

Myopie



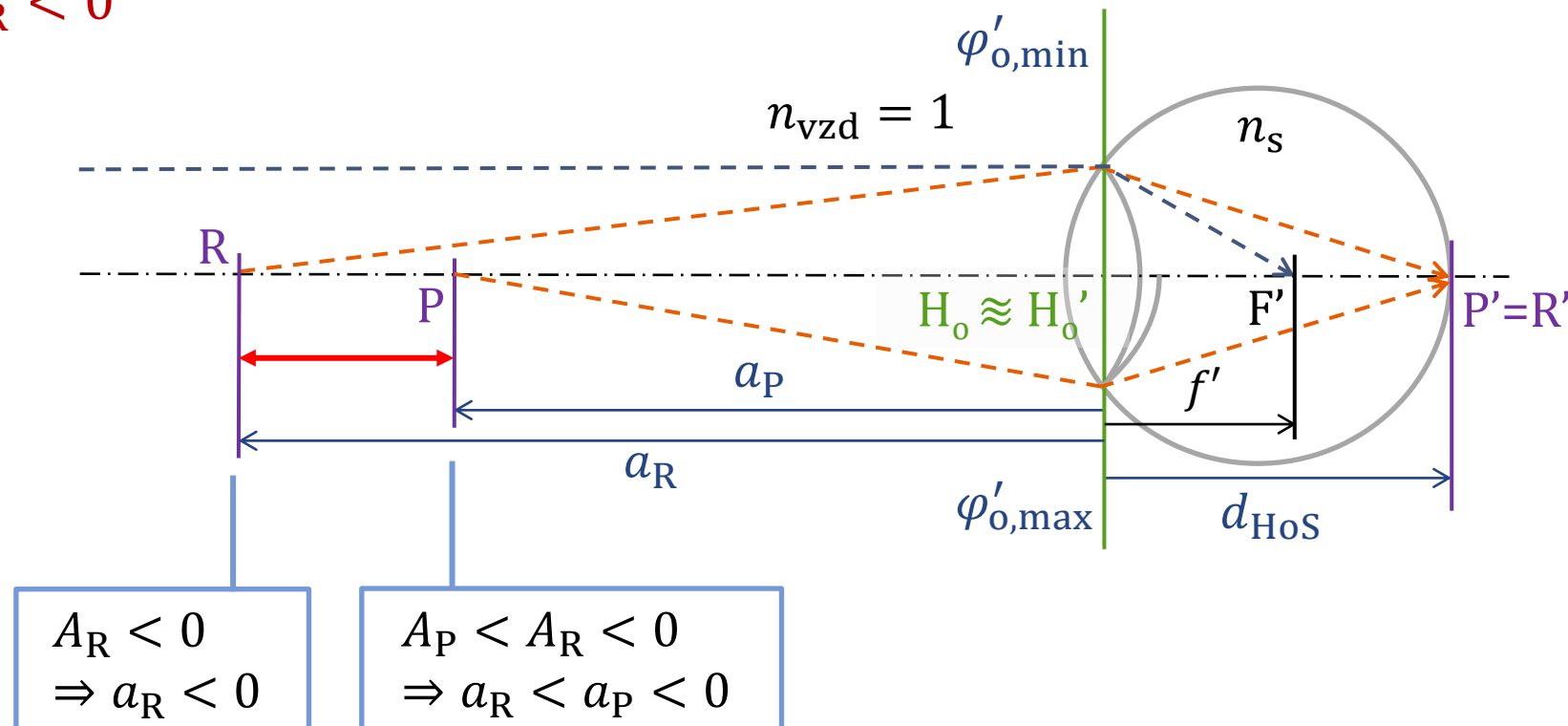
Optická charakteristika myopie

$$\varphi'_{o,\min} > D_{\text{HoS}} = \frac{n_s}{d_{\text{HoS}}}$$

$$\Rightarrow f' < d_{\text{HoS}}$$

$$\Rightarrow A_R < 0 \Rightarrow a_R < 0$$

- mohutnost relaxovaného myopického oka je vyšší, než jeho optická délka
- obrazové ohnisko leží před sítnicí
- daleký bod leží v konečné vzdálenosti před okem



Klinický původ myopie

jednoduchá myopie

- osová
- systémová (refrakční):
 - indexová
 - rádiusová

$$d_{\text{HoS}} > f', \varphi'_{\text{o,min}} > D_{\text{HoS}}$$

- $d_{\text{o}} > 24 \text{ mm}$ ($d_{\text{HoS}} > 22,4 \text{ mm}$)
- $\varphi'_{\text{o,min}} > 58,64 \text{ D}$
 - vyšší indexy lomu prostředí
 - nižší poloměry křivosti ploch

noční myopie

nastává při nižším osvětlení vlivem

- neadekvátně zvýšené akomodace při nízkém kontrastu
- zvýšené otvorové vady oka při zvětšení zornice

pseudomyopie

(přístrojová myopie)

důsledek bezděčné aktivace akomodačního procesu (spasmus ciliárního svalu) např. po nadměrné stimulaci akomodace

degenerativní myopie

vliv patologického procesu v oku (zejména očního pozadí: odchlípení sítnice, rozvoj glaukomu)

indukovaná myopie

vliv léků (sulfonamidy), skleróza čočky, kolísání hladiny krevního cukru (diabetes), dozrávání katarakty

Stupeň myopie

lehká (nízká)	$-3 \text{ D} \leq A_R < 0$	tj. $0 < A_R \leq 3 \text{ D}$
střední	$-6 \text{ D} \leq A_R < -3 \text{ D}$	tj. $3 \text{ D} < A_R \leq 6 \text{ D}$
vysoká	$-10 \text{ D} \leq A_R < -6 \text{ D}$	tj. $6 \text{ D} < A_R \leq 10 \text{ D}$
těžká	$A_R < -10 \text{ D}$	$10 \text{ D} < A_R $

U *těžké myopie* může jít o progresivní formu s patologickými změnami na sítnici a ve sklivci!

Příklad: Intervaly ostrého vidění

Vypočtete a graficky znázorněte intervaly ostrého vidění pro a) emetropa ($A_R = 0$) a b) myopa s $A_R = -5$ D, v obou případech pro dvě akomodační šíře, 4 D a 8 D.

Korekce myopie

Myopie se koriguje rozptylkou, jejíž *obrazové ohnisko* F' leží v *dalekém bodě* R oka (**korekční podmínka**).

Předmětový bod na optické ose v nekonečnu je proto korekční čočkou zobrazen do dalekého bodu R oka a pak optickým systémem oka na jeho sítnici.

Platí:

$$-s' + d = -a_R$$



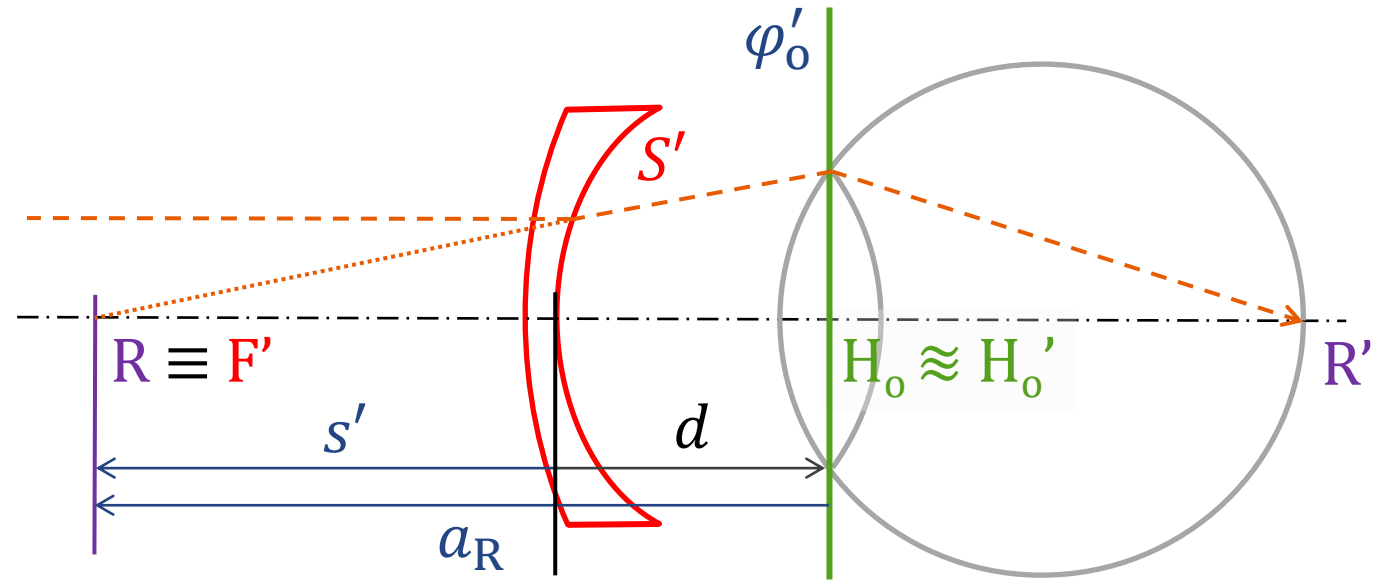
$$\frac{1}{s'} = S' = \frac{1}{a_R + d}$$



$$S' = \frac{A_R}{1 + dA_R}$$



$$A_R = \frac{S'}{1 - dS'}$$



Absolutní hodnota (velikost) $|S'|$ vrcholové lámavosti korekční rozptylky je vždy větší, než absolutní hodnota $|A_R|$ axiální refrakce oka.

Příklad: Poloha dalekého bodu

Určete vzdálenost dalekého bodu od (předmětové hlavní roviny) oka, které je korigováno rozptylkou se (zadní) vrcholovou lámavostí -8 D. Rozptylka je umístěna (vrcholem zadní plochy) ve vzdálenosti 15 mm od (předmětové hlavní roviny) oka.

Vypočtete výsledek

- a) přibližně (považujte uvedenou vzdálenost přibližně za vzdálenost od předmětové hlavní roviny oka),
- b) přesně (vezměte v úvahu vzdálenost 1,35 mm předmětové hlavní roviny oka od přední plochy rohovky).

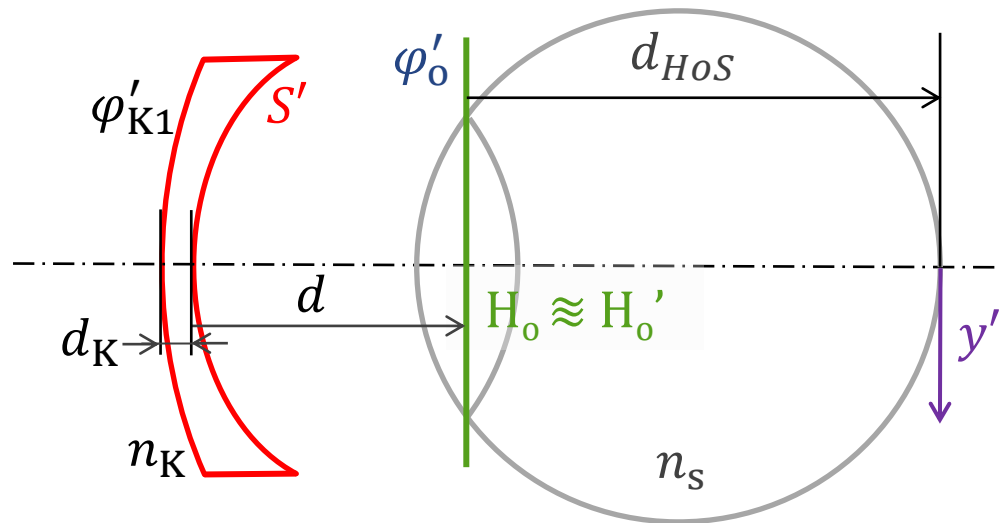
Velikost obrazu na sítnici myopického oka

$$y' = \frac{1}{(1 - dS')} \frac{1}{(1 - \bar{d}_K \varphi'_{K1})} \frac{d_{HoS}}{n_s} \operatorname{tg} \alpha = F_P \times F_F \times y'_u \approx \frac{1}{(1 - dS')} \frac{d_{HoS}}{n_s} \operatorname{tg} \alpha$$

zvětšení
korekční
čočky

bez
korekce

aproximace tenké
korekční čočky



Tvarový faktor $F_F = 1/(1 - \bar{d}_K \varphi'_{K1})$ je blízký jedné, neboť korekční rozptylky mají malou redukovanou centrální tloušťku \bar{d}_K . Jejich zvětšení proto určuje zejména „power“ faktor $F_P = 1/(1 - dS') = (1 + dA_R) = A_R/S'$.

Lze jej zapsat jako $F_P = (1 - d|A_R|)$.
Sítnicový obraz je tedy **menší** pro **větší** absolutní hodnotu myopie a/nebo **větší** vzdálenost korekční rozptylky.

Příklad: Velikost sítnicového obrazu

Oko s axiální refrakcí -6 D korigované brýlovou čočkou ve vzdálenosti 12 mm od přední plochy rohovky pozoruje postavu člověka vysokou 170 cm stojící ve vzdálenosti 10 m. Vypočtete velikost sítnicového obrazu této postavy. Porovnejte ji s velikostí obrazu na sítnici nekorigovaného oka – o kolik procent se liší? Jak velké bude zobrazení, pokud pozorovaný člověk poodejde do vzdálenosti 20 m?

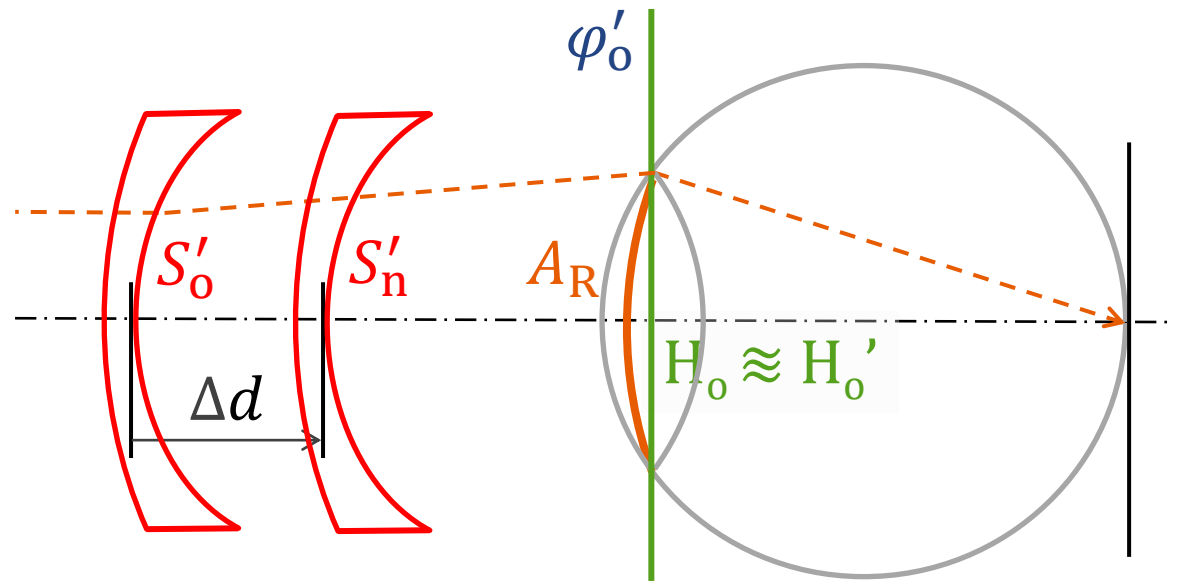
Přepočet vrcholové lámavosti

Požadovanou vrcholovou lámavost S'_n rozptylky v *nové poloze rozptylky* určíme z vrcholové lámavosti S'_o rozptylky v původní poloze takto:

Původní rozptylka transformuje svazek z nekonečna s vergencí 0 D na rozbíhavý svazek, který má těsně za zadní plochou rozptylky vergenci S'_o a vergenci A_R na předmětové hlavní rovině oka (propagace svazku).

Nová rozptylka transformuje svazek z nekonečna na rozbíhavý svazek, který má těsně za její zadní plochou vergenci S'_n , a ta musí odpovídat *vergenci původního svazku ve stejném místě*. Proto platí:

$$\Rightarrow S'_n = \frac{S'_o}{1 - \Delta d S'_o} = \frac{S'_o}{1 + \Delta d |S'_o|}$$



Pokud je korekční rozptylka přesunuta **blíže** k oku, musí být **slabší** (absolutní hodnota $|S'_n|$ její vrcholové lámavosti **menší**).

Příklady: Přepočty vrcholové lámavosti

Brýlová korekce oka -10 D byla zjištěna při umístění korekční rozptylky ve vzdálenosti 20 mm od oka (ve zkušební obrubě). Určete potřebou vrcholovou lámavost korekční rozptylky, která má být umístěna ve vzdálenosti 12 mm od oka.

Brýlová korekce oka -20 D byla zjištěna při umístění korekční rozptylky ve vzdálenosti 12 mm od oka. Určete potřebou vrcholovou lámavost korekční rozptylky pro vzdálenost 22 mm od oka.

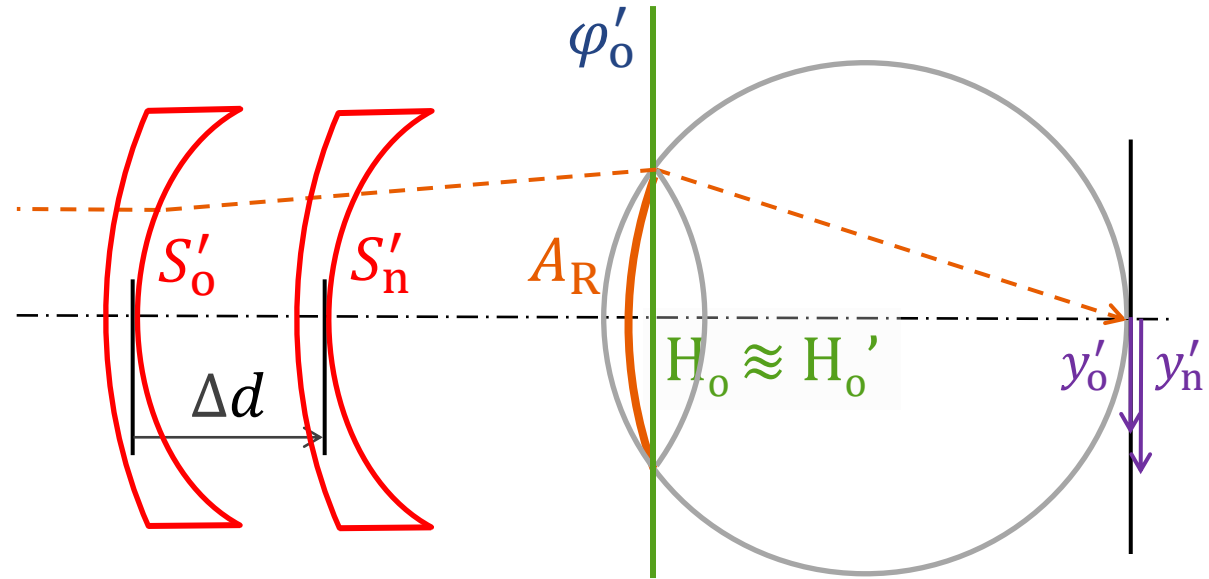
Brýlová korekce oka -20 D byla zjištěna při umístění korekční rozptylky ve vzdálenosti 12 mm od oka. Do jaké vzdálenosti má být umístěna korekční rozptylka s vrcholovou lámavostí -22 D?

Přepočet velikosti obrazu na sítnici

Při změně polohy (vzdálenosti) korekční rozptylky se mění velikost sítnicového obrazu.

Pro poměr β_{no} velikostí nového a původního sítnicového obrazu platí:

$$\beta_{no} = \frac{y'_n}{y'_o} = \frac{S'_o}{S'_n} = 1 - \Delta d S'_o = 1 + \Delta d |S'_o| \quad \rightarrow \quad \begin{array}{l} \text{Změna v \%:} \\ -\Delta d S'_o \times 100\% \end{array}$$



$\Delta d = d_o - d_n$ je kladné při posunutí korekční rozptylky směrem k oku, tj. obraz na sítnici se **zvětší** při **přiblížení** rozptylky k oku

Příklady: Přepočty velikosti sítnicového obrazu

Oko je korigováno rozptylkou s vrcholovou lámavostí -10 D ve vzdálenosti 10 mm od přední plochy rohovky. O kolik procent se změní velikost sítnicového obrazu, pokud použijeme korekční rozptylky ve vzdálenosti 20 mm ? Zmenší se nebo zvětší sítnicový obraz?

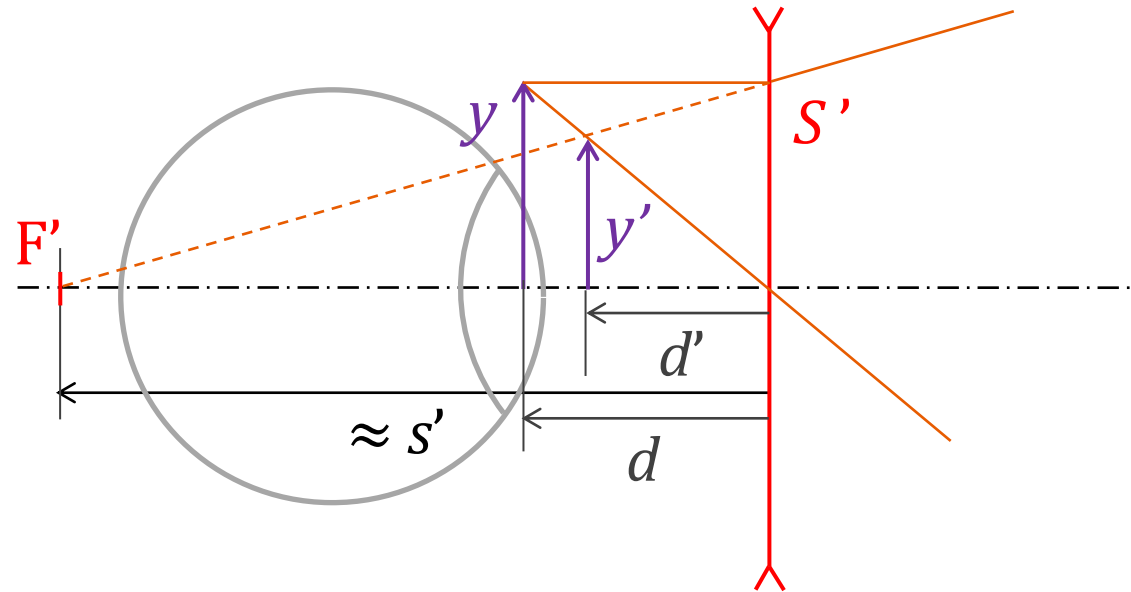
Oko je korigováno rozptylkou s vrcholovou lámavostí -10 D v určité vzdálenosti. Při změně vzdálenosti korekční čočky se sítnicový obraz zvětšil o 12% . O jakou změnu vzdálenosti se jednalo? Je nová poloha korekční čočky blíže nebo dále od oka?

Příklady: Přepočty vizu

Oko je korigováno rozptylkou s vrcholovou lámavostí -10 D ve vzdálenosti 20 mm od přední plochy rohovky. Zraková ostrost (vizus) je přitom rovna $0,8$. O kolik procent se změní velikost sítnicového obrazu a jaký bude nový vizus, pokud ke korekci použijeme kontaktní čočky (vzdálenost 0 mm)? Zmenší se nebo zvětší sítnicový obraz?

Oko je korigováno rozptylkou s vrcholovou lámavostí -10 D ve vzdálenosti 20 mm od přední plochy rohovky. Zraková ostrost (vizus) je přitom rovna $0,8$. Do jaké vzdálenosti je třeba umístit korekční čočku (jiné hodnoty), chceme-li vizus zvýšit na hodnotu $0,9$?

Zdánlivá velikost oka za brýlovou rozptylkou



velikost obrazu oka y' za brýlovou čočkou:

$$y' = \frac{y}{1 + dS'} = \frac{y}{1 + |dS'|}$$

oko se jeví **menší** pro silnější rozptylku
a/nebo její větší vzdálenost od oka