

Jakov Labor

# FIZIKA 3

ZBIRKA ZADATAKA ZA **TREĆI RAZRED SREDNJIH ŠKOLA**  
S TROGODIŠNJIM PROGRAMOM FIZIKE



2. izdanje  
Zagreb, 2021.

Nakladnik

*Alfa d.d.*

Zagreb, Nova Ves 23a

Za nakladnika

*Miro Petric*

Urednik

*dr. sc. Dragan Roša*

Recenzenti

*prof. dr. sc. Ivica Orlić*

*Stjepan Knežević, prof. savjetnik*

Likovna urednica

*Irena Lenard*

Likovno i grafičko oblikovanje

*Darija Vuković*

Lektorica i korektorica

*Kristina Ferenčina*

© Alfa d.d. Zagreb, 2021.

Nijedan dio ove knjige ne smije se umnožavati,  
fotokopirati ni na bilo koji način reproducirati  
bez nakladnikova pismenog dopuštenja.

Zbirka zadataka uvrštena je u Katalog odobrenih udžbenika  
rješenjem Ministarstva znanosti, obrazovanja i sporta Republike Hrvatske:  
KLASA: UP/I-602-09/14-01/00029  
URBROJ: 533-26-14-0002, od 15. svibnja 2014.

CIP zapis dostupan u računalnome katalogu Nacionalne  
i sveučilišne knjižnice u Zagrebu pod brojem 001093662.

Tisak

*Mediaprint tiskara Hrastić*

# Sadržaj

|                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------|----|
| Harmonijsko titranje .....                                       | 4  |
| Matematičko njihalo .....                                        | 5  |
| Prigušeno i prisilno titranje .....                              | 6  |
| Valno gibanje. Brzina vala .....                                 | 7  |
| Valovi zvuka. Ultrazvuk .....                                    | 8  |
| Refleksija valova. Stojni val .....                              | 9  |
| Elektromagnetski titraji .....                                   | 10 |
| Elektromagnetski val. Spektar elektromagnetskih valova .....     | 11 |
| Širenje i odbijanje (refleksija) svjetlosti .....                | 12 |
| <i>Fotometrija</i> .....                                         | 13 |
| Sferna zrcala .....                                              | 14 |
| Lom (refrakcija) svjetlosti .....                                | 15 |
| Leće .....                                                       | 16 |
| Disperzija svjetlosti .....                                      | 17 |
| Optički sustavi .....                                            | 18 |
| Interferencija svjetlosti .....                                  | 19 |
| Ogib (difrakcija) svjetlosti .....                               | 20 |
| Polarizacija svjetlosti .....                                    | 21 |
| Čestična svojstva elektromagnetskog zračenja .....               | 22 |
| Valno-čestična svojstva elektromagnetskog zračenja i tvari ..... | 23 |
| Thomsonov modela atoma .....                                     | 24 |
| Rutherfordov i Bohrov model atoma .....                          | 25 |
| Kvantno-fizički model atoma .....                                | 26 |
| Primjena spoznaja o atomu .....                                  | 28 |
| <i>Veze među atomima. Poluvodiči</i> .....                       | 29 |
| Struktura atomske jezgre .....                                   | 31 |
| Radioaktivnost. Zakon radioaktivnog raspadanja .....             | 32 |
| Energija vezanja jezgre .....                                    | 34 |
| <i>Djelovanje ionizirajućeg zračenja na čovjeka</i> .....        | 36 |
| Rješenja .....                                                   | 38 |

# Harmonijsko titranje

- Što od navedenoga vrijedi za harmonijsko titranje?
  - Brzina tijela koje harmonijski titra stalnog je iznosa i promjenjiva smjera
  - Akceleracija tijela koje harmonijski titra stalnog je iznosa i promjenjiva smjera
  - Sila koja uzrokuje harmonijsko titranje tijela stalnog je iznosa i promjenjiva smjera
  - Brzina, akceleracija i sila promjenjiva su iznosa i smjera.
- Sila koja uzrokuje harmonijsko titranje:
  - ima stalan iznos i smjer
  - ima stalan iznos i promjenjiv smjer
  - najmanja je kada tijelo prolazi ravnotežnim položajem
  - najveća je kada tijelo prolazi ravnotežnim položajem.
- Koja od navedenih veličina ima najveći iznos kada tijelo koje titra prolazi ravnotežnim položajem?
  - elongacija
  - brzina
  - akceleracija
  - potencijalna energija.
- Koje od navedenih veličina kojima opisujemo harmonijsko titranje tijela imaju u istom položaju tijela maksimalne iznose?
  - Brzina i akceleracija
  - Brzina i elongacija
  - Akceleracija i elongacija
  - Elongacija, brzina i akceleracija.
- Uteg mase 500 g titra ovješeno o elastičnu oprugu. Kolika je konstanta elastičnosti opruge ako uteg učini 30 titraja za 27 s?
- Amplituda titranja utega ovješeno o elastičnu oprugu iznosi  $y_0$ , a period  $T$ . Udvostručimo li amplitudu, period će iznositi:
  - $T$
  - $1,41T$
  - $2T$
  - $4T$
- Uteg mase  $m$  titra ovješeno o elastičnu oprugu. Zamijenimo li uteg drugim, period se titranja udvostručuje. Kolika je masa drugog utega?
  - $\frac{m}{2}$
  - $1,41 m$
  - $2 m$
  - $4 m$
- Ako dva jednaka utega ovjesimo o dvije različite opruge i zatitramo, opaziti ćemo:
  - da uteg koji pri vješanju više rastegne oprugu titra većom frekvencijom
  - da uteg koji pri vješanju više rastegne oprugu titra manjom frekvencijom
  - da utezi titraju jednakim frekvencijama
  - da utezi pri jednakim amplitudama titraju jednakim frekvencijama.
- Kolika je kružna frekvencija titranja kojemu su period i frekvencija jednakih iznosa?
  - $1 \text{ s}^{-1}$
  - $\pi/2 \text{ s}^{-1}$
  - $\pi \text{ s}^{-1}$
  - $2\pi \text{ s}^{-1}$
- Titrajni sustav prikazan na slici sastoji se od elastične opruge i utega mase 2 kg. Trenje je zanemarivo. Najveća brzinu koju uteg postiže pri titranju iznosi  $1 \text{ m s}^{-1}$ . U nekom je trenutku elastična potencijalna energija opruge  $E_{ep}$ , a kinetička energija utega  $E_k$ . Koji je od navedenih parova tih energija moguć?
  - $E_{ep} = 1 \text{ J}, E_k = 1 \text{ J}$
  - $E_{ep} = 2 \text{ J}, E_k = 1 \text{ J}$
  - $E_{ep} = 0,2 \text{ J}, E_k = 0,4 \text{ J}$
  - $E_{ep} = 0,7 \text{ J}, E_k = 0,3 \text{ J}$

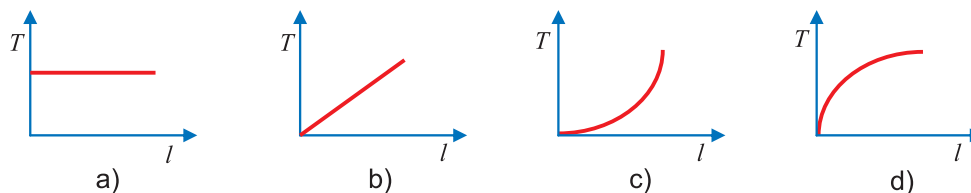


# Matematičko njihalo

1. Uteg ovješeno o žicu ljeti titra periodom  $T$ , a zimi periodom  $T'$ . Što od navedenoga vrijedi za periode  $T$  i  $T'$ ?

- a)  $T = T'$
- b)  $T > T'$
- c)  $T < T'$
- d) Ne možemo odgovoriti jer ne znamo masu utega.

2. Koji od priloženih grafova najbolje prikazuje ovisnost perioda ( $T$ ) matematičkog njihala o duljini niti ( $l$ )?



3. Da bismo pomoću jednostavnog njihala odredili akceleraciju slobodnog pada, osim njihala moramo imati:

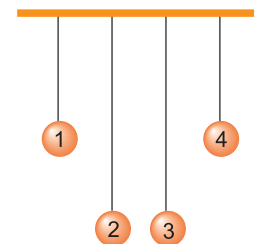
- a) vagu, mjerilo duljine i zaporni sat
- b) vagu i zaporni sat
- c) mjerilo duljine i zaporni sat
- d) vagu i mjerilo duljine.

4. Što od navedenoga vrijedi za duljine dvaju sekundnih njihala od kojih se jedno nalazi na polu, a drugo na ekvatoru

- a) Duljine su niti njihala jednake.
- b) Nit njihala koje se nalazi na polu veće je duljine.
- c) Nit njihala koje se nalazi na polu manje je duljine.
- d) Nit njihala koje se nalazi na polu može biti dulja i kraća od niti njihala na ekvatoru, to ovisi o masi kuglica njihala

5. Četiri jednostavna njihala (1, 2, 3 i 4) ovješena su o horizontalnu šipku kako prikazuje slika. Po dva njihala imaju jednake duljine: 1 i 4 te 2 i 3. Mase kuglica na njhalima 1 i 2 su jednake i iznose 50 g, dok su mase kuglica na njhalima 3 i 4 također jednake i iznose 25 g. Pomoću kojeg od navedenih parova njihala možemo utvrditi kako period njihala ovisi o duljini niti?

- a) 1 i 3
- b) 2 i 3
- c) 3 i 4
- d) 2 i 4



6. Koliko titraja u minuti učini matematičko njihalo duljine 1 m na mjestu gdje akceleracija slobodnog pada iznosi  $9,81 \text{ m s}^{-2}$ ?

7. Koliko bi iznosio period jednostavnog njihala duljine niti 1 m na planetu polumjera  $3\,375 \text{ km}$  i mase  $6,6 \cdot 10^{23} \text{ kg}$ ?

8. Ako je  $T$  period njihala na Zemljinoj površini, a  $T'$  na visini jednakoj polumjeru Zemlje, vrijedi:

- a)  $T' = T/4$
- b)  $T' = T/2$
- c)  $T' = 2T$
- d)  $T' = 4T$

# Prigušeno i prisilno titranje

1. Početna amplituda titranja utega na elastičnoj opruzi iznosi 10 cm. Koliko će iznositi kada se mehanička energija zbog gušenja smanji na četvrtinu početnog iznosa?

2. Valna duljina nekog vala iznosi 4 m, a amplituda 50 cm. Točke A i B kojima val prolazi međusobno su udaljene 5 m. Koliko iznosi elongacija ( $y$ ) točke B u trenutku kada je točka A u amplitudnom položaju?

a)  $y = 50$  cm

b)  $y = 0$  cm

c)  $0 < y < 50$  cm

3. O oprugu konstante  $k_1$  ovješena je uteg mase  $m_1$ , a o oprugu konstante  $k_2$  uteg mase  $m_2$ . Ako su opruge s ovješanim utezima u rezonanciji, što je od navedenoga točno?

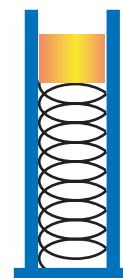
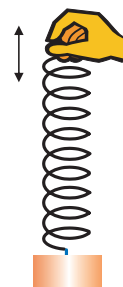
a)  $k_1 > k_2$  i  $m_1 > m_2$

b)  $k_1 > k_2$  i  $m_1 < m_2$

c)  $\frac{k_1}{m_1} > \frac{k_2}{m_2}$

d)  $\frac{k_1}{m_1} < \frac{k_2}{m_2}$

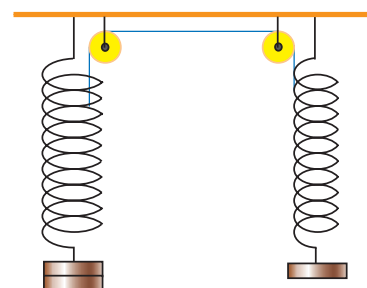
4. Kada uteg mase 100 g stavimo na vertikalnu oprugu (slika), duljina se opruga smanji za 5 cm. Na uteg padaju kuglice i od njega se odbijaju. Koliko mora biti vremenski interval između dvaju sudara kuglice s utegom da bi uteg titrao maksimalnom amplitudom?



5. Na slici su prikazana dva povezana titrajna sustava. Zatitramo li uteg na lijevoj opruzi, titrat će i uteg ovješena o desnu oprugu. Povećavamo li masu utega na lijevoj opruzi, opažamo da maksimalna amplituda koju postiže uteg na desnoj opruzi postaje sve manja. To znači:

- a) da je vlastita frekvencija lijevog sustava prije povećanja mase bila jednaka vlastitoj frekvenciji desnog sustava ili manja od nje

- b) da je vlastita frekvencija lijevog sustava prije povećanja mase bila jednaka vlastitoj frekvenciji desnog sustava ili veća nje.



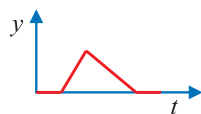
6. Dva jednostavna njihala, koja su u rezonanciji kada se nalaze na polu, prenesemo na ekvator. Koja je od navedenih tvrdnji ispravna?

- a) Njihala će i na ekvatoru biti u rezonanciji.

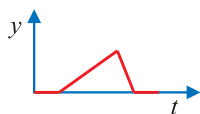
- b) Njihala na ekvatoru neće biti u rezonanciji.

# Valno gibanje. Brzina vala

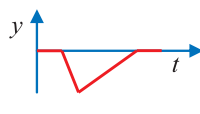
1. Duž napetog užeta prenosi se poremećaj oblika prikazanog na slici desno. Koja od donjih slika prikazuje ovisnost elongacije točke M o vremenu?



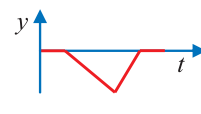
a)



b)



c)



d)

2. Valna duljina nekog vala iznosi 4 m, a amplituda 50 cm. Točke A i B kojima val prolazi međusobno su udaljene 5 m. Koliko iznosi elongacija ( $y$ ) točke B u trenutku kada je točka A u amplitudnom položaju?

- a)  $y = 50$  cm      b)  $y = 0$  cm      c)  $0 < y < 50$  cm

3. Izvor vala na površini vode titra frekvencijom 2 Hz. Koliko ćemo bregova vala vidjeti na površini vode 4 s nakon početka titranja izvora?

4. Amplituda vala na površini vode iznosi 20 cm, a valna duljina 60 cm.

- a) Koliko iznosi najmanja udaljenost između dviju točaka vala koje se nalaze u gornjem amplitudnom položaju?  
b) Gdje se nalazi točka vala koja je od ovih točaka jednako udaljena?  
c) Koliko iznosi ta udaljenost?

5. Kraj napetog užeta pomičemo gore-dolje frekvencijom 2 Hz. Val koji pritom nastaje širi se po užetu brzinom  $4 \text{ m s}^{-1}$ . Kolika je valna duljina?

6. Val na slici napredovao je od točke A do točke B za 1,5 s. Kolika je frekvencija vala?



7. Brzina vala u nekom sredstvu iznosi  $300 \text{ m s}^{-1}$ , a frekvencija kojom titraju čestice sredstva 200 Hz. Koliko su međusobno udaljene susjedne čestice sredstva koje titraju u fazi?

8. Kolika je valna duljina zvučnog vala što ga emitira glazbena viljuška dok titra frekvencijom 440 Hz? Za brzinu zvuka u zraku uzmite  $340 \text{ m s}^{-1}$ ?

9. Na koju se udaljenost od izvora proširi val nakon što izvor napravi  $3/2$  titraja ako je valna duljina 2 m?

10. Napetu nit pobuđujemo na titranje pomoću elektromagnetskog tipkala. Što će se od navedenoga dogoditi ako napetost niti povećamo?

- a) Povećat će se brzina vala, valna duljina i frekvencija.  
b) Povećat će se brzina vala i frekvencija.  
c) Povećat će se brzina vala i valna duljina.  
d) Povećat će se samo brzina vala.

11. Transverzalni val se širi žicom koja je napeta silom od 20 N. Metar te žice ima masu 2 g. Udaljenost između dviju najbližih čestica žice koje titraju u fazi iznosi 1 m. Kolikom frekvencijom titraju čestice žice?

# Valovi zvuka. Ultrazvuk

- Ako su brzina, valna duljina i frekvencija zvuka pri određenoj temperaturi u zraku  $v_z$ ,  $\lambda_z$  i  $f_z$ , a  $v_u$ ,  $\lambda_u$  i  $f_u$  brzina, valna duljina i frekvencija ultrazvuka u zraku, tada vrijedi:
  - $f_z > f_u$ ,  $\lambda_z > \lambda_u$ ,  $v_z > v_u$
  - $f_z < f_u$ ,  $\lambda_z > \lambda_u$ ,  $v_z = v_u$
  - $f_z > f_u$ ,  $\lambda_z < \lambda_u$ ,  $v_z = v_u$
  - $f_z < f_u$ ,  $\lambda_z > \lambda_u$ ,  $v_z < v_u$
- Graf koji prikazuje ovisnost brzine zvuka u zraku o temperaturi:
  - ima oblik kosog pravca koji prolazi koordinatnim ishodištem
  - oblik kosog pravca koji ne prolazi koordinatnim ishodištem
  - ima oblik vodoravnog pravca
  - nema oblik pravca.
- Ako su brzina, valna duljina i frekvencija tona što ga daje glazbena viljuška  $v_1$ ,  $\lambda_1$  i  $f_1$ , pri određenoj temperaturi, a  $v_2$ ,  $\lambda_2$  i  $f_2$ , vrijednosti tih veličina pri većoj temperaturi, vrijedi:
  - $f_2 > f_1$ ,  $\lambda_2 > \lambda_1$ ,  $v_2 > v_1$
  - $f_2 > f_1$ ,  $\lambda_2 = \lambda_1$ ,  $v_2 > v_1$
  - $f_2 = f_1$ ,  $\lambda_2 > \lambda_1$ ,  $v_2 > v_1$
  - $f_2 > f_1$ ,  $\lambda_2 < \lambda_1$ ,  $v_2 = v_1$
- Neka su  $v_1$  i  $v_2$  brzine zvuka u tijelima gustoće  $\rho_1$  i  $\rho_2$  i modula elastičnosti  $E_1$  i  $E_2$ . Ako je  $v_1 > v_2$  i  $\rho_1 > \rho_2$  onda je:
  - $E_1 < E_2$
  - $E_1 > E_2$
  - $\frac{\rho_1}{E_1} > \frac{\rho_2}{E_2}$
- Čovjek čuje grmljavinu 18 s nakon munje. Koliko je mjesto udara groma udaljeno od čovjeka ako je temperatura zraka 15 °C?
- Dva se zvuka razlikuju razinama za 2 bela ako jedan od njih ima:
  - dva puta veći intenzitet od drugoga
  - dvadeset puta veći intenzitet od drugoga
  - sto puta veći intenzitet od drugoga
  - dvjesto puta veći intenzitet od drugoga.
- Da bi dva tona imala jednaku glasnoću, oni:
  - moraju imati jednake intenzitete
  - moraju imati jednake frekvencije
  - moraju imati jednake intenzitete i frekvencije
  - ne moraju imati jednake intenzitete i frekvencije.
- Zvučnik emitira zvuk snagom 12,56 mW pomoću kružne membrane promjera 20 cm. Uz pretpostavku da se zvuk emitira jednoliko kroz cijelu membranu, odredite relativnu razinu intenziteta zvuka neposredno ispred membrane.
- Točkasti izvor zvuka nalazi se u središtu dviju zamišljenih koncentričnih sfera polumjera 1 m i 2 m. Ako izvor emitira snagom 50,24 mW, kolika je snaga zvučnog vala kroz zamišljene sfere uz pretpostavku da nema apsorpcije zvuka u zraku? Koliki je intenzitet zvuka kroz svaku od sfera? Na koji način intenzitet zvuka ovisi o udaljenosti od izvora? Površina sfere polumjera  $R$  računa se po formuli  $S = 4R^2\pi$ .

# Refleksija valova. Stojni val

1. Pri odbijanju vala na učvršćenom kraju mijenja se:

- a) iznos brzine vala      b) frekvencija vala      c) valna duljina      d) faza titranja.

2. Slika lijevo prikazuje val koji se širi sredstvom A, a slika desno val odbijen na granici sredstva A sa sredstvom B. U kojem je od sredstava brzina vala veća?

- a) A  
b) B



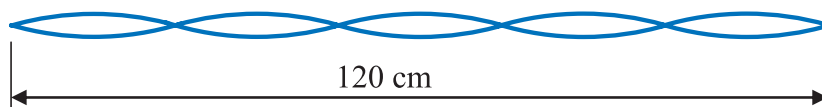
3. Koja je od navedenih tvrdnji točna?

- a) Transverzalni stojni val na opruzi opažamo kao niz bregova i dolova koji putuju duž opruge.  
b) Transverzalni stojni val na opruzi opažamo kao niz zgušnjenja i razrjeđenja koji putuju duž opruge.  
c) Longitudinalni stojni val na opruzi opažamo kao niz zgušnjenja i razrjeđenja koji putuju duž opruge.  
d) Tvrdnje a), b) i c) su netočne.

4. Koja je od navedenih tvrdnji točna?

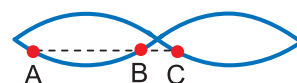
- a) Stojni val na niti nastaje interferencijom dvaju jednakih valova koji se šire u međusobno suprotnim smjerovima.  
b) Stojni val nije posljedica interferencije.  
c) Susjedni čvorovi stojnog vala na niti međusobno su udaljeni za valnu duljinu.

5. Slika prikazuje stojni val na napetoj niti. Odredite valnu duljinu.

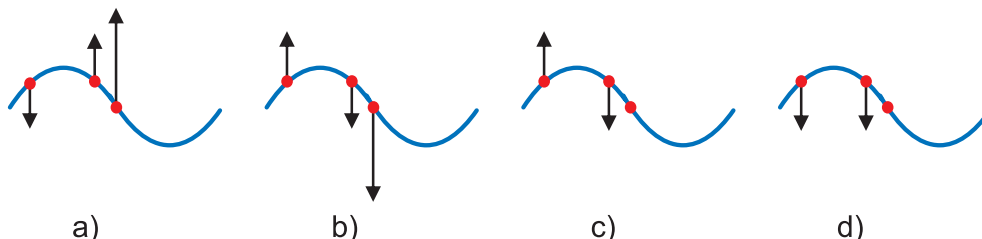


6. Na slici je prikazan stojni val na niti. Kolika je valna duljina ako je  $|AB| = 16$  cm, a  $|BC| = 4$  cm?

- a) 16 cm      b) 20 cm      c) 32 cm      d) 40 cm



7. Strelicama su na priloženim slikama prikazani vektori trenutačnih brzina odabranih točaka na valu. Koja od slika prikazuje stojni val?



8. Bubnjić u uhu titra osnovnom frekvencijom slično kao napeta žica duljine jednake promjeru bubnjića.

Koliki bi morao biti promjer bubnjića da osoba čuje zvuk frekvencije 20 kHz? Brzina zvuka pri temperaturi ljudskog tijela (37 °C) iznosi 353 m s<sup>-1</sup>.

9. Žica napeta silom od 50 N jednim je krajem učvršćena za tipkalo. Duljina žice iznosi 1,58 m, a masa 3,16 g. Kolika je frekvencija vibratora ako se na žici vidi jedan trbuh?

# Elektromagnetski titraji

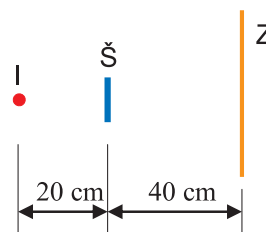
- Kada je kondenzator u titrajnom krugu:
  - maksimalno nabijen, zavojnicom teče najjača struja
  - maksimalno nabijen, zavojnicom ne teče struja
  - prazan, zavojnicom ne teče struja
  - bez napona, zavojnicom ne teče struja.
- Nakon kojeg se dijela perioda ( $T$ ) energija magnetskog polja poveća od 0 do maksimalne vrijednost?
  - $T/8$
  - $T/4$
  - $T/2$
  - $T$
- Ako u početnom trenutku titrajnim krugom ne teče struja, koliki je omjer energija električnog i magnetskog polja nakon osmine perioda?
  - $1/8$
  - $1/4$
  - $1/2$
  - 1
- Vlastita se frekvencija titrajnog kruga:
  - udvostruči kada se induktivitet zavojnice udvostruči
  - upola smanji kada se induktivitet zavojnice udvostruči
  - udvostruči kada se induktivitet zavojnice učetverostruči
  - smanji upola kada se induktivitet zavojnice učetverostruči.
- Kada su ploče kondenzatora u nekom titrajnom krugu međusobno udaljene 1 cm, vlastita frekvencija titrajnog kruga iznosi 100 MHz. Kolika bi bila vlastita frekvencija titrajnog kruga kada bismo ploče razmakli na 4 cm?
  - 25 MHz
  - 50 MHz
  - 200 MHz
  - 400 MHz
- Vlastita frekvencija zatvorenog titrajnog kruga iznosi 80 MHz. Kolika bi bila vlastita frekvencija kruga kada bismo među ploče uvukli dielektrik relativne permitivnosti 4?
  - 20 MHz
  - 40 MHz
  - 160 MHz
  - 320 MHz
- Titrajni krug sa zavojnicom induktiviteta  $L_1$  i kondenzatorom kapaciteta  $C_1$  u rezonanciji je s titrajnim krugom koji ima zavojnicu induktiviteta  $L_2$  i kondenzator kapaciteta  $C_2$  ako je:
  - $L_1 = 2L_2$  i  $C_1 = 2C_2$
  - $L_1 = 2L_2$  i  $C_2 = 2C_1$
  - $L_1 = 2L_2$  i  $C_1 = 4C_2$
  - $L_1 = 2L_2$  i  $C_2 = 4C_1$ .
- Zavojnica induktiviteta 4 H spojena je s kondenzatorom promjenjiva kapaciteta na izvor izmjeničnog napona gradske mreže. Pri kojem će kapacitetu kondenzatora nastupiti rezonancija?
- Zavojnica titrajnog kruga ima induktivitet 100 m H. Najveća jakost struje koja teče krugom iznosi 10 mA. Kolika je energija električnog polja kondenzatora kada trenutačna jakost struje iznosi 5 mA?

# Elektromagnetski val. Spektar elektromagnetskih valova

1. U ruci držimo nabijeni plastični štapić. Štapić neće stvoriti elektromagnetske valove ako se:
  - a) gibamo stalnom brzinom po pravcu
  - b) gibamo po kružnici brzinom stalnog iznosa
  - c) gibamo po kružnici sve većom brzinom
  - d) njišemo na ljuljački.
2. Elektromagnetski val je:
  - a) longitudinalni val
  - b) transverzalni val
  - c) longitudinalan i transverzalan, što ovisi o vrsti antene
3. Ako su  $\lambda_s$  i  $\lambda_r$  valne duljine svjetlosti i rendgenskog zračenja u vakuumu, a  $f_s$  i  $f_r$  njihove frekvencije, što je od navedenoga točno?
  - a)  $\frac{\lambda_s}{f_s} = \frac{\lambda_r}{f_r}$
  - b)  $\frac{\lambda_s}{\lambda_r} = \frac{f_s}{f_r}$
  - c)  $\frac{\lambda_s}{\lambda_r} = \frac{f_r}{f_s}$
  - d)  $\lambda_s f_s \neq \lambda_r f_r$
4. Ako je  $f_\gamma$  frekvencija gama zračenja, a  $f_s$  frekvencija svjetlosti i  $f_r$  frekvencija rendgenskog zračenja, što je od navedenoga točno?
  - a)  $f_\gamma > f_s > f_r$
  - b)  $f_r > f_s > f_\gamma$
  - c)  $f_s > f_\gamma > f_r$
  - d)  $f_\gamma > f_r > f_s$
5. Izračunajte brzinu i valnu duljinu elektromagnetskog vala frekvencije  $10^{14}$  Hz u sredstvu relativne permitivnosti 6 i relativne permeabilnosti 1,005.
6. Duljina ravne odašiljačke antene jednaka je polovini valne duljine elektromagnetskih valova koje emitira. Kolika je frekvencija elektromagnetskih valova ako je duljina antene 60 cm?
7. Toplinsko zračenje dio je:
  - a) svjetlosnog spektra
  - b) infracrvenog spektra
  - c) ultraljubičastog spektra
  - d) rendgenskog spektra.
8. Ako električno polje elektromagnetskog vala titra u x,y-ravnini, a magnetsko u x,z-ravnini, val se širi:
  - a) okomito na x,y-ravninu
  - b) okomito na x,z-ravninu
  - c) u smjeru x-osi
  - d) u smjeru z-osi.
9. Što je od navedenoga monokromatska svjetlost?
  - a) bijela svjetlost
  - b) crvena svjetlost sa svim nijansama
  - c) elektromagnetsko zračenje valne duljine 633 nm
  - d) elektromagnetsko zračenje valnih duljina 400-700 nm
10. Ulazni titrajni krug nekog radioprijamnika sastoji se od zavojnice induktiviteta 330  $\mu\text{H}$  i kondenzatora promjenjiva kapaciteta. Možemo li na radioprijamniku slušati program postaje koja emitira na frekvenciji 6,4 MHz ako je najmanja vrijednost kapaciteta 30 pF?

# Širenje i odbijanje (refleksija) svjetlosti

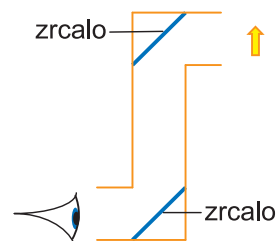
1. Točkasti izvor svjetlosti (I), štap (Š) duljine 30 cm i zastor (Z) postavljeni su kako prikazuje slika. Kolika je duljina sjene štapa na zastoru?



2. Vertikalni štap duljine 1 m nalazi se u blizini ulične svjetiljke postavljene na visinu 3 m iznad tla. Horizontalna udaljenost štapa od svjetiljke iznosi 1,6 m. Kolika je duljina sjene štapa na horizontalnoj podlozi?
3. Da bi odredili visinu tornja, učenici su izmjerili duljinu njegove sjene i sjene vertikalnog štapa dugoga 1 m. Što su učenici dobili za visinu tornja ako je duljina njegove sjene 18 m, a sjene štapa 12 dm?
4. Ako je kut između zrake koja upada na ravno zrcalo i zrake odbijene od zrcala  $80^\circ$ , koliki je kut između upadne zrake i zrcala?
- a)  $10^\circ$   
b)  $20^\circ$   
c)  $40^\circ$   
d)  $50^\circ$
5. Dva su ravna zrcala međusobno okomita. Zraka svjetlosti se reflektira na jednom od njih, a zatim na drugom. Kut između upadne zrake na prvo zrcalo i zrake odbijene od drugog zrcala iznosi:
- a)  $0^\circ$   
b)  $45^\circ$   
c)  $90^\circ$   
d)  $180^\circ$

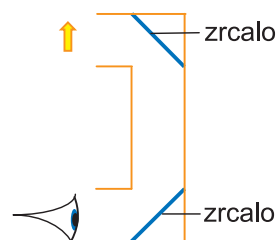
6. Prema obliku svijetle strelice promatramo kroz periskop koji se sastoji od dvaju ravni zrcala nagnutih pod kutom  $45^\circ$  prema horizontali (crtež). Koju od priloženih slika predmeta vidimo?

a) ↑      b) ↓      c) →      d) ←



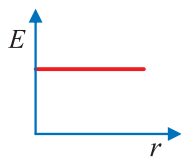
7. Koju bismo od priloženih slika vidjeli kada bismo svijetlu strelicu gledali kroz periskop prikazan na crtežu?

a) ↑      b) ↓      c) →      d) ←

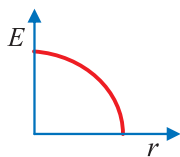


# Fotometrija

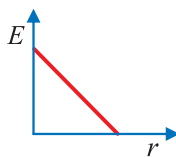
1. Koji od priloženih grafova najbolje prikazuje ovisnost osvijetljenosti površine o udaljenosti izvora od nje?



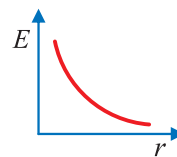
a)



b)



c)

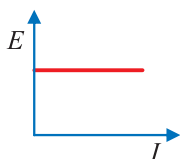


d)

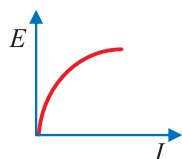
2. Kada svjetlost upada na ravnu plohu zatvarajući s okomicom na plohu kut od  $30^\circ$ , osvijetljenost je plohe  $E_1$ . Upada li svjetlost pod kutom od  $60^\circ$ , osvijetljenost je plohe  $E_2$ , pri čemu je:

- a)  $E_2 = 2E_1$
- b)  $E_2 = E_1$
- c)  $E_1 < E_2 < 2E_1$
- d)  $E_2 < E_1$

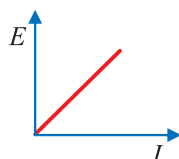
3. Koji od priloženih grafova najbolje prikazuje ovisnost osvijetljenosti površine o jakosti svjetlosnih izvora?



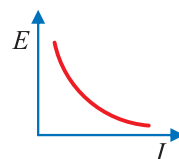
a)



b)



c)



d)

4. Žarulja snage 60 W zrači 2,17 % električne energije u obliku svjetlosti. Uz pretpostavku da žarulja zrači kao točkasti izvor jednako u svim smjerovima izračunajte:

- a) svjetlosni tok
- b) svjetlosnu jakost.

5. Najveća osvijetljenost Zemlje iznosi 0,1 Mlx. Kolika je svjetlosna jakost Sunca? Udaljenost Zemlje od Sunca iznosi  $1,5 \cdot 10^{11}$  m. Zanimarite utjecaj atmosfere.

6. Izvori svjetlosti na stropu gimnastičke dvorane emitiraju svjetlosni tok od 12 000 lm. Na pod dvorane, površine 72 m<sup>2</sup> upada 25 % svjetlosnog toka izvora. Kolika je srednja osvijetljenost poda?

7. Na udaljenosti 50 cm od svjetlosnog izvora nalazi se kružni zastor promjera 50 cm. Izvor se nalazi na pravcu koji je okomit na ravninu zastora i prolazi njegovim središtem. Jakost izvora svjetlosti iznosi 10 cd. Izračunajte osvijetljenost:

- a) sredine zastora
- b) ruba zastora.

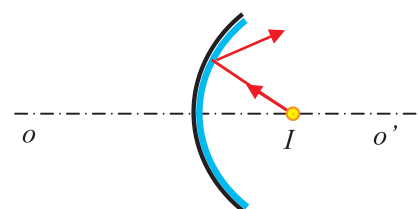
8. Točkasti izvor svjetlosti nalazi se na visini 2 m iznad horizontalnog stola. U točki A, koja se nalazi na stolu vertikalno ispod izvora, izmjerena je osvijetljenost od  $2 \cdot 10^5$  lx, dok je u točki B, koja je od izvora udaljena 2,236 m, osvijetljenost  $1,43 \cdot 10^5$  lx. Izračunajte:

- a) jakost svjetlosnog izvora
- b) kut koji zatvara smjer upadne svjetlosti s okomicom na ravninu stola u točki B.

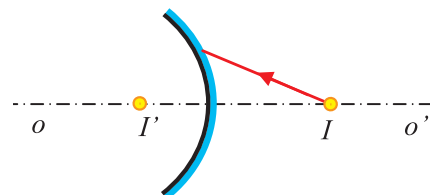
# Sferna zrcala

1. Sferno zrcalo polumjera zakrivljenosti 2 m okrenuto je prema Suncu. Kolika je udaljenost ( $d$ ) slike Sunca od tjemena zrcala?
  - a)  $1\text{ m} < d < 2\text{ m}$
  - b)  $d > 2\text{ m}$
  - c)  $d < 1\text{ m}$
  - d)  $d = 1\text{ m}$ .
2. Gledamo svoju sliku u ravnom, ispupčenom i udubljenom zrcalu. Ako je  $y_r$  veličina slike u ravnom zrcalu, a  $y_u$  u udubljenom i  $y_i$  u ispupčenom, što je od navedenoga točno?
  - a)  $y_u = y_i = y_r$
  - b)  $y_u > y_r > y_i$
  - c)  $y_r > y_i > y_u$
  - d)  $y_u > y_i > y_r$ .
3. Svjetlosna zraka upada na sferno zrcalo. Što od navedenoga vrijedi za kutove upadnanja i odbijanja?
  - a) Kada upadna zraka prolazi kroz žarište, kut je upadanja veći od kuta odbijanja
  - b) Kada je upadna zraka paralelna optičkoj osi, kut je upadanja veći od kuta odbijanja
  - c) Jednaki su samo kada upadna zraka prolazi kroz središte zakrivljenosti zrcala
  - d) Jednaki su bez obzira na smjer iz kojega dolazi upadna zraka.
4. Na koju udaljenost od tjemena konkavnog sfernog zrcala žarišne daljine 50 cm treba postaviti predmet da bi se na zastoru pojavila njegova slika veličinom jednaka predmetu?
  - a) 1m
  - b) 2m
  - c) 50 cm
  - d) 25 cm.
5. Sve su virtualne slike što ih daju sferna zrcala:
  - a) uvećane
  - b) umanjene
  - c) uspravne
  - d) obrnute.
6. Čovjek gleda u konkavno sferno zrcalo polumjera zakrivljenosti 1 m. Koliko mora biti udaljen od zrcala da vidi sebe dva puta povećanim?

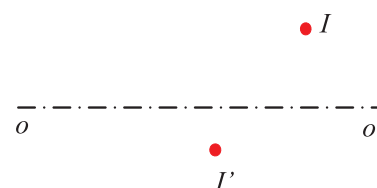
7. Na slici je  $oo'$  optička os konkavnog sfernog zrcala, a  $I$  točkasti izvor svjetlosti. Precrtajte sliku i nacrtajte položaj slike ( $I'$ ) točkastog izvora.



8. Zraka svjetlosti iz točkastog izvora  $I$  upada na konveksno sferno zrcalo kako prikazuje slika. Precrtajte sliku i nacrtajte odbijenu zraku ako je  $I'$  slika izvora.

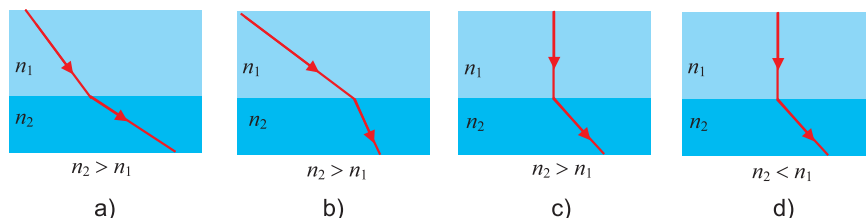


9. Na slici je  $oo'$  optička os sfernog zrcala, a  $I$  točkasti izvor svjetlosti i  $I'$  njegova slika. Precrtajte sliku te crtnjom odredite položaje tjemena, središta zakrivljenosti zrcala i žarišta.



# Lom (refrakcija) svjetlosti

1. Na kojoj je od priloženih slika ispravno prikazan lom svjetlosne zrake?



2. Posuda neprozirnih stijenki napunjena je vodom. Na dnu posude nalazi se točkasti izvor svjetlosti (I), kako prikazuje slika. Osoba upravo vidi izvor kada su joj oči u položaju P. Precrtajte sliku te nacrtajte hod svjetlosne zrake od izvora do oka i odredite položaj slike izvora.

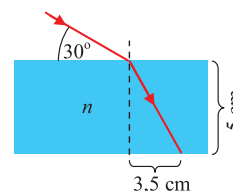


3. Optički rjeđe sredstvo u odnosu na optički gušće sredstvo ima:

- a) manji indeks loma i granični kut totalne refleksije na granici sa zrakom
- b) veći indeks loma i granični kut totalne refleksije na granici sa zrakom
- c) veći indeks loma i manji granični kut totalne refleksije na granici sa zrakom
- d) manji indeks loma i veći granični kut totalne refleksije na granici sa zrakom.

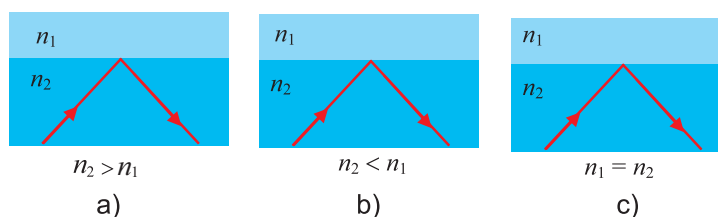
4. Svjetlost upada iz vode na staklo pod kutem od  $30^\circ$ . Koliki je kut loma ako je indeks loma vode  $4/3$ , a stakla  $1,5$ ? Koliki bi bio kut loma kada bi zraka upadala iz stakla u vodu pod kutom  $30^\circ$ ?

5. Svjetlosna zraka upada iz zraka na granicu prozirnog sredstva indeksa loma  $n$  i lomi se kako prikazuje slika. Izračunajte indeks loma sredstva.



6. Koliki je granični kut totalne refleksije na granici stakla i vode?

7. Na kojoj je od priloženih slika ispravno prikazana totalna refleksija.



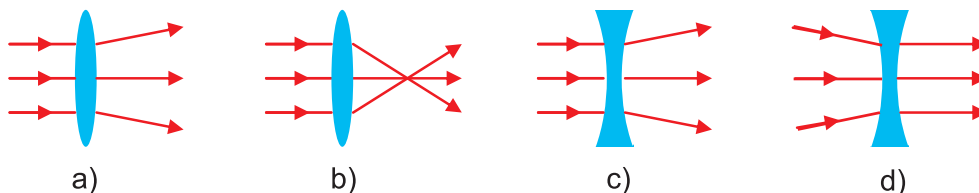
8. Pod kojim kutom ronilac vidi zalazeće Sunce?

9. Granični kut totalne refleksije za staklo iznosi  $40^\circ$ . Koliki bi bio kut loma kada bi zraka upadala iz zraka na staklo pod kutom  $40^\circ$ ?

10. Granični kut totalne refleksije za neko prozirno sredstvo iznosi  $45^\circ$ . Koliki bi bio granični kut totalne refleksije kada bismo sredstvo uronili u tekućinu indeksa loma  $1,31$ ?

# Leće

1. Leće su na priloženim slikama napravljene od stakla indeksa loma  $n_1$ , a nalaze se u tekućini indeksa loma  $n_2$ . Na kojoj je od slika  $n_2 > n_1$ ?



2. Slika uspravnog predmeta što je daje konvergentna leća bit će uspravna, ako je udaljenost predmeta od leće:

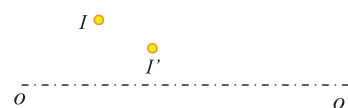
- a) manja od žarišne daljine
- b) veća od jedne, a manja od dviju žarišnih daljina
- c) dva puta veće od žarišne daljine
- d) veća od dviju žarišnih daljina.

3. Slika udaljene zgrade dobivene pomoću konvergentne leće nalazi se na udaljenosti 20 cm od leće.

Kolika je žarišna daljina ( $f$ ) leće?

- a)  $f = 40$  cm
- b)  $f = 10$  cm
- c)  $10 < f < 20$
- d)  $f = 20$  cm.

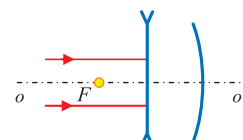
4. Na slici je  $oo'$  optička os leće, a  $I$  točkasti izvor svjetlosti i  $I'$  njegova slika. Precrtajte sliku te crtnjom odredite položaj leće i njezinih žarišta.



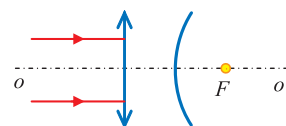
5. Na slici je  $oo'$  optička os leće, a  $I$  točkasti izvor svjetlosti i  $I'$  njegova slika. Precrtajte sliku te crtnjom odredite položaj leće i njezinih žarišta.



6. U točki  $F$  se nalaze žarišta leće i konkavnog sfernog zrcala. Precrtajte sliku te nacrtajte hod svjetlosnih zraka od leće do zrcala i nakon refleksije na zrcalu.



7. U točki  $F$  se nalaze žarišta leće i konveksnog sfernog zrcala. Precrtajte sliku i nacrtajte hod svjetlosnih zraka između leće i zrcala te nakon odbijanja na zrcalu.



8. Predmet i njegova slika dobivena pomoću konvergentne leće jednake su veličine kada su međusobno udaljeni 2 m. Kolika je žarišna daljina leće?

9. Kada snop paraksijalnih zraka bijele svjetlosti upada na konvergentnu leću paralelno optičkoj osi, zrake se različitih boja ne sijeku u istoj točki na optičkoj osi. Kolika je duljina dijela optičke osi na kojoj se nalaze žarišta svih boja u slučaju simetrične bikonveksne leće polumjera zakrivljenosti 8 cm ako indeks loma leće za crvenu svjetlost iznosi 1,5, a za ljubičastu 1,8?

# Disperzija svjetlosti

- Promatrajući spektar bijele svjetlosti dobiven pomoću prizme, vidimo da je kut loma:
  - veći za crvenu nego za zelenu svjetlost
  - manji za crvenu nego za zelenu svjetlost
  - najveći za ljubičastu svjetlost
  - najmanji za crvenu svjetlost.
- Indeks je loma žute svjetlosti:
  - veći od indeksa loma crvene svjetlosti
  - manji od indeksa loma crvene svjetlosti
  - veći od indeksa loma ljubičaste svjetlosti
  - jednak indeksu loma plave svjetlosti.
- Koja je od navedenih tvrdnji točna?
  - U staklu je brzina crvene svjetlosti manja od brzine plave svjetlosti.
  - U staklu je brzina crvene svjetlosti jednaka brzini plave svjetlosti.
  - U vakuumu je brzina crvene svjetlosti jednaka brzini plave svjetlosti.
  - U vakuumu je brzina crvene svjetlosti veća od brzine plave svjetlosti.
- Ako su  $v_z$  i  $v_{lj}$  brzine zelene i ljubičaste svjetlosti u prozirnem sredstvu, a  $n_z$  i  $n_{lj}$  pripadajući indeksi loma, što je od navedenoga točno?
  - $n_z \cdot v_{lj} = n_{lj} \cdot v_z$
  - $n_z \cdot v_z \neq n_{lj} \cdot v_{lj}$
  - $\frac{n_z}{n_{lj}} = \frac{v_{lj}}{v_z}$
  - $\frac{n_z}{n_{lj}} = \frac{v_z}{v_{lj}}$
- Prolaskom kroz optičku prizmu svjetlosne zrake skreću u odnosu na upadni smjer (lome se). Skretanje je:
  - neovisno o valnoj duljini i frekvenciji
  - veće za svjetlost manje frekvencije
  - veće za svjetlost veće valne duljine
  - veće za svjetlost manje valne duljine.
- Bijela svjetlost upada na prizmu. Za koju je svjetlost kut devijacije najmanji?
  - plavu
  - žutu
  - zelenu
  - crvenu
- Granični je kut totalne refleksije:
  - veći za plavu nego za crvenu svjetlost
  - manji za plavu nego za crvenu svjetlost
  - veći za zelenu nego za crvenu svjetlost
  - neovisan o boji svjetlosti.
- Svjetlosna zraka upada iz vode na granicu sa zrakom. Pritom je kut loma:
  - najmanji za ljubičastu svjetlost
  - najveći za crvenu svjetlost
  - manji za crvenu nego za zelenu svjetlost
  - veći za crvenu nego za zelenu svjetlost.
- Disperzija svjetlosti na optičkoj prizmi **nije posljedica** ovisnosti indeksa loma:
  - o valnoj duljini svjetlosti
  - o frekvenciji svjetlosti
  - o brzini svjetlosti
  - o kutu upadanja svjetlosne zrake na prizmu.

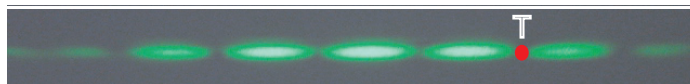
# Optički sustavi

1. Kakvu sliku daje očna leća?  
a) Realnu                      b) Virtualnu                      c) Uspravnu                      d) Uvećanu
2. Pri akomodaciji oka mijenja se:  
a) udaljenost slike od leće  
b) udaljenost predmeta od leće  
c) udaljenost predmeta i slike od leće  
d) žarišna daljina leće.
3. Kada mišićima odebljamo očnu leću, što se od navedenoga dogodi s polumjerima zakrivljenosti i žarišnom daljinom leće?  
a) Polumjeri i žarišna daljina se povećaju.  
b) Polumjeri i žarišna daljina se smanje.  
c) Polumjeri se smanje, a žarišna daljina poveća.  
d) Polumjeri se povećaju, a žarišna daljina smanji.
4. Koja je od navedenih tvrdnji ispravna?  
a) Udaljenost mrežnice od leće kratkovidnog oka je „premala”.  
b) Udaljenost mrežnice od leće kratkovidnog oka je „prevelika”.  
c) Udaljenost mrežnice od leće dalekovidnog oka je „prevelika”.
5. Slika što je daje leća naočala kratkovidne osobe je:  
a) realna, uspravna i uvećana  
b) realna, uspravna i umanjena  
c) virtualna, uspravna i uvećana  
d) virtualna, uspravna i umanjena.
6. Kontaktna leća dalekovidne osobe daje:  
a) realnu, uspravnu i umanjenu sliku  
b) realnu, uspravnu i uvećanu sliku  
c) virtualnu, uspravnu i uvećanu sliku  
d) virtualnu, uspravnu i umanjenu sliku.
7. Slika što je daje lupa je:  
a) realna, uspravna i uvećana  
b) realna, obrnuta i uvećana  
c) virtualna, obrnuta i uvećana  
d) virtualna, uspravna i uvećana.
8. Žarišna je daljina objektiva:  
a) u mikroskopu manja od žarišne daljine okulara  
b) u mikroskopu veća od žarišne daljine okulara  
c) u teleskopu manja od žarišne daljine okulara  
d) u mikroskopu i teleskopu približno jednaka žarišnoj daljini okulara.
9. Žarišna daljina objektiva u mikroskopu iznosi 8 mm, a okulara 25 mm. Objektiv daje realnu sliku predmeta koja je od njega udaljena 16 cm. Koliko je ukupno povećanje mikroskopa ako je konačna slika udaljena 25 cm od oka?

# Interferencija svjetlosti

1. Na slici je prikazan rezultat interferencije zelene svjetlosti na Youngovim pukotinama. Ako je  $\lambda$  valna duljina svjetlosti, koliko se razlikuju putovi valova od pukotina do točke T?

a)  $\lambda/2$       b)  $\lambda$       c)  $3\lambda/2$       d)  $2\lambda$

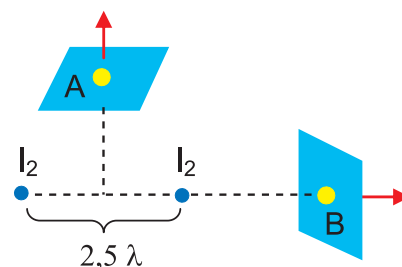


2. Obasjamo li Youngove pukotine bijelom svjetlošću, što ćemo vidjeti na zastoru?

a) Dvije pruge bijele svjetlosti.  
b) Više pruga bijele svjetlosti.  
c) Pruge koje odgovaraju srednjoj valnoj duljini bijele svjetlosti.  
d) Pruge različitih boja.

3. Na slici su  $I_1$  i  $I_2$  koherentni izvori svjetlosti valne duljine  $\lambda$ , a A i B točke na zastoru. Ako zastore pomičemo u smjerovima naznačenim strelicama, što od navedenoga vrijedi za točke A i B?

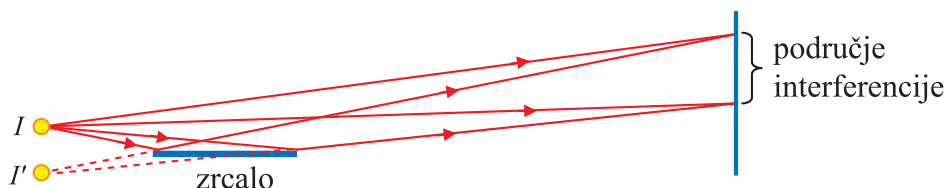
a) Točka A je uvijek svijetla, a točka B tamna.  
b) Točka A je uvijek tamna, a točka B svijetla.  
c) Točke A i B su uvijek svijetle.  
d) Sjaj se točaka A i B izmjenično povećava i smanjuje.



4. Dva su koherentna izvora svjetlosti međusobno udaljena 0,15 mm. Interferencijske pruge promatramo na zastoru udaljenu 4,8 m od izvora. Kolika je valna duljina svjetlosti ako razmak između susjednih svijetlih pruga iznosi 1,44 cm?

5. Na Youngove pukotine, koje su međusobno razmaknute 0,3 mm, upada monokromatska svjetlost valne duljine 633 nm. Interferencijska slika se vidi na zastoru udaljenu 2 m od pukotina. Koliko je četvrta svijetla pruga udaljena od središnje svijetle pruge?

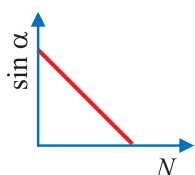
6. Izvor svjetlosti (I) nalazi se 2 mm iznad ravnine ravnog (Lloydova) zrcala (slika). Svjetlost odbijena od zrcala širi se kao da izlazi iz točke I', gdje se nalazi slika izvora I. Na taj su način dobivena dva koherentna izvora svjetlosti, od kojih je jedan realan (I), a drugi virtualan (I'). Na zastoru udaljenu 2 m od izvora susjedne su interferencijske pruge međusobno razmaknute 0,3 mm. Kolika je valna duljina svjetlosti?



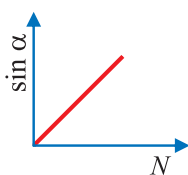
7. U Youngovu se pokusu dobije interferencijska slika crvene svjetlosti (650 nm) na zastoru koji je od pukotina udaljen 1,5 m. Kako bismo morali pomaknuti zastor da gustoća interferencijskih pruga ljubičaste svjetlosti (450 nm) bude jednaka gustoći pruga crvene svjetlosti prije pomicanja zastora?

# Ogib (difrakcija) svjetlosti

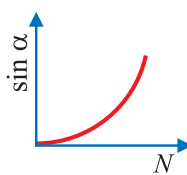
1. Kada paralelni snop monokromatske svjetlosti upada na vrlo usku pukotinu, na zastoru iza pukotine vidi se:
  - a) u upadnom smjeru svijetla pruga širine jednake širini pukotine
  - b) svijetla pruga širine jednake širini pukotine pomaknuta u odnosu na upadni smjer
  - c) niz svijetlih i tamnih pruga pomaknutih na jednu stranu u odnosu na upadni smjer
  - d) svijetla pruga u upadnom smjeru i niz svijetlih i tamnih pruga s obje strane upadnog smjera.
2. Snop monokromatske svjetlosti propuštamo kroz optičku rešetku i na zastoru iza rešetke promatramo ogibne pruge. Ako rešetku zamijenimo drugom, s gušćim pukotinama, kako će se to odraziti na gustoću ogibnih pruga na zastoru?
  - a) Ogibne će pruge postati gušće.
  - b) Ogibne će pruge postati rjeđe.
  - c) Gustoća ogibnih pruga neće se promijeniti.
  - d) Gustoća ogibnih pruga može se povećati i smanjiti, što ovisi o boji svjetlosti.
3. Koji od grafova najbolje prikazuje ovisnost sinusa ogibnog kuta o broju pukotina na milimetru dužine rešetke?



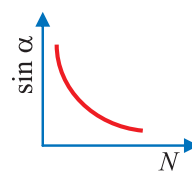
a)



b)



c)



d)

4. Kada okomito na optičku rešetku upada snop monokromatske svjetlosti valne duljine 600 nm, prvi se ogibni maksimum vidi pod kutom od  $20^\circ$ .
  - a) Kolika je konstanta rešetke?
  - b) Koliko se pukotina nalazi na svakom milimetru duljine rešetke?
5. Najveći red spektra koji može dati neka optička rešetka iznosi 3. Koliko se crvenih pruga vidi na zastoru kada na rešetku upada bijela svjetlost?
  - a) tri
  - b) šest
  - c) sedam
  - d) devet
6. Što od navedenoga vrijedi za ogib svjetlosti na optičkoj rešetki?
  - a) Crveni dio spektra trećega reda može zaći u spektar drugoga reda.
  - b) Crveni dio spektra drugoga reda može zaći u spektar trećeg reda.
  - c) Ljubičasti dio spektra drugoga reda može zaći u spektar trećeg reda.
  - d) Spektar drugoga reda ne može zaći u spektar trećeg reda.
7. Ako je  $\alpha_1$  kut ogiba u spektru 1. reda, a  $\alpha_2$  u spektru 2. reda, vrijedi:
  - a)  $\alpha_2 = 2\alpha_1$
  - b)  $\alpha_2 > 2\alpha_1$
  - c)  $\alpha_2 < 2\alpha_1$
8. Snop bijele svjetlosti upada okomito na optičku rešetku. Koliko najmanje pukotina na centimetru duljine mora imati rešetka da se ne vidi ništa od spektra drugog reda?