



$f_1' = 30$ $D_1 = 30$
 $f_2' = -40$ $D_2 = 22,5$
 $f_3' = 30$ $D_3 = 30$
 $d = 10$ $s_1 = -100$

a) Převědeme objímky $\bar{O}_1, \bar{O}_2, \bar{O}_3$ do předmětového prostoru, zjistíme průměr otvorů O_1, O_2 a O_3 a jejich vzdálenost od bodu A. Z toho vypočítáme úhly $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ a zjistíme nejmenší z nich.

1. čočka: $\bar{O}_1 \equiv O_1 \Rightarrow D(O_1) = 30, x_1 = 100, \text{tg } \alpha_1 = \frac{D(O_1)/2}{x_1} = 0,15$

2. čočka: projekce zprava přes čočku 1
 $\frac{1}{s_1'} - \frac{1}{s_1} = \frac{1}{f_1'}, s_1 = -10 \Rightarrow s_1' = -15, m = \frac{s_1'}{s_1} = 1,5$

$s_1' = -15$ (zprava), takže $x_2 = 100 + 15 = 115$
 $D(O_2) = D_2 \cdot m = 33,75; \text{tg } \alpha_2 = \frac{D_2/2}{x_2} = 0,147$

3. čočka: projekce zprava, první přes čočku 2, potom přes čočku 1

1) $s_1 = -10, f_2' = -40 \Rightarrow s_1' = -8$
 2) $s_2 = s_1' - d = -18, f_1' = 30 \Rightarrow s_2' = -45$

výsledný otvor je tedy 45 mm vpravo od čočky 1

$x_3 = 100 + 45 = 145$
 zvětšení $m = m_1 \cdot m_2 = \frac{s_1'}{s_1} \cdot \frac{s_2'}{s_2} = 2; D(O_3) = m \cdot D_3 = 60$

$\text{tg } \alpha_3 = \frac{D(O_3)/2}{x_3} = 0,207$

Nejmenší úhel je tedy α_2 , proto je vstupní pupila pro bod A otvor O_2 v předmětovém prostoru.

$s_1(VP) = 15$ (vzdálenost od první čočky)

$D_{VP} = 33,75$

21 b) 1) otvor O_2 je vstupní pupila, proto je aperturní clona objímka čočky 2 : $\overline{O_2}$

2) výstupní pupilu získáme promítnutím aperturní clony všemi následujícími elementy zleva doprava. Tedy pouze čočkou 3.

$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f_3}, \quad s = -10 \Rightarrow \underline{s' = -15} \dots \text{vzdálenost}$$

výstupní pupily od poslední čočky soustavy

$$m = \frac{s'}{s} = 1,5$$

$$D(\text{VýP}) = m \cdot D_2 = \underline{\underline{33,75}}$$

21 c) Gullstrandova zobrazovací rovnice

$$\frac{D'^2}{g'} - \frac{D^2}{g} = \frac{D \cdot D'}{f'}; \quad D = D' = 33,75$$

(průměr vstupní a výstupní pupily)

$$\text{vzdálenost } g = -(100 + 15) = -115 \quad (\text{poloha předmětu vůči vstupní pupile})$$

Musíme spočítat f' propagací paprsku z $-\infty$

$$s_1' = f_1' = 30$$

$$s_2 = s_1' - d = 20$$

$$s_2' = \frac{20 \cdot (-40)}{20 - 40} = 40$$

$$s_3 = s_2' - d = 30$$

$$s_3' = \frac{30 \cdot 30}{30 + 30} = 15$$

$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'}$$

$$\frac{1}{s'} = \frac{1}{f'} + \frac{1}{s} = \frac{s + f'}{s \cdot f'}$$

$$g' = \frac{s \cdot f'}{s + f'}$$

$$f' = \frac{s_1' \cdot s_2' \cdot s_3'}{s_2 \cdot s_3} = \frac{30 \cdot 40 \cdot 15}{20 \cdot 30} = 2 \cdot 15 = 30 \text{ mm}$$

$$\text{Gullstrand: } \frac{33,75^2}{g'} - \frac{33,75^2}{-115} = \frac{33,75^2}{30} \Rightarrow g' = 40,588 \text{ mm}$$

obraz A' je tedy 40,588 mm vpravo od VýP, tj:

25,588 vpravo od poslední čočky

Kontrola - postupnou aplikací Descartesovy rovnice přes 1., 2. a 3. čočku.

