Zadatak 121 (Mira, gimnazija)

Polumjer zakrivljenosti udubljenog zrcala je 40 cm, a predmet je od zrcala udaljen a = f. Nađi položaj slike.

Rješenje 121

r = 40 cm, a = f, b = ?

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 f udaljenost fokusa (žarišta) od tjemena i sa r polumjer zakrivljenosti zrcala, vrijede jednadžbe:

$$\frac{1}{a}+\frac{1}{b}=\frac{1}{f} \quad , \quad \frac{1}{a}+\frac{1}{b}=\frac{2}{r}.$$

Budući da se predmet nalazi u žarištu sfernog zrcala, za udaljenost slike vrijedi:

$$\left.\begin{array}{l} \frac{1}{a}+\frac{1}{b}=\frac{1}{f} \\ a=f \end{array}\right\} \Rightarrow \left[\begin{array}{l} \text{metoda} \\ \text{supstitucije} \end{array}\right] \Rightarrow \frac{1}{f}+\frac{1}{b}=\frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{f}+\frac{1}{b}=\frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{b}=0 \Rightarrow b=\infty.$$

Slika je beskonačno daleko.

Vježba 121

Polumjer zakrivljenosti udubljenog zrcala je 60 cm, a predmet je od zrcala udaljen a = f. Nađi položaj slike.

Rezultat: Slika je beskonačno daleko.

Zadatak 122 (Goga, medicinska škola)

Kolika je frekvencija Fraunhoferove E – linije ako je optička rešetka koja ima 1000 linija na 1 cm otklanja u spektru drugog reda za 6° 3'? (brzina svjetlosti u vakuumu $c = 3 \cdot 10^8$ m/s)

Rješenje 122

n = 1000, s = 1 cm = 0.01 m, k = 2, $\alpha_k = 6° \, 3'$, $c = 3 \cdot 10^8$ m/s, $\nu = ?$

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

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

Kada se elektromagnetski val giba kroz vakuum vrijedi

$$\lambda \cdot \nu = c,$$

gdje je λ valna duljina vala, ν frekvencija vala, c brzina svjetlosti u vakuumu.
Najprije izračunamo konstantu optičke rešetke.

$$d = \frac{s}{n} = \frac{0.01 \; m}{1000} = 10^{-5} \; m.$$

Frekvencija Fraunhoferove E – linije iznosi:

$$\left.\begin{array}{l} \lambda \cdot \nu = c \\ k \cdot \lambda = d \cdot \sin \alpha_k \end{array}\right\} \Rightarrow \left.\begin{array}{l} \lambda \cdot \nu = c \;\; /:\nu \\ k \cdot \lambda = d \cdot \sin \alpha_k \;\; /:k \end{array}\right\} \Rightarrow \left.\begin{array}{l} \lambda = \frac{c}{\nu} \\ \lambda = \frac{d \cdot \sin \alpha_k}{k} \end{array}\right\} \Rightarrow \left[\begin{array}{l} \text{metoda} \\ \text{komparacije} \end{array}\right] \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{c}{\nu} = \frac{d \cdot \sin \alpha_k}{k} \Rightarrow \frac{\nu}{c} = \frac{k}{d \cdot \sin \alpha_k} \Rightarrow \frac{\nu}{c} = \frac{k}{d \cdot \sin \alpha_k} \;\; /\cdot c \Rightarrow \nu = \frac{k \cdot c}{d \cdot \sin \alpha_k} =$$

$$= \frac{2 \cdot 3 \cdot 10^{8} \; \frac{m}{s}}{10^{-5} \; m \cdot \sin 6^{0} \; 3'} = 5.69 \cdot 10^{14} \; s^{-1} = 5.69 \cdot 10^{14} \; Hz.$$

Vježba 122

Kolika je frekvencija Fraunhoferove E – linije ako je optička rešetka koja ima 100 linija na 1 mm otklanja u spektru drugog reda za 6º 3'? (brzina svjetlosti u vakuumu c = 3 · 10^8 m/s)

Rezultat: 5.69 · 10^{14} Hz.

Zadatak 123 (Goga, medicinska škola)

Optička rešetka otklanja monokromatsku svjetlost u spektru drugog reda za 20º 19'. Koliki je otklon u spektru prvog reda?

Rješenje 123

λ, d, k = 2, α_2 = 20º 19', k = 1, α_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

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

Otklon u spektru prvog reda iznosi:

$$k \cdot \lambda = d \cdot \sin \alpha_k \;\; \Rightarrow \;\; \begin{bmatrix} k = 2 \\ k = 1 \end{bmatrix} \;\; \Rightarrow \;\; \left. \begin{matrix} 2 \cdot \lambda = d \cdot \sin \alpha_2 \\ 1 \cdot \lambda = d \cdot \sin \alpha_1 \end{matrix} \right\} \;\; \Rightarrow \;\; \left. \begin{matrix} 2 \cdot \lambda = d \cdot \sin \alpha_2 \\ \lambda = d \cdot \sin \alpha_1 \end{matrix} \right\} \;\; \Rightarrow \;\; \begin{bmatrix} \text{podijelimo} \\ \text{jednadžbe} \end{bmatrix} \;\; \Rightarrow$$

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

$$\Rightarrow \;\; \sin \alpha_1 = \frac{\sin \alpha_2}{2} \;\; \Rightarrow \;\; \alpha_1 = \sin^{-1} \left(\frac{\sin \alpha_2}{2} \right) = \sin^{-1} \left(\frac{\sin 20^{0} \, 19'}{2} \right) = 9^{0} \, 59'.$$

Vježba 123

Optička rešetka otklanja monokromatsku svjetlost u spektru drugog reda za 20º 29'. Koliki je otklon u spektru prvog reda?

Rezultat: 10º 4'.

Zadatak 124 (Nina, gimnazija)

Udaljenost od stražnjeg žarišta tanke leće do slike je 9 puta veća od udaljenosti prednjeg žarišta do predmeta. Nađi linearno uvećanje.

Rješenje 124

b = 9 · a, f, γ = ?

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.

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

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

Kad je γ negativan, slika je obrnuta, a kad je pozitivan, slika je uspravna.

Neka je a udaljenost predmeta od lijevog žarišta leće žarišne duljine f, a b udaljenost slike od desnog žarišta leće žarišne duljine f. Tada je:

- udaljenost predmeta do leće

$$x = a + f$$

- udaljenost slike do leće

$$y = b + f \;\Rightarrow\; y = 9 \cdot a + f.$$

Iz jednadžbe leće dobije se

$$\frac{1}{x} + \frac{1}{y} = \frac{1}{f} \;\Rightarrow\; \frac{1}{a+f} + \frac{1}{9 \cdot a + f} = \frac{1}{f} \;\Rightarrow\; \frac{1}{a+f} + \frac{1}{9 \cdot a + f} = \frac{1}{f} \;/\cdot f \cdot (a+f) \cdot (9 \cdot a + f) \;\Rightarrow$$

$$\Rightarrow f \cdot (9 \cdot a + f) + f \cdot (a + f) = (a + f) \cdot (9 \cdot a + f) \;\Rightarrow$$

$$\Rightarrow 9 \cdot a \cdot f + f^2 + a \cdot f + f^2 = 9 \cdot a^2 + a \cdot f + 9 \cdot a \cdot f + f^2 \;\Rightarrow$$

$$\Rightarrow 9 \cdot a \cdot f + f^2 + a \cdot f + f^2 = 9 \cdot a^2 + a \cdot f + 9 \cdot a \cdot f + f^2 \;\Rightarrow\; f^2 = 9 \cdot a^2 \;\Rightarrow$$

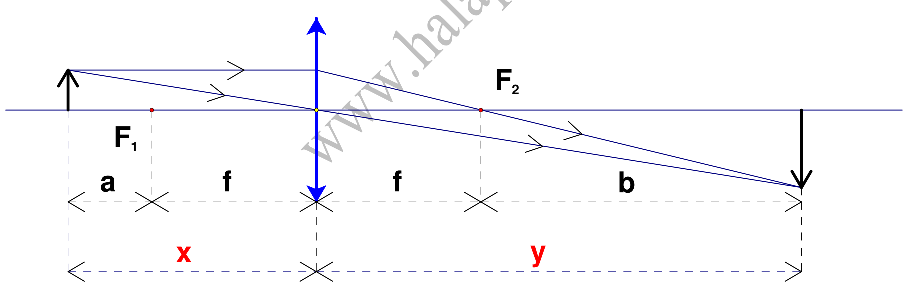
$$\Rightarrow f^2 = 9 \cdot a^2 \;/\sqrt{\;} \;\Rightarrow\; f = \sqrt{9 \cdot a^2} \;\Rightarrow\; f = 3 \cdot a.$$

Sada je:

$$\left.\begin{array}{l} x = a + f \\ y = 9 \cdot a + f \\ f = 3 \cdot a \end{array}\right\} \Rightarrow \left[\begin{array}{l} \text{metoda} \\ \text{supstitucije} \end{array}\right] \Rightarrow \left.\begin{array}{l} x = a + 3 \cdot a \\ y = 9 \cdot a + 3 \cdot a \end{array}\right\} \Rightarrow \left.\begin{array}{l} x = 4 \cdot a \\ y = 12 \cdot a \end{array}\right\}.$$

Linearno uvećanje leće iznosi:

$$\gamma = -\frac{y}{x} \;\Rightarrow\; \gamma = -\frac{12 \cdot a}{4 \cdot a} \;\Rightarrow\; \gamma = -3.$$



Vježba 124

Udaljenost od stražnjeg žarišta tanke leće do slike je 25 puta veća od udaljenosti prednjeg žarišta do predmeta. Nađi linearno uvećanje.

Rezultat: – 5.

Zadatak 125 (Barbara, srednja škola)

Predmet se nalazi ispred žarišta konvergentne leće, a od njega je udaljen 10 cm. Leća daje sliku koja je realna i udaljena je od njezina tjemena 20 cm. Odredite žarišnu udaljenost leće.

Rješenje 125

a = 10 cm + f, b = 20 cm, f = ?

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.

Iz jednadžbe leće dobije se

$$\frac{1}{a}+\frac{1}{b}=\frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{10+f}+\frac{1}{20}=\frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{10+f}+\frac{1}{20}=\frac{1}{f} \; / \cdot 20 \cdot f \cdot (10+f) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 20 \cdot f + f \cdot (10+f) = 20 \cdot (10+f) \Rightarrow 20 \cdot f + 10 \cdot f + f^{2} = 200 + 20 \cdot f \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 20 \cdot f + 10 \cdot f + f^{2} = 200 + 20 \cdot f \Rightarrow 10 \cdot f + f^{2} = 200 \Rightarrow 10 \cdot f + f^{2} - 200 = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow f^{2} + 10 \cdot f - 200 = 0 \Rightarrow \left.\begin{array}{l} f^{2}+10 \cdot f-200=0 \\ a=1 \;,\; b=10 \;,\; c=-200 \end{array}\right\} \Rightarrow \left.\begin{array}{l} a=1 \;,\; b=10 \;,\; c=-200 \\ f_{1,2}=\dfrac{-b \pm \sqrt{b^{2}-4 \cdot a \cdot c}}{2 \cdot a} \end{array}\right\} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow f_{1,2}=\frac{-10 \pm \sqrt{10^{2}-4 \cdot 1 \cdot (-200)}}{2 \cdot 1} \Rightarrow f_{1,2}=\frac{-10 \pm \sqrt{100+800}}{2} \Rightarrow f_{1,2}=\frac{-10 \pm \sqrt{900}}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \left.\begin{array}{l} f_{1}=\dfrac{-10+30}{2} \\ f_{2}=\dfrac{-10-30}{2} \end{array}\right\} \Rightarrow \left.\begin{array}{l} f_{1}=\dfrac{20}{2} \\ f_{2}=-\dfrac{40}{2} \end{array}\right\} \Rightarrow \left.\begin{array}{l} f_{1}=10 \\ f_{2}=-20 \text{ nema smisla} \end{array}\right\} \Rightarrow f=10 \; cm.$$

Vježba 125

Predmet se nalazi ispred žarišta konvergentne leće, a od njega je udaljen 1 dm. Leća daje sliku koja je realna i udaljena je od njezina tjemena 2 dm. Odredite žarišnu udaljenost leće.

Rezultat: 1 dm.

Zadatak 126 (Tina, srednja škola)

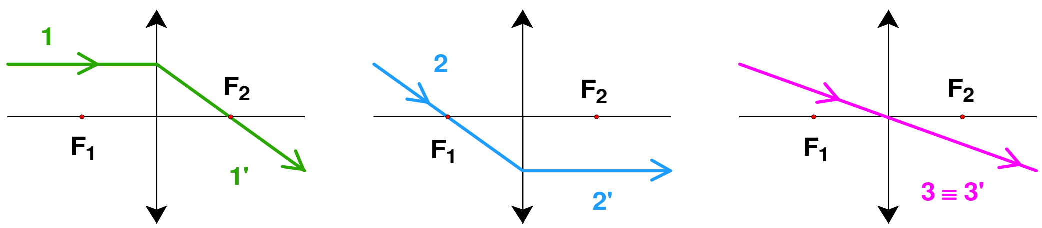
Konvergentna leća ima žarišnu daljinu f. Kakva slika nastane kada je udaljenost predmeta od leće manja od f?

A. realna i uvećana *B.* realna i umanjena
C. virtualna i uvećana *D.* virtualna i umanjena

Rješenje 126

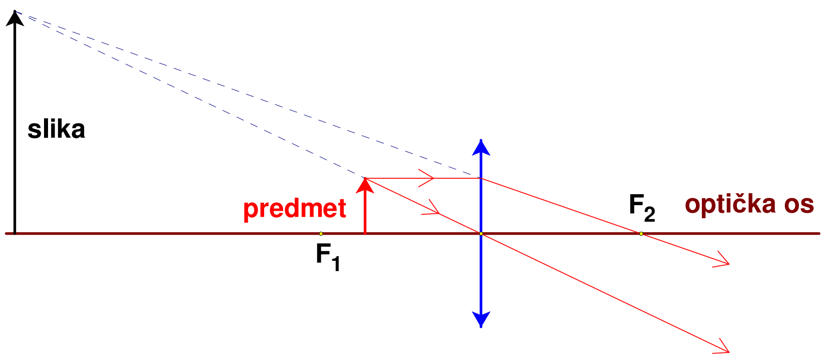
Leće su prozirna tijela, omeđena dvjema sfernim plohama, od kojih jedna može biti ravnina. Leće širokog ruba jesu divergentne (ili konkavne), a leće tankog ruba konvergentne (ili konveksne). Sliku nekog predmeta možemo najlakše konstruirati pomoću karakterističnih zraka svjetlosti. Pri konstrukciji slika rabimo tri karakteristične zrake svjetlosti:

1. Zraka koja dolazi na leću usporedno s optičkom osi lomi se kroz žarište slike F_2.
2. Zraka koja prolazi kroz žarište predmeta F_1 lomi se usporedno s optičkom osi.
3. Zraka koja prolazi kroz optičko središte leće ne lomi se odnosno prolazi kroz leću bez promjene smjera.



Ti zakoni vrijede za tanke leće s malenim otvorom. Za konstrukciju slike dovoljno je uzeti dvije od tri predložene zrake svjetlosti. U ovom slučaju slika predmeta je virtualna (prividna), uspravna i uvećana, a nalazi se na istoj strani gdje je i predmet.

Odgovor je pod C.



Vježba 126

Konvergentna leća ima žarišnu daljinu f. Kakva slika nastane kada je udaljenost predmeta od leće jednaka dvostrukoj žarišnoj daljini?

A. realna i uvećana *B.* realna i umanjena

C. realna i jednaka kao i predmet *D.* virtualna i jednaka kao i predmet

Rezultat: C.

Zadatak 127 (Željka, srednja škola)

Neko apsolutno crno tijelo zrači najviše energije na valnoj duljini od $5.8 \cdot 10^{-6}$ m. Kolika je površina toga tijela ako mu snaga zračenja iznosi 400 W? (Stefan-Boltzmannova konstanta $\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \frac{W}{m^2 \cdot K^4}$, Wienova konstanta $C = 2.9 \cdot 10^{-3}\ m \cdot K$)

Rješenje 127

$\lambda_m = 5.8 \cdot 10^{-6}$ m, P = 400 W, $\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \frac{W}{m^2 \cdot K^4}$, $C = 2.9 \cdot 10^{-3}\ m \cdot K$,

S = ?

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

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

Wienov zakon

Umnožak apsolutne temperature T i valne duljine λ_m kojoj pripada maksimalna energija zračenja u spektru apsolutno crnog tijeka jednak je stalnoj veličini:

$$\lambda_m \cdot T = C = 2.9 \cdot 10^{-3}\ m \cdot K.$$

Računamo površinu tijela:

$$\left.\begin{array}{l} \lambda_m \cdot T = C \\ P = \sigma \cdot S \cdot T^4 \end{array}\right\} \Rightarrow \left.\begin{array}{l} \lambda_m \cdot T = C \ / \cdot \frac{1}{\lambda_m} \\ P = \sigma \cdot S \cdot T^4 \end{array}\right\} \Rightarrow \left.\begin{array}{l} T = \frac{C}{\lambda_m} \\ P = \sigma \cdot S \cdot T^4 \end{array}\right\} \Rightarrow \left[\begin{array}{l} \text{metoda} \\ \text{supstitucije} \end{array}\right] \Rightarrow$$

$$\Rightarrow P = \sigma \cdot S \cdot \left(\frac{C}{\lambda_m}\right)^4 \Rightarrow P = \sigma \cdot S \cdot \left(\frac{C}{\lambda_m}\right)^4 \ / \cdot \frac{1}{\sigma \cdot \left(\frac{C}{\lambda_m}\right)^4} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow S=\frac{P}{\sigma\cdot\left(\frac{C}{\lambda_m}\right)^4}=\frac{400\ W}{5.67\cdot10^{-8}\ \frac{W}{m^2\cdot K^4}\cdot\left(\frac{2.9\cdot10^{-3}\ m\cdot K}{5.8\cdot10^{-6}\ m}\right)^4}=0.11\ m^2=11\ dm^2.$$

Vježba 127

Neko apsolutno crno tijelo zrači najviše energije na valnoj duljini od 5.8 μm. Kolika je površina toga tijela ako mu snaga zračenja iznosi 0.4 kW?

Rezultat: 11 dm^2.

Zadatak 128 (Ivana, gimnazija)

Kolika je valna duljina jednobojne svjetlosti koja pada okomito na optičku rešetku s konstantom 1600 nm, ako je sinus kuta ogibnog spektra drugog reda jedan?

$$A.\ 8\cdot10^{-7}\ \text{m}\qquad B.\ 9\cdot10^{-7}\ m\qquad C.\ 8\cdot10^{-6}\ m\qquad D.\ 8\cdot10^{-8}\ m$$

Rješenje 128

d = 1600 nm = $1.6\cdot10^{-6}$ m, k = 2, $\sin\alpha_2 = 1$, λ = ?

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

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

Valna duljina iznosi:

$$d\cdot\sin\alpha_k=k\cdot\lambda\ \Rightarrow\ d\cdot\sin\alpha_k=k\cdot\lambda\ /\cdot\frac{1}{k}\ \Rightarrow\ \lambda=\frac{d\cdot\sin\alpha_k}{k}=\frac{1.6\cdot10^{-6}\ m\cdot\sin\alpha_2}{2}=$$

$$=\frac{1.6\cdot10^{-6}\ m\cdot1}{2}=8\cdot10^{-7}\ m.$$

Odgovor je pod A.

Vježba 128

Kolika je valna duljina jednobojne svjetlosti koja pada okomito na optičku rešetku s konstantom 1800 nm, ako je sinus kuta ogibnog spektra drugog reda jedan?

$$A.\ 8\cdot10^{-7}\ \text{m}\qquad B.\ 9\cdot10^{-7}\ m\qquad C.\ 8\cdot10^{-6}\ m\qquad D.\ 8\cdot10^{-8}\ m$$

Rezultat: B.

Zadatak 129 (Ivana, gimnazija)

Na optičku rešetku okomito upada monokromatska svjetlost valne duljine 400 nm. Sinus ogibnog kuta za prvi maksimum iznosi 0.2. Kolika je konstanta optičke rešetke?

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

Rješenje 129

λ = 400 nm = $4\cdot10^{-7}$ m, k = 1, $\sin\alpha_1 = 0.2$, d = ?

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

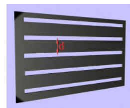
$$d\cdot\sin\alpha_k=k\cdot\lambda,\ k=1,2,3,\dots,n.$$

Konstanta optičke rešetke iznosi:

$$d\cdot\sin\alpha_k=k\cdot\lambda\ \Rightarrow\ d\cdot\sin\alpha_k=k\cdot\lambda\ /\cdot\frac{1}{\sin\alpha_k}\ \Rightarrow\ d=\frac{k\cdot\lambda}{\sin\alpha_k}=\frac{1\cdot\lambda}{\sin\alpha_1}=$$

$$= \frac{1 \cdot 4 \cdot 10^{-7}\ m}{0.2} = 2 \cdot 10^{-6}\ m = 2\ \mu m.$$

Odgovor je pod B.



Vježba 129

Na optičku rešetku okomito upada monokromatska svjetlost valne duljine 400 nm. Sinus ogibnog kuta za prvi maksimum iznosi 0.1. Kolika je konstanta optičke rešetke?

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

Rezultat: D.

Zadatak 130 (Vedran, tehnička škola)

Što se događa s brzinom i frekvencijom svjetlosti pri prelasku svjetlosti iz zraka u vodu?
A. Brzina se smanji, a frekvencija poveća.
B. Brzina se smanji, a frekvencija se ne mijenja.
C. Brzina i frekvencija se smanje.
D. Brzina i frekvencija se povećaju.

Rješenje 130

v, ν

Frekvencija ν je svojstvo izvora svjetlosti i ona ostaje konstantna u svim sredstvima. Brzina svjetlosti u sredstvu uvijek je manja od brzine svjetlosti u vakuumu. Dakle, pri prijelazu svjetlosti iz jednog optičkog sredstva u drugo frekvencija ostaje nepromijenjena, a mijenja se valna duljina i brzina svjetlosti. Pri prijelazu svjetlosti iz zraka (optički rjeđe sredstvo) u vodu (optički gušće sredstvo) brzina se smanji.
Odgovor je pod B.

Vježba 130

Što se događa s brzinom i frekvencijom svjetlosti pri prelasku svjetlosti iz vode u zrak?
A. Brzina se smanji, a frekvencija poveća.
B. Brzina se poveća, a frekvencija se ne mijenja.
C. Brzina i frekvencija se smanje.
D. Brzina i frekvencija se povećaju.

Rezultat: B.

Zadatak 131 (Vedran, tehnička škola)

Apsolutni indeks loma nekog sredstva je 2. Koliki je granični kut totalne refleksije kad svjetlost prelazi iz sredstva u zrak?

$A.\ 30^{0} \qquad B.\ 30.5^{0} \qquad C.\ 45^{0} \qquad D.\ 60^{0}$

Rješenje 131

$n = 2, \quad \alpha_g = ?$

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

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

Granični kut totalne refleksije iznosi:

$$\left.\begin{array}{l}\sin\alpha_g=\dfrac{1}{n}\\ n=2\end{array}\right\}\Rightarrow\ \sin\alpha_g=\frac{1}{2}\ \Rightarrow\ \alpha_g=\sin^{-1}\left(\frac{1}{2}\right)\ \Rightarrow\ \alpha_g=30^0.$$

Odgovor je pod A.

Vježba 131

Apsolutni indeks loma nekog sredstva je 1.5. Koliki je granični kut totalne refleksije kad svjetlost prelazi iz sredstva u zrak?

$$A.\ 41^0\,49' \qquad B.\ 40^0 \qquad C.\ 41^0\,30' \qquad D.\ 45^0$$

Rezultat: A.

Zadatak 132 (Maja, gimnazija)

Predmet i zastor na kojem želimo dobiti oštru sliku predmeta međusobno su udaljeni 50 cm. Na kojim udaljenostima od predmeta moramo postaviti leću žarišne udaljenosti 12 cm da dobijemo oštru sliku?20 cm i 30 cm

Rješenje 132

a + b = 50 cm, f = 12 cm, a = ?

Leće su prozirna tijela, omeđena dvjema sfernim plohama, od kojih jedna može biti ravnina. Leće širokog ruba jesu divergentne (ili konkavne), a leće tankog ruba konvergentne (ili konveksne). 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. Računamo udaljenosti predmeta od leće.

$$\left.\begin{array}{l}\dfrac{1}{a}+\dfrac{1}{b}=\dfrac{1}{f}\\ a+b=50\end{array}\right\}\Rightarrow\left.\begin{array}{l}\dfrac{1}{a}+\dfrac{1}{b}=\dfrac{1}{12}\\ b=50-a\end{array}\right\}\Rightarrow\left[\begin{array}{l}\text{metoda}\\ \text{supstitucije}\end{array}\right]\Rightarrow\ \frac{1}{a}+\frac{1}{50-a}=\frac{1}{12}\ \Rightarrow$$

$$\Rightarrow\ \frac{1}{a}+\frac{1}{50-a}=\frac{1}{12}\ /\cdot 12\cdot a\cdot(50-a)\ \Rightarrow\ 12\cdot(50-a)+12\cdot a=a\cdot(50-a)\ \Rightarrow$$

$$\Rightarrow\ 600-12\cdot a+12\cdot a=50\cdot a-a^2\ \Rightarrow\ 600-12\cdot a+12\cdot a=50\cdot a-a^2\ \Rightarrow\ 600=50\cdot a-a^2\ \Rightarrow$$

$$\Rightarrow\ a^2-50\cdot a+600=0\ \Rightarrow\left.\begin{array}{l}a^2-50\cdot a+600=0\\ a=1\ ,\ b=-50\ ,\ c=600\end{array}\right\}\Rightarrow\left.\begin{array}{l}a=1\ ,\ b=-50\ ,\ c=600\\ a_{1,2}=\dfrac{-b\pm\sqrt{b^2-4\cdot a\cdot c}}{2\cdot a}\end{array}\right\}\Rightarrow$$

$$\Rightarrow\ a_{1,2}=\frac{-(-50)\pm\sqrt{(-50)^2-4\cdot 1\cdot 600}}{2\cdot 1}\ \Rightarrow\ a_{1,2}=\frac{50\pm\sqrt{2500-2400}}{2}\ \Rightarrow\ a_{1,2}=\frac{50\pm\sqrt{100}}{2}\ \Rightarrow$$

$$\Rightarrow\ a_{1,2}=\frac{50\pm 10}{2}\ \Rightarrow\left.\begin{array}{l}a_1=\dfrac{50+10}{2}\\ a_2=\dfrac{50-10}{2}\end{array}\right\}\Rightarrow\left.\begin{array}{l}a_1=\dfrac{60}{2}\\ a_2=\dfrac{40}{2}\end{array}\right\}\Rightarrow\left.\begin{array}{l}a_1=30\\ a_2=20\end{array}\right\}.$$

Postoje dva rješenja. Leća se mora postaviti na udaljenosti 20 cm i 30 cm.

Vježba 132

Predmet i zastor na kojem želimo dobiti oštru sliku predmeta međusobno su udaljeni 0.5 m. Na kojim udaljenostima od predmeta moramo postaviti leću žarišne udaljenosti 1.2 dm da dobijemo oštru sliku?

Rezultat: 0.2 dm, 0.3 dm.

Zadatak 133 (Karlo, srednja škola)

Optička rešetka, koja ima 500 zareza po milimetru, udaljena je 1 m od zastora i obasjana svjetlošću valne duljine 500 nm. Odredite udaljenost između susjednih maksimuma i kut pod kojim nastaje maksimum trećeg reda.

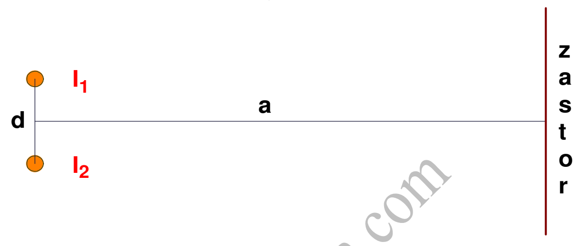
Rješenje 133

$n = 500$, $l = 1\ mm = 0.001\ m$, $a = 1\ m$, $\lambda = 500\ nm = 5 \cdot 10^{-7}\ m$, $k = 3$, $s = ?$, $\alpha_3 = ?$

Dva točkasta izvora svjetlosti su koherentna kad imaju jednaku frekvenciju i jednaku razliku faze. Ako postavimo zastor koji je usporedan sa spojnicom I_1I_2 (koherentni izvori), onda na njemu vidimo pruge interferencije koje su na tome malom dijelu usporedni pravci. Pruge su ekvidistantne, a njihova međusobna udaljenost, tj. udaljenost dviju svijetlih ili dviju tamnih pruga, jest

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

gdje je a udaljenost od izvora do zastora, a d udaljenost među izvorima.



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

$$k \cdot \lambda = d \cdot \sin \alpha_k \quad , \quad k = 0, 1, 2, 3, \ldots .$$

Kad je k = 0 dobije se spektar nultog reda, za k = 1 spektar prvog reda itd. To vrijedi za otklon pod kutom α_k na jednu i drugu stranu od smjera $\alpha = 0$. Uočimo da je pojava simetrična s obzirom na spektar nultog reda.

Odredimo konstantu optičke rešetke.

$$d = \frac{l}{n}.$$

Udaljenost između susjednih maksimuma iznosi:

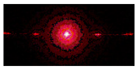
$$\left.\begin{array}{l} d = \dfrac{l}{n} \\ s = \dfrac{\lambda \cdot a}{d} \end{array}\right\} \Rightarrow \left[\begin{array}{l} \text{metoda} \\ \text{supstitucije} \end{array}\right] \Rightarrow s = \frac{\lambda \cdot a}{\frac{l}{n}} \Rightarrow s = \frac{\frac{\lambda \cdot a}{1}}{\frac{l}{n}} \Rightarrow s = \frac{\lambda \cdot a \cdot n}{l} =$$

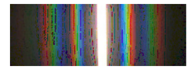
$$= \frac{5 \cdot 10^{-7}\ m \cdot 1\ m \cdot 500}{0.001\ m} = 0.25\ m = 25\ cm.$$

Računamo kut pod kojim nastaje maksimum trećeg reda.

$$\left.\begin{array}{l} d = \dfrac{l}{n} \quad , \quad k = 3 \\ d \cdot \sin \alpha_k = k \cdot \lambda \end{array}\right\} \Rightarrow \left[\begin{array}{l} \text{metoda} \\ \text{supstitucije} \end{array}\right] \Rightarrow \frac{l}{n} \cdot \sin \alpha_3 = 3 \cdot \lambda \Rightarrow \frac{l}{n} \cdot \sin \alpha_3 = 3 \cdot \lambda \ / \cdot \frac{n}{l} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \sin\alpha_3 = \frac{3\cdot\lambda\cdot n}{l} \Rightarrow \alpha_3 = \sin^{-1}\left(\frac{3\cdot\lambda\cdot n}{l}\right) \Rightarrow \alpha_3 = \sin^{-1}\left(\frac{3\cdot 5\cdot 10^{-7}\ m\cdot 500}{0.001\ m}\right) \Rightarrow \alpha_3 = 48.59^0.$$





Vježba 133

Optička rešetka, koja ima 1000 zareza po milimetru, udaljena je 0.5 m od zastora i obasjana svjetlošću valne duljine 500 nm. Odredite udaljenost između susjednih maksimuma.

Rezultat: 25 cm.

Zadatak 134 (Zlatko, srednja škola)

Razlika hoda dvaju svjetlosnih monokromatskih valova iznosi $0.3 \cdot \lambda$. Kolika im je razlika faza iskazana u stupnjevima?

Rješenje 134

$\delta = 0.3 \cdot \lambda, \quad \Phi = ?$

Dva točkasta izvora svjetlosti su koherentna kad imaju jednaku frekvenciju i jednaku razliku faze. U nekoj točki prostora razlika faza Φ i razlika hoda δ povezane su formulom

$$\frac{\Phi}{2\cdot\pi} = \frac{\delta}{\lambda}.$$

Razlika faza iskazana u stupnjevima iznosi:

$$\frac{\Phi}{2\cdot\pi} = \frac{\delta}{\lambda} \Rightarrow \frac{\Phi}{2\cdot\pi} = \frac{\delta}{\lambda} \,/\cdot 2\cdot\pi \Rightarrow \Phi = 2\cdot\pi\cdot\frac{\delta}{\lambda} \Rightarrow \Phi = 2\cdot\pi\cdot\frac{0.3\cdot\lambda}{\lambda} \Rightarrow \Phi = 2\cdot\pi\cdot\frac{0.3\cdot\lambda}{\lambda} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Phi = 0.6\cdot\pi \Rightarrow \left[\pi\ rad = 180^0\right] \Rightarrow \Phi = 0.6\cdot 180^0 \Rightarrow \Phi = 108^0.$$

Vježba 134

Razlika hoda dvaju svjetlosnih monokromatskih valova iznosi $0.6 \cdot \lambda$. Kolika im je razlika faza iskazana u stupnjevima?

Rezultat: 216°.

Zadatak 135 (Zlatko, srednja škola)

Razlika hoda dvaju svjetlosnih monokromatskih valova iznosi $0.5 \cdot \lambda$. Kolika im je razlika faza iskazana u stupnjevima?

$$A.\ 180^0 \qquad B.\ 90^0 \qquad C.\ 230^0 \qquad D.\ 0^0$$

Rješenje 135

$\delta = 0.5 \cdot \lambda, \quad \Phi = ?$

Dva točkasta izvora svjetlosti su koherentna kad imaju jednaku frekvenciju i jednaku razliku faze. U nekoj točki prostora razlika faza Φ i razlika hoda δ povezane su formulom

$$\frac{\Phi}{2\cdot\pi} = \frac{\delta}{\lambda}.$$

Razlika faza iskazana u stupnjevima iznosi:

$$\frac{\Phi}{2\cdot\pi} = \frac{\delta}{\lambda} \Rightarrow \frac{\Phi}{2\cdot\pi} = \frac{\delta}{\lambda} \,/\cdot 2\cdot\pi \Rightarrow \Phi = 2\cdot\pi\cdot\frac{\delta}{\lambda} \Rightarrow \Phi = 2\cdot\pi\cdot\frac{0.5\cdot\lambda}{\lambda} \Rightarrow \Phi = 2\cdot\pi\cdot\frac{0.5\cdot\lambda}{\lambda} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Phi = \pi \Rightarrow \left[\pi\ rad = 180^0\right] \Rightarrow \Phi = 108^0.$$

Odgovor je pod A.

Vježba 135

Razlika hoda dvaju svjetlosnih monokromatskih valova iznosi $0.25 \cdot \lambda$. Kolika im je razlika faza iskazana u stupnjevima?

$$A.\ 180^0 \qquad B.\ 90^0 \qquad C.\ 230^0 \qquad D.\ 0^0$$

Rezultat: B.

Zadatak 136 (Roby, gimnazija)

Monokromatska svjetlost frekvencije $5 \cdot 10^{14}$ Hz prelazi iz vakuuma u staklo indeksa loma 1.5. Koliko valnih duljina ima na udaljenosti 1.2 mm u staklu?
(brzina svjetlosti u vakuumu $c = 3 \cdot 10^8$ m/s)

Rješenje 136

$\nu = 5 \cdot 10^{14}$ Hz, $n = 1.5$, $s = 1.2$ mm $= 1.2 \cdot 10^{-3}$ m, $c = 3 \cdot 10^8$ m/s, $N = ?$

U nekom sredstvu indeksa loma n brzina širenja v elektromagnetskog vala je manja od brzine širenja u vakuumu i vrijedi

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

gdje je c brzina svjetlosti u vakuumu.
Jednadžba koja povezuje brzinu širenja vala v, valnu duljinu λ i frekvenciju ν elektromagnetskog vala može se prikazati kao

$$v = \lambda \cdot \nu.$$

Računamo valnu duljinu monokromatske svjetlosti u staklu indeksa loma n.

$$\left.\begin{array}{l} n = \frac{c}{v} \\ v = \lambda \cdot \nu \end{array}\right\} \Rightarrow \left.\begin{array}{l} n = \frac{c}{v} \ / \cdot \frac{v}{n} \\ v = \lambda \cdot \nu \end{array}\right\} \Rightarrow \left.\begin{array}{l} v = \frac{c}{n} \\ v = \lambda \cdot \nu \end{array}\right\} \Rightarrow \left[\begin{array}{l} \text{metoda} \\ \text{komparacije} \end{array}\right] \Rightarrow \lambda \cdot \nu = \frac{c}{n} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \lambda \cdot \nu = \frac{c}{n} \ / \cdot \frac{1}{\nu} \Rightarrow \lambda = \frac{c}{n \cdot \nu}.$$

Broj valnih duljina na udaljenosti s iznosi:

$$\left.\begin{array}{l} N = \frac{s}{\lambda} \\ \lambda = \frac{c}{n \cdot \nu} \end{array}\right\} \Rightarrow \left[\begin{array}{l} \text{metoda} \\ \text{supstitucije} \end{array}\right] \Rightarrow N = \frac{s}{\frac{c}{n \cdot \nu}} \Rightarrow N = \frac{\frac{s}{1}}{\frac{c}{n \cdot \nu}} \Rightarrow N = \frac{s \cdot n \cdot \nu}{c} =$$

$$= \frac{1.2 \cdot 10^{-3}\ m \cdot 1.5 \cdot 5 \cdot 10^{14}\ \frac{1}{s}}{3 \cdot 10^{8}\ \frac{m}{s}} = 3000.$$

Vježba 136

Monokromatska svjetlost frekvencije $5 \cdot 10^{14}$ Hz prelazi iz vakuuma u staklo indeksa loma 1.5. Koliko valnih duljina ima na udaljenosti 2.4 mm u staklu?
(brzina svjetlosti u vakuumu $c = 3 \cdot 10^8$ m/s)

Rezultat: 6000.

Zadatak 137 (Ana, gimnazija)

Na optičku rešetku konstante d = 6 μm okomito upada monokromatska svjetlost valne duljine λ. Kut između spektra prvog i drugog reda iznosi $\triangle\alpha = 5°$. Izračunajte valnu duljinu svjetlosti.

Rješenje 137

$d = 6\ \mu m = 6 \cdot 10^{-6}$ m, $k_1 = 1$, $k_2 = 2$, $\triangle\alpha = 5°$, $\lambda = ?$

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

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

Za spektar prvog i drugog reda vrijedi:

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

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

Budući da je kut između spektra prvog i drugog reda $\triangle\alpha$, vrijedi:

$$\alpha_2 - \alpha_1 = \Delta \alpha \Rightarrow \alpha_2 = \alpha_1 + \Delta \alpha .$$

Uporabom funkcije sinus dobije se:

$$\alpha_2 = \alpha_1 + \Delta \alpha \Rightarrow \alpha_2 = \alpha_1 + \Delta \alpha \ / \sin \Rightarrow \sin \alpha_2 = \sin \left(\alpha_1 + \Delta \alpha \right) \Rightarrow \left[\sin \alpha_2 = 2 \cdot \sin \alpha_1 \right] \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 2 \cdot \sin \alpha_1 = \sin \left(\alpha_1 + \Delta \alpha \right) \Rightarrow \left[\sin \left(x + y \right) = \sin x \cdot \cos y + \cos x \cdot \sin y \right] \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 2 \cdot \sin \alpha_1 = \sin \alpha_1 \cdot \cos \Delta \alpha + \cos \alpha_1 \cdot \sin \Delta \alpha \Rightarrow 2 \cdot \sin \alpha_1 = \sin \alpha_1 \cdot \cos \Delta \alpha + \cos \alpha_1 \cdot \sin \Delta \alpha \ / \cdot \frac{1}{\cos \alpha_1} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 2 \cdot \frac{\sin \alpha_1}{\cos \alpha_1} = \frac{\sin \alpha_1}{\cos \alpha_1} \cdot \cos \Delta \alpha + \frac{\cos \alpha_1}{\cos \alpha_1} \cdot \sin \Delta \alpha \Rightarrow \left[tg \ x = \frac{\sin x}{\cos x} \right] \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 2 \cdot tg \ \alpha_1 = tg \ \alpha_1 \cdot \cos \Delta \alpha + \frac{\cos \alpha_1}{\cos \alpha_1} \cdot \sin \Delta \alpha \Rightarrow 2 \cdot tg \ \alpha_1 = tg \ \alpha_1 \cdot \cos \Delta \alpha + \sin \Delta \alpha \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 2 \cdot tg \ \alpha_1 - tg \ \alpha_1 \cdot \cos \Delta \alpha = \sin \Delta \alpha \Rightarrow tg \ \alpha_1 \cdot \left(2 - \cos \Delta \alpha \right) = \sin \Delta \alpha \Rightarrow$$

$$\Rightarrow tg \ \alpha_1 \cdot \left(2 - \cos \Delta \alpha \right) = \sin \Delta \alpha \ / \cdot \frac{1}{2 - \cos \Delta \alpha} \Rightarrow tg \ \alpha_1 = \frac{\sin \Delta \alpha}{2 - \cos \Delta \alpha} \Rightarrow \alpha_1 = tg^{-1} \left(\frac{\sin \Delta \alpha}{2 - \cos \Delta \alpha} \right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \alpha_1 = tg^{-1} \left(\frac{\sin 5^0}{2 - \cos 5^0} \right) \Rightarrow \alpha_1 = 4^0 57'44''.$$

Računamo valnu duljinu svjetlosti.

$$\left. \begin{array}{l} d = 6 \cdot 10^{-6} \ m \ , \ k = 1 \ , \ \alpha_1 = 4^0 \ 57'44'' \\ d \cdot \sin \alpha_k = k \cdot \lambda \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} d = 6 \cdot 10^{-6} \ m \ , \ k = 1 \ , \ \alpha_1 = 4^0 \ 57'44'' \\ d \cdot \sin \alpha_k = k \cdot \lambda \ / \cdot \frac{1}{k} \end{array} \right\} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \left. \begin{array}{l} d = 6 \cdot 10^{-6} \ m \ , \ k = 1 \ , \ \alpha_1 = 4^0 \ 57'44'' \\ \lambda = \frac{d \cdot \sin \alpha_k}{k} \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} d = 6 \cdot 10^{-6} \ m \ , \ k = 1 \ , \ \alpha_1 = 4^0 \ 57'44'' \\ \lambda = \frac{d \cdot \sin \alpha_1}{1} \end{array} \right\} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \lambda = \frac{6 \cdot 10^{-6} \ m \cdot \sin 4^0 \ 57' \ 44''}{1} = 5.19 \cdot 10^{-7} \ m = 0.519 \cdot 10^{-6} \ m = 0.519 \ \mu m.$$

Vježba 137

Na optičku rešetku konstante d = 6000 nm okomito upada monokromatska svjetlost valne duljine λ. Kut između spektra prvog i drugog reda iznosi $\triangle\alpha = 5°$. Izračunajte valnu duljinu svjetlosti.

Rezultat: 519 nm.

Zadatak 138 (Ivan, gimnazija)

Pod kojim kutom pada zraka svjetlosti na površinu stakla ako je kut loma β = 30°? (indeks loma stakla n = 1.5)

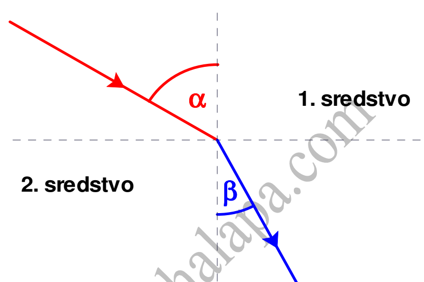
Rješenje 138

β = 30°, n = 1.5, α = ?

Kad svjetlost prelazi iz jednoga 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.



Računamo upadni kut α.

$$\frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = n \;\Rightarrow\; \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = n \;/\cdot \sin\beta \;\Rightarrow\; \sin\alpha = n\cdot\sin\beta \;\Rightarrow\; \alpha = \sin^{-1}\left(n\cdot\sin\beta\right) \;\Rightarrow$$

$$\Rightarrow\; \alpha = \sin^{-1}\left(1.5\cdot\sin 30^{0}\right) = 48^{0}\,35'.$$

Vježba 138

Pod kojim kutom pada zraka svjetlosti na površinu dijamanta ako je kut loma β = 10°? (indeks loma dijamanta n = 2.42)

Rezultat: 24° 51'.

Zadatak 139 (Ivan, gimnazija)

Zraka svjetlosti prelazi iz terpentina u zrak. Granični kut pri kojemu se javlja totalna refleksija jest 42° 23'. Kolika je brzina širenja svjetlosti u terpentinu? (brzina svjetlosti u vakuumu $c = 3 \cdot 10^8$ m/s)

Rješenje 139

$\alpha_g = 42° 23'$, $c = 3 \cdot 10^8$ m/s), v = ?

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 90°. Kada svjetlost prelazi iz sredstva apsolutnog indeksa loma n u vakuum (zraka), tada je

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

Indeks loma je omjer između brzine svjetlosti u vakuumu i brzine svjetlosti u nekom sredstvu.

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

Iz sustava jednadžbi izračunamo brzinu svjetlosti v u terpentinu.

$$\left.\begin{array}{l} \sin \alpha_g = \dfrac{1}{n} \\ n = \dfrac{c}{v} \end{array}\right\} \Rightarrow \left[\begin{array}{l} \text{metoda} \\ \text{supstitucije} \end{array}\right] \Rightarrow \sin \alpha_g = \frac{1}{\frac{c}{v}} \Rightarrow \sin \alpha_g = \frac{\frac{1}{1}}{\frac{c}{v}} \Rightarrow \sin \alpha_g = \frac{v}{c} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \sin \alpha_g = \frac{v}{c} \; / \cdot c \Rightarrow v = c \cdot \sin \alpha_g = 3 \cdot 10^8 \frac{m}{s} \cdot \sin 42^0 23' = 2.02 \cdot 10^8 \frac{m}{s}.$$

Vježba 139

Zraka svjetlosti prelazi iz nekog sredstva u zrak. Granični kut pri kojemu se javlja totalna refleksija jest 30°. Kolika je brzina širenja svjetlosti u sredstvu? (brzina svjetlosti u vakuumu $c = 3 \cdot 10^8$ m/s)

Rezultat: $1.5 \cdot 10^8$ m/s.

Zadatak 140 (Bojan, srednja škola)

Pri prijelazu iz vakuuma u neko sredstvo svjetlost upada pod kutom 60°, a lomi se pod kutom 30°. Kolika je brzina svjetlosti u sredstvu ako je brzina svjetlosti u vakuumu c?

$A.\ 0.58 \cdot c \qquad B.\ 1.73 \cdot c \qquad C.\ 0.85 \cdot c \qquad D.\ c$

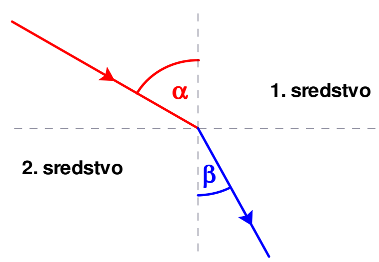
Rješenje 140

$\alpha = 60°, \quad \beta = 30°, \quad c, \quad v = ?$

Kad svjetlost prelazi iz jednoga 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):

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{v_1}{v_2},$$

gdje su v_1 i v_2 brzine svjetlosti u prvom i drugom sredstvu.



Brzina svjetlosti u sredstvu iznosi:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{c}{v} \Rightarrow \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{c}{v} \; / \cdot v \cdot \frac{\sin \beta}{\sin \alpha} \Rightarrow v = c \cdot \frac{\sin \beta}{\sin \alpha} = c \cdot \frac{\sin 30^0}{\sin 60^0} = 0.58 \cdot c.$$

Odgovor je pod A.

Vježba 140

Pri prijelazu iz vakuuma u neko sredstvo svjetlost upada pod kutom 65°, a lomi se pod kutom 30°. Kolika je brzina svjetlosti u sredstvu ako je brzina svjetlosti u vakuumu c?

$A.\ 0.51 \cdot c \qquad B.\ 1.55 \cdot c \qquad C.\ 0.55 \cdot c \qquad D.\ c$

Rezultat: C.