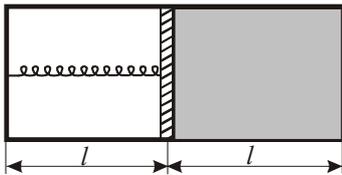


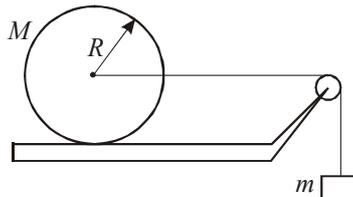
ДРУШТВО ФИЗИЧАРА СРБИЈЕ
МИНИСТАРСТВО ПРОСВЕТЕ И СПОРТА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ

Задаци за окружно такмичење ученика средњих школа
17. март 2007.
III разред

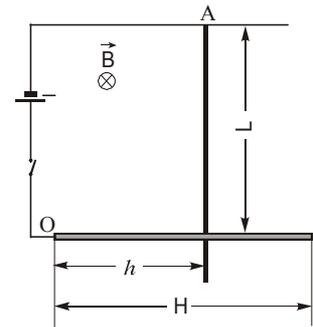
- Осцилаторно коло састоји се од плочастог кондензатора капацитета $C = 2 \cdot 10^{-9} \text{ F}$ и завојнице индуктивности $L = 2 \cdot 10^{-3} \text{ H}$. Одредити на којој таласној дужини λ ради ово коло. Колика ће бити таласна дужина кола ако се простор између облога кондензатора испуни парафином релативне диелектричне пропустљивости $\epsilon_r = 2$? Термогени отпор кола је занемарљив. (Млади физичар бр. 70) (20п)
- Клип занемарљиве масе придржава се на средини топлотно изолованог затвореног цилиндричног суда дужине $2l$ и попречног пресека S (слика 1). С једне стране клипа се налази гас на температури T_1 и притиску p_1 . С друге стране је клип кроз вакуум везан опругом коефицијента еластичности k за зид суда. Одредити температуру гаса после пуштања (ослобађања) клипа. Дужина недеформисане опруге је $2l$, а унутрашња енергија једног мола гаса је $U = cT$. Занемарити трење и топлотне капацитете суда и клипа. (20п)
- Калем масе M и полупречника R спојен је неистегљивом нити са тегом масе m , као на слици 2. Нит је намотана на осовину калема занемарљивог пречника и пребачена преко котура занемарљиве масе. Одредити убрзање центра масе калема и силу затезања у нити. Колику брзину достиже тег након спуштања за висину h од почетка кретања? (20п)
- Одредити разлику потенцијала између тачака А и Б у колу приказаном на слици 3. Електромоторна сила извора је E . Познате су отпорности отпорника R_1 и R_2 и капацитети кондензатора C_1 и C_2 . (20п)
- Хомогени метални штап масе $m = 1 \text{ kg}$ и дужине $H = 0.74 \text{ m}$ причвршћен је једним крајем у тачки О тако да око ње може слободно да ротира у вертикалној равни цртежа (слика 4). Штап додирује жицу чија отпорност по јединици дужине износи $R_l = 1 \Omega/\text{m}$, и која је постављена вертикално на удаљености $h = 0.5 \text{ m}$ од тачке О. Почетак жице А налази се на удаљености $L = 1 \text{ m}$ од тачке додира штапа и жице. Цео систем се налази у хомогеном магнетном пољу индукције B чији је правац нормалан на раван цртежа и смер према цртежу. Занемарити све отпорности у колу, осим отпорности жице. Сви делови кола, осим штапа су фиксирани. Сматрати да Амперова сила делује у тачки која се налази на средини дела штапа кроз који тече струја. Одредити интензитет магнетне индукције ако штап може остати бесконачно дуго отклоњен од хоризонтале за угао $\alpha = 30^\circ$. Електромоторна сила батерије износи $E = 15 \text{ V}$. (20п)



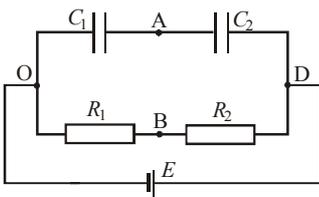
Слика 1



Слика 2



Слика 4



Слика 3

Задатке припремила: Андријана Жекић
 Рецензент: Мићо Митровић
 Председник Комисије: Мићо Митровић

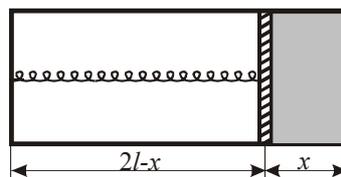
Решења задатака за окружно такмичење ученика средњих школа, 2007.г.
III разред

1. Таласне дужине кола без парафина и са парафином износе

$$\lambda_1 = c/v_1 = 2\pi c\sqrt{LC} \approx 3.77 \text{ km} \quad (7\text{п}) \quad \text{и} \quad \lambda_2 = c/v_2 = 2\pi c\sqrt{LC_2} \quad (3\text{п})$$

$$\lambda_2 = 2\pi c\sqrt{L\varepsilon_r C_1} = \sqrt{\varepsilon_r} \lambda_1 \quad (7\text{п}) \Rightarrow \lambda_2 \approx 5.33 \text{ km} \quad (3\text{п})$$

2. На почетку је опруга деформисана за l . Ако крајњу деформацију означимо са x , по закону одржања енергије важи $kl^2/2 + cT_1 = kx^2/2 + cT_2$ (6п). За идеалан гас важи $p_1V_1/T_1 = p_2V_2/T_2$ (2п) $\Rightarrow p_1Sl/T_1 = p_2Sx/T_2$ (2п). За равнотежу клипа важи $Sp_2 = kx$ (3п), па је $kx^2 = p_1lST_2/T_1$ (3п). Комбиновањем са првом једначином добија се $T_2 = T_1 \frac{2cT_1 + kl^2}{2cT_1 + p_1lS}$ (4п).



3. Први начин – ротација око тачке O: $I\alpha = FR$ (2п) $\Rightarrow (MR^2/2)(a/R) = FR$
 $\Rightarrow F = Ma/2$ (3п).

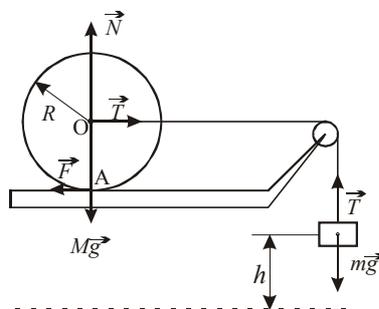
За транслацију важи $Ma = T - F$ (3п) и $ma = mg - T$ (3п), па је

$$a = \frac{2mg}{3M + 2m} \quad (3\text{п}), \quad T = \frac{3Mmg}{3M + 2m} \quad (3\text{п}) \quad \text{и} \quad v = \sqrt{2ah} = 2\sqrt{mgh/(3M + 2m)} \quad (3\text{п}).$$

Други начин – ротација око тачке A: $I'\alpha = TR$ (2п) \Rightarrow

$$\left(\frac{MR^2}{2} + MR^2\right)(a/R) = TR \Rightarrow T = 3Ma/2 \quad (3\text{п}). \text{ Комбиновањем са једначинама}$$

за транслацију добијају се претходни резултати.



4. $U_{AB} = \varphi_A - \varphi_B = \varphi_A - \varphi_O + \varphi_O - \varphi_B = -U_{OA} + U_{OB}$ (2п)

Наелектрисање једног кондензатора је једнако наелектрисању редне везе, па је: $q = C_1U_{OA} = \frac{C_1C_2}{C_1 + C_2} E$ (4п) \Rightarrow

$$U_{OA} = \frac{C_2}{C_1 + C_2} E \quad (3\text{п}).$$

Струја кроз један отпорник је једнака струји кроз редну везу, па је: $I = \frac{U_{OB}}{R_1} = \frac{E}{R_1 + R_2}$ (4п) \Rightarrow

$$U_{OA} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} E \quad (3\text{п}) \quad U_{AB} = U_{OB} - U_{OA} = \frac{C_2R_2 - C_1R_1}{(C_1 + C_2)(R_1 + R_2)} E \quad (4\text{п})$$

5. На штап делују сила Земљине теже $m\vec{g}$ (1п) и Амперова сила $F_A = \vec{l} \times \vec{B}$ (1п).

Отпорност дела жице кроз који тече струја је $R = R_l(L - x) = r(L - htg\alpha)$ (2п). По

Омовом закон струја која протиче кроз штап је $I = E/R = E/[R_l(L - htg\alpha)]$ (2п).

Интензитет Амперове силе која делује на штап износи

$$F_A = IlB = I\sqrt{h^2 + x^2} B = \frac{EhB\sqrt{1 + tg^2\alpha}}{R_l(L - htg\alpha)} \quad (3\text{п}). \text{ Штап се налази у положају}$$

стабилне равнотеже, односно поништавају се момент силе Земљине теже и

момент Амперове силе: $mg \frac{H}{2} \cos\alpha = F_A \frac{l}{2}$ (6п). Комбиновањем претходних

једначина добија се да је тражена магнетна индукција

$$B = \frac{1}{Eh^2} mgH \cos^3\alpha R_l(L - htg\alpha) \approx 0.89 \text{ T} \quad (3+2\text{п}).$$

