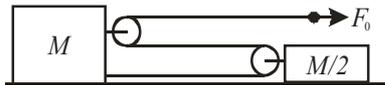
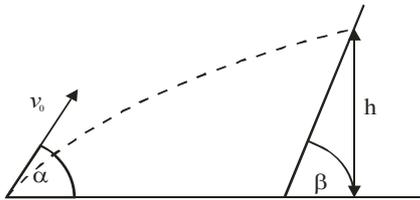


Друштво физичара Србије
Министарство просвете и спорта Републике Србије
Републичко такмичење из физике ученика средњих школа школске
2005/2006.
I разред



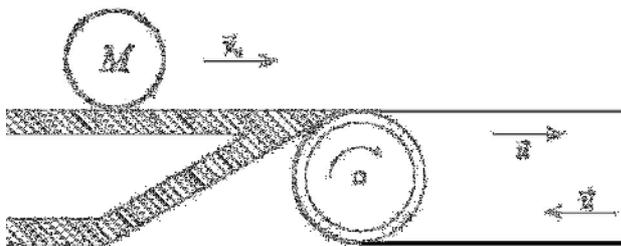
Слика 1

1. Систем са два тега маса $M = 2 \text{ kg}$ и $M/2$, на које су причвршћени лаки котурови, креће се по глаткој подлози под дејством силе $F_0 = 1 \text{ N}$ (сл. 1). Колико је убрзање тачке на нити на коју делује сила F_0 ? Нит је неистегљива и занемарљиве масе. Слободни крај нити остаје хоризонталан при кретању и маса. (20 п)



Слика 2

2. Еластична лопта је бачена под углом $\alpha = 60^\circ$ у односу на подлогу, почетном брзином $v_0 = 10 \text{ m/s}$. Након извесног времена удара о зид који је нагнут у односу на подлогу под углом $\beta = 82,5^\circ$ (сл. 2). Лопта удара о зид пре него што достигне максималну висину своје путање, а место удара се налази на висини $h = v_0^2/4g$ од подлоге. До које ће се максималне висине, у односу на подлогу, подићи лопта након одбијања од зида? (20 п)



Слика 3

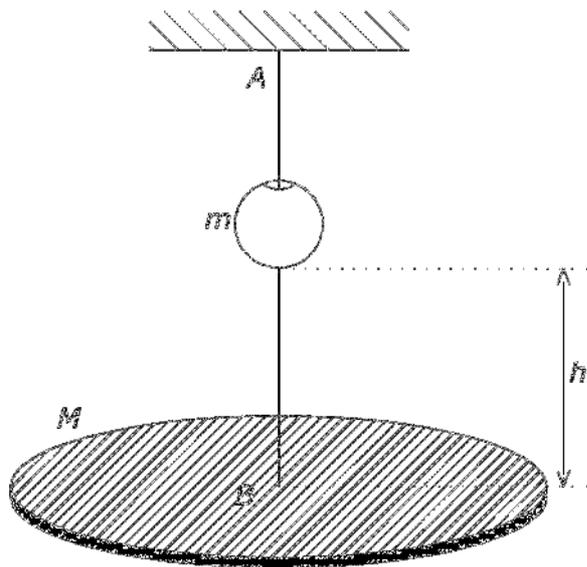
3. Цилиндар танких зидова, масе M , котрља се без проклизавања по хоризонталном непокретном столу брзином v_0 и наилази на покретну траку транспортера која се креће у истом смеру брзином u (сл. 3). Површина траке је у нивоу стола. Коефицијент трења између цилиндра и траке износи μ . а) После ког времена t_1 , од силаска на траку, цилиндар почиње да се креће по траци без проклизавања. б) Одредити промену кинетичке енергије цилиндра за време t_1 . (20 п)

Задатке припремили: *Маја Парђоска (1-4), Институт за физику Београд-Земун*
Андрејана Жекић (5), Физички факултет Београд

Рецензент: *др Александар Срећковић, Физички факултет Београд*

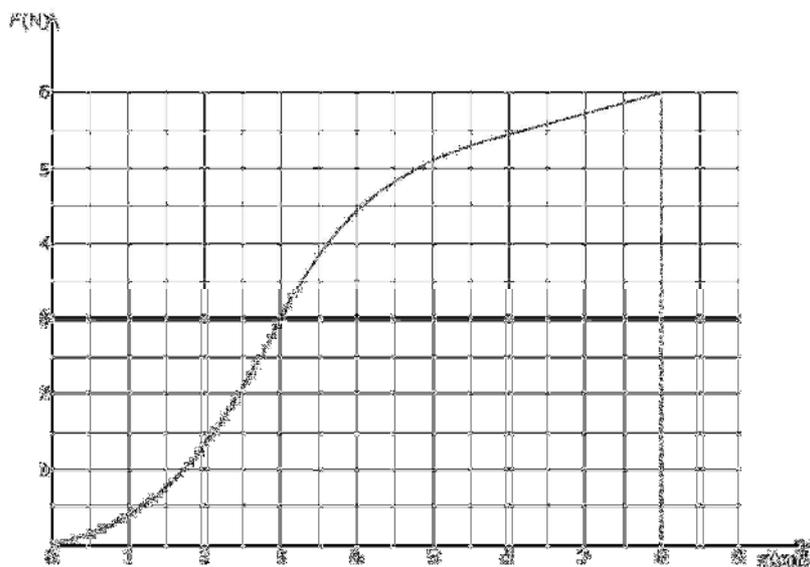
Председник Комисије: *др Мићо Митровић, Физички факултет Београд*

4. Испред издубљеног сферног огледала, полупречника кривине $R = 40 \text{ cm}$, налази се предмет. На ком растојању од огледала треба да се налази предмет да би његов лик био реалан и 10 пута већи од предмета? (15 п)



Слика 4

5. Хоризонтална платформа масе $M = 300 \text{ g}$ је обешена на гумену нит АВ (сл.4). Нит пролази кроз рупу на тегу масе $m = 100 \text{ g}$. Систем је у равнотежи. Одредити са које намање висине h , у односу на платформу, треба пустити тег, без почетне брзине, да би нит пукла. Истежање нити веће од $x = (8,00 \pm 0,05) \text{ cm}$ доводи до њеног пуцања. Зависност силе затезања нити од издужења у односу на недеформисану нит приказана је на сл. 5. Судар тега и платформе сматрати апсолутно нееластичним. Проценити грешку одређивања тражене висине, ако је грешка маса занемарљива. Узети да је $g = 10 \text{ m/s}^2$. (25 п)



Слика 5

Задатке припремили: *Маја Парђоска (1-4), Институт за физику Београд-Земун*
Андријана Жекић (5), Физички факултет Београд

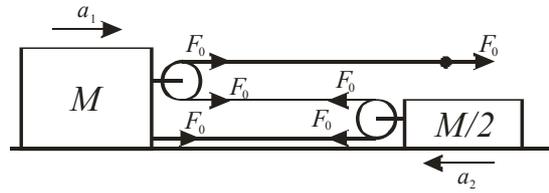
Рецензент: *др Александар Срећковић, Физички факултет Београд*

Председник Комисије: *др Мићо Митровић, Физички факултет Београд*

Решење задатака за републичко такмичење школске 2005/2006.

I разред - решења

1. Сила затезања нити је свуда иста и једнака је F_0 (слика 1). За тело масе M други Њутнов закон гласи $Ma_1 = 3F_0$, а за тело масе $M/2$ гласи $Ma_2/2 = 2F_0$. При померању тела масе M нпр. за 1 cm надесно, нит се «одмота» за 3 cm, а при померању тела масе $M/2$, «одмота» се за 2 cm. Одатле следи да између убрзања тачке на нити и убрзања тегова постоји однос $a = 3a_1 + 2a_2$. Тражено убрзање износи:



$$a = 3 \cdot 3F_0 / M + 2 \cdot 2F_0 \cdot 2 / M \quad a = 9 \cdot 1/2 + 4 \cdot 1/1 = (17/2) \text{ m/s}^2.$$

2. За коси хитац важи: $v_x = v_0 / 2$. У моменту удара лопте о зид, $y = h$ па је $v_{1x} = v_x$,

$$v_{1y} = \sqrt{v_{0y}^2 - 2gh} = \sqrt{3v_0^2/4 - 2gh} = \sqrt{3v_0^2/4 - 2gv_0^2/(4g)} = \sqrt{v_0^2/4} = v_0/2 = v_{1x} \quad (3).$$

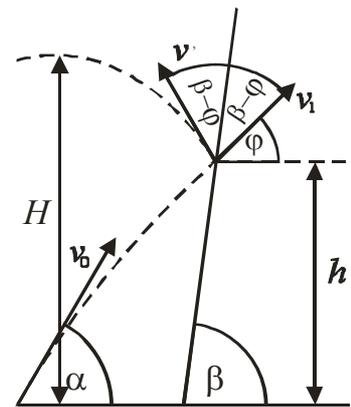
С обзиром на то да су брзине по x и y оси једнаке, закључујемо да је угао у односу на подлогу под којим лопта удара у зид $\varphi = 45^\circ$. У односу на раван зида лопта удара под углом $\beta - \varphi = 37,5^\circ$, и одбија се под истим углом. Угао "новог" хитца, у односу на хоризонталу износи $180 - 2(\beta - \varphi) - \varphi = 60^\circ$.

Брзина овог хитца је једнака брзини удара о зид $v' = v_1 = \sqrt{v_{1x}^2 + v_{1y}^2} = v_0 \sqrt{2}/2 = 5\sqrt{2} \text{ m/s}$, а) само за v_1 .

Пошто је $v'_y = (v_0 \sqrt{2}/2)(\sqrt{3}/2) = v_0 \sqrt{6}/4$, у односу на тачку удара лопта достиже висину

$$h_1 = v_y'^2 / 2g = 6v_0^2 / 32g.$$

$$H = h + h_1 = v_0^2 / 4g + 6v_0^2 / 32g = 7v_0^2 / 16g, \quad H = (35/8) \text{ m}.$$



3. а) У систему везаном за горњу површину траке, у почетном тренутку, тренутку када цилиндар додирне траку је: брзина центра масе цилиндра $v(0) = v_0 - u$, брзина ротације периферних тачака у односу на центар масе цилиндра $v_R(0) = v_0$. При проклизавању сила трења μMg убрзава центар масе, а успорава ротацију, $a = \mu g$, па се брзине центра масе и периферних тачака мењају као: $v(t) = v_0 - u + \mu gt$ и $v_R(t) = v_0 - \mu gt$. Цилиндар престаје да проклизује када ове брзине постану једнаке, па је $v_0 - u + \mu gt_1 = v_0 - \mu gt_1 \Rightarrow t_1 = u / 2\mu g$.

б) Након престанка проклизавања $t > t_1$ поменуте брзине износе:

$$v(t_1) = v_0 - u + \mu gt_1 = v_0 - u/2 \quad \text{и} \quad v_R(t_1) = v_0 - \mu gt_1 = v_0 - u/2.$$

У непокретном систему брзина центра масе цилиндра, по престанку проклизавања износи: $v_1 = u + v(t_1) = u + v_0 - u/2 = v_0 + u/2$.

Решење задатака за републичко такмичење школске 2005/2006.

I разред - решења

Кинетичке енергије цилиндра на столу и на траци износе: $E_{k1} = Mv_0^2/2 + I\omega_0^2/2 = Mv_0^2$ и $E_{k2} = E_{kCM} + E_{kROT} = M(v_0 + u/2)^2/2 + M(v_0 - u/2)^2/2 = M(v_0^2 + u^2/4)$, па је

$$\Delta E_k = E_{k2} - E_{k1} = Mu^2/4.$$

4. Према услову задатка $L/P = l/p = 10$. Да би се добио реалан и увећан лик, предмет треба да стоји између жиже и центра кривине огледала, при чему за огледало важи $f = R/2$, па је $1/p + 1/l = 1/f = 2/R$. Када у овај израз заменимо услов задатка $l = 10p$ добијамо $p = 22\text{cm}$.

5. У равнотежи је сила затезања нити $F_1 = Mg = 3\text{ N}$. Са графика видимо да је нит тада истегнута за $x_0 = (3,00 \pm 0,05)\text{ cm}$. Пре удара у платформу тег има брзину $v_0 = \sqrt{2gh}$.

По Закону одржања импулса је $v = \frac{m}{M+m} \sqrt{2gh}$. По Закону одржања енергије примењеном на почетак истезања нити и истегнутост до критичне дужине x , важи:

$$(M+m)gd + E_1 + \frac{(M+m)v^2}{2} = E_2, \text{ где су } E_1 \text{ и } E_2 \text{ потенцијалне енергије истегнуте}$$

нити. d је додатно спуштање платформе до пуцања нити, тј. $d = x - x_0 = (5,0 \pm 0,1)\text{ cm}$.

Промена потенцијалне енергије еластичне нити, односно рад на савлађивању силе истезања нити једнак је површини испод графика $F = F(x)$ у интервалу од x_0 до x : $A = E_2 - E_1 = (0,250 \pm 0,003)\text{ J}$. Процењена грешка величине једног квадратића $0,005\text{ m} \times 0,5\text{ N} \approx 0,0025\text{ J}$.

$$h = \frac{M+m}{m^2g} A - \left(\frac{M+m}{m} \right)^2 d = 20\text{ cm}$$

$$\Delta h = \frac{M+m}{m^2g} \Delta A + \left(\frac{M+m}{m} \right)^2 \Delta d = (0,012 + 0,016)\text{ m} \approx 0,03\text{ m}$$

$$h = (20 \pm 3)\text{ cm}.$$