

Optické přístroje

Autorem materiálu a všech jeho částí, není-li uvedeno jinak, je Mgr. Lucie Havrdová

Materiál je dostupný ze školního portálu <http://dum.voss-na.cz>, který provozuje
Vyšší odborná škola stavební a Střední průmyslová škola stavební arch. Jana Letzela, Náchod

Zadání:

1. Určete výšku člověka, kterého pozorujeme ze vzdálenosti 5 m, víte-li, že se na sítnici oka vytvoří jeho obraz o velikosti 7 mm. Tloušťka oka je přibližně 2 cm.
2. Pan Jan musí číst noviny ze vzdálenosti 80 cm, aby viděl písmena ostře. Doporučte mu vhodné brýle.
3. Slečna Anna čte skripta ze vzdálenosti 20 cm. Jaké brýle ji lékař doporučí?
4. Při pozorování detailu známky lupou byl jeho zdánlivý obraz čtyřikrát větší. Známká je umístěná 3 cm před lupou. Jaká je optická mohutnost lupy?
5. Určete optický interval mikroskopu, je-li ohnisková vzdálenost objektivu 0,5 cm a vzdálenost mezi objektivem a okulárem je 20 cm. Úhlové zvětšení mikroskopu je 340.
6. Keplerův dalekohled, jehož objektiv a okulár jsou od sebe ve vzdálenosti 1 m, zvětšuje 24 krát. Určete ohniskovou vzdálenost objektivu a okuláru.

Výsledky:

1. 1,75 m
2. 2,75 D
3. -1 D
4. 25D
5. 0,17 m
6. objektiv 96 cm, okulár 4 cm

Autorem materiálu a všech jeho částí, není-li uvedeno jinak, je Mgr. Lucie Havrdová

Materiál je dostupný ze školního portálu <http://dum.voss-na.cz>, který provozuje
Vyšší odborná škola stavební a Střední průmyslová škola stavební arch. Jana Letzela, Náchod

Řešení:

1. Určete výšku člověka, kterého pozorujeme ze vzdálenosti 5 m, víte-li, že se na sítnici oka vytvoří jeho obraz o velikosti 7 mm. Tloušťka oka je přibližně 2 cm.

Řešení¹:

$$y = ?$$

$$a = 5m$$

$$y' = 7 \text{ mm} = 0,007 \text{ m}$$

$$a' = 2 \text{ cm} = 0,02 \text{ m}$$

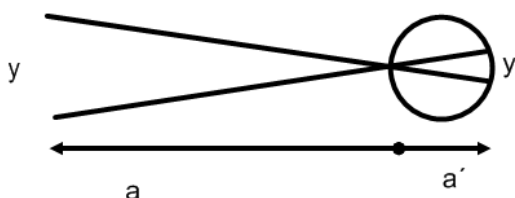
Z podobnosti trojúhelníků:

$$\frac{y}{a} = \frac{y'}{a'} \cdot a$$

$$y = \frac{y'}{a'} \cdot a$$

$$y = \frac{0,007}{0,02} \cdot 5$$

$$\underline{\underline{y = 1,75 \text{ m}}}$$



Odpověď:

Člověk je vysoký 1,75m.

¹ Obrázek vlastní

2. Pan Jan musí číst noviny ze vzdálenosti 80 cm, aby viděl písmena ostře. Doporučte mu vhodné brýle.

Řešení:

$$a = 80 \text{ cm} = 0,8 \text{ m}$$

$$\underline{\varphi = ?}$$

Zdravé oko nejlépe vidí předměty v konvenční zrakové vzdálenosti 25 cm.

Pro zobrazování bez brýlí platí pro pana Jana: $\varphi_{oko} = \frac{1}{a} + \frac{1}{a'}$.

S brýlemi by pak viděl nejlépe v konvenční zrakové vzdálenosti, tj. $a = d$: $\varphi_{oko} + \varphi_{brýle} = \frac{1}{d} + \frac{1}{a'}$.

Samotnou optickou mohutnost brýlí získáme odečtením uvedených zobrazovacích rovnic:

$$\varphi_{brýle} = \frac{1}{d} - \frac{1}{a}$$

$$\varphi_{brýle} = \frac{1}{0,25} - \frac{1}{0,8}$$

$$\underline{\underline{\varphi_{brýle} = 2,75 \text{ D}}}$$

Odpověď:

Pan Jan trpí dalekozrakostí, vhodné jsou brýle se spojnými čočkami o optické mohutnosti 2,75 D.

3. Slečna Anna čte skripta ze vzdálenosti 20 cm. Jaké brýle ji lékař doporučí?

Řešení:

$$a = 20 \text{ cm} = 0,2 \text{ m}$$

$$\underline{\varphi = ?}$$

Zdravé oko nejlépe vidí předměty v konvenční zrakové vzdálenosti 25 cm.

Pro zobrazování bez brýlí platí pro slečnu Annu: $\varphi_{oko} = \frac{1}{a} + \frac{1}{a'}$.

S brýlemi by pak viděla nejlépe v konvenční zrakové vzdálenosti, tj. $a = d$: $\varphi_{oko} + \varphi_{brýle} = \frac{1}{d} + \frac{1}{a'}$.

Samotnou optickou mohutnost brýlí získáme odečtením uvedených zobrazovacích rovnic:

$$\varphi_{brýle} = \frac{1}{d} - \frac{1}{a}$$

$$\varphi_{brýle} = \frac{1}{0,25} - \frac{1}{0,2}$$

$$\underline{\underline{\varphi_{brýle} = -1 \text{ D}}}$$

Odpověď:

Slečna Anna trpí krátkozrakostí, vhodné jsou brýle s rozptylnými čočkami o optické mohutnosti -1 D.

4. Při pozorování detailu známky lupou byl jeho zdánlivý obraz čtyřikrát větší. Znamka je umístěná 3 cm před lupou. Jaká je optická mohutnost lupy?

Řešení:

$$Z = 4$$

$$a = 3\text{ cm} = 0,03\text{ m}$$

$$\varphi = ?$$

Pro zvětšení čóček platí: $Z = -\frac{f}{a-f}$; optická mohutnost: $\varphi = \frac{1}{f}$.

$$Z = -\frac{f}{a-f} \cdot (a-f)$$

$$\varphi = \frac{1}{f}$$

$$Z \cdot (a-f) = -f$$

$$\varphi = \frac{Z-1}{Za}$$

$$Za - Zf = -f$$

$$Za = Zf - f$$

$$\varphi = \frac{4-1}{4 \cdot 0,03}$$

$$Za = f(Z-1)$$

$$f = \frac{Za}{Z-1}$$

$$\varphi = \underline{\underline{25\text{ D}}}$$

Odpověď:

Optická mohutnost lupy je 25 D.

5. Určete optický interval mikroskopu, je-li ohnisková vzdálenost objektivu 0,5 cm a vzdálenost mezi objektivem a okulem je 20 cm. Úhlové zvětšení mikroskopu je 340.

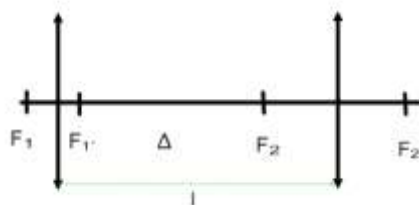
Řešení:

$$\Delta = ?$$

$$f_1 = 0,5 \text{ cm} = 0,005 \text{ m}$$

$$l = 20 \text{ cm} = 0,2 \text{ m}$$

$$\gamma = 340$$



Pro úhlové zvětšení dalekohledu platí:

$$\gamma = \frac{\Delta \cdot d}{f_1 \cdot f_2}$$

$$\text{Dále platí: } l = f_1 + \Delta + f_2 \rightarrow \Delta = l - f_1 - f_2$$

Při dosazení získáme:

$$\gamma = \frac{(l - f_1 - f_2) \cdot d}{f_1 \cdot f_2}$$

$$\gamma \cdot f_1 \cdot f_2 = (l - f_1 - f_2) \cdot d$$

$$\frac{\gamma \cdot f_1 \cdot f_2}{d} = (l - f_1 - f_2)$$

$$\frac{\gamma \cdot f_1 \cdot f_2}{d} + f_2 = l - f_1$$

$$f_2 \left(\frac{\gamma \cdot f_1}{d} + 1 \right) = l - f_1$$

$$f_2 = \frac{l - f_1}{\left(\frac{\gamma \cdot f_1}{d} + 1 \right)}$$

$$f_2 = \frac{0,2 - 0,005}{\left(\frac{340 \cdot 0,005}{0,25} + 1 \right)}$$

$$\underline{\underline{f_2 = 0,025 \text{ m}}}$$

$$l = f_1 + \Delta + f_2 \rightarrow \Delta = l - f_1 - f_2$$

$$\Delta = 0,2 - 0,005 - 0,025$$

$$\underline{\underline{\Delta = 0,17 \text{ m}}}$$

Odpověď:

Optický interval mikroskopu je 17 cm.

6. Keplerův dalekohled, jehož objektiv a okulár jsou od sebe ve vzdálenosti 1 m, zvětšuje 24 krát. Určete ohniskovou vzdálenost objektivu a okuláru.

Řešení:

$$l = 1\text{ m}$$

$$\gamma = 24$$

$$f_1 = ?$$

$$f_2 = ?$$

Pro dalekohled platí: $f_1 + f_2 = l$, $\gamma = \frac{f_1}{f_2}$

Řešíme soustavu dvou rovnic o dvou neznámých: $\gamma = \frac{f_1}{f_2} \rightarrow f_1 = \gamma \cdot f_2$

$$\gamma \cdot f_2 + f_2 = l$$

$$f_2(\gamma + 1) = l / : (\gamma + 1)$$

$$f_2 = \frac{l}{\gamma + 1}$$

$$f_2 = \frac{1}{24 + 1}$$

$$f_2 = \frac{1}{25} = 0,04\text{ m}$$

$$f_1 = \gamma \cdot f_2$$

$$f_1 = 24 \cdot 0,04$$

$$\underline{\underline{f_1 = 0,96\text{ m}}}$$

Odpověď:

Ohnisková vzdálenost objektivu je 96 cm a okuláru 4 cm.