

Jakov Labor

FIZIKA 4

**Zbirka zadataka za 4. razred srednjih strukovnih škola
s četverogodišnjim programom fizike**



1. izdanje
Zagreb, 2014.

Nakladnik

Alfa d.d.

Zagreb, Nova Ves 23a

Za nakladnika

Miro Petric

Urednik

dr. sc. Dragan Roša

Recenzenti

prof. dr. sc. Ivica Orlić

Nikola Perković, prof. savjetnik

Likovna urednica

Irena Lenard

Likovno i grafičko oblikovanje

Darija Vuković

Lektorica i korektorica

Kristina Ferenčina

© Alfa d.d. Zagreb, 2014.

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 883532.

Tisak

GRAFIKA MARKULIN

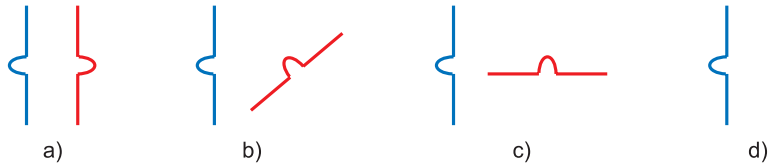
Elektromagnetski val. Spektar elektromagnetskog zračenja	4
Fotometrija	5
Širenje i odbijanje (refleksija) svjetlosti	6
Sferna zrcala	7
Lom (refrakcija) svjetlosti	8
Lom svjetlosti na dvama ravnim dioptrima	9
Leće	10
Disperzija svjetlosti	11
Optički uređaji	12
Interferencija svjetlosti	13
Ogib svjetlosti	14
Polarizacija svjetlosti	15
<i>Put do spoznaje da je svjetlost elektromagnetski val</i>	16
Konstantnost brzine svjetlosti	17
Produljenje vremenskog intervala i skraćenje duljine	18
Lorentzove transformacije i relativističko zbrajanje brzina	19
Relativistička količina gibanja i relativistička energija	20
Zračenje užarenih tijela	21
Fotoelektrični učinak (efekt)	23
Rendgensko zračenje	24
Valno-čestična svojstva elektromagnetskog zračenja i tvari	25
Razvoj ideje atoma	27
Thomsonov i Rutherfordov modela atoma	28
Bohrov model atoma	29
Kvantno-fizički model atoma	31
<i>Kvantni brojevi i elektronska konfiguracija</i>	32
Laseri	33
Kristalne i amorfne tvari	34
Vodiči, poluvodiči i izolatori	35
Detektori čestica	36
Struktura atomske jezgre	37
Radioaktivnost. Zakon radioaktivnog raspadanja	38
Nuklearne reakcije	40
Energija vezanja jezgre	41
Djelovanje ionizirajućeg zračenja na čovjeka	43
Elementarne čestice	44
Međudjelovanja elementarnih čestica	45
Rješenja	46

Elektromagnetski val. Spektar elektromagnetskog zračenja

1. Elektromagnetski val je:

- a) longitudinalni val b) transverzalni val.

2. Na slikama su prikazane dvije antete. Jedna od njih emitira elektromagnetske valove (odašiljačka antena), a druga ih prima (prijamna antena), pri čemu se elektroni u njoj pobuđuju na titranje. U kojem će se od međusobnih položaja antena elektroni u prijamnoj anteni najbolje ustirati?



3. Izračunajte brzinu elektromagnetskog vala u sredstvu relativne permitivnosti 6 i relativne permeabilnosti 1,005.

4. Električno polje u nekom elektromagnetskom valu titra prema jednadžbi:

$$E = 100 \text{ V m}^{-1} \cdot \sin 6 \cdot 10^{14} \pi \text{ s}^{-1} \left(t - \frac{x}{3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}} \right).$$

Odredite: a) najveću jakost električnog polja, b) frekvenciju, c) brzinu, d) valnu duljinu.

5. Duljina ravne odašiljačke antene jednaka je polovini valne duljine elektromagnetskih valova koje emitira. Kolika je frekvencija elektromagnetskih valova ako je duljina antene 60 cm?

6. Toplinsko zračenje je dio:

- a) svjetlosnog spektra b) infracrvenog spektra.
c) ultraljubičastog spektra. d) rendgenskog spektra.

7. Ozonski omotač apsorbira dio:

- a) svjetlosnog spektra. b) infracrvenog spektra.
c) ultraljubičastog spektra. d) rendgenskog spektra.

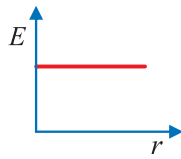
8. Što je od navedenoga monokromatska svjetlost?

- a) Bijela svjetlost.
b) Crvena svjetlost sa svim nijansama.
c) Elektromagnetsko zračenje valne duljine 633 nm.
d) Elektromagnetsko zračenje valnih duljina 400 -700 nm.

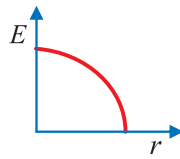
9. Ulazni titrajni krug nekog radioprijamnika sastoji se od zavojnice induktiviteta 330 μH i kondenzatora promjenjiva kapaciteta. Možemo li na radioprijamniku slušati program postaje koja emitira na frekvenciji 6,4 MHz ako je najmanja vrijednost kapaciteta 30 pF?

Fotometrija

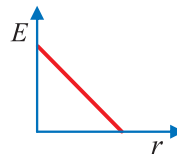
1. Koji od priloženih grafova najbolje prikazuje ovisnost osvijetljenosti površine o udaljenosti izvora od nje?



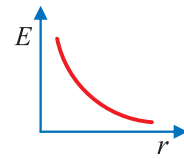
a)



b)



c)

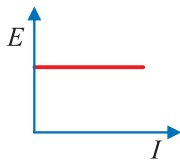


d)

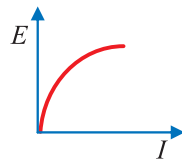
2. Kada svjetlost upada na ravnu plohu zatvarajući s okomicom na plohu kut od 30° , osvijetljenost je plohe E_1 . Upada li svjetlost pod kutom od 60° , osvijetljenost je plohe E_2 , pri čemu je:

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

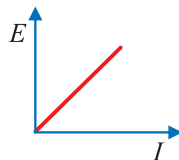
3. Koji od priloženih grafova najbolje prikazuje ovisnost osvijetljenosti površine o jakosti svjetlosnog izvora?



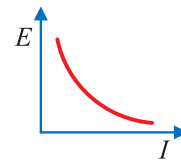
a)



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^2 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:

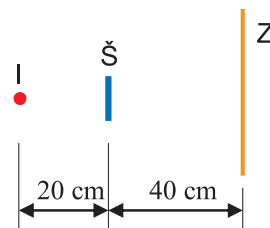
- a) sredine zastora,
b) ruba zastora.

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 $2 \cdot 10^5 \text{ lx}$, dok je u točki B, koja je od izvora udaljena 2,236 m, osvijetljenost $1,43 \cdot 10^5 \text{ lx}$. Izračunajte:

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

Širenje i odbijanje (refleksija) svjetlosti

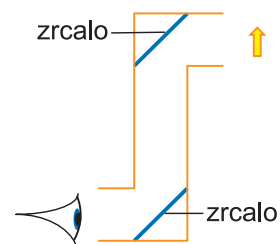
1. Točkasti izvor svjetlosti (I), štap (Š) duljine 30 cm i zastor (Z) postavljeni su kako prikazuje slika. Kolika je duljina sjene štapa na zastoru?



2. Vertikalni štap duljine 1m 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° , koliki je kut između upadne zrake i zrcala?
a) 10° b) 20° c) 40° d) 50° .
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° b) 45° c) 90° d) 180° .

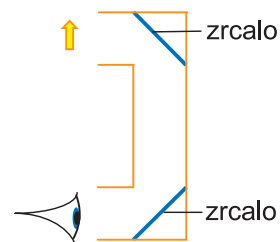
6. Premet oblika svijetle strelice promatramo kroz periskop koji se sastoji od dvaju ravnih zrcala nagnutih pod kutom 45° prema horizontali (crtež). Koju od priloženih slika predmeta vidimo?

- a) b) c) d)



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

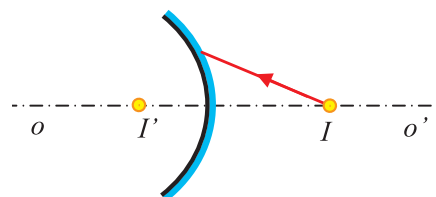
- a) b) c) d)



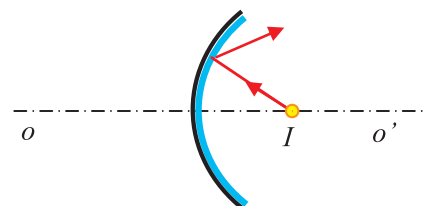
Sferna zrcala

1. Slika zuba što je vidi zubar upotrebom sfernog zrcala je:
a) realna, obrnuta i uvećana b) realna, uspravna i uvećana.
c) virtualna, obrnuta i uvećana. d) virtualna, uspravna i uvećana.
2. Slika koju vidimo u retrovizoru automobila je:
a) realna, obrnuta i umanjena b) realna, uspravna i umanjena.
c) virtualna, obrnuta i umanjena. d) virtualna, uspravna i umanjena.
3. Sve su realne slike što ih daju sferna zrcala:
a) uvećane. b) umanjene. c) uspravne. d) obrnute.
4. Slika što je daje konkavno sferno zrcalo je uspravna kada je udaljenost predmeta od zrcala:
a) manja od žarišne daljine zrcala.
b) veća od žarišne daljine, a manja od radijusa zakrivljenosti zrcala.
c) jednaka radijusu zakrivljenosti zrcala.
d) veća od radijusa zakrivljenosti zrcala.
5. Sferno zrcalo polumjera zakrivljenosti 2 m okrenuto je prema Suncu. Koliko je slika Sunca udaljena od tjemena zrcala?
6. Pomoću sfernog zrcala polumjera zakrivljenosti 40 cm želimo dobiti uspravnu sliku upola manje visine od predmeta. Na koju udaljenost od tjemena zrcala moramo postaviti predmet i gdje će se tada nalaziti njegova slika?

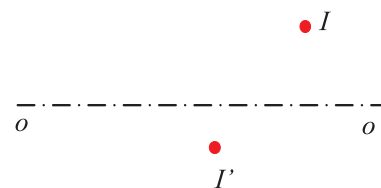
7. Na slici je oo' optička os konkavnog sfernog zrcala, a I točkasti izvor svjetlosti. Precrtajte sliku i nacrtajte položaj slike (I') točkastog izvora.



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.

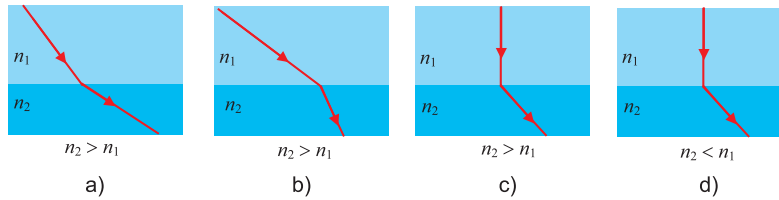


9. Na slici je oo' optička os sfernog zrcala, a I točkasti izvor svjetlosti i I' njegova slika. Precrtajte sliku te crtnjom odredite položaje tjemena, središta zakrivljenosti zrcala i žarišta.



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.

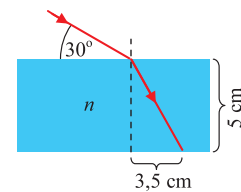


3. Optički rjeđe sredstvo u odnosu na optički gušće sredstvo ima:

- 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.

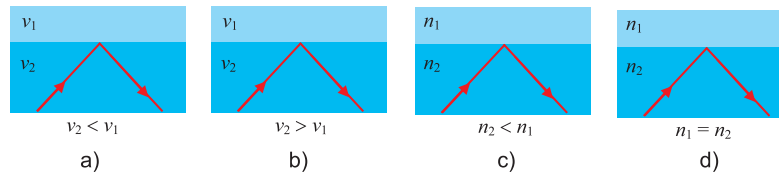
4. Svjetlost upada iz vode na staklo pod kutom 30° . Koliki je kut loma ako je indeks loma vode $4/3$, a stakla $1,5$? Koliki bi bio kut loma kada bi zraka upadala iz stakla u vodu pod kutom 30° ?

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



6. Svjetlost upada pod kutom 30° na površinu neke tekućine. Kolika je brzina svjetlosti u tekućini ako je kut između reflektirane i lomljene zrake 130° ?

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



8. Pod kojim kutom ronilac vidi zalazeće Sunce?

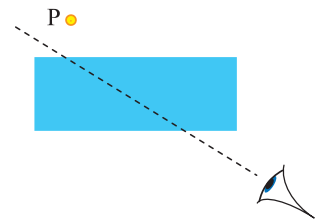
9. Granični kut totalne refleksije za staklo iznosi 40° . Kolika je brzina svjetlosti u staklu?

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

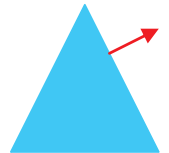
Lom svjetlosti na dvama ravnim dioptrima

1. Kut između zrake koja upada na planparalelnu ploču i zrake koja iz nje izlazi:
 - a) iznosi 0° .
 - b) ovisi o kutu upadanja.
 - c) ovisi o debljini ploče.
 - d) ovisi o indeksu loma ploče.
2. O čemu od navedenoga ne ovisi pomak izlazne zrake prema upadnoj pri lomu na planparalelnoj ploči?
 - a) O kutu upadanja.
 - b) O indeksu loma ploče.
 - c) O debljini ploče.
 - d) O mjestu na kojem zraka upada na ploču.

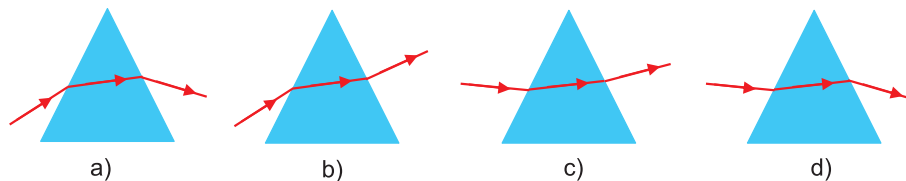
3. Na priloženoj je slici isprekidanom crtom prikazan smjer u kojem vidimo sliku točkastog svijetlog predmeta (P) gledajući kroz planparalelnu ploču. Precrtajte sliku i nacrtajte put svjetlosne zrake od predmeta do oka.



4. Zraka svjetlosti izlazi iz prizme okomito na bočnu plohu prizme, kako prikazuje slika. Precrtajte sliku te nacrtajte zraku u prizmi i prije ulaska u prizmu.



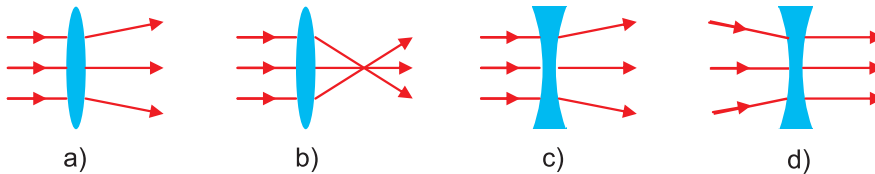
5. Optička prizma indeksa loma 1,5 nalazi se u tekućini indeksa loma 1,6. Na kojoj je od priloženih slika ispravno prikazan lom zrake svjetlosti na prizmi?



6. Svjetlosna zraka upada okomito na jednu plohu prizme. Ako je kut prizme 30° , a indeks loma 1,6, koliki je kut devijacije?
7. Jednakostranična staklena prizma postavljena je u položaj minimalne devijacije za zrake koje na nju upadaju pod kutom 53° . Odredite kut minimalne devijacije i indeks loma staklene prizme.
8. Koliki je minimalni kut devijacije staklene jednakostranične prizme?
9. Pod koji najmanjim kutem α mora upasti svjetlosna zraka na bočnu plohu staklene jednakostranične prizme da ne izađe iz prizme kroz drugu bočnu plohu?

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 $n_2 > n_1$?



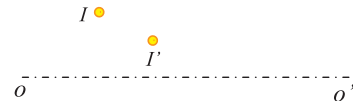
2. Slika uspravnog predmeta što je daje konvergentna leća bit će uspravna, ako je udaljenost predmeta od leće:

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

3. Slika dobivena pomoću divergentne leće može biti:

- realna i virtualna
- uspravna i obrnuta
- samo obrnuta
- samo uspravna.

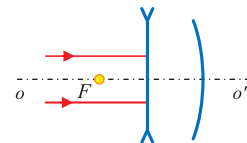
4. Na slici je oo' optička os leće, a I točkasti izvor svjetlosti i I' njegova slika. Precrtajte sliku te crtnjom odredite položaj leće i njezinih žarišta.



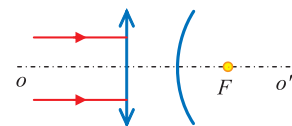
5. Na slici je oo' optička os leće, a I točkasti izvor svjetlosti i I' njegova slika. Precrtajte sliku te crtnjom odredite položaj leće i njezinih žarišta.



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. Neka leća daje od predmeta visokog 0,2 cm uspravnu sliku visuku 1 cm na udaljenosti 2 m od leće. 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

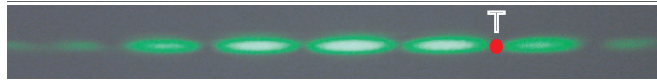
- Promatrajući spektar bijele svjetlosti dobiven pomoću prizme, vidimo da je kut loma:
 - veći za crvenu nego za zelenu svjetlost
 - manji za crvenu nego za zelenu svjetlost.
 - najveći za ljubičastu svjetlost.
 - najmanji za crvenu svjetlost.
- Indeks je loma žute svjetlosti:
 - veći od indeksa loma 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.
- Prolaskom kroz optičku prizmu svjetlosne zrake skreću u odnosu na upadni smjer (lome se). Skretanje je:
 - veće što je veća brzina svjetlosti
 - veće što je manja brzina svjetlosti.
 - neovisno o brzini svjetlosti
 - neovisno o kutu upadanja.
- 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.
- Uski snop bijele svjetlosti upada pod kutom 45° na planparalelnu ploču debelu 10 cm. Kolika je širina spektra na plohi nasuprot upadnoj, ako su indeksi loma ploče za krajnje valne duljine bijele svjetlosti 1,52 i 1,54?

Optički uređaji

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) Jakost leće kratkovidnog oka je „premala“
b) Jakost leće kratkovidnog oka je „prevelika“
c) Jakost leće dalekovidnog oka je „prevelika“
d) Žarišna daljina leće dalekovidnog oka je „premala“.
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?

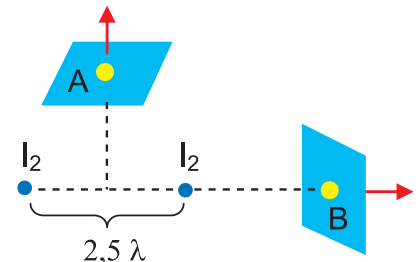
Interferencija svjetlosti

1. Na slici je prikazan rezultat interferencije zelene svjetlosti na Youngovim pukotinama. Ako je λ valna duljina svjetlosti, koliko se razlikuju putovi valova od pukotina do točke T?
- a) $\lambda/2$. b) λ . c) $3\lambda/2$. d) 2λ .

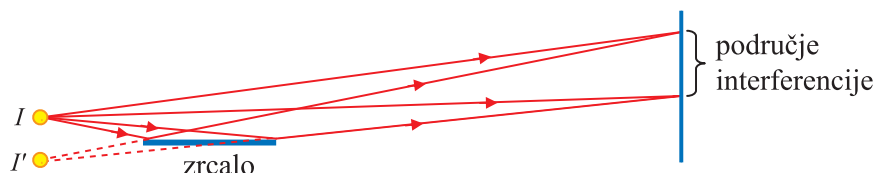


2. Obasjamo li Youngove pukotine bijelom svjetlošću, što ćemo vidjeti na zastoru?
- a) Dvije pruge bijele svjetlosti.
 b) Više pruga bijele svjetlosti.
 c) Pruge koje odgovaraju srednjoj valnoj duljini bijele svjetlosti.
 d) Pruge različitih boja.

3. Na slici su I_1 i I_2 koherentni izvori svjetlosti valne duljine λ , a A i B točke na zastoru. Ako zastore pomicemo 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?

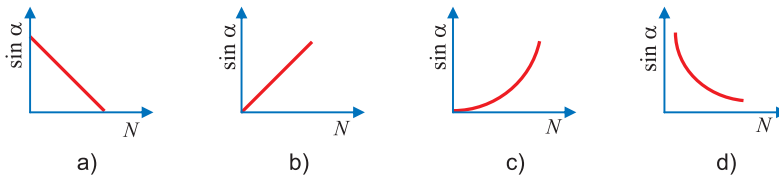


7. U Youngovu se pokusu dobije interferencijska slika crvene svjetlosti (650 nm) na zastoru koji je od pukotina udaljen 1,5 m. Kako bismo morali pomaknuti zastor da gustoća interferencijskih pruga ljubičaste svjetlosti (450 nm) bude jednaka gustoći pruga crvene svjetlosti prije pomicanja zastora?

Ogib svjetlosti

1. Kada paralelni snop monokromatske svjetlosti upada na vrlo usku pukotinu, na zastoru iza pukotine vidi se:
 - a) u upadnom smjeru svjetla 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 objiju strana upadnoga 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 se ogibnih pruga neće promijeniti.
 - d) gustoća se ogibnih pruga može povećati i smanjiti, što ovisi o boji svjetlosti.

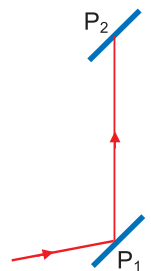
3. Koji od grafova najbolje prikazuje ovisnost sinusa ogibnog kuta o broju pukotina na milimetru duljine rešetke?



4. Kada okomito na optičku rešetku upada snop monokromatske svjetlosti valne duljine 600 nm, prvi se ogibni maksimum vidi pod kutom od 20° .
 - 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 4. Koliko se svijetlih pruga vidi na zastoru kada na rešetku upada plava svjetlost?
 - a) Dvije
 - b) Četiri
 - c) Osam
 - 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 α_1 kut ogiba u spektru 1. reda, a α_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?

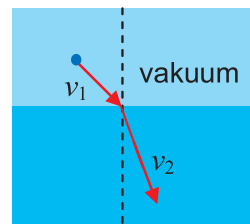
Polarizacija svjetlosti

- Koja je od navedenih tvrdnji u vezi s polarizacijom ispravna?
 - Polarizacija pokazuje da je svjetlost longitudinalni val.
 - Polarizacija pokazuje da je svjetlost val, ali ne i koji longitudinalni ili transverzalni.
 - Polarizacija se opaža pri refleksiji svjetlosti na granici prozirnog sredstva.
 - Polarizacija je moguća pri prolasku svjetlosti kroz optičku rešetku.
- Ispred oka držimo kružni polaroid i okrećemo ga oko osi okomite na njegovu ravnu plohu. Promjenu intenziteta svjetlosti možemo opaziti ako na polaroid upada svjetlost:
 - iz žarulje
 - iz svijeće
 - iz fluorescentne cijevi
 - odbijena od stakla.
- Svjetlosna zraka upada na dno prazne staklene posude i odbija se. Kada je kut između upadne i odbijene zrake α_0 , odbijena je zraka linearno polarizirana. Nalijemo li u posudu vodu, reflektirana zraka će biti linearno polarizirana ako je kut između upadne i odbijene zrake α . Za kutove α i α_0 vrijedi:
 - $\alpha > \alpha_0$
 - $\alpha < \alpha_0$
 - $\alpha = \alpha_0$.
- Brewsterov je kut na određenom prozirnem sredstvu:
 - veći za crvenu nego za plavu svjetlost
 - manji za crvenu nego za plavu svjetlost
 - jednak za crvenu i plavu svjetlost
 - može biti jednak za crvenu i plavu svjetlost, ali ne mora.
- U kojem su međusobnom položaju ravnina u kojoj leže upadna, lomljena i reflektirana zraka i ravnina titranja u reflektiranoj linearno polariziranoj zraci?
 - Okomitom
 - Paralelnom
 - Između okomitog i paralelnog
- Na slici je prikazana svjetlosna zraka koja upada na staklenu ploču P_1 , gdje se reflektira i nakon toga upada na staklenu ploču P_2 , paralelnu ploči P_1 . Ako zraka na ploču P_1 upada pod Brewsterovim kutom, na ploči P_2 neće biti refleksije:
 - ako je postavljena kao na slici
 - ako je zakrenemo oko osi okomite na ravninu papira za 90° u odnosu na položaj prikazan na slici
 - ako je zakrenemo oko vertikalne osi za 90° u odnosu na položaj prikazan na slici
 - ako je zakrenemo oko vertikalne osi za 180° u odnosu na položaj prikazan na slici.
- Brewsterov kut za neko prozirno sredstvo iznosi 60° . Kolika je brzina svjetlosti u tom sredstvu?
- Svjetlost upada pod određenim kutom na površinu jezera, pri čemu dolazi do refleksije i loma. Koliki će biti kut loma ako je reflektirana svjetlost potpuno polarizirana?
- Zraka svjetlosti upada na prozirno sredstvo, gdje se lomi i reflektira. Kut loma iznosi 30° . Koliki je indeks loma sredstva ako je reflektirana zraka totalno polarizirana?



Put do spoznaje da je svjetlost elektromagnetski val

1. Na slici je prikazano objašnjenje loma svjetlosti pri prijelazu iz vakuuma u drugo prozirno sredstvo pomoću Newtonove korpuskularne teorije. Prozirno sredstvo u koje svjetlost upada djeluje gravitacijski na česticu, što urokuje povećanje njezine brzine i skretanje u odnosu na upadni smjer.



- Skretanje i promjena brzine čestice su u skladu s opažanjima u pokusu
- Skretanje i promjena brzine čestice nisu u skladu s opažanjima u pokusu
- Samo je skretanje čestice u skladu s opažanjima u pokusu
- Samo je promjena brzine čestice u skladu s opažanjima u pokusu.

2. Fizičari su shvatili da je svjetlost val:

- kada su pod mikroskopom vidjeli titranje u svjetlosnom valu
- nakon otkrića interferencije
- nakon otkrića polarizacije
- nakon određivanja njezine brzine.

3. Iz ogibne slike:

- ne možemo zaključiti je li svjetlost transverzalni ili longitudinalni val
- možemo zaključiti da je svjetlost longitudinalni val
- možemo zaključiti da je svjetlost transverzalni val
- možemo zaključiti da brzina svjetlosti ima veliki iznos.

4. Na zaključak da je svjetlost:

- transverzalni val upućuju njegovi bregovi i dolovi koji se vide pod mikroskopom
- longitudinalni val upućuju zgušnjenja (ogibni maksimumi) i razrjeđenja (ogibni minimumi)
- longitudinalni val upućuje činjenica da se ne lomi kada upada okomito na granicu prozirnih sredstava
- transverzalni val upućuje promjena intenziteta svjetlosti koja se javlja kada svjetlost prolazi redom kroz dva kristala, pri čemu se jedan od njih zakreće oko smjera širenja svjetlosti.

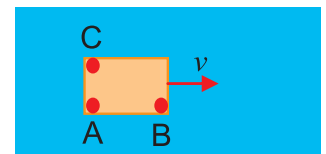
5. Hertz je u svojim pokusima elektromagnetske valove detektirao pomoću kružne antene, što znači da je njihova:

- valna duljina bila manja od valne duljine svjetlosti
- valna duljina bila veća od valne duljine svjetlosti
- frekvencija bila veća od frekvencije svjetlosti
- frekvencija bila jednaka frekvenciji svjetlosti.

6. Da bi odredio brzinu svjetlosti, danski astronom Olaf Römer je 1675. god. mjerio vremenske intervale između dvaju uzastopnih izlazaka Jupiterova mjeseca iz sjene. Dok se Zemlja na putu oko Sunca udaljava od Jupitera, ti intervali postaju sve dulji, jer je svjetlosti potrebno sve više vremena da stigne do Zemlje. Römer je zbrojio sva vremenska produljenja uzrokovana pomakom Zemlje iz najbližeg u najudaljeniji položaj u odnosu na Jupiter i dobio 22 min. Međusobna je udaljenost tih položaja jednaka promjeru Zemljine putanje oko Sunca, koji je prema tadašnjim mjerjenjima iznosio 284 milijuna kilometara. Kolika je brzina svjetlosti prema navedenim mjernim podacima?

Konstantnost brzine svjetlosti

- Ante i Luka igraju stolni tenis u vlaku koji se giba stalnom brzinom. Ante udara lopticu u smjeru gibanja broda, a Luka u suprotnom smjeru. Da bi prebacio lopticu preko mreže, Luka:
 - mora udarati lopticu većom snagom nego Ante.
 - mora udarati lopticu manjom snagom nego Ante.
 - i Ante moraju udarati lopticu jednakom snagom.
 - i Ante mogu udarati lopticu jednakom snagom samo kada je brzina broda mala.
- Lara i Zvonimir dobacuju se loptom u brodu koji plovi stalnom brzinom u smjeru sjever-jug. Spojnica Larina i Zvonimirova položaja leži na pravcu istok-zapad. Da bi loptu dobacio do Lare, Zvonimir je:
 - mora izbaciti duž pravca istok-zapad.
 - može izbaciti duž pravca istok-zapad samo kada je brzina broda mala.
 - mora izbaciti ukoso prema pravcu istok-zapad.
 - mora izbaciti ukoso prema pravcu istok-zapad samo kada je brzina broda velika.
- Dok stoji u tramvaju koji se giba stalnom brzinom, osobi A ispadne iz ruke novčić. Gibanje novčića promatra i osoba B koja se nalazi pokraj tramvajske pruge. Novčić se za:
 - obje osobe giba po vertikalnoj putanji.
 - obje osobe giba po paraboličnoj putanji.
 - osobu A giba po verikalnoj putanji, a za osobu B po paraboličnoj.
 - osobu A giba po verikalnoj putanji, a za osobu B po kosoj.
- Po horizontalnoj palubi broda A, koji plovi stalnom brzinom 5 m s^{-1} , zakotrljamo loptu brzinom 2 m s^{-1} u smjeru gibanja broda. Brod B giba se usporedno s brodom A jednakom brzinom i u istom smjeru. Brzina lopte s obzirom na brod B iznosi:
 - 2 m s^{-1}
 - 3 m s^{-1}
 - 5 m s^{-1}
 - 7 m s^{-1} .
- Vagon se vlaka giba stalnom brzinom v u smjeru istok-zapad. Osoba A, koja se nalazi u vagonu, emitira dva svjetlosna signala. Prvi u smjeru istok-zapad, a drugi u smjeru sjever-jug. Ako je osoba A mjerenjem utvrdila da je brzina širenja signalâ c , osoba B, koja stoji uz prugu, utvrdit će da je brzina širenja:
 - prvog signala $c + v$, a drugoga $\sqrt{c^2 + v^2}$
 - prvog signala $c - v$, a drugoga $\sqrt{c^2 + v^2}$
 - prvog signala $c + v$, a drugoga c
 - obaju signala c .
- Što su od navedenoga mogli zaključiti Michelson i Morley nakon izvođenja pokusa?
 - Da je prostor ispunjen eterom.
 - Da je brzina svjetlosti najveća u referentnom sustavu vezanom za eter.
 - Da brzina svjetlosti ovisi o brzini gibanja mjerača.
 - Da brzina svjetlosti ne ovisi o brzini gibanja mjerača.
- Splav pravokutnog oblika duljine $|AB|=8 \text{ m}$ i širine $|AC|=6 \text{ m}$ plovi niz rijeku brzinom $v = 1 \text{ m s}^{-1}$ (slika). Čovjek na splavi se pomakne za 5 s iz položaja A u: a) položaj B, b) položaj C. Odredite brzinu i put čovjeka s obzirom na obalu u obama slučajevima.



Produljenje vremenskog intervala i skraćenje duljine

- Vrijeme života neke čestice mjere promatrači A i B, pri čemu se čestica i promatrač B gibaju brzinom $0,9 c$ prema promatraču A. Ako je vlastito vrijeme života čestice T , a za promatrače A i B iznosi T_A i T_B , što od navedenoga vrijedi?
a) $T_A > T > T_B$ b) $T_A > T = T_B$ c) $T_A = T < T_B$ d) $T_A < T = T_B$.
- Čestica se giba od promatrača A prema promatraču B. Ako je vlastito vrijeme života čestice T , a za promatrače A i B iznosi T_A i T_B , što od navedenoga vrijedi?
a) $T_A > T > T_B$ b) $T_A < T < T_B$ c) $T_A = T_B < T$ d) $T_A = T_B > T$.
- Jedan od blizanaca na svoj dvadeseti rođendan otputuje svemirskim brodom brzinom $0,8 c$. Koji će on rođendan slaviti kada mu brat na Zemlji napuni 50 godina?
- Mjerenjem je utvrđeno da neka čestica za vrijeme života preleti 6 km. Kolikom se brzinom giba čestica ako njezino vlastito vrijeme života iznosi $2 \mu\text{s}$? Rezultat iskažite preko brzine svjetlosti u vakuumu (c).
- Putnik u svemirskom brodu, koji prolazi pokraj Zemlje, izvodi pokus i utvrdi da neki proces traje $2 \cdot 10^{-5}$ s. Promatrač sa Zemlje mu javlja da je proces trajao $3 \cdot 10^{-5}$ s. Koliki je put brod prešao u odnosu na Zemlju za vrijeme trajanja procesa?
- Gibajući štap:
a) uvijek je kraći od mirujućeg.
b) kraći je od mirujućeg samo kada se giba u smjeru duljine.
c) kraći je od mirujućeg samo kada se giba okomito na smjeru duljine.
d) najkraći je kada se giba u smjeru duljine.
- Duljina vagona koji stoji na tračnicama jednaka je duljini putničke čekaonice i iznosi L_0 . Kada isti vagon prolazi velikom brzinom pokraj čekaonice, njegova duljina za putnike u čekaonici iznosi $0,8 L_0$. Za putnike u vagonu duljina čekaonice iznosi:
a) $0,8 L_0$ b) L_0 c) $1,2 L_0$ d) $1,6 L_0$.
- Jednakokrani pravokutni trokut ima površinu 8 cm^2 . Koliki je opseg tog trokuta kada se giba brzinom $0,6 c$ u smjeru katete?
- Kada je u mirovanju, tijelo ima oblik kocke obujma 1 m^3 . Koliki bi bio obujam tijela kada bi se gibalo brzinom $0,6 c$? Ovisi li rezultat o obliku tijela i o smjeru brzine?
- Dok leži u x,y -ravnini, lik nepravilna oblika ima površinu 10 cm^2 . Kolika bi bila površina lika kada bi se gibao brzinom $0,8 c$ u: a) x,y -ravnini, b) u smjeru z osi?

Lorentzove transformacije i relativističko zbrajanje brzina

1. Opažamo da se galaktika A udaljuje brzinom $0,3 c$, a galaktika B u suprotnom smjeru brzinom $0,4 c$. Koliku bi brzinu galaktika izmjerio opažač koji se giba brzinom jednakom brzini galaktike A?
2. Neka se čestica giba u smjeru x osi pravokutnog koordinatnog sustava S te za $2 \mu\text{s}$ prijeđe put od 500 m. Drugi pravokutni koordinatni sustav S' postavljen je tako da mu se x' os poklapa s x osi sustava S, a preostale su mu dvije osi paralelne s odgovarajućim osima sustava S. Sustav S' giba se brzinom $1,8 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$ u smjeru x osi.
 - a) Koliki je put prešla čestica za motritelja u sustavu S'?
 - b) Koliko je za tog motritelja trajalo gibanje čestice?
3. Na koji se oblik svode Lorentzove transformacije kada je relativna brzina gibanja sustava S i S' mnogo manja od brzine svjetlosti ($v \ll c$)?
 - a) $x' = x - vt, t' = t - \frac{x}{c}$
 - b) $x' = vt, t' = t - \frac{x}{c}$
 - c) $x' = x - vt, t' = t$
 - d) $x' = x, t' = t - \frac{x}{v}$
4. Ako se za motritelja u laboratoriju dva elektrona gibaju jedan prema drugome brzinama v_1 i v_2 , što od navedenoga vrijedi za brzinu (v) približavanja elektrona:
 - a) $v = v_1 + v_2$
 - b) $v = v_1 - v_2$
 - c) $v > v_1 + v_2$
 - d) $v < v_1 + v_2$.
5. Brzina približavanja dvaju elektrona u nekom sredstvu indeksa loma:
 - a) $n = 1$ može biti jednaka brzini svjetlosti u tom sredstvu.
 - b) $n > 1$ ne može biti jednaka brzini svjetlosti u tom sredstvu.
 - c) $n > 1$ ne može biti veća od brzine svjetlosti u tom sredstvu.
 - d) $n > 1$ može biti veća od brzine svjetlosti u tom sredstvu.
6. Iz svemirskog broda, koji se udaljava od Zemlje, ispaljena je raketa u smjeru gibanja broda brzinom $0,7 c$. Brzina rakete za opažača na Zemlji je $0,9 c$. Kolika je brzina broda?
7. Motritelj na Zemlji vidi da se svemirski brod od njega udaljava brzinom $2 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$. S broda je ispaljena raketa koja je programirana tako da se na Zemlju mora vratiti brzinom $1,3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$. Kolika je brzina rakete s obzirom na svemirski brod?
8. Svemirski se brod udaljava od Zemlje brzinom $0,6 c$ i ispali laserski puls prema Zemlji. Kolika je brzina pulsa s obzirom na Zemlju?
9. Kapetan svemirskog broda opaža da se prema njemu približava drugi svemirski brod brzinom $0,8 c$. Koliko iznose brzine brodova s obzirom na promatrača na Zemlji ako su jednakih iznosa i suprotnih smjerova?

Relativistička količina gibanja i relativistička energija

- Što od navedenoga vrijedi za relativističku količinu gibanja (p) tijela mase m koje se giba brzinom v ?
a) $p > mv$ b) $p = mv$ c) $p < mv$ d) $p \ll mv$.
- Elektron se ubrzava iz mirovanja silom od $3 \cdot 10^{-24}$ N. Izračunajte količinu gibanja i brzinu elektrona nakon 1 000 s.
- Mirna jezgra bizmuta, u kojoj se nalazi 210 protona i neutrona, izbacuje elektron (beta raspad) i pritom se trzne brzinom $1\,500 \text{ m s}^{-1}$. Kolikom je brzinom elektron izletio iz jezgre?
- Ako su energije fotona (čestice svjetlosti) i elektrona jednake, količina gibanja fotona:
a) manja je od količine gibanja elektrona.
b) veća je od količine gibanja elektrona.
c) jednaka je količini gibanja elektrona.
d) može biti jednaka količini gibanja elektrona, ali ne mora.
- Ako je m masa tijela, a c brzina svjetlosti u vakuumu, kolika je najmanja energija (E) što je tijelo može imati?
a) $E = 0$ b) $0 < E < mc^2$ c) $E = mc^2$ d) $E > mc^2$.
- Kolika je ukupna energija elektrona ako mu je kinetička energija dvostruko veća od energije mirovanja? Rezultat iskažite preko mc^2 , gdje je m masa elektrona, a c brzina svjetlosti u vakuumu. Kolika je tada brzina elektrona?
- Koliko se puta poveća energija čestice kada se iz mirovanja ubrza do brzine $0,8 c$?
- Energija fotona jednaka je ukupnoj energiji protona, pri čemu svaka od njih iznosi 7 GeV. Izračunajte količinu gibanja:
a) protona b) fotona.
- Masa produkata eksplozije nuklearne bombe manja je za 0,1% od mase eksplozivne tvari. Koliko se energije oslobodi eksplozijom ako masa eksplozivne tvari iznosi 3 kg?
- Kolika je količina gibanja elektrona kojemu je ukupna energija tri puta veća od energije mirovanja? Rezultat iskažite preko mc , gdje je m masa elektrona, a c brzina svjetlosti u vakuumu.
- Duljina rakete pri gibanju iznosi 80% njezine vlastite duljine. Koliko je puta ukupna energija rakete veća od energije mirovanja?
- Koliku bi najmanju kinetičku energiju morao imati elektron da bi se u staklu indeksa loma 1,52 gibao brže od svjetlosti?
- Mirna jezgra željeza, koja ima 26 protona i 31 neutron, emitira foton energije 14 keV. Izračunajte količinu gibanja i kinetičku energiju jezgre nakon emitiranja fotona.