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 cm = 0.15 m, f = – 10 cm = – 0.1 m divergentna leća, b = ?, γ = ?, 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.

$$\frac{1}{a}+\frac{1}{b}=\frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{b}=\frac{1}{f}-\frac{1}{a} \Rightarrow \frac{1}{b}=\frac{a-f}{f\cdot a} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \left[\frac{a}{b}=\frac{c}{d} \Rightarrow \frac{b}{a}=\frac{d}{c}\right] \Rightarrow b=\frac{a\cdot f}{a-f}=\frac{15\ cm\cdot(-10\ cm)}{15\ cm-(-10\ cm)}=\frac{-15\ cm\cdot 10\ cm}{15\ cm+10\ cm}=-6\,cm.$$

Povećanje iznosi:

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

Kada je γ pozitivan, slika je uspravna.

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

Jakost leće je

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

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 °. Koliko iznosi kut loma ako je indeks loma vode 1.5?

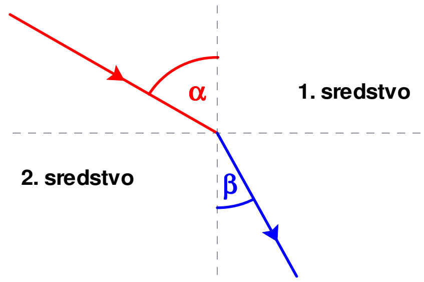
Rješenje 322

$n_1 = 1$, $\alpha = 30°$, $n_2 = 1.5$, $\beta = ?$

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 α i sinusa kuta loma β stalan je broj koji nazivamo indeksom loma n. Upadni kut α i kut loma β vezani su jednadžbom (Snelliusov zakona):

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

gdje je α upadni kut, β 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 β uporabit ćemo Snelliusov zakon.

$$\frac{\sin\alpha}{\sin\beta}=\frac{n_2}{n_1} \Rightarrow \frac{n_2}{n_1}=\frac{\sin\alpha}{\sin\beta} \Rightarrow \frac{n_2}{n_1}=\frac{\sin\alpha}{\sin\beta} \;/\cdot\frac{n_1\cdot\sin\beta}{n_2} \Rightarrow \sin\beta=\frac{n_1\cdot\sin\alpha}{n_2} \Rightarrow$$

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

Vježba 322

Pod kojim se kutom lomi zraka svjetlosti koja pod kutom α = 45° pada na vodu? (indeks loma vode n = 1.5)

Rezultat: 28° 7' 32''.

Zadatak 323 (Veseli maturanti ☺, gimnazija)

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

A. 1 *mm* *B.* 2 *mm* *C.* 3 *mm* *D.* 4 *mm*

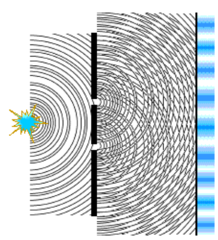
Rješenje 323

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

Kod interferencije dvaju valova svjetlosti na zastoru dobivamo tamne i svijetle pruge interferencije uz ove uvjete: d << 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 λ valna duljina svjetlosti, a udaljenost od izvora do zastora, d udaljenost između izvora (pukotina).



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

Odgovor je pod B.

Vježba 323

Infracrveno zračenje valne duljine 2 μm nailazi na pregradu s dvjema pukotinama međusobnoga razmaka 0.1 cm. Maksimumi interferencije detektiraju se na udaljenosti 10 dm od pregrade. Koliki je razmak između susjednih maksimuma interferencije.

$$A.\ 1\ mm \qquad B.\ 2\ mm \qquad C.\ 3\ mm \qquad D.\ 4\ mm$$

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 poveća.
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, ν

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 $c \approx 3 \cdot 10^8$ 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 dpt i divergentna jakosti – 6 dpt, zalijepljene su zajedno. Kolika je jakost ili konvergencija ovog sustava leća? Kolika je žarišna daljina?

Rješenje 325

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

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

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

Žarišna daljina iznosi:

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

Ovakav sustav leća ponaša se kao konvergentna leća.

2.inačica

Odredimo žarišne daljine obje leće.

- $f_1 = \frac{1}{C_1} = \frac{1}{10\ m^{-1}} = \frac{1}{10}\ m$
- $f_2 = \frac{1}{C_2} = \frac{1}{-6\ m^{-1}} = -\frac{1}{6}\ m.$

Tada je žarišna daljina sustava leća jednaka

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{f_2 + f_1}{f_1 \cdot f_2} \Rightarrow \left[\frac{a}{b} = \frac{c}{d} \Rightarrow \frac{b}{a} = \frac{d}{c} \right] \Rightarrow f = \frac{f_1 \cdot f_2}{f_1 + f_2} =$$

$$= \frac{\frac{1}{10}\ m \cdot \left(-\frac{1}{6}\ m\right)}{\frac{1}{10}\ m - \frac{1}{6}\ m} = \frac{1}{4}\ m = 0.25\ m = 25\ cm.$$

Jakost ili konvergencija iznosi:

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

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: $C = 4\ m^{-1}$, $f = 25$ 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

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

Jednadžba je tanke leće

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

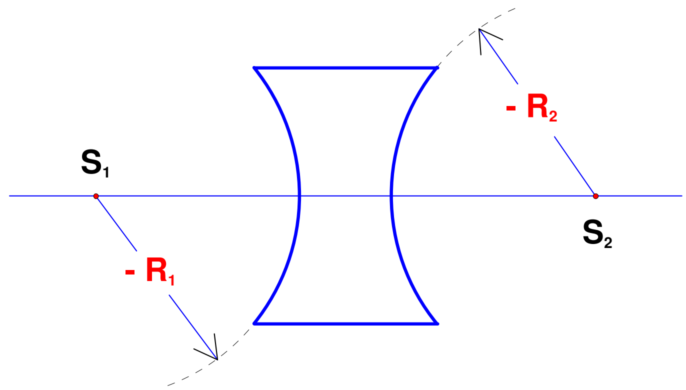
gdje je f fokalna daljina leće, n relativni indeks loma leće (prema sredstvu u kojemu se nalazi leća), a R_1 i R_2 jesu polumjeri zakrivljenosti sfernih ploha leće.

- 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.

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

$$\Rightarrow \left[\frac{a}{b} = \frac{c}{d} \Rightarrow \frac{b}{a} = \frac{d}{c} \right] \Rightarrow f = \frac{R_1 \cdot R_2}{(n-1) \cdot (R_1 + R_2)} =$$

$$= \frac{-0.10\ m \cdot (-0.20\ m)}{(1.60 - 1) \cdot (-0.10\ m - 0.20\ m)} = -0.1111\ m = -11.11\ cm.$$



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.

Zadatak 327 (Martina, gimnazija)

Svjetlost upada okomito na optičku rešetku. Prvi maksimum S_1 je 3 m udaljen od središnje svijetle pruge S_0 na zastoru udaljenom 4 m od rešetke. Konstanta rešetke iznosi:

$A.\ 0.60 \cdot \lambda$ $B.\ 0.75 \cdot \lambda$ $C.\ 0.80 \cdot \lambda$ $D.\ 1.67 \cdot \lambda$ $E.\ 2.87 \cdot \lambda$

Rješenje 327

b = 3 m, a = 4 m, k = 1 prvi maksimum, d = ?

Optička rešetka sastoji se od ekvidistantnih tijesno poredanih pukotina. Udaljenost između dviju pukotina zove se konstanta rešetke. Maksimum rasvjete dobit ćemo interferencijom u smjerovima koji zatvaraju kut α_k s okomicom na optičku mrežicu, tj. ako je

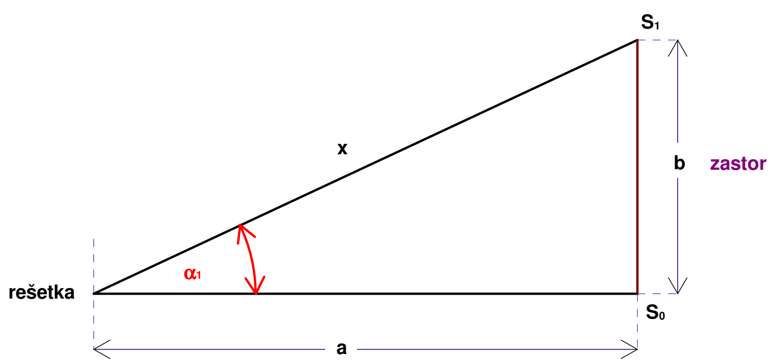
$$k \cdot \lambda = d \cdot \sin \alpha_k , \ k = 1, 2, 3, \ldots , n.$$

Trokut je dio ravnine omeđen s tri dužine. Te dužine zovemo stranice trokuta.
Pravokutni trokuti imaju jedan pravi kut (kut od 90º). Stranice koje zatvaraju pravi kut zovu se katete, a najdulja stranica je hipotenuza pravokutnog trokuta.

Pitagorin poučak

Trokut ABC je pravokutan ako i samo ako je kvadrat nad hipotenuzom jednak zbroju kvadrata nad katetama.

Sinus šiljastog kuta pravokutnog trokuta jednak je omjeru duljine katete nasuprot tog kuta i duljine hipotenuze.



Pomoću Pitagorina poučka izračunamo hipotenuzu pravokutnog trokuta.

$$x^2 = a^2 + b^2 \Rightarrow x^2 = a^2 + b^2 \ / \sqrt{\ } \Rightarrow x = \sqrt{a^2 + b^2} \Rightarrow \begin{bmatrix} a = 4 \\ b = 3 \end{bmatrix} \Rightarrow x = \sqrt{4^2 + 3^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \ x = \sqrt{16+9} \ \Rightarrow \ x = \sqrt{25} \ \Rightarrow \ x = 5 \ m.$$

Sada je:

$$\sin \alpha_1 = \frac{b}{x} \ \Rightarrow \ \sin \alpha_1 = \frac{3}{5}.$$

Konstanta rešetke iznosi:

$$k \cdot \lambda = d \cdot \sin \alpha_k \ \Rightarrow \ \left[\begin{array}{l} k = 1 \\ \sin \alpha_1 = \frac{3}{5} \end{array} \right] \Rightarrow \ \lambda = d \cdot \frac{3}{5} \ \Rightarrow \ \frac{3}{5} \cdot d = \lambda \ \Rightarrow \ \frac{3}{5} \cdot d = \lambda \ / \cdot \frac{5}{3} \ \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \ d = \frac{5}{3} \cdot \lambda = 1.67 \cdot \lambda.$$

Odgovor je pod D.

Vježba 327

Svjetlost upada okomito na optičku rešetku. Prvi maksimum S_1 je 6 m udaljen od središnje svijetle pruge S_0 na zastoru udaljenom 8 m od rešetke. Konstanta rešetke iznosi:

$A.\ 0.60 \cdot \lambda$ $\quad B.\ 0.75 \cdot \lambda$ $\quad C.\ 0.80 \cdot \lambda$ $\quad D.\ 1.67 \cdot \lambda$ $\quad E.\ 2.87 \cdot \lambda$

Rezultat: D.