



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

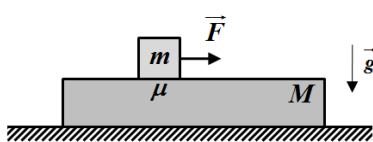


VII
РАЗРЕД

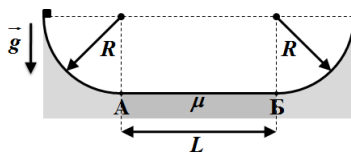
Друштво физичара Србије
Министарство просвете, науке и технолошког
развоја Републике Србије
ЗАДАЦИ

ДРЖАВНИ НИВО
Београд
18-19.04.2015.

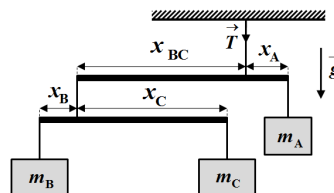
1. Тело занемарљивих димензија је постављено у тачку А непокретне стрме равни нагибног угла $\alpha = 30^\circ$, и пуштено да се слободно креће без почетне брзине. На делу стрме равни дужине $\overline{AB} = l_1$ коефицијент трења између тела и стрме равни износи $\mu_1 = \frac{1}{2\sqrt{3}}$, а на делу $\overline{BC} = l_2$ износи $\mu_2 = \frac{2}{\sqrt{3}}$. Одредити однос између дужина l_1 и l_2 , ($l_1 / l_2 = ?$), при ком ће се тело зауставити у тачки С.
2. Блок масе $m = 2 \text{ kg}$ налази се на дасци масе $M = 4 \text{ kg}$ (слика 1). Коефицијент трења између даске и блока је $\mu = 0,3$, док се трење између даске и подлоге може занемарити. Оба тела у почетку мирују. На блок у одређеном тренутку у хоризонталном правцу почне да делује стална сила константног интензитета $F = 5 \text{ N}$ (слика 1). Одредити рад који се изврши над даском, од почетка деловања силе \vec{F} до тренутка када блок пређе растојање $d = 1 \text{ m}$ у односу на подлогу.
3. Тело занемарљивих димензија налази се на подлози која се састоји од хоризонталног дела АБ дужине $\overline{AB} = L = 40 \text{ cm}$ и два кружна лука једнаких полупречника $R = L/2$. Трење постоји само између тела и хоризонталне подлоге, а коефицијент трења износи $\mu = 0,2$. Ако се тело постави на врх једног од кружних делова подлоге (слика 2) и пусти да се слободно креће без почетне брзине, одредити на ком растојању d од тачке А ће се тело зауставити.
4. Систем тела приказан са слици 3, налази се у стању равнотеже. Ако је маса тела $m_A = 0,5 \text{ kg}$, одредити масе тела m_B и m_C , као и интензитет силе затезања нити \vec{T} (слика 3). Масу крутих и хомогених греда занемарити, као и масе неистегљивих нити. Познате су вредности: $x_B = 2 \text{ cm}$, $x_C = 9 \text{ cm}$, $x_A = 3 \text{ cm}$ и $x_{BC} = 10 \text{ cm}$.
5. Тело 1 масе m постављено је на хоризонталну подлогу. Затим је на дато тело једном страном постављено друго тело 2 једнаке масе m , а другом страном је прислоњено уз вертикални непокретан зид. Међусобни положај тела је приказан на слици 4. Истовремено када се тела пусте да се слободно крећу из стања мировања, на тело 1 почиње у хоризонталном правцу да делује стална сила \vec{F} , интензитета $F = 6mg$. Ако је коефицијент трења између тела 1 и 2 једнак $\mu = 1/2$ одредити интензитета убрзања тела у односу на непокретну подлогу. Све остале силе трења и отпора у систему занемарити. Тело 2 је током кретања у сталном контакту са телом 1 и са вертикалним зидом.



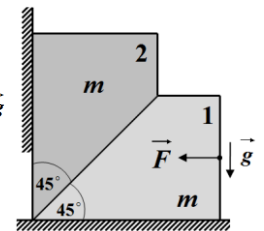
Слика 1.



Слика 2.



Слика 3.



Слика 4.

Сваки задатак носи 20 поена. Напомена: Сва решења детаљно објаснити. Уз решење сваког задатка приложити и одговарајућу слику са јасно дефинисаним физичким величинама. Јасно дефинишите све ознаке које користите, нарочито оне које нису уобичајене!

Задатке припремио: Владимир Чубровић, Физички факултет, Београд

Рецензент: Проф. др Иван Манчев, ПМФ, Ниш

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

Свим такмичарима желимо успешан рад!



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



VII
РАЗРЕД

Друштво физичара Србије
Министарство просвете, науке и технолошког
развоја Републике Србије
РЕШЕЊА

ДРЖАВНИ НИВО
Београд
18-19.04.2015.

1. Како је тело кренуло из тачке А из стања мировања и зауставило се у тачки С из једначина $v^2 = 2a_1l_1$ [4п] и $v^2 = 2a_2l_2$ [4п] добијамо $l_1/l_2 = a_2/a_1$ [1п]. Убрзање тела на делу $\overline{AB} = l_1$ је $a_1 = \left(\frac{1}{2} - \mu_1 \frac{\sqrt{3}}{2}\right)g = \frac{1}{4}g$ [4+1п], а на делу $\overline{BC} = l_2$ успорење тела је $a_2 = \left(\mu_2 \frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{1}{2}\right)g = \frac{1}{2}g$ [4+1п]. Из претходних једначина добијамо $l_1/l_2 = 2$ [1п].

2. 1. начин. Како је максимални интензитет силе трења мировања $F_{tr,max}$ већи од интензитета силе F , $F_{tr,max} = \mu mg > F$ [2п], блок се не креће у односу на даску (блок под дејством силе F не клизи по дасци), тако да се даска и блок крећу као целина а њихове једначине кретања су редом $ma = F - F_{tr}$ [5п] и $Ma = F_{tr}$ [5п], где је F_{tr} - сила трења мировања. Рад који се изврши над даском једнак је $A = F_{tr} \cdot d$ [5п]. Из претходних једначина добијамо да је вредност рада једнака $A = \frac{MFd}{M+m} \approx 3,3 \text{ J}$ [2+1п].

2. начин. Убрзање оба тела је $a = \frac{F}{M+m}$ [4п]. Квадрат брзине на крају износи $v^2 = 2ad = \frac{2Fd}{M+m}$ [4п]. Рад је једнак промени кинетичке енергије даске $A = \Delta E_k = E_k = \frac{Mv^2}{2}$ [4п] $A = \frac{2Mad}{2} = \frac{MFd}{M+m}$ [7п] $A \approx 3,3 \text{ J}$ [1п].

3. У почетном положају укупна механичка енергија тела једнака је потенцијалној $E_1 = mgh = mgR = mg\frac{L}{2}$ [2п]. Тело губи енергију на хоризонталној подлози услед деловања силе трења $F_{tr} = \mu mg$. На кружним деловима подлоге нема трења, па долази до претварања потенцијалне енергије тела у кинетичку, и обратно. Рад који изврши сила трења је $A_{tr} = -F_{tr}x = -\frac{1}{5}mgx$ [2п], где је x растојање које тело пређе по хоризонталној подлози. У једном проласку, $x = L$, преко хоризонталне подлоге рад силе трења износи $A_{trL} = -\frac{1}{5}mgL$ [2п]. Видимо да ће се тело зауставити током трећег пролаза јер из $E_2 - E_1 = 3A_{trL}$, ($E_2 = 0$, тело се заустави), следи $mg\frac{L}{2} = \frac{3}{5}mgL$, тј. $mg\frac{L}{2} < \frac{3}{5}mgL$. Ако током трећег пролаза тела по хоризонталној подлози пређе растојање d , што је уједно и тражено растојање од тачка А, тада из закона одржања енергије $E_2 - E_1 = A_{tr}$ [2п], ($E_2 = 0$), следи $mg\frac{L}{2} = \frac{2}{5}mgL + \frac{1}{5}mgd$ [8п] тј. $d = L/2 = 20 \text{ cm}$ [3+1п].

4. Једначине равнотеже система тела, интензитет силе затезања и масе тела су редом:

$$m_B g \cdot x_B = m_C g \cdot x_C \text{ [3п]}, F_{BC} = m_C g + m_B g \text{ [3п]}, m_A g \cdot x_A = F_{BC} \cdot x_{BC} \text{ [3п]}, T = F_{BC} + m_A g \text{ [3п]},$$

$$T = m_A g \left(\frac{x_A + x_{BC}}{x_{BC}} \right) = m_A g \left(\frac{3+10}{10} \right) \approx 6,4 \text{ N} \text{ [1+1п]}$$



**ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2014/2015. ГОДИНЕ.**

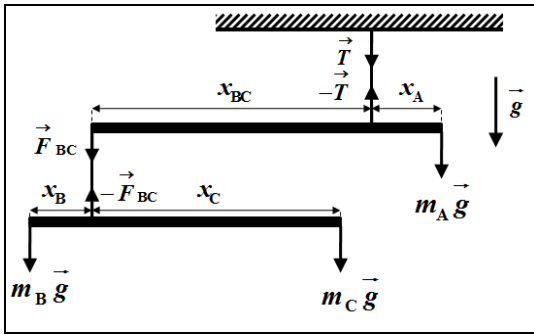


$$m_B = m_A \frac{x_A x_C}{x_{BC} x_B + x_C} = m_A \frac{3 \cdot 9}{10 \cdot 2 + 9} \approx 0,122 \text{ kg [2+1п]}$$

$$m_C = m_A \frac{x_A x_B}{x_{BC} x_B + x_C} = m_A \frac{3 \cdot 2}{10 \cdot 2 + 9} \approx 0,027 \text{ kg [2+1п]}$$

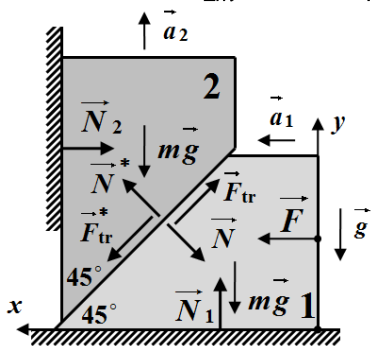
Међукораци. $F_{BC} = \frac{m_A g \cdot x_A}{x_{BC}} = \frac{3m_A g}{10}$, $F_{BC} \approx 1,47 \text{ N}$, $m_B = \frac{m_C x_C}{x_B} = \frac{9m_C}{2}$, $m_C = \frac{F_{BC} x_B}{x_B + x_C g}$,

$$m_C = \frac{m_B x_B}{x_C} = \frac{2m_B}{9}$$
, $m_B = \frac{F_{BC} x_C}{x_B + x_C g}$, $T \approx 6,376 \text{ N}$.

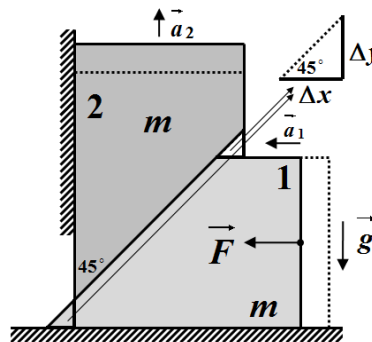


Слика 2.

5. При кретању на тела 1 и 2 делују силе приказане на слици 3.а (при томе је $\vec{N}^* = -\vec{N}$, $N^* = N$, $\vec{F}_{tr}^* = -\vec{F}_{tr}$, $F_{tr}^* = F_{tr} = \mu N^* = \mu N$). Једначине кретања тела су: $ma_1 = F - N \frac{\sqrt{2}}{2} - F_{tr} \frac{\sqrt{2}}{2}$ [6п] и $ma_2 = N \frac{\sqrt{2}}{2} - F_{tr} \frac{\sqrt{2}}{2} - mg$ [6п], $F_{tr} = \mu N$. Веза између помераја тела је $\Delta x = \Delta y$ [2п] (слика 3.б). Како тела започињу кретање из стања мировања помераји тела су $\Delta x = \frac{a_1 t^2}{2}$ и $\Delta y = \frac{a_2 t^2}{2}$ тако да је веза између интензитета убрзања дата изразом $a_1 = a_2$ [3п]. Из претходног добијамо $a_1 = a_2 = \frac{F - \mu F - mg - \mu mg}{2m} = \frac{3}{4} g \approx 7,36 \text{ m/s}^2$ [2+1п].



Слика 3.а.



Слика 3.б.