OPĆINSKO/GRADSKO (ILI ŠKOLSKO) NATJECANJE IZ FIZIKE – 25. siječnja 2012.

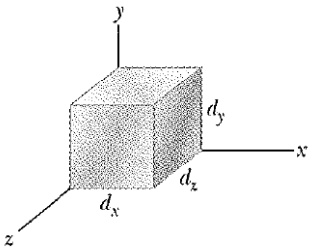
Srednje škole – 3. skupina

Zadatak 1. (10 bodova)

Teret mase 4 kg pričvršćen je za idealnu oprugu zanemarive mase i vertikalno oscilira jedostavnim harmonijskim titranjem. Amplituda je 0.05 m, i u najvišoj točki gibanja opruga ima svoju prirodnu duljinu. Izračunajte elastičnu potencijalnu energiju opruge (uzmite da je ona jednaka 0 za nerastegnutu oprugu), kinetičku energiju tereta i gravitacijsku potencijalnu energiju sustava u odnosu na najnižu točku gibanja, i zbroj ove tri energije u slučaju kada je teret (a) u najvišoj točki gibanja, (b) najnižoj i (c) u ravnotežnom položaju.

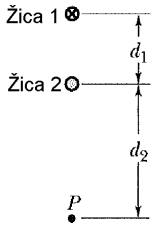
Zadatak 2. (10 bodova)

Na slici je prikazan metalni kvadar, čije plohe su paralelne s koordinatnim osima. Kvadar se nalazi u jednolikom magnetskom polju 0.02 T. Jedan od bridova dugačak je 25 cm (na slici kvadar NIJE nacrtan u mjerilu). Kvadar se zatim pomiče brzinom 3 m/s paralelno svakoj osi redom, i svaki put se mjeri razlika potencijala V koja se pojavljuje na kvadru. Kada je gibanje paralelno osi y, V = 12 mV; kada je gibanje paralelno osi z, V = 18 mV; kada je gibanje paralelno osi x, V = 0 V. Kolike su duljine bridova (a) d_x, (b) d_y i (c) d_z?



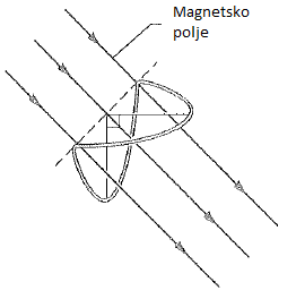
Zadatak 3. (10 bodova)

Na slici su prikazane dvije ravne žice koje su okomite na ravninu papira i međusobno udaljene d_1 = 0.75 cm. Žicom 1 teče struja 6.5 A, i smjer joj je unutar ravnine papira. Koliki su (a) jakost i (b) smjer (unutar ravnine papira ili iz nje) struje u žici 2 ukoliko je magnetsko polje koje ga proizvode dvije struje jednako 0 u točki P koja se nalazi na udaljenosti d_2= 1.5 cm od žice 2?



Zadatak 4. (10 bodova)

Na slici je prikazana zatvorena žičana petlja koja se sastoji od dva jednaka polukruga, polumjera 3.7 cm, koji leže u međusobno okomitim ravninama. Petlja je dobivena savijanjem ravne kružne petlje preko promjera dok dvije polovice nisu postale međusobno okomite. Jednoliko magnetsko polje 76 mT usmjereno je okomito na promjer gdje je petlja savinuta i zatvara jednake kutove (45°) s ravninama polukrugova. Magnetsko polje spušta se na nulu jednolikom brzinom u vremenu od 4.5 s. U tom vremenu, koliki su (a) jakost i (b) smjer (u smjeru kazaljke na sata ili suprotnom, gledano u smjeru magnetskog polja) elektromotorne sile inducirane u petlji?



Zadatak 5 (10 bodova)

U određenoj luci, morske mijene izazivaju promjenu visine površine oceana za d (od najviše do najniže razine) i to u obliku jednostavnog harmonijskog gibanja čiji period je 12.5 h. Koliko vremena je potrebno da bi se površina spustila za 0.25 d u odnosu na najvišu razinu?

OPĆINSKO/GRADSKO (ILI ŠKOLSKO) NATJECANJE IZ FIZIKE – 25. siječnja 2012.
Srednje škole – 3. skupina
Rješenja i smjernice za bodovanje

Zadatak 1. (10 bodova)

$K = \frac{1}{2}mv^2, U_{grav} = mgy \; i \; U_{el} = \frac{1}{2}kx^2.$

[2 boda]

U najnižoj točki gibanja, opruga je rastegnuta za $2A$. [2 boda]

(a) u najvišoj točki gibanja, opruga je nerastegnuta, znači da je njena potencijalna energija 0, teret se ne giba, znači da je i njegova kinetička energija 0, a gravitacijska potencijalna energija u odnosu na dno je:

$2mgA = 2(4\text{ kg})(9.8\text{ m/s}^2)(0.05\text{ m}) = 3.92\text{ J}.$ To je ukupna energija, i jednaka je u svakoj točki. [2 boda]

(b) $U_{grav} = 0, K = 0,$ pa je $U_{opruge} = 3.92\text{ J}.$ [2 boda]

(c) U ravnotežnom položaju opruga je rastegnuta dvostruko manje nego u (a) dijelu pa vrijedi:

$U_{opruga} = \frac{1}{4}(3.92\text{ J}) = 0.98\text{ J}, U_{grav} = \frac{1}{2}(3.92\text{ J}) = 1.96\text{ J},$ pa je očito $K = 0.98\text{ J}$.

[2 boda]

Zadatak 2. (10 bodova)

Očito je da je magnetsko polje usmjereno u smjeru osi x budući da se napon ne inducira u slučaju kada se kvadar giba u tom smjeru. [2 boda]

Vrijedi sljedeće:

$$d = \frac{V}{E} = \frac{V}{vB},$$

pri čemu treba voditi računa da su $\vec{d}, \vec{v}$ i $\vec{B}$ međusobno okomiti. [2 boda]

Tada je, u slučaju kada je brzina paralelna s osi y, apsolutna vrijednost napona (koji je „u istom smjeru“ kao i $\vec{d}$) jednak 0.012 V i proizlazi:

$$d = d_z = \frac{0.012\text{ V}}{(3\text{ m/s})\cdot(0.02\text{ T})} = 0.2\text{ m}.$$ [2 boda]

S druge strane, kada je brzina paralelna s osi z, apsolutna vrijednost napona je 0.018 V i tada je:

$$d = d_y = \frac{0.018\text{ V}}{(3\text{ m/s})\cdot(0.02\text{ T})} = 0.3\text{ m}.$$ [2 boda]

I na kraju, eliminacijom, jasno je da je $d_x = 25\text{ cm}$. [2 boda]

Zadatak 3. (10 bodova)

a) $B_{P_1} = \mu_0 i_1 / 2\pi r_1$, gdje je i_1 = 6.5 A i $r_1 = d_1 + d_2$ = 2.25 cm, [3 boda]

$B_{P_2} = \mu_0 i_2 / 2\pi r_2$, gdje je $r_2 = d_2$ = 1.5 cm. [3 boda]

Budući da je $B_{P_1} = B_{P_2}$ dobiva se

$$i_2 = i_1\left(\frac{r_2}{r_1}\right) = (6.5\,\mathrm{A})\left(\frac{1.5\,\mathrm{cm}}{2.25\,\mathrm{cm}}\right) = 4.3\mathrm{A}.$$

[2 boda]

b) Upotrebom pravila desne ruke, očito je da je struja i_2 usmjerena izvan ravnine papira.
[2 boda]

Zadatak 4. (10 bodova)

(a) magnetski tok Φ_B kroz petlju dan je s: $\Phi_B = 2B\left(\pi r^2/2\right)\left(\cos 45^\circ\right) = \pi r^2 B/\sqrt{2}.$

[4 boda]

Dakle:

$$\varepsilon = -\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t} = -\frac{\Delta}{\Delta t}\left(\frac{\pi r^2 B}{\sqrt{2}}\right) = -\frac{\pi r^2}{\sqrt{2}}\left(\frac{\Delta B}{\Delta t}\right) = 5.1\times 10^{-2}\ \mathrm{V}.$$

[4 boda]

(b) smjer inducirane struje je u smjeru kazaljke na satu, kada gledan u smjeru magnetskog polja.
[2 boda]

Zadatak 5. (10 bodova)

Udaljenost od najviše do najniže razine oceana jednaka je dvostrukoj amplitudi x_m gibanja.
[2 boda]

Dakle $x_m = \frac{1}{2}d,\ \omega = 2\pi f = 0.503\ \mathrm{rad/s}.$
[2 boda]

Faza je 0 budući da počinjemo mjeriti vrijeme u trenutku kada je površina na najvećoj visini.
Rješavamo po t kada je x na jednoj četvrtini ukupne udaljenosti od najviše do najniže razine, tj.
$x = \frac{1}{2}x_m = \frac{1}{4}d.$
[2 boda]

Jednadžba JHG: $x = x_m \cos(\omega t + \phi)$. [1 bod]

$$\frac{1}{4}d = \left(\frac{1}{2}d\right)\cos(0.503t + 0) \Rightarrow \frac{1}{2} = \cos(0.503t).$$

[2 boda]

Rješavanjem dobivamo t = 2.08 h. [1 bod]