

Úloha IV.4 ... vystřelený dalekohled 7 bodů; průměr 4,91; řešilo 56 studentů

Máme hvězdářský (Keplerův) dalekohled, který chceme vyslat do vesmíru. Nejdřív si ho však vyzkoušíme na Zemi, kde naměříme zvětšení Z . Jak se musí změnit vzájemná vzdálenost čoček, aby měl stejné zvětšení i ve vesmíru? Čočky mají index lomu n .

Karla sem tam chytají ty astromyšlenky.

Keplerov dalekohľad je tvorený dvoma spojnými šošovkami, pričom obrazové ohnisko prvej a predmetové ohnisko druhej splyvajú. Vzdialenosť šošoviek je teda $f_1 + f_2$. Keď dalekohľad premiestníme do iného optického prostredia, zmenia sa ohniskové vzdialenosti oboch šošoviek. Aby sme dostali ostrý obraz, musí obrazové ohnisko prvej a predmetové ohnisko druhej šošovky opäť splývať, čo znamená, že vzdialenosť šošoviek musí byť $f'_1 + f'_2$, kde f'_1 a f'_2 sú ohniskové vzdialenosti prvej, resp. druhej šošovky vo vákuu. Ohniskové vzdialenosti vo vzduchu a vákuu prvej šošovky môžeme vyjadriť ako

$$\frac{1}{f_1} = \left(\frac{n}{n_1} - 1 \right) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right),$$

$$\frac{1}{f'_1} = \left(\frac{n}{n_0} - 1 \right) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right).$$

Predelením prvej rovnice druhou dostávame pomer

$$\frac{f'_1}{f_1} = \frac{\left(\frac{n}{n_1} - 1 \right) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)}{\left(\frac{n}{n_0} - 1 \right) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)},$$

$$\frac{f'_1}{f_1} = \frac{n_0 (n - n_1)}{n_1 (n - n_0)}.$$

Tento pomer použijeme na vyjadrenie f'_1 pomocou f_1 a analogicky f'_2 pomocou f_2

$$f'_1 = f_1 \cdot \frac{n_0 (n - n_1)}{n_1 (n - n_0)},$$

$$f'_2 = f_2 \cdot \frac{n_0 (n - n_1)}{n_1 (n - n_0)}.$$

Zväčšenie keplerovho dalekohľadu Z vo vzduchu vyjadríme ako

$$Z = -\frac{f_2}{f_1}.$$

Zväčšenie dalekohľadu Z' vo vákuu je

$$Z' = -\frac{f'_2}{f'_1} = -\frac{f_2 \cdot \frac{n_0(n-n_1)}{n_1(n-n_0)}}{f_1 \cdot \frac{n_0(n-n_1)}{n_1(n-n_0)}} = -\frac{f_2}{f_1}.$$

Zväčšenie sa teda nemení. To, kolkokrát sa zmení vzájomná vzdialenosť šošoviek, vyjadríme pomerom p , ktorý počítame ako

$$p = \frac{f'_1 + f'_2}{f_1 + f_2} = \frac{f_1 \cdot \frac{n_0(n-n_1)}{n_1(n-n_0)} + f_2 \cdot \frac{n_0(n-n_1)}{n_1(n-n_0)}}{f_1 + f_2} = \frac{n_0 (n - n_1)}{n_1 (n - n_0)}.$$

Je zřejmé, že vzdialenosť šošoviek sa musí zmenšiť.

Pre predstavu uvažujme hodnoty $n_0 = 1$, index lomu skla $n = 1,5$ a $n_1 = 1,0003$ je index lomu vzduchu. Potom je hodnota pomeru asi $p \doteq 0,9991$.

Elena Chocholáková

`elena.chocholakova@fykos.cz`

Fyzikální korespondenční seminář je organizován studenty MFF UK. Je zastřešen Oddělením propagace a mediální komunikace MFF UK a podporován Ústavem teoretické fyziky MFF UK, jeho zaměstnanci a Jednotou českých matematiků a fyziků. Realizace projektu byla podpořena Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy.

Toto dílo je šířeno pod licencí Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported.
Pro zobrazení kopie této licence navštivte <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>.