



ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2013/2014. ГОДИНЕ.



Друштво физичара Србије

Министарство просвете, науке и технолошког
развоја Републике Србије

ОКРУЖНИ НИВО
08.03.2014.

І РАЗРЕД

ЗАДАЦИ

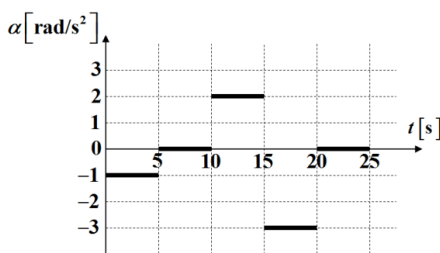
1. На слици 1 приказана је зависност угаоног убрзања тела од времена. Почетна угаона брзина тела износи $\omega_0 = 10 \text{ rad/s}$. Нацртати график зависности угаоне брзине тела од времена. Одредити средњу угаону брзину и укупни угао који опише тело за 25 s од почетка кретања. **(20 поена)**

2. Воз пође из станице равномерно убрзано. У тренутку када воз полази из станице посматрач стоји на перону поред пруге на почетку првог вагона. Трећи вагон поред посматрача пролази за време t . Колико времена траје пролазак n -тог вагона поред посматрача? Сваки вагон је исте дужине, а растојање између вагона се може занемарити. **(20 поена)**

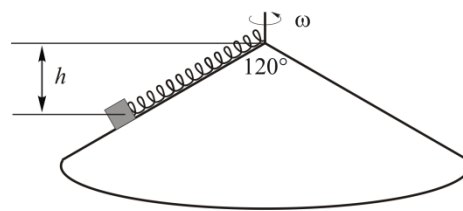
3. Коцка масе m , причвршћена је за опругу константе еластичности $k = 50 \text{ N/m}$ чији је други крај причвршћен за врх конуса чији је угао $\alpha = 120^\circ$ (слика 2). У равнотежном стању коцка ротира равномерно са $\omega = 100 \text{ obrt/min}$ на сталном вертикалном растојању $h = 25 \text{ cm}$ од врха конуса. Дужина неистегнуте опруге је $l_0 = 5 \text{ cm}$. Трење између коцке и конуса је занемарљиво. Израчунајте масу коцке. **(20 поена)**

4. Уже дизалице се завршава опругом коефицијента еластичности k на коју је окачена корпа занемарљиве масе у коју се ставља терет. Радник у корпу ставља цак цемента масе $m = 50 \text{ kg}$ који се подиже од приземља зграде до другог радника на висини $h = 10 \text{ m}$. За време подизања терета дужина опруге се мења. Приликом покретања дизалица равномерно убрзава и након подизања терета на висину $h_1 = 1.6 \text{ m}$ од приземља достиже највећу брзину од $v = 1 \text{ m/s}$. Дужина опруге током убрзавања износи $l_1 = 98 \text{ cm}$. Дизалица се зауставља равномерно успорено и зауставни пут је исти као пут приликом убрзавања, а дужина опруге у току заустављања $l_2 = 92 \text{ cm}$. Израчунајте: а) Време за које се подигне цак до другог радника. б) Коефицијент еластичности опруге. в) Дужину опруге током равномерног подизања терета. **(20 поена)**

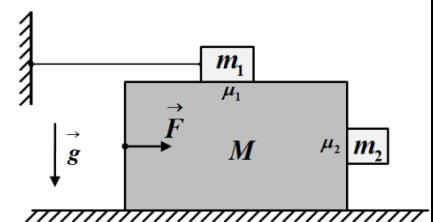
5. Тело масе $m_2 = 3 \text{ kg}$ може да клизи дуж вертикалне стране тела масе $M = 10 \text{ kg}$ које се налази на хоризонталној подлози. На телу M налази се тело масе $m_1 = 2 \text{ kg}$ које је помоћу лаке и неистегљиве нити везано за вертикални зид (слика 3). У почетном тренутку систем тела мирује. Затим на тело M почиње да делује сила константног интензитета $F = 60 \text{ N}$, чији су правац и смер означени на слици. Коефицијент трења између тела M и m_1 је $\mu_1 = 0,4$, између тела M и m_2 је $\mu_2 = 0,7$, док је трење између тела M и подлоге занемарљиво. Одредити убрзање сваког тела у односу на подлогу. **(20 поена)**



Слика 1



Слика 2



Слика 3

Задатке припремила: Александра Димић, Физички факултет, Београд

Рецензент: Проф. др Александар Срећковић, Физички факултет, Београд

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



ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2013/2014. ГОДИНЕ.

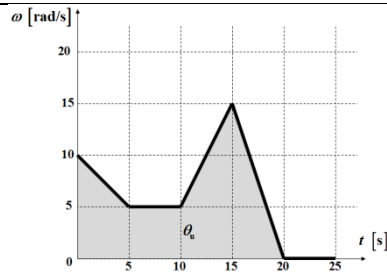


Друштво физичара Србије

I РАЗРЕД

Министарство просвете, науке и технолошког
развија Републике Србије
РЕШЕЊА ЗАДАТАКА

ОКРУЖНИ НИВО
08.03.2014.

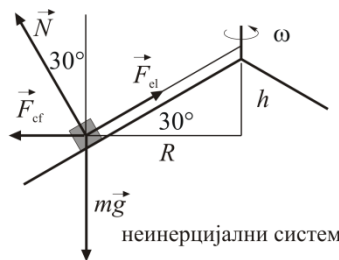
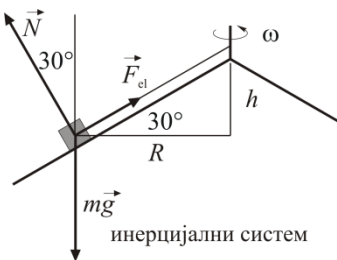


1. График зависности угаоне брзине тела од времена је дат на слици 1. Сваки сегмент графика носи **2п**. Укупан угао који опише тело једнак је површини испод графика угаоне брзине тела од времена (слика 2) и износи $\theta_u = 150 \text{ rad}$ [**8п**]. Средња угаона брзина тела има вредност $\omega_{sr} = 6 \text{ rad/s}$ [**2п**].

2. За пролазак првог вагона можемо написати $l = a\tau^2/2$, где је l дужина једног вагона, а τ време за које први вагон прође поред посматрача. (**2п**). Време проласка n -тог вагона добијамо одузимањем времена потребног да поред посматрача прође n вагона и времена потребног да прође $n-1$ вагон,

$\tau_n = t_n - t_{n-1}$. (**4п**). Како је $nl = \frac{at_n^2}{2}$ и $(n-1)l = \frac{at_{n-1}^2}{2}$ (**4п**), заменом израза за дужину вагона добијамо

$$t_n = \sqrt{n\tau} \text{ и } t_{n-1} = \sqrt{(n-1)\tau} \text{ (4 п). Коначно ми имамо да је } \tau = \frac{t}{\sqrt{3}-\sqrt{2}} \text{ (3п) па је } \tau_n = \frac{(\sqrt{n}-\sqrt{n-1})t}{(\sqrt{3}-\sqrt{2})}. \text{ (3п)}$$



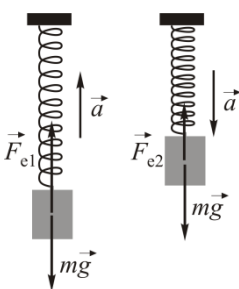
3. 1. начин - Инерцијални систем (везан за лабораторију). На тело делују сила теже, реакција подлоге и сила еластичности опруге. Векторски збир ових сила даје телу центрипетално убрзање, па важи

$$F_{el} \frac{\sqrt{3}}{2} - N \frac{1}{2} - mR\omega^2 = 0 \text{ (6п) и } N \frac{\sqrt{3}}{2} + F_{el} \frac{1}{2} - mg = 0 \text{ (4п). 2.}$$

начин - Неинерцијални систем (везан за конус). Поред наведених сила на тело делује и центрифугална

сила, па је $F_{el} \frac{\sqrt{3}}{2} - N \frac{1}{2} - mR\omega^2 = 0$ и $N \frac{\sqrt{3}}{2} + F_{el} \frac{1}{2} - mg = 0$. поена исто, **6 и 4**. Пошто је $R = h\sqrt{3}$ (**1п**), то је

$$F_{el} = kx = k(2h - l_0) \text{ (3п), па је тражена маса } m = \frac{2k(2h - l_0)}{g + 3h\omega^2} \approx 0.49 \text{ kg (5п+1п).}$$



4. а) Укупно време кретања је збир времена убрзаног, равномерног и успореног кретања.

$t = t_1 + t_2 + t_3$. Време убрзавања: $v = at_1$, $h_1 = at_1^2/2 \Rightarrow t_1 = 2h_1/v$ (**2 п**). Време равномерног

кретања је $t_2 = \frac{h - 2h_1}{v}$ (**1п**). Време заустављања једнако је времену убрзавања, па је укупно

време кретања $t = \frac{h + 2h_1}{v} = 13.2 \text{ s}$. (**2п**) б) По другом Њутновом закону (инерцијални систем)

за убрзано и успорено кретање важи $F_{el} - mg = k(l_1 - l_0) - mg = ma$ (**4п**) и

$mg - F_{e2} = mg - k(l_2 - l_0) = ma$ (**4п**), где је l_0 дужина неистегнуте опруге. Елиминисањем l_0

добија се $k = \frac{2ma}{l_1 - l_2} = \frac{mv^2}{h_1(l_1 - l_2)} \approx 521 \frac{\text{N}}{\text{m}}$ (**2+1п**). в) За равномерно кретање важи $mg - F_c = mg - k(l - l_0) = 0$ (**2п**),

где је l дужина опруге. Из претходних израза следи $l = (l_1 + l_2)/2 = 95 \text{ cm}$ (**1+1п**). Једнако бодовати решавање у неинерцијалном систему, у коме делују инерцијалне силе, али тело мирује.

5. Тело m_1 се не креће, па је интензитет његовог убрзања у односу на подлогу $a_1 = 0$ [**1п**], и притом је $N_1 = m_1g$ и $T = F_{r1}$. Тела M и m_2 се крећу дуж x -осе као целина, једнаким убрзањем a_x у односу на подлогу [**1п**], тј. $a_x = a_{xM} = a_{x2}$. Тело m_2 клизи дуж вертикалне стране тела M , тј. креће се у правцу y -осе неким убрзањем a_y .

Дакле убрзање тела m_2 у односу на подлогу је $a_2 = \sqrt{a_x^2 + a_y^2}$ [**1п**]. Једначине кретања тела M и m_2 су редом $Ma_x = F - \mu_1 N_1 - N_2$ [**4п**], $m_2 a_x = N_2$ [**4п**] и $m_2 a_y = m_2 g - \mu_2 N_2$ [**4п**]. Из претходног се добијају тражена убрзања

$$a_M = a_x = \frac{F - \mu_1 m_1 g}{m_2 + M} = 4 \text{ m/s}^2 \text{ [1+1п]}, a_y = g - \mu_2 a_x = 7.2 \text{ m/s}^2 \text{ [1+1п]} \Rightarrow a_2 \approx 8.24 \text{ m/s}^2 \text{ [1п].}$$