ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2010/2011. ГОДИНЕ.

III РАЗРЕД

Друштво Физичара Србије
Министарство Просвете Републике Србије
ЗАДАЦИ

ОКРУЖНИ НИВО
08.03.2014.

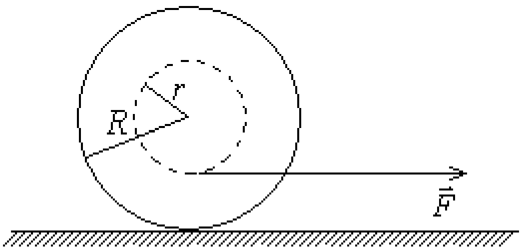
1. Одредити период малих осцилација куглице обешене о лаку неистегљиву нит дужине $l = 20\ \mathrm{cm}$, ако се налази у течности чија је густина $\eta = 3$ пута мања од густине куглице. Отпор течности је занемарљив. За убрзање Земљине теже узети $g = 10\ \mathrm{m/s^2}$. (20 поена)

2. Проводном квадратном раму, масе m и странице a, који лежи све време у вертикалној равни, саопштава се почетна брзина v_0 у хоризонталном правцу. Две наспрамне странице рама остају хоризонталне у току кретања. Рам се креће у гравитационом пољу Земље, све време се налазећи у магнетном пољу нормалном на раван рама. Индукција поља се мења по закону $B(z) = B_0 + kz$, где је k позитивна константа, а z - оса је постављена у правцу деловања силе Земљине теже. Електрична отпорност рама износи R. Након неког времена рам наставља да се креће константном брзином v. Одредити интензитет почетне брзине рама. (20 поена)

3. Коло које се састоји од редно везаног отпора $R = 0{,}16\ \mathrm{k\Omega}$ и калема чији активни отпор се не може занемарити (чији су параметри r - термогена отпорност и L - коефицијент самоиндукције) прикључено је на мрежу ефективног напона $U = 220\ \mathrm{V}$. Одредити количину топлоте која се ослободи на калему за $t = 1\ \mathrm{min}$, ако ефективни напон на отпору R износи $U_1 = 80\ \mathrm{V}$, а на калему $U_2 = 180\ \mathrm{V}$. (20 поена)

4. Тело везано за опругу коефицијента еластичности $20\ \mathrm{N/m}$ осцилује по подлози која на њега делује константном силом трења $F = 0{,}05\ \mathrm{N}$. Осциловање тело започиње из амплитудног положаја. Одредити почетну амплитуду осциловања и колики пут тело пређе до заустављања, ако је амплитуда после једног периода $9\ \mathrm{cm}$. (20 поена)

5. Играчка јо-јо лежи на хоризонталној равни. Њена маса је m, момент инерције у односу на осу симетрије $I = \beta m R^2$, спољашњи полупречник R, а r полупречник на који је намотан танак неистегљив конац занемарљиве масе. Коефицијент статичког трења између играчке и равни је k. Конац повлачимо константном хоризонталном силом, при чему је одмотани део конца све време у хоризонталној равни и не мења се правац осе ротације (слика 1). Одредити интензитет убрзања осе играчке при котрљању без клизања и максимални интензитет силе F за који неће доћи до проклизавања.



Слика 1.

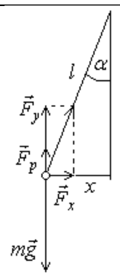
Задатке припремила: Ивана Ранчић, Природно-математички факултет, Нови Сад
Рецензент: Проф. др Мићо Митровић, Физички факултет, Београд
Председник Комисије за такмичење ДФС: Проф. др Мићо Митровић,Физички факултет, Београд

ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2010/2011. ГОДИНЕ.

III РАЗРЕД

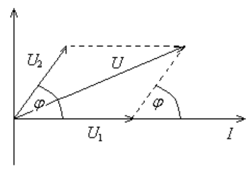
Друштво Физичара Србије
Министарство Просвете Републике Србије
РЕШЕЊА ЗАДАТАКА

ОКРУЖНИ НИВО
08.03.2014.



1. Интензитет силе потиска која делује на куглицу је $F_p = \rho_0 Vg$ **(1п)**. Када нит заклапа угао α са вертикалом важи $\mathrm{tg}\,\alpha = \dfrac{F_x}{F_y}$ **(1п)** где смо са F_x и F_y означили одговарајуће компоненте силе затезања нити. $F_y = mg - \rho_0 Vg$ **(2п)**, па је $F_x = (\eta - 1)\rho_0 Vg \cdot \mathrm{tg}\,\alpha$ **(1п)**, а $\sin\alpha = \dfrac{x}{l}$ **(3п)**. За мали угао $\mathrm{tg}\,\alpha \approx \sin\alpha$ **(1п)**, па је $F_x = \dfrac{(\eta - 1)\rho_0 Vg}{l}x$ **(3п)**, тако да је $k = \dfrac{(\eta - 1)\rho_0 Vg}{l}$ **(2п)**. $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{m}{k}}$ **(2п)**, па пошто је $m = \eta\rho_0 V$ **(1п)**, добија се $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{\eta l}{(\eta - 1)g}}$ **(2п)**, $T = 1{,}09\ \mathrm{s}$ **(1п)**.

2. Хоризонтална компонента брзине се не мења. Вертикална компонента v_z се налази из једнакости силе Земљине теже и магнетне силе, која је једнака разлици сила на доњу и горњу страну рама $mg = F$ **(2п)**, $F = Ia[B_0 + k(z + a)] - Ia[B_0 + kz]$ **(4п)**, $Ia^2 k = mg$ **(2п)**. Интензитет индуковане електромоторне силе је $\varepsilon = \dfrac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \dfrac{S\Delta B}{\Delta t} = \dfrac{a^2 k\Delta z}{\Delta t} = a^2 kv_z$ **(3п)**. Струја кроз рам је $I = \dfrac{\varepsilon}{R} = \dfrac{a^2 kv_z}{R}$ **(2п)**, па је $\dfrac{a^4 k^2 v_z}{R} = mg$, $v_z = \dfrac{mgR}{a^4 k^2}$ **(3п)**, $v_0 = \sqrt{v^2 - v_z^2}$ **(1п)**, $v_0 = \sqrt{v^2 - \left(\dfrac{mgR}{a^4 k^2}\right)^2}$ **(3п)**.



3. Количина топлоте која се ослободи на калему је $Q = U_2 It\cos\varphi$ **(3п)**, где је $I = \dfrac{U_1}{R}$ **(2п)**, а $\cos\varphi$ можемо одредити на основу фазног дијаграма – нацртан дијаграм **(2п)** $U^2 = U_1^2 + U_2^2 - 2U_1U_2\cos(180^\circ - \varphi)$ **(4п)**, $\cos(180^\circ - \varphi) = -\cos\varphi$ **(2п)**, па је $\cos\varphi = \dfrac{U^2 - U_1^2 - U_2^2}{2U_1U_2}$ **(3п)**. Коначно добијамо да је $Q = \dfrac{U^2 - U_1^2 - U_2^2}{2R}t$ **(3п)**, $Q = 1{,}8\ \mathrm{kJ}$ **(1п)**.

4. Нека је A_0 почетна амплитуда, а A_1 прва амплитуда у супротном смеру. Према закону одржања енергије важи: $\dfrac{kA_0^2}{2} = \dfrac{kA_1^2}{2} + F(A_0 + A_1)$ **(4п)**, односно $A_1^2 + \dfrac{2F}{k}A_1 - \left(A_0^2 - \dfrac{2FA_0}{k}\right) = 0$ **(2п)**. Одакле је: $A_1 = A_0 - \dfrac{2F}{k}$ **(3п)**. После још једне половине периода, амплитуда је: $A_2 = A_1 - \dfrac{2F}{k} = A_0 - \dfrac{4F}{k}$ **(2п)**, одатле добијамо $A_0 = A_2 + \dfrac{4F}{k}$ **(2п)**, $A_0 = 10\ \mathrm{cm}$ **(1п)**. Из закона одржања енергије: $\dfrac{kA_0^2}{2} = Fs$ **(3п)**, $s = \dfrac{kA_0^2}{2F}$ **(2п)**, $s = 2\ \mathrm{m}$ **(1п)**.

5. Једначина транслаторног кретања центра масе је $ma = F - F_{tr}$ **(3п)**, а једначина ротационог кретања је $I\alpha = F_{tr}R - Fr$ **(3п)**. Ако искористимо везу $a = \alpha R$ **(3п)** и што је задато $I = \beta mR^2$ добијамо да је убрзање осе играчке при котрљању без клизања $a = \dfrac{F(R - r)}{mR(1 + \beta)}$ **(3п)**. Комбинацијом једначине транслаторног кретања центра масе и израза за интензитет силе трења $F_{tr} = kmg$ **(3п)**, када се елиминише убрзање, добија се максимални интензитет силе F за који неће доћи до проклизавања $F = \dfrac{kmgR\ (1 + \beta)}{r + \beta R}$ **(5п)**.