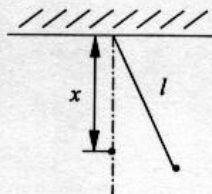


**ŽUPANIJSKO NATJECANJE IZ FIZIKE 2001. – 3. grupa**

**1. zadatak (10 bodova)**

Materijalna točka njiše se ovješena na nit duljine  $l$ . Tanki štap postavljen je na okomici kroz ovjesište, okomito na ravninu crtnje, na udaljenosti  $x$  od ovjesišta. Grafički prikažite ovisnost perioda njihala o udaljenosti štapa od ovjesišta.



**2. zadatak (10 bodova)**

U kutiji kvadratnog presjeka duljine stranice  $a$  nalaze se dvije jednake kugle mase  $m$  i polumjera  $b$ , u položaju stabilne ravnoteže, uz  $2b < a < b(2 + \sqrt{2})$ . Odredite sile kojima kugle djeluju na bočne stranice. (Zanemarite trenje)

**3. zadatak (10 bodova)**

Na čeličnu nit mase  $1\text{ g}$  i duljine  $1\text{ m}$  ovješena je čelični štap površine poprečnog presjeka  $10^{-4}\text{ m}^2$ , duljine  $l > 0$ . Youngov modul čelika iznosi  $2,1 \cdot 10^{11}\text{ N}\cdot\text{m}^{-2}$ , a gustoća  $7\,900\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ . Zbog laganog udarca u spojnicu niti i štapa počinju se širiti dvije vrste titraja: transverzalni titraji kroz nit i longitudinalni titraji kroz štap. Odredite  $l$  ako su oba titraja u istom trenutku stigla na drugi kraj tijela kojim se šire.

**4. zadatak (10 bodova)**

Dok automobil vozi po autocesti brzinom od  $33\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  njegova sirena u jednom trenutku, na kratko emitira zvuk kojeg registriraju dva prijemnika. Zamišljena dužina koja spaja prijemnike okomita je na pravac kretanja automobila, a duljine je  $100\text{ m}$ . Prvi prijemnik se nalazi na pravcu kretanja automobila i registrira zvuk sirene na frekvenciji  $460\text{ Hz}$ . Drugi prijemnik registrira zvuk sirene na frekvenciji  $445\text{ Hz}$ . Koja je frekvencija zvuka kojeg emitira sirena automobila? Koliko je automobil udaljen od prvog prijemnika u trenutku kad sirena emitira zvuk? Brzina zvuka iznosi  $340\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ .

**5. zadatak (10 bodova)**

Titrajni krug se sastoji od kondenzatora kapaciteta  $C$  i dvije jednake idealne zavojnice induktiviteta  $L$ . Od svih titrajnih krugova napravljenih od ta tri elementa, skicirajte shemu onog koji ima najmanju rezonantnu frekvenciju. Kolika mu je rezonantna frekvencija?

**Županijsko natjecanje iz fizike 2001. – 3. grupa**  
Rješenja zadataka i smjernice za bodovanje

**1. zadatak (10 bodova)**

Period matematičkog njihala duljine  $l$  je  $T(l) = 2\pi\sqrt{l/g}$ , [1]

a period njihala duljine niti  $l$  koje ima prepreku postavljenu na udaljenosti  $x$  ( $x < l$ ) od ovjesišta je  $T(l, x) = 2\pi\sqrt{(l-x)/g}$ . [2]

Za  $0 < x \leq l$ , gibanje u jednom periodu  $T(l, x)$  opisujemo kao kombinaciju od četvrtine perioda njihanja niti duljine  $l$  oko ovjesišta, zatim od polovice perioda njihanja niti duljine  $l-x$  oko prepreke, te od četvrtine perioda njihanja niti duljine  $l$  oko ovjesišta, tj.

$$T(l, x) = T(l)/4 + T(l-x)/2 + T(l)/4 = \pi\sqrt{l/g} + \pi\sqrt{(l-x)/g}, \quad [3]$$

što se može zapisati i u obliku  $T(l, x)/T(l) = (1 + \sqrt{1-x/l})/2, 0 < x \leq l$ .

Graf treba sadržavati:

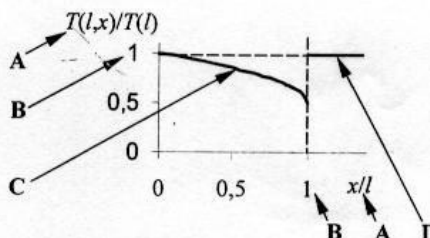
A - veličine prikazane na osima, [1]

B - mjernu jedinicu na obje osi, [1]

C - parabolu za  $x < l$   
s vrijednostima za  $x=0$  i  $x=l$ , [1]

D - pravac za  $x > l$ , [1]

(ne oduzimaju se bodovi ako su na grafu spojeni kraj parabole i pravca na  $x=l$ ).



**2. zadatak (10 bodova)**

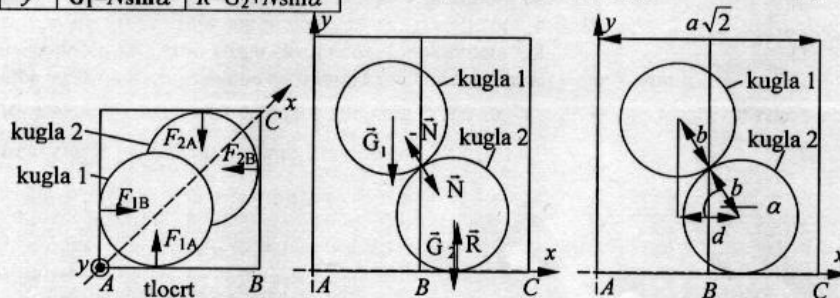
Za odabrani koordinatni sustav jednadžbe mirovanja kugli napisane su u tablici. Gornja kugla na slici 1 je označena kao kugla 1, a donja kao kugla 2.

Zbog simetrije je  $F_{1A} = F_{1B}$  i  $F_{2A} = F_{2B}$ . [1]

pa je dovoljno gledati projekcije na os  $x$ :  $F_1 = (F_{1A} + F_{1B})\cos 45^\circ$ ,  $F_2 = (F_{2A} + F_{2B})\cos 45^\circ$ .

Na slici 2 nisu prikazane sile  $F_1$ , usmjerena duž pozitivne osi  $x$ , i sile  $F_2$ , usmjerena duž negativne osi  $x$ . Broj bodova za napisane sve jednadžbe koje su potrebne (ovdje tri masno otisnute jednadžbe u tablici) je [3]

os	kugla 1	kugla 2
$x$	$F_1 = N\cos\alpha$	$F_2 = N\cos\alpha$
$y$	$G_1 = N\sin\alpha$	$R = G_2 + N\sin\alpha$



Slika 1.

Slika 2.

Slika 3.

Iz slika 1 i 3 se vidi  $d = (a-2b) \cdot 2^{1/2}$ ,

a sa slike 3 i  $\text{ctg}\alpha = d/(4b^2 - d^2)^{1/2}$ , [2]

Naposljetku je  $F_{2A} = F_{2B} = F_{1A} = F_{1B} = (mg \cdot \text{ctg}\alpha) / \sqrt{2} = mg(a-2b) / \sqrt{2(4ab - a^2 - 2b^2)}$ . [1]

Kugle djeluju na plohe silama koje su im jednake po iznosu, a suprotne po smjeru. [1]

### 3. zadatak (10 bodova)

Longitudinalni val kroz štap putuje brzinom  $v_s = \sqrt{E/\rho}$ , [2]

pa njegov prolaz kroz štap traje  $t = l/v_s$ , [1]

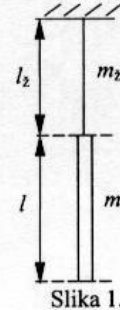
Transverzalni val putuje kroz žicu brzinom  $v_z = \sqrt{G_s l_z / m_z}$ , [2]

gdje žicu napinje sila  $G_s = m_s g = \rho S l g$ , težina štapa presjeka  $S$ , [1]

pa njegov prolaz kroz žicu traje  $t_z = l/v_z = \beta l / \sqrt{l}$ , uz  $\beta = \frac{m_z l_z}{\rho g S}$ . [2]

Uvjet zadatka je  $t = t_z \Rightarrow l/v_s = \beta l / \sqrt{l}$ , [1]

tj.  $l = (\beta v_s)^2 \cdot \left( \frac{m_z l_z E}{g S \rho^2} \right)^{1/3} = 15,08 \text{ m} \approx 15 \text{ m}$ . [1]



### 4. zadatak (10 bodova)

Označimo frekvencije koje registriraju prijemnici P1 i P2 kao  $f_1$  odnosno  $f_2$ . Uzmimo da se automobil približava prijemniku P1.

Koristimo izraz za Dopplerov učinak u slučaju približavanja izvora zvuka frekvencije  $f$  koja se registrira kao frekvencija  $f_p$ ,  $p=1,2$ . Do Dopplerovog učinka dolazi zbog komponente brzine izvora u smjeru prijemnika. Dakle, za prijemnik P1 do učinka dolazi zbog brzine jednake brzini automobila  $v=33 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , [1]

a za prijemnik P2 zbog brzine koja je jednaka projekciji brzine automobila na pravac prema P2: [3]

$$f_1 = f/(1-v/c), \quad f_2 = f/(1-v \cos \alpha / c), \quad [2]$$

gdje je  $\alpha$  kut između zamišljenih spojnica automobila s prijemnicima.

Frekvencija izvora je  $f = f_1(1-v/c) = 415,35 \text{ Hz}$ . [1]

Iz  $f_1/f_2 = (1-v \cos \alpha / c)/(1-v/c)$  slijedi  $\cos \alpha = c/v(1-(1-v/c)(f_1/f_2)) = 0,686414$ . [1]

Tražena udaljenost iznosi  $d = s \cdot \text{ctg} \alpha = 94,39 \text{ m}$ . [1]

Slučaj kad se automobil udaljava od prijemnika P1 nema rješenja. [1]

### 5. zadatak (10 bodova)

Moguća su dva titrajna kruga - serijski i paralelni. [5]

Induktiviteti zavojnica se kombiniraju kao otpori otpornika. Zavojnice u serijskom titrajnom krugu zamjenjujemo jednom zavojnicom induktiviteta  $2L$ , a zavojnice u paralelnom titrajnom krugu zavojnicom induktiviteta  $L/2$ . [2]

Oba se strujna kruga svode na titrajni krug kondenzatora i jedne zavojnice. [2]

Rezonantna frekvencija serijskog titrajnog kruga  $\omega_s = 1/\sqrt{2LC}$  je manja od rezonantne frekvencije paralelnog titrajnog kruga  $\omega_p = \sqrt{2/(LC)}$ . [1]