

### Zadatak 321 (Vesna, Ana, gimnazija)

Predmet se nalazi na udaljenosti 15 cm od **divergentne** leće. Gdje se nalazi slika, ako je žarište od leće udaljeno 10 cm? Koliko je povećanje? Kakva je slika? Koliko iznosi jakost leće?

#### Rješenje 321

$$a = 15 \text{ cm} = 0.15 \text{ m}, \quad f = -10 \text{ cm} = -0.1 \text{ m} \text{ divergentna leća}, \quad b = ?, \quad \gamma = ?, \quad C = ?$$

Leće su prozirna tijela, omeđena dvjema sfernim plohama, od kojih jedna može biti ravnina. Leće širokog ruba jesu divergentne (ili konkavne, ili rastresne), a leće tankog ruba konvergentne (ili konveksne, ili sabirne). Jednadžba je tanke leće

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f},$$

gdje je  $a$  udaljenost predmeta i  $b$  udaljenost slike od leće, a  $f$  fokalna daljina leće. Udaljenost je virtualne slike, kao i fokalna daljina divergentne leće negativna ( $b < 0, f < 0$ ).

Povećanje, tj. omjer između veličine slike i predmeta iznosi:

$$\gamma = \frac{y'}{y} = -\frac{b}{a}.$$

Jakost ili konvergencija leće  $C$  dana je jednadžbom

$$C = \frac{1}{f},$$

gdje je  $f$  fokalna daljina leće. Konvergentne leće imaju pozitivnu optičku jakost, dok divergentne leće imaju negativnu optičku jakost.

**Divergentne leće od realnog predmeta daju uvijek virtualnu, umanjenu i uspravnu sliku.**

Računamo položaj slike.

$$\begin{aligned} \frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f} &\Rightarrow \frac{1}{b} = \frac{1}{f} - \frac{1}{a} \Rightarrow \frac{1}{b} = \frac{a-f}{f \cdot a} \Rightarrow \\ \Rightarrow \left[ \frac{a}{b} = \frac{c}{d} \Rightarrow \frac{b}{a} = \frac{d}{c} \right] &\Rightarrow b = \frac{a \cdot f}{a-f} = \frac{15 \text{ cm} \cdot (-10 \text{ cm})}{15 \text{ cm} - (-10 \text{ cm})} = \frac{-15 \text{ cm} \cdot 10 \text{ cm}}{15 \text{ cm} + 10 \text{ cm}} = -6 \text{ cm}. \end{aligned}$$

Povećanje iznosi:

$$\gamma = -\frac{b}{a} = -\frac{-6 \text{ cm}}{15 \text{ cm}} = 0.4.$$

Kada je  $\gamma$  pozitivan, slika je uspravna.

Od realnog predmeta slika je virtualna (irealna), umanjena i uspravna.

Jakost leće je

$$C = \frac{1}{f} = \frac{1}{-0.1 \text{ m}} = -10 \text{ m}^{-1} = -10 \text{ dioptrija}.$$

### Vježba 321

Predmet se nalazi na udaljenosti 1.5 dm od **divergentne** leće. Gdje se nalazi slika, ako je žarište od leće udaljeno 1 dm? Koliko je povećanje? Kakva je slika? Koliko iznosi jakost leće?

**Rezultat:** 3 dm, 0.4, virtualna, uspravna i umanjena, -10 dioptrija.

### Zadatak 322 (Veseli maturanti ☺, gimnazija)

Svjetlost upada iz zraka ( $n = 1$ ) na površinu vode pod kutom od  $30^\circ$ . Koliko iznosi kut loma ako je indeks loma vode 1.5?

#### Rješenje 322

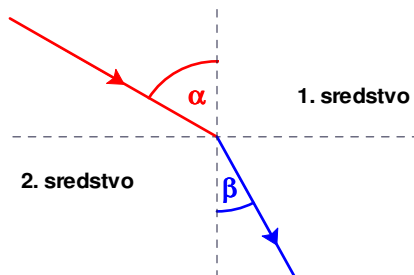
$$n_1 = 1, \quad \alpha = 30^\circ, \quad n_2 = 1.5, \quad \beta = ?$$

Kad svjetlost prelazi iz jednog optičkog sredstva u drugo, mijenja smjer. Upadna zraka, okomica na granicu sredstva u upadnoj točki i lomljena zraka leže u istoj ravnini. Omjer sinusa kuta upadanja  $\alpha$  i

sinusa kuta loma  $\beta$  stalan je broj koji nazivamo indeksom loma  $n$ . Upadni kut  $\alpha$  i kut loma  $\beta$  vezani su jednačbom (Snelliusov zakona):

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1}, \quad \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n_{2,1},$$

gdje je  $\alpha$  upadni kut,  $\beta$  kut loma,  $n_1$  apsolutni indeks loma prvog sredstva,  $n_2$  apsolutni indeks loma drugog sredstva,  $n_{2,1}$  relativni indeks loma drugog sredstva prema prvom sredstvu.



Da bismo odredili kut loma  $\beta$  uporabiti ćemo Snelliusov zakon.

$$\begin{aligned} \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1} &\Rightarrow \frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} \Rightarrow \frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} \cdot \frac{n_1 \cdot \sin \beta}{n_2} \Rightarrow \sin \beta = \frac{n_1 \cdot \sin \alpha}{n_2} \Rightarrow \\ &\Rightarrow \beta = \sin^{-1} \left( \frac{n_1 \cdot \sin \alpha}{n_2} \right) \Rightarrow \beta = \sin^{-1} \left( \frac{1 \cdot \sin 30^\circ}{1.5} \right) \Rightarrow \beta = 19^\circ 28' 16''. \end{aligned}$$

### Vježba 322

Pod kojim se kutom lomi zraka svjetlosti koja pod kutom  $\alpha = 45^\circ$  pada na vodu? (indeks loma vode  $n = 1.5$ )

**Rezultat:**  $28^\circ 7' 32''$ .

### Zadatak 323 (Veseli maturanti ☺, gimnazija)

Infracrveno zračenje valne duljine  $2 \mu\text{m}$  nailazi na pregradu s dvjema pukotinama međusobnoga razmaka  $1 \text{ mm}$ . Maksimumi interferencije detektiraju se na udaljenosti  $1 \text{ m}$  od pregrade. Koliki je razmak između susjednih maksimuma interferencije.

- A.  $1 \text{ mm}$       B.  $2 \text{ mm}$       C.  $3 \text{ mm}$       D.  $4 \text{ mm}$

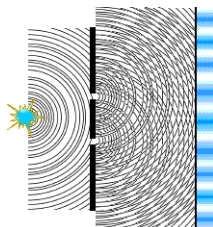
### Rješenje 323

$$\lambda = 2 \mu\text{m} = 2 \cdot 10^{-6} \text{ m}, \quad d = 1 \text{ mm} = 10^{-3} \text{ m}, \quad a = 1 \text{ m}, \quad s = ?$$

Kod interferencije dvaju valova svjetlosti na zastoru dobivamo tamne i svijetle pruge interferencije uz ove uvjete:  $d \ll a$ , širina izvora svjetlosti je mala. U Youngovu uređaju pomoću dviju pukotina dobivamo dva realna koherentna (jednake frekvencije i konstantne razlike u fazi) izvora svjetlosti. Razmak  $s$  susjednih tamnih i svijetlih pruga na zastoru dan je izrazom

$$s = \frac{\lambda \cdot a}{d},$$

gdje je  $\lambda$  valna duljina svjetlosti,  $a$  udaljenost od izvora do zastora,  $d$  udaljenost između izvora (pukotina).



$$s = \frac{\lambda \cdot a}{d} = \frac{2 \cdot 10^{-6} \text{ m} \cdot 1 \text{ m}}{10^{-3} \text{ m}} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m} = 2 \text{ mm}.$$

Odgovor je pod B.

### Vježba 323

Infracrveno zračenje valne duljine  $2 \mu\text{m}$  nailazi na pregradu s dvjema pukotinama međusobnoga razmaka  $0.1 \text{ cm}$ . Maksimumi interferencije detektiraju se na udaljenosti  $10 \text{ dm}$  od pregrade. Koliki je razmak između susjednih maksimuma interferencije.

- A.  $1 \text{ mm}$       B.  $2 \text{ mm}$       C.  $3 \text{ mm}$       D.  $4 \text{ mm}$

**Rezultat:** B.

### Zadatak 324 (Veseli maturanti ☺, gimnazija)

Monokromatska svjetlost prelazi iz zraka u vodu. Što se od navedenog pritom događa?

- A. Brzina svjetlosti ostaje ista, a njezina se frekvencija povećava.  
 B. Smanje se brzina svjetlosti i njezina frekvencija.  
 C. Povećaju se brzina svjetlosti i njezina frekvencija.  
 D. Smanji se brzina svjetlosti, a njezina frekvencija ostaje ista.

### Rješenje 324

c, v

Kod val prelazi iz jednog sredstva u drugo, međusobno različitih svojstava, brzina i valna duljina mu se mijenjaju, dok frekvencija ostaje ista. Frekvencija je svojstvo izvora vala. Brzina elektromagnetskog vala u vakuumu ima približnu vrijednost  $c \approx 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ . U nekom sredstvu (tekućini, plinu, kristalu) brzina širenja vala je manja i ovisi o svojstvu tvari.

Odgovor je pod D.

### Vježba 324

Malo odmora!

**Rezultat:** B.

### Zadatak 325 (Marijan, maturant)

Dvije tanke leće, konvergentna jakosti  $+10 \text{ dpt}$  i divergentna jakosti  $-6 \text{ dpt}$ , zalijepljene su zajedno. Kolika je jakost ili konvergencija ovog sustava leća? Kolika je žarišna daljina?

### Rješenje 325

$$C_1 = 10 \text{ m}^{-1}, \quad C_2 = -6 \text{ m}^{-1}, \quad C = ?, \quad f = ?$$

Jakost ili konvergencija leće C dana je jednadžbom

$$C = \frac{1}{f} \Rightarrow f = \frac{1}{C},$$

gdje je  $f$  fokalna daljina leće. Konvergentne leće imaju pozitivnu optičku jakost, dok divergentne leće imaju negativnu optičku jakost.

1. inačica

Ekvivalentna jakost ili konvergencija sustava leća je

$$C = C_1 + C_2 = 10 \text{ m}^{-1} - 6 \text{ m}^{-1} = 4 \text{ m}^{-1}.$$

Žarišna daljina iznosi:

$$f = \frac{1}{C} = \frac{1}{4 \text{ m}^{-1}} = 0.25 \text{ m} = 25 \text{ cm}.$$

Ovakav sustav leća ponaša se kao konvergentna leća.

2. inačica

Oredimo žarišne daljine obje leće.

$$\begin{aligned} \bullet \quad f_1 &= \frac{1}{C_1} = \frac{1}{10 \text{ m}^{-1}} = \frac{1}{10} \text{ m} \\ \bullet \quad f_2 &= \frac{1}{C_2} = \frac{1}{-6 \text{ m}^{-1}} = -\frac{1}{6} \text{ m}. \end{aligned}$$

Tada je žarišna daljina sustava leća jednaka

$$\begin{aligned} \frac{1}{f} &= \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{f_2 + f_1}{f_1 \cdot f_2} \Rightarrow \left[ \frac{a}{b} = \frac{c}{d} \Rightarrow \frac{b}{a} = \frac{d}{c} \right] \Rightarrow f = \frac{f_1 \cdot f_2}{f_1 + f_2} = \\ &= \frac{\frac{1}{10} \text{ m} \cdot \left(-\frac{1}{6} \text{ m}\right)}{\frac{1}{10} \text{ m} - \frac{1}{6} \text{ m}} = \frac{1}{4} \text{ m} = 0.25 \text{ m} = 25 \text{ cm}. \end{aligned}$$

Jakost ili konvergencija iznosi:

$$C = \frac{1}{f} = \frac{1}{0.25 \text{ m}} = 4 \text{ m}^{-1}.$$

### Vježba 325

Dvije tanke konvergentne leće svaka jakosti + 2 dpt, zalijepljene su zajedno. Kolika je jakost ili konvergencija ovog sustava leća? Kolika je žarišna daljina?

**Rezultat:**  $C = 4 \text{ m}^{-1}$ ,  $f = 25 \text{ cm}$ .

### Zadatak 326 (Tin, gimnazija)

Kolika je žarišna daljina bikonkavne leće napravljene od stakla indeksa loma 1.60? Polumjeri zakrivljenosti leće iznose 10 cm i 20 cm.

### Rješenje 326

$n = 1.60$ ,  $R_1 = -10 \text{ cm} = -0.10 \text{ m}$  leća je konkavna,  $R_2 = -20 \text{ cm} = -0.20 \text{ m}$  leća je konkavna,  $f = ?$

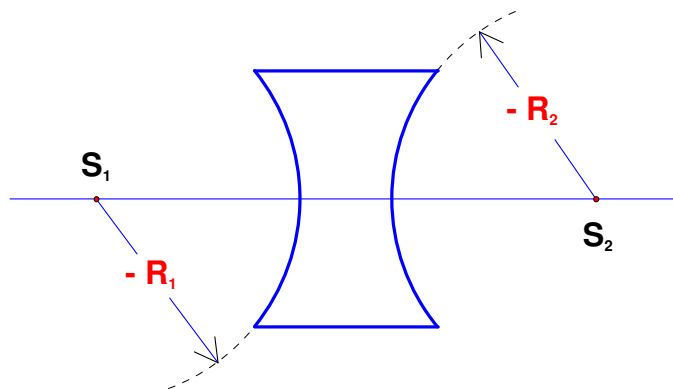
Jednadžba je tanke leće

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

gdje je  $f$  fokalna daljina leće,  $n$  relativni indeks loma leće (prema sredstvu u kojemu se nalazi leća), a  $R_1$  i  $R_2$  jesu polumjeri zakrivljenosti sfernih ploha leće.

- Za konvergentne (konveksne, tankog ruba) leće veličine  $R_1$  i  $R_2$  uzimamo s pozitivnim predznakom.
- Za divergentne (konkavne, širokog ruba) leće veličine  $R_1$  i  $R_2$  uzimamo s negativnim predznakom.
- Žarišnu udaljenost divergentne leće uzimamo s negativnim predznakom.

$$\begin{aligned} \frac{1}{f} &= (n-1) \cdot \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \Rightarrow \frac{1}{f} = (n-1) \cdot \frac{R_2 + R_1}{R_1 \cdot R_2} \Rightarrow \frac{1}{f} = (n-1) \cdot \frac{R_1 + R_2}{R_1 \cdot R_2} \Rightarrow \\ &\Rightarrow \left[ \frac{a}{b} = \frac{c}{d} \Rightarrow \frac{b}{a} = \frac{d}{c} \right] \Rightarrow f = \frac{R_1 \cdot R_2}{(n-1) \cdot (R_1 + R_2)} = \\ &= \frac{-0.10 \text{ m} \cdot (-0.20 \text{ m})}{(1.60-1) \cdot (-0.10 \text{ m} - 0.20 \text{ m})} = -0.1111 \text{ m} = -11.11 \text{ cm}. \end{aligned}$$



**Vježba 326**

Kolika je žarišna daljina bikonkavne leće napravljene od stakla indeksa loma 1.60? Polumjeri zakrivljenosti leće iznose 1 dm i 2 dm.

**Rezultat:** - 11.11 cm.

[www.halapa.com](http://www.halapa.com)