ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ГАЗПРОМ

Использовать только эту сторону листа, обратная сторона не проверяется!

ШИФР 8735

Класс 10 **Вариант** 8 **Дата Олимпиады** 19.02.2017

Площадка написания КНИТУ

Задача	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ Цифрой	Σ Прописью	Подпись
Оценка	7	7	7		10			12	10		53	пятьдесят три	

1. Дано:

$v_0 = 0 \frac{м}{с}$

$S_1 = 1$ км, $\Delta v_1 = 10 \frac{м}{с}$

$S_2 = 1$ км

$\Delta v_2 - ?$

Решение:

$S_{1x} = v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$ $\quad a_x = \frac{\Delta v_x}{t}$

$S_{1x} = \frac{\Delta v_x \cdot t^2}{t \cdot 2} = \frac{\Delta v_x \cdot t}{2}$ $\quad t = \frac{2S_{1x}}{\Delta v_x} = \frac{2000 м}{10 м/с} = 200 с$ $\quad a_x = \frac{\Delta v_x}{t} = \frac{10 м/с}{200 с} = 0{,}05 \frac{м}{с^2}$

$S_{2x} = v_{0x}t_1 + \frac{a_x t_1^2}{2}$ $\quad 1000 м = \frac{10 м}{с} \cdot t_1 + \frac{0{,}05 \frac{м}{с^2} t_1^2}{2} \quad | \cdot 40$

$40\,000 = 400 t_1 + t_1^2 \quad t_1^2 + 400 t_1 - 40\,000 = 0$

$D = (400)^2 - 4 \cdot 1 \cdot (-40\,000) = 320\,000$

$t_{1,2} = \frac{-400 \pm \sqrt{320\,000}}{2}$ $\quad t_1 = 82{,}8 с$ $\quad t_2 = -965{,}7 с$ – не соответствует условию задачи

$a_x = \frac{\Delta v_{2x}}{t}$ $\quad \Delta v_{2x} = a_x t = 0{,}05 \frac{м}{с^2} \cdot 82{,}8 с = 4{,}14 м/с$

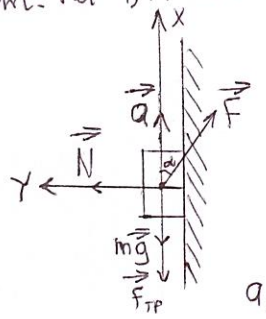
Ответ: на 4,14 м/с.

2. Дано:

m, F, α, μ

$a - ?$

Решение:



$a_x = \frac{F \cdot \cos\alpha - mg - F_{тр}}{m}$

$a_y = 0 = N + F\cos(90° + \alpha) = N - F\sin\alpha$

$N = F\sin\alpha$ $\quad F_{тр} = \mu N = \mu F \sin\alpha$

$a_x = \frac{F\cos\alpha - mg - \mu F\sin\alpha}{m} = \frac{F(\cos\alpha - \mu\sin\alpha)}{m} - g$

$a = a_x = \frac{F(\cos\alpha - \mu\sin\alpha)}{m} - g$

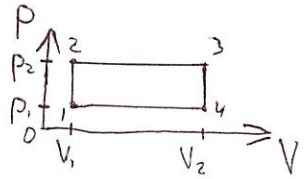
3. Дано:

$\nu = 1$ моль, $v_1 = 500 \frac{м}{с}$

$v_3 = 1000 \frac{м}{с}$, $M = 0{,}02 \frac{кг}{моль}$

$Q - ?$

Решение:



$Q = Q_{123}$ т.к. $Q_{12} > 0$, поскольку $A = 0$ и $\Delta U > 0$

$Q_{23} > 0$, поскольку $A > 0$ и $\Delta U > 0$

а $Q_{341} < 0$, т.к. $A_{34} = 0$ и $\Delta U_{34} < 0$; $A_{41} < 0$ и $\Delta U_{41} < 0$.

$Q = Q_{123} = \Delta U_{12} + \Delta U_{23} + A_{23} = \frac{3}{2}(p_2V_1 - p_1V_1) + \frac{3}{2}(p_2V_2 - p_2V_1) + p_2(V_2 - V_1)$

$E_k = \frac{3}{2}kT$ $\quad T = \frac{pV}{\nu R}$ $\quad \frac{m_0 v^2}{2} = \frac{3}{2}k \cdot \frac{pV}{\nu R} \Rightarrow pV = \frac{m_0 v^2 \nu R}{3k} = \frac{M v^2 \nu R}{3 N_A k} =$

$= \frac{M v^2 \nu}{3}$

ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ГАЗПРОМ

$(ab)c=a(bc)$ $E=mc^2$

ШИФР 8735

$$Q=Q_{123}=\frac{3}{2}\left(\frac{M\upsilon_2^2 V}{3}-\frac{M\upsilon_1^2 V}{3}\right)+\frac{3}{2}\left(\frac{M\upsilon_3^2 V}{3}-\frac{M\upsilon_2^2 V}{3}\right)+\frac{M\upsilon_3^2 V}{3}-\frac{M\upsilon_2^2 V}{3}$$

$p_1V_1=\frac{\upsilon_1^2 VM}{3}$ $p_2V_1=\frac{\upsilon_2^2 VM}{3}$ $p_2V_2=\frac{\upsilon_3^2 VM}{3}$ $p_1V_2=\frac{\upsilon_4^2 VM}{3}$ $\upsilon_2=\upsilon_4$ т.к. $T_2=T_4$

$$\frac{p_1V_2}{p_1V_1}=\frac{\upsilon_4^2 VM}{3}\cdot\frac{3}{\upsilon_1^2 VM}=\frac{\upsilon_4^2}{\upsilon_1^2}\qquad \frac{p_2V_2}{p_2V_1}=\frac{\upsilon_3^2 VM}{3}\cdot\frac{3}{\upsilon_2^2 VM}=\frac{\upsilon_3^2}{\upsilon_2^2}$$

$\upsilon_1^2\cdot\upsilon_3^2=\upsilon_4^2\cdot\upsilon_2^2=\upsilon_2^4$ $\upsilon_2^2=(500\,м/с)^2\cdot(1000\,м/с)^2=500\,000\,\frac{м^2}{с^2}$

$\upsilon_2=707{,}1$ м/с

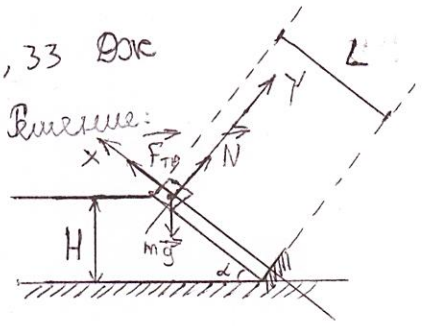
$$Q=\frac{3}{2}\left(\frac{M\upsilon_2^2 V}{3}-\frac{M\upsilon_1^2 V}{3}+\frac{M\upsilon_3^2 V}{3}-\frac{M\upsilon_2^2 V}{3}\right)+\frac{MV}{3}(\upsilon_3^2-\upsilon_2^2)=\frac{3MV}{2\cdot 3}(\upsilon_3^2-\upsilon_1^2)+\frac{MV}{3}(\upsilon_3^2-\upsilon_2^2)=$$

$$=MV\left(\frac{\upsilon_3^2}{2}-\frac{\upsilon_1^2}{2}+\frac{\upsilon_3^2}{3}-\frac{\upsilon_2^2}{3}\right)=0{,}02\,\frac{кг}{моль}\cdot 1\,моль\left(\frac{(1000\,м/с)^2}{2}-\frac{(500\,м/с)^2}{2}+\frac{(1000\,м/с)^2}{3}-\frac{500\,000\,\frac{м^2}{с^2}}{3}\right)=$$

$=10\,833{,}33$ Дж

5. Дано: α, H, h

Найти: $\mu-?$



$$ma_x=-F_{тр}+mg\cos(90°-\alpha)=mg\sin\alpha-F_{тр}$$

$$ma_y=0=N+mg\cos(180°-\alpha)=N-mg\cos\alpha$$

$N=mg\cos\alpha$ $F_{тр}=\mu N=\mu mg\cos\alpha$

$ma_x=mg\sin\alpha-\mu mg\cos\alpha$

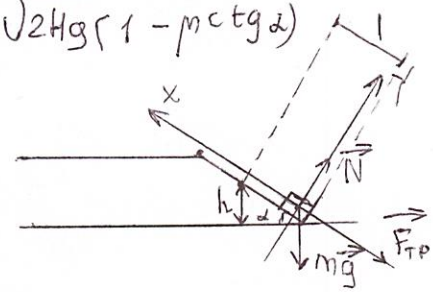
$a_x=g\sin\alpha-\mu g\cos\alpha$ $a_x=\frac{\upsilon_x-\upsilon_{0x}}{t}=\frac{\upsilon_x}{t}$

$S_x=L=\upsilon_{0x}t+\frac{a_xt^2}{2}$ $L=\frac{H}{\sin\alpha}$

$\frac{2H}{\sin\alpha}=a_xt^2$ $t=\sqrt{\frac{2H}{a_x\sin\alpha}}$

$$\upsilon_x=a_xt=a_x\sqrt{\frac{2H}{a_x\sin\alpha}}=\sqrt{\frac{2a_xH}{\sin\alpha}}=\sqrt{\frac{2H(g\sin\alpha-\mu g\cos\alpha)}{\sin\alpha}}=\sqrt{2Hg-2H\mu g\operatorname{ctg}\alpha}=$$

$=\sqrt{2Hg(1-\mu\operatorname{ctg}\alpha)}$



$ma_{2x}=-F_{тр}+mg\cos(90°+\alpha)=-F_{тр}-mg\sin\alpha$

$ma_{2y}=0=N+mg\cos(180°-\alpha)=N-mg\cos\alpha$ $N=mg\cos\alpha$

$F_{тр}=\mu N=\mu mg\cos\alpha$

$ma_{2x}=-\mu mg\cos\alpha-mg\sin\alpha$ $a_{2x}=-g(\mu\cos\alpha+\sin\alpha)$

$a_{2x}=\frac{\upsilon_{2x}-\upsilon_x}{t}=\frac{-\upsilon_x}{t}$ $t=-\frac{\upsilon_x}{a_{2x}}$

$$S_x=l=\frac{h}{\sin\alpha}=\upsilon_xt+\frac{a_xt^2}{2}=\upsilon_xt-\frac{\upsilon_xt^2}{2t}=\frac{\upsilon_xt}{2}\qquad t=\frac{-\upsilon_x}{-g(\mu\cos\alpha+\sin\alpha)}=\frac{\upsilon_x}{g(\mu\cos\alpha+\sin\alpha)}$$

$$\frac{h}{\sin\alpha}=\frac{\upsilon_x^2}{2g(\mu\cos\alpha+\sin\alpha)}=\frac{2Hg(1-\mu\operatorname{ctg}\alpha)}{2g(\mu\cos\alpha+\sin\alpha)}=\frac{H(1-\mu\operatorname{ctg}\alpha)}{\mu\cos\alpha+\sin\alpha}$$

$$H-H\mu\operatorname{ctg}\alpha=\frac{h(\mu\cos\alpha+\sin\alpha)}{\sin\alpha}=h\mu\operatorname{ctg}\alpha+h\qquad H-h=\mu\operatorname{ctg}\alpha(h+H)$$

$$\mu=\frac{H-h}{\operatorname{ctg}\alpha(h+H)}$$

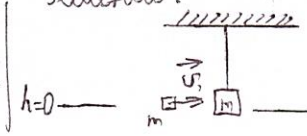
ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ГАЗПРОМ

ШИФР 8735

8. Дано: $m, v_1 = v, Q_2$

Найти: $Q_1 - ?$

Решение:



Закон сохранения импульсов по оси x: $mv_{1x} + m\cancel{v_{2x}}^{0} = mv_{3x} + mv_{4x}$

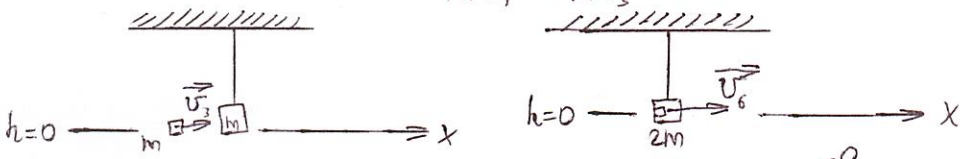
$$mv_{1x} = mv_{3x} + mv_{4x}$$

$$v_{1x} = v_{3x} + v_{4x}$$

Закон сохранения энергии:

$$\frac{mv_1^2}{2} = \frac{mv_3^2}{2} + \frac{mv_4^2}{2} + Q_1$$

$$mv_1^2 = mv_3^2 + mv_4^2 + 2Q_1$$



Закон сохранения импульсов по оси x: $mv_{3x} + m\cancel{v_{4x}}^{0} = 2mv_{6x}$

$$v_{3x} = 2v_{6x}$$

Закон сохранения энергии: $\frac{mv_3^2}{2} = \frac{2mv_6^2}{2} + Q_2$ $mv_3^2 = 2mv_6^2 + 2Q_2$

$$4mv_6^2 = 2mv_6^2 + 2Q_2$$

$$2mv_6^2 = 2Q_2 \quad Q_2 = mv_6^2$$

$$v_6 = \sqrt{\frac{Q_2}{m}} \quad v_3 = 2\sqrt{\frac{Q_2}{m}}$$

$v_{1x} = v_1 = v$ $v_6 = v_{6x}$ $v_3 = v_{3x}$ $v_{4x} = v_{1x} - v_{3x} = v - 2\sqrt{\frac{Q_2}{m}}$

$$2Q_1 = mv_1^2 - mv_3^2 - mv_4^2 = m\left(v^2 - \frac{4Q_2}{m} - 4v^2 - 4v\sqrt{\frac{Q_2}{m}} + \frac{4Q_2}{m}\right) =$$

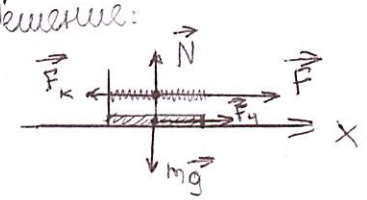
$$Q_1 = \frac{m}{2}\left(v^2 - \frac{4Q_2}{m} - v^2 + 4v\sqrt{\frac{Q_2}{m}} + \frac{4Q_2}{m}\right) = \frac{m}{2}\left(4v\sqrt{\frac{Q_2}{m}} - \frac{8Q_2}{m}\right) =$$

$$= 2v\sqrt{Q_2 m} - 4Q_2$$

9. Дано: $F = 4\text{Н}, m_1 = m_2$

Найти: $F_y - ?$

Решение:



$F_к = F_y$ по III закону Ньютона

$a_x m = F - F_к$ – для пружины

$a_x m = F_y$ – для корпуса

$F - F_к = F_y$

$F = 2F_y$ $F_y = \frac{F}{2} = 2\text{Н}$.