



ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2014/2015. ГОДИНЕ.

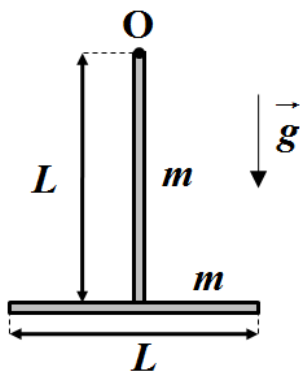


III
РАЗРЕД

Друштво Физичара Србије
Министарство просвете, науке и технолошког
развоја Републике Србије
ЗАДАЦИ

ОПШТИНСКИ НИВО
14.02.2015.

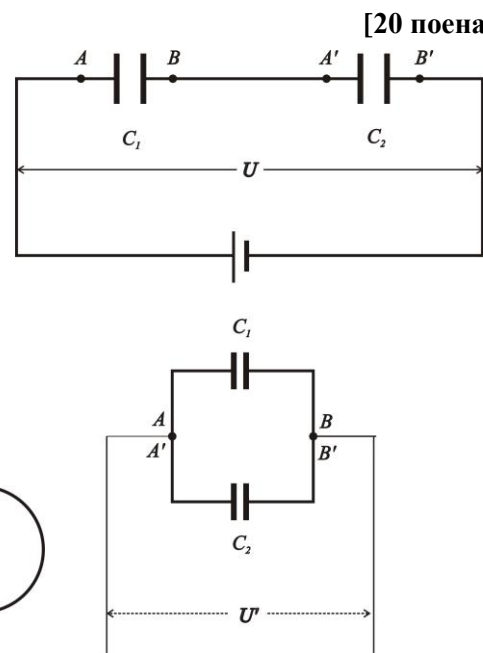
1. Физичко клатно је направљено од два чврсто спојена, танка и хомогена штапа једнаких дужина L и маса m , тако да формирају обрнуто слово „Т” (слика 1). Клатно се налази у вертикалној равни и може слободно да осцилује око осе која пролази кроз тачку вешања O и нормална је на раван у којој се клатно налази. Одредити период малих осцилација датог клатна око равнотежног положаја. [20 поена]
2. Два једнака стаклена балона која садрже гас на $t=0^{\circ}\text{C}$, спојена су цевчицом чији је пречник $d=5\text{mm}$, у чијој се средини налази кап живе. Укупна запремина једног балона и одговарајућег празног дела цевчице износи 200cm^3 . За колико ће се померити капљица, ако се један балон загреје за $\Delta t=2^{\circ}\text{C}$, а други за толико охлади. [20 поена]
3. Кондензатори капацитета $C_1=1\mu\text{F}$ и $C_2=2\mu\text{F}$ везани су редно и тако прикључени на напон $U=900\text{V}$. Напуњени кондензатори се затим раздвоје од напајања и међусобно раздвоје, а затим се споје паралелно, као на слици. Колика су наелектрисања кондензатора q_1 и q_2 после паралелног спајања као на слици и успостављања равнотеже? Колики је напон U' на њиховим крајевима? [20 поена]
4. У електрично коло у облику квадрата страница дужине $a=1.5\text{m}$ везана је тињалица унутрашње отпорности $r=10\Omega$, чији је напон паљења $U_p=0.1\text{V}$. Коло се налази у равни која је нормална на хомогено магнетно поље \vec{B} . Почев од тренутка $t=0$ интензитет магнетног поља се повећава по закону $B=B_0+At$, где су A и B_0 константе. Ако је отпорност проводника који чини коло $R=0.1\Omega$, одредити минималну вредност константе A да би се тињалица упалила. [20 поена]
5. а) Одредити период осциловања математичког клатна уколико се оно налази у лифту који се креће равномерно убрзано, са убрзањем a вертикално на више.
б) Колики би био период осциловања овог клатна уколико би се оно налазило у вагону који се креће у хоризонталном правцу равномерно убрзано са убрзањем a .
в) На којој висини H изнад Земљине површине ће се период осциловања математичког клатна повећати за 100% у односу на период осциловања на површини Земље (клатно се налази у систему референције који мирује у односу на Земљу). Узети да је γ гравитациона константа, M маса Земље и R њен полупречник. [20 поена]



Слика уз задатак 1.



Слика уз задатак 2.



Слика уз задатак 3.

Напомена: Сва решења детаљно објаснити!

Задатке припремили: др Владимир Марковић и др Ненад Сакан

Рецензенти: др Ненад Сакан и др Владимир Марковић, Владимир Чубровић

Председник комисије: Проф. др Мићо Митровић, Физички факултет, Београд

Свим такмичарима желимо успешан рад!



ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2014/2015. ГОДИНЕ.

Друштво Физичара Србије

Министарство просвете, науке и технолошког
развоја Републике Србије
РЕШЕЊА



ОПШТИНСКИ НИВО

III
РАЗРЕД

14.02.2015.

1. Период физчког клатна је $T = 2\pi \sqrt{\frac{I^{(0)}}{2mgd^{(0)}}}$ [3п]. По Штајнеровој теорему је

$$I^{(0)} = \left(\frac{mL^2}{12} + \frac{mL^2}{4}\right) + \left(\frac{mL^2}{12} + mL^2\right) = \frac{17mL^2}{12} \quad [4+4+1\text{п}]. \quad \text{Удаљеност тежишта је}$$

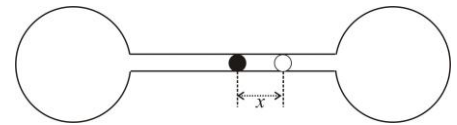
$$d^{(0)} = \frac{m \cdot \frac{L}{2} + m \cdot L}{m + m} = \frac{3L}{4} \quad [5\text{п}], \quad \text{па је } T = 2\pi \sqrt{\frac{17L}{18g}} \quad [3\text{п}].$$

2. Пре промене температура у оба балона је $p_0V_0 = nRT_0$ [1п]. После промене температура: $p_1V_1 = nRT_1$ [1п] и $p_2V_2 = nRT_2$ [1п], одакле је $\frac{V_1p_1}{T_1} = \frac{V_2p_2}{T_2}$ [4п]. У новој

равнотежи је $p_1 = p_2$ [2п], па је $\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{T_0 + \Delta T}{T_0 - \Delta T}$ [4п]. Промењене

запремине износе $V_1 = V_0 + Sx$ [1п] и $V_2 = V_0 - Sx$ [1п], где је $S = \frac{\pi d^2}{4}$, па је

$$\frac{V_0 + Sx}{V_0 - Sx} = \frac{T_0 + \Delta T}{T_0 - \Delta T} \quad [2\text{п}], \quad \text{односно } x = \frac{V_0 \Delta T}{ST_0} = \frac{4V_0 \Delta T}{\pi d^2 T_0} \approx 0.074 \text{ m} \quad [2+1\text{п}].$$



3. Када су кондензатори везани редно, наелектрисани су са $q = C_e U = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} U$ [4п]. Ако се кондензатори споје паралелно, као на слици, мора се одржати укупно наелектрисање, па је $q_1 + q_2 = q$ [3п]. Напони на паралелно везаним кондензаторима су једнаки, тј. $U' = \frac{q_1}{C_1} = \frac{q_2}{C_2} = \frac{q}{C_e} = \frac{q}{C_1 + C_2}$ [4п]. Из горњих релација се добија

$$q_1 = \frac{C_1^2 C_2}{(C_1 + C_2)^2} U = 2 \cdot 10^{-4} \text{ C} \quad [2+1\text{п}], \quad q_2 = \frac{C_1 C_2^2}{(C_1 + C_2)^2} U = 4 \cdot 10^{-4} \text{ C} \quad [2+1\text{п}] \quad \text{и} \quad U' = \frac{C_1 C_2}{(C_1 + C_2)^2} U = 200 \text{ V} \quad [2+1\text{п}].$$

4. Индукована ЕМС у колу је $E = \left| -\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right|$ [1п]. Магнетни флукс кроз контуру је $\Phi = BS$ [2п]. Пошто је

$$B = B_0 + At, \quad \text{то је} \quad \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{\Phi_2 - \Phi_1}{t_2 - t_1} = \frac{B_2 S - B_1 S}{t_2 - t_1} = \frac{(B_0 + At_2)S - (B_0 + At_1)S}{t_2 - t_1} = AS \quad [4\text{п}]. \quad \text{Како је } S = a^2, \quad \text{то је}$$

$$E = a^2 A \quad [2\text{п}]. \quad \text{По Омовом закону је } I = \frac{E}{R + r} \quad [2\text{п}]. \quad \text{Напон на тињалици износи } U = rI = \frac{Er}{R + r} \quad [3\text{п}]. \quad \text{Да би се}$$

$$\text{тињалица упалила мора бити } U \geq U_p, \quad \text{тј. } \frac{Er}{R + r} \geq U_p \quad [2\text{п}]. \quad \text{Одавде добијамо } A = \frac{U_p}{a^2} \left(1 + \frac{R}{r}\right) \approx 0.045 \frac{\text{T}}{\text{s}} \quad [3+1\text{п}].$$

5. Период осциловања клатна је $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{a_r}}$ [2п], где је a_r резултујуће убрзање куглице клатна, која је последица деловања силе Земљине теже и инерцијалне силе. а) У лифту на куглицу делују сила теже mg и инерцијална сила

$$ma, \quad \text{па је } F = ma_r = ma + mg, \quad \text{тј. } a_r = g + a \quad [2\text{п}] \quad \text{и} \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g + a}} \quad [2\text{п}]. \quad \text{б) У случају вагона резултујуће убрзање је}$$

$$a_r = \sqrt{g^2 + a^2} \quad [2\text{п}], \quad \text{па је } T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{\sqrt{g^2 + a^2}}} \quad [2\text{п}]. \quad \text{в) Период клатна на површини Земље је } T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \quad [1\text{п}], \quad \text{а на}$$

$$\text{висини } H \quad \text{је } T_H = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g_H}} \quad [1\text{п}]. \quad \text{Према услову задатка је } T_H = 2T, \quad \text{па је } g = 4g_H \quad [2\text{п}]. \quad \text{Убрзање Земљине теже на}$$

$$\text{Земљиној површини је } g = \gamma \frac{M}{R^2} \quad [2\text{п}], \quad \text{а на висини } H, \quad g_H = \gamma \frac{M}{(R + H)^2} \quad [2\text{п}], \quad \text{па је тражена висина } H = R \quad [2\text{п}].$$