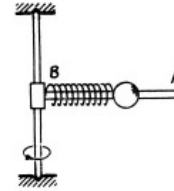


**ŽUPANIJSKO NATJECANJE IZ FIZIKE – 2005/06.**  
Srednje škole - 3. grupa

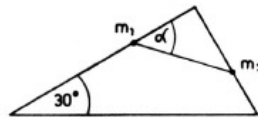
**1. zadatak** (10 bodova)

U sustavu prikazanom na slici kuglica mase  $m$  može se bez trenja gibati po šipci AB koja rotira u horizontalnoj ravnini stalnom kutnom brzinom  $\omega$ . Kuglica je pričvršćena za točku B oprugom čija je konstanta  $k$ . Koliki je period osciliranja ovog sustava? (Oscilacije se mogu izazvati npr. kratkotrajnom promjenom kutne brzine  $\omega$ .)



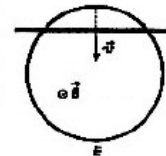
**2. zadatak** (10 bodova)

Žičani okvir u obliku pravokutnog trokuta postavljen je u vertikalnoj ravnini kao na slici. Dvije kuglice mase  $m_1 = 100\text{ g}$  i  $m_2 = 300\text{ g}$  kliču se bez trenja po žicama i povezane su užetom. Ako je sustav u ravnoteži, nadi napetosti u užetu i kut  $\alpha$  koji ono čini s prvom žicom.



**3. zadatak** (10 bodova)

Kružni metalni okvir, polunjera 20 cm, stavljen je u homogeno magnetsko polje od 1 T, tako da je ravnina okvira okomita na silnice magnetskog polja. Po okviru se transversalno giba, stalnom brzinom od 10 cm/s, metalni štap i to tako da je stalno u dodiru s okvirom u dvije točke. Izračunaj iznos inducirano napona kao funkciju vremena.



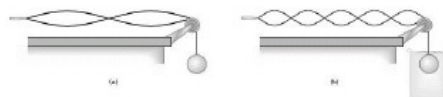
**4. zadatak** (10 bodova)

Izolirani vodič (žica) ima masu po jedinici duljine 19 g/m. Dio ovog vodiča napet je pomoću dvije stezaljke. Manji dio (unutar napetog dijela) nalazi se u magnetskom polju 15.3 mT koje je okomito na duljinu vodiča. Vodičem teče izmjenična struja  $I = 9 \sin(500 \cdot t)$  [A]. Ukoliko su stezaljke međusobno udaljene 20 cm, odredi napetost vodiča tako da on može transversalno titrati kao stojni val osnovne frekvencije.

Ukoliko je onaj dio vodiča koji se nalazi u magnetskom polju duljine 2 cm, kolika je maksimalna vrijednost magnetske sile koja djeluje na njega?

**5. zadatak** (10 bodova)

Jedan kraj horizontalnog užeta privezan je za vibrirajući držač a drugi kraj visi preko koloture kao što je prikazano na slici. Kugla mase 2 kg pričvršćena je za kraj užeta. Uže titra u drugom harmoniku. Posuda ispunjena vodom podignuta je do takve visine da je kugla u potpunosti uronjena u vodu. Uže sada vibrira u petom harmoniku (slika). Koliki je polumjer kugle?

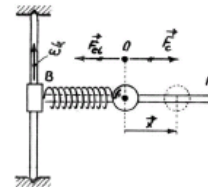


**ŽUPANIJSKO NATJECANJE IZ FIZIKE – 2005/06.**  
Srednje škole - 3. grupa

**Rješenja i smjernice za bodovanje**

**Zadatak 1.** (10 bodova)

1. Kratkotrajnom promjenom kutne brzine izazove se oscilacijsko gibanje kuglice, tijekom kojeg se uspostavi dinamička ravnoteža inercijalne sile  $m\vec{a}$ , elastične sile opruge  $\vec{F}_{el}$  i centrifugalne sile  $\vec{F}_c$ , pa je



Slika [2 boda]

$$ma + F_{el} - F_c = 0,$$

[2 boda]

odnosno  $ma + kx + m\omega^2 x = 0.$

[2 boda]

Odatle dobijemo  $a + \Omega^2 x = 0,$

gdje je  $\Omega^2 = \frac{k}{m} - \omega^2.$

[2 boda]

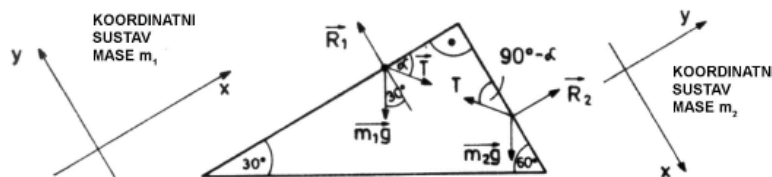
Iz prethodne relacije vidimo da je period oscilacija kuglice

$$T = \frac{2\pi}{\Omega} = \frac{2\pi}{\sqrt{(k/m) - \omega^2}}.$$

[2 boda]

**Zadatak 2.** (10 bodova)

2. U ravnoteži kuglice miruju i sve sile na svaku od njih se moraju poništiti.



Slika [2 boda]

Za masu  $m_1$  imamo:

Os  $x$ :  $T \cos \alpha = m_1 g \sin 30^\circ,$

[1 bod]

Os  $y$ :  $R_1 = T \sin \alpha + m_1 g \cos 30^\circ.$

[1 bod]

Za masu  $m_2$  vrijedi:

Os  $x$ :  $T \cos (90^\circ - \alpha) = m_2 g \sin 60^\circ,$

[1 bod]

Os  $y$ :  $R_2 = T \sin (90^\circ - \alpha) + m_2 g \cos 60^\circ.$

[1 bod]

Sređivanjem dolazimo do sljedećih izraza:

$$T \cos \alpha = \frac{1}{2} m_1 g,$$

$$T \sin \alpha = \frac{\sqrt{3}}{2} m_2 g. \quad [1 \text{ bod}]$$

Dijeljenjem ovih jednačbi dobivamo:

$$\tan \alpha = \sqrt{3} \frac{m_2}{m_1} = 3\sqrt{3},$$

$$\alpha \approx 79.1^\circ. \quad [1 \text{ bod}]$$

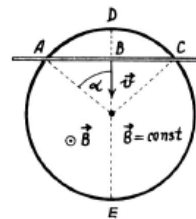
Nakon uvrštavanja, dobivamo za napetost užeta:

$$T = \frac{m_1 g}{2 \cos \alpha} \approx 2.65 \text{ N}. \quad [2 \text{ boda}]$$

**Zadatak 3.** (10 bodova)

3. Iznos inducirano napona dan je izrazom:

$$\varepsilon = AC \cdot v \cdot B = 2r \cdot v \cdot B \cdot \sin \alpha. \quad [2 \text{ boda}]$$



Slika [2 boda]

Sa slike se vidi da je  $\cos \alpha = \frac{(r-DB)}{r} = \frac{(r-vt)}{r}$ , gdje je  $t$  vrijeme za koje štap prijeđe put  $DB$  (ako se počne mjeriti od trenutka kad točka  $D$  leži na dužini  $AB$ ). [2 boda]

Nadalje, vrijedi

$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = \sqrt{\frac{vt}{r} \left( 2 - \frac{vt}{r} \right)}. \quad [2 \text{ boda}]$$

Tražena relacija glasi:

$$\varepsilon = 2r \cdot v \cdot B \sqrt{\frac{vt}{r} \left( 2 - \frac{vt}{r} \right)} = 0.04 \cdot \sqrt{0.5 \cdot t (2 - 0.5 \cdot t)} = 0.4 \cdot \sqrt{t \cdot (1 - 0.25 \cdot t)} \text{ V}.$$

[2 boda]

**Zadatak 4** (10 bodova)

4. Kod najniže frekvencije stojnog vala udaljenost među stezaljkama jednaka je polovici

$$\text{valne duljine, tj. } L = \frac{\lambda}{2}. \quad [2 \text{ boda}]$$

Brzina transverzalnog vala na žici jednaka je

$$v = f \lambda = \sqrt{\frac{T}{\mu}} = f \cdot 2 \cdot L. \quad [1 \text{ bod}]$$

Magnetska sila koja djeluje na žicu oscilira kružnom frekvencijom  $\omega = 500 \text{ s}^{-1}$ , odnosno frekvencijom  $f \approx 80 \text{ Hz}$ . Dakle, žica će također titrati u rezonanciji istom frekvencijom. [2 boda]

Iz toga proizlazi

$$\frac{T}{0.019 \frac{\text{kg}}{\text{m}}} = (80 \text{ s}^{-1})^2 \cdot 4 \cdot (0.2 \text{ m})^2, \quad [1$$

bod]

$$T = 19 \text{ N.} \quad [1 \text{ bod}]$$

$$F_B = I l B \sin \Theta = \quad [1 \text{ bod}]$$

$$(9 \text{ A})(0.02 \text{ m})(0.0153 \text{ T}) \sin 90^\circ = 2.75 \text{ mN.} \quad [2 \text{ boda}]$$

**Zadatak 5.** (10 bodova)

5. Promjena napetosti izaziva promjenu brzine valova na žici, koja nadalje izaziva promjenu u valnoj duljini.

$$T_1 = mg = 19.6 \text{ N.} \quad [1 \text{ bod}]$$

Kada je kugla uronjena napetost niti se mijenja zbog uzgona:

$$T_2 = mg - F_{uz}. \quad [2 \text{ boda}]$$

Budući da se frekvencija ne mijenja vrijedi sljedeće:

$$f = \frac{n_1}{2L} \sqrt{\frac{T_1}{\mu}}, \quad f = \frac{n_2}{2L} \sqrt{\frac{T_2}{\mu}} \Rightarrow \quad [1 \text{ bod}]$$

$$1 = \frac{n_1}{n_2} \sqrt{\frac{T_1}{T_2}}. \quad [1 \text{ bod}]$$

Uvrštavanjem dolazimo do  $T_2 = 3.14 \text{ N}$  ( $n_1 = 2$ ,  $n_2 = 5$ ). [1 bod]

Nadalje, sila uzgona jednaka je  $F_{uz} = mg - T_2 = 16.5 \text{ N}$ . [1 bod]

Iz toga se jednostavno dolazi do:

$$F_{uz} = \rho_{\text{voda}} \cdot g \cdot V_{\text{kugla}} = \rho_{\text{voda}} \cdot g \cdot \left( \frac{4}{3} \pi \cdot r^3 \right), \quad [2 \text{ boda}]$$

$$r = \sqrt[3]{\frac{3F_{uz}}{4 \cdot \pi \cdot \rho_{\text{voda}} \cdot g}} \approx 7.38 \text{ cm.} \quad [1 \text{ bod}]$$