

Шифр 601827
(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету физика
(наименование дисциплины)

Фамилия И.О. участника Анненков Дмитрий Сергеевич

Город, № школы (образовательного учреждения) г. Волжский

МОУ "Кадетская школа", 10 класс

Регистрационный номер 5844

Вариант задания 1

Дата проведения «1» марта 2010г.

Подпись участника [подпись]

Сорок баллов [подпись]

601827

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Всего	Шифр
3	6	11	5	11	-	0				40	заполняется ответственным секретарем приемной комиссии

Вариант № 1

[№2]

Дано:
 CO_2
 $\mu = 44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
 $T = 300 \text{ K}$
 $M_M = 0,103 M_3$
 $R_M = 0,53 R_3$

Решение:



уравнение Менделеева-Клапейрона:

$$pV = \nu RT, \quad \nu = \frac{m}{\mu}$$

$$pV = \frac{mRT}{\mu}$$

$$p = \frac{mRT}{\mu V}$$

$$p = \frac{\rho RT}{\mu} \quad (1)$$

$$p = \rho g_m h \quad (2)$$

$$g_m = \frac{GM_M}{R_M^2} = \frac{0,103 GM_3}{(0,53)^2 R_3^2} = \frac{0,103}{(0,53)^2} g \quad (3)$$

Подставим (3) в (2) и приравняем (2) и (1):

$$p \frac{0,103}{(0,53)^2} g h = \frac{\rho RT}{\mu} \Rightarrow h = \frac{RT}{\mu \cdot \frac{0,103}{(0,53)^2} g}$$

$$h = \frac{8,31 \cdot 300}{44 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{0,103}{(0,53)^2} \cdot 9,87} \text{ м} \approx 15659,5 \text{ м}$$

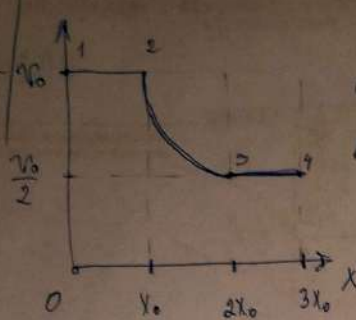
Ответ: $h = \frac{RT}{\mu \cdot \frac{0,103}{(0,53)^2} g} \approx 15659,5 \text{ м}$

10

Дано: Решение:

v_0, x_0

$t = ?$



Отличия времени + движение состоит из времени движения на каждом из участков 1-2, 2-3, 3-4.

р-н участка 1-2:

$$t_{12} = \frac{x_0}{v_0}$$

р-н участка 3-4:

$$t_{34} = \frac{x_0}{v_0/2} = \frac{2x_0}{v_0}$$

р-н участка 2-3:

$$-2ax_0 = \frac{v_0^2}{4} - v_0^2$$

$$-2ax_0 = -\frac{3}{4}v_0^2$$

$$a = \frac{3v_0^2}{4 \cdot (1-2)x_0} = \frac{3v_0^2}{8x_0}$$

$$x_0 = v_0 t + \frac{at^2}{2}$$

$$\frac{a}{2}t^2 - v_0 t + x_0 = 0$$

$$D = v_0^2 - 4 \cdot \frac{a}{2} x_0 = v_0^2 - \frac{2 \cdot 3v_0^2}{8x_0} x_0 = v_0^2 - \frac{3}{4}v_0^2 = \frac{v_0^2}{4} = \left(\frac{v_0}{2}\right)^2$$

$$t = \frac{v_0 \pm \frac{v_0}{2}}{a}$$

$$t_1 = \frac{v_0 - \frac{v_0}{2}}{a} = \frac{\frac{v_0}{2}}{\frac{3v_0^2}{8x_0}} = \frac{v_0}{2} \cdot \frac{8x_0}{3v_0^2} = \frac{4x_0}{3v_0}$$

$$t_2 = \frac{v_0 + \frac{v_0}{2}}{a} = \frac{\frac{3v_0}{2}}{\frac{3v_0^2}{8x_0}} = \frac{3v_0}{2} \cdot \frac{8x_0}{3v_0^2} = \frac{4x_0}{v_0}$$

$$t_1 = \frac{v_0}{2a} = \frac{v_0}{2 \cdot \frac{3v_0^2}{8x_0}} = v_0 \cdot \frac{4x_0}{3v_0^2} = \frac{4x_0}{3v_0}$$

Т.к. $t_2 > t_1$, то противоречия условия, т.к. на участке 3-4 автомобиль движется с постоянной скоростью \Rightarrow

не мог преодолеть такую же дистанцию быстрее, тогда

$$t_{23} = t_1 = \frac{4x_0}{3v_0}, \text{ тогда:}$$

$$t = \frac{x_0}{v_0} + \frac{2x_0}{v_0} + \frac{4x_0}{3v_0} = \frac{3x_0 + 2x_0 + 4x_0}{3v_0} = \frac{9x_0}{3v_0} = \frac{3x_0}{v_0}$$

$$\text{Ответ: } t = \frac{3x_0}{v_0}$$

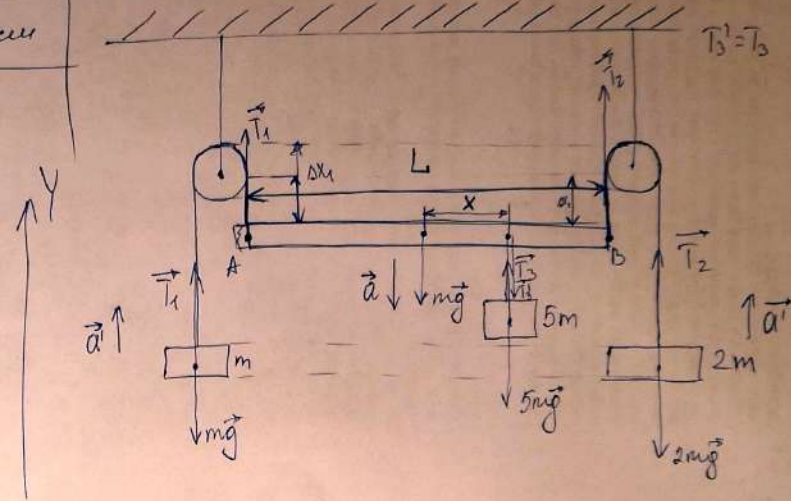
№3.

Дано:

$L = 30 \text{ см}$

$x = ?$

Решение:



Чтобы брусок оставался горизонтальным, необходимо, чтобы сумма моментов сил относительно точки А и точки В была равна нулю, а также, чтобы участки нитей Δx_1 и Δx_2 "удвоялись" с одинаковой скоростью в любой момент времени \Rightarrow обладали равными ускорениями, тогда в силу неразрывности и невесомости нитей вся коническая система движется с равными ускорениями:

$$a = a'$$

Запишем ~~условие~~ сумму моментов сил относительно точек А и В, пусть \sim со знаком $+$, \curvearrowright со знаком $-$, тогда:

N51 (продолжение):

$$N - mg \sin \alpha = -\frac{mV^2}{R}, \quad R = L$$

$$N - mg \sin \alpha = -\frac{mV^2}{L}$$

$$N = m \left(g \sin \alpha - \frac{V^2}{L} \right) (*) \quad \checkmark$$

3) Возьмем 2 з.н. в проекциях на OY и OX' для тела 2м:

OY :

$$2mg + Q_y - N' \cos \alpha = 0 \quad \checkmark$$

$$Q_y = N' \cos \alpha + 2mg \text{ по III з.н. } N' = N \text{ (т.к. сфера не деформируется)}$$

$$Q_y = N \cos \alpha + 2mg$$

OX' :

$$Q_x - N' \sin \alpha = 0 \quad \checkmark$$

$$Q_x = N' \sin \alpha$$

$$Q_x = N \sin \alpha$$

4) ЗСЭ для шара m' :

$$mgh = \frac{mV^2}{2} + mg(L-h) \quad | \cdot \frac{2}{m} \quad \checkmark$$

$$2gh = V^2 + 2g(L-h), \quad L-h = L - 0,2L = 0,8L$$

$$V^2 = 2gL - 1,6gL$$

$$V^2 = 0,4gL, \text{ подставим в } (*):$$

$$N = m \left(g \sin \alpha - \frac{0,4gL}{L} \right) = m(g \sin \alpha - 0,4g)$$

$$\sin \alpha = \frac{0,8L}{L} = 0,8 \Rightarrow N = m(0,8g - 0,4g) = 0,4mg, \quad \checkmark$$

Тогда:

$$Q_y = 0,4mg \cdot \cos \alpha + 2mg,$$

$$\sin \alpha = 0,8 \Rightarrow \cos \alpha = 0,6$$

$$Q_y = 0,24mg + 2mg = 2,24mg$$

$$Q_x = N \sin \alpha = 0,4mg \cdot 0,8 = 0,32mg$$

$$\text{Ответ: } Q_y = 2,24mg$$

$$Q_x = 0,32mg$$

118

N52

Дано:

$$m_1 = 3m$$

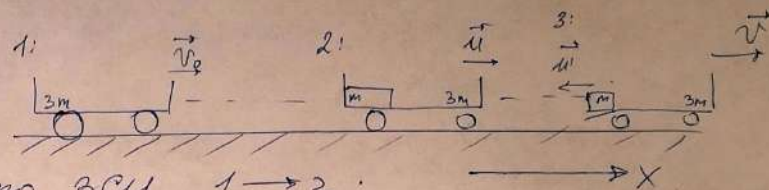
$$m_2 = m$$

$$V_0 = 0,4 \text{ м/с}$$

$$t = 10 \text{ с}$$

$$V = ?$$

Решение:



по ЗСМ на OX :

$$3mV_0 = 4mu$$

$$V_0 = \frac{4}{3}u \Rightarrow u = \frac{3V_0}{4} \quad \checkmark$$

2 \rightarrow 3:

$$4mu = 3mV - mu'$$

$$3mV_0 = 3mV - mu' \quad | : m$$

$$3V_0 = 3V - u'$$

$$3V = 3V_0 + u' \Rightarrow u' = 3(V - V_0)$$

$$(u')^2 = 9(V^2 - 2VV_0 + V_0^2)$$

ЗСЭ 2 \rightarrow 3:

$$\frac{3mV_0^2}{2} = \frac{4mu^2}{2} = \frac{mu'^2}{2} + \frac{3mV^2}{2} \quad | : 2$$

$$4mu^2 = m u'^2 + 3mV^2 \quad | : m$$

$$4u^2 = u'^2 + 3V^2$$

$$u^2 = \frac{9V_0^2}{16}$$

$$\frac{9V_0^2}{4} = 9(V^2 - 2VV_0 + V_0^2)$$

N1 (продолжение):

$$\frac{V_0^2}{4} = V^2 - 2VV_0 + V_0^2$$

$$V^2 - 2VV_0 + \frac{3}{4}V_0^2 = 0 \quad - \text{ кв. ур-ние относительно } V$$

$$D = 4V_0^2 - 3V_0^2 = V_0^2$$

$$V = \frac{2V_0 \pm V_0}{2}$$

$$V = \frac{3V_0}{2} = \frac{3 \cdot 0,4\%}{2} = 0,6\% > V_0 \quad - \text{ противоречит усл.}$$

$$V = \frac{V_0}{2} = \frac{0,4\%}{2} = 0,2\%$$

Отв. ~~$V = 0,6\%$~~ $V = 0,2\%$.

3