Zadatak 221 (Karlo, srednja škola)

Djelovanje divergentne leće jakosti – 5 dpt bit će poništeno konvergentnom lećom koja ima žarišnu daljinu:

$$A.\ 20\ cm \qquad B.\ 5\ cm \qquad C.\ 10\ cm \qquad D.\ 40\ cm$$

Rješenje 221

$C_d = -5\ m^{-1}$, $f = ?$

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). Fokalna je daljina dana jednadžbom

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

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.

Recipročna vrijednost žarišne daljine (izražene u metrima) naziva se jakost leće i izražava se u dioptrijama ($1 dpt = 1 m^{-1}$).

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

Sabirne (konvergentne) leće imaju pozitivnu optičku jakost, a rastresne (divergentne) leće imaju negativnu dioptrijsku jakost.

Konvergentna leća mora imati jakost + 5 dpt jer djelovanje dviju leća (konvergentne i divergentne) bit će poništeno ako su im jakosti u dioptrijama jednake po apsolutnoj vrijednosti.

$$C_k = +5\ \frac{1}{m}.$$

$$\left.\begin{array}{l} C_k = +5\ \frac{1}{m} \\ C_k = \frac{1}{f} \end{array}\right\} \Rightarrow \left.\begin{array}{l} C_k = +5\ \frac{1}{m} \\ f = \frac{1}{C_k} \end{array}\right\} \Rightarrow f = \frac{1}{5\ \frac{1}{m}} = 0.2\ m = 20\ cm.$$

Vježba 221

Djelovanje divergentne leće jakosti – 4 dpt bit će poništeno konvergentnom lećom koja ima žarišnu daljinu:

$$A.\ 10\ cm \qquad B.\ 50\ cm \qquad C.\ 25\ cm \qquad D.\ 30\ cm$$

Rezultat: C.

Zadatak 222 (Karlo, srednja škola)

Simetrična leća ($R_1 = R_2 = R$) ima omjer žarišne daljine i polumjera zakrivljenosti jednak jedinici. Indeks loma staklene leće je:

$$A.\ 1.33 \qquad B.\ 1.4 \qquad C.\ 1.45 \qquad D.\ 1.5$$

Rješenje 222

$R_1 = R_2 = R$, $\frac{f}{R} = 1$, $n = ?$

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). Fokalna je daljina dana jednadžbom

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

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.

$$\left.\begin{array}{l}\frac{1}{f}=(n-1)\cdot\left(\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}\right)\\ \frac{f}{R}=1\end{array}\right\}\Rightarrow\left.\begin{array}{l}\frac{1}{f}=(n-1)\cdot\left(\frac{1}{R}+\frac{1}{R}\right)\\ f=R\end{array}\right\}\Rightarrow\left.\begin{array}{l}\frac{1}{f}=(n-1)\cdot\frac{2}{R}\\ f=R\end{array}\right\}\Rightarrow$$

$$\Rightarrow\frac{1}{R}=(n-1)\cdot\frac{2}{R}\Rightarrow(n-1)\cdot\frac{2}{R}=\frac{1}{R}\Rightarrow(n-1)\cdot\frac{2}{R}=\frac{1}{R}\ /\cdot\frac{R}{2}\Rightarrow n-1=\frac{1}{2}\Rightarrow n=\frac{1}{2}+1\Rightarrow$$

$$\Rightarrow n=0.5+1\Rightarrow n=1.5.$$

Odgovor je pod D.

Vježba 222

Simetrična leća ($R_1 = R_2 = R$) ima omjer žarišne daljine i polumjera zakrivljenosti jednak dva. Indeks loma staklene leće je:

A. 1.35 *B.* 1.14 *C.* 1.25 *D.* 1.45

Rezultat: C.

Zadatak 223 (Melita, gimnazija)

Granični kut totalne refleksije za staklo, dok se nalazi u zraku, iznosi 40º. Odredi brzinu prostiranja svjetlosti u staklu. (brzina svjetlosti u praznini $c = 3 \cdot 10^8$ m / s)

Rješenje 223

$\alpha_g = 40º$, $c = 3 \cdot 10^8$ m / s, $v = ?$

Indeks loma je omjer između brzine svjetlosti c u vakuumu i brzine svjetlosti v u nekom sredstvu:

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

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 90º. Kada svjetlost prelazi iz sredstva apsolutnog indeksa loma n u vakuum, odnosno zrak, tada je

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

$$\left.\begin{array}{l}n=\frac{c}{v}\\ \sin\alpha_g=\frac{1}{n}\end{array}\right\}\Rightarrow\left.\begin{array}{l}n=\frac{c}{v}\\ \sin\alpha_g=\frac{1}{n}\ /\cdot n\end{array}\right\}\Rightarrow\left.\begin{array}{l}n=\frac{c}{v}\\ n\cdot\sin\alpha_g=1\end{array}\right\}\Rightarrow\frac{c}{v}\cdot\sin\alpha_g=1\Rightarrow\frac{c}{v}\cdot\sin\alpha_g=1\ /\cdot v\Rightarrow$$

$$\Rightarrow c\cdot\sin\alpha_g=v\Rightarrow v=c\cdot\sin\alpha_g=3\cdot10^8\ \frac{m}{s}\cdot\sin40^0=1.93\cdot10^8\ \frac{m}{s}.$$

Vježba 223

Granični kut totalne refleksije za staklo, dok se nalazi u zraku, iznosi 35º. Odredi brzinu prostiranja svjetlosti u staklu. (brzina svjetlosti u praznini $c = 3 \cdot 10^8$ m / s)

Rezultat: $1.72\cdot10^8\ \frac{m}{s}.$

Zadatak 224 (Martina, gimnazija)

Odredi polumjere zakrivljenosti $R_1 = R_2 = r$ leće jakosti + 2.5 m^{-1} napravljene od stakla indeksa loma 1.8.

Rješenje 224

$R_1 = R_2 = r$, $C = 2.5\ m^{-1}$, $n = 1.8$, $r = ?$

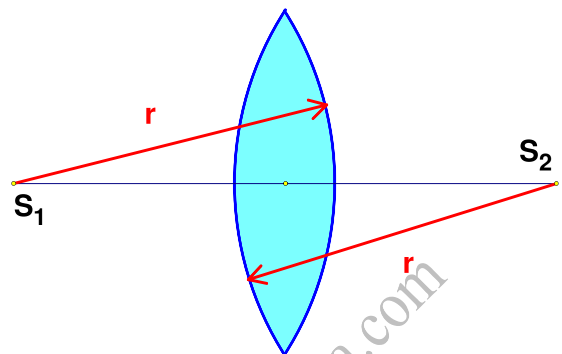
Leće su prozirna tijela, omeđena dvjema sfernim plohama, od kojih jedna može biti ravnina. Leće širokog ruba jesu divergentne (ili konkavne, ili rastresne), a leće tankog ruba konvergentne (ili konveksne, ili sabirne). Fokalna je daljina dana jednadžbom

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

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.
Recipročna vrijednost žarišne daljine (izražene u metrima) naziva se jakost leće i izražava se u dioptrijama ($1 dpt = 1 m^{-1}$).

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

Sabirne (konvergentne) leće imaju pozitivnu optičku jakost, a rastresne (divergentne) leće imaju negativnu dioptrijsku jakost.



$$\left.\begin{array}{l} C=\frac{1}{f} \\ \frac{1}{f}=(n-1)\cdot\left(\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}\right)\end{array}\right\} \Rightarrow C=(n-1)\cdot\left(\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}\right) \Rightarrow C=(n-1)\cdot\left(\frac{1}{r}+\frac{1}{r}\right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow C=(n-1)\cdot\frac{2}{r} \Rightarrow C=(n-1)\cdot\frac{2}{r} \,/\cdot\frac{r}{C} \Rightarrow r=\frac{2\cdot(n-1)}{C}=\frac{2\cdot(1.8-1)}{2.5\,\frac{1}{m}}=0.64\ m=64\ cm.$$

Vježba 224

Odredi polumjere zakrivljenosti $R_1 = R_2 = r$ leće jakosti + 2.5 m^{-1} napravljene od stakla indeksa loma 1.6.

Rezultat: 48 cm.

Zadatak 225 (Iva, gimnazija)

Kako se mijenja temperatura apsolutnog crnog tijela ako se snaga njegova zračenja poveća 16 puta?

Rješenje 225

P_1, $P_2 = 16 \cdot P_1$, $T_2 : T_1 = ?$

Toplinska energija koju zrači površina apsolutno crnog tijela u jednoj sekundi može se odrediti Stefan – Boltzmannovim zakonom

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

gdje je P snaga zračenja, σ Stefan – Boltzmannova konstanta, A površina tijela, T temperatura tijela. Napišemo jednadžbe za početnu snagu zračenja P_1 i snagu koja je 16 puta veća P_2.

$$\left.\begin{array}{l} P_1 = \sigma \cdot A \cdot T_1^4 \\ P_2 = \sigma \cdot A \cdot T_2^4 \end{array}\right\} \Rightarrow \left[\begin{array}{l} \text{podijelimo} \\ \text{jednadžbe} \end{array}\right] \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{\sigma \cdot A \cdot T_2^4}{\sigma \cdot A \cdot T_1^4} \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{\sigma \cdot A \cdot T_2^4}{\sigma \cdot A \cdot T_1^4} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{T_2^4}{T_1^4} \Rightarrow \frac{T_2^4}{T_1^4} = \frac{P_2}{P_1} \Rightarrow \left[P_2 = 16 \cdot P_1 \right] \Rightarrow \frac{T_2^4}{T_1^4} = \frac{16 \cdot P_1}{P_1} \Rightarrow \frac{T_2^4}{T_1^4} = \frac{16 \cdot P_1}{P_1} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{T_2^4}{T_1^4} = 16 \Rightarrow \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^4 = 16 \Rightarrow \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^4 = 16 \;/\; \sqrt[4]{\;} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \sqrt[4]{16} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \sqrt[4]{2^4} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = 2 \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = 2 \;/ \cdot T_1 \Rightarrow T_2 = 2 \cdot T_1.$$

Temperatura se mora povećati 2 puta.

Vježba 225

Kako se mijenja temperatura apsolutnog crnog tijela ako se snaga njegova zračenja poveća 625 puta?

Rezultat: Poveća se 5 puta.

Zadatak 226 (Lana, gimnazija)

Kugla promjera 0.2 m stoji na temperaturi 227 ºC. Koliku energiju zrači za vrijeme 100 s uz pretpostavku da zrači kao crno tijelo? (Stefan – Boltzmannova konstanta $\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \frac{W}{m^2 \cdot K^4}$)

Rješenje 226

$2 \cdot r = 0.2$ m => $r = 0.1$ m, $t = 227$ °C => $T = 273 + t = (273 + 227)$ K = 500 K,

$t = 100$ s, $\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \frac{W}{m^2 \cdot K^4}$, $W = ?$

Formula za oplošje kugle polumjera r:

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

Stefan-Boltzmannov zakon

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

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

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

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

Kelvinova i Celzijusova ljestvica su dvije različite temperaturne ljestvice.
Međunarodni sustav mjernih jedinica (SI) za temperaturu propisuje jedinicu kelvin (K). Tu temperaturu zovemo termodinamička temperatura (T).
Temperaturna razlika od 1 K jednaka je temperaturnoj razlici od 1 °C, što izražavamo jednadžbom:

$$\Delta T\ (K) = \Delta t\ \left({}^0C\right).$$

Kelvinova i Celzijusova ljestvica podijeljene su na jednake dijelove i vrijedi:

$$T\ (K) = 273 + t\ \left({}^0C\right) \quad , \quad t\ \left({}^0C\right) = T\ (K) - 273.$$

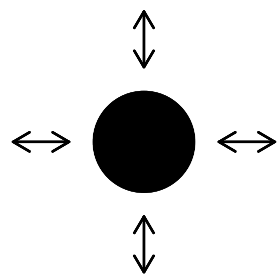
Brzinu rada izražavamo snagom. Snaga P jednaka je omjeru rada W i vremena t za koje je rad obavljen, tj.

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

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

$$\left.\begin{array}{l} A = 4 \cdot r^2 \cdot \pi \\ P = \sigma \cdot A \cdot T^4 \\ W = P \cdot t \end{array}\right\} \Rightarrow \left.\begin{array}{l} P = \sigma \cdot 4 \cdot r^2 \cdot \pi \cdot T^4 \\ W = P \cdot t \end{array}\right\} \Rightarrow W = \sigma \cdot 4 \cdot r^2 \cdot \pi \cdot T^4 \cdot t =$$

$$= 5.67 \cdot 10^{-8} \frac{W}{m^2 \cdot K^4} \cdot 4 \cdot (0.1\ m)^2 \cdot \pi \cdot (500\ K)^4 \cdot 100\ s = 44532.08\ J = 4.45 \cdot 10^4\ J = 44.5\ kJ.$$



Vježba 226

Kugla promjera 2 dm stoji na temperaturi 227 ºC. Koliku energiju zrači za vrijeme 100 s uz pretpostavku da zrači kao crno tijelo?

Rezultat: $44.5\ kJ$.

Zadatak 227 (Pixy, gimnazija)

Kolika je električna snaga potrebna da žicu promjera 1 mm i duljine 20 cm zagrijemo na temperaturu 3500 K? Pretpostavimo da nit žarulje zrači kao crno tijelo i da je toplinski gubitak zanemariv. (Stefan-Boltzmannova konstanta $\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \frac{W}{m^2 \cdot K^4}$)

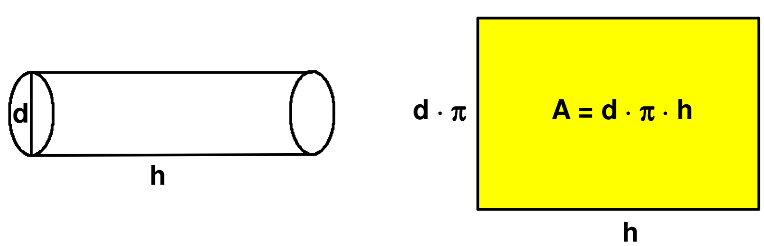
Rješenje 227

d = 1 mm = 10^{-3}m, l = 20 cm = 0.2 m, T = 3500 K, $\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \frac{W}{m^2 \cdot K^4}$,

P = ?

Ploština plašta valjka promjera osnovke (baze) d i duljine visine h izračunava se po formuli

$$A = d \cdot \pi \cdot h.$$



Stefan-Boltzmannov zakon

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

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

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

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

Budući da dovedena snaga kojom se žica zagrije na temperaturu T mora biti jednaka snazi koja se emitira sa cijele površine žice, vrijedi:

$$\left. \begin{array}{l} A = d \cdot \pi \cdot l \\ P = \sigma \cdot A \cdot T^4 \end{array} \right\} \Rightarrow P = \sigma \cdot d \cdot \pi \cdot l \cdot T^4 =$$

$$= 5.67 \cdot 10^{-8} \ \frac{W}{m^2 \cdot K^4} \cdot 10^{-3} \ m \cdot \pi \cdot 0.2 \ m \cdot (3500 \ K)^4 = 5.35 \cdot 10^3 \ W = 5.35 \ kW.$$

Vježba 227

Kolika je električna snaga potrebna da žicu promjera 0.1 cm i duljine 2 dm zagrijemo na temperaturu 3500 K? Pretpostavimo da nit žarulje zrači kao crno tijelo i da je toplinski gubitak zanemariv. (Stefan-Boltzmannova konstanta $\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \ \frac{W}{m^2 \cdot K^4}$)

Rezultat: 5.35 kW.

Zadatak 228 (Doris, gimnazija)

Dalekozor ima objektiv fokalne daljine 150 cm i okular fokalne daljine 10 cm. Pod kojim ćemo vidnim kutom vidjeti Mjesec za vrijeme uštapa ako ga prostim okom vidimo pod kutom 31'?

Rješenje 228

f_1 = 150 cm, f_2 = 10 cm, φ = 31', φ' = ?

Ukupno povećanje M dalekozora jednako je omjeru fokalne daljine objektiva f_1 i okulara f_2, dakle

$$M = \frac{f_1}{f_2}.$$

Također vrijedi

$$M = \frac{\varphi'}{\varphi},$$

gdje je φ' kut pod kojim vidimo predmet kroz dalekozor, φ kut pod kojim vidimo predmet bez dalekozora.

$$\left. \begin{array}{l} M = \frac{\varphi'}{\varphi} \\ M = \frac{f_1}{f_2} \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{\varphi'}{\varphi} = \frac{f_1}{f_2} \Rightarrow \frac{\varphi'}{\varphi} = \frac{f_1}{f_2} \ / \cdot \varphi \Rightarrow \varphi' = \frac{f_1}{f_2} \cdot \varphi = \frac{150 \ cm}{10 \ cm} \cdot 31' = 465' =$$

$$= [\, 465 : 60 \,] = 7.75^0 = 7^0 + 0.75^0 = 7^0 + [\, 0.75 \cdot 60 \,] = 7^0 + 45' = 7^0 \ 45'.$$

Vježba 228

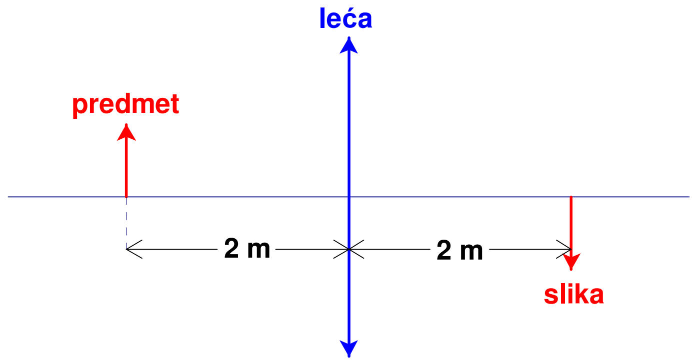
Dalekozor ima objektiv fokalne daljine 300 cm i okular fokalne daljine 20 cm. Pod kojim ćemo vidnim kutom vidjeti Mjesec za vrijeme uštapa ako ga prostim okom vidimo pod kutom 31'?

Rezultat: 7° 45'.

Zadatak 229 (Maturantica, medicinska škola)

S pomoću tanke leće na zastoru dobije se slika predmeta kao što je prikazano na crtežu. Kolika je jakost leće?

$A.\ 0.5 \ m^{-1}$ $\quad B.\ 1 \ m^{-1}$ $\quad C.\ 2 \ m^{-1}$ $\quad D.\ 4 \ m^{-1}$



Rješenje 229

a = 2m, b = 2 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. Udaljenost je virtualne slike, kao i fokalna daljina divergentne leće negativna ($b < 0, f < 0$).
Jakost ili konvergencija leće C jest recipročna vrijednost žarišne (fokalne) daljine:

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

Konvergencija se izražava jedinicom m^{-1}. Za konvergentne leće C je pozitivan, za divergentne negativan.

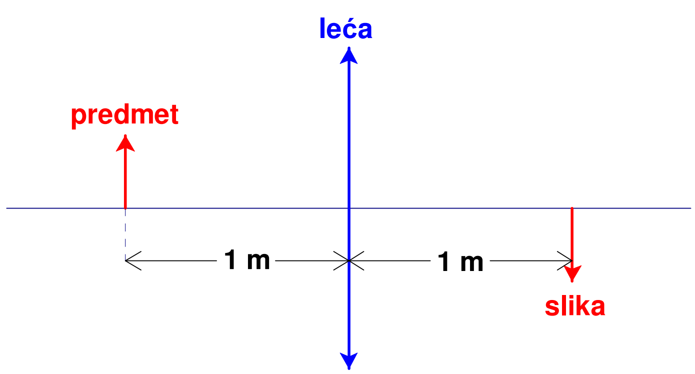
$$C=\frac{1}{a}+\frac{1}{b}\Rightarrow C=\frac{b+a}{a\cdot b}\Rightarrow C=\frac{a+b}{a\cdot b}=\frac{2\ m+2\ m}{2\ m\cdot 2\ m}=1\ \ {}^{-1}.$$

Odgovor je pod B.

Vježba 229

S pomoću tanke leće na zastoru dobije se slika predmeta kao što je prikazana na crtežu. Kolika je jakost leće?

$A.\ 0.5\ m^{-1}$ $B.\ 1\ m^{-1}$ $C.\ 2\ m^{-1}$ $D.\ 4\ m^{-1}$



Rezultat: C.

Zadatak 230 (Maturantica, medicinska škola)

Snaga zračenja apsolutno crnoga tijela temperature 273 ºC iznosi 1600 W. Kolika je snaga zračenja toga tijela na temperaturi 0 ºC?

$$A.\ 0\ W \qquad B.\ 100\ W \qquad C.\ 200\ W \qquad D.\ 800\ W$$

Rješenje 230

$t_1 = 273$ ºC => $T_1 = 273 + t_1 = (273 + 273)$ K = 546 K, $P_1 = 1600$ W,
$t_2 = 0$ ºC => $T_2 = 273 + t_2 = (273 + 0)$ K = 273 K, $P_2 = ?$

Toplinska energija koju zrači površina apsolutno crnog tijela u jednoj sekundi može se odrediti Stefan – Boltzmannovim zakonom

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

gdje je P snaga zračenja, σ Stefan – Boltzmannova konstanta, A površina tijela, T temperatura tijela. Napišemo jednadžbe za početnu snagu zračenja P_1 na temperaturi t_1 i snagu P_2 na temperaturi t_2.

$$\left.\begin{array}{l} P_1 = \sigma \cdot A \cdot T_1^4 \\ P_2 = \sigma \cdot A \cdot T_2^4 \end{array}\right\} \Rightarrow \begin{bmatrix} \text{podijelimo} \\ \text{jednadžbe} \end{bmatrix} \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{\sigma \cdot A \cdot T_2^4}{\sigma \cdot A \cdot T_1^4} \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{\cancel{\sigma \cdot A} \cdot T_2^4}{\cancel{\sigma \cdot A} \cdot T_1^4} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{T_2^4}{T_1^4} \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^4 \ / \cdot P_1 \Rightarrow P_2 = \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^4 \cdot P_1 = \left(\frac{273\ K}{546\ K}\right)^4 \cdot 1600\ W = 100\ W.$$

Odgovor je pod B.

Vježba 230

Snaga zračenja apsolutno crnoga tijela temperature 546 ºC iznosi 16200 W. Kolika je snaga zračenja toga tijela na temperaturi 0 ºC?

$$A.\ 0\ W \qquad B.\ 100\ W \qquad C.\ 200\ W \qquad D.\ 800\ W$$

Rezultat: C.

Zadatak 231 (Max, tehnička škola)

Žarulja daje na jednom zidu sobe osvjetljenje 24 lx, a na suprotnom zidu osvjetljenje 6 lx. Koliko je puta žarulja bliže prvom zidu nego drugom?

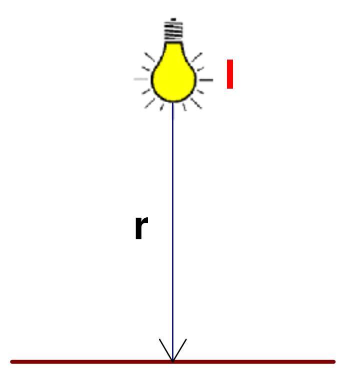
Rješenje 231

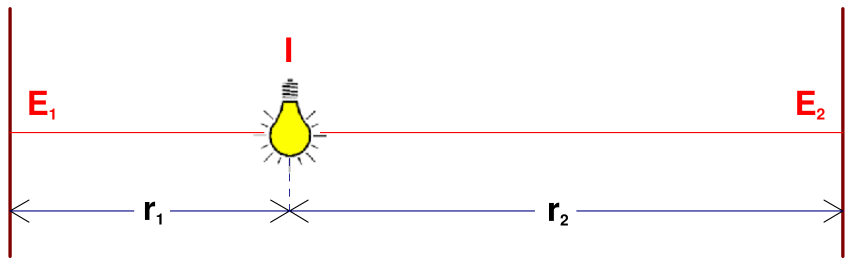
$E_1 = 24$ lx, $E_2 = 6$ lx, $I_1 = I_2 = I$ jedan izvor svjetlosti, $r_2 : r_1 = ?$

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

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

gdje je r udaljenost izvora od promatrane plohe, a svjetlost okomito pada na plohu.





$$\left.\begin{aligned} E_1 &= \frac{I_1}{r_1^2} \\ E_2 &= \frac{I_2}{r_2^2} \end{aligned}\right\} \Rightarrow \left.\begin{aligned} E_1 &= \frac{I}{r_1^2} \\ E_2 &= \frac{I}{r_2^2} \end{aligned}\right\} \Rightarrow \left[\begin{matrix}\text{podijelimo} \\ \text{jednadžbe}\end{matrix}\right] \Rightarrow \frac{E_1}{E_2} = \frac{\frac{I}{r_1^2}}{\frac{I}{r_2^2}} \Rightarrow \frac{E_1}{E_2} = \frac{\frac{I}{r_1^2}}{\frac{I}{r_2^2}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{E_1}{E_2} = \frac{\frac{1}{r_1^2}}{\frac{1}{r_2^2}} \Rightarrow \frac{E_1}{E_2} = \frac{r_2^2}{r_1^2} \Rightarrow \frac{r_2^2}{r_1^2} = \frac{E_1}{E_2} \Rightarrow \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2 = \frac{E_1}{E_2} \Rightarrow \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2 = \frac{E_1}{E_2} \; / \sqrt{} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{r_2}{r_1} = \sqrt{\frac{E_1}{E_2}} \Rightarrow \frac{r_2}{r_1} = \sqrt{\frac{24\ lx}{6\ lx}} \Rightarrow \frac{r_2}{r_1} = \sqrt{4} \Rightarrow \frac{r_2}{r_1} = 2 \Rightarrow \frac{r_2}{r_1} = \frac{2}{1} \Rightarrow r_2 : r_1 = 2 : 1.$$

Žarulja je dva put bliža prvom zidu.

Vježba 231

Žarulja daje na jednom zidu sobe osvjetljenje 12 lx, a na suprotnom zidu osvjetljenje 3 lx. Koliko je puta žarulja bliže prvom zidu nego drugom?

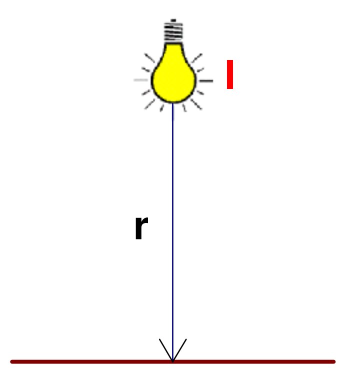
Rezultat: Žarulja je dva put bliža prvom zidu.

Zadatak 232 (Max, tehnička škola)

Žarulja jakosti 100 cd nalazi se 1 m iznad stola.
a) Koliko je osvjetljene na stolu ispod žarulje?
b) Koliko se daleko mora pomaknuti žarulja u vodoravnom smjeru da osvjetljenje u toj točki padne na polovicu?

Rješenje 232

I = 100 cd, r = 1 m, $E_B = \frac{1}{2} \cdot E_A$, d = ?



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

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

gdje je r udaljenost izvora od promatrane plohe, a svjetlost okomito pada na plohu.

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

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

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

Trokut je dio ravnine omeđen s tri dužine. Te dužine zovemo stranice trokuta.

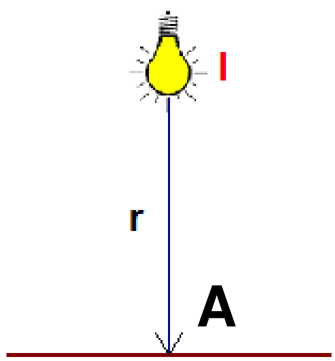
Pravokutni trokuti imaju jedan pravi kut (kut od 90º). Stranice koje zatvaraju pravi kut zovu se katete, a najdulja stranica je hipotenuza pravokutnog trokuta.

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.

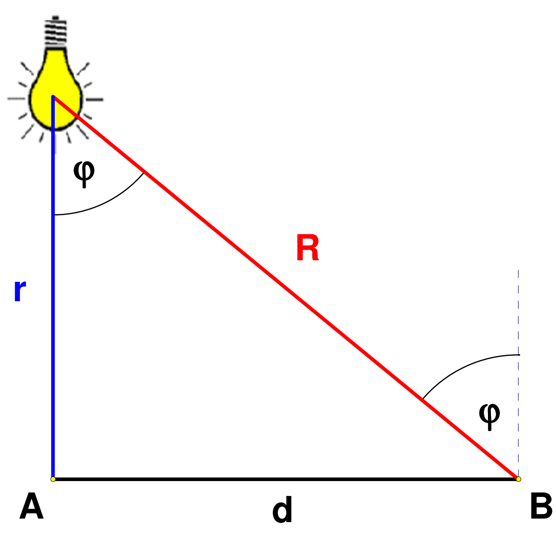
a)



Osvjetljene na stolu ispod žarulje (u točki A) iznosi:

$$E_A=\frac{I}{r^2}=\frac{100\ cd}{(1\ m)^2}=100\ lx.$$

b)



Budući da je osvjetljenje u točki B dva put manje nego u točki A, slijedi:

$$E_B = \frac{1}{2} \cdot E_A = \frac{1}{2} \cdot 100\ lx = 50\ lx.$$

Uočimo pravokutan trokut čije su katete r i d, a hipotenuza R. Tada je

$$\cos\varphi = \frac{r}{R}.$$

Za osvjetljenje u točki B vrijedi:

$$E_B = \frac{I}{R^2} \cdot \cos\varphi \Rightarrow \left[\cos\varphi = \frac{r}{R}\right] \Rightarrow E_B = \frac{I}{R^2} \cdot \frac{r}{R} \Rightarrow E_B = \frac{I \cdot r}{R^3} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow E_B = \frac{I \cdot r}{R^3} \;/ \cdot \frac{R^3}{E_B} \Rightarrow R^3 = \frac{I \cdot r}{E_B} \Rightarrow R^3 = \frac{I \cdot r}{E_B} \;/ \sqrt[3]{\ } \Rightarrow R = \sqrt[3]{\frac{I \cdot r}{E_B}} =$$

$$= \sqrt[3]{\frac{100\ cd \cdot 1\ m}{50\ lx}} = 1.26\ m.$$

Ponovno promotrimo pravokutan trokut čije su katete r i d, a hipotenuza R. Uporabom Pitagorina poučka dobije se:

$$d^2 = R^2 - r^2 \Rightarrow d^2 = R^2 - r^2 \;/ \sqrt{\ } \Rightarrow d = \sqrt{R^2 - r^2} =$$

$$= \sqrt{(1.26\ m)^2 - (1\ m)^2} = 0.766\ m = 76.6\ cm.$$

Žarulja se mora pomaknuti 76.6 cm u vodoravnom smjeru.

Vježba 232

Žarulja jakosti 100 cd nalazi se 100 cm iznad stola.
a) Koliko je osvjetljene na stolu ispod žarulje?
b) Koliko se daleko mora pomaknuti žarulja u vodoravnom smjeru da osvjetljenje u toj točki padne na polovicu?

Rezultat: 100 lx, 76.6 cm.

Zadatak 233 (Miroslav, tehnička škola)

Odredi udaljenost između jedanaestoga i desetoga tamnog Newtonova kolobara ako je udaljenost između prvog i drugog kolobara 1.2 mm.

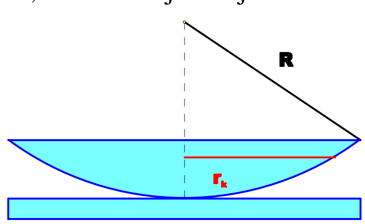
Rješenje 233

$r_2 - r_1 = 1.2$ mm, $\quad r_{11} - r_{10} = ?$

Newtonova stakla, Newtonovi kolobari nastaju refleksijom na plohama plankonveksne leće i planparalelne ploče. (Umjesto toga mogu se uzeti primjerice konkavna i konveksna strana različitih polumjera zakrivljenosti dviju leća). Kod Newtonovih kolobara se u monokromatskoj svjetlosti dobivaju tamni i svijetli kolobari, a u polikromatskoj svjetlosti obojeni. U reflektiranom svjetlu polumjer tamnog kolobara k – tog reda iznosi:

$$r_k = \sqrt{k} \cdot \sqrt{R \cdot \lambda}\ , \quad k = 1, 2, 3, \ldots n,$$

gdje je R polumjer zakrivljenosti leće, λ valna duljina svjetlosti.



$$\left.\begin{array}{l} r_{11}=\sqrt{11}\cdot\sqrt{R\cdot\lambda} \\ r_{10}=\sqrt{10}\cdot\sqrt{R\cdot\lambda} \\ r_{2}=\sqrt{2}\cdot\sqrt{R\cdot\lambda} \\ r_{1}=\sqrt{1}\cdot\sqrt{R\cdot\lambda} \end{array}\right\} \Rightarrow \left.\begin{array}{l} r_{11}-r_{10}=\sqrt{11}\cdot\sqrt{R\cdot\lambda}-\sqrt{10}\cdot\sqrt{R\cdot\lambda} \\ r_{2}-r_{1}=\sqrt{2}\cdot\sqrt{R\cdot\lambda}-\sqrt{1}\cdot\sqrt{R\cdot\lambda} \end{array}\right\} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \left.\begin{array}{l} r_{11}-r_{10}=\sqrt{R\cdot\lambda}\cdot\left(\sqrt{11}-\sqrt{10}\right) \\ r_{2}-r_{1}=\sqrt{R\cdot\lambda}\cdot\left(\sqrt{2}-\sqrt{1}\right) \end{array}\right\} \Rightarrow \left.\begin{array}{l} r_{11}-r_{10}=\sqrt{R\cdot\lambda}\cdot\left(\sqrt{11}-\sqrt{10}\right) \\ r_{2}-r_{1}=\sqrt{R\cdot\lambda}\cdot\left(\sqrt{2}-1\right) \end{array}\right\} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \left[\begin{array}{l} \text{podijelimo} \\ \text{jednadžbe} \end{array}\right] \Rightarrow \frac{r_{11}-r_{10}}{r_{2}-r_{1}}=\frac{\sqrt{R\cdot\lambda}\cdot\left(\sqrt{11}-\sqrt{10}\right)}{\sqrt{R\cdot\lambda}\cdot\left(\sqrt{2}-1\right)} \Rightarrow \frac{r_{11}-r_{10}}{r_{2}-r_{1}}=\frac{\cancel{\sqrt{R\cdot\lambda}}\cdot\left(\sqrt{11}-\sqrt{10}\right)}{\cancel{\sqrt{R\cdot\lambda}}\cdot\left(\sqrt{2}-1\right)} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{r_{11}-r_{10}}{r_{2}-r_{1}}=\frac{\sqrt{11}-\sqrt{10}}{\sqrt{2}-1} \Rightarrow \frac{r_{11}-r_{10}}{r_{2}-r_{1}}=\frac{\sqrt{11}-\sqrt{10}}{\sqrt{2}-1} \; / \cdot \left(r_{2}-r_{1}\right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow r_{11}-r_{10}=\frac{\sqrt{11}-\sqrt{10}}{\sqrt{2}-1}\cdot\left(r_{2}-r_{1}\right) \Rightarrow r_{11}-r_{10}=\frac{\sqrt{11}-\sqrt{10}}{\sqrt{2}-1}\cdot 1.2 \; mm \Rightarrow r_{11}-r_{10}=0.45 \; mm.$$

Vježba 233

Odredi udaljenost između jedanaestoga i desetoga tamnog Newtonova kolobara ako je udaljenost između prvog i drugog kolobara 0.6 mm.

Rezultat: 0.22 mm.

Zadatak 234 (Vesna, gimnazija)

Newtonova su stakla rasvijetljena monokromatskom svjetlošću. Kolobare promatramo u reflektiranoj svjetlosti. Dva susjedna tamna kolobara imaju polumjere 4 mm i 4.38 mm. Polumjer zakrivljenosti leće je 6.4 m. Nađi koji su to kolobari po redu i izračunaj valnu duljinu upadne svjetlosti.

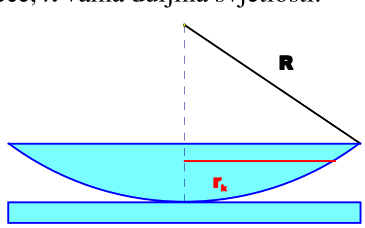
Rješenje 234

$r_k = 4 \text{ mm} = 4 \cdot 10^{-3}$ m, $r_{k+1} = 4.38 \text{ mm} = 4.38 \cdot 10^{-3}$ m, R = 6.4 m, k = ?, λ = ?

Newtonova stakla, Newtonovi kolobari nastaju refleksijom na plohama plankonveksne leće i planparalelne ploče. (Umjesto toga mogu se uzeti primjerice konkavna i konveksna strana različitih polumjera zakrivljenosti dviju leća). Kod Newtonovih kolobara se u monokromatskoj svjetlosti dobivaju tamni i svijetli kolobari, a u polikromatskoj svjetlosti obojeni. U reflektiranom svjetlu polumjer tamnog kolobara k – tog reda iznosi:

$$r_k=\sqrt{k}\cdot\sqrt{R\cdot\lambda} \;\;,\;\; k=1,\,2,\,3,\,\ldots\,n,$$

gdje je R polumjer zakrivljenosti leće, λ valna duljina svjetlosti.



Računamo redne brojeve kolobara.

$$\left.\begin{array}{l} r_k = \sqrt{k}\cdot\sqrt{R\cdot\lambda} \\ r_{k+1} = \sqrt{k+1}\cdot\sqrt{R\cdot\lambda} \end{array}\right\} \Rightarrow \left[\begin{array}{c}\text{podijelimo}\\ \text{jednadžbe}\end{array}\right] \Rightarrow \frac{r_{k+1}}{r_k} = \frac{\sqrt{k+1}\cdot\sqrt{R\cdot\lambda}}{\sqrt{k}\cdot\sqrt{R\cdot\lambda}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{r_{k+1}}{r_k} = \frac{\sqrt{k+1}\cdot\sqrt{R\cdot\lambda}}{\sqrt{k}\cdot\sqrt{R\cdot\lambda}} \Rightarrow \frac{r_{k+1}}{r_k} = \frac{\sqrt{k+1}}{\sqrt{k}} \Rightarrow \frac{r_{k+1}}{r_k} = \sqrt{\frac{k+1}{k}} \Rightarrow \frac{r_{k+1}}{r_k} = \sqrt{\frac{k+1}{k}} \;/^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \left(\frac{r_{k+1}}{r_k}\right)^2 = \left(\sqrt{\frac{k+1}{k}}\right)^2 \Rightarrow \left(\frac{r_{k+1}}{r_k}\right)^2 = \frac{k+1}{k} \Rightarrow \left(\frac{r_{k+1}}{r_k}\right)^2 = \frac{k+1}{k} \;/\cdot k \Rightarrow$$

$$\Rightarrow k\cdot\left(\frac{r_{k+1}}{r_k}\right)^2 = k+1 \Rightarrow k\cdot\left(\frac{r_{k+1}}{r_k}\right)^2 - k = 1 \Rightarrow k\cdot\left(\left(\frac{r_{k+1}}{r_k}\right)^2 - 1\right) = 1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow k\cdot\left(\left(\frac{r_{k+1}}{r_k}\right)^2 - 1\right) = 1 \;/\cdot \frac{1}{\left(\frac{r_{k+1}}{r_k}\right)^2 - 1} \Rightarrow k = \frac{1}{\left(\frac{r_{k+1}}{r_k}\right)^2 - 1} =$$

$$= \frac{1}{\left(\frac{4.38\cdot 10^{-3}\ m}{4\cdot 10^{-3}\ m}\right)^2 - 1} = 5.$$

Redni brojevi kolobara su:

$$k = 5$$
$$k + 1 = 6.$$

Računamo valnu duljinu upadne svjetlosti.

$$\left.\begin{array}{l} k = 5 \\ r_k = \sqrt{k}\cdot\sqrt{R\cdot\lambda} \end{array}\right\} \Rightarrow r_5 = \sqrt{5}\cdot\sqrt{R\cdot\lambda} \Rightarrow r_5 = \sqrt{5}\cdot\sqrt{R\cdot\lambda} \;/^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow r_5^2 = \left(\sqrt{5}\cdot\sqrt{R\cdot\lambda}\right)^2 \Rightarrow r_5^2 = \left(\sqrt{5}\right)^2\cdot\left(\sqrt{R\cdot\lambda}\right)^2 \Rightarrow r_5^2 = 5\cdot R\cdot\lambda \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 5\cdot R\cdot\lambda = r_5^2 \Rightarrow 5\cdot R\cdot\lambda = r_5^2 \;/\cdot \frac{1}{5\cdot R} \Rightarrow \lambda = \frac{r_5^2}{5\cdot R} = \frac{\left(4\cdot 10^{-3}\ m\right)^2}{5\cdot 6.4\ m} = 5\cdot 10^{-7}\ m.$$

Vježba 234

Newtonova su stakla rasvijetljena monokromatskom svjetlošću. Kolobare promatramo u reflektiranoj svjetlosti. Dva susjedna tamna kolobara imaju polumjere 0.4 cm i 0.438 cm. Polumjer zakrivljenosti leće je 64 dm. Nađi koji su to kolobari po redu i izračunaj valnu duljinu upadne svjetlosti.

Rezultat: k = 5, k + 1 = 6, $\lambda = 5\cdot 10^{-7}$ m.

Zadatak 235 (Marijan, gimnazija)

Razmak između četvrtoga i dvadeset petoga tamnog Newtonova kolobara iznosi 9 mm. Nađi valnu duljinu svjetlosti koja pada okomito na Newtonova stakla ako kolobare promatramo u reflektiranoj svjetlosti. Polumjer zakrivljenosti leće je 15 m.

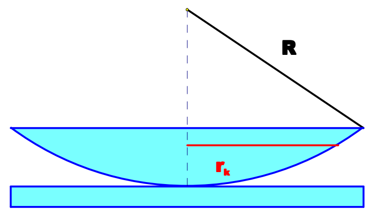
Rješenje 235

$r_{25} - r_4 = 9$ mm $= 0.009$ m, $R = 15$ m, $\lambda = ?$

Newtonova stakla, Newtonovi kolobari nastaju refleksijom na plohama plankonveksne leće i planparalelne ploče. (Umjesto toga mogu se uzeti primjerice konkavna i konveksna strana različitih polumjera zakrivljenosti dviju leća). Kod Newtonovih kolobara se u monokromatskoj svjetlosti dobivaju tamni i svijetli kolobari, a u polikromatskoj svjetlosti obojeni. U reflektiranom svjetlu polumjer tamnog kolobara k – tog reda iznosi:

$$r_k = \sqrt{k} \cdot \sqrt{R \cdot \lambda} \ , \ k = 1, 2, 3, \ldots n,$$

gdje je R polumjer zakrivljenosti leće, λ valna duljina svjetlosti.



Računamo valnu duljinu λ

$$r_{25} - r_4 = \sqrt{25} \cdot \sqrt{R \cdot \lambda} - \sqrt{4} \cdot \sqrt{R \cdot \lambda} \Rightarrow r_{25} - r_4 = 5 \cdot \sqrt{R \cdot \lambda} - 2 \cdot \sqrt{R \cdot \lambda} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow r_{25} - r_4 = 3 \cdot \sqrt{R \cdot \lambda} \Rightarrow 3 \cdot \sqrt{R \cdot \lambda} = r_{25} - r_4 \Rightarrow 3 \cdot \sqrt{R \cdot \lambda} = r_{25} - r_4 \ / \cdot \frac{1}{3} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \sqrt{R \cdot \lambda} = \frac{r_{25} - r_4}{3} \Rightarrow \sqrt{R \cdot \lambda} = \frac{r_{25} - r_4}{3} \ /^2 \Rightarrow \left(\sqrt{R \cdot \lambda}\right)^2 = \left(\frac{r_{25} - r_4}{3}\right)^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow R \cdot \lambda = \frac{\left(r_{25} - r_4\right)^2}{9} \Rightarrow R \cdot \lambda = \frac{\left(r_{25} - r_4\right)^2}{9} \ / \cdot \frac{1}{R} \Rightarrow \lambda = \frac{\left(r_{25} - r_4\right)^2}{9 \cdot R} =$$

$$= \frac{(0.009 \ m)^2}{9 \cdot 15 \ m} = 6 \cdot 10^{-7} \ m = 600 \ nm.$$

Vježba 235

Razmak između četvrtoga i dvadeset petoga tamnog Newtonova kolobara iznosi 0.9 cm. Nađi valnu duljinu svjetlosti koja pada okomito na Newtonova stakla ako kolobare promatramo u reflektiranoj svjetlosti. Polumjer zakrivljenosti leće je 150 dm.

Rezultat: 600 nm.

Zadatak 236 (Rocco, gimnazija)

Iz stakla indeksa loma 1.56 izradite bikonveksnu leću jakosti + 8 m^{-1}. Koliki moraju biti polumjeri zakrivljenosti te leće ako su obje strane jednako zakrivljene?

Rješenje 236

$n = 1.56$, $C = 8 \ m^{-1}$, $R_1 = R_2 = R = ?$

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). Fokalna je daljina dana jednadžbom

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

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.

Recipročna vrijednost žarišne daljine (izražene u metrima) naziva se jakost leće ili konvergencija leće i izražava se u dioptrijama (1dpt = 1m^{-1}).

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

$$C = (n-1) \cdot \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \Rightarrow C = (n-1) \cdot \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R} \right) \Rightarrow C = (n-1) \cdot \frac{2}{R} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow C = (n-1) \cdot \frac{2}{R} \; / \cdot \frac{R}{C} \Rightarrow R = (n-1) \cdot \frac{2}{C} = (1.56-1) \cdot \frac{2}{8\ m^{-1}} = 0.14\ m = 14\ cm.$$

Vježba 236

Iz stakla indeksa loma 1.54 izradite bikonveksnu leću jakosti + 12 m^{-1}. Koliki moraju biti polumjeri zakrivljenosti te leće ako su obje strane jednako zakrivljene?

Rezultat: 9 cm.

Zadatak 237 (Ante, srednja škola)

Ispred tanke konvergentne leće nalazi se predmet na udaljenosti 25 cm. Njegova realna slika je s druge strane leće udaljena od nje 100 cm. Ako se predmet pomakne od leće za još 5 cm odredite položaj slike u tom slučaju.

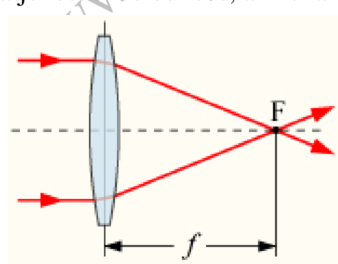
Rješenje 237

a_1 = 25 cm = 0.25 m, b_1 = 100 cm = 1 m, Δa = 5 cm = 0.05 m, b_2 = ?

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.



Ako se predmet od leće pomakne za još Δa njegova je udaljenost od leće

$$a_2 = a_1 + \Delta a.$$

Dalje slijedi:

$$\left. \begin{array}{l} \frac{1}{a_1} + \frac{1}{b_1} = \frac{1}{f} \\ \frac{1}{a_2} + \frac{1}{b_2} = \frac{1}{f} \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{1}{a_2} + \frac{1}{b_2} = \frac{1}{a_1} + \frac{1}{b_1} \Rightarrow \frac{1}{b_2} = \frac{1}{a_1} + \frac{1}{b_1} - \frac{1}{a_2} \Rightarrow \frac{1}{b_2} = \frac{b_1 \cdot a_2 + a_1 \cdot a_2 - a_1 \cdot b_1}{a_1 \cdot b_1 \cdot a_2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \left[\frac{a}{b} = \frac{c}{d} \Rightarrow \frac{b}{a} = \frac{d}{c} \right] \Rightarrow b_2 = \frac{a_1 \cdot b_1 \cdot a_2}{b_1 \cdot a_2 + a_1 \cdot a_2 - a_1 \cdot b_1} \Rightarrow \left[a_2 = a_1 + \Delta a \right] \Rightarrow$$

$$\Rightarrow b_2 = \frac{a_1 \cdot b_1 \cdot (a_1 + \Delta a)}{b_1 \cdot (a_1 + \Delta a) + a_1 \cdot (a_1 + \Delta a) - a_1 \cdot b_1} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow b_2 = \frac{a_1 \cdot b_1 \cdot (a_1 + \Delta a)}{b_1 \cdot a_1 + b_1 \cdot \Delta a + a_1 \cdot (a_1 + \Delta a) - a_1 \cdot b_1} \Rightarrow b_2 = \frac{a_1 \cdot b_1 \cdot (a_1 + \Delta a)}{b_1 \cdot a_1 + b_1 \cdot \Delta a + a_1 \cdot (a_1 + \Delta a) - a_1 \cdot b_1} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow b_2 = \frac{a_1 \cdot b_1 \cdot (a_1 + \Delta a)}{b_1 \cdot \Delta a + a_1 \cdot (a_1 + \Delta a)} = \frac{0.25\ m \cdot 1\ m \cdot (0.25\ m + 0.05\ m)}{1\ m \cdot 0.05\ m + 0.25\ m \cdot (0.25\ m + 0.05\ m)} = 0.6\ m = 60\ cm.$$

Vježba 237

Ispred tanke konvergentne leće nalazi se predmet na udaljenosti 250 mm. Njegova realna slika je s druge strane leće udaljena od nje 10 dm. Ako se predmet pomakne od leće za još 50 mm odredite položaj slike u tom slučaju.

Rezultat: 60 cm.

Zadatak 238 (Amra, gimnazija)

Odrediti valnu duljinu koja odgovara najvećoj energiji zračenja užarene niti električne žarulje u kojoj je temperatura 3000 K. (U dobroj aproksimaciji može se smatrati da je ovo zračenje jednako zračenju ACT.) (Wienova konstanta $C = 2.9 \cdot 10^{-3}$ m · K)

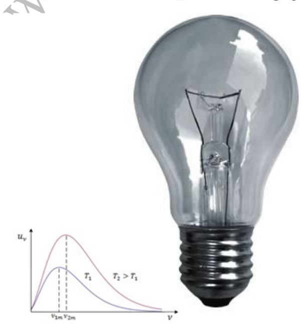
Rješenje 238

$T = 3000$ K, $C = 2.9 \cdot 10^{-3}$ m · K, $\lambda_m = ?$

Prema Wienovu zakonu umnožak apsolutne temperature T i valne duljine λ_m kojoj pripada najveća energija zračenja u spektru apsolutno crnog tijela jednak je stalnoj veličini, tj.

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

$$\lambda_m \cdot T = C \Rightarrow \lambda_m \cdot T = C \ / \cdot \frac{1}{T} \Rightarrow \lambda_m = \frac{C}{T} = \frac{2.9 \cdot 10^{-3}\ m \cdot K}{3000\ K} = 9.67 \cdot 10^{-7}\ m.$$



Vježba 238

Odrediti valnu duljinu koja odgovara najvećoj energiji zračenja užarene niti električne žarulje u kojoj je temperatura 4000 K. (U dobroj aproksimaciji može se smatrati da je ovo zračenje jednako zračenju ACT.) (Wienova konstanta $C = 2.9 \cdot 10^{-3}$ m · K)

Rezultat: $7.25 \cdot 10^{-7}\ m.$

Zadatak 239 (Anaa, graditeljsko – geodetska škola)

Na koju udaljenost od konveksnog sfernog zrcala treba postaviti predmet da njegova slika bude 1 m udaljena od zrcala? Polumjer zakrivljenosti zrcala je 2.5 m.

Rješenje 239

$b = -1$ m konveksno sferno zrcalo, $R = -2.5$ m konveksno sferno 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 f udaljenost fokusa (žarišta) od tjemena i sa R polumjer zakrivljenosti zrcala, vrijede jednadžbe:

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

Za konveksna sferna zrcala R i f su negativne veličine. Konveksna zrcala ne daju realnu sliku, nego prividnu (virtualnu). Veličine a i b će uvijek biti različitih predznaka. Udaljenost virtualnih slika i fokalna daljina konveksnog zrcala imaju negativan predznak.

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

$$=\frac{-2.5\ m\cdot(-1\ m)}{2\cdot(-1\ m)-(-2.5\ m)}=\frac{2.5\ m^2}{-2\ m+2.5\ m}=\frac{2.5\ m^2}{0.5\ m}=5\ m.$$

Vježba 239

Na koju udaljenost od konveksnog sfernog zrcala treba postaviti predmet da njegova slika bude 10 dm udaljena od zrcala? Polumjer zakrivljenosti zrcala je 25 dm.

Rezultat: 5 m.

Zadatak 240 (Antonio, srednja škola)

Na kojoj udaljenosti od konkavnog zrcala fokalne daljine f = 30 cm treba postaviti realan predmet da njegova slika bude uspravna i dva puta povećana?

Rješenje 240

$f = 30\ cm = 0.30\ m, \quad y' = 2\cdot y, \quad a = ?$

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

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

Povećanje zrcala 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.
Slika je uspravna pa je γ pozitivan i vrijedi:

$$\left.\begin{array}{l}\gamma=\frac{y'}{y}\\ \gamma=-\frac{b}{a}\end{array}\right\} \Rightarrow \left.\begin{array}{l}\gamma=\frac{2\cdot y}{y}\\ \gamma=-\frac{b}{a}\end{array}\right\} \Rightarrow \left.\begin{array}{l}\gamma=\frac{2\cdot y}{y}\\ \gamma=-\frac{b}{a}\end{array}\right\} \Rightarrow \left.\begin{array}{l}\gamma=2\\ \gamma=-\frac{b}{a}\end{array}\right\} \Rightarrow -\frac{b}{a}=2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow -\frac{b}{a}=2\ /\cdot(-a) \Rightarrow b=-2\cdot a.$$

Računamo udaljenost predmeta.

$$\frac{1}{a}+\frac{1}{b}=\frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{a}+\frac{1}{-2\cdot a}=\frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{a}-\frac{1}{2\cdot a}=\frac{1}{f} \Rightarrow \frac{2-1}{2\cdot a}=\frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{2\cdot a}=\frac{1}{f} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \left[\frac{a}{b} = \frac{c}{d} \Rightarrow \frac{b}{a} = \frac{d}{c} \right] \Rightarrow 2 \cdot a = f \Rightarrow 2 \cdot a = f \;\; / : 2 \Rightarrow a = \frac{f}{2} = \frac{0.30\ m}{2} = 0.15\ m = 15\ cm.$$

Vježba 240

Na kojoj udaljenosti od konkavnog zrcala fokalne daljine f = 3 dm treba postaviti realan predmet da njegova slika bude uspravna i dva puta povećana?

Rezultat: 15 cm.