ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2014/2015. ГОДИНЕ.
Друштво физичара Србије
Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије

I РАЗРЕД — **ОКРУЖНИ НИВО** **14.03.2015.**

ЗАДАЦИ

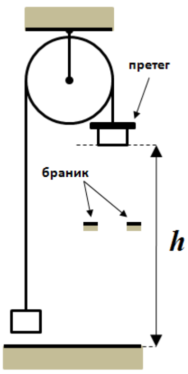
1. Преко идеалног котура (занемарљива маса котура и занемарљиве све силе трења) пребачена је лака и неистегљива нит о чије крајеве су везана два тега једнаких маса (Атвудова машина). Један тег се постави на максималну висину $h = 0{,}8\ \mathrm{m}$ која може да достигне при оваквој апаратури (слика 1). На половини максималне висине се налази браник кроз који тег може несметано да прође. Уколико се на тег постави претег (додатни тег, чија је маса мања од маса остала два тега) и систем се препусти сам себи да се слободно креће, тег са претегом ће ићи до браника, а остатак пута ће прећи само тег. Ако је укупно време кретања тега (од почетка кретања до тренутка када први пут додирне подлогу) једнако $t = 4\ \mathrm{s}$, одредити интензитете брзине тега у тренутку: а) непосредно при проласку браника, б) када први пут додирне подлогу.

2. Терет масе $m = 7\ \mathrm{kg}$ пусти се да слободно пада из балона који лебди у ваздуху на одређеној висини. Када пролети пут $s = 50\ \mathrm{m}$ отвори се падобран. Након пет секунди од отварања падобрана брзина терета износи $v = 35\ \mathrm{m/s}$. Одредити укупну средњу силу затезања у ужадима помоћу којих је терет везан за падобран. Отпор ваздуха до отварања падобрана занемарити.

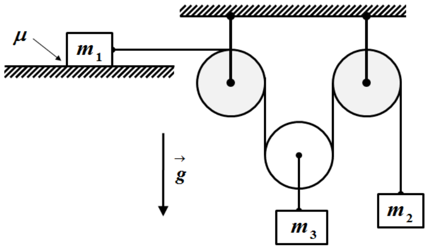
3. Тачка се креће по кружној путањи тако да се њен пређени пут мења по функцији $s(t) = 3t + 0.6t^2$. Однос интензитета њеног укупног убрзања у тренуцима $t_1 = 3\ \mathrm{s}$ и $t_2 = 7\ \mathrm{s}$ је 1:2. Одредити вредност полупречника путање тачке. Подразумевати да су све бројне вредности изражене у јединицама SI система.

4. У систему са слике 2, масе тела су редом $m_1 = m$, $m_2 = m$, и $m_3 = 3m$. Коефицијент трења између тела m_1 и подлоге је μ ($\mu < 9/7$). Ако се систем пусти да се слободно креће из стања мировања, одредити интензитете убрзања сваког од тела у односу на непокретну подлогу, и интензитет силе затезања нити која повезује тела m_1 и m_2. Масе неистегљивих нити, масе котурова и све остале силе трења и отпора занемарити.

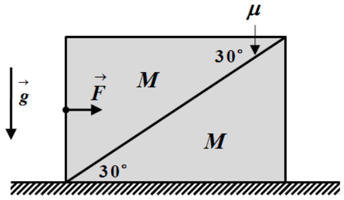
5. Две идентичне призме, масе $M = 5\ \mathrm{kg}$ и нагибног угла $\alpha = 30^\circ$, постављене су на хоризонталну подлогу на начин као што је приказано на слици 3. Коефицијент трења између призми је $\mu = 0{,}2$. Одредити максимални интензитет силе F којом у хоризонталном правцу можемо да делујемо на горњу призму тако да се систем тела (призми) креће као целина при непромењеном међусобном положају (приказаном на слици 3). Трење између призме и подлоге занемарити.



Слика 1.



Слика 2.



Слика 3.

Сваки задатак носи 20 поена.

Задатке припремили: Бранка Радуловић (1,2), Биљана Радиша (3), Владимир Чубровић (4,5)
Рецензенти: Владимир Чубровић (1,2,3), Бранка Радуловић (3,4,5), Биљана Радиша (1,2,4,5).
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

I РАЗРЕД **ОКРУЖНИ НИВО 14.03.2015.**

РЕШЕЊА

1. Достигнута брзина тега v_1 у тренутку проласка поред браника једнака је брзини тега у тренутку додира подлоге тј. $v_2 = v_1$, где је v_2 брзина тега у тренутку додира са подлогом. Означимо са t_1 време равномерно убрзаног кретања тега, а са t_2 време током ког се тег креће брзином v_2 ($v_2 = v_1$). Тада важи $h/2 = at_1^2/2$ **[3п]**, $v_1 = at_1$ **[3п]**, $\frac{h}{2} = v_2 t_2 = v_1 t_2$ **[3п]** и $t = t_1 + t_2$ **[1п]**, тако да добијамо $t_1 = 2t_2$ **[2п]** и $t_2 = \frac{t}{3}$ **[2п]**, а тражени интензитети брзина тега износе $v_2 = v_1 = \frac{h}{2t_2} = \frac{3h}{2t} = 0{,}3\ \frac{\text{m}}{\text{s}}$ **[5+1п]**.

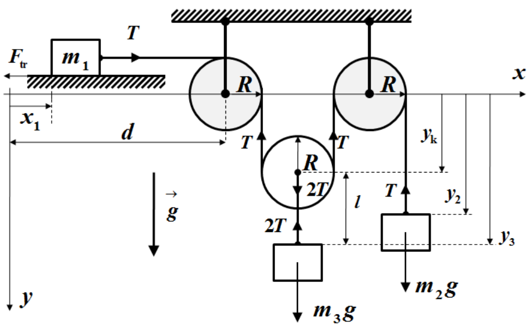
2. У тренутку отварања падобрана брзина је $v_1 = \sqrt{2gs}$ **[4п]**. Средње убрзање након отварања падобрана је $a_{\text{sr}} = \frac{v - \sqrt{2gs}}{t}$ **[5п]**. Када се отвори падобран једначина кретања терета је $ma_{\text{sr}} = mg - T_{\text{sr}}$ **[5п]** (значајан отпор има само платно падобрана), па је $T_{\text{sr}} = m\left(g - \frac{v - \sqrt{2gs}}{t}\right) \approx 63.5\ \text{N}$ **[5+1п]**.

3. Поређењем дате са општом једначином $s = v_0 t + \frac{a_t t^2}{2}$ **[2п]**, добија се $v_0 = 3\ \text{m/s}$ **[2п]** и $a_t = 1.2\ \text{m/s}^2$ **[2п]**. Брзина и убрзање тела у тренутку t_1 су дати изразима $v_1 = v_0 + a_t t_1$ **[2п]**, $a_1 = \sqrt{a_{1n}^2 + a_t^2} = \sqrt{\frac{v_1^4}{r^2} + a_t^2}$ **[3п]**, а у тренутку t_2 је $v_2 = v_0 + a_t t_2$ **[2п]**, $a_2 = \sqrt{a_{2n}^2 + a_t^2} = \sqrt{\frac{v_2^4}{r^2} + a_t^2}$ **[3п]**. Однос интензитета убрзања тела је $\frac{a_1}{a_2} = \frac{1}{2}$, односно $4\frac{v_1^4}{r^2} + 4a_t^2 = \frac{v_2^4}{r^2} + a_t^2$, тако да се добија $r = \sqrt{\frac{v_2^4 - 4v_1^4}{3a_t^2}} = \frac{1}{a_t}\sqrt{\frac{(v_0 + a_t t_2)^4 - 4(v_0 + a_t t_1)^4}{3}} \approx 46{,}4\,\text{m}$ **[3+1п]**.

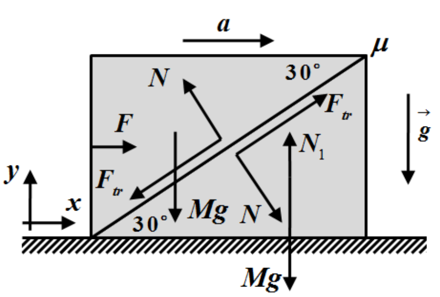
4. Једначине кретања тела су редом $ma_1 = T - \mu mg$ **[2п]**, $ma_2 = mg - T$ **[2п]**, $3ma_3 = 3mg - 2T$ **[2п]**. Ако означимо са x_1, y_2, y_3 координате тела (слика 1), из услова неистегљивости нити следи $d - x_1 + 2y_k + y_2 + 5R\pi/2 = L$ и $y_3 - y_k = l$. Како тела започињу кретање из мировања, веза између убрзања тела је $-a_1 + 2a_3 + a_2 = 0$ **[6п]**. Из претходних једначина добијамо $T = \frac{3m\ 3+\mu}{10}g$ **[2п]**, $a_1 = \frac{9-7\mu}{10}g$ **[2п]**, $a_2 = \frac{1-3\mu}{10}g$ **[2п]**, $a_3 = \frac{2-\mu}{5}g$ **[2п]**.

Уз претпоставку подизања тела m_2 важи $-a_1 + 2a_3 - a_2 = 0$ и $a_2 = \frac{3\mu - 1}{10}g$, остале вредности су исте.

5. Једначине кретања тела дуж координатних оса су редом: $Ma = F - \frac{N}{2} - \mu N\frac{\sqrt{3}}{2}$ **[4п]** (1), $N\frac{\sqrt{3}}{2} = \mu N\frac{1}{2} + Mg$ **[4п]** (2), $Ma = \frac{N}{2} + \mu N\frac{\sqrt{3}}{2}$ **[4п]** (3), $\mu N\frac{1}{2} + N_1 = N\frac{\sqrt{3}}{2} + Mg$ (4). Из једначина (1) и (3) добијамо $N = \frac{F}{1 + \mu\sqrt{3}}$ **[4п]**, па кад дати израз вратимо у једначину (2) добијамо $F = \frac{2Mg\ 1+\mu\sqrt{3}}{\sqrt{3} - \mu} \approx 86{,}3\ \text{N}$ **[3+1п]**.



Слика 1.



Слика 2.