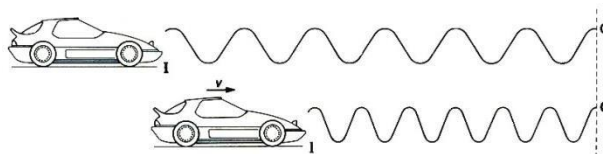


## PITANJA IZ ZVUKA, EM. VALOVA I ZRCALA

1. Kako se prenosi zvuk kroz zrak i kako nastaje osjet zvuka?
2. Što su zvučni valovi? Koje valove čuje ljudsko uho? Što je infrazvuk a što ultrazvuk?
3. O čemu ovisi brzina zvuka? Kako se računa (napišite i objasnite) brzina zvuka na zategnutim žicama?
4. Kako se računa (napišite i objasnite) brzina zvuka u elastičnim sredstvima?
5. Kako se računa (napišite i objasnite) brzina zvuka u plinovima?
6. Kakva je ovisnost (napišite i objasnite) brzine zvuka o temperaturi plina?
7. U kojem je plinu na jednakoj temperaturi brzina zvuka veća: u  $H_2$  ili u  $CO_2$ ? Koliko puta?
8. Što je prost a što složeni zvuk? Koje su njihove osobitosti? Što su viši harmonici?
9. Što su tonovi i po čemu se razlikuju? O čemu ovisi visina a o čemu boja tona?
10. U čemu se HI-FI uređaj razlikuje od običnog uređaja za reprodukciju zvuka?
11. Što je ultrazvuk i *tko* ga proizvodi?
12. Koja je razlika između zvuka i ultrazvuka? Kako se proizvodi ultrazvuk?
13. Objasnite dobivanje ultrazvuka postupkom elektrostrikcije i postupkom magnetostrikcije.
14. Navedite nekoliko primjera primjene ultrazvuka. Koje su prednosti ultrazvuka u praktičnoj primjeni? (Razjasnite!)
15. Što je osnova za primjenu ultrazvuka u dijagnostici srca i krvnih žila? (Razjasnite!)
16. Što je jakost zvuka i kojom se jedinicom izračunava?
17. Kolike su granice čujnosti (prema jakosti zvuka)?
18. Koliki je najmanji intenzitet zvuka koji možemo čuti? Što je granica boli?
19. Što je razina jakosti a što glasnoća zvuka? Koje su jedinice za te veličine?
20. Kakva je veza između jakosti (objektivne) zvuka i razine jakosti (subjektivne jakosti) zvuka? Kojim se jedinicama izražavaju?
21. Što je razina jakosti zvuka? Kako se (pojasnite) definira decibel?
22. Kako se računa razina jakosti zvuka? Kakva je razlika između decibela ( $dB$ ) i decifona ( $dph$ )?
23. Što je zvučna rezonancija? Objasnite je na primjeru glazbene vilice i njenog rezonatora. Što je i čemu služi rezonantna kutija?
24. Kako nastaju stojni valovi zvuka? Navedite i objasnite primjer stojnih valova u glazbalima sa zategnutim žicama.
25. Izvedite i objasnite opći izraz za frekvenciju stojnog vala koji nastaje u napetoj žici učvršćenih krajeva. Kolike su frekvencije viših harmonika u odnosu prema osnovnoj frekvenciji  $f_1$ ?
26. Prilikom ugađanja klasične gitare, ako želimo da se frekvencija žice povećava, trebamo:
  - a) jače zategnuti žicu tj. povećati njezinu napetost,
  - b) jače zatitrati žicu,
  - c) otpustiti tj. smanjiti napetost žice,
  - d) slabije zatitrati žicu,
  - e) ništa od navedenog jer se frekvencija žice nikako ne može promijeniti.
27. Zategnuta žica ima duljinu  $l$ . Izračunajte (uz shematski prikaz) minimalnu frekvenciju stojnog zvučnog vala koji može nastati u žici ako je  $v$ -brzina vala.
28. Kako glasi formula za osnovnu frekvenciju stojnog vala na žici učvršćenoj na oba kraja? Je li to najmanja moguća frekvencija kojom može titrati žica?

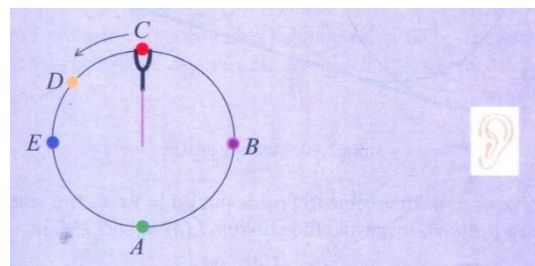
29. Koliko će se promijeniti frekvencija osnovnog tona žice ako sredinu žice pritisnemo prstom tako da je na tome mjestu učvrstimo?
30. Navedite i objasnite primjer stojnih valova pri titranju štapa slobodnih krajeva.
31. Navedite i objasnite primjer stojnih valova pri titranju štapa učvršćenog na jednom kraju.
32. Navedite i objasnite primjer stojnih valova pri titranju štapa učvršćenog u središtu.
33. Navedite i objasnite primjer stojnih valova u glazbalima sa zračnim stupcem (svirale).
34. Kolika je osnovna frekvencija tona otvorene svirale (odgovorite uz shematski prikaz) u usporedbi s frekvencijom tona zatvorene svirale jednake duljine?
35. Što je Dopplerov učinak. U čemu se sastoji (pojasnite) Dopplerov učinak?
36. Objasnite karakteristične slučajeve Dopplerovog učinka. Što se događa kada se izvor kreće a promatrač miruje? Što se događa ako se promatrač kreće a izvor miruje?
37. Što se događa (razjasnite) ako se kreću izvor i promatrač? Kako glasi Dopplerova formula za slučaj kada se izvor zvuka i prijammnik (slušatelj) približavaju a kako kada se udaljavaju jedan od drugoga?
38. Objasni pojavu prikazanu na slici.



39. Opišimo sliku (desno). Kakva je veza između valne duljine zvuka koji emitira sirena jurećeg automobila s valnim duljinama zvuka što ga čuje motritelj ispred i iza automobila?

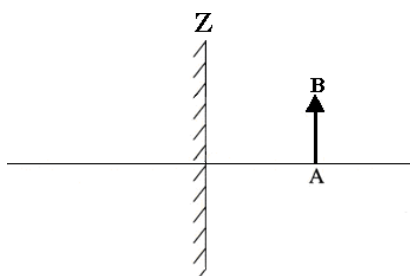


40. Glazbena viljuška emitira ton i vrti se jednoliko po kružnici kako prikazuje slika. U kojoj se točki (obrazložite) nalazi viljuška kada udaljeni učenik uhom registrira:
  - a) najviši ton,
  - b) najniži ton?

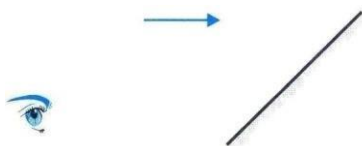


41. Objasnite pojavu poznatu kao "zvučni zid".
42. Objasnite Machov stožac i pojam "nadzvučna brzina".
43. Koji naboj stvara magnetsko polje a koji stvara elektromagnetsko polje?
44. Što je otvoreni titrajni krug? Što je elektromagnetski val i čime je određena njegova frekvencija? Objasnite povezanost veličina titrajnog sustava i njime stvorene valne duljine elektromagnetskog zračenja.
45. Objasnite nastanak elektromagnetskih valova.
46. Objasnite narav elektromagnetskih valova. Što titra u elektromagnetskom valu?
47. Grafički prikažite i objasnite električno i magnetsko polje u elektromagnetskom valu.
48. Što znači da je elektromagnetski val polariziran?
49. Kako glasi Maxwellova formula za brzinu elektromagnetskih valova (u vakuumu i nekom mediju)?
50. Što je intenzitet EM vala i o čemu ovisi?
51. Što zovemo elektromagnetskim spektrom i koje su vrste elektromagnetskog zračenja?
52. Navedite osnovna područja elektromagnetskog spektra.

53. Kolike su valne duljine radio valova i gdje se oni primjenjuju?
54. Koji radiovalovi mogu doći izravno od predajnika do prijammnika a da prijammnik ne "vidi" predajnik?
55. Tko će prije čuti zvukove rock-koncerta: gledatelj koji je  $100m$  udaljen od rock-sastava ili slušatelj radija čije je uho tik uz zvučnik radija? (Pojasnite odgovor!)
56. Što su mikrovalovi i gdje se primjenjuju?
57. Što je infracrveno zračenje i gdje se primjenjuje?
58. U čemu se međusobno razlikuju svjetlosti različitih boja? Koja svjetlost ima najveću a koja najmanju valnu duljinu?
59. Što je ultraljubičasto zračenje, koja su im svojstva i u čemu je problem ozonskih rupa?
60. Kako se u geometrijskoj optici opisuje gibanje svjetlosti?
61. Navedite (iskazite) osnovne zakone geometrijske optike.
62. Zbog čega nastaju sjenke i polusjenke?
63. Kako glasi zakon neovisnosti prostiranja svjetlosti?
64. Kako glasi zakon refleksije svjetlosti?
65. Kakva je razlika između refleksije paralelnog svjetlosnog snopa na glatkoj i na hrapavoj površini?
66. Što je difuzna refleksija?
67. Koliki mora biti (i zašto) kut upada zrake svjetlosti na ravno zrcalo da ona bude okomita na reflektiranoj zraci?
68. Što su ravna zrcala? Što se može reći o slici nekog predmeta koju daje ravno zrcalo?
69. Je li slika predmeta u ravnom zrcalu realna ili virtualna? Zašto?
70. Grafički prikažite i objasni narav slike u ravnom zrcalu.
71. Objasnite (grafički) kako se dobija slika predmeta u ravnom zrcalu?



72. Crtež prikazuje predmet (strelicu) i ravno zrcalo. Hoće li promatrač čije je oko prikazano na crtežu (zjenica je crna točka) vidjeti potpunu sliku strelice u zrcalu? Naznačite na crtežu put svjetlosti od predmeta do promatrača kao obrazloženje svog odgovora.



73. Na osnovi jednadžbe sfernog zrcala izvedite jednažbu za ravno zrcalo.
74. Napišite i objasnite jednadžbu za konkavno i konveksno sferno zrcalo.
75. Zašto je zubaru pri pregledu zuba konkavno zrcalo pogodnije od ravnog ili konveksnog? (Obrazložite odgovor!)
76. Predmet se nalazi ispred konkavnog zrcala na rastojanju manjem od žarišne daljine. Grafički odredite položaj i narav slike.

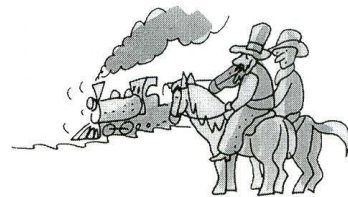
77. Predmet se nalazi ispred konkavnog zrcala na rastojanju većem od žarišne daljine a manjem od polumjera zrcala. Grafički odredite položaj i narav slike.
78. Predmet se nalazi ispred konkavnog zrcala na rastojanju većem od polumjera zrcala. Grafički odredite položaj i narav slike.
79. Predmet se nalazi ispred konveksnog zrcala. Grafički odredite položaj i narav slike.
- 

## RAZLIČITI ZADACI ZA VJEŽBU

80. Kolike su najmanja i najveća valna duljina koje čovjek može čuti, uz pretpostavku da je brzina zvuka u zraku  $340\text{m/s}$ ?
81. Tenor pri pjevanju proizvodi zvuk frekvencije  $150\text{Hz} - 470\text{Hz}$ . Odredite pripadno područje valnih duljina ako se zvuk zrakom širi brzinom  $340\text{m/s}$ .
82. Žica duljine  $70\text{m}$  i mase  $m_1 = kg$ , učvršćena na jednom kraju, zategnuta je tegom mase  $m_2 = 4kg$ . Za koliko vremena će transverzalni val proizveden na jednom kraju stići do drugog kraja žice?
83. Uže mase  $10kg$  dugačko je  $2\text{m}$ . Kolika mora biti sila napetosti užeta da bi brzina valova uzduž užeta bila  $4\text{m/s}$ ?
84. Dvije žice imaju jednake duljine. Jedna žica ima dva puta veću masu od druge žice ali je napetost te žice tri puta manja. Koliki je omjer brzina širenja valova u tim žicama?
85. Kroz metalnu šipku gustoće  $7\text{g/cm}^3$  prostire se longitudinalni val frekvencije  $7000\text{Hz}$  i valne duljine  $70\text{cm}$ . Koliki je Youngov modul elastičnosti tog metala?
86. Koja je brzina zvuka u zraku na temperaturi:  $t = 327^\circ\text{C}$  i apsolutnoj nuli? ( $v_0 = 331\text{m/s}$ )
87. Udar groma čuli smo  $5\text{s}$  nakon bljeska munje. S obzirom na to da svjetlost gotovo trenutno stiže do motritelja, izračunajmo udaljenost do mjesta udara groma ako je temperatura zraka  $23^\circ\text{C}$ . ( $v_0 = 331\text{m/s}$ )
88. Koliko se promijeni brzina zvuka u zraku ako se temperatura povisi za  $10^\circ\text{C}$ ? ( $v_0 = 331\text{m/s}$ )
89. Koliko se (u postotcima) poveća brzina zvuka u nekom plinu ako mu se temperatura povisi za  $10\%$ ?
90. Izračunati brzinu zvuka u heliju temperature  $800^\circ\text{C}$  i tlaka  $2,5$  bara. ( $M_{\text{He}} = 4\text{g/mol}$ ;  $R = 8,31\text{J/molK}$ ;  $\kappa = 1,66$ )
91. Glazbena viljuška napravi u zraku  $284$  titraja u sekundi. Izračunati valnu duljinu zvuka emitiranog na  $25^\circ\text{C}$ . Uzeti da je brzina zvuka u zraku, pri  $0^\circ\text{C}$ ,  $v_0 = 331\text{m/s}$ .
92. Na koncertu rock-skupine izmjeren je srednji intenzitet zvuka od  $5\text{W/m}^2$ . Kolika energija (izračunajte) je prenesena na bubnjić uha površine  $0,5\text{cm}^2$  ako je koncert trajao  $2$  sata?
- a)  $1,8\text{J}$                       b)  $18\text{kJ}$                       c)  $5\text{J}$                       d)  $0,5\text{mJ}$
93. Izračunati jakost zvuka u zraku uz normalne uvjete ( $0^\circ\text{C}$ ;  $v_0 = 331\text{m/s}$ ) ako je njegova frekvencija  $800\text{Hz}$  i amplituda  $0,001\text{cm}$ . Gustoća je zraka  $\rho = 1,29\text{g/dm}^3$ .

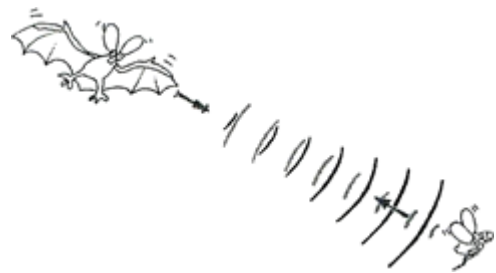


112. Žica dugačka  $9m$  učvršćena je na krajevima. Žicu se zatitra tako da se njom širi transverzalni val te se na njoj formira stojni val s četiri čvora (računajući i krajeve). Koliko iznosi valna duljina vala kojim je žica zatitrana? (Izračunajte i zaokružite odgovor!)
- a)  $3m$                       b)  $4,5m$                       c)  $6m$                       d)  $9m$
113. Koju najmanju duljinu mora imati stup zraka u cilindričnoj posudi da bi mogao maksimalno pojačati zvuk što ga proizvodi glazbena vilica frekvencije  $512Hz$ ? Brzina je zvuka u zraku  $340m/s$ .
114. U zračnom stupcu duljine  $\ell$ , otvorenom na jednom kraju, može nastati zvučni stojni val maksimalne valne duljine (prikažite shematski pa odredite):
- a)  $4\ell$ ,                      b)  $\frac{4}{3}\ell$ ,                      c)  $\frac{4}{5}\ell$ ,                      d)  $2\ell$ ,                      e)  $\ell$ .
115. Odredite frekvenciju i valnu duljinu osnovnog tona i prvog višeg harmonika za otvorenu sviralu dugu  $76cm$ . Uzeti da je brzina zvuka u zraku  $340m/s$ .
116. Glazbenu viljušku frekvencije  $550Hz$  držimo iznad otvorenog kraja cijevi u kojoj je zrak i koja je s donje strane zatvorena. Pretpostavimo li da je brzina zvuka u zraku  $330m/s$  do rezonancije između glazbene viljuške i stupca zraka doći će ako je duljina stupca zraka: (Izračunajte i zaokružite odgovor!)
- a)  $5cm$ ,                      b)  $10cm$ ,                      c)  $15cm$ ,                      d)  $20cm$ .
117. U svirali duljine  $1,2m$  nalazi se zrak. Neka je brzina zvuka u zraku  $347m/s$ . Odredite minimalnu frekvenciju titranja stupca zraka ako je svirala otvorena na obadva kraja. Odredite minimalnu frekvenciju titranja stupca zraka ako je svirala zatvorena na jednom kraju.
118. Frekvencija zvižduka lokomotive je  $1000Hz$ . Koju frekvenciju čuju farmeri pokraj pruge prema kojima se vlak približava brzinom  $40m/s$  ako je poznato da je brzina zvuka u zraku  $340m/s$ ?



119. Dva vlaka se kreću jedan prema drugome brzinama  $7km/h$  i  $54km/h$ . Svirala lokomotive prvog vlaka daje zvuk frekvencije  $600Hz$ . Odredite frekvenciju zvuka kojeg prima putnik drugog vlaka pred susret i nakon susreta vlakova. Uzeti da je brzina zvuka u zraku  $340m/s$ .
120. Mlazni zrakoplov nadlijeće u niskom letu promatrača koji čuje zvuk frekvencije  $f' = 1,5 \cdot 10^4 Hz$  pri nailasku zrakoplova a frekvencije  $f'' = 10^3 Hz$  pri njegovom udaljavanju. Izračunati brzinu zrakoplova uzimajući za brzinu zvuka u zraku  $v = 330m/s$ .
121. Brodski ultrazvučni radar ima frekvenciju  $40kHz$ . Krećući se prema obali, na brodu se registriraju reflektirani zvučni valovi frekvencije  $41,2kHz$ . Kolika je brzina broda? Smatrati da je brzina zvuka u zraku  $335m/s$ .
122. Metak se giba brzinom  $200m/s$  prema promatraču. Za koliko se promijeni frekvencija zvuka što ga proizvodi metak u momentu kada se metak nađe pored promatrača? Brzina je zvuka u zraku  $340m/s$  a frekvencija  $400Hz$ .
123. Šišmiš leti okomito od stijene brzinom  $8,5m/s$  pri čemu proizvodi zvuk frekvencije  $45kHz$ . Kolika je frekvencija zvuka koji prima šišmiš? Brzina je zvuka u zraku  $340m/s$ .

124. Šišmiš u letu brzinom  $5m/s$  emitira prema kukcu ultrazvučni snop frekvencije  $40kHz$ . Ultrazvuk reflektiran od kukca dolazi natrag do šišmiša i pritom ima frekvenciju  $40,4kHz$ . Kolika je brzina kukca (na slici)? Brzina je zvuka u zraku  $v = 335m/s$ .



125. Kolika bi morala biti brzina promatrača koji bi crveno svjetlo na semaforu ( $f_c = 4,688 \cdot 10^{14}Hz$ ) vidio zeleno? ( $f_z = 5,555 \cdot 10^{14}Hz$ )
126. Kolika je valna duljina elektromagnetskog vala frekvencije  $526,3MHz$ ?
127. Valna duljina elektromagnetskih valova u zraku (vakuumu) je  $1m$ . Kolika će biti valna duljina kad val pređe u led relativne električne permitivnosti  $\epsilon_r = 2,2$  i relativne magnetne permeabilnosti  $\mu_r \approx 1$ ?
128. Brzina prostiranja ravnog elektromagnetskog vala kroz vodu iznosi  $c/9$  ( $c$  - brzina  $EM$  valova u vakuumu). Kolika je relativna električna permitivnost vode ako je relativna magnetna propustljivost za vodu  $\mu_r \approx 1$ ?
129. Elektromagnetski val frekvencije  $10MHz$ , maksimalne jakosti  $E_0 = 10V/m$ , širi se kroz zrak.
- Odredite valnu duljinu i period.
  - Napišite izraz za električno polje i odredite trenutnu vrijednost polja na udaljenosti  $x = \lambda/4$  od ishodišta u vremenu  $t = T/3$ .
130. Rezonantni električni titrajni krug podešen na valnu duljinu  $\lambda$  nekog elektromagnetskog vala ima induktivitet  $10\mu H$ , kapacitet  $0,025nF$  i otpor od  $0,01\Omega$ . Kolika je valna duljina vala?
131. Antena dugačka  $60cm$  odašilje elektromagnetske valove valne duljine jednake dvostrukoj duljini antene. Izračunati frekvenciju elektromagnetskog vala ako se antena nalazi u mediju relativne permitivnosti  $\epsilon_r = 4$  i relativne permeabilnosti  $\mu_r = 1$ .
132. Izračunajte valnu duljinu i brzinu širenje elektromagnetskog vala frekvencije  $10^{14}Hz$  u sredstvu za koje je  $\epsilon_r = 61$  a  $\mu_r = 1,005$ .
133. Titrajni krug se sastoji od zavojnice induktiviteta  $35mH$  i kondenzatora kapaciteta  $100\mu F$  na kojem je maksimalni napon  $12V$ . Odredite maksimalnu vrijednost jakosti struje, naboj i energiju titrajnog kruga.
134. Zraka svjetlosti koja se odbija od ravnog zrcala s upadnom zrakom zatvara kut  $60^\circ$ . Ako zrcalo okrenemo tako da odbijena zraka s istom upadnom zrakom zatvara kut  $20^\circ$ , za koliki smo kut zakrenuli zrcalo? Izračun provesti uz grafički prikaz!
135. Koliku najmanju visinu  $x$  treba imati ravno zrcalo postavljeno na zidu da bi se u njemu osoba visine  $1,72m$  mogla vidjeti, ako se oči osobe nalaze na visini  $1,60m$  od ravnine poda?
136. Konkavno zrcalo polumjera  $40cm$  daje realnu i obrnutu sliku povećanja  $-1/2$ . Odredite položaj predmeta i slike.
137. Gumena lopta se drži na visini  $4m$  iznad konkavnog sfernog zrcala radijusa zakrivljenosti  $1,5m$ . U određenom trenutku lopta se pusti da pada duž glavne ose zrcala. Koliko će vremena proći dok se lopta i njena slika ne nađu na istoj visini?

138. Na zastoru, udaljenom  $1,2m$  od tjemena sfernog zrcala, želimo dobiti dvostruko uvećanu sliku predmeta. Koliki mora biti polumjer zakrivljenosti zrcala?
139. Predmet visok  $4cm$  nalazi se  $10cm$  ispred konkavnog sfernog zrcala polumjera zakrivljenosti  $60cm$ . Odredite (računski i grafički) položaj i veličinu slike. Je li slika realna ili virtualna, obrnuta ili uspravna?
140. Pomoću konkavnog sfernog zrcala polumjera zakrivljenosti  $40cm$  želimo dobiti sliku koja je dva puta manja od predmeta. Gdje treba postaviti predmet i gdje će se tada nalaziti njegova slika?
141. Predmet se nalazi  $10cm$  ispred konkavnog zrcala polumjera zakrivljenosti  $24cm$ . Slika je  $5cm$  veća od predmeta. Kolika je visina predmeta?
142. Na kojoj se udaljenosti od udubljenog sfernog zrcala, žarišne daljine  $1m$ , nalazi predmet da slika bude 4 puta veća od predmeta?
143. Predmet i realna slika međusobno su udaljeni  $60cm$ . Slika je dva puta veća od predmeta. Kolika je žarišna daljina zrcala? O kojem je zrcalu riječ?
144. Zubar želi nabaviti malo zrcalo koje će na udaljenosti  $2,2cm$  od zuba dati  $4,5$  puta uvećanu uspravnu sliku. O kojem je zrcalu riječ? Koliki je polumjer zakrivljenosti zrcala?
145. Predmet se nalazi  $20cm$  ispred ispušćenog zrcala polumjera  $50cm$ . Odrediti položaj slike i linearno povećanje.
146. Koliko je udaljenost od predmeta do konveksnog zrcala žarišne daljine  $25cm$  ako je slika 3 puta manja od predmeta?
147. Na koju udaljenost od konveksnog zrcala treba postaviti predmet da njegova slika bude  $1m$  udaljena od zrcala? Polumjer zakrivljenosti zrcala je  $2,5m$ .

*Odabrao i kompilirao: A. Brodlić, prof.*