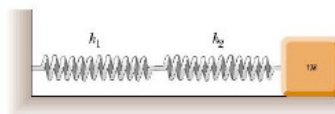


**ŽUPANIJSKO NATJECANJE IZ FIZIKE 2006/2007**  
Srednje škole – 3. grupa

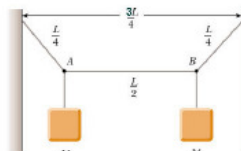
**1. zadatak (10 bodova)**

Drveni blok mase  $m = 1\text{ kg}$  pričvršćen je za dvije opruge, čije konstante su  $k_1 = 40\text{ N/m}$  i  $k_2 = 60\text{ N/m}$ , kao što je prikazano na slici. Malo ga pomaknemo iz položaja ravnoteže i pustimo da se slobodno giba po horizontalnoj podlozi bez trenja. Kakvo gibanje će blok opisivati? Izračunaj period tog gibanja.



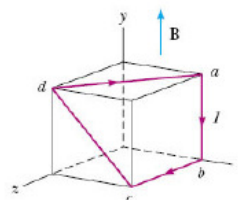
**2. zadatak (10 bodova)**

Krajevi laganog užeta mase  $m = 10\text{ g}$  i duljine  $L = 1\text{ m}$  pričvršćeni su za dva zida, koji su međusobno udaljeni  $D = 0.75\text{ m}$ . Dva objekta istih masa,  $M = 1\text{ kg}$ , obješena su za uže kao što je prikazano na slici. Ukoliko je transverzalni val (puls) poslan iz točke A koliko vremena mu je potrebno da dođe do točke B?



**3. zadatak (10 bodova)**

Na slici je prikazana kocka brida 40 cm. Četiri ravna dijela žice –  $ab$ ,  $bc$ ,  $cd$ , i  $da$  - čine zatvorenu petlju kojom teče električna struja  $I = 5\text{ A}$ , u smjeru kao što je prikazano na slici. Jednolika magnetska indukcija  $B = 0.02\text{ T}$  usmjerena je u smjeru osi  $y$  (slika). Izračunaj iznos i smjer magnetske sile koja djeluje na svaki dio žice.



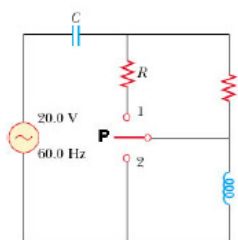
**4. zadatak (10 bodova)**

Savijljiva metalna žica s linearnom gustoćom  $3 \times 10^{-3}\text{ kg/m}$  nategnuta je pomoću dvije stezaljke koje su međusobno udaljene 64 cm, i drže žicu napetu silom napetosti od 267 N. Magnet je stavljen blizu žice kao što je prikazano na slici. Pretpostavi da magnet stvara jednoliku magnetsku indukciju 4.5 mT na području duljine 2 cm oko središta žice i zanemarivo polje izvan tog područja. Žica vibrira osnovnom (najnižom) frekvencijom. Dio žice koji se nalazi u magnetskom polju titra konstantnom amplitudom od 1.5 cm. Izračunaj frekvenciju i amplitudu elektromotorne sile koja se inducira između krajeva žice.



**5. zadatak (10 bodova)**

Kondenzator, zavojnica i dva otpornika jednakih otpora spojeni su u električni krug (izmjenične struje) kao što je prikazano na slici. Izvor izmjeničnog napona daje napon 20 V, frekvencije 60 Hz. Kada je prekidač  $P$  otvoren (kao na slici), krugom teče električna struja 183 mA. Kada je prekidač u položaju 1, krugom teče električna struja 298 mA, a kada je u položaju 2 struja iznosi 138 mA. Odredi otpor  $R$ , induktivitet  $L$  i kapacitet  $C$ .



ŽUPANIJSKO NATJECANJE IZ FIZIKE 2006/2007

Srednje škole – 3. grupa

Rješenja i smjernice za bodovanje

1. zadatak

Blok će opisivati harmonijsko titranje.

Kada blok pomaknemo za  $x$  u odnosu na položaj ravnoteže, prva opruga rastegnuta će se za  $x_1$ , a druga opruga za  $x_2$ .

Zbog trećeg Newtonovog zakona slijedi:  $k_1 x_1 = k_2 x_2$ . [2 boda]

Također vrijedi sljedeće:  $x_1 + x_2 = x$ , [1 bod]

iz čega proizlazi:  $x_1 = \left[ \frac{k_2}{k_1 + k_2} \right] x$ . [1 bod]



Sila na svaku oprugu je  $F = \left[ \frac{k_1 \cdot k_2}{k_1 + k_2} \right] x = ma$ ,

gdje je  $a$  ubrzanje bloka mase  $m$ . [2 boda]

Ovo možemo pisati i u obliku  $F = k_{\text{eff}} x = ma$ , [1 bod]

iz čega slijedi  $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k_{\text{eff}}}} = 2\pi \sqrt{\frac{m(k_1 + k_2)}{k_1 k_2}}$ . [2 boda]

Uvrštavanjem zadanih vrijednosti dolazimo do rezultata  $T = 1.3$  s. [1 bod]

2. zadatak

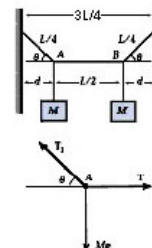
Pogledajmo sile koje djeluju u točki A:

$$\sum F_y = 0 \Rightarrow T_1 \sin \theta = Mg, \quad [1 \text{ bod}]$$

$$\sum F_x = 0 \Rightarrow T_1 \cos \theta = T, \quad [1 \text{ bod}]$$

iz čega dobivamo silu napetosti dijela užeta koji povezuje točke A i B:

$$T = \frac{Mg}{\tan \theta}. \quad [2 \text{ boda}]$$



Kut  $\theta$  određujemo iz sljedeće relacije:  $\cos \theta = \frac{L/8}{L/4} = \frac{1}{2} \Rightarrow \theta = 60^\circ$ .

[1 bod]

Brzina transverzalnih valova u ovom dijelu žice je:

$$v = \sqrt{\frac{T}{\mu}} = \sqrt{\frac{Mg / \tan \theta}{m/L}} = \sqrt{\frac{MgL}{m \tan \theta}}, \quad [2 \text{ boda}]$$

a vrijeme potrebno da bi puls došao od točke A do točke B je:

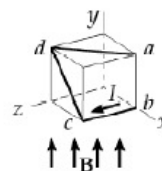
$$t = \frac{L/2}{v} = \sqrt{\frac{mL \tan \theta}{4Mg}}. \quad [2 \text{ boda}]$$

Nakon uvrštavanja podataka dolazimo do traženog rješenja:  $t = 0.02$  s. [1 bod]

### 3. zadatak

Za svaki dio žice vrijedi  $I = 5 \text{ A}$ , i  $\vec{B} = 0.02 \text{ T } \hat{j}$ .

Dio	$L$	$\vec{F}_B = I(\vec{l} \times \vec{B})$	[2 boda]
$ab$	$-0.4 \text{ m } \hat{j}$	$0$	[2 boda]
$bc$	$0.4 \text{ m } \hat{k}$	$40 \text{ mN } (-\hat{i})$	[2 boda]
$cd$	$-0.4 \text{ m } \hat{i} + 0.4 \text{ m } \hat{j}$	$40 \text{ mN } (-\hat{k})$	[2 boda]
$da$	$0.4 \text{ m } \hat{i} - 0.4 \text{ m } \hat{k}$	$40 \text{ mN } (\hat{k} + \hat{i})$	[2 boda]



### 4. zadatak

Brzina valova na žici je  $v = \sqrt{\frac{T}{\mu}} = \sqrt{\frac{267}{3 \times 10^{-3}}} = 298 \text{ m/s}$ . [1 bod]

U osnovnom stanju stojnog vala:

$d_{ss} = 0.64 \text{ m} = \frac{\lambda}{2}$ ,  $\lambda = 1.28 \text{ m}$ . ( $d_{ss}$  označava udaljenost među stezaljkama) [1 bod]

i  $f = \frac{v}{\lambda} = \frac{298}{1.28} = 233 \text{ Hz}$ . [1 bod]

i) Promjena magnetskog toka kroz krug koji sadrži žicu će tjerati električnu struju prema lijevo kada se žica kreće prema gore i prema desno kada se žica kreće prema dolje. Elektromotorna sila će imati jednaku frekvenciju, 233 Hz.

[2 boda]

ii) Vertikalna koordinata središta žice dana je s:

$$x = A \cos \omega t = (1.5 \text{ cm}) \cos(2\pi \cdot 233 t / \text{s}), \quad [1 \text{ bod}]$$

a brzina je dana s:

$$v = -(1.5 \text{ cm})(2\pi \cdot 233 / \text{s}) \sin(2\pi \cdot 233 t / \text{s}) \quad [1 \text{ bod}]$$

Maksimalna brzina je  $1.5 \text{ cm}(2\pi \cdot 233 / \text{s}) = 22 \text{ m/s}$ . [1 bod]

Inducirana elektromotorna sila je  $\varepsilon = -Blv$ , s amplitudom

$$\varepsilon_{\max} = Blv_{\max} = 4.5 \times 10^{-3} \text{ T} \cdot (0.02 \text{ m}) \cdot 22 \text{ m/s} = 1.98 \times 10^{-3} \text{ V}. \quad [2 \text{ boda}]$$

### 5. zadatak

Kutna frekvencija je  $\omega = 2\pi 60 \text{ s}^{-1} = 377 \text{ s}^{-1}$ . [1 bod]

Kada je prekidač otvoren,  $R$ ,  $L$  i  $C$  su spojeni serijski s izvorom:

$$R^2 + (X_L - X_C)^2 = \left(\frac{\Delta V_s}{I}\right)^2 = \left(\frac{20}{0.183}\right)^2 = 1.194 \times 10^4 \Omega^2. \quad [1 \text{ bod}]$$

Kada je prekidač u položaju 1, imamo dva paralelno spojena otpora  $R$  (što daje ekvivalentni otpor  $\frac{R}{2}$ ), koji su spojeni u seriju s  $L$  i  $C$ :

$$\left(\frac{R}{2}\right)^2 + (X_L - X_C)^2 = \left(\frac{20}{0.298}\right)^2 = 4.504 \times 10^3 \Omega^2. \quad [1 \text{ bod}]$$

Kada je prekidač u položaju 2, električna struja ne teče kroz zavojnicu.  $R$  i  $C$  su spojeni u seriju s izvorom:

$$R^2 + X_C^2 = \left(\frac{20}{0.137}\right)^2 = 2.131 \times 10^4 \Omega^2. \quad [1 \text{ bod}]$$

$$\text{Sređivanjem dolazimo do: } \frac{3}{4}R^2 = 7.44 \times 10^3 \Omega^2 \Rightarrow R = 99.6 \Omega. \quad [1 \text{ bod}]$$

$$\text{Nadalje, } X_C = [2.131 \times 10^4 - 99.6^2]^{1/2} \Omega = 106.7 \Omega = \frac{1}{\omega C}. \quad [1 \text{ bod}]$$

$$C = (\omega X_C)^{-1} = [377 \cdot 106.7]^{-1} = 2.49 \times 10^{-5} \text{ F}. \quad [1 \text{ bod}]$$

$$\text{I, još: } X_L - X_C = \pm [1.194 \times 10^4 - (99.6)^2]^{1/2} = \pm 44.99 \Omega \quad [1 \text{ bod}]$$

$$X_L = 106.7 \Omega \pm 44.99 \Omega = 61.74 \Omega \text{ ili } 151.7 \Omega = \omega L. \quad [1 \text{ bod}]$$

$$L = \frac{X_L}{\omega} = 0.164 \text{ H ili } 0.402 \text{ H. Moguća su oba rješenja.} \quad [1 \text{ bod}]$$

(Kod rješavanja kvadratnih jednadžbi uzeta su u obzir samo pozitivna, tj. fizikalno moguća rješenja.)