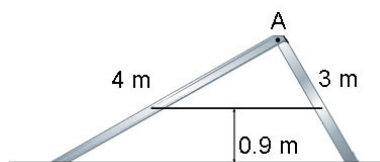


ŽUPANIJSKO NATJECANJE IZ FIZIKE 2007/08 – 18. ožujka 2008.

Srednje škole – 3. grupa

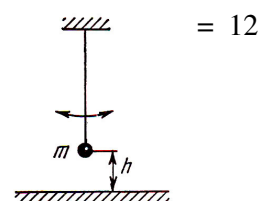
1. zadatak (10 bodova)

Dvoje ljestvi, dužine 4 m i 3 m, međusobno su pričvršćene u točki A, i povezane vodoravno postavljenim užetom na visini 0.9 m iznad tla (slika). Ljestve su međusobno postavljene pod pravim kutom. Težina ljestvi je 480 N i 360 N, a težišta svake od njih su u njihovim središtima. Trenje između ljestvi i tla je zanemarivo! a) Pronađite silu koja je usmjerena prema gore i djeluje na podnožje svake od ljestvi. b) Pronađite silu napetosti užeta. c) Pronađite iznos sile kojom ljestve međusobno djeluju u točki A. d) Kolika je sila napetosti ako se čovjek mase 80 kg popne na ljestve (stoji u točki A)?



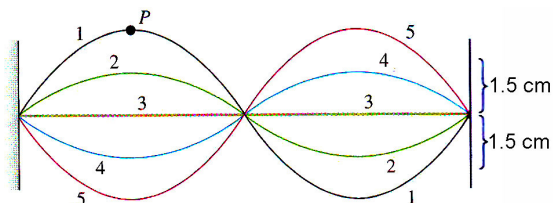
2. zadatak (10 bodova)

Malena kuglica mase 21 g koja visi na niti (električnom izolatoru) na visini h cm iznad velike horizontalne vodljive ravnine oscilira malim oscilacijama (vidi sliku). Nakon što je određeni naboj prenesen na nju period oscilacija promijenio se dva puta. Odredite količinu naboja koji je prenesen na kuglicu.



3. zadatak (10 bodova)

Vibrirajuća žica duljine 50 cm napeta je silom od 1 N. Rezultati 5 uzastopnih stroboskopskih slika prikazani su na slici. Stroboskop bljeska 5000 puta u minuti, i opaženo je da se maksimalni pomak događa između prvog i petog bljeska, bez drugih maksimuma između. a) Odredite period, frekvenciju i valnu duljinu putujućih valova na žici. b) U kojem modu (harmoniku) žica vibrira? c) Koja je brzina putujućih valova na žici? d) Koliko brzo se miče točka P kada je žica u položaju (1)? e) Kolika je masa žice?

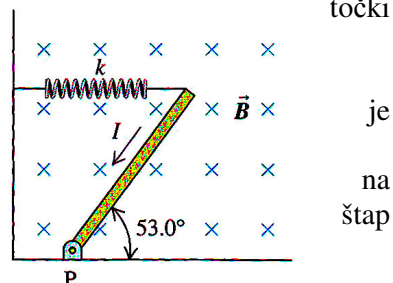


4. zadatak (10 bodova)

Zavojnica induktiviteta $L = 0.7$ H serijski je spojena s otpornikom R . Na krajeve strujnog kruga spojen je napon gradske mreže ($V = 220$ V, $f = 50$ Hz). Za koju vrijednost otpornika R će se na njemu trošiti najveća snaga?

5. zadatak (10 bodova)

Tanak štap zanemarive mase i dužine 0.2 m pričvršćen je za pod u P, oko koje može slobodno rotirati (bez trenja). Horizontalna opruga konstante 4.8 N/m povezuje drugi kraj štapa i vertikalni zid (slika). Štap se nalazi u jednodolikom magnetskom polju 0.34 T koje usmjereno u ravninu papira. Štapom teče električna struja 6.5 A u smjeru prikazanom na slici. Koliki je zakretni moment koji djeluje štap zbog magnetske sile, za os koja prolazi kroz točku P? Kada je u ravnoteži i nalazi se pod kutom od 53° u odnosu na pod, da li je opruga rastegnuta ili stisnuta, i za koliko?



ŽUPANIJSKO NATJECANJE IZ FIZIKE 2007/08 – 18. ožujka 2008.
Srednje škole – 3. grupa - rješenja

1. zadatak (10 bodova)

Geometrija pravokutnog trokuta uvelike pojednostavljuje problematiku zadatka. Označimo sile koje djeluju na podnožja ljestava s \vec{F}_L i \vec{F}_D (lijevo i desno). Kontaktne sile na tlu biti će usmjerene vertikalno, budući da nema trenja.

a) Uzimajući u obzir zakretne momente oko desnog kraja imamo:

$$F_L(5\text{ m}) = (480\text{ N})(3.4\text{ m}) + (360\text{ N})(0.9\text{ m}), \text{ iz čega proizlazi } F_L = 391\text{ N}. \quad [2\text{ boda}]$$

$$F_D \text{ možemo naći na sličan način, ili iskoristiti } F_D = 840\text{ N} - F_L = 449\text{ N}. \quad [1\text{ bod}]$$

b) Napetost užeta možemo naći tako da izračunamo zakretne momente koji djeluju na svaku od ljestvi, gdje točku A koristimo kao ishodište. Krak sile užeta je 1.5 m. [1 bod]

$$\text{Za lijeve ljestve, } T(1.5\text{ m}) = F_L(3.2\text{ m}) - (480\text{ N})(1.6\text{ m}). \text{ Iz toga dobivamo } T = 322\text{ N}. \quad [1\text{ bod}]$$

$$\text{Za provjeru možemo izračunati i za desne ljestve, } T(1.5\text{ m}) = F_D(1.8\text{ m}) - (360\text{ N})(0.9\text{ m}) = 322\text{ N}.$$

c) Vodoravna komponenta sile koja djeluje u točki A mora biti jednaka sili napetosti koju smo izračunali u b) dijelu zadatka. [1 bod]

Vertikalna komponenta sile mora po iznosu biti jednaka razlici između težine svake ljestve i sile koja djeluje na podnožje ljestvi.

$$480\text{ N} - 391\text{ N} = 449\text{ N} - 360\text{ N} = 89\text{ N}. \quad [1\text{ bod}]$$

$$\text{Iznos sile koja djeluje u točki A je tada } \sqrt{(322\text{ N})^2 + (89\text{ N})^2} = 334\text{ N}. \quad [1\text{ bod}]$$

d) Ovo se najlakše izračuna ako uzmemo da se dodatna masa rasporedi tako da djeluje na pod na ovaj način: $F'_L = F_L + (0.36)(800\text{ N}) = 679\text{ N}$. [1 bod]

$$\text{Ili } F'_D = F_D + (0.64)(800\text{ N}) = 961\text{ N}.$$

$$\text{Iz čega dobivamo silu napetosti } T = \frac{F'_L(3.2\text{ m}) - (480\text{ N})(1.6\text{ m})}{1.5} = 937\text{ N}. \quad [1\text{ bod}]$$

2. zadatak (10 bodova)

Kada na kugli nema naboja, period oscilacija kugle je $T = 2\pi\sqrt{l/g}$. [1 bod]

Kada na kuglu prenesemo naboj q , na njega će utjecati inducirani naboj s vodljive ploče. [1 bod]

Elektrostatska sila kojom ploča djeluje na kuglu je $\frac{q^2}{4\pi\epsilon_0(2h)^2}$, i usmjerena je prema dolje. [2 boda]

To znači da je efektivno ubrzanje kugle $g' = g + \frac{q^2}{16\pi\epsilon_0mh^2}$, [1 bod]

a odgovarajući period oscilacija je $T' = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g'}} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g + \frac{q^2}{16\pi\epsilon_0mh^2}}}$. [1 bod]

Iz uvjeta zadatka vrijedi $T = \eta T'$. [1 bod]

Odnosno, $T^2 = \eta^2 T'^2$, ili $\frac{1}{g} = \eta^2 \left(\frac{1}{g} + \frac{q^2}{16\pi\epsilon_0 m h^2} \right)$. [1 bod]

Rješavanjem dobivamo $q = 4h\sqrt{\pi\epsilon_0 mg(\eta^2 - 1)} = 2\mu\text{C}$. [2 boda]

3. zadatak (10 bodova)

a) Žica zatitra pola perioda u vremenu od $4 \times \frac{1}{5000}$ min, iz čega proizlazi

$$\frac{1}{2}T = \frac{4}{5000} \text{ min} \rightarrow T = 1.6 \times 10^{-3} \text{ min} = 9.6 \times 10^{-2} \text{ s}. \quad [2 \text{ bod}]$$

$$f = 1/T = 1/9.6 \times 10^{-2} \text{ s} = 10.4 \text{ Hz}. \quad [1 \text{ bod}]$$

$$\lambda = L = 50 \text{ cm} = 0.5 \text{ m}. \quad [1 \text{ bod}]$$

b) U drugom harmoniku. [1 bod]

$$c) v = f \cdot \lambda = (10.4 \text{ Hz})(0.5 \text{ m}) = 5.2 \text{ m/s}. \quad [1 \text{ bod}]$$

d) pomak je maksimalan, znači $v = 0$. [1 bod]

$$e) v = \sqrt{F/\mu} \rightarrow \mu = F/v^2 \quad [1 \text{ bod}]$$

$$M = \mu L = \frac{F}{v^2} L = \frac{(1 \text{ N})(0.5 \text{ m})}{(5.2 \text{ m/s})^2} = 18.5 \text{ g} \quad [2 \text{ boda}]$$

4. zadatak (10 bodova)

Snaga koja se troši na otporniku je $P = \frac{V^2 R}{R^2 + (\omega L)^2}$. [2 boda]

Maksimalna vrijednost ovog izraza dobije se u slučaju kada je $R = \omega L$, jer vrijedi:

$$P = \frac{V^2}{R + \frac{(\omega L)^2}{R}} = \frac{V^2}{\left[\sqrt{R} - \frac{\omega L}{\sqrt{R}} \right]^2 + 2\omega L^2}. \quad [4 \text{ boda}]$$

Za maksimalnu snagu dobiva se $P_{\max} = \frac{V^2}{2\omega L}$. [1 bod]

Uvrštavanjem zadanih vrijednosti ispada $R = 200 \Omega$, i $P_{\max} = 0.114 \text{ W}$. [3 boda]

5. zadatak (10 bodova)

Zadatak možemo pojednostaviti na taj način da pretpostavimo da magnetska sila djeluje u središtu štapa. [2 boda]

Tada vrijedi $F = IBl$, $M = F \cdot r = BI l \cdot \frac{l}{2} = BI \frac{l^2}{2} = 0.0442 \text{ N/m}$. [2 boda]

Zakretni moment djeluje u smjeru kretanja kazaljke na satu. [1 bod]

Magnetska sila izaziva zakretni moment u smjeru kazaljke na satu, što znači da opruga mora izazivati zakretni moment u suprotnom smjeru. [1 bod]

Izjednačavanjem zakretnih momenata (u odnosu na os koja prolazi kroz točku P) imamo:

$$\sum \vec{M} = 0, \text{ smjer suprotan smjeru kretanja kazaljke na satu uzimamo pozitivan.}$$

$$(kx)l \sin 53^\circ - \frac{1}{2} Il^2 B = 0. \quad [2 \text{ boda}]$$

$$x = \frac{IlB}{2k \sin 53^\circ} = \frac{(6.5 \text{ A})(0.2 \text{ m})(0.34 \text{ T})}{2(4.8 \text{ N/m}) \sin 53^\circ} = 0.05765 \text{ m}. \quad [2 \text{ boda}]$$