Zadatak 141 (Ana, srednja škola)

Konstanta optičke rešetke je dva puta veća od valne duljine monokromatske svjetlosti koja na nju upada okomito. Kut prvog ogibnog maksimuma je:

$$A.\ 60^0 \qquad B.\ 45^0 \qquad C.\ 30^0 \qquad D.\ 50^0$$

Rješenje 141

$d = 2 \cdot \lambda$, $k = 1$, $\alpha_1 = ?$

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

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

Računamo kut prvog ogibnog maksimuma.

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

$$\Rightarrow \begin{bmatrix} d = 2 \cdot \lambda \\ k = 1 \end{bmatrix} \Rightarrow \ \sin \alpha_1 = \frac{1 \cdot \lambda}{2 \cdot \lambda} \ \Rightarrow \ \sin \alpha_1 = \frac{1 \cdot \lambda}{2 \cdot \lambda} \ \Rightarrow \ \sin \alpha_1 = \frac{1}{2} \ \Rightarrow \ \alpha_1 = \sin^{-1}\left(\frac{1}{2}\right) \ \Rightarrow \ \alpha_1 = 30^0.$$

Odgovor je pod C.

Vježba 141

Konstanta optičke rešetke je tri puta veća od valne duljine monokromatske svjetlosti koja na nju upada okomito. Kut prvog ogibnog maksimuma je:

$$A.\ 19^0\ 28'\ 16'' \qquad B.\ 19^0 \qquad C.\ 19^0\ 25' \qquad D.\ 19^0\ 20'\ 25''$$

Rezultat: A.

Zadatak 142 (Sven, srednja škola)

Reflektirana svjetlost je linearno polarizirana ako je kut loma 28°, a upadni kut:

$$A.\ 18^0 \qquad B.\ 90^0 \qquad C.\ 32^0 \qquad D.\ 62^0$$

Rješenje 142

$\beta = 28°$, $\alpha_B = ?$

Reflektirana svjetlost je potpuno polarizirana samo u slučaju kada reflektirana i lomljena zraka zatvaraju pravi kut (90°). Upadni kut pod kojim se to događa naziva se Brewsterov kut α_B. Dakle za potpunu polarizaciju reflektirane zrake mora vrijediti

$$\alpha_B + \beta = 90^0,$$

gdje je β kut loma, α_B upadni kut, Brewsterov kut.

Upadni kut iznosi:

$$\alpha_B + \beta = 90^0 \ \Rightarrow \ \alpha_B = 90^0 - \beta = 90^0 - 28^0 = 62^0.$$

Odgovor je pod D.

Vježba 142

Reflektirana svjetlost je linearno polarizirana ako je kut loma 38°, a upadni kut:

$$A.\ 18^0 \qquad B.\ 90^0 \qquad C.\ 52^0 \qquad D.\ 62^0$$

Rezultat: C.

Zadatak 143 (DNK, medicinska škola)

Val prelazi iz sredstva A u sredstvo B. U sredstvu A brzina vala iznosi 100 m/s, a valna duljina 0.5 m. U sredstvu B se brzina vala poveća na 160 m/s. Kolika je valna duljina vala u sredstvu B?

$A.\ 0.5\ m \qquad B.\ 0.8\ m \qquad C.\ 100\ m \qquad D.\ 160\ m$

Rješenje 143

$v_1 = 100$ m/s, $\lambda_1 = 0.5$ m, $v_2 = 160$ m/s, $\lambda_2 = ?$

Jednadžba koja povezuje brzinu širenja vala v, valnu duljinu λ i frekvenciju ν elektromagnetskog vala može se prikazati kao

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

Pri prijelazu svjetlosti iz jednog optičkog sredstva u drugo frekvencija ostaje nepromijenjena, a valna se duljina i brzina mijenjaju.

Kada val prelazi iz sredstva A u sredstvo B njegova frekvencija ne mijenja se pa vrijedi:

$$\left.\begin{array}{l} \nu = \dfrac{v_1}{\lambda_1} \\ \nu = \dfrac{v_2}{\lambda_2} \end{array}\right\} \Rightarrow \frac{v_1}{\lambda_1} = \frac{v_2}{\lambda_2} \Rightarrow \frac{v_1}{\lambda_1} = \frac{v_2}{\lambda_2} \ / \cdot \lambda_1 \cdot \lambda_2 \Rightarrow v_1 \cdot \lambda_2 = v_2 \cdot \lambda_1 \Rightarrow v_1 \cdot \lambda_2 = v_2 \cdot \lambda_1 \ / \cdot \frac{1}{v_1} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \lambda_2 = \frac{v_2 \cdot \lambda_1}{v_1} = \frac{160\ \frac{m}{s} \cdot 0.5\ m}{100\ \frac{m}{s}} = 0.8\ m.$$

Odgovor je pod B.

Vježba 143

Val prelazi iz sredstva A u sredstvo B. U sredstvu A brzina vala iznosi 200 m/s, a valna duljina 1 m. U sredstvu B se brzina vala poveća na 160 m/s. Kolika je valna duljina vala u sredstvu B?

$A.\ 0.5\ m \qquad B.\ 0.8\ m \qquad C.\ 100\ m \qquad D.\ 160\ m$

Rezultat: B.

Zadatak 144 (Dubravko, srednja škola)

Kugla temperature 200 °C i ploštine $2 \cdot 10^{-4}$ m^2 zrači kao crno tijelo. Koliko energije u vremenu od 60 sekundi kugla izrači u okolinu uz pretpostavku da joj se temperatura pri zračenju ne mijenja?

Rješenje 144

$t = 200$ °C => $T = 273 + t = 273 + 200 = 473$ K, $S = 2 \cdot 10^{-4}$ m^2, $t = 60$ s, $E = ?$

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

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

Brzinu rada izražavamo snagom. Snaga P jednaka je omjeru rada W i vremena t za koje je rad obavljen, tj.

$$P = \frac{W}{t} \Rightarrow W = P \cdot t.$$

Kad tijelo obavlja rad, mijenja mu se energija. Promjena energije tijela jednaka je utrošenom radu. Količina izračene energije iznosi:

$$\left.\begin{array}{l} W = \Delta E \ \ , \ W = P \cdot t \\ P = \sigma \cdot S \cdot T^4 \end{array}\right\} \Rightarrow \left.\begin{array}{l} \Delta E = P \cdot t \\ P = \sigma \cdot S \cdot T^4 \end{array}\right\} \Rightarrow \Delta E = \sigma \cdot S \cdot T^4 \cdot t =$$

$$= 5.67 \cdot 10^{-8} \frac{W}{m^2 \cdot K^4} \cdot 2 \cdot 10^{-4} \ m^2 \cdot (473 \ K)^4 \cdot 60 \ s = 34.06 \ J.$$

Vježba 144

Kugla temperature 200 °C i ploštine 2 · 10^{-4} m^2 zrači kao crno tijelo. Koliko energije u vremenu od 120 sekundi kugla izrači u okolinu uz pretpostavku da joj se temperatura pri zračenju ne mijenja?

Rezultat: 68.11 J.

Zadatak 145 (Ivan, srednja škola)

Realni predmet je od divergentne leće udaljen 20 cm, a virtualna slika koja se vidi kroz leću je na udaljenosti 10 cm od leće. Kolika je jakost leće?

Rješenje 145

a = 20 cm = 0.2 m, b = – 10 cm = – 0.1 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). 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.
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.
Jakost ili konvergencija leće C jest recipročna vrijednost fokalne daljine

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

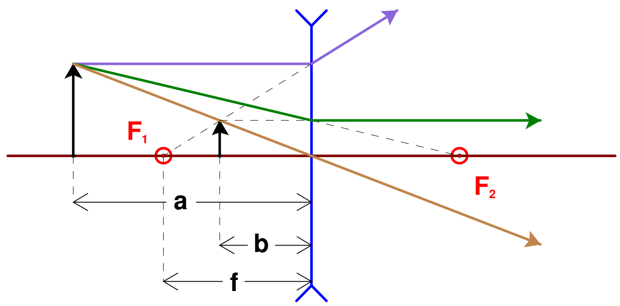
pa vrijedi

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

Konvergencija se izražava jedinicom m^{-1}. Za konvergentne leće C je pozitivan, za divergentne negativan.
Udaljenost je virtualne slike, kao i fokalna daljina divergentne leće negativna (b < 0, f < 0).

Budući da za divergentnu leću vrijedi dogovor da su b i f negativni, slijedi:

$$C = \frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{0.2 \ m} + \frac{1}{-0.1 \ m} = \frac{1 \cdot 10}{0.2 \cdot 10 \ m} + \frac{1 \cdot 10}{-0.1 \cdot 10 \ m} = \frac{10}{2 \ m} + \frac{10}{-1 \ m} = 5 \ m^{-1} - 10 \ m^{-1} = -5 \ m^{-1}.$$



Vježba 145

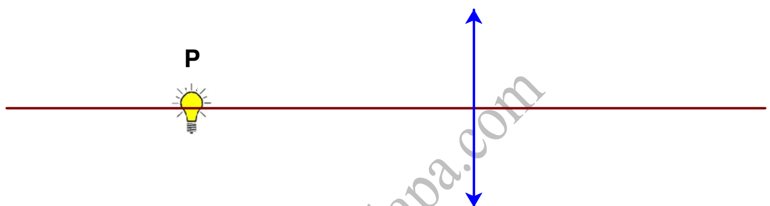
Realni predmet je od divergentne leće udaljen 2 dm, a virtualna slika koja se vidi kroz leću je na udaljenosti 1 dm od leće. Kolika je jakost leće?

Rezultat: $-5\ m^{-1}$.

Zadatak 146 (Jelena, srednja škola)

Točkasti izvor svjetlosti P smješten je na optičkoj osi konvergentne leće žarišne daljine 8 cm. Zrake svjetlosti koje izlaze iz izvora P nakon prolaska kroz leću čine paralelni snop. Koliko iznosi razmak između izvora svjetlosti i leće?

$A.\ 4\ cm \qquad B.\ 8\ cm \qquad C.\ 16\ cm \qquad D.\ 32\ cm$



Rješenje 146

f = 8 cm, a = ?

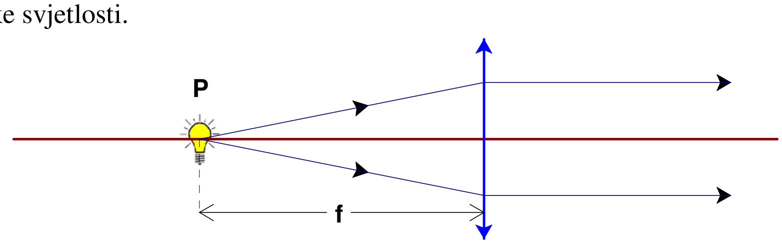
Leće su prozirna tijela, omeđena dvjema sfernim plohama, od kojih jedna može biti ravnina. Leće širokog ruba jesu divergentne (ili konkavne, ili rastresne), a leće tankog ruba konvergentne (ili konveksne, ili sabirne). Jednadžba je tanke leće

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

gdje je a udaljenost predmeta i b udaljenost slike od leće, a f fokalna daljina leće.
Sliku nekog predmeta možemo najlakše konstruirati pomoću karakterističnih zraka svjetlosti. Pri konstrukciji slika rabimo tri karakteristične zrake svjetlosti:

4. Zraka koja dolazi na leću usporedno s optičkom osi lomi se kroz žarište slike F_2.
5. Zraka koja prolazi kroz žarište predmeta F_1 lomi se usporedno s optičkom osi.
6. 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.



1.inačica

Budući da zrake svjetlosti koje izlaze iz izvora P nakon prolaska kroz leću čine paralelni snop, predmet se mora nalaziti u žarištu leće. Dakle, a = f = 8 cm. Odgovor je pod B.

2.inačica

Budući da zrake svjetlosti koje izlaze iz izvora P nakon prolaska kroz leću čine paralelni snop, slika predmeta je u beskonačnosti, b = ∞. Tada je:

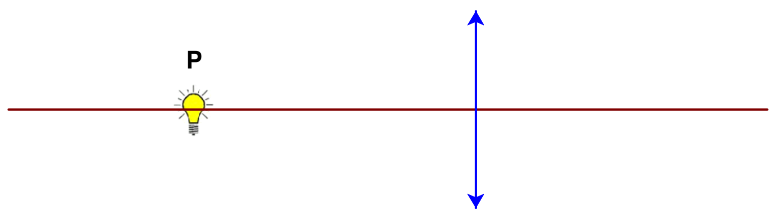
$$\frac{1}{a}+\frac{1}{b}=\frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{a}+\frac{1}{\infty}=\frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{a}+0=\frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{a}=\frac{1}{f} \Rightarrow a=f=8\ cm.$$

Odgovor je pod B.

Vježba 146

Točkasti izvor svjetlosti P smješten je na optičkoj osi konvergentne leće žarišne daljine 16 cm. Zrake svjetlosti koje izlaze iz izvora P nakon prolaska kroz leću čine paralelni snop. Koliko iznosi razmak između izvora svjetlosti i leće?

A. 4 *cm* *B.* 8 *cm* *C.* 16 *cm* *D.* 32 *cm*



Rezultat: C.

Zadatak 147 (Igor, srednja škola)

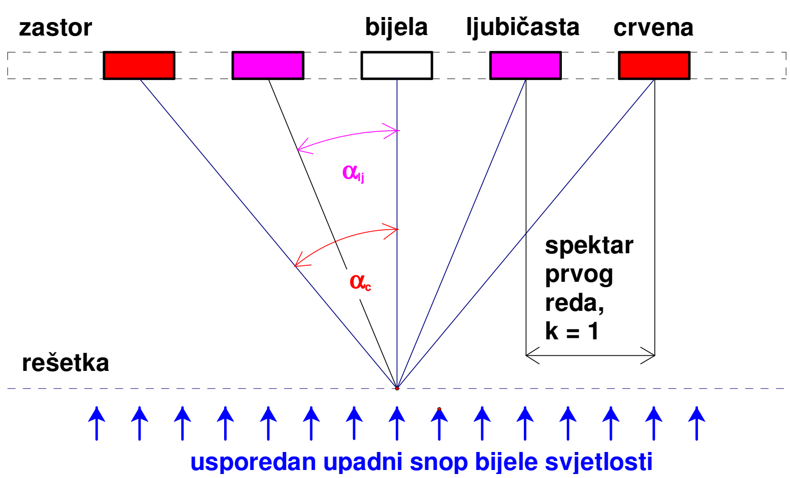
Svjetlost valne duljine 600 nm ogiba se na optičkoj rešetci konstante 4 μm. Koliko se najviše ogibnih maksimuma može vidjeti na zastoru?

Rješenje 147

$\lambda = 600\ nm = 6 \cdot 10^{-7}\ m$, $d = 4\ \mu m = 4 \cdot 10^{-6}\ m$, $N_{maks} = ?$

Optička rešetka sastoji se od ekvidistantnih tijesno poredanih pukotina. Udaljenost između dviju pukotina zove se konstanta rešetke. Konstanta rešetke d mora biti veća od valne duljine svjetlosti λ koja se njome ispituje. Maksimum rasvjete dobit ćemo interferencijom u smjerovima koji zatvaraju kut α_k s okomicom na optičku mrežicu, tj. ako je

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



Kada je:

- k = 0 dobije se spektar nultog reda
- k = 1 dobije se spektar prvog reda
- k = 2 dobije se spektar drugog reda

- k = 3 dobije se spektar treće reda itd.

To će vrijediti za otklon pod kutom α_k na jednu i drugu stranu od smjera $\alpha = 0$. Pojava je simetrična s obzirom na spektar nultog reda.
Najveći broj maksimuma k_{maks} dobije se za $\sin \alpha = 1$, odnosno:

$$k_{maks} = \frac{d}{\lambda}.$$

$$k \cdot \lambda = d \cdot \sin \alpha_k \Rightarrow k \cdot \lambda = d \cdot \sin \alpha_k \; / \cdot \frac{1}{\lambda} \Rightarrow k = \frac{d \cdot \sin \alpha_k}{\lambda} \Rightarrow \left[\sin \alpha_k \le 1 \right] \Rightarrow k \le \frac{d}{\lambda} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow k \le \frac{4 \cdot 10^{-6} \; m}{6 \cdot 10^{-7} \; m} \Rightarrow k \le 6.67 \Rightarrow k_{maks} = 6.$$

Najveći broj ogibnih maksimuma koji se može vidjeti na zastoru iznosi:

$$N_{maks} = 2 \cdot k_{maks} + 1 \Rightarrow N_{maks} = 2 \cdot 6 + 1 \Rightarrow N_{maks} = 13.$$

Vježba 147

Svjetlost valne duljine 1200 nm ogiba se na optičkoj rešetci konstante 8 μm. Koliko se najviše ogibnih maksimuma može vidjeti na zastoru?

Rezultat: 13.

Zadatak 148 (LP, strukovna škola)

Svjetlost frekvencije f i brzine c giba se kroz zrak i ulazi u sredstvo indeksa loma 1.3. Koja je od navedenih tvrdnji točna za frekvenciju i brzinu svjetlosti u tom sredstvu?

$A.\ Frekvencija\ \ je\ \ f,\ a\ brzina\ 1.3 \cdot c.$ $\qquad B.\ Frekvencija\ \ je\ \ f / 1.3,\ a\ brzina\ c.$

$C.\ Frekvencija\ \ je\ 1.3 \cdot f,\ a\ brzina\ c.$ $\qquad D.\ Frekvencija\ \ je\ \ f,\ a\ brzina\ c / 1.3.$

Rješenje 148

f, c, n = 1.3, v = ?

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.
Apsolutni indeks loma n nekog prozirnog sredstva jednak je omjeru brzine svjetlosti u vakuumu c i brzine svjetlosti v u tom sredstvu.

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

Brzina svjetlosti u sredstvu je:

$$n = \frac{c}{v} \Rightarrow n = \frac{c}{v} \; / \cdot \frac{v}{n} \Rightarrow v = \frac{c}{n} = \frac{c}{1.3}.$$

Odgovor je pod D.

Vježba 148

Svjetlost frekvencije f i brzine c giba se kroz zrak i ulazi u sredstvo indeksa loma 1.5. Koja je od navedenih tvrdnji točna za frekvenciju i brzinu svjetlosti u tom sredstvu?

$A.\ Frekvencija\ \ je\ \ f,\ a\ brzina\ 1.5 \cdot c.$ $\qquad B.\ Frekvencija\ \ je\ \ f / 1.5,\ a\ brzina\ c.$

$C.\ Frekvencija\ \ je\ 1.5 \cdot f,\ a\ brzina\ c.$ $\qquad D.\ Frekvencija\ \ je\ \ f,\ a\ brzina\ c / 1.5.$

Rezultat: D.

Zadatak 149 (LP, strukovna škola)

Sinus kuta pod kojim se na rešeci ogiba svjetlost valne duljine 700 nm u smjeru prvog ogibnog maksimuma je 0.14. Koliki je sinus kuta pod kojim se u smjeru prvog ogibnog maksimuma ogiba svjetlost valne duljine 400 nm?

Rješenje 149

$\sin \alpha_1 = 0.14, \quad \lambda = 700 \text{ nm}, \quad \lambda' = 400 \text{ nm}, \quad \sin \beta_1 = ?$

Optička rešetka sastoji se od ekvidistantnih tijesno poredanih pukotina. Udaljenost između dviju pukotina zove se konstanta rešetke. Konstanta rešetke d mora biti veća od valne duljine svjetlosti λ koja se njome ispituje. Maksimum rasvjete dobit ćemo interferencijom u smjerovima koji zatvaraju kut α_k s okomicom na optičku mrežicu, tj. ako je

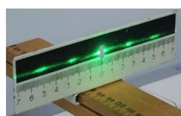
$$d \cdot \sin \alpha_k = k \cdot \lambda, \quad k = 0, 1, 2, 3, \ldots, n.$$

Sinus kuta iznosi:

$$\left.\begin{array}{l} d \cdot \sin \alpha_k = k \cdot \lambda \\ d \cdot \sin \beta_k = k \cdot \lambda' \\ k = 1 \end{array}\right\} \Rightarrow \left.\begin{array}{l} d \cdot \sin \alpha_1 = 1 \cdot \lambda \\ d \cdot \sin \beta_1 = 1 \cdot \lambda' \end{array}\right\} \Rightarrow \left.\begin{array}{l} d \cdot \sin \alpha_1 = \lambda \\ d \cdot \sin \beta_1 = \lambda' \end{array}\right\} \Rightarrow \left[\begin{array}{l} \text{podijelimo} \\ \text{jednadžbe} \end{array}\right] \Rightarrow \frac{d \cdot \sin \beta_1}{d \cdot \sin \alpha_1} = \frac{\lambda'}{\lambda} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{d \cdot \sin \beta_1}{d \cdot \sin \alpha_1} = \frac{\lambda'}{\lambda} \Rightarrow \frac{\sin \beta_1}{\sin \alpha_1} = \frac{\lambda'}{\lambda} \Rightarrow \frac{\sin \beta_1}{\sin \alpha_1} = \frac{\lambda'}{\lambda} \quad / \cdot \sin \alpha_1 \Rightarrow \sin \beta_1 = \frac{\lambda'}{\lambda} \cdot \sin \alpha_1 =$$

$$= \frac{400 \ nm}{700 \ nm} \cdot 0.14 = 0.08.$$



Vježba 149

Sinus kuta pod kojim se na rešeci ogiba svjetlost valne duljine 700 nm u smjeru prvog ogibnog maksimuma je 0.21. Koliki je sinus kuta pod kojim se u smjeru prvog ogibnog maksimuma ogiba svjetlost valne duljine 400 nm?

Rezultat: 0.12.

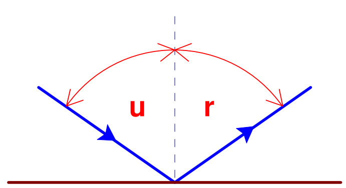
Zadatak 150 (Ivica, strukovna škola)

Zraka svjetlosti upada iz zraka pod kutom od 60° prema okomici na mirnu površinu tekućine. Izračunajte apsolutni indeks loma tekućine ako je kut između odbijene i lomljene zrake 90°.

Rješenje 150

$\alpha = 60°, \quad n = ?$

Ako zraka svjetlosti pada 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 refleksije. Upadnim kutom u zovemo kut između upadne zrake i okomice, a kutom odraza ili refleksije r kut između reflektirane zrake i okomice. Kut upada u jednak je kutu refleksije r:

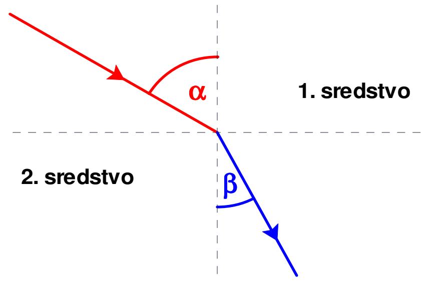


kut upada = **kut refleksije** , u = r.

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.

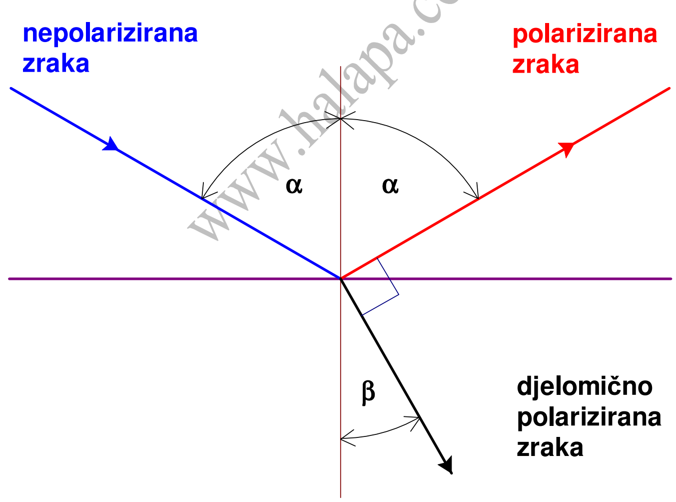


Kada nepolarizirana svjetlost upada pod kutom α na graničnu plohu prozirnog sredstva djelomično se reflektira, a djelomično lomi. Reflektirana svjetlost je potpuno polarizirana samo u slučaju kada reflektirana i lomljena zraka zatvaraju pravi kut (90°).

$$\left.\begin{array}{l}\alpha+\beta=90^{0}\\ \dfrac{\sin\alpha}{\sin\beta}=n\end{array}\right\}\Rightarrow\left.\begin{array}{l}\beta=90^{0}-\alpha\\ \dfrac{\sin\alpha}{\sin\beta}=n\end{array}\right\}\Rightarrow\frac{\sin\alpha}{\sin\left(90^{0}-\alpha\right)}=n\Rightarrow\frac{\sin\alpha}{\cos\alpha}=n\Rightarrow tg\,\alpha=n\quad\Bigg|\begin{array}{l}\text{Brewsterov}\\ \text{zakon}\end{array}$$

Ako je tangens kuta upadanja nepolarizirane zrake na neko sredstvo jednak indeksu loma tog sredstva reflektirana je zraka polarizirana, tj.

$$tg\,\alpha=n.$$



1.inačica

$$n=tg\,\alpha=tg\,60^{0}=1.73.$$

2.inačica

$$\left.\begin{array}{l}\alpha+\beta=90^{0}\\ \alpha=60^{0}\end{array}\right\}\Rightarrow 60^{0}+\beta=90^{0}\Rightarrow\beta=90^{0}-60^{0}\Rightarrow\beta=60^{0}.$$

Tada je

$$n=\frac{\sin\alpha}{\sin\beta}=\frac{\sin 60^{0}}{\sin 30^{0}}=1.73.$$

Vježba 150

Zraka svjetlosti upada iz zraka pod kutom od 55° prema okomici na mirnu površinu tekućine.

Izračunajte apsolutni indeks loma tekućine ako je kut između odbijene i lomljene zrake 90°.

Rezultat: 1.43.

Zadatak 151 (Josip, strukovna škola)

Stolac je udaljen 2 m, a osoba 5 m od ravnog zrcala. Kolika je udaljenost između osobe i slike stolca u zrcalu?

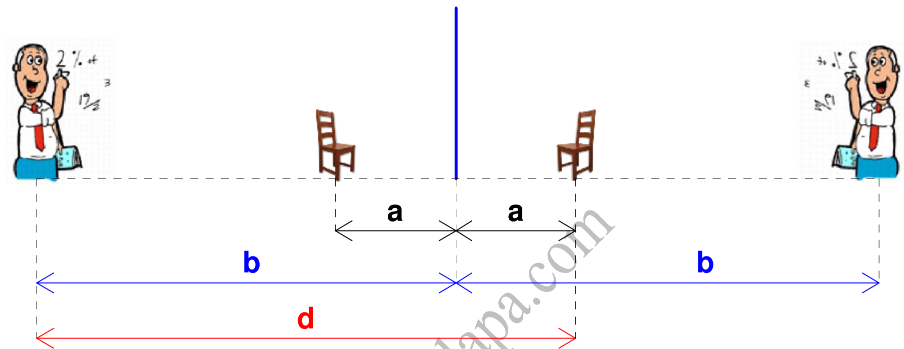
$A.\ 2\ m \qquad B.\ 3\ m \qquad C.\ 5\ m \qquad D.\ 7\ m$

Rješenje 151

a = 2 m, b = 5 m, d = ?

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.



Sa slike vidi se da je udaljenost između osobe i slike stolca u zrcalu jednaka:

$$d = b + a = 5\ m + 2\ m = 7\ m.$$

Odgovor je pod D.

Vježba 151

Stolac je udaljen 1 m, a osoba 4 m od ravnog zrcala. Kolika je udaljenost između osobe i slike stolca u zrcalu?

$A.\ 2\ m \qquad B.\ 3\ m \qquad C.\ 5\ m \qquad D.\ 7\ m$

Rezultat: C.

Zadatak 152 (Iggy, gimnazija)

Na udaljenosti 50 cm od žarulje, jakosti 10 cd, postavljen je zastor kružnog oblika polumjera 25 cm. Kolika je osvjetljenost sredine zastora, a kolika njegovog ruba?

Rješenje 152

r = 50 cm = 0.5 m, I = 10 cd, s = 25 cm = 0.25 m, E_1 = ?, E_2 = ?

Kosinus šiljastog kuta pravokutnog trokuta jednak je omjeru duljine katete uz taj kut i duljine hipotenuze.

Pitagorin poučak

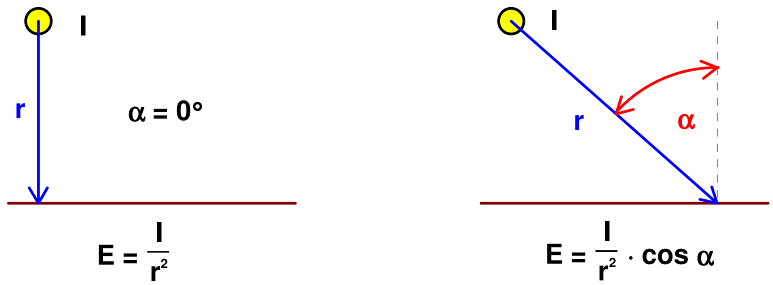
Trokut ABC je pravokutan ako i samo ako je kvadrat nad hipotenuzom jednak zbroju kvadrata nad katetama.

$$c^2 = a^2 + b^2 \quad \Rightarrow \quad c = \sqrt{a^2 + b^2}.$$

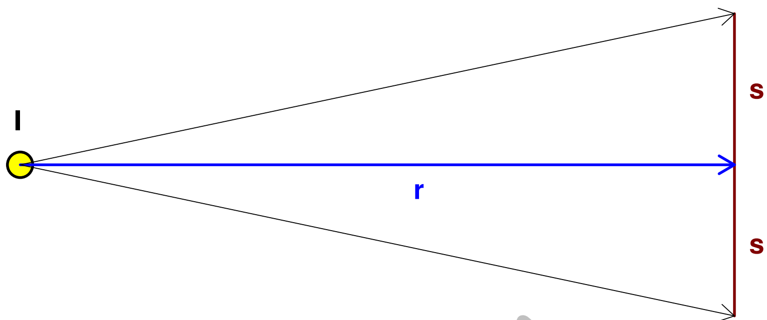
Za točkasti izvor svjetlosti, jakosti I, osvjetljenost E (iluminacija) iznosi:

$$E = \frac{I}{r^2} \cdot \cos\alpha,$$

gdje je r udaljenost izvora od promatrane plohe, α kut između okomice na plohu i radijus vektora izvor – promatrana točka.

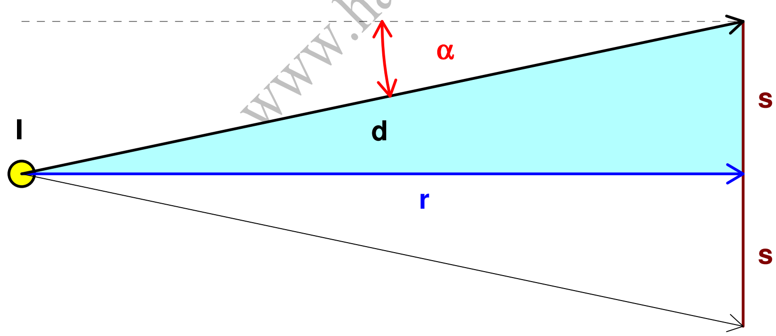


Računamo osvjetljenost E_1 sredine zastora.



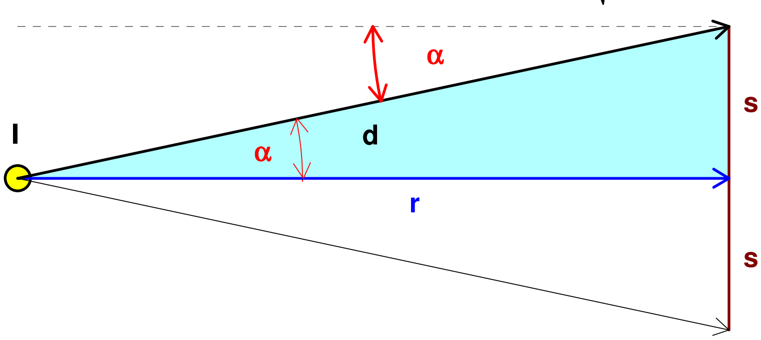
$$E_1 = \frac{I}{r^2} = \frac{10\ cd}{(0.5\ m)^2} = 40\ lx.$$

Računamo osvjetljenost E_2 ruba zastora.



Uočimo pravokutan trokut čije su katete r i s. Pomoću Pitagorinog poučka izračunamo duljinu hipotenuze d.

$$d^2 = r^2 + s^2 \Rightarrow d^2 = r^2 + s^2 \ /\sqrt{\ } \Rightarrow d = \sqrt{r^2 + s^2}.$$



Sada je cos α jednak:

$$\cos\alpha = \frac{r}{d}.$$

Osvjetljenost ruba zastora iznosi:

$$E_2 = \frac{I}{d^2}\cdot\cos\alpha \Rightarrow E_2 = \frac{I}{d^2}\cdot\frac{r}{d} \Rightarrow E_2 = \frac{I\cdot r}{d^3} \Rightarrow E_2 = \frac{I\cdot r}{\left(\sqrt{r^2+s^2}\right)^3} \Rightarrow E_2 = \frac{I\cdot r}{\sqrt{\left(r^2+s^2\right)^3}} =$$

$$= \frac{10\ cd\cdot 0.5\ m}{\sqrt{\left((0.5\ m)^2+(0.25\ m)^2\right)^3}} = 28.62\ lx.$$

Vježba 152

Na udaljenosti 5 dm od žarulje, jakosti 10 cd, postavljen je zastor kružnog oblika polumjera 2.5 dm. Kolika je osvjetljenost sredine zastora, a kolika njegovog ruba?

Rezultat: 40 lx, 28.62 lx.

Zadatak 153 (Lucija, gimnazija)

Dva koherentna izvora svjetlosti valne duljine $5.89\cdot 10^{-7}$ m daju sliku interferencije na zastoru udaljenom 1 m od izvora. Nađi razmak dviju susjednih svijetlih pruga interferencije, ako su izvori međusobno udaljeni 20 μm.

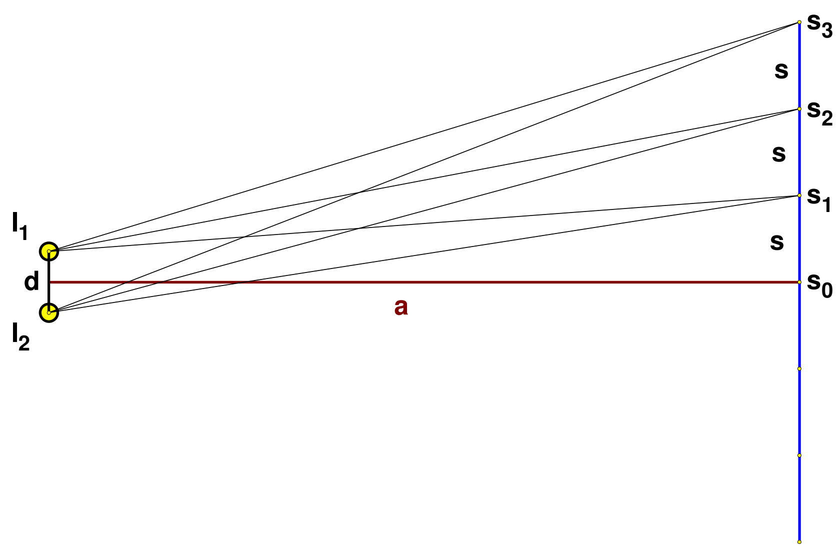
Rješenje 153

$\lambda = 5.89\cdot 10^{-7}$ m, $a = 1$ m, $d = 20\ \mu m = 2\cdot 10^{-5}$ m, $s = ?$

Dva točkasta izvora svjetlosti su koherentna kad imaju jednaku frekvenciju i jednaku razliku faze. Ako postavimo zastor koji je usporedan sa spojnicom na kojoj leže 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, d udaljenost među izvorima, λ valna duljina.



Računamo razmak dviju svijetlih pruga interferencije:

$$s = \frac{\lambda\cdot a}{d} = \frac{5.89\cdot 10^{-7}\ m\cdot 1\ m}{2\cdot 10^{-5}\ m} = 0.02945\ m = 2.945\ cm \approx 2.95\ cm.$$

Vježba 153

Dva koherentna izvora svjetlosti valne duljine $5.89 \cdot 10^{-7}$ m daju sliku interferencije na zastoru udaljenom 2 m od izvora. Nađi razmak dviju susjednih svijetlih pruga interferencije, ako su izvori međusobno udaljeni 40 μm.

Rezultat: 2.95 cm.

Zadatak 154 (YoYo, medicinska škola)

Na optičkoj rešetki ogiba se bijela svjetlost. Koje je boje svjetlost koja se ogiba pod najmanjim ogibnim kutom ako se promatra spektar prvog reda?

A. crvene *B*. ljubičaste *C*. zelene *D*. žute

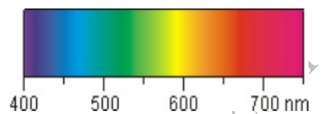
Rješenje 154

$\lambda = 5.89 \cdot 10^{-7}$ m, a = 1 m, d = 20 μm = $2 \cdot 10^{-5}$ m, s = ?

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

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

Svjetlost je elektromagnetsko zračenje vidljivo ljudskom oku. Bijela svjetlost sastavljena je od kontinuiranog niza svih boja vidljivog spektra. Boje su male frekvencijske razlike u području vidljive svjetlosti. Najkraću valnu duljinu imaju ljubičasta i plava svjetlost, a najdulju crvena svjetlost.



Spektar vidljivog zračenja čine: ljubičasta boja (najveća frekvencija, najkraća valna duljina), plava boja, zelena boja, žuta i narančasta boja i crvena boja (najniža frekvencija, najdulja valna duljina). Bijelu svjetlost čine elektromagnetska zračenja svih vidljivih frekvencija (od 400 nm do 700 nm).

Na intervalu $\left\langle 0, \frac{\pi}{2} \right\rangle$ funkcija sinus je rastuća funkcija.

$$\alpha, \beta \in \left\langle 0, \frac{\pi}{2} \right\rangle \text{ i } \alpha < \beta \ \Rightarrow \ \sin \alpha < \sin \beta.$$

Ako se promatra spektar prvog reda vrijedi:

$$\left. \begin{array}{l} k = 1 \\ k \cdot \lambda = d \cdot \sin \alpha_k \end{array} \right\} \Rightarrow \ 1 \cdot \lambda = d \cdot \sin \alpha_1 \ \Rightarrow \ \lambda = d \cdot \sin \alpha_1 \ \Rightarrow \ \lambda = d \cdot \sin \alpha_1.$$

Iz formule vidi se da najmanju valnu duljinu ima boja svjetlosti čiji je ogibni kut najmanji. Budući da ljubičasta svjetlost ima najmanju valnu duljinu, ogibat će se pod najmanjim kutom. Odgovor je pod B.

Vježba 154

Na optičkoj rešetki ogiba se bijela svjetlost. Koje je boje svjetlost koja se ogiba pod najvećim ogibnim kutom ako se promatra spektar prvog reda?

A. crvene *B*. ljubičaste *C*. zelene *D*. žute

Rezultat: A.

Zadatak 155 (Ivan, tehnička škola)

Temperatura apsolutno crnog tijela poveća se dva puta zbog čega se λ_{maks} umanji za 600 nm. Odredi početnu i konačnu temperaturu tijela.

Rješenje 155

T_1, $T_2 = 2 \cdot T_1$, $\Delta\lambda_{maks} = \lambda_{maks1} - \lambda_{maks2} = 600 \text{ nm} = 6 \cdot 10^{-7}$ m, T_1 = ?, T_2 = ?

Wienov zakon

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

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

Koristeći Wienov zakon izračunat ćemo početnu temperaturu tijela.

$$\left.\begin{array}{l} \lambda_{maks1} \cdot T_1 = C \\ \lambda_{maks2} \cdot T_2 = C \end{array}\right\} \Rightarrow \left.\begin{array}{l} \lambda_{maks1} \cdot T_1 = C \ / : T_1 \\ \lambda_{maks2} \cdot T_2 = C \ / : T_2 \end{array}\right\} \Rightarrow \left.\begin{array}{l} \lambda_{maks1} = \dfrac{C}{T_1} \\ \lambda_{maks2} = \dfrac{C}{T_2} \end{array}\right\} \Rightarrow \left.\begin{array}{l} \lambda_{maks1} = \dfrac{C}{T_1} \\ \lambda_{maks2} = \dfrac{C}{2 \cdot T_1} \end{array}\right\} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \begin{bmatrix} \text{oduzmemo} \\ \text{jednadžbe} \end{bmatrix} \Rightarrow \lambda_{maks1} - \lambda_{maks2} = \frac{C}{T_1} - \frac{C}{2 \cdot T_1} \Rightarrow \Delta\lambda_{maks} = \frac{C}{T_1} - \frac{C}{2 \cdot T_1} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta\lambda_{maks} = \frac{2 \cdot C - C}{2 \cdot T_1} \Rightarrow \Delta\lambda_{maks} = \frac{C}{2 \cdot T_1} \Rightarrow \Delta\lambda_{maks} = \frac{C}{2 \cdot T_1} \ / \cdot \frac{T_1}{\Delta\lambda_{maks}} \Rightarrow T_1 = \frac{C}{2 \cdot \Delta\lambda_{maks}} =$$

$$\Rightarrow T_1 = \frac{2.9 \cdot 10^{-3} \ m \cdot K}{2 \cdot 6 \cdot 10^{-7} \ m} = 2416.67 \ K.$$

Konačna temperatura tijela iznosi:

$$T_2 = 2 \cdot T_1 = 2 \cdot 2416.67 \ K = 4833.34 \ K.$$

Vježba 155

Temperatura apsolutno crnog tijela poveća se dva puta zbog čega se λ_{maks} umanji za 0.6 μm. Odredi početnu i konačnu temperaturu tijela.

Rezultat: $T_1 = 2416.67$ K, $T_2 = 4833.34$ K.

Zadatak 156 (Ante, tehnička škola)

Dvije kugle imaju jednake polumjere. Prva kugla je na 0 ºC, a druga na 273 ºC. Omjer njihovih snaga zračenja je:

$$A. \ 1 : 273 \qquad B. \ 1 : 4 \qquad C. \ 1 : 16 \qquad D. \ 1 : 2$$

Rješenje 156

$r_1 = r_2$, $t_1 = 0$ ºC => $T_1 = 273 + t_1 = (273 + 0)$ K = 273 K,
$t_2 = 273$ ºC => $T_2 = 273 + t_2 = (273 + 273)$ K = 546 K, $P_1 : P_2 = ?$

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

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

Kugla polumjera r ima oplošje (ploštinu):

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

Budući da kugle imaju jednake polumjere, njihove su površine (oplošja) jednake pa za omjer snaga zračenja vrijedi:

$$\frac{P_1}{P_2}=\frac{\sigma\cdot S\cdot T_1^4}{\sigma\cdot S\cdot T_2^4} \Rightarrow \frac{P_1}{P_2}=\frac{\sigma\cdot S\cdot T_1^4}{\sigma\cdot S\cdot T_2^4} \Rightarrow \frac{P_1}{P_2}=\frac{T_1^4}{T_2^4} \Rightarrow \frac{P_1}{P_2}=\left(\frac{T_1}{T_2}\right)^4 \Rightarrow \frac{P_1}{P_2}=\left(\frac{273\ K}{546\ K}\right)^4 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{P_1}{P_2}=\left(\frac{273\ K}{546\ K}\right)^4 \Rightarrow \frac{P_1}{P_2}=\left(\frac{1}{2}\right)^4 \Rightarrow \frac{P_1}{P_2}=\frac{1}{16} \Rightarrow P_1:P_2=1:16.$$

Odgovor je pod C.

Vježba 156

Dvije kugle imaju jednake polumjere. Prva kugla je na 273 ºC, a druga na 819 ºC. Omjer njihovih snaga zračenja je:

A. 1 : 273 *B.* 1 : 4 *C.* 1 : 16 *D.* 1 : 2

Rezultat: C.

Zadatak 157 (Ana, gimnazija)

Odredite apsolutni indeks loma glicerina ako je u njemu valna duljina zelene svjetlosti 407 nm pri energiji fotona $3.31 \cdot 10^{-19}$ J. (Planckova konstanta $h = 6.626 \cdot 10^{-34}$ J · s, brzina svjetlosti u praznini $c = 3 \cdot 10^8$ m/s).

Rješenje 157

$\lambda_s = 407$ nm $= 4.07 \cdot 10^{-7}$ m, $E_f = 3.31 \cdot 10^{-19}$ J, $h = 6.626 \cdot 10^{-34}$ J · s, $c = 3 \cdot 10^8$ m/s, $n = ?$

Svjetlost frekvencije ν može se emitirati ili apsorbirati samo u određenim količinama energije, takozvanim kvantima energije. Svaki kvant ili foton ima energiju

$$E=h\cdot\nu \Rightarrow E=h\cdot\frac{c}{\lambda},$$

gdje je h Planckova konstanta koja ima vrijednost $h = 6.626 \cdot 10^{-34}$ J · s, c brzina svjetlosti u vakuumu koja ima vrijednost $c = 3 \cdot 10^8$ m/s, ν frekvencija svjetlosti, a λ valna duljina.
Svjetlost se najbrže širi u vakuumu. Odnos frekvencije vala svjetlosti (ν), brzine širenja (c) i valne duljine (λ) izražen je jednadžbom

$$c=\lambda\cdot\nu.$$

Jednadžba koja povezuje brzinu širenja vala v, valnu duljinu λ i frekvenciju ν elektromagnetskog vala može se prikazati u istom obliku kao i za mehaničke valove:

$$\mathrm{v}=\lambda\cdot\nu.$$

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.
Apsolutni indeks loma n nekog prozirnog sredstva jednak je omjeru brzine svjetlosti u vakuumu c i brzine svjetlosti v u tom sredstvu.

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

Odredimo valnu duljinu fotona svjetlosti.

$$E_f=h\cdot\frac{c}{\lambda_f} \Rightarrow E_f=h\cdot\frac{c}{\lambda_f} \ /\cdot\frac{\lambda_f}{E_f} \Rightarrow \lambda_f=\frac{h\cdot c}{E_f}.$$

Brzina svjetlosti iznosi:

- u vakuumu $\mathrm{v}_v=\lambda_f\cdot\nu$
- u glicerinu $\mathrm{v}_g=\lambda_s\cdot\nu.$

Apsolutni indeks loma glicerina omjer je brzine svjetlosti u vakuumu v_v i glicerinu v_g. (frekvencija se ne mijenja!)

$$n=\frac{v_v}{v_g}\Rightarrow n=\frac{\lambda_f\cdot\nu}{\lambda_s\cdot\nu}\Rightarrow n=\frac{\lambda_f\cdot\nu}{\lambda_s\cdot\nu}\Rightarrow n=\frac{\lambda_f}{\lambda_s}\Rightarrow n=\frac{\frac{h\cdot c}{E_f}}{\lambda_s}\Rightarrow n=\frac{\frac{h\cdot c}{E_f}}{\frac{\lambda_s}{1}}\Rightarrow$$

$$\Rightarrow n=\frac{h\cdot c}{\lambda_s\cdot E_f}=\frac{6.626\cdot 10^{-34}\ J\cdot s\cdot 3\cdot 10^{8}\ \frac{m}{s}}{4.07\cdot 10^{-7}\ m\cdot 3.31\cdot 10^{-19}\ J}=1.48.$$

Vježba 157

Odredite apsolutni indeks loma glicerina ako je u njemu valna duljina zelene svjetlosti 0.407 μm pri energiji fotona $3.31\cdot 10^{-22}$ kJ. (Planckova konstanta $h = 6.626\cdot 10^{-34}$ J · s, brzina svjetlosti u praznini $c = 3\cdot 10^{8}$ m/s).

Rezultat: 1.48.

Zadatak 158 (Ana, gimnazija)

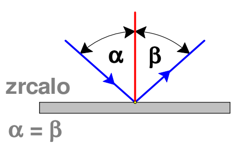
Svjetlost pada iz zraka na sredstvo indeksa loma 1.51. Koliki mora biti upadni kut da bi kut refleksije bio dva puta veći od kuta loma?

Rješenje 158

n = 1.51, α = ?

$$\sin 2x = 2\cdot\sin x\cdot\cos x.$$

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:

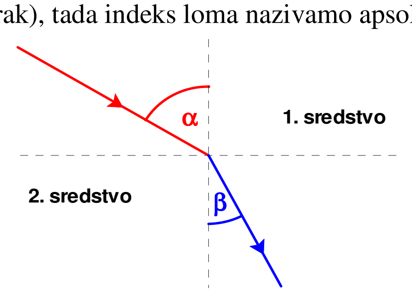


kut upada = **kut refleksije** , α = β.

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):

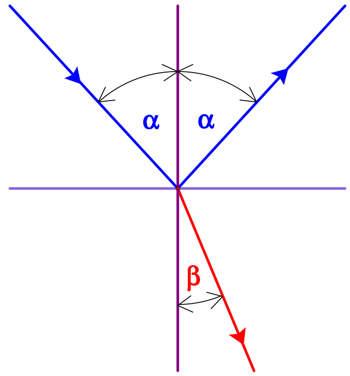
$$\frac{\sin\alpha}{\sin\beta}=n.$$

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



Budući da su upadni kut i kut refleksije jednaki, a kut refleksije mora biti dva puta veći od kuta loma β, slijedi:

$$\alpha=2\cdot\beta\ \Rightarrow\ \beta=\frac{\alpha}{2}.$$



Računamo upadni kut α.

$$\frac{\sin\alpha}{\sin\beta}=n \Rightarrow \frac{\sin 2\beta}{\sin\beta}=n \Rightarrow \frac{2\cdot\sin\beta\cdot\cos\beta}{\sin\beta}=n \Rightarrow \frac{2\cdot\sin\beta\cdot\cos\beta}{\sin\beta}=n \Rightarrow 2\cdot\cos\beta=n \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 2\cdot\cos\beta=n\ /:2 \Rightarrow \cos\beta=\frac{n}{2} \Rightarrow \cos\frac{\alpha}{2}=\frac{n}{2} \Rightarrow \frac{\alpha}{2}=\cos^{-1}\left(\frac{n}{2}\right) \Rightarrow \frac{\alpha}{2}=\cos^{-1}\left(\frac{n}{2}\right)\ /\cdot 2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \alpha=2\cdot\cos^{-1}\left(\frac{n}{2}\right)=2\cdot\cos^{-1}\left(\frac{1.51}{2}\right)=82^{0}.$$

Vježba 158

Svjetlost pada iz zraka na sredstvo indeksa loma 1.85. Koliki mora biti upadni kut da bi kut refleksije bio dva puta veći od kuta loma?

Rezultat: 45º.

Zadatak 159 (Sany, gimnazija)

Valna duljina γ – zračenja je 10^4 puta manja od valne duljine vidljive svjetlosti valne duljine 600 nm. Kolika je frekvencija γ – zračenja? (brzina svjetlosti u praznini c = 3 · 10^8 m/s)

$A.\ 5\cdot10^{19}\ Hz$ $\qquad B.\ 5\cdot10^{18}\ Hz$ $\qquad C.\ 5\cdot10^{20}\ Hz$ $\qquad D.\ 5\cdot10^{16}\ Hz$

Rješenje 159

λ_s = 600 nm = 600 · 10^{-9} m = 6 · 10^{-7} m, $\qquad \lambda_\gamma=\frac{1}{10^4}\cdot\lambda_s=\frac{1}{10^4}\cdot 6\cdot10^{-7}\ m=6\cdot10^{-11}\ m,$

c = 3 · 10^8 m/s, $\qquad \nu_\gamma$ = ?

Prema valnoj (undulatornoj) teoriji svjetlost se širi u valovima za koje vrijedi jednadžba

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

gdje je c brzina širenja, λ duljina vala, ν frekvencija.

Računamo frekvenciju γ – zračenja.

$$c=\lambda_\gamma\cdot\nu_\gamma \Rightarrow c=\lambda_\gamma\cdot\nu_\gamma\ /\cdot\frac{1}{\lambda_\gamma} \Rightarrow \nu_\gamma=\frac{c}{\lambda_\gamma}=\frac{3\cdot10^{8}\ \frac{m}{s}}{6\cdot10^{-11}\ m}=5\cdot10^{18}\ \frac{1}{s}=5\cdot10^{18}\ Hz.$$

Odgovor je pod B.

Vježba 159

Valna duljina γ – zračenja je 10^5 puta manja od valne duljine vidljive svjetlosti valne duljine 600 nm. Kolika je frekvencija γ – zračenja? (brzina svjetlosti u praznini c = 3 · 10^8 m/s)

$A.\ 5\cdot10^{19}\ Hz$ $\qquad B.\ 5\cdot10^{18}\ Hz$ $\qquad C.\ 5\cdot10^{20}\ Hz$ $\qquad D.\ 5\cdot10^{16}\ Hz$

Rezultat: A.

Zadatak 160 (Maturantica, medicinska škola)

Konstanta optičke rešetke je dva puta veća od valne duljine monokromatske svjetlosti koja na nju upada okomito. Sinus kuta prvog ogibnog maksimuma je:

$A.\ 0.5 \qquad B.\ 0.3 \qquad C.\ 30^{0} \qquad D.\ 30\ rad$

Rješenje 160

$d = 2 \cdot \lambda, \qquad k = 1, \qquad \sin \alpha_1 = ?$

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

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

Računamo sinus kuta prvog ogibnog maksimuma.

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

$$\Rightarrow \begin{bmatrix} d = 2 \cdot \lambda \\ k = 1 \end{bmatrix} \Rightarrow \sin \alpha_1 = \frac{1 \cdot \lambda}{2 \cdot \lambda} \Rightarrow \sin \alpha_1 = \frac{1 \cdot \lambda}{2 \cdot \lambda} \Rightarrow \sin \alpha_1 = \frac{1}{2} \Rightarrow \sin \alpha_1 = 0.5.$$

Odgovor je pod A.

Vježba 160

Konstanta optičke rešetke je četiri puta veća od valne duljine monokromatske svjetlosti koja na nju upada okomito. Sinus kuta drugog ogibnog maksimuma je:

$A.\ 0.5 \qquad B.\ 0.3 \qquad C.\ 30^{0} \qquad D.\ 30\ rad$

Rezultat: A.