Национално пролетно състезание по физика, гр. Кърджали

Решения на задачите за 11 клас (Пета възрастова група)

Зад. 1.

Част 1. Скоростта на вагона няма да се промени, т.е. вагонът ще има скорост v. Причината е, че тухлата след като изпадне от дупката също има скорост като на вагона v.

$Mv = (M - m).u + mv \Rightarrow u = v$ **(0,5 т)**

Част 2.

А) топчето ще има скорост $v_1 = 0$. **(0,5 т)**

Б) След удара вагонът ще има скорост V, а платформата u. Прилагаме закон за запазване на импулса и на енергията:

$mv = mV + Mu$ **(1 т)**

$\frac{mv^2}{2} = \frac{mV^2}{2} + \frac{Mu^2}{2}$ **(1 т)**

След съвместно решение на двете уравнения се получава:

$u = \frac{2m}{m+M} v = \frac{2}{3} v$ **(1 т)**

В) При тази скорост v, малкото топче трябва да се изкачи до ръба на вдлъбнатината на височина h, но в този момент скоростта на топчето ще е равно на скоростта на платформата. **(1 т)**

Отново прилагаме закон за запазване на импулса и на енергията, но след като топчето се е изкачило на височина h:

$Mu = (M + m_1)u_1$ **(1 т)**

$\frac{mu^2}{2} = \frac{(M+m)u_1^2}{2} + m_1 gh$ **(1 т)**

Намираме u:

$u = \sqrt{\frac{M+m_1}{M} . 2gh}$ **(1 т)**

Намираме и търсеният отговор:

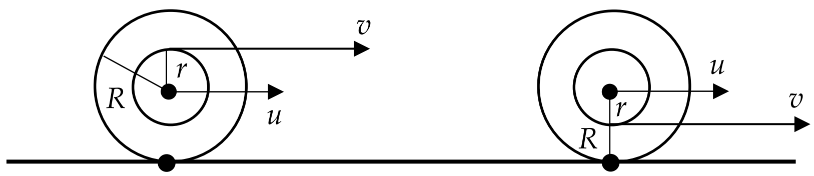
$v = \frac{M+m}{2m} . \sqrt{\frac{2(M+m_1)}{M} gh} \approx 0{,}49\ m/s$ **(1 т)**

Част 3. Поради триенето на флуида в тръбата част от потенциалната енергия (още по-точно – половината) е преминала във вътрешна. **(1 т)**

Зад. 2.

Част 1

А)



3 а)   *3 б*)

За случая 3 *а*:

Разглеждаме въртене спрямо точката на допир между макарата и опората. От равенство на ъгловата скорост, следва че:

$u = \frac{Rv}{R+r}$ **(1 т)**

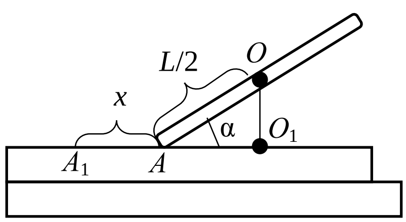
За случая 3 *б* аналогично:

$u = \frac{Rv}{R-r}$ **(1 т)**

И за двата случая макарата ще се движи по посока на скоростта v. **(0,5 т)**

Б) За случая 3*а*, понеже $u < v$ конеца се размотава от макарата **(0,5 т)**

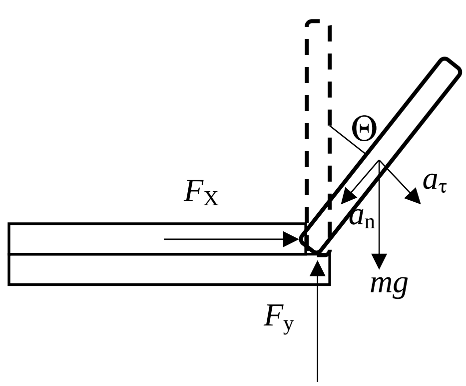
За случая 3*б*, понеже $u > v$ конецът се намотава на макарата **(0,5 т)**



Част 2.

А) В момента след скъсването на нишката на пръчката действат само две сили – силата на тежестта и на реакция на опората. Тези две сили са вертикални и не могат да предизвикат изменение в импулса на пръчката в хоризонтална посока. Това означава, че центъра на масата на пръчката ще се движи само по вертикалата. Центъра на масата т.O ще се движи по отсечката OO_1. От чертежа следва, че долния край ще се отмести на разстояние **(0,5 т)**:

$x = A_1O_1 - AO_1 = \frac{L}{2}(1 - cos\alpha) = Lsin^2\frac{\alpha}{2}$ **(0,5 т)**



Б) При падането на пръчката, т.е. при завъртането си потенциалната енергия $mgL(1 - \cos\Theta)/2$ преминава в кинетична енергия на движение. Инерчния момент на пръчката около ос на въртене, минаваща през нейният край, е $I = mL^2/3$ **(0,5 т)**:

$\omega^2 = \frac{3g(1-cos\Theta)}{L}$ **(0,5 т)**

Лесно намираме a_n:

$a_n = \frac{\omega^2 L}{2} = \frac{3g(1-cos\Theta)}{2}$ **(0,5 т)**

Тангенциалното ускорение a_τ се намира чрез момента на въртене на силата на тежестта $mg(L/2)\sin\Theta$: **(0,5 т)**

$a_\tau = \frac{3gsin\Theta}{4}$ **(0,5 т)**

В) Големината на хоризонталната сила е:

$F_x = m(a_\tau cos\Theta - a_n sin\Theta)$ **(0,5 т)**

$mg - F_y = m(a_n cos\Theta + a_\tau sin\Theta)$ **(0,5 т)**

След като използваме изразите за намерените ускорения:

$F_x = 3mg\frac{3cos\Theta-2}{4}.sin\Theta$ **(0,5 т)**

$F_y = mg\frac{(3cos\Theta-1)^2}{4}$ **(0,5 т)**

Хоризонталната сила става равна на нула преди вертикалната. Следователно е достатъчно да изследваме само F_x.

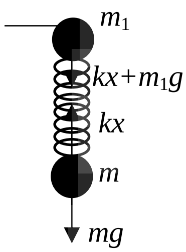
$F_x = 3mg\frac{3cos\Theta-2}{4}.sin\Theta = 0$ **(0,5 т)**

Граничния ъгъл, при който ще се откъсне пръчката от чина е:

$cos\Theta = \frac{2}{3}$ или $\Theta = 48^\circ$ **(0,5 т)**

Зад. 3.

Част 1.



А) На долното топче m му действа сила на тежестта mg, която се уравновесява от силата на еластичност kx ($mg = kx$) На горното топче му действа сила на тежестта $m_1g + kx$. **(1 т)**

Следователно в момента на пускане ускоренията са:

$a = 0$ **(1 т)**

$m_1a_1 = m_1g + kx = 2mg + mg = 3mg$

$a_1 = 3g/2$ **(1 т)**

Част 2.

А) Търсените разстояния x и y спрямо т.O са:

$x = \frac{m_1}{m_1+m_2}.l$ **(1 т)**

$y = \frac{m_2}{m_1+m_2}.l$ **(1 т)**

На системата действат само вътрешни сили. Следователно центъра на масите т.O, в контекста на задачата, е неподвижен. **(1 т)**

Б) След като т.O е неподвижна, следва че можем да разглеждаме трептенията на двете теглилки като всяка свързана към пружина съответно с дължина x и y и коефициенти на еластичност k_1 и k_2.

$\frac{k_1}{k} = \frac{l}{x}$ **(0,5 т)**

$\frac{k_2}{k} = \frac{l}{y}$ **(0,5 т)**

Следователно:

$k_1 = k.\frac{m_1+m_2}{m_2}$ **(0,5 т)**

$k_2 = k.\frac{m_1+m_2}{m_1}$ **(0,5 т)**

Периодите на трептене на двете теглилки са равни на:

$$T_1 = T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{m_1}{k_1}} = 2\pi\sqrt{\frac{m_2}{k_2}}$$ **(1 т)**

$$T_1 = T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{m_1 m_2}{(m_1+m_2)k}}$$ **(1 т)**