Zadatak 281 (Dino, gimnazija)

Predmet i slika trebaju biti udaljeni 100 cm. Gdje treba postaviti leću žarišne daljine 16 cm da bi se dobila realna slika?

Rješenje 281

d = 100 cm = 1 m, f = 16 cm = 0.16 m, a = ?

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.
Konvergentne leće stvaraju realnu sliku, ako je udaljenost predmeta a veća od žarišne daljine f.
Divergentne leće ne stvaraju realnu sliku.

$$\left.\begin{array}{l} a+b=d \\ \frac{1}{a}+\frac{1}{b}=\frac{1}{f} \end{array}\right\} \Rightarrow \left.\begin{array}{l} b=d-a \\ \frac{1}{a}+\frac{1}{b}=\frac{1}{f} \quad / \cdot a \cdot b \cdot f \end{array}\right\} \Rightarrow \left.\begin{array}{l} b=d-a \\ b \cdot f+a \cdot f=a \cdot b \end{array}\right\} \Rightarrow \left.\begin{array}{l} b=d-a \\ f \cdot (b+a)=a \cdot b \end{array}\right\} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow f \cdot (d-a+a)=a \cdot (d-a) \Rightarrow f \cdot (d-a+a)=a \cdot d-a^2 \Rightarrow f \cdot d=a \cdot d-a^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow a^2-d \cdot a+f \cdot d=0 \Rightarrow \left.\begin{array}{l} a^2-d \cdot a+f \cdot d=0 \\ a=1 \ , \ b=-d \ , \ c=f \cdot d \end{array}\right\} \Rightarrow \left.\begin{array}{l} a=1 \ , \ b=-d \ , \ c=f \cdot d \\ a_{1,2}=\frac{-b \pm \sqrt{b^2-4 \cdot a \cdot c}}{2 \cdot a} \end{array}\right\} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow a_{1,2}=\frac{-(-d) \pm \sqrt{(-d)^2-4 \cdot 1 \cdot f \cdot d}}{2 \cdot 1} \Rightarrow a_{1,2}=\frac{d \pm \sqrt{d^2-4 \cdot f \cdot d}}{2} \Rightarrow$$

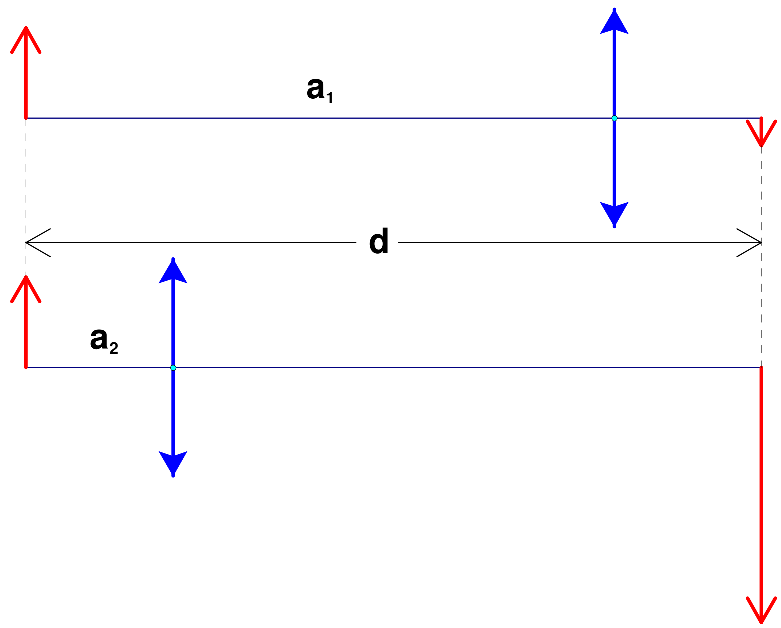
$$\Rightarrow \left.\begin{array}{l} a_1=\frac{d+\sqrt{d^2-4 \cdot f \cdot d}}{2} \\ a_2=\frac{d-\sqrt{d^2-4 \cdot f \cdot d}}{2} \end{array}\right\}.$$

Uočimo da se realna slika predmeta dobije za

$$d^2-4 \cdot f \cdot d>0 \Rightarrow d \cdot (d-4 \cdot f)>0 \Rightarrow [d>0] \Rightarrow d-4 \cdot f>0 \Rightarrow d>4 \cdot f.$$

Postoje dva rješenja.

- $a_1=\frac{d+\sqrt{d^2-4 \cdot f \cdot d}}{2}=\frac{1\ m+\sqrt{(1\ m)^2-4 \cdot 0.16\ m \cdot 1\ m}}{2}=0.8\ m=80\ cm$
- $a_2=\frac{d-\sqrt{d^2-4 \cdot f \cdot d}}{2}=\frac{1\ m-\sqrt{(1\ m)^2-4 \cdot 0.16\ m \cdot 1\ m}}{2}=0.2\ m=20\ cm.$



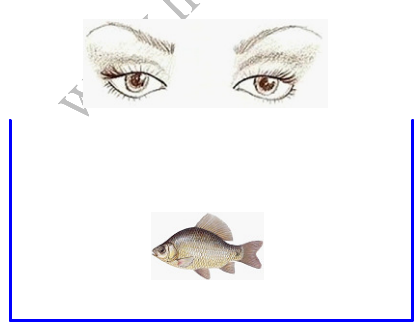
Vježba 281

Predmet i slika trebaju biti udaljeni 10 dm. Gdje treba postaviti leću žarišne daljine 1.6 dm da bi se dobila realna slika?

Rezultat: 8 dm ili 2 dm od predmeta.

Zadatak 282 (Domagoj, gimnazija)

Osoba promatra ribu koja se nalazi u vodi indeksa loma 1.33 na dubini 1.33 m (slika). Na kojoj dubini osoba vidi ribu? (indeks loma zraka $n_2 = 1.00$)



Rješenje 282

$n_1 = 1.33$, $a = 1.33$ m, $n_2 = 1.00$, $b = ?$

Sferni dioptar je granica između dva homogena, izotropna optička sredstva različitih indeksa loma n_1 i n_2 rastavljenih sfernom plohom polumjera zakrivljenosti r. Jednadžba konjukcije sfernog dioptra u uvjetima Gaussovih aproksimacija je

$$\frac{n_1}{a} + \frac{n_2}{b} = \frac{n_2 - n_1}{r},$$

gdje je a udaljenost predmeta od tjemena, b udaljenost slike od tjemena.
Za realne predmete je $a > 0$.
Za virtualne slike je $b < 0$.
Ravni dioptar je poseban slučaj sfernog dioptra kad je polumjer zakrivljenosti r beskonačan ($r = \infty$).

$$\frac{n_1}{a} + \frac{n_2}{b} = 0.$$

Za realan predmet dobije se slika koja je virtualna, uspravna i jednako velika kao i predmet.

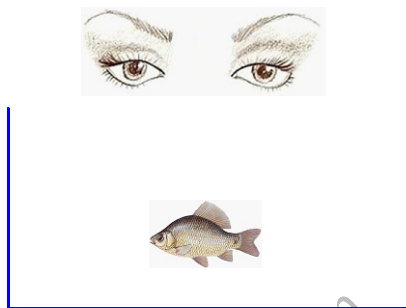
$$\frac{n_1}{a}+\frac{n_2}{b}=0 \Rightarrow \frac{n_2}{b}=-\frac{n_1}{a} \Rightarrow \left[\frac{a}{b}=\frac{c}{d} \Rightarrow \frac{b}{a}=\frac{d}{c}\right] \Rightarrow \frac{b}{n_2}=-\frac{a}{n_1} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{b}{n_2}=-\frac{a}{n_1} \; / \cdot n_2 \Rightarrow b=-\frac{n_2}{n_1}\cdot a=-\frac{1.00}{1.33}\cdot 1.33\ m=-1\ m.$$

Osoba vidi ribu na dubini 1 m.

Vježba 282

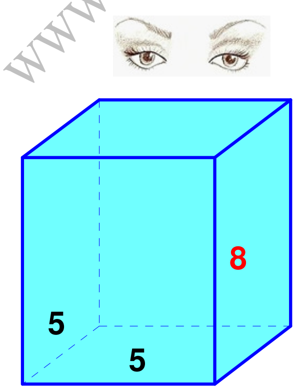
Osoba promatra ribu koja se nalazi u vodi indeksa loma 1.33 na dubini 133 cm (slika). Na kojoj dubini osoba vidi ribu? (indeks loma zraka $n_2 = 1.00$)



Rezultat: – 1 m.

Zadatak 283 (Domagoj, gimnazija)

Stakleni blok dimenzija 5 cm x 5 cm x 8 cm postavljen je na podlogu na manjoj stranici (slika). Gledajući odozgo opažaču se čini da blok ima oblik kocke. Koliki je indeks loma stakla? (indeks loma zraka n = 1.00)



Rješenje 283

a = 8 cm = 0.08 m, b = – 5 cm = – 0.05 m, n = 1.00, n_1 = ?

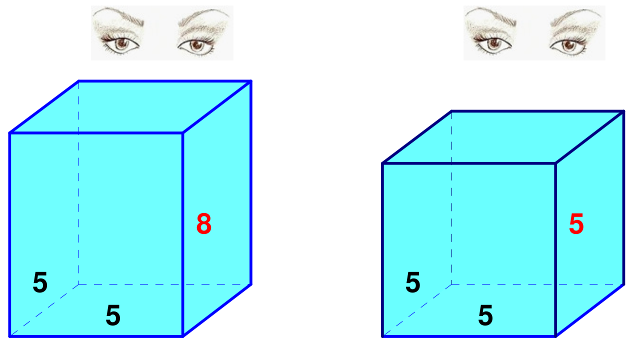
Sferni dioptar je granica između dva homogena, izotropna optička sredstva različitih indeksa loma n_1 i n_2 rastavljenih sfernom plohom polumjera zakrivljenosti r. Jednadžba konjukcije sfernog dioptra u uvjetima Gaussovih aproksimacija je

$$\frac{n_1}{a}+\frac{n_2}{b}=\frac{n_2-n_1}{r},$$

gdje je a udaljenost predmeta od tjemena, b udaljenost slike od tjemena.
Za realne predmete je a > 0.
Za virtualne slike je b < 0.
Ravni dioptar je poseban slučaj sfernog dioptra kad je polumjer zakrivljenosti r beskonačan (r = ∞).

$$\frac{n_1}{a}+\frac{n_2}{b}=0.$$

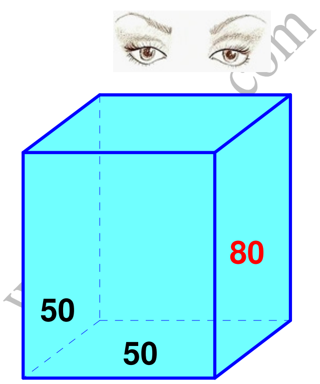
Za realan predmet dobije se slika koja je virtualna, uspravna i jednako velika kao i predmet.



$$\frac{n_1}{a}+\frac{n}{b}=0 \;\Rightarrow\; \frac{n_1}{a}=-\frac{n}{b} \;\Rightarrow\; \frac{n_1}{a}=-\frac{n}{b} \;/\cdot a \;\Rightarrow\; n_1=-\frac{0.08\ m}{-0.05\ m}\cdot 1.00=1.6.$$

Vježba 283

Stakleni blok dimenzija 50 mm x 50 mm x 80 mm postavljen je na podlogu na manjoj stranici (slika). Gledajući odozgo opažaču se čini da blok ima oblik kocke. Koliki je indeks loma stakla? (indeks loma zraka n = 1.00)



Rezultat: 1.6.

Zadatak 284 (Domagoj, gimnazija)

Leća izrađena iz stakla indeksa loma 1.5 ima u zraku jakost + 5.2 dioptrije. Kolika je jakost te leće u vodi indeksa loma $\frac{4}{3}$?

Rješenje 284

n = 1.5, $\quad C = +\,5.2\ m^{-1}$, $\quad n_1=\frac{4}{3}$, $\quad C_1 = ?$

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). Jakost ili konvergencija leće C dana je jednadžbom

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

gdje je n relativni indeks loma leće (prema sredstvu u kojemu se nalazi leća), a R_1 i R_2 jesu polumjeri zakrivljenosti sfernih ploha leće. Predznak polumjera pozitivan je pri konveksnoj leći, a negativan pri konkavnoj leći. Jakost divergentne leće je negativna. Ako je tanka leća izrađena od materijala apsolutnog indeksa loma n_1, a nalazi se u sredstvu apsolutnog indeksa loma n_2 njezina jednadžba glasi:

$$C=\left(\frac{n_1}{n_2}-1\right)\cdot\left(\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}\right).$$

$$\left.\begin{array}{l} C=(n-1)\cdot\left(\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}\right) \\ C_1=\left(\frac{n}{n_1}-1\right)\cdot\left(\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}\right)\end{array}\right\}\Rightarrow\left[\begin{array}{c}\text{podijelimo}\\ \text{jednadžbe}\end{array}\right]\Rightarrow\frac{C_1}{C}=\frac{\left(\frac{n}{n_1}-1\right)\cdot\left(\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}\right)}{(n-1)\cdot\left(\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}\right)}\Rightarrow$$

$$\Rightarrow\frac{C_1}{C}=\frac{\left(\frac{n}{n_1}-1\right)\cdot\left(\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}\right)}{(n-1)\cdot\left(\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}\right)}\Rightarrow\frac{C_1}{C}=\frac{\frac{n}{n_1}-1}{n-1}\Rightarrow\frac{C_1}{C}=\frac{\frac{n}{n_1}-\frac{1}{1}}{\frac{n-1}{1}}\Rightarrow\frac{C_1}{C}=\frac{\frac{n-n_1}{n_1}}{n-1}\Rightarrow$$

$$\Rightarrow\frac{C_1}{C}=\frac{n-n_1}{n_1\cdot(n-1)}\Rightarrow\frac{C_1}{C}=\frac{n-n_1}{n_1\cdot(n-1)}\;/\cdot C\Rightarrow C_1=\frac{n-n_1}{n_1\cdot(n-1)}\cdot C=$$

$$=\frac{1.5-\frac{4}{3}}{\frac{4}{3}\cdot(1.5-1)}\cdot 5.2\ m^{-1}=+1.3\ m^{-1}.$$

Vježba 284

Leća izrađena iz stakla indeksa loma 1.5 ima u zraku jakost + 5.2 dioptrije. Kolika je jakost te leće u vodi indeksa loma 1.3?

Rezultat: $+\ 1.6\ m^{-1}$.

Zadatak 285 (Dora, srednja škola)

Dalekovidno oko ne vidi oštro na daljinu manju od 60 cm. Koliku jakost mora imati leća koja se stavi 3 cm ispred oka da bi ono oštro vidjelo i predmete udaljene 25 cm?

Rješenje 285

p = 60 cm = 0.60 m, c = 3 cm = 0.03 m, d = 25 cm = 0.25 m,
a = d – c = 0.25 m – 0.03 m = 0.22 m, b = – (p – c) = – (0.60 m – 0.03 m) = – 0.57 m, C = ?

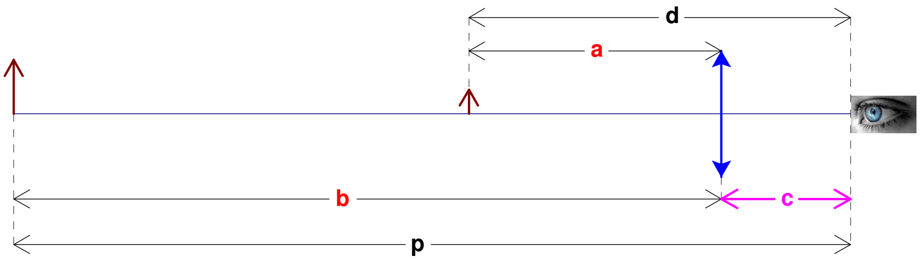
Leće su prozirna tijela, omeđena dvjema sfernim plohama, od kojih jedna može biti ravnina. Leće širokog ruba jesu divergentne (ili konkavne, ili rastresne), a leće tankog ruba konvergentne (ili konveksne, ili sabirne). Jakost ili konvergencija leće C dana je jednadžbom

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

gdje je a udaljenost predmeta i b udaljenost slike od leće.
Sabirne (konvergentne, konveksne) leće imaju pozitivnu optičku jakost, a rastresne (divergentne) leće imaju negativnu dioptrijsku jakost.
Dalekovidno oko može se prilagoditi samo za gledanje predmeta na udaljenosti većoj od p. Da bi oko vidjelo predmet koji je udaljen za d (d < p) lećom treba udaljiti predmet s te udaljenosti na udaljenost p. Na udaljenosti p dalekovidno oko jasno razabire sliku. Za oko je ta slika predmet čija slika pada na mrežnicu oka.

$$C=\frac{1}{a}+\frac{1}{b}\Rightarrow C=\frac{b+a}{a\cdot b}\Rightarrow C=\frac{a+b}{a\cdot b}=\frac{0.22\ m-0.57\ m}{0.22\ m\cdot(-0.57\ m)}=2.79\ m^{-1}\approx 2.8\ m^{-1}.$$

Jakost leće je pozitivna što znači da treba uporabiti konveksnu leću.



Vježba 285

Dalekovidno oko ne vidi oštro na daljinu manju od 120 cm. Koliku jakost mora imati leća koja se stavi 2 cm ispred oka da bi ono oštro vidjelo i predmete udaljene 25 cm?

Rezultat: $+ 3.5 \text{ m}^{-1}$.

Zadatak 286 (Zvonimir, srednja škola)

Na koju udaljenost od konveksnog zrcala treba postaviti svijeću da njezina slika bude 1 m iza zrcala? Polumjer zakrivljenosti zrcala je 2.5 m.

Rješenje 286

b = – 1 m konveksno zrcalo, R = – 2.5 m konveksno zrcalo, a = ?

Sferno zrcalo je dio kugline površine, tj. ono je kalota kugle. Jednadžba sfernog zrcala daje svezu između udaljenosti predmeta i slike od sfernog zrcala i fokalne daljine.
Uzmemo li kao ishodište tjeme zrcala i označimo li sa a udaljenost predmeta od tjemena, sa b udaljenost slike od tjemena, sa R polumjer zakrivljenosti zrcala, vrijedi jednadžba:

$$\frac{1}{a}+\frac{1}{b}=\frac{2}{R}.$$

Udaljenost virtualnih slika i polumjer zakrivljenosti konveksnog zrcala imaju negativan predznak.

$$\frac{1}{a}+\frac{1}{b}=\frac{2}{R} \Rightarrow \frac{1}{a}=\frac{2}{R}-\frac{1}{b} \Rightarrow \frac{1}{a}=\frac{2\cdot b-R}{R\cdot b} \Rightarrow \left[\frac{a}{b}=\frac{c}{d} \Rightarrow \frac{b}{a}=\frac{d}{c}\right] \Rightarrow a=\frac{R\cdot b}{2\cdot b-R}=$$

$$=\frac{-2.5\ m\cdot(-1\ m)}{2\cdot(-1\ m)-(-2.5\ m)}=5\ m.$$

Vježba 286

Na koju udaljenost od konveksnog zrcala treba postaviti svijeću da njezina slika bude 10 dm iza zrcala? Polumjer zakrivljenosti zrcala je 250 cm.

Rezultat: 5 m.

Zadatak 287 (Zvonimir, srednja škola)

Predmet je na udaljenosti d ispred tjemena konkavnog sfernog zrcala polumjera zakrivljenosti d. Koliko je povećanje zrcala?

$$A.\ 3 \qquad B.\ -1 \qquad C.\ 2 \qquad D.\ d$$

Rješenje 287

a = d, R = d, a = ?

Sferno zrcalo je dio kugline površine, tj. ono je kalota kugle. Jednadžba sfernog zrcala daje svezu između udaljenosti predmeta i slike od sfernog zrcala i fokalne daljine.
Uzmemo li kao ishodište tjeme zrcala i označimo li sa a udaljenost predmeta od tjemena, sa b udaljenost slike od tjemena, sa R polumjer zakrivljenosti zrcala, vrijedi jednadžba:

$$\frac{1}{a}+\frac{1}{b}=\frac{2}{R}.$$

Povećanje zrcala γ zovemo omjerom između veličine slike y ' i veličine predmeta y:

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

Najprije odredimo udaljenost b.

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{2}{R} \Rightarrow \frac{1}{b} = \frac{2}{R} - \frac{1}{a} \Rightarrow \frac{1}{b} = \frac{2 \cdot a - R}{R \cdot a} \Rightarrow \left[\frac{a}{b} = \frac{c}{d} \Rightarrow \frac{b}{a} = \frac{d}{c} \right] \Rightarrow b = \frac{R \cdot a}{2 \cdot a - R} =$$

$$\Rightarrow b = \frac{d \cdot d}{2 \cdot d - d} \Rightarrow b = \frac{d \cdot d}{d} \Rightarrow b = \frac{d \cdot d}{d} \Rightarrow b = d.$$

Povećanje iznosi:

$$\gamma = -\frac{b}{a} \Rightarrow \begin{bmatrix} b = d \\ a = d \end{bmatrix} \Rightarrow \gamma = -\frac{d}{d} \Rightarrow \gamma = -\frac{d}{d} \Rightarrow \gamma = -1.$$

Odgovor je pod B.

Vježba 287

Predmet je na udaljenosti 2 · d ispred tjemena konkavnog sfernog zrcala polumjera zakrivljenosti 2 · d. Koliko je povećanje zrcala?

A. 3 *B.* −1 *C.* 2 *D.* *d*

Rezultat: B.

Zadatak 288 (Zvonimir, srednja škola)

Zraka svjetlosti koja pod kutom 45º pada na ravnu površinu stakla djelomično se lomi, a djelomično reflektira. Kut između lomljene i reflektirane zrake jest 107º. Odredite indeks loma stakla.

A. 1.59 *B.* 1.43 *C.* 1.51 *D.* 1.72

Rješenje 288

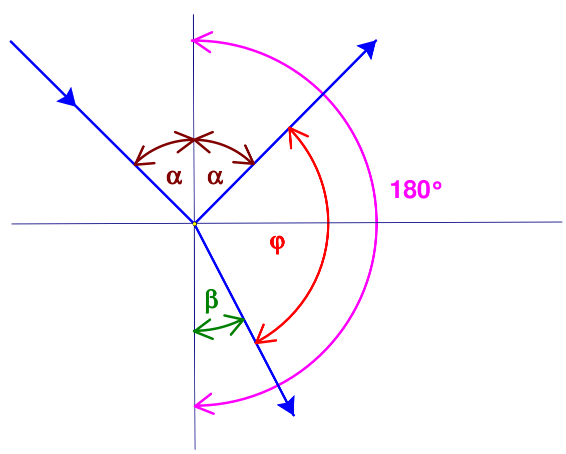
α = 45º, φ = 107º, n = ?

Sferno zrcalo je dio kugline površine, tj. ono je kalota kugle. Jednadžba sfernog zrcala daje svezu između udaljenosti predmeta i slike od sfernog zrcala i fokalne daljine.
Uzmemo li kao ishodište tjeme zrcala i označimo li sa a udaljenost predmeta od tjemena, sa b udaljenost slike od tjemena, sa R polumjer zakrivljenosti zrcala, vrijedi jednadžba:

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{2}{R}.$$

Povećanje zrcala γ zovemo omjerom između veličine slike y ' i veličine predmeta y:

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



Najprije odredimo mjeru kuta β.

$$\alpha+\varphi+\beta=180^\circ \Rightarrow \beta=180^\circ-\alpha-\varphi \Rightarrow \beta=180^\circ-45^\circ-107^\circ \Rightarrow \beta=28^\circ.$$

Indeks loma stakla iznosi:

$$\frac{\sin\alpha}{\sin\beta}=n \Rightarrow n=\frac{\sin\alpha}{\sin\beta} \Rightarrow n=\frac{\sin 45^\circ}{\sin 28^\circ} \Rightarrow n=1.51.$$

Odgovor je pod C.

Vježba 288

Zraka svjetlosti koja pod kutom 45º pada na ravnu površinu stakla djelomično se lomi, a djelomično reflektira. Kut između lomljene i reflektirane zrake jest 100º. Odredite indeks loma stakla.

$$A.\ 1.23 \qquad B.\ 1.33 \qquad C.\ 1.41 \qquad D.\ 1.53$$

Rezultat: A.

Zadatak 289 (Vesna, srednja škola)

Optička rešetka otklanja monokromatsku svjetlost u spektru drugog reda za 30º. Koliki je otklon u spektru prvog reda?

Rješenje 289

$k_2 = 2$, $\alpha_2 = 30^\circ$, $k_1 = 1$, $\alpha_1 = ?$

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

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

Za spektar prvog i drugog reda vrijedi:

$$\left.\begin{array}{l} k=1\ ,\ d\cdot\sin\alpha_k=k\cdot\lambda \\ k=2\ ,\ d\cdot\sin\alpha_k=k\cdot\lambda \end{array}\right\} \Rightarrow \left.\begin{array}{l} d\cdot\sin\alpha_1=1\cdot\lambda \\ d\cdot\sin\alpha_2=2\cdot\lambda \end{array}\right\} \Rightarrow \left[\begin{array}{c}\text{podijelimo}\\ \text{jednadžbe}\end{array}\right] \Rightarrow \frac{d\cdot\sin\alpha_1}{d\cdot\sin\alpha_2}=\frac{1\cdot\lambda}{2\cdot\lambda} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{d\cdot\sin\alpha_1}{d\cdot\sin\alpha_2}=\frac{1\cdot\lambda}{2\cdot\lambda} \Rightarrow \frac{\sin\alpha_1}{\sin\alpha_2}=\frac{1}{2} \Rightarrow \frac{\sin\alpha_1}{\sin\alpha_2}=\frac{1}{2}\ /\cdot\sin\alpha_2 \Rightarrow \sin\alpha_1=\frac{1}{2}\cdot\sin\alpha_2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \alpha_1=\sin^{-1}\left(\frac{1}{2}\cdot\sin\alpha_2\right)=\sin^{-1}\left(\frac{1}{2}\cdot\sin 30^\circ\right)=14^\circ\,28'39''.$$

Vježba 289

Optička rešetka otklanja monokromatsku svjetlost u spektru drugog reda za 24º. Koliki je otklon u spektru prvog reda?

Rezultat: 11º 44'.

Zadatak 290 (Palčica, medicinska škola)

Brzina je crvene svjetlosti u nekom sredstvu $2\cdot10^8$ m / s, a valna duljina 500 nm. Kolika je frekvencija? Koliki je indeks loma? (brzina svjetlosti u vakuumu $c = 3\cdot10^8$ m / s)

$$A.\ 2\cdot10^{14}\ Hz \qquad B.\ 4\cdot10^{14}\ Hz \qquad C.\ 1.5\cdot10^{14}\ Hz$$
$$D.\ 1.6 \qquad E.\ 1.5 \qquad F.\ 1.4$$

Rješenje 290

$v = 2\cdot10^8$ m / s, $\lambda = 500$ nm $= 5\cdot10^{-7}$ m, $c = 3\cdot10^8$ m / s, $\nu = ?$, $n = ?$

Sveza između valne duljine λ, frekvencije ν i brzine v dana je relacijama:

$$v = \lambda \cdot \nu \Rightarrow \lambda = \frac{v}{\nu} \Rightarrow \nu = \frac{v}{\lambda}.$$

Pri prijelazu svjetlosti iz jednog optičkog sredstva u drugo frekvencija ostaje nepromijenjena, a valna se duljina i brzina mijenjaju. Apsolutni indeks loma n nekog prozirnog sredstva jednak je količniku brzine svjetlosti u vakuumu c i brzine svjetlosti v u tom sredstvu.

$$n = \frac{c}{v}.$$

Računamo frekvenciju ν.

$$\nu = \frac{v}{\lambda} = \frac{2 \cdot 10^{8} \frac{m}{s}}{5 \cdot 10^{-7} m} = 4 \cdot 10^{14} \frac{1}{s} = 4 \cdot 10^{14} Hz.$$

Odgovor je pod B.
Računamo indeks loma n.

$$n = \frac{c}{v} = \frac{3 \cdot 10^{8} \frac{m}{s}}{2 \cdot 10^{8} \frac{m}{s}} = 1.5.$$

Odgovor je pod E.

Vježba 290

Brzina je crvene svjetlosti u nekom sredstvu $2 \cdot 10^5$ km / s, a valna duljina 500 nm. Kolika je frekvencija? Koliki je indeks loma? (brzina svjetlosti u vakuumu $c = 3 \cdot 10^8$ m / s)

$$A.\ 2 \cdot 10^{14}\ Hz \qquad B.\ 4 \cdot 10^{14}\ Hz \qquad C.\ 1.5 \cdot 10^{14}\ Hz$$
$$D.\ 1.6 \qquad E.\ 1.5 \qquad F.\ 1.4$$

Rezultat: B, E.

Zadatak 291 (Palčica, medicinska škola)

Brzina je crvene svjetlosti u nekom sredstvu $2 \cdot 10^8$ m / s, a plave $1.98 \cdot 10^8$ m / s. Indeksi loma koji im odgovaraju su:

$$A.\ 1.7 \qquad B.\ 1.655 \qquad C.\ 1.6 \qquad D.\ 1.515$$
$$E.\ 1.5 \qquad F.\ 1.455 \qquad G.\ 1.4 \qquad H.\ 1.355$$

(brzina svjetlosti u vakuumu $c = 3 \cdot 10^8$ m / s)

Rješenje 291

$v_1 = 2 \cdot 10^8$ m / s, $v_2 = 1.98 \cdot 10^8$ m / s, $c = 3 \cdot 10^8$ m / s, $n_1 = ?$, $n_2 = ?$

Pri prijelazu svjetlosti iz jednog optičkog sredstva u drugo frekvencija ostaje nepromijenjena, a valna se duljina i brzina mijenjaju. Apsolutni indeks loma n nekog prozirnog sredstva jednak je kvocijentu brzine svjetlosti u vakuumu c i brzine svjetlosti v u tom sredstvu.

$$n = \frac{c}{v}.$$

Indeksi loma su:

- za crvenu svjetlost

$$n_1 = \frac{c}{v_1} = \frac{3 \cdot 10^{8} \frac{m}{s}}{2 \cdot 10^{8} \frac{m}{s}} = 1.5.$$

Odgovor je pod E.

- za plavu svjetlost

$$n_2 = \frac{c}{v_2} = \frac{3 \cdot 10^8 \ \frac{m}{s}}{1.98 \cdot 10^8 \ \frac{m}{s}} = 1.515.$$

Odgovor je pod D.

Vježba 291

Brzina je crvene svjetlosti u nekom sredstvu $2 \cdot 10^5$ km / s, a plave $1.98 \cdot 10^5$ km / s. Indeksi loma koji im odgovaraju su:

A. 1.7 *B.* 1.655 *C.* 1.6 *D.* 1.515
E. 1.5 *F.* 1.455 *G.* 1.4 *H.* 1.355

(brzina svjetlosti u vakuumu $c = 3 \cdot 10^8$ m / s)

Rezultat: E, D.

Zadatak 292 (Miroslav, gimnazija)

Na dno posude napunjene vodom do visine 10 cm postavljen je točkasti izvor svjetlosti. Na vodi pliva kružna neprozirna ploča tako da se njezino središte nalazi iznad izvora svjetlosti. Koliki je najmanji polumjer što ga mora imati ta ploča da nijedna zraka svjetlosti ne izađe iz vode? (indeks loma vode n = 1.33)

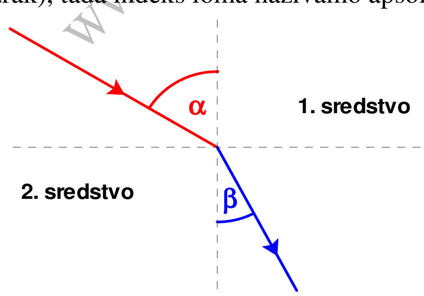
Rješenje 292

h = 10 cm = 0.1 m, n = 1.33, r = ?

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):

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n.$$

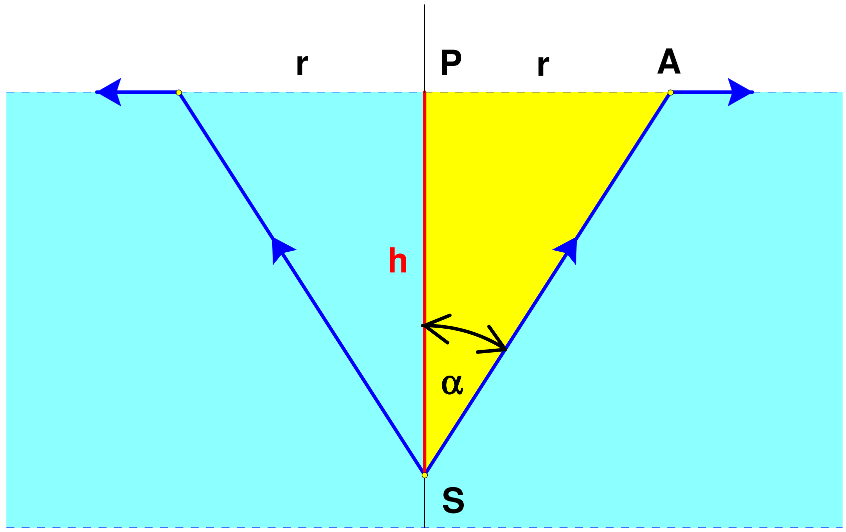
Ako je prvo sredstvo vakuum (zrak), tada indeks loma nazivamo apsolutnim indeksom loma n.



Totalna refleksija je pojava koja se isključivo javlja pri prijelazu svjetlosti iz optički gušćeg u optički rjeđe sredstvo. Granični upadni kut α_g je onaj za koji je kut loma 90º. Kada svjetlost prelazi iz sredstva apsolutnog indeksa loma n u vakuum, odnosno zrak, tada je

$$\sin \alpha_g = \frac{1}{n}.$$

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.
Tangens šiljastog kuta pravokutnog trokuta jednak je omjeru duljine katete nasuprot tog kuta i duljine katete uz taj kut.



Budući da svjetlost prelazi iz optički gušćeg sredstva (vode) u optički rjeđe sredstvo (zrak), lomi se od okomice pa će za neki kut α nastupiti totalna refleksija, tj. za kutove veće od α svjetlost neće izlaziti iz vode. Kut totalne refleksije α poslužit će nam za računanje polumjera r ploče.
Iz pravokutnog trokuta SPA pomoću funkcije tangens dobije se:

$$tg\,\alpha = \frac{r}{h} \Rightarrow \frac{r}{h} = tg\,\alpha \Rightarrow \frac{r}{h} = tg\,\alpha \;/\cdot h \Rightarrow r = h \cdot tg\,\alpha.$$

Za granični kut α totalne refleksije vrijedi:

$$\sin\alpha = \frac{1}{n} \Rightarrow \alpha = \sin^{-1}\left(\frac{1}{n}\right) \Rightarrow \alpha = \sin^{-1}\left(\frac{1}{1.33}\right) \Rightarrow \alpha = 48^\circ\, 45'12''.$$

Sada je

$$r = h \cdot tg\,\alpha = 0.1\ m \cdot tg\,48^\circ\, 45'12'' = 0.1140\ m = 11.40\ cm.$$

Vježba 292

Na dno posude napunjene vodom do visine 1 dm postavljen je točkasti izvor svjetlosti. Na vodi pliva kružna neprozirna ploča tako da se njezino središte nalazi iznad izvora svjetlosti. Koliki je najmanji polumjer što ga mora imati ta ploča da nijedna zraka svjetlosti ne izađe iz vode? (indeks loma vode n = 1.33)

Rezultat: 11.40 cm.

Zadatak 293 (Zdeslav, gimnazija)

Promatramo li s mjesta iznad površine vode predmet koji leži na dnu bazena dubokog 1 m izgleda nam bliži nego što stvarno jest. Izračunajte kolika je prividna dubina na kojoj vidimo predmet, ako se promatrač nalazi točno iznad predmeta. (indeks loma vode $n_1 = 4 / 3$, indeks loma zraka $n_2 = 1.00$)

Rješenje 293

$h = 1$ m, $n_1 = 4 / 3$, $n_2 = 1.00$, $h_1 = ?$

Sferni dioptar je granica između dva homogena, izotropna optička sredstva različitih indeksa loma n_1 i n_2 rastavljenih sfernom plohom polumjera zakrivljenosti r. Jednadžba konjukcije sfernog dioptra u uvjetima Gaussovih aproksimacija je

$$\frac{n_1}{a} + \frac{n_2}{b} = \frac{n_2 - n_1}{r},$$

gdje je a udaljenost predmeta od tjemena, b udaljenost slike od tjemena.
Za realne predmete je a > 0.

Za virtualne slike je b < 0.
Ravni dioptar je poseban slučaj sfernog dioptra kad je polumjer zakrivljenosti r beskonačan (r = ∞).

$$\frac{n_1}{a}+\frac{n_2}{b}=0.$$

Za realan predmet dobije se slika koja je virtualna, uspravna i jednako velika kao i predmet.

$$\frac{n_1}{h}+\frac{n_2}{h_1}=0 \Rightarrow \frac{n_2}{h_1}=-\frac{n_1}{h} \Rightarrow \left[\frac{a}{b}=\frac{c}{d} \Rightarrow \frac{b}{a}=\frac{d}{c}\right] \Rightarrow \frac{h_1}{n_2}=-\frac{h}{n_1} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{h_1}{n_2}=-\frac{h}{n_1} \,/\cdot n_2 \Rightarrow h_1=-\frac{n_2}{n_1}\cdot h=-\frac{1.00}{\frac{4}{3}}\cdot 1\ m=-\frac{\frac{1.00}{1}}{\frac{4}{3}}\cdot 1\ m=-\frac{3.00}{4}\cdot 1\ m=-0.75\ m.$$

Prividna dubina na kojoj vidimo predmet je 0.75 m.

Vježba 293

Promatramo li s mjesta iznad površine vode predmet koji leži na dnu bazena dubokog 10 dm izgleda nam bliži nego što stvarno jest. Izračunajte kolika je prividna dubina na kojoj vidimo predmet, ako se promatrač nalazi točno iznad predmeta. (indeks loma vode $n_1 = 4 / 3$, indeks loma zraka $n_2 = 1.00$)

Rezultat: – 7.5 dm.

Zadatak 294 (Zdeslav, gimnazija)

Promatramo li s mjesta iznad površine vode predmet koji leži na dnu bazena dubokog 1 m izgleda nam bliži nego što stvarno jest. Izračunajte kolika je prividna dubina na kojoj vidimo predmet, ako promatrač vidi predmet pod kutom α = 60º prema okomici. (indeks loma vode n = 4 / 3)

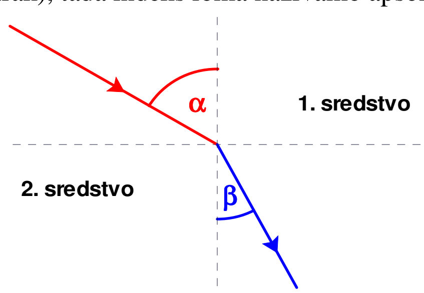
Rješenje 294

h = 1 m, α = 60º, n = 4 / 3, h_1 = ?

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):

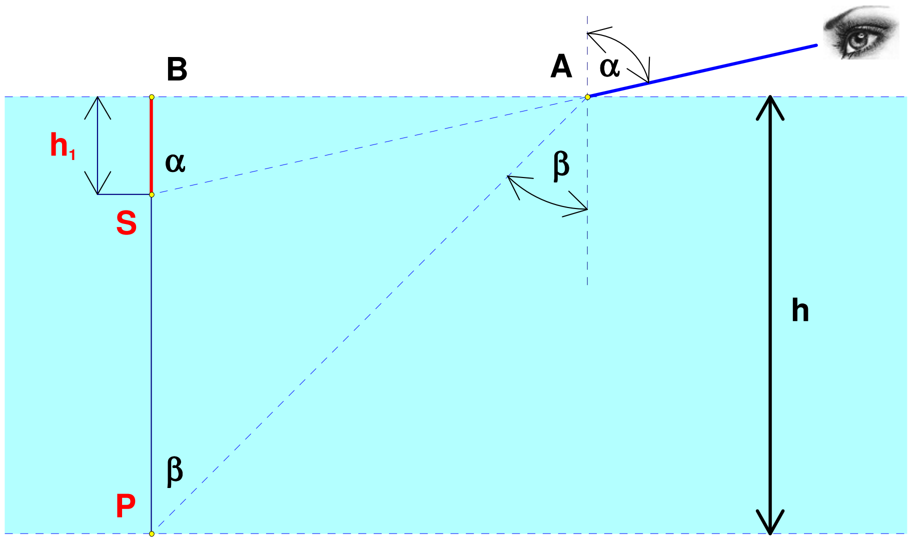
$$\frac{\sin\alpha}{\sin\beta}=n.$$

Ako je prvo sredstvo vakuum (zrak), tada indeks loma nazivamo apsolutnim indeksom loma 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.
Tangens šiljastog kuta pravokutnog trokuta jednak je omjeru duljine katete nasuprot tog kuta i duljine katete uz taj kut.

$$\cos^2 x+\sin^2 x=1 \;\Rightarrow\; \cos x=\sqrt{1-\sin^2 x} \quad , \quad tg\,x=\frac{\sin x}{\cos x}.$$



Na slici je sa P označen predmet, a sa S njegova slika. Uočimo pravokutne trokute ΔPBA i ΔSBA pa uporabom funkcije tangens dobijemo:

$$\left.\begin{aligned} tg\,\beta&=\frac{|AB|}{h} \\ tg\,\alpha&=\frac{|AB|}{h_1}\end{aligned}\right\} \Rightarrow \begin{bmatrix}\text{podijelimo}\\ \text{jednadžbe}\end{bmatrix} \Rightarrow \frac{tg\,\beta}{tg\,\alpha}=\frac{\frac{|AB|}{h}}{\frac{|AB|}{h_1}} \Rightarrow \frac{tg\,\beta}{tg\,\alpha}=\frac{\frac{|AB|}{h}}{\frac{|AB|}{h_1}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{tg\,\beta}{tg\,\alpha}=\frac{\frac{1}{h}}{\frac{1}{h_1}} \Rightarrow \frac{tg\,\beta}{tg\,\alpha}=\frac{h_1}{h} \Rightarrow \frac{h_1}{h}=\frac{tg\,\beta}{tg\,\alpha} \Rightarrow \frac{h_1}{h}=\frac{tg\,\beta}{tg\,\alpha} \;/\cdot h \Rightarrow h_1=h\cdot\frac{tg\,\beta}{tg\,\alpha} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow h_1=h\cdot\frac{\frac{\sin\beta}{\cos\beta}}{\frac{\sin\alpha}{\cos\alpha}} \Rightarrow h_1=h\cdot\frac{\sin\beta\cdot\cos\alpha}{\cos\beta\cdot\sin\alpha}.$$

Iz zakona loma dobije se

$$\frac{\sin\alpha}{\sin\beta}=n \Rightarrow n=\frac{\sin\alpha}{\sin\beta} \Rightarrow n=\frac{\sin\alpha}{\sin\beta} \;/\cdot\frac{\sin\beta}{n} \Rightarrow \sin\beta=\frac{\sin\alpha}{n}.$$

Promatramo sustav od dvije jednadžbe:

$$\left.\begin{aligned} \sin\beta&=\frac{\sin\alpha}{n} \\ h_1&=h\cdot\frac{\sin\beta\cdot\cos\alpha}{\cos\beta\cdot\sin\alpha}\end{aligned}\right\} \Rightarrow \left.\begin{aligned} \sin\beta&=\frac{\sin\alpha}{n} \\ h_1&=h\cdot\frac{\sin\beta\cdot\cos\alpha}{\sqrt{1-\sin^2\beta}\cdot\sin\alpha}\end{aligned}\right\} \Rightarrow h_1=h\cdot\frac{\frac{\sin\alpha}{n}\cdot\cos\alpha}{\sqrt{1-\left(\frac{\sin\alpha}{n}\right)^2}\cdot\frac{\sin\alpha}{1}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow h_1 = h \cdot \frac{\frac{\sin\alpha}{n} \cdot \cos\alpha}{\sqrt{1 - \frac{\sin^2\alpha}{n^2} \cdot \frac{\sin\alpha}{1}}} \Rightarrow h_1 = h \cdot \frac{\frac{\cos\alpha}{n}}{\sqrt{1 - \frac{\sin^2\alpha}{n^2}}} \Rightarrow h_1 = h \cdot \frac{\cos\alpha}{n \cdot \sqrt{1 - \frac{\sin^2\alpha}{n^2}}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow h_1 = h \cdot \frac{\cos\alpha}{\sqrt{n^2 \cdot \left(1 - \frac{\sin^2\alpha}{n^2}\right)}} \Rightarrow h_1 = h \cdot \frac{\cos\alpha}{\sqrt{n^2 - \sin^2\alpha}} =$$

$$= 1\ m \cdot \frac{\cos 60^\circ}{\sqrt{\left(\frac{4}{3}\right)^2 - \sin^2 60^\circ}} = 0.49\ m.$$

Vježba 294

Promatramo li s mjesta iznad površine vode predmet koji leži na dnu bazena dubokog 1 m izgleda nam bliži nego što stvarno jest. Izračunajte kolika je prividna dubina na kojoj vidimo predmet, ako promatrač vidi predmet pod kutom $\alpha = 80^\circ$ prema okomici. (indeks loma vode $n_1 = 4 / 3$)

Rezultat: 0.19 m.

Zadatak 295 (Luka, gimnazija)

Paralelan snop svjetlosti valne duljine 600 nm pada okomito na optičku rešetku. Optička rešetka ima 400 pukotina na svaki milimetar duljine. Vidi li se na ogibnoj slici svijetla pruga petoga reda?

Rješenje 295

$\lambda = 600$ nm $= 6 \cdot 10^{-7}$ m, $N = 400$, $l = 1$ mm $= 10^{-3}$ m, $k = 5$, $\sin\alpha_5 = ?$

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

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

Najveća vrijednost (maksimum) funkcije sinus iznosi 1.

Konstanta rešetke:

$$d = \frac{\text{duljina}}{\text{broj zareza}} \quad , \quad d = \frac{l}{N}.$$

Iz relacije

$$d \cdot \sin\alpha_k = k \cdot \lambda$$

slijedi za k = 5:

$$\left.\begin{array}{l} d = \frac{l}{N} \\ d \cdot \sin\alpha_5 = 5 \cdot \lambda \end{array}\right\} \Rightarrow \frac{l}{N} \cdot \sin\alpha_5 = 5 \cdot \lambda \Rightarrow \frac{l}{N} \cdot \sin\alpha_5 = 5 \cdot \lambda \ / \cdot \frac{N}{l} \Rightarrow \sin\alpha_5 = \frac{5 \cdot \lambda \cdot N}{l} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \sin\alpha_5 = \frac{5 \cdot 6 \cdot 10^{-7}\ m \cdot 400}{1 \cdot 10^{-3}\ m} \Rightarrow \sin\alpha_5 = 1.2 > 1.$$

Maksimum funkcije sinus jednak je 1. Svijetla pruga petog reda ne vidi se.

Vježba 295

Paralelan snop svjetlosti valne duljine 600 nm pada okomito na optičku rešetku. Optička rešetka ima 400 pukotina na svaki milimetar duljine. Vidi li se na ogibnoj slici svijetla pruga šestoga reda?

Rezultat: Ne vidi se.

Zadatak 296 (Luka, gimnazija)

Intenzitet Sunčeva elektromagnetskoga zračenja na udaljenosti od $1.5 \cdot 10^{11}$ m od središta Sunca iznosi 1400 W / m^2. Koliki je polumjer Sunca? Uzmite da je Sunce u obliku kugle i da zrači kao crno tijelo temperature 6000 K. Napomena: Površina kugle polumjera R određuje se izrazom $S = 4 \cdot R^2 \cdot \pi.$

Rješenje 296

$r = 1.5 \cdot 10^{11}$ m, $I = 1400$ W / m^2, $T = 6000$ K, $R = ?$

Intenzitet I zračenja (energija koju zrači jedinica površine u jedinici vremena) računa se po formuli

$$I = \frac{P}{S},$$

gdje je P ukupna snaga (energija u jedinici vremena) koju zrači površina S tijela u čitav prostor.

Stefan-Boltzmannov zakon

Toplinska energija koju zrači površina apsolutno crnog tijela u jedinici vremena određuje se zakonom:

$$P = \sigma \cdot S \cdot T^4,$$

gdje je P snaga zračenja, T temperatura tijela, S površina tijela i σ Stefan-Boltzmannova konstanta

$$\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \frac{W}{m^2 \cdot K^4}.$$

Formula za oplošje kugle polumjera r:

$$S = 4 \cdot r^2 \cdot \pi.$$

Neka je P_1 snaga zračenja Sunca na udaljenosti r od središta Sunca. Neka je P_2 zračenje Sunca kao crnog tijela temperature T.

$$\left.\begin{array}{l} S_1 = 4 \cdot r^2 \cdot \pi \;,\; P_1 = I \cdot S_1 \\ S_2 = 4 \cdot R^2 \cdot \pi \;,\; P_2 = \sigma \cdot S_2 \cdot T^4 \end{array}\right\} \Rightarrow \left.\begin{array}{l} P_1 = I \cdot 4 \cdot r^2 \cdot \pi \\ P_2 = \sigma \cdot 4 \cdot R^2 \cdot \pi \cdot T^4 \end{array}\right\} \Rightarrow \left[P_2 = P_1 \right] \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \sigma \cdot 4 \cdot R^2 \cdot \pi \cdot T^4 = I \cdot 4 \cdot r^2 \cdot \pi \Rightarrow \sigma \cdot 4 \cdot R^2 \cdot \pi \cdot T^4 = I \cdot 4 \cdot r^2 \cdot \pi \;/\cdot \frac{1}{4 \cdot \sigma \cdot \pi \cdot T^4} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow R^2 = \frac{I \cdot r^2}{\sigma \cdot T^4} \Rightarrow R^2 = \frac{I \cdot r^2}{\sigma \cdot T^4} \;/\sqrt{\;} \Rightarrow R = \sqrt{\frac{I \cdot r^2}{\sigma \cdot T^4}} \Rightarrow R = \frac{r}{T^2} \cdot \sqrt{\frac{I}{\sigma}} =$$

$$= \frac{1.5 \cdot 10^{11} \; m}{(6000 \; K)^2} \cdot \sqrt{\frac{1400 \frac{W}{m^2}}{5.67 \cdot 10^{-8} \frac{W}{m^2 \cdot K^4}}} = 6.55 \cdot 10^8 \; m.$$

Vježba 296

Intenzitet Sunčeva elektromagnetskoga zračenja na udaljenosti od $1.5 \cdot 10^8$ km od središta Sunca iznosi 1.4 kW / m^2. Koliki je polumjer Sunca? Uzmite da je Sunce u obliku kugle i da zrači kao crno tijelo temperature 6000 K. Napomena: Površina kugle polumjera R određuje se izrazom

Rezultat: $6.55 \cdot 10^8$ m.

Zadatak 297 (Ante, srednja škola)

Zrake svjetlosti valne duljine 600 nm padaju okomito na dvije ploče koje čine klin. Pruge interferencije na njemu razmaknute su za 6 mm. Koliki kut zatvaraju te ploče?

Rješenje 297

$\lambda = 600 \text{ nm} = 6 \cdot 10^{-7}$ m, $s = 6 \text{ mm} = 6 \cdot 10^{-3}$ m, $\alpha = ?$

Udaljenost između dviju tamnih pruga klina, koji se sastoji od dviju planparalelnih ploča koje zatvaraju kut α, računa se po formuli

$$s = \frac{\lambda}{2 \cdot \alpha},$$

gdje je s razmak između dvije susjedne tamne pruge interferencije, λ valna duljina svjetlosti, α kut između ploča.

$$s = \frac{\lambda}{2 \cdot \alpha} \Rightarrow s = \frac{\lambda}{2 \cdot \alpha} \; / \cdot \frac{\alpha}{s} \Rightarrow \alpha = \frac{\lambda}{2 \cdot s} = \frac{6 \cdot 10^{-7} \; m}{2 \cdot 6 \cdot 10^{-3} \; m} = 5 \cdot 10^{-5} \; rad =$$

$$= \left[\frac{180^{\circ}}{\pi} \cdot 5 \cdot 10^{-5} \right] = 0^{\circ} \, 0' 10.31'' = 10.31''.$$

Vježba 297

Zrake svjetlosti valne duljine 500 nm padaju okomito na dvije ploče koje čine klin. Pruge interferencije na njemu razmaknute su za 5 mm. Koliki kut zatvaraju te ploče?

Rezultat: 10.31".

Zadatak 298 (Maturant, gimnazija)

Može li se jednadžba sfernog zrcala primijeniti na ravno zrcalo?

Rješenje 298

$R = \infty$

Ravno zrcalo je glatka ravna ploha od koje se svjetlost odbija tako da upadni paralelni snop ostaje paralelan i nakon refleksije na ravnom zrcalu. Slika u ravnom zrcalu simetrična je s predmetom, tj. udaljenost slike predmeta i predmeta od ravnog zrcala je jednaka. Slika je:

- jednaka realnom predmetu
- uspravna
- virtualna.

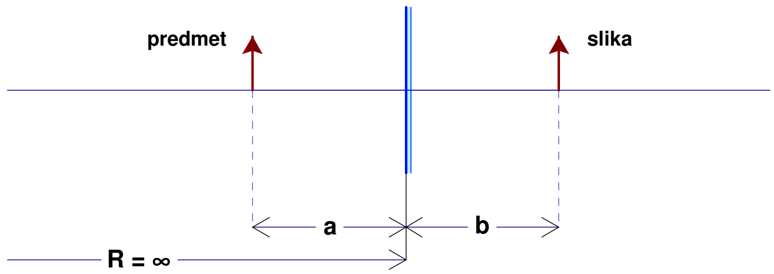
Sferno zrcalo je dio kugline površine, tj. ono je kalota kugle. Jednadžba sfernog zrcala daje svezu između udaljenosti predmeta i slike od sfernog zrcala i fokalne daljine.
Uzmemo li kao ishodište tjeme zrcala i označimo li sa a udaljenost predmeta od tjemena, sa b udaljenost slike od tjemena, sa R polumjer zakrivljenosti zrcala, vrijedi jednadžba:

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{2}{R}.$$

Kod ravnog zrcala je $R = \infty$ pa se iz jednadžbe sfernog zrcala dobije:

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{2}{R} \Rightarrow \left[R = \infty \right] \Rightarrow \frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{2}{\infty} \Rightarrow \frac{1}{a} + \frac{1}{b} = 0 \Rightarrow \frac{1}{a} = -\frac{1}{b} \Rightarrow a = -b.$$

Udaljenost slike od ravnog zrcala jednaka je udaljenosti predmeta od zrcala. Budući da je slika kod ravnog zrcala irealna, javlja se predznak minus.



Izraz $\frac{2}{\infty}$ nije matematički korektno napisan, ali nam može poslužiti. Korektno se piše ovako:

$$\lim_{n \to \infty} \frac{2}{n} = 0.$$

Vježba 298

Nema vježbe!

Rezultat: :)

Zadatak 299 (Maturant, gimnazija)

Hoće li se promijeniti položaj slike nekog predmeta u sfernom i ravnom zrcalu ako se optički sustav stavi u vodu indeksa loma n?

Rješenje 299

n

Zakon odbijanja (refleksije)

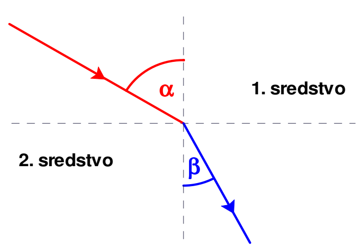
Ako zraka svjetlosti pada na ravno zrcalo, tj. na ravninu koja odbija ili reflektira zrake svjetlosti, onda upadna zraka, okomica na granicu sredstva u upadnoj točki i reflektirana zraka leže u istoj ravnini okomitoj na ravninu zrcala. Upadnim kutom α zovemo kut između upadne zrake i okomice, a kutom odraza ili refleksije β kut između reflektirane zrake i okomice. Kut upada α jednak je kutu refleksije β:

Zakon loma (refrakcije)

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):

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n.$$

Ako je prvo sredstvo vakuum (zrak), tada indeks loma nazivamo apsolutnim indeksom loma n.



Budući da zakon odbijanja svjetlosti ne zavisi od optičkog sredstva, položaj slike neće se promijeniti.
Pozor!
Za lom svjetlosti (za leće) ova tvrdnja ne vrijedi.

Vježba 299

Nema vježbe!

Rezultat: !

Zadatak 300 (XY, maturantica)

Zraka monokromatske svjetlosti dolazi iz zraka u staklo. Kut upada je 42º, a kut loma 26º. Koliki je indeks loma stakla?

Rješenje 300

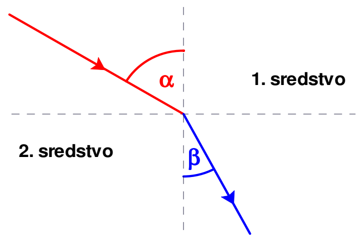
$\alpha = 42^\circ, \quad \beta = 26^\circ, \quad n = ?$

Zakon loma (refrakcije)

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):

$$\frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = n.$$

Ako je prvo sredstvo vakuum (zrak), tada indeks loma nazivamo apsolutnim indeksom loma n.



$$\frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = n \;\Rightarrow\; n = \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = \frac{\sin 42^\circ}{\sin 26^\circ} = 1.53.$$

Vježba 300

Zraka monokromatske svjetlosti dolazi iz zraka u staklo. Kut upada je 40º, a kut loma 22º. Koliki je indeks loma stakla?

Rezultat: 1.72.