

Rješenja zadataka međuispita iz Fizike 2
utorak, 29. 11. 2016.

Teorijska pitanja

1.1 Ako dva fizička njihala imaju jednaku reduciranu duljinu, to znači da (zaokružite točnu tvrdnju):
(1 bod)

- a) imaju jednak moment tromosti u odnosu na njihove osi njihanja.
- b) imaju jednak moment tromosti u odnosu na osi koje prolaze njihovim središtima masa, a paralelne su s osima njihanja.
- c) imaju središta mase na jednakoj udaljenosti od osi njihanja.
- d) imaju jednaku masu.
- e) ništa od gore navedenog.

(Točan odgovor je e.)

1.2 Q-faktor ili faktor kvalitete (dobrote) je veličina koja pokazuje (zaokružite točnu tvrdnju):
(1 bod)

- a) brzinu prijenosa snage titranja s jednog titrajnog sustava na drugi;
- b) relativnu udaljenost frekvencije sustava od rezonantne frekvencije;
- c) prijelaz iz kritičnog u aperiodičko titranje;
- d) brzinu gubitka energije pri prigušenom titranju.

(Točan odgovor je d.)

1.3 Neka je ω_0 prirodna frekvencija (neprigušenog) titranja oscilatora, a δ neka opisuje prigušenje (uobičajena definicija). Pojava rezonancije pri prisilnom titranju je moguća ako:
(zaokružite točnu tvrdnju):

(1 bod)

- a) $0 \leq \delta < \omega_0 / \sqrt{2}$
- b) $0 \leq \delta < \omega_0$
- c) $0 \leq \delta < \sqrt{2} \omega_0$
- d) $0 \leq \delta < 2 \omega_0$
- e) $0 \leq \delta$

(Točan odgovor je a.)

- 1.4** Neka $y_1[x,t]$ opisuje transversalni val na užetu za $x \leq 0$, a $y_2[x,t]$ neka opisuje transversalni val na užetu za $x \geq 0$. Napetost užeta je svuda jednaka, dok je brzina širenja vala pri $x < 0$ različita od brzine pri $x > 0$. Koja dva od navedenih uvjeta su ispunjena u $x=0$:
(zaokružite dvije točne tvrdnje):
(2 boda)

- a) $y_1[0, t] = y_2[0, t]$
- b) $y_1[0, t] = -y_2[0, t]$
- c) $\frac{\partial}{\partial x} y_1[x, t]|_{x=0} = \frac{\partial}{\partial x} y_2[x, t]|_{x=0}$
- d) $\frac{\partial}{\partial x} y_1[x, t]|_{x=0} = -\frac{\partial}{\partial x} y_2[x, t]|_{x=0}$
- e) $(y_1[0, t])^2 = (y_2[0, t])^2$

(Točni odgovori su a), e) i c).)

- 1.5** Stojni val kao rezultat superpozicije progresivnih valova $y_1(t,x)$ i $y_2(t,x)$ (zaokružite točnu tvrdnju):
(1 bod)

- a) nije rješenje valne jednačbe jer on ne predstavlja progresivni val;
- b) je rješenje valne jednačbe samo ako se valovi y_1 i y_2 gibaju u istim smjerovima;
- c) je rješenje valne jednačbe čija su rješenja i progresivni valovi y_1 i y_2 ;
- d) nije rješenje valne jednačbe jer valovi imaju iste amplitude ali različite valne duljine.

(Točan odgovor je c).)

- 1.6** Na osnovi činjenice da je snaga vala razmjerna kvadratu amplitude titranja, kad se zvuk širi u svim smjerovima u prostoru (3D) očekujemo da amplituda titranja (zaokružite točnu tvrdnju):
(1 bod)

- a) ne ovisi o udaljenosti r od izvora.
- b) eksponencijalno opada s udaljenošću.
- c) opada kao $1/\sqrt{r}$
- d) opada kao $1/r$
- e) opada kao $1/r^2$

(Točan odgovor je d).)

1.7 Ako se nabijeni pločasti kondenzator prazni preko žaruljice - omskog otpora, tada se (zaokružite točnu tvrdnju:)

(1 bod)

- a) ne može inducirati magnetsko polje jer nema promjene magnetskog toka;
- b) ne može inducirati magnetsko polje jer Gausova ploha obuhvaća samo dio silnica električnog polja;
- c) može inducirati magnetsko polje jer se mijenja električno polje u vremenu;
- d) ne može odrediti da li je inducirano magnetsko polje jer nije dan smjer struje pražnjenja.

(Točan odgovor je c.)

1.8 Imamo zatvorenu kružnu petlju od žice i ravni vodič koji leži u ravnini u kojoj leži i petlja. Do inducirane struje u petlji dolazi (zaokružite točnu tvrdnju:)

(1 bod)

- a) kada vodič prolazi kroz središte petlje i struja raste od nule do neke vrijednosti;
- b) kada vodič prolazi kroz središte petlje i smjer struje se stalno mijenja (izmjenična struja);
- c) kada vodič prolazi obodom petlje, struja je stalna, a petlja se skliže duž vodiča;
- d) kada vodič prolazi obodom petlje, a smjer struje se stalno mijenja (izmjenična struja).

(Točan odgovor je d.)

1.9 Kroz dva paralelna vodiča koji su razmaknuti za d teku struje istih iznosa ali suprotnih smjerova. Tada je (zaokružite dvije točne tvrdnje):

(2 boda)

- a) magnetsko polje \mathbf{B} uvijek jednako nuli u svakoj točki prostora po Ampereovom zakonu;
- b) integral magnetskog polja \mathbf{B} jednak nuli duž bilo koje petlje koja obuhvaća te dvije struje;
- c) integral magnetskog polja \mathbf{B} jednak nuli duž svake koje petlje koja obuhvaća samo jednu struju;
- d) magnetsko polje jednako nuli na udaljenosti $d/2$ od prve i od druge struje;
- e) magnetsko polje \mathbf{B} maksimalnog iznosa na pravcu koji je udaljen za $d/2$ od prve i druge struje.

(Točni odgovori su b) i e.)

Zadaci

1. Masa od 0.2 kg je ovješena o oprugu konstante elastičnosti 10 Nm^{-1} . Masa je uronjena u viskoznu tekućinu koja daje silu trenja $-bv$. Frekvencija prigušenih titraja je $0.977\omega_0$. Masa se otkloni za 25 cm iz ravnotežnog položaja i otpusti da se giba. Koliko je masa udaljena od ravnotežnog položaja nakon tri perioda prigušenih titraja?

(5 bodova)

Rješenje:

$$\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \delta^2} = 0.977\omega_0 \quad (1)$$

$$\delta = 0.213\omega_0 \quad (2)$$

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}} \quad (3)$$

$$\delta = 1.506 \text{ s}^{-1} \quad (4)$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} \quad (5)$$

$$T = \frac{2\pi}{0.977} \sqrt{\frac{0.2}{10}} = 0.909 \text{ s}^{-1} \quad (6)$$

Položaj i brzina:

$$x(t) = A_0 e^{-\delta t} \cos(\omega t + \phi) \quad (7)$$

$$v(t) = -A_0 \delta e^{-\delta t} \cos(\omega t + \phi) - A_0 \omega e^{-\delta t} \sin(\omega t + \phi) \quad (8)$$

Početni uvjeti:

$$x(0) \equiv x_0 = A_0 \cos(\phi) \quad (9)$$

$$v(0) = 0 = -A_0 \delta \cos(\phi) - A_0 \omega \sin(\phi) \quad (10)$$

$$\tan(\phi) = -\frac{\delta}{\omega} \quad (11)$$

$$\phi = -12.3^\circ \quad (12)$$

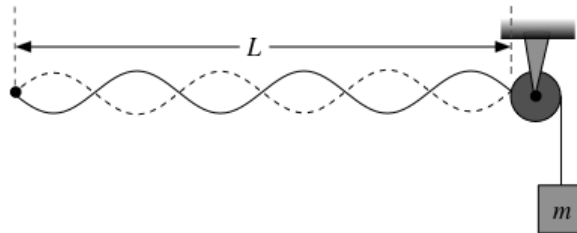
Položaj u zadanom vremenu:

$$x(3T) = A_0 e^{-\delta 3T} \cos(6\pi + \phi) = A_0 \cos(\phi) e^{-\delta \frac{6\pi}{\omega}} = x_0 e^{-\delta \frac{6\pi}{\omega}} \quad (13)$$

$$x(3T) = (25 \text{ cm}) e^{-6\pi \frac{0.213}{0.977}} = 0.410 \text{ cm} \quad (14)$$

2. Na slici ispod, uteg visi na niti linearne gustoće mase $2 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^{-1}$ koja ide preko koloture zanemarive mase. Na početku niti djeluje oscilator konstantne frekvencije, a duljina niti između oscilatora i koloture je 2 m. Kad masa utega iznosi ili 16 kg ili 25 kg, uspostave se stojni valovi na niti između oscilatora i koloture. Ako je masa utega između ovih vrijednosti, nema stojnih valova. Kolika je frekvencija oscilatora?

(5 bodova)



Rješenje:

$$\sqrt{\frac{m_2 g}{\mu}} = \frac{2 L}{n} f$$

$$\sqrt{\frac{m_1 g}{\mu}} = \frac{2 L}{n+1} f$$

$$\sqrt{\frac{m_2}{m_1}} = \frac{n+1}{n}$$

$$\sqrt{\frac{25}{16}} = \frac{n+1}{n}$$

$$\frac{5}{4} = \frac{n+1}{n}$$

$$n = 4$$

$$f = \frac{1}{2L} \sqrt{\frac{m_2 g}{\mu}} n$$

$$f = \frac{1}{4} \sqrt{\frac{25 \cdot 9.81}{2 \cdot 10^{-3}}} \cdot 4 \text{ Hz} = 350 \text{ Hz}$$

3. Šišmiš leti prema zidu i odašilje zvuk frekvencije 1,70 kHz. Taj šišmiš čuje svoj zvuk i uz to čuje zvuk reflektiran od zida. Ako je brzina zvuka 344 m/s, kojom brzinom treba letjeti šišmiš kako bi čuo udar frekvencije 10 Hz?
(5 bodova)

Rješenje:

Ako uzmemo da je pozitivan smjer od prijarnika prema izvoru, $v_{i1} = -v_s$ (v_s je brzina šišmiša), $v_{p1} = 0$.
 $f_{i1} = 1700$ Hz, $f_{p2} - f_{i1} = \Delta f = 10$ Hz. Zid „čuje“ f_{p1} , od izvora f_{i1} .

Iz $f_p = f_i(v+v_p)/(v+v_i)$ imamo $f_{p1} = f_{i1}(v)/(v-v_s)$.

Zid postaje izvor reflektiranog zvuka, $f_{i2} = f_{p1}$ (iste frekvencije koju čuje), a $v_{i2} = 0$ i $v_{p2} = +v_s$.

Šišmiš čuje $f_{p2} = f_{i2}(v+v_s)/(v) = f_{i1}(v+v_s)/(v-v_s)$.
 $\Delta f = f_{i1}(2v_s)/(v-v_s)$.

Iz tog slijedi

$$v_s = (v \Delta f) / (2f_{i1} + \Delta f) = 1,01 \text{ m/s}$$

4. Jako dugački jednoliki linijski naboj gustoće $4,80 \mu\text{C/m}$ leži duž x -osi. Drugi dugački jednoliki linijski naboj gustoće $-2,40 \mu\text{C/m}$ paralelan je sa x -osi na $y = 0,4$ m. Koliki je vektor električnog polja (iznos i smjer) u sljedećim točkama na y -osi: a) $y = 0,2$ m?, b) $y = 0,6$ m?
(5 bodova)

Rješenje:

Treba zbrojiti vektore električnog polja beskonačnih linijskih nabojia $E = \lambda / (2\pi\epsilon_0 r)$.

a) U točki a E_1 i E_2 su usmjereni u $+y$ smjeru $E = E_1 + E_2 = 6,47 \times 10^5 \text{ N/C}$, u $+y$ smjeru.
 $r_1 = r_2 = 0,2$ m.

b) U točki b E_1 je u $+y$ smjeru, a E_2 u $-y$ smjeru, $r_1 = 0,6$ m, $r_2 = 0,2$ m.
 $E = E_2 - E_1 = 7,2 \times 10^4 \text{ N/C}$, u $-y$ smjeru.