



ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА  
ШКОЛСКЕ 2009/2010. ГОДИНЕ.

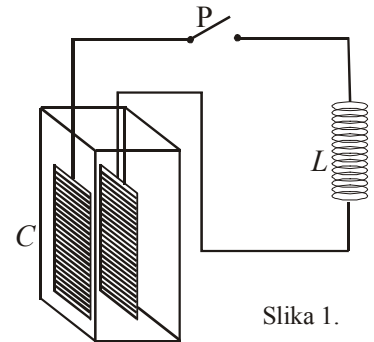


III РАЗРЕД

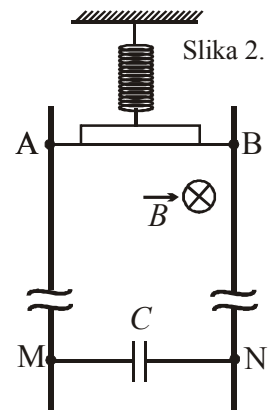
Друштво Физичара Србије  
Министарство Просвете Републике Србије  
ЗАДАЦИ

ОКРУЖНИ НИВО  
13.03.2010.

1. Осцилаторно коло се састоји од плочастог кондензатора и завојнице (слика 1). Плоче кондензатора стоје вертикално на дну стаклене посуде. Ширина сваке плоче је  $a = 10\text{cm}$ , а висина  $b = 20\text{cm}$ . Размак између плоча је  $d = 5\text{mm}$ . Између плоча, до пола њихове висине, налази се диелектрик петролеј релативне диелектричне пропустљивости  $\epsilon_r = 2.1$ . Коefицијент самоиндукције завојнице износи  $L = 200\text{mH}$ . а) Одредити сопствену фреквенцију овог кола. б) Када је отворен прекидач, плоче кондензатора се вежу на извор једносмерне струје електромоторне силе  $\mathcal{E} = 100\text{V}$ . Потом се извор одвоји а прекидач затвори. Колика је максимална струја која протиче кроз калем? (20 поена)

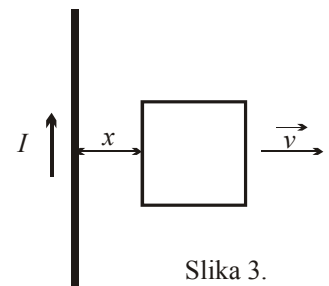


2. На опрузи коефицијента еластичности  $k$  виси тег (слика 2). За тег је причвршћена хоризонтална бакарна шипка  $AB$  дужине  $l$ . Шипка може да клизи без трења по непокретним, вертикалним и проводним шинама  $AM$  и  $BN$  при чему стално са њима има добар електрични контакт. Између шина је проводницима везан кондензатор капацитета  $C$ . Систем се налази у хомогеном магнетном пољу индукције  $B$ , нормалном на шине и шипку. Одредити период малих вертикалних осцилација тега. Маса тега заједно са шипком износи  $m$ . Отпорност шипке, шина и проводника занемарити. (20 поена)



3. Око кугле полупречника  $R_1$  наелектрисане количном наелектрисања  $q_1$  налази се метална мрежа полупречника  $R_2$  наелектрисана количном наелектрисања  $q_2$ . Са наелектрисане кугле полети количина наелектрисања  $q$  почетном брзином  $v_0 = 0$ , пролети кроз мрежу и удаљи се у бесконачност. Наћи брзину наелектрисања  $q$  на удаљености  $r$  од кугле и у бесконачности. Узети да је однос  $q/m$  познат. (20 поена)

4. Кроз бесконачан праволинијски проводник протиче струја  $I = 50\text{A}$ . На растојању  $x = 1\text{cm}$  од проводника налази се проводни квадратни рам стране  $a = 10\text{cm}$ , чија је једна страница паралелна проводнику, и који се креће брзином  $v = 10\text{m/s}$  у смеру означеном на слици 3. Одредити ЕМС која се у том тренутку индукује у раму. (МФ 96) (20 поена)



5. Мало тело, које се кретало хоризонтално на висини  $h = 5\text{m}$  од подлоге, распада се на два комада једнаких маса. Један комад пада на подлогу после времена  $t_1 = 1\text{s}$  од распада. После колико времена од распада на подлогу пада други комад, који пада касније. Трење ваздуха занемарити. (20 поена)

Задатке припремила: Доц. др Андријана Жекић, Физички факултет, Београд

Рецензент: Проф. др Мићо Митровић, Физички факултет, Београд

Председник Комисије за такмичење ДФС: Проф. др Мићо Митровић, Физички факултет, Београд



1. Кондензатор се понаша као два паралелно везана кондензатора, са петролејем и ваздухом између плоча

$$C_e = C_1 + C_2 = \frac{\epsilon_0 \epsilon_r S}{2d} + \frac{\epsilon_0 S}{2d} = \frac{\epsilon_0 ab}{2d} (\epsilon_r + 1) \quad (5\text{п}). \text{ а) Сопствена фреквенција кола: } \nu = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC_e}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{2d}{L \epsilon_0 ab (\epsilon_r + 1)}}$$

$$(4\text{п}). \nu = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{10 \cdot 10^{-3} \text{ m}}{0.2 \text{ H} \cdot 8.85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{F}}{\text{m}} \cdot 0.1 \text{ m} \cdot 0.2 \text{ m} \cdot (2.1 + 1)}} \approx 4.8 \cdot 10^4 \text{ Hz} \quad (1\text{п})$$

б) Према Закону одржања енергије је  $C_e \epsilon^2 / 2 = LI^2 / 2$  (5п), па је  $I = \epsilon \sqrt{\frac{\epsilon_0 ab}{2dL}} (\epsilon_r + 1)$  (4п).  $I \approx 1.66 \cdot 10^{-3} \text{ A}$  (1п)

2. Посматрајмо тег (шипку) када на удаљености  $x$  усмереној на доле од равнотежног положаја има брзину  $v$  усмерену на доле. У шипци се индукује ЕМС каја је једнака напону на кондензатору  $Blv = U = q/C$  (3п). Струја пуњења кондензатора износи  $I = \Delta q / \Delta t = \Delta(BlvC) / \Delta t = BlC \Delta v / \Delta t = BlCa$  (4п). На шипку делује Амперова сила која се супротставља кретању – усмерена на више.  $F = IlB = B^2 l^2 Ca$  (2п). Други Њутнов закон за кретање тега (шипке)  $ma = -B^2 l^2 Ca - k(x_0 + x) + mg$ , где је за равнотежни положај  $kx_0 = mg$  (4п).

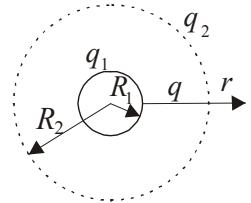
$$a + \frac{k}{m + B^2 l^2 C} x = 0 \Rightarrow \omega^2 = \frac{k}{m + B^2 l^2 C} \quad (4\text{п}) \Rightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{m + B^2 l^2 C}{k}} \quad (3\text{п}).$$

3. По Зак. одржања енергије, непосредно уз мрежу је  $E_{k1} + k_0 \frac{q_1 q}{R_2} = k_0 \frac{q_1 q}{R_1}$  (4п), а по проласку

$$E_{p2} = k_0 \frac{q(q_1 + q_2)}{R_2} \quad (4\text{п}). \text{ На удаљености } r \text{ је } E_{k1} + E_{p2} = E_k + E_p \quad (3\text{п}), \text{ тј}$$

$$k_0 \frac{q_1 q}{R_1} - k_0 \frac{q_1 q}{R_2} + k_0 \frac{q(q_1 + q_2)}{R_2} = \frac{mv^2}{2} + k_0 \frac{q(q_1 + q_2)}{r} \quad (2\text{п}). \Rightarrow \text{Брзина на удаљености } r \text{ је}$$

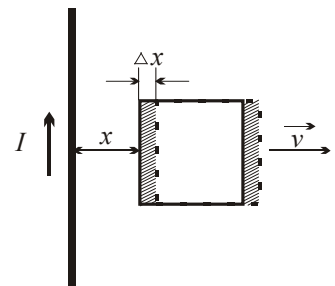
$$v = \sqrt{\frac{2k_0 q}{m} \left( \frac{q_1}{R_1} + \frac{q_2}{R_2} - \frac{q_1 + q_2}{r} \right)} \quad (3\text{п}). \text{ Када } r \rightarrow \infty, E_p = 0 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2k_0 q}{m} \left( \frac{q_1}{R_1} + \frac{q_2}{R_2} \right)} \quad (4\text{п}).$$



4. При померању рама за  $\Delta x$  магнетни флуks кроз рам се промени за разлику флуksева кроз осенчене површине  $\Delta \Phi = \Phi_1 - \Phi_2$  (3п). Ова разлика зависи само од разлике магнетних индукција на растојању  $x$  и  $x + a$ ,  $\Delta \Phi = B_1 a \Delta x - B_2 a \Delta x$  (3п),

$$\Delta \Phi = (B_1 - B_2) a \Delta x = \Delta \Phi = 2Ik' \left( \frac{1}{x} - \frac{1}{x+a} \right) a \Delta x = k' \frac{2Ia^2}{x(x+a)} \Delta x \quad (7\text{п}). \text{ Индукована}$$

$$\text{ЕМС је } \epsilon = -\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = k' \frac{2Ia^2}{x(x+a)} \frac{\Delta x}{\Delta t} = k' \frac{2Ia^2}{x(x+a)} v \quad (6\text{п}) \quad \epsilon \approx 9.1 \cdot 10^{-4} \text{ V} \quad (1\text{п}).$$



5. Различита времена падања су последица различитих вертикалних компонената почетних брзина два комада (3п). Пошто тело није имало импулс пре распада дуж вертикалног правца, не може га имати ни после распада, па вертикалне компоненте почетних импулса оба комада морају бити једнаке, али супротног смера. Пошто су масе оба комада једнаке, морају им бити једнаке и вертикалне компоненте почетних брзина после распада (8п). Ако ове компоненте означимо са  $v_0$ , за падање првог и другог комада важи  $h = v_0 t_1 + gt_1^2 / 2$  (3п),  $h = -v_0 t_2 + gt_2^2 / 2$  (3п), па је  $t_2 = 2h / gt_1$  (2п)  $t_2 \approx 1.02 \text{ s}$  или  $t_2 \approx 1 \text{ s}$ . (1п)