\varphi_o' = 58,64 \text{ D}$$

$$A_R = 0 \text{ D}$$

$$A_{RS} = A_{Ro} = 0 \text{ D}$$

$$\begin{aligned} \varphi_o'^E &= 58,64 \text{ D} \\ d_o^E &= 24,385 \text{ mm} \\ d_{RHo} &= 1,602 \text{ mm} \\ a_R^E &\rightarrow \infty \\ n_s &= 1,336 \end{aligned}$$

emetropická křivka

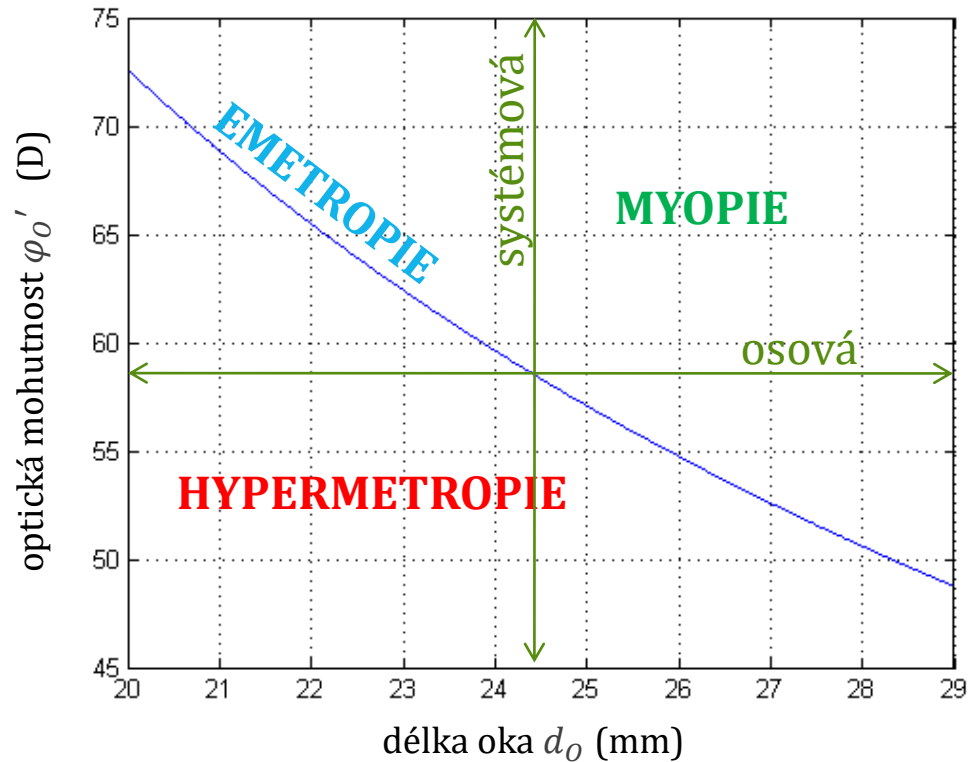
celková ametropie: $A_R = A_{RO} + A_{RS} = \frac{n_S}{d_{HoS}} - \varphi'_O$

emetropie: $A_R = 0$

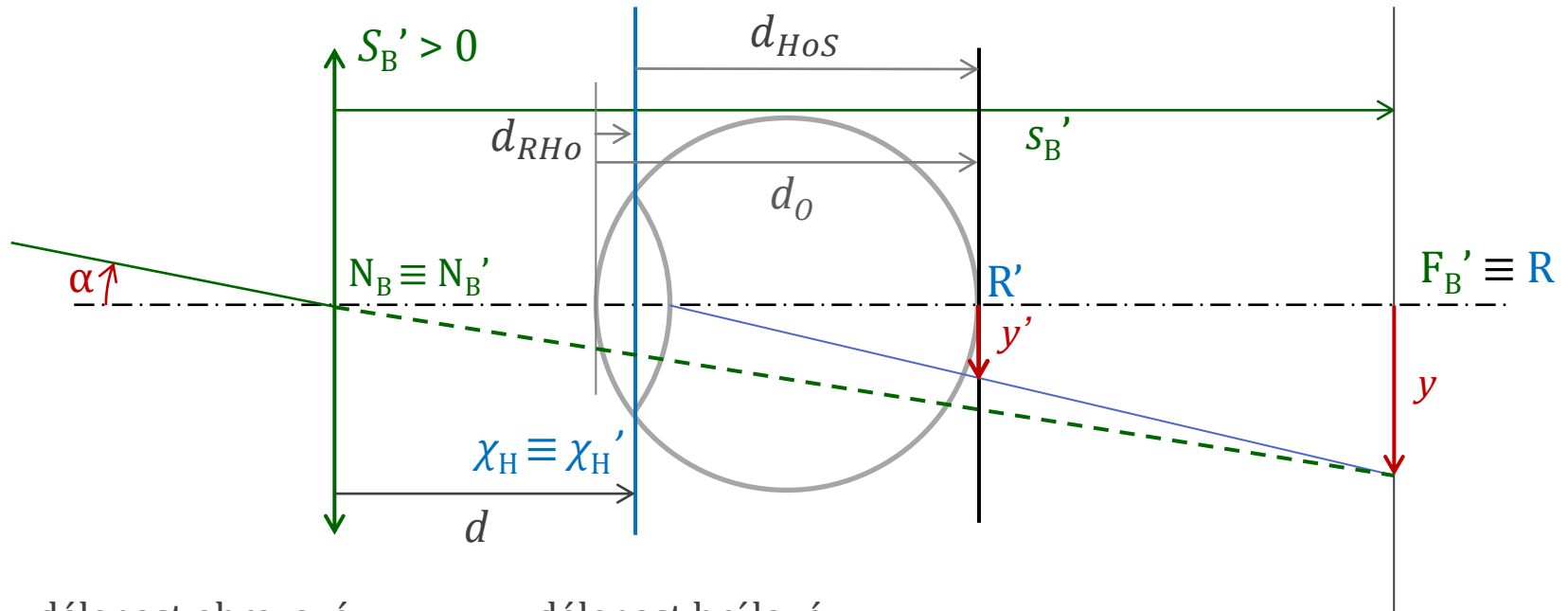
\Rightarrow

$$\varphi'_O = \frac{n_S}{d_{HoS}} = \frac{n_S}{d_O - d_{RHo}}$$

$$d_{RHo} = 1,602 \text{ mm}$$



velikost obrazu na sítnici



vzdálenost obrazové
hlavní roviny oka od
sítnice

vzdálenost brýlové
čochy od (předmětové
hlavní roviny) oka

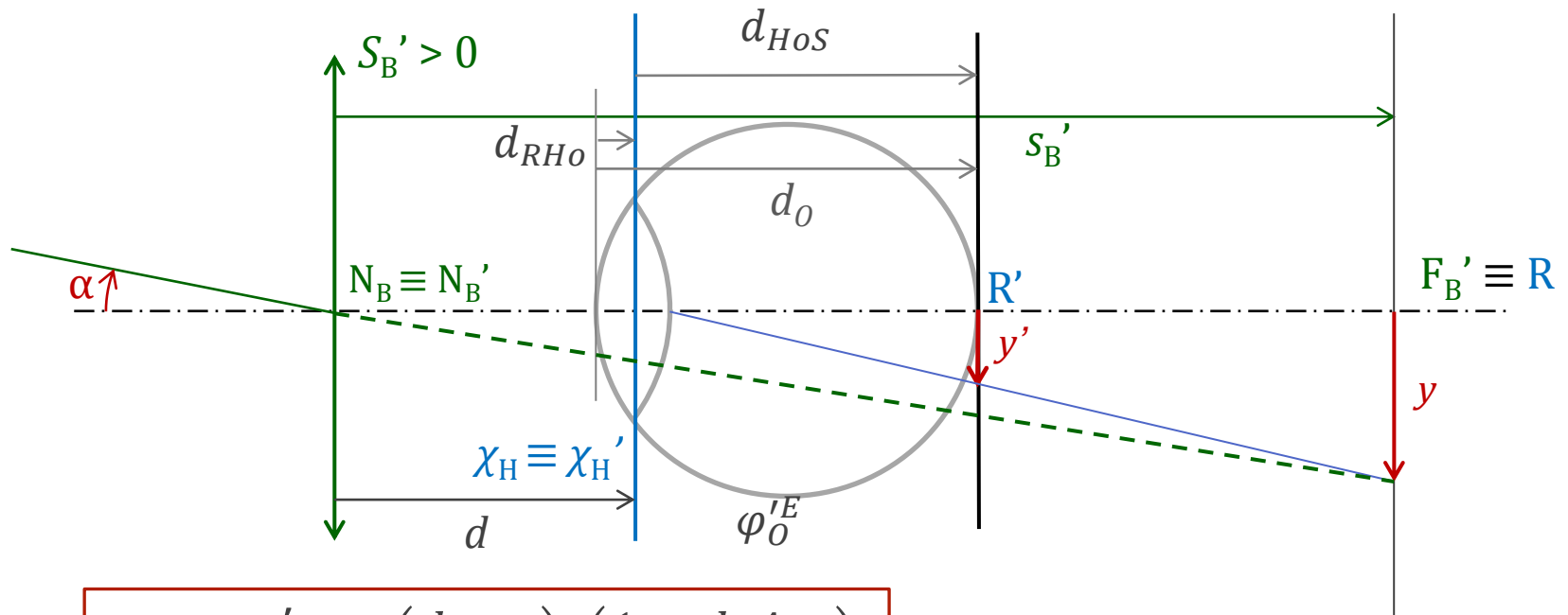
$$y' = \frac{d_{HoS}}{n_S} (1 + dA_R) \operatorname{tg} \alpha$$

index lomů sklivce

poměr velikostí obrazů
na levém a pravém oku:

$$\beta_{LP} = \frac{y'_L}{y'_P} = \left(\frac{d_{HoSL}}{d_{HoSP}} \right) \left(\frac{1 + d_L A_{RL}}{1 + d_P A_{RP}} \right)$$

poměr velikostí obrazů na sítnici



$$\beta_{LP} = \frac{y'_L}{y'_P} = \left(\frac{d_{HoSL}}{d_{HoSP}} \right) \left(\frac{1 + d_L A_{RL}}{1 + d_P A_{RP}} \right)$$

$$d_{HoS} = \frac{n_S}{A_{RO} + \varphi'_O} \Rightarrow \beta_{LP} = \frac{y'_L}{y'_P} = \left(\frac{A_{ROP} + \varphi'_O{}^E}{A_{ROL} + \varphi'_O{}^E} \right) \left(\frac{1 + d_L A_{RL}}{1 + d_P A_{RP}} \right)$$

$$1 + dA_R = \frac{1}{1 - dS'_B} \Rightarrow \beta_{LP} = \frac{y'_L}{y'_P} = \left(\frac{d_{HoSL}}{d_{HoSP}} \right) \left(\frac{1 - d_P S'_{BP}}{1 - d_L S'_{BL}} \right)$$

Příklad 4

$S'_{BP} = S'_{BL} = -10D$; $\bar{d}_p = \bar{d}_L = 12 \text{ mm}$ (vzdál. brýl. čočky od rohovky)

Pravé oko má čisté systémovou a levé čisté osovou ametropii.

Určete poměr velikostí sítnicových obrazů β_{LP} na levém a pravém oku.

$$d_{p,IL} = \bar{d}_{p,IL} + 1,35 \text{ mm} = 13,35 \text{ mm} = 0,01335 \text{ m}$$

↑
vzdál. BČ
od př. hl. r.
oka

↑
vzdálenost rohovky
od př. hl. roviny oka

$$\beta_{LP} = \left(\frac{A_{ROP} + \varphi_0'^E}{A_{ROL} + \varphi_0'^E} \right) \left(\frac{1 + d_L A_{RL}}{1 + d_P A_{RP}} \right)$$

$$A_{RP,IL} = \frac{S'_{BP,IL}}{1 - d_{p,IL} S'_{BP,IL}} = \frac{-10D}{1 - 0,01335 \cdot (-10)} = \frac{-10D}{1 + 0,1335} = \underline{\underline{-8,82D}}$$

Obě oči myopické se shodnou axiální refrakcí.

$$\beta_{LP} = \frac{A_{ROP} + \varphi_0'^E}{A_{ROL} + \varphi_0'^E} \underbrace{\frac{1 + d_L A_{RL}}{1 + d_P A_{RP}}}_1 = \frac{0 + 58,64D}{-8,82D + 58,64D} \cdot 1 = \underline{\underline{1,177}}$$

Rozdíl velikostí obrazů je 17,7% .
Obraz je větší na levém oku.

$$\beta_{LP} = \left(\frac{A_{ROP} + \varphi_0'^E}{A_{ROL} + \varphi_0'^E} \right) \left(\frac{1 - d_P S'_{BP}}{1 - d_L S'_{BL}} \right)$$

poměr velikostí obrazů na sítnici

$$\beta_{LP} = \frac{y'_L}{y'_P} = \left(\frac{d_{HOSL}}{d_{HOSP}} \right) \left(\frac{1 + d_L A_{RL}}{1 + d_P A_{RP}} \right)$$

Jsou-li tedy **shodné axiální refrakce**, pak jsou velikosti obrazů v poměru délek očních bulbů (přesněji v poměru d_{HOS}).

Pro **shodné délky očních bulbů** (přesněji: pro $d_{HOSL} = d_{HOSP}$) a **shodné vzdálenosti brýlových čoček od očí** (přesněji: od předmětových hlavních rovin očí, $d_L = d_P = d$) platí:

$$\beta_{LP} = \frac{y'_L}{y'_P} = \left(\frac{1 + dA_{RL}}{1 + dA_{RP}} \right) \approx 1 + d(A_{RL} - A_{RP}) = 1 + d\Delta A_R$$

$$\beta_{LP} = \frac{y'_L}{y'_P} = \left(\frac{1 - dS'_{BP}}{1 - dS'_{BL}} \right) \approx 1 + d(S'_{BL} - S'_{BP}) = 1 + d\Delta S'_B$$

Pak například pro $d = 20$ mm je $\beta_{LP} \approx 1 + 0,02\Delta S'_B \approx 1 + 0,02\Delta A_R$, tedy každá 1 dioptrie rozdílu ΔA_R axiální refrakce či $\Delta S'_B$ velikosti korekce způsobí rozdíl velikostí obrazů na sítnici o 2 %.

Pozn. Pro $\alpha \ll 1$ platí: $\frac{1}{1+\alpha} \approx 1 - \alpha$

Příklad 5

Emetropické oči různých délek: $d_{oL} = 28 \text{ mm}$; $d_{oP} = 27 \text{ mm}$

1. Určete poměr velikostí sítnicových obrazů β_{LP} .
2. Určete velikosti osové a systémové ametropie levého a pravého oka.

$$5.1 \quad \beta_{LP} = \frac{d_{HOSL}}{d_{HOSP}} \frac{1 + d_L A_{RL}}{1 + d_P A_{RP}}$$

$$d_{HOSL} = d_{oL} - d_{RH0} = 28 \text{ mm} - 1,6 \text{ mm} = 26,4 \text{ mm}$$
$$d_{HOSP} = d_{oP} - d_{RH0} = 27 \text{ mm} - 1,6 \text{ mm} = 25,4 \text{ mm}$$
$$A_{RL} = A_{RP} = 0$$

$$\beta_{LP} = \frac{26,4}{25,4} \approx \underline{\underline{1,039}}$$

Obraz na levém oku je větší o 3,9%.

$$5.2 \quad A_{ROL} = \frac{n_s}{d_{HOSL}} - \varphi_0^{IE} = \frac{1,336}{0,0264} D - 58,64 D = \underline{\underline{-8D}} \quad \Rightarrow \quad A_{RSL} = \underline{\underline{+8D}}$$

$$A_{ROP} = \frac{1,336}{0,0254} D - 58,64 D = \underline{\underline{-6D}} \quad \Rightarrow \quad A_{RSP} = \underline{\underline{+6D}}$$

Příklad 6

levé oko: $\varphi_{OL}^I = 59,64D$; $d_{OL} = 24 \text{ mm}$; $d_L = 13 \text{ mm}$
pravé oko: $\varphi_{OP}^I = 57,64D$; $d_{OP} = 24 \text{ mm}$; $d_P = 13 \text{ mm}$

Určete:

1. osovou, systémovou a celkovou ametropii každého oka
2. poměr velikostí síhnicových obrazů

$$6.1 \quad A_{ROLP} = \frac{ms}{d_{OLP} - d_{RHO}} - \varphi_0^{IE} = \left(\frac{1,336}{0,0224} - 58,64 \right) D = \underline{\underline{+1D}}$$

$$A_{RSL} = \varphi_0^{IE} - \varphi_{OL}^I = (58,64 - 59,64) D = \underline{\underline{-1D}}$$

$$A_{RSP} = (58,64 - 57,64) D = \underline{\underline{+1D}}$$

$$A_{RL} = A_{ROL} + A_{RSL} = (+1 - 1) D = \underline{\underline{0D}}$$

$$A_{RP} = (+1 + 1) D = \underline{\underline{+2D}}$$

$$6.2 \quad \beta_{LP} = \frac{1 + 0,013 \cdot 0}{1 + 0,013 \cdot 2} = 0,974$$

Obraz na levém oku je 2,6% menší.

velikost obrazu vypočtená přesně

vzdálenost obrazové hlavní roviny oka od sítnice

vzdálenost vrcholu zadní plochy brýlové čočky od předmětové hlavní roviny oka

$$y' = \frac{d_{HoS}(1 + dA_R)}{n_S \left(1 - \frac{d_B}{n_B} \varphi'_{B1}\right)} \operatorname{tg} \alpha$$

n_S sklivce

parametry brýlové čočky

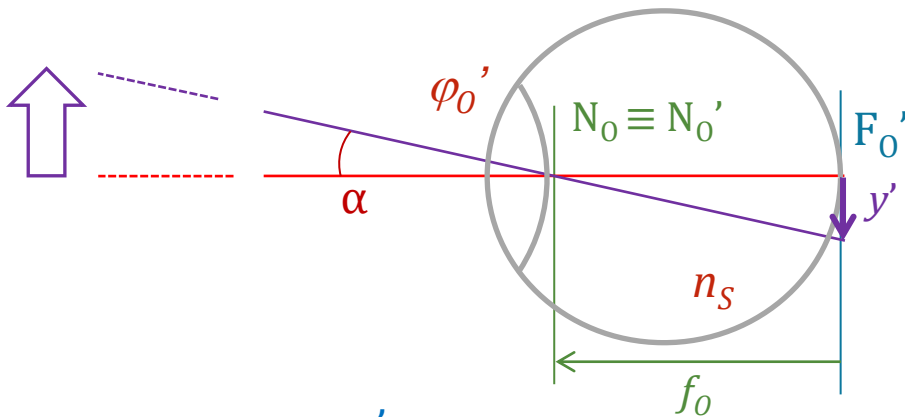
Obraz na sítnici lze tedy zvětšit:

- oddálením spojné brýlové čočky od oka, přiblížením rozptylné brýlové čočky k oku (změna vrcholové vzdálenosti d , anizodistanční brýle)
- zvýšením mohutnosti přední plochy φ'_{B1} brýlové čočky (lze zajistit například zvětšením centrální křivosti brýlové čočky)
- zvětšením centrální tloušťky d_B brýlové čočky
- snížením indexu lomu n_B materiálu brýlové čočky

Vždy nutno dodržet příslušnou vrcholovou lámavost, tj. upravují se i další parametry a je nutno zvážit výsledný efekt.

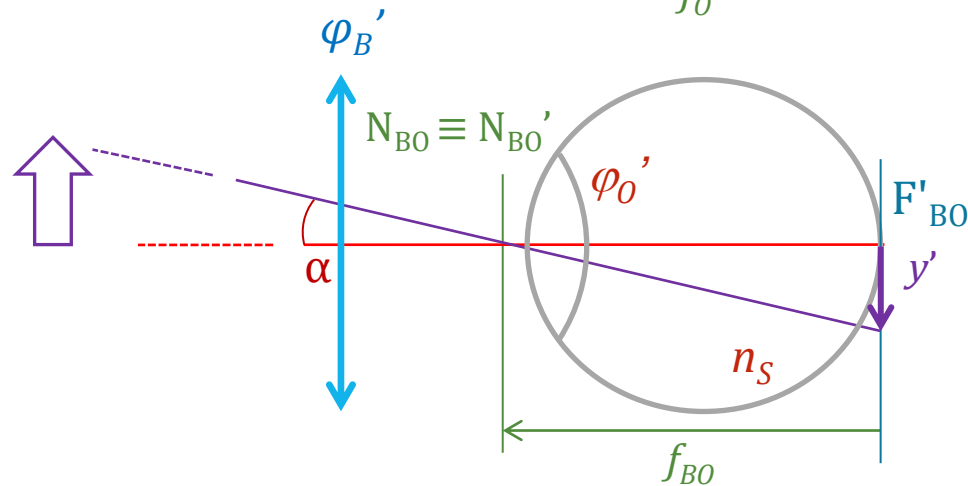
velikost obrazu jinak

výpočet pomocí předmětové ohniskové vzdálenosti f_{BO}
soustavy brýlová čočka – oko



$$y' = -f_0 \operatorname{tg} \alpha$$

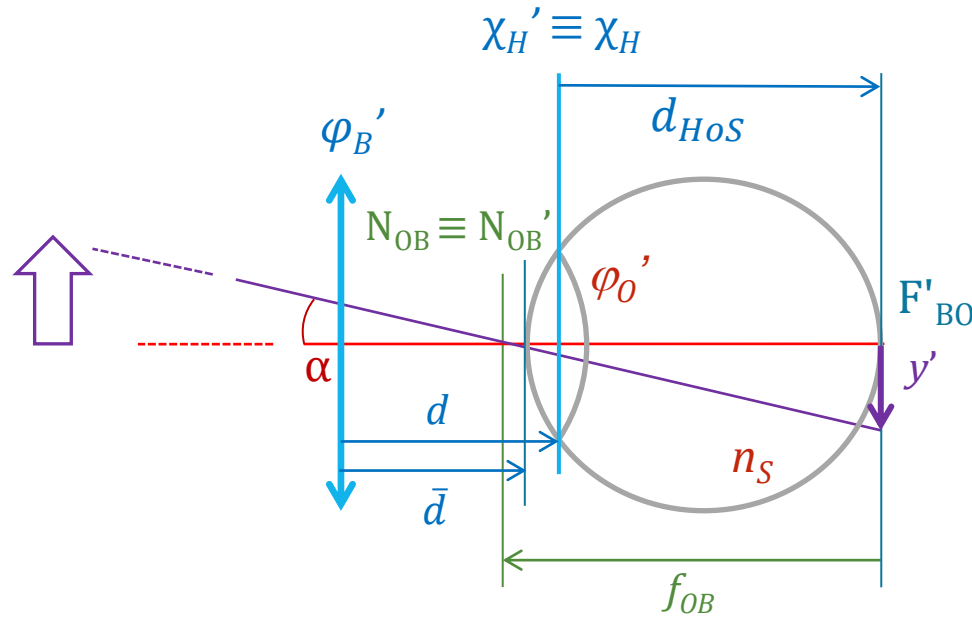
$$f_0 = -\frac{1}{\varphi_0'}$$



$$y' = -f_{BO} \operatorname{tg} \alpha$$

$$f_{BO} = -\frac{1}{\varphi'_{BO}}$$

velikost obrazu jinak (ale nakonec stejně)



$$y' = -f_{BO} \operatorname{tg} \alpha$$

$$f_{BO} = -\frac{1}{\varphi'_{BO}}$$

$$y' = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\varphi'_{BO}}$$

$$\varphi'_{BO} = \varphi'_B + \varphi'_O - d\varphi'_B\varphi'_O$$

$$\varphi'_{BO} = \frac{A_{RO} + \varphi'_O{}^E}{1 + dA_R} = \frac{n_S}{d_{HOS}(1 + dA_R)} \longrightarrow$$

$$y' = \frac{d_{HOS}}{n_S} (1 + dA_R) \operatorname{tg} \alpha$$