

1. Na krajeve tankog homogenog štapa, mase 0.5 kg i duljine 2 m, pričvršćene su kuglice masa 0.4 kg i 0.6 kg. Koliki je period malih titraja ovog fizičkog njihala ako je štap učvršćen u središtu?

$$T = 4.8 \text{ s}$$

2. Izvor zvuka frekvencije f i slušatelj istovremeno krenu iz iste točke. Izvor brzinom $0.8 v_z$ prema sjeveru, a slušatelj brzinom $0.2 v_z$ prema zapadu. Koju frekvenciju čuje slušatelj? v_z je brzina zvuka.

$$f_s = 0.54 f$$

3. Dva homogena štapa duljine l spojena su tako da je dobiven štap duljine $2l$. Ako je omjer masa štapova 2:1, koliki je omjer perioda titranja kad je os na jednom, odnosno na drugom kraju štapa?

$$T_1/T_2 = 0.9165$$

4. Tijelo mase 10 g titra s periodom 2 s. U početnom trenutku nalazi se u ravnoteži, a 0.2 s kasnije udaljeno je 5 cm od položaja ravnoteže. Kolika je energija titranja?

$$E = 0.36 \text{ mJ}$$

5. Uže duljine 30 m i mase 125 g učvršćeno je za oba kraja i napeto silom 60 N. Kojom frekvencijom uža titra ako stojni val ima 7 čvorova (uključujući i krajeve)?

$$f = 12 \text{ Hz}$$

6. Na vodi pliva drveni kvadar visine 5 cm i ploštine osnovice 1 dm^2 . U početnom trenutku drvo dobije brzinu 2 m/s u smjeru okomitom na površinu vode. Napišite brzinu kvadra kao funkciju vremena ako je sila otpora vode $F_{\text{otpora}} = -b v$! Konstanta b iznosi 0.5 kg/s , a gustoća drva je 900 kg/m^3 .

$$v = 2 \text{ m/s} [\cos(14.75 \text{ s}^{-1}t) - 0.04 \cdot \sin(14.75 \text{ s}^{-1}t)] \exp(-0.56 \text{ s}^{-1}t)$$

7. Beskonačni linijski naboj gustoće 10 nC/m proteže se duž osi z , a točkasti naboj 5 nC smješten je u točki $(1 \text{ m}, 0, 0)$. Odredite električno polje u točki $(0, 1 \text{ m}, 0)$!

$$E_x = -16 \text{ V/m}$$

$$E_y = 196 \text{ V/m}$$

8. Tijelo mase 600 g prigušeno titra na opruzi konstante 0.25 N/cm . Koliki je logaritamski dekrement ako se amplituda nakon 1 minute smanji za 60%.

$$\lambda = 0.015$$

9. Dva se automobila međusobno udaljuju brzinom $v/10$ (v je brzina zvuka). Automobil koji se udaljava od reflektirajućeg zida brzinom $v/20$ emitira ton frekvencije 1000 Hz . Koje frekvencije čuje slušatelj u drugom automobilu?

$$f_1 = 904.76 \text{ Hz}$$

$$f_2 = 1000 \text{ Hz}$$

10. Kolika je gustoća struje koja stvara magnetsku indukciju $0.5 \text{ mT } \mathbf{i} \cos(0.02 \text{ m}^{-1} \mathbf{j} \cdot \mathbf{r})$? Električnog polja nema, a prostor je homogen i izotropan ($\mu_r = 1$).

$$\mathbf{J}_z = 8 \text{ A/m}^2 \sin(0.02 \text{ m}^{-1} y)$$

11. Napišite jednadžbe za polja \mathbf{E} i \mathbf{B} elektromagnetskog vala u vakuumu koji ima prosječnu vrijednost Poyntingovog vektora 0.09 W/m^2 i valnu duljinu 800 nm . Val se širi u smjeru vektora $\mathbf{i} + \mathbf{j}$, a polje \mathbf{E} je u xy ravnini.

$$E_x = -5.82 \text{ V/m} \sin(2.36 \cdot 10^{15} \text{ s}^{-1} t - 5.55 \cdot 10^6 \text{ m}^{-1} (x+y))$$

$$E_y = 5.82 \text{ V/m} \sin(2.36 \cdot 10^{15} \text{ s}^{-1} t - 5.55 \cdot 10^6 \text{ m}^{-1} (x+y))$$

$$B_z = 27.5 \text{ nT} \sin(2.36 \cdot 10^{15} \text{ s}^{-1} t - 5.55 \cdot 10^6 \text{ m}^{-1} (x+y))$$

12. Dva točkasta izvora svjetlosti, jakosti 8 cd i 27 cd , međusobno su udaljena 10 m . Koliko je puta osvijetljenje u središtu veće od osvijetljenja u točki na spojnici koja je najslabije osvijetljena?

$$E_s/E_m = 1.12$$

13. Matematičko njihalo duljine 24.7 cm prigušeno titra. Za koje će se vrijeme energija njihala smanjiti 9.4 puta? Logaritamski dekrement je 0.01 .

$$t = 112 \text{ s}$$

14. Izvor, pričvršćen na vodoravnoj ploči, emitira ton frekvencije 1000 Hz . Izvor je udaljen 1.5 m od osi vrtnje. Koji frekventni pojas čuje vrlo udaljeni slušatelj ako se ploča vrti kutnom brzinom 50 s^{-1} ? Brzina zvuka u zraku je 340 m/s .

$$f_{\min} = 819 \text{ Hz}$$

$$f_{\max} = 1283 \text{ Hz}$$

15. Kolika je gustoća struje pomaka ako električni pomak iznosi $2 \mu\text{Cm}^{-2} \mathbf{j} \sin(0.02 \text{ m}^{-1} \mathbf{j} \cdot \mathbf{r} - 10^6 \text{ s}^{-1} t)$?

$$\mathbf{J}_y^{\text{pom}} = -2 \text{ A/m}^2 \cos(0.02 \text{ m}^{-1} y - 10^6 \text{ s}^{-1} t)$$

16. Napišite jednadžbe za polja \mathbf{E} i \mathbf{B} elektromagnetskog vala u vakuumu koji ima prosječnu vrijednost Poyntingovog vektora 0.5 W/m^2 i valnu duljinu 600 nm . Val se širi u smjeru vektora $-\mathbf{i} + \mathbf{j}$, a polje \mathbf{B} je u xy ravnini.

$$E_z = 19.4 \text{ V/m} \sin(3.14 \cdot 10^{15} \text{ s}^{-1} t - 7.40 \cdot 10^6 \text{ m}^{-1} (-x+y))$$

$$B_x = 45.8 \text{ nT} \sin(3.14 \cdot 10^{15} \text{ s}^{-1} t - 7.40 \cdot 10^6 \text{ m}^{-1} (-x+y))$$

$$B_y = 45.8 \text{ nT} \sin(3.14 \cdot 10^{15} \text{ s}^{-1} t - 7.40 \cdot 10^6 \text{ m}^{-1} (-x+y))$$

17. Svjetiljka visi u središtu kvadratne sobe površine 25 m^2 . Na kojoj visini mora biti svjetiljka da bi kutovi sobe bili najjače osvijetljeni? Pretpostavite da je svjetiljka točkasti izvor.

$$\mathbf{h} = 2.5 \text{ m}$$

18. Gustoća tekućine povećava se linearno s dubinom tako da na površini iznosi 1 g/cm^3 , a na dubini od 4 m iznosi 2 g/cm^3 . Koliki je period titranja kuglice gustoće 2 g/cm^3 uronjene u takvu tekućinu?

$$\mathbf{T} = 5.67 \text{ s}$$

19. Napišite izraze za električno polje \mathbf{E} i magnetsko polje \mathbf{B} elektromagnetskog vala koji ima valnu duljinu 500 nm i prosječnu vrijednost Poyntingovog vektora 1 kW/m^2 . Val se širi u pozitivnom smjeru z osi.

$$\mathbf{E}_x = 868 \text{ V/m} \sin(3.8 \cdot 10^{15} \text{ s}^{-1} t - 1.3 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1} z)$$

$$\mathbf{B}_y = 2.9 \text{ } \mu\text{T} \sin(3.8 \cdot 10^{15} \text{ s}^{-1} t - 1.3 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1} z)$$

20. Na okomito postavljenu oprugu konstante 50 N/m stavimo predmet mase 200 g i sustav počne titrati. Koliki je otklon od početnog položaja u trenutku kad je brzina 60 cm/s ? U početnom trenutku sustav je mirovao.

$$\Delta l_1 = 4.9 \text{ cm}$$

$$\Delta l_2 = 2.9 \text{ cm}$$

21. Avion kruži stalnom brzinom iznad mirnog promatrača tako da udaljenost od promatrača iznosi 1 km . U jednom trenutku avion produži po tangenti, a 10 s kasnije emitira ton čija je frekvencija 10% manja od frekvencije koju bi promatrač čuo da avion jednoliko kruži (naravno, zvuk će do promatrača putovati dulje od 10 s). Kolika je brzina aviona? Brzina zvuka je 340 m/s .

$$\mathbf{v} = 243 \text{ km/h}$$

22. Kroz žicu polumjera 5 mm teče struja gustoće 600 k A/m^2 . Koliki je iznos magnetske indukcije u točki udaljenoj 10 cm od središta žice?

$$\mathbf{B} = 94 \text{ } \mu\text{T}$$

23. Nađite električno polje \mathbf{E} elektromagnetskog vala u vakuumu ako je magnetsko polje $\mathbf{B} = 5 \text{ } \mu\text{T} \sin(\omega t - 10^7 \text{ m}^{-1} (x+y)) \mathbf{k}$.

$$\mathbf{E}_x = -1060 \text{ V/m} \sin(\omega t - 10^7 \text{ m}^{-1} (x+y))$$

$$\mathbf{E}_y = 1060 \text{ V/m} \sin(\omega t - 10^7 \text{ m}^{-1} (x+y))$$

24. Helikopter s visine 20 m osvjetljava krug polumjera 5 m . Koliki je intenzitet izvora svjetlosti ako je svjetlosni tok 1000 lm ? Uputa: površina kalote je $2R\pi h$.

$$\mathbf{I} = 5330 \text{ cd}$$

25. Titrajni sustav sastoji se od homogenog diska mase 1 kg koji se može okretati oko vodoravne osi, opruge i utega mase 0.25 kg . Kolika je konstanta opruge ako sustav harmonički titra s periodom od 2 s ?

$$\mathbf{k} = 7.4 \text{ N/m}$$

26. Klavirska žica duga 1.5 m načinjena je od željeza. Naprezanje žice je takvo da je relativno produljenje 1%. Izračunajte frekvencije prva tri harmonika. Gustoća željeza je 7700 kg/m^3 , a Youngov modul elastičnosti željeza $2.2 \cdot 10^{11} \text{ Pa}$.

$$\mathbf{f_1 = 178 \text{ Hz}}$$

$$\mathbf{f_2 = 356 \text{ Hz}}$$

$$\mathbf{f_3 = 535 \text{ Hz}}$$

27. Zadana je sferna raspodjela naboja $\rho = \rho_0 r / R$ za $r < R$ i $\rho = 0$ za $r > R$ gdje je $\rho_0 = 2 \text{ } \mu\text{C/m}^3$, a $R = 25 \text{ cm}$. Nađite iznos električnog polja na udaljenosti 1 m od središta raspodjele naboja. Uputa: element volumena je $dV = r^2 dr d\Omega$.

$$\mathbf{E = 882 \text{ V/m}}$$

28. Nađite magnetsko polje \mathbf{B} elektromagnetskog vala u vakuumu ako je električno polje $\mathbf{E} = 7 \text{ m V/m} \sin(\omega t - 10^7 \text{ m}^{-1}(x+y)) \mathbf{k}$.

$$\mathbf{B_x = 16.5 \text{ pT} \sin(\omega t - 10^7 \text{ m}^{-1}(x+y))}$$

$$\mathbf{B_y = -16.5 \text{ pT} \sin(\omega t - 10^7 \text{ m}^{-1}(x+y))}$$

29. Rasvjetni stupovi u nizu međusobno su udaljeni 20 m. Visina stupova je 4 m, a jakost svjetiljke na vrhu stupa 1200 cd. Koliko je osvjetljenje u podnožju svakog stupa?

$$\mathbf{E = 76.4 \text{ lx}}$$

30. Predmet mase 1 kg vezan je dvjema jednakim oprugama tako da može kliziti vodoravnom ravninom. Konstanta opruge je 50 N/m , a koeficijent klizanja između tijela i podloge je 0.2. Tijelo pomaknemo iz položaja ravnoteže za 10 cm i pustimo da titra s početnom brzinom nula. Odredite elongaciju nakon prvog perioda!

$$\mathbf{x = 2.2 \text{ cm}}$$

31. Dva torzijska njihala imaju žice iste duljine i polumjera. Na jednoj žici visi puna kugla, a na drugoj puni valjak. Mase i polumjeri kugle i valjka su isti. Za vrijeme dok njihalo s kuglom načini 12 titraja, njihalo s valjkom načini 20 titraja. Koliki modul torzije ima žica na kojoj visi kugla, ako je modul torzije žice na kojoj visi valjak 80 GPa ?

$$\mathbf{G = 23 \text{ GPa}}$$

32. Na udaljenosti 1 m od točkastog izvora razina jakosti zvuka je 50 dB. Kolika je razina jakosti zvuka na udaljenosti 25 m? Intenzitet opada s udaljenošću kvadratno i eksponencijalno. Faktor prigušenja za zrak je 0.02 m^{-1} .

$$\mathbf{L = 20 \text{ dB}}$$

33. Elektromagnetski val frekvencije 10^{14} Hz širi se u pozitivnom smjeru osi x. Amplituda električnog polja je 0.3 V/m. Napišite komponente vektora električnog i magnetskog polja!

$$\mathbf{E}_x = 0$$

$$\mathbf{E}_y = 0.3 \text{ V/m} \cdot \sin(6.3 \cdot 10^{14} \text{ s}^{-1}t - 2.1 \cdot 10^6 \text{ m}^{-1}x)$$

$$\mathbf{E}_z = 0$$

$$\mathbf{B}_x = 0$$

$$\mathbf{B}_y = 0$$

$$\mathbf{B}_z = 1 \text{ nT} \cdot \sin(6.3 \cdot 10^{14} \text{ s}^{-1}t - 2.1 \cdot 10^6 \text{ m}^{-1}x)$$

34. Na okomito postavljenu oprugu konstante 1.47 N/m padne predmet mase 30 g s visine 10 cm. Odredite elongaciju kao funkciju vremena.

$$y = -0.28 \text{ m} \sin(7\text{s}^{-1}t - 45^\circ)$$

35. Dva aviona, u jednom trenutku, imaju koordinate (0, 0, 0)km i (1, 1, 2)km te brzine 600 km/h **i** i 800 km/h **j**. Koliku frekvenciju registrira slušatelj u drugom avionu, ako prvi avion emitira ton frekvencije 1500 Hz?

$$f_p = 1375 \text{ Hz}$$

36. Šuplja metalna kugla polumjera 10 cm sadrži naboj $5 \mu\text{C}$. Kolika je jakost električnog polja u središtu kugle, a kolika u točki udaljenoj 1 m od središta?

$$\mathbf{E}(0) = 0$$

$$\mathbf{E}(1\text{m}) = 45 \text{ k V/m}$$

37. Napišite izraze za električno polje **E** i magnetsko polje **B** elektromagnetskog vala koji ima prosječnu vrijednost Poyntingovog vektora 1 k W/m^2 **k** i valnu duljinu 500 nm.

$$\mathbf{E}_x = 868 \text{ V/m} \sin(3.8 \cdot 10^{15} \text{ s}^{-1}t - 1.3 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}z)$$

$$\mathbf{B}_y = 2.9 \mu\text{T} \sin(3.8 \cdot 10^{15} \text{ s}^{-1}t - 1.3 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}z)$$

38. Rukometno igralište široko je 20 m i dugačko 40 m. Četiri jednaka izvora svjetlosti nalaze se na stupovima visine 10 m u kutovima igrališta. Kolika je jakost svakog izvora ako je osvjetljenje u središtu dvorane 300 lx?

$$I = 1.10 \cdot 10^5 \text{ cd}$$