

# ОКРУЖНО ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА ШКОЛСКЕ 2003/2004. ГОДИНЕ

## Решења задатака за III разред

- Када се рам спусти за малу висину  $\Delta z$ , флукс се промени за  $\Delta\Phi = a\Delta z[B(z+a) - B(z)] = ka^2\Delta z$ , где смо са  $z$  означили висину врха рама. Ова промена флукса индукује електромоторну силу интензитета  $\mathcal{E} = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{ka^2\Delta z}{\Delta t} = ka^2v_z$  [5 п], где је  $v_z = \Delta z/\Delta t$  пројекција брзине рама на  $z$ -осу. Кроз рам тече струја  $I = \mathcal{E}/R = ka^2v_z/R$  која, према Ленцовом правилу, има смер супротан од смера казаљке на сату [2 п]. До успостављања константе брзине долази зато што је магнетно поље нехомогено, па на доњу страну делује Амперова сила већег интензитета него на горњу [2 п]. Силе на друге две стране се међусобно поништавају [2 п]. Када се константна брзина успостави, сума свих сила које делују на рам је једнака нули, односно  $mg = Ia[B(z+a) - B(z)] = k^2a^4u_z/R$ , одакле налазимо  $u_z = mgR/k^2a^4$  [4 п]. Како је  $u = \sqrt{u_x^2 + u_z^2}$ , а  $u_x = v_0$  се не мења, налазимо  $v_0 = \sqrt{u^2 - \frac{m^2g^2R^2}{k^4a^8}}$  [4 п]. Након замене датих вредности, добијамо  $v_0 = 3.5\text{ m/s}$  [1 п].
- Како кроз отпорник  $R_d$  не тече струја, ту грану кола можемо занемарити. Разлика потенцијала на крајевима овог отпорника је једнака нули [5 п], тј.  $U \frac{R_a + i\omega L}{R_a + i\omega L + R} = U \frac{R}{R + (1/R_b + i\omega C)^{-1}}$  [10 п]. Даље је  $\frac{R}{R_a + i\omega L} = \frac{(1/R_b + i\omega C)^{-1}}{R}$ , па изједначавањем имагинарних делова добијамо  $L = R^2 C$  [4 п], односно  $L = 15\text{ mH}$  [1 п].
- а) Осцилације су мале па се кретање куглице може посматрати као резултат сабирања независних осцилација дуж праваца  $AC$  и  $BD$ . Фреквенција осциловања дуж дијагонале  $BD$  једнака је фреквенцији обиласка трајекторије, односно  $\nu_{BD} = N\text{ Hz}$  [2 п], док је фреквенција осциловања дуж правца  $AC$  два пута већа (пошто куглица у овом правцу направи две пуне осцилације за време за које у правцу  $BD$  направи само једну),  $\nu_{AC} = 2\nu_{BD} = 2N\text{ Hz}$  [3 п]. Одавде следи  $\sqrt{(k_B + k_D)/m} = 2\pi\nu_{BD}$  [3 п], односно  $k_D = 4\pi m\nu_{BD}^2 - k_B$  [2 п] и  $\sqrt{(k_A + k_C)/m} = 2\pi \cdot 2\nu_{BD}$  [3 п], односно  $k_C = 16\pi m\nu_{BD}^2 - k_A$  [2 п].  
б) Како је  $X_{BD} = X_{BD}^0 \cos \omega t$ , у тренутку  $t = 0$  куглица се налази у положају најближем темену  $D$ . Према слици, тада је  $X_{AC} = 0$  и смањује се (јер се тело, према учртаном смеру кретања, приближава темену  $A$ ). Узевши у обзир све ово, као и чињеницу да је  $\nu_{AC} = 2\nu_{BD}$ , закључујемо да је  $X_{AC} = -X_{AC}^0 \sin 2\omega t$  [10 п]. (Као тачне прихватити и све математички еквивалентне одговоре:  $X_{AC}^0 \sin(2\omega t + \pi)$ ,  $-X_{AC}^0 \cos(2\omega t - \pi/2)$ ,  $X_{AC}^0 \cos(2\omega t + \pi/2)$ , итд.)
- Стена је нови извор ултразвучних таласа, чија је фреквенције  $\nu'$  једнака фреквенцији таласа који стижу до стене, али мерено у систему везаном за стену. Дакле,  $\nu' = \frac{c}{c-v} \nu_0$  [7 п] (извор звука, слепи миш, приближава се непокретној стени). Слепи миш (као слушалац), услед свог кретања према стени као непокретном извору, региструје фреквенцију  $\nu = \frac{c+v}{c} \nu' = \frac{c+v}{c-v} \nu_0$  [7 п]. Када заменимо задате бројне вредности, добијамо  $\nu = 48\text{ kHz}$  [1 п].
- За описани процес важи  $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -IR$ , где је  $\Delta\Phi$  промена флукса за време  $\Delta t$ , а  $I$  је индукована струја. Пошто је  $I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$ , закључујемо да је  $\Delta\Phi = -R\Delta Q$ , одакле је тражено наелектрисање једнако  $Q = -(\Phi_{\text{крај}} - \Phi_{\text{почетак}})/R$  [7 п]. Флукс кроз контуру на почетку износи  $\Phi_{\text{почетак}} = r^2\pi B$  [2 п], док је  $\Phi_{\text{крај}} = 0$  јер се доприноси од две половине симетричне осмице међусобно поништавају [7 п]. Одавде следи  $Q = \Phi_{\text{почетак}}/R = r^2\pi B/R$  [2 п], односно  $Q = 0.85\text{ C}$  [1 п].

Задатке припремио: Игор Салом  
Рецензент: Антун Балаж  
Председник комисије: др Мићо Митровић