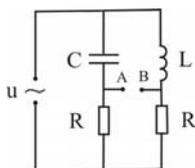
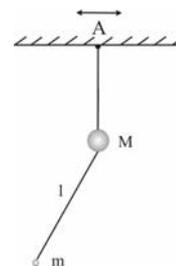


ДРУШТВО ФИЗИЧАРА СРБИЈЕ
МИНИСТАРСТВО ПРОСВЕТЕ И СПОРТА СРБИЈЕ

Задаци за окружно такмичење из физике ученика средњих школа, шк. 2001/02. год.
III разред

1. Непроводан прстен масе M и радијуса R , равномерно наелектрисан наелектрисањем Q може слободно да ротира око осе која је нормална на раван у коме он лежи и која пролази кроз његов центар. Прстен је смештен у област магнетног поља са вектором магнетне индукције нормалним на раван прстена. У централној области прстена ($0 \leq r \leq L$) магнетна индукција износи $2B$, док је у преосталој области прстена ($L < r \leq R$) једнака B . Магнетно поље почиње затим равномерно да опада до нуле. Ако је познато да је прстен у почетном тренутку мировао, одредити угаону брзину коју ће стећи након ишчежавања магнетног поља. [20п]

2. Тачка ослоња A двојног клатна приказаног на слици врши мале хармонијске осцилације у хоризонталном правцу. Дужина лаке нити која спаја куглице једнака је l , док су масе доње и горње куглице m и M , као што је приказано на слици. Колики је период малих осцилација тачке A ако је познато да горња нит све време остаје у вертикалном положају? [20п]



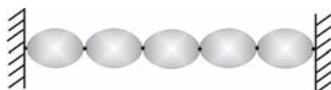
3. Два једнака термогена отпора, калем и кондензатор прикључени су на извор наизменичног напона $u = U_0 \cos \omega t$, као на слици. Одредити облик напона између тачака A и B приказаног кола, ако се зна да струје које протичу кроз две његове гране имају једнаке амплитудне вредности. Познате су следеће величине и односи: $U_0 = 10V$, $R/L\omega = 1$, $\nu = 50Hz$. [20п]
 $\cos \alpha - \cos \beta = 2 \sin [(\alpha - \beta)/2] \sin [(\alpha + \beta)/2]$

4. Лонгитудиналан талас простире се кроз ваздух брзином $v_0 = 340m/s$. У неком тренутку елонгације и брзине двеју уочених честица средине износе $x_1 = 7 \cdot 10^{-5}m$, $v_1 = 4 \cdot 10^{-2}m/s$ и $x_2 = 10^{-4}m$, $v_2 = 2 \cdot 10^{-2}m/s$. Одредити

- кружну фреквенцију ω посматраног механичког таласа
- амплитуду осциловања x_0 честица погођених таласом
- растојање Δu између равнотежних положаја ових честица

Промена амплитуде осциловања са удаљеношћу од извора може се занемарити. [20п]

5. Челична жица дужине $l = 1,1m$ и пречника $d = 1mm$ затегнута је између полова електромагнета. Када се кроз њу пропусти наизменична струја фреквенције $\nu = 50Hz$, на њој се формира стојећи талас приказан на слици. Одредити силу затезања жице. Густина челика је $7800 kg/m^3$. (Задатак узет из "Младог физичара" бр. 54) [20п]

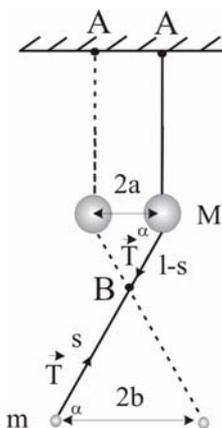


Свим такмичарима желимо успешан рад!

Задатке припремила: Татјана Тошић
Рецензент: др Мићо Митровић
Председник комисије: др Мићо Митровић

**Решења задатака за окружно такмичење из физике ученика средњих школа
шк. 2001/02. год., III разред**

1. Магнетни флукс кроз површину прстена, пре почетка опадања магнетне индукције износи $\Phi = 2BL^2\pi + B(R^2 - L^2)\pi = B(R^2 + L^2)\pi$ [5п]. ЕМС која се јавља у току трајања ове промене једнака је $\varepsilon = \Delta\Phi / \Delta t = (R^2 + L^2)\pi \Delta B / \Delta t$ [3п]. С обзиром да је у питању индуковање вртложног електричног поља имамо $\varepsilon = E 2R\pi$ [3п]. Како је у питању изолатор, на прстен делује сила $F = qE$ [3п], која у свакој тачки има правац тангенте на прстен, па му саопштава тангенцијално убрзање $a_\tau = qE/M = Q(R^2 + L^2)B/2RM\Delta t$ [3п]. По истеку времена Δt прстен стиче угаону брзину $\omega = a_\tau \Delta t / R = Q(R^2 + L^2)B/2R^2 M$ [3п].



2. Према услову задатка горња нит све време остаје у вертикалном положају, што значи да су све спољашње силе које делују на уочени систем усмерене у правцу вертикале (гравитациона сила која делује на куглице и сила затезања горње нити). Одавде следи да се центар масе система не помера у хоризонталном правцу, па се куглице увек крећу у супротним смеровима. Како је нит која спаја куглице лака, силе затезања којима доња нит делује на куглице су једнаке, па важи $Ma_1 = T \cos \alpha$, $ma_2 = T \cos \alpha$, односно $a_1 / a_2 = m/M$ [5п]. Како је при хармонијском осциловању $a = x\omega^2$, са слике следи $a\omega^2/b\omega^2 = a_1/a_2$ [5п], односно $(l-s)/s = m/M$, па добијамо $s = lM/(m+M)$ [5п]. Тачка B (центар масе куглица) не креће се по хоризонтали, па кретање доње куглице можемо приближно сматрати слободним осцилацијама математичког клатна дужине s. Строго говорећи тачка B премешта се по вертикали, међутим за мале осцилације двојног клатна, ово кретање

не утиче много на период. Коначно добијамо $T = 2\pi\sqrt{s/g}$, тј. $T = 2\pi\sqrt{Ml/[(M+m)g]}$ [5п].

3. Амплитуде струја у гранама кола дате су са $I_{01} = U_0/\sqrt{R^2 + 1/C^2\omega^2}$ и $I_{02} = U_0/\sqrt{R^2 + L^2\omega^2}$ [3п]. Како је $I_{01} = I_{02}$, следи $L\omega = 1/C\omega$ [3п]. Струја кроз грану са кондензатором предњачи у односу на напон извора за $\arctg(1/RC\omega) = \arctg(L\omega/R) = \pi/4$ [3п], док струја у другој грани кола касни за исту вредност [3п]. Друго Кирхофово правило даје нам $u_1 = i_1 R - i_2 R = I_0 R [\cos(\omega t + \pi/4) - \cos(\omega t + \pi/4)]$ [5п], односно $u_1 = 2RI_0 \sin(\pi/4) \sin \omega t$. Након сређивања овог израза коначно добијамо $u = U_0 \sin \omega t$, тј. $u = 10V \sin(100\pi \text{ rad/s } t)$ [3п].

4. а) У тренутку t елонгације су дате са $x_1 = x_0 \cos(\omega t - ky_1)$ [1п] и $x_2 = x_0 \cos(\omega t - ky_2)$ [1п], а одговарајуће брзине $v_1 = -x_0 \omega \sin(\omega t - ky_1)$ [1п] и $v_2 = -x_0 \omega \sin(\omega t - ky_2)$ [1п]. Квадрирањем и одузимањем последње две једначине добија се $v_1^2 - v_2^2 = \omega^2 (x_2^2 - x_1^2) = 485 \text{ rad/s}$ [3п].

б) Квадрањем и сабирањем израза за x_1 и v_1 , или за x_2 и v_2 , уз коришћење основног тригонометријског идентитета, добијамо $x_0 = \sqrt{x_1^2 + v_1^2 / \omega^2} = \sqrt{x_2^2 + v_2^2 / \omega^2} = 1,08 \cdot 10^{-4} \text{ m}$ [6п].

в) Фазе осциловања уочених тачака су $\omega t - ky_1 = \arccos x_1/x_0$ [1п] и $\omega t - ky_2 = \arccos x_2/x_0$ [1п]. Одузимањем ових једначина добијамо $\Delta y = y_2 - y_1 = 1/k (\arccos x_1/x_0 - \arccos x_2/x_0)$ [1п]. Како је $k = 2\pi/\lambda$ и $v = \lambda\nu$, имамо да је $k = \omega/v_0$ [2п], па коначно добијамо $\Delta y = 0,335 \text{ m}$ [1п].

5. Са слике се види да је $l = 5/2\lambda$ [5п]. Како је $v = \lambda\nu$ [3п], а брзина трансверзалних таласа у жици $v = \sqrt{F/\mu}$ [5п] $\rho = m/V$ [1п], $V = (d^2\pi/4)l$ [1п], $\mu = \rho V/l$ [2п], за силу затезања жице добијамо $F = \rho\pi d^2 l^2 \nu^2 / 25 = 3\text{N}$ [3п].

Члановима комисије желимо успешан рад и пријатан дан!