



ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА  
ШКОЛСКЕ 2008/2009. ГОДИНЕ.

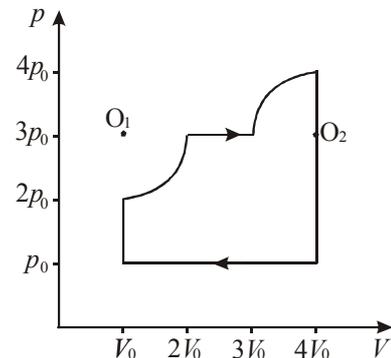
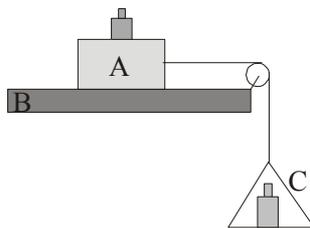
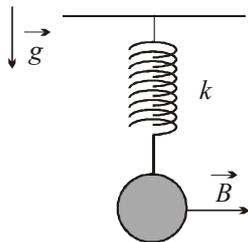


III РАЗРЕД

Друштво Физичара Србије  
Министарство Просвете Републике Србије  
ЗАДАЦИ

ОКРУЖНИ НИВО  
07.03.2009.

1. Једнослојни калем пречника  $D = 5\text{cm}$  стављен је у хомогени магнетно поље паралелно његовој оси. Индукција магнетног поља се равномерно мења брзином  $\frac{\Delta B}{\Delta t} = 10^{-2}\text{T/s}$ . Калем има  $n = 1000$  навоја од бакарног проводника ( $\rho = 1.7 \cdot 10^{-8}\Omega\text{m}$ ) површине пресека  $S = 0.2\text{mm}^2$ . а) На крајеве калема прикључен је кондензатор капацитета  $C = 10\mu\text{F}$ . Израчунати количину наелектрисања на њему. б) Крајеви калема се кратко споје. Израчунати топлотну снагу која се издвоји у калему. (МФ 68). (15 поена)
2. У црној кутији налази се непознати број извора електромоторних сила и отпорника, спојених на непознати начин. Из кутије излазе два извода. Ако се на изводе споји отпорник отпорности  $R_1 = 10\Omega$ , кроз њега тече струја  $I_1 = 2\text{A}$ , а ако се на изводе споји отпорник отпорности  $R_2 = 25\Omega$ , кроз њега тече струја  $I_2 = 1\text{A}$ . Колика мора бити отпорност отпорника  $R_x$  који треба везати на изводе да би кроз њега текла струја  $I_x = 0.5\text{A}$ ? (20 поена)
3. На даску А масе  $M = 0.18\text{kg}$  постављен је тег масе  $m_1 = 2\text{kg}$ . Даска А са тегом клизи константном брзином по дасци В када је у тас С масе  $m_0 = 0.18\text{kg}$  стављен тег масе  $m_2 = 0.5\text{kg}$ . Одредити коефицијент трења између дасака А и В. Колики рад изврши ова сила трења док се тас спусти за  $h = 10\text{cm}$ ? (20 поена)
4. Одредити коефицијент корисног дејства циклуса 1-2-3-4-5-6-1 приказаног на слици, који врши идеалан једноатомски гас. Делови циклуса 2-3 и 4-5 су лукови кружница са центрима у тачкама  $O_1$  и  $O_2$ . (20 поена)
5. Одредити период малих осцилација металног диска масе  $m$ , дебљине  $d$  и полупречника  $R$  ( $R \gg d$ ), обешеног на опругу коефицијента еластичности  $k$ , који осцилује у хомогеном магнетном пољу индукције  $B$ . Линије силе магнетног поља леже у равни основица диска. Време успостављања равнотежне расподеле наелектрисања занемарити. (25 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



ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА  
ШКОЛСКЕ 2008/2009. ГОДИНЕ.



III РАЗРЕД

Друштво Физичара Србије  
Министарство Просвете Републике Србије  
РЕШЕЊА ЗАДАТАКА

ОКРУЖНИ НИВО  
07.03.2009.

1. а) Количина наелектрисања на кондензатору једнака је  $q = C\varepsilon$ , где је  $\varepsilon = n \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$  (1),  $\varepsilon = nS \frac{\Delta B}{\Delta t} = n \frac{D^2\pi}{4} \frac{\Delta B}{\Delta t}$  (3).

$$\Rightarrow q = Cn \frac{D^2\pi}{4} \frac{\Delta B}{\Delta t} \quad (3), \quad q \approx 1.95 \cdot 10^{-7} \text{ C} \quad (1).$$

б) Топлотна снага која се издваја у калему је  $P = \frac{\varepsilon^2}{R} = \frac{\varepsilon^2 S}{\rho l}$  (2),  $P = \left(\frac{\Delta B}{\Delta t}\right)^2 \frac{\pi D^3 n S}{16\rho}$  (4),  $P \approx 2.8 \cdot 10^{-5} \text{ W}$  (1).

2. Непознату комбинацију извора ЕМС и отпорника можемо преставити као редну везу јеног извора ЕМС  $\varepsilon$  унутрашње отпорности  $r$  (2). Тада је  $I_1 = \varepsilon / (R_1 + r)$  (3),  $I_2 = \varepsilon / (R_2 + r)$  (3) и  $I_x = \varepsilon / (R_x + r)$  (3). Комбинацијом ових једначина добија се да је  $r = \frac{I_2 R_2 - I_1 R_1}{I_1 - I_2} = 5\Omega$  (2+1) и  $\varepsilon = \frac{I_1 I_2 (R_2 - R_1)}{I_1 - I_2} = 30\text{V}$  (2+1).

$$\Rightarrow R_x = \frac{\varepsilon}{I_x} - r = 55\Omega \quad (2+1).$$

3. По 2. Њутновом закону за даску А важи  $N - (m_1 + M)g = 0$  (3) и  $T - F_{tr} = T - \mu N = 0$  (3), а за тас  $(m_0 + m_2)g - T = 0$  (3). Одавде следи  $\mu = \frac{m_0 + m_2}{M + m_1} \approx 0.3$  (5+1).

Пошто се не мења кинетичка енергија система, тражени рад је једнак промени потенцијалне енергије таса и тега на њему.

$$A = (m_0 + m_2)gh \approx 0.667\text{J} \quad (4+1).$$

4.  $\eta = \frac{A}{Q_1} = \frac{A}{A - |Q_2|}$ , где је  $Q_2$  количина топлоте коју гас отпушта. Њу је лакше одредити од топлоте која се троши.

За део 5-6 важи  $C_V = 3R/2$  (1),  $\Delta T_{5-6} = V\Delta p / nR$  (2),  $Q_{5-6} = nC_V \Delta T_{5-6}$  (1),  $Q_{5-6} = 3V_6(p_6 - p_5) = -18p_0V_0$  (3), а за део 6-1 важи  $C_p = 5R/2$  (1),  $\Delta T_{6-1} = p\Delta V / nR$  (2),  $Q_{6-1} = nC_p \Delta T_{6-1}$  (1),  $Q_{6-1} = 5p_0(V_1 - V_6)/2 = -15p_0V_0/2$  (3).

Апсолутна вредност отпуштене количине топлоте је  $|Q_2| = |Q_{5-6} + Q_{6-1}| = 51p_0V_0/2$  (2). Извршени рад једнак је површини ограниченој циклусом  $A = 6p_0V_0$  (2), па је коеф. Корисног дејства  $\eta = \frac{4}{21}$  (2).

5. Магнетно поље делује на слободне електроне у диску Лоренцовом силом  $F_1 = evB$  (1) у правцу нормалном на брзину (вертикалу) и поље, тј. издваја их на основице диска, остављајући супротну основицу позитивно наелектрисану. Издвајање тече док се ова сила не изједначи са привлачном електричном силом раздвојених наелектрисања  $F = eE = e \frac{\sigma}{\varepsilon_0}$  (2), па површинска густина наелектрисања на основама диска износи  $\sigma = \varepsilon_0 vB$  (4). Она

зависи од врзине, која се мења при осциловању, али се по услову задатка брзини прилагођава веома брзо. Пошто се мења брзина, мења се и површинска густина наелектрисања, тј. тече струја од једне до друге основе диска, која износи  $I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = S \frac{\Delta \sigma}{\Delta t}$  (3)  $I = \varepsilon_0 vS \frac{\Delta v}{\Delta t} = \varepsilon_0 vSa$  (3). На ову струју магнетно поље делује Амперовом силом

$F_A = IBd = S\varepsilon_0 dB^2 a$  (3), па је једначина кретања диска  $ma = -kx - S\varepsilon_0 dB^2 a$  (3). Треба приметити да је  $\Delta v$  увек усмерено ка равнотежном положају, тј. Амперова сила има исти смер као реституциона сила  $-kx$ . Ова једначина се може написати у облику  $(m + S\varepsilon_0 dB^2)a = -kx$  (2), што одговара хармонијском осциловању тела масе  $m + S\varepsilon_0 dB^2$

$$\text{периодом } T = 2\pi \sqrt{\frac{m + S\varepsilon_0 dB^2}{k}} \quad (4).$$