

OPĆINSKO/GRADSKO NATJECANJE IZ FIZIKE – 29.1.2008.

Srednje škole – 3. grupa

Zadatak 1. (10 bodova)

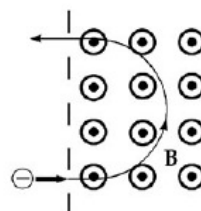
Stolica mase 42.5 kg pričvršćena je za oprugu i slobodno oscilira. Kada je stolica prazna, potrebno je 1.3 s da napravi jedan titraj. Kada na stolici sjedi osoba, tako da joj stopala ne dodiruju tlo, potrebno je 2.54 s za titraj. Izračunaj masu osobe.

Zadatak 2. (10 bodova)

Elektron ima brzinu 1.2×10^4 m/s (u smjeru pozitivne osi x), i ubrzanje 2×10^{12} m/s² (u smjeru pozitivne osi z) u homogenom električnom i magnetskom polju. Ukoliko električno polje 20 N/C djeluje u smjeru pozitivne osi z , kakvo je magnetsko polje koje djeluje na elektron? (Izračunaj sve tri njegove komponente.)

Zadatak 3. (10 bodova)

Područje desno od granice sadrži magnetsko polje 1 mT, okomito na list papira, dok je u području lijevo od granice polje nula. Elektron ulijeće okomito na granicu između dva područja, čini polukrug u polju, i izlijeće okomito na granicu (slika). Izračunaj vrijeme potrebno da elektron napusti magnetsko polje (od trenutka kada je ušao u polje).

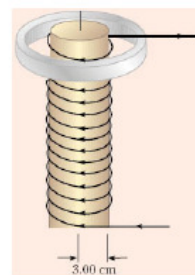


Zadatak 4. (10 bodova)

Senzor vibracija koji se koristi u perilicama rublja sastoji se od aluminijske kocke brida 1.5 cm koja je pričvršćena za jedan kraj čelične opruge. Opruga leži u horizontalnoj ravnini. Masa opruge malena je u usporedbi s masom kocke, ali je njena dužina velika u usporedbi s veličinom kocke. Drugi kraj opruge pričvršćen je za okvir perilice rublja, koja nije uključena. Potrebna je horizontalna sila od 1.43 N da bi se kocka zadržala u položaju 2.75 cm od ravnotežnog. Izračunaj frekvenciju vibracija kada se kocka pusti iz ovog položaja. Gustoća aluminija je 2.7×10^3 kg/m³.

Zadatak 5. (10 bodova)

Aluminijski prsten nalazi se na vrhu dugačke zavojnice sa 1000 namotaja po metru i polumjera 3 cm, kao na slici. Otpor prstena je $3 \times 10^{-4} \Omega$. Pretpostavi da je aksijalna komponenta polja koje se stvara u zavojnici dvostruko manja na njenim krajevima nego u središtu. Polje izvan zavojnice je zanemarivo. Električna struja u zavojnici se povećava brzinom 270 A/s. Kolika struja se inducira u prstenu?



OPĆINSKO/GRADSKO NATJECANJE IZ FIZIKE – 29.1.2008.

Srednje škole – 3. grupa
Rješenja i smjernice za bodovanje

Zadatak 1. (10 bodova)

Kada je stolica prazna vrijedi: $T = 2\pi\sqrt{\frac{m_1}{k}}$, gdje m_1 označava masu stolice. [2 boda]

Konstanta opruge je: $k = \frac{4\pi^2 m_1}{T^2} = \frac{4\pi^2 (42.5 \text{ kg})}{(1.35 \text{ s})^2} = 993 \text{ N/m}$. [2 boda]

Kada na stolici sjedi osoba vrijedi: $T = 2\pi\sqrt{\frac{m_2}{k}}$, gdje m_2 označava ukupnu masu stolice i čovjeka. [2 boda]

Ukupna masa je: $m_2 = \frac{T^2 k}{4\pi^2} = \frac{(2.54 \text{ s})^2 (993 \text{ N/m})}{4\pi^2} = 162 \text{ kg}$. [2 boda]

Masa je osobe je: $m_2 - m_1 = 162 \text{ kg} - 42.5 \text{ kg} = 120 \text{ kg}$. [2 boda]

Zadatak 2.

Električna sila koja djeluje na naboj, u smjeru negativne osi z je:

$$q\vec{E} = (-1.6 \times 10^{-19} \text{ C})(20 \text{ N/C})\hat{k} = (-3.2 \times 10^{-18} \text{ N})\hat{k}. \quad [3 \text{ boda}]$$

Ukupna sila je: $\sum \vec{F} = q\vec{E} + q\vec{v} \times \vec{B} = m\vec{a}$. [2 boda]

Uvrštavanjem zadanih vrijednosti dolazimo do sljedećeg:

$$\begin{aligned} (-3.2 \times 10^{-18} \text{ N})\hat{k} - 1.6 \times 10^{-19} \text{ C} (1.2 \times 10^4 \text{ m/s} \hat{i}) \times \hat{B} = \\ = (1.82 \times 10^{-18} \text{ N})\hat{k} - (1.92 \times 10^{-15} \text{ C} \times \text{m/s}) \hat{i} \times \vec{B} = -(5.02 \times 10^{-18} \text{ N})\hat{k}. \end{aligned} \quad [2 \text{ boda}]$$

Komponenta x magnetskog polja može biti bilo kojeg iznosa, dok za ostale dvije komponente vrijedi $\vec{B}_z = 0$ i $\vec{B}_y = -2.62 \text{ mT}$. [3 boda]

Zadatak 3.

Budući da se u magnetskom polju elektron giba po kružnoj putanji, vrijedi sljedeće:

$$|q|vB \sin 90^\circ = \frac{mv^2}{r}. \quad [2 \text{ boda}]$$

$$\frac{v}{r} = \omega = \frac{|q|B}{m} = \frac{(1.6 \times 10^{-19} \text{ C})(10^{-3} \text{ N} \cdot \text{s/C} \cdot \text{m})}{(9.11 \times 10^{-31} \text{ kg})} = 1.76 \times 10^8 \text{ rad/s}. \quad [3 \text{ boda}]$$

Vrijeme potrebno da bi se napravio polukrug je:

$$\Delta\theta = \omega\Delta t, \quad [2 \text{ boda}]$$

$$\Delta t = \frac{\Delta\theta}{\omega} = \frac{\pi \text{ rad}}{1.76 \times 10^8 \text{ rad/s}} = 1.79 \times 10^{-8} \text{ s}. \quad [3 \text{ boda}]$$

Zadatak 4.

Masa kocke je $m = \rho \cdot V = (2.7 \times 10^3 \text{ kg/m}^3)(0.015 \text{ m})^3 = 9.11 \times 10^{-3} \text{ kg}$. [3 boda]

Konstanta opruge je $k = \frac{F}{x} = \frac{14.3 \text{ N}}{0.0275 \text{ m}} = 52 \text{ N/m}$. [3 boda]

OPĆINSKO/GRADSKO NATJECANJE IZ FIZIKE – 29.1.2008.

Frekvencija je tada $f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{52 \text{ N/m}}{9.11 \times 10^{-3} \text{ kg}}} = 12 \text{ Hz}$. [4 boda]

Zadatak 5.

Inducirani napon je $|\varepsilon| = \frac{\Delta(B \cdot S)}{\Delta t} = 0.5 \mu_0 n S \frac{\Delta I}{\Delta t} = 0.48 \times 10^{-3} \text{ V}$. [5 bodova]

Inducirana struja je $I = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{4.8 \times 10^{-4}}{3 \times 10^{-4}} = 1.6 \text{ A}$. [5 bodova]