

Шифр 117014

(заполняется ответственным
секретарем приемной комиссии)

78

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету Физика

(наименование дисциплины)

Фамилия И.О. участника Байназаров Тимур Рысбекович

Город, № школы (образовательного учреждения) г. Москва, школа № 1580

Регистрационный номер 2797

Вариант задания 4

Дата проведения «17» ФЕВРАЛЯ 2019 г.

Подпись участника Тимур

С работой ознакомлен 26.02.19. Байн

58 (пятьдесят восемь)

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ
10	8	8	8	18	6					58

117014

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 4

N1.

Дано:

m

L

Δt

α

A

v₀ - ?

Решение:

1) x: $m\vec{a} = \vec{F}_{тр}$

$ma = F_{тр}$

y: $N = mg$

$F_{тр} = \mu N = \mu mg$

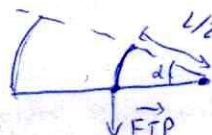
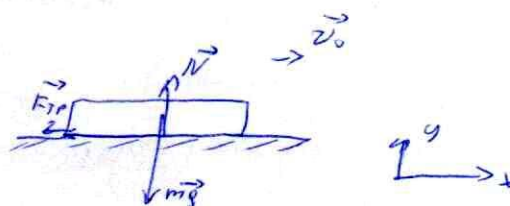
$ma = \mu mg$

$a = \mu g$

x: $v = v_0 - at$

$0 = v_0 - at$

$v_0 = at = \mu g \Delta t$



2) $A = F \cdot s$

Посчитаем работу силы трения во время торможения:

$A = F_{тр} \cdot \frac{L}{2} \cdot \alpha = \frac{\mu mg L \alpha}{2}$

$\mu = \frac{2A}{mg L \alpha}$

$\Rightarrow v_0 = \frac{2A}{mg L \alpha} \cdot g \Delta t = \frac{2A \Delta t}{m L \alpha}$

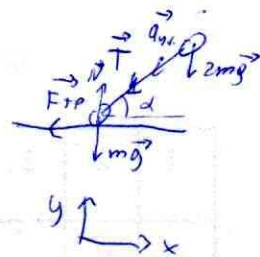
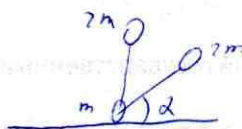
Ответ: $v_0 = \frac{2A \Delta t}{m L \alpha}$

N2.

Дано: Решение:

$m_1 = 2m$
 $m_2 = m$
 $\alpha = 60^\circ$
 $\mu = ?$

T - сила натяжения цепи
 $T = 2mg \sin \alpha - 2m a_{y.c.}$, $a_{y.c.}$ - центростремительное ускорение
 $X: F_{rp} = T \cos \alpha$
 $F_{rp} = \mu N$ ч. Косм
 $F_{rp} = \mu mg$



$y: N = mg + T \sin \alpha$

$\mu(mg + T \sin \alpha) = T \cos \alpha$; $\mu = \frac{T \cos \alpha}{mg + T \sin \alpha}$

$\mu mg = T (\cos \alpha - \sin \alpha)$

$T = 2mg \sin \alpha - 2m a_{y.c.} = 2m(g \sin \alpha - g(1 - \sin \alpha)) = 2mg(\sin \alpha - 1 + \sin \alpha) = 2mg(2 \sin \alpha - 1)$

$\mu = \frac{2mg(2 \sin \alpha - 1) \cos \alpha}{mg + 2mg(2 \sin \alpha - 1) \sin \alpha} = \frac{2(2 \sin \alpha - 1) \cos \alpha}{1 + 2(2 \sin \alpha - 1) \sin \alpha}$

$\mu = \frac{2(2 \cdot 0,866 - 1) \cdot \frac{1}{2}}{1 + 2(2 \cdot 0,866 - 1) \cdot 0,866} = \frac{0,598}{1,577862} \approx 0,394$

0.45

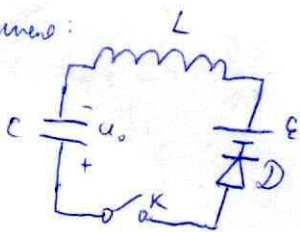
Ответ: $\mu = \frac{2(2 \sin \alpha - 1) \cos \alpha}{1 + 2(2 \sin \alpha - 1) \sin \alpha} = 0,394$

N4.

Дано:

$C = 25 \text{ мкФ}$
 $U_0 = 2 \text{ В}$
 $L = 0,25 \text{ Гн}$
 $\mathcal{E} = 6 \text{ В}$
 $I_{\max} = ?$
 $U_c = ?$

Решение:



После замыкания ключа в цепи установится колебательный процесс. На катушке возникнет ЭДС самоиндукции.

$q = q_0 \cos(\omega t + \varphi_0)$
 $i = \dot{q} = -q_0 \omega \sin(\omega t + \varphi_0)$
 $t = 0: q$

$\mathcal{E}_i = -L \frac{di}{dt} = -L \ddot{q}$; $\ddot{q} = -q_0 \omega^2 \cos(\omega t + \varphi_0)$

$\mathcal{E} + U_0 = L \cdot q_0 \omega^2 = L \cdot q_0 \cdot \frac{1}{LC} = \frac{q_0}{C}$

$q_0 = (\mathcal{E} + U_0) C$

$I_{\max} = q_0 \omega = (\mathcal{E} + U_0) \cdot \frac{C}{\sqrt{LC}} = (\mathcal{E} + U_0) \sqrt{\frac{C}{L}}$

$I_{\max} = (6 + 2) \cdot \sqrt{\frac{25 \cdot 10^{-6}}{0,25}} = 0,09 \text{ А}$

0.09

Через некоторое время конденсатор закончится, и конденсатор будет иметь отрицательный заряд и напряжение $U_c = \mathcal{E}$. $U_c = 60$

Ответ: $I_{max} = (\mathcal{E} + U_c) \sqrt{\frac{1}{L}} = 0,09 \text{ A}$

$U_c = \mathcal{E} = 60 \text{ В}$ $U = 2\mathcal{E} + U_0$

Q5

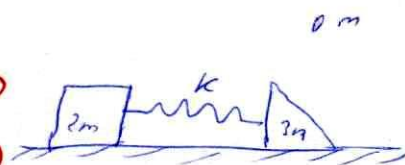
$U = 1$

N 5.

Дано: $3m$
 $\alpha = 60^\circ$
 K
 $2m$
 m
 v
 $\Delta x_{max} = ?$

Решение: После столкновения шарик принимает прежнюю скорость u направленно влево.

Рассмотрим момент, когда пружина полностью сжата (на Δx_{max}), а оба тела движутся влево с одинаковой скоростью v_2



$$\begin{cases} \frac{3m v^2}{2} = \frac{3m u^2}{2} + \frac{2m v_2^2}{2} + \frac{K \Delta x_{max}^2}{2} - 300 \\ 3m u = 3m v_2 + 2m v_2 - 300 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} 3m v^2 = 3m u^2 + 2m v_2^2 + K \Delta x_{max}^2 \\ 3u = 5v_2 \end{cases}$$

$v_2 = \frac{3}{5} u$

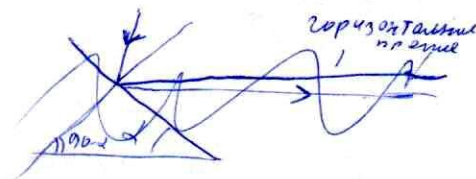
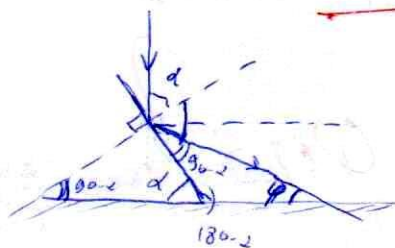
$3u^2 = 5 \cdot \frac{9}{25} u^2 + K \Delta x_{max}^2 = \frac{9}{5} u^2 + K \Delta x_{max}^2$

$u^2 \cdot \frac{6}{5} = K \Delta x_{max}^2 \Rightarrow \Delta x_{max} = u \sqrt{\frac{6}{5K}}$

Теперь посчитаем u . Т.к. удар абсолютно упругий, то угол падения будет равен углу отражения.

$\varphi = 180 - (180 - \alpha) - (90 - \alpha) =$

$\approx 180 - 180 + \alpha - 90 + \alpha = 2\alpha - 90$



ЗСЧ: $m v_1 \cos(2\alpha - 90) = 3m u$

$v_1 \sin 2\alpha = 3u$

$u = \frac{\sin 2\alpha}{3} v_1$

$v_1 = \frac{3}{\sin 2\alpha} u$

ЗСЧ: $\frac{m v^2}{2} = \frac{3m u^2}{2} + \frac{m v_1^2}{2}$

$v^2 = 3u^2 + v_1^2$

$v^2 = 3u^2 + \frac{9u^2}{\sin^2 2\alpha} = u^2 \left(3 + \frac{9}{\sin^2 2\alpha} \right) = 3u^2 \left(1 + \frac{3}{\sin^2 2\alpha} \right) = 3u^2 \left(\frac{\sin^2 2\alpha + 3}{\sin^2 2\alpha} \right)$

$u^2 = \frac{v^2}{3} \cdot \frac{\sin^2 2\alpha}{\sin^2 2\alpha + 3}$

$u = \frac{v \sin 2\alpha}{\sqrt{3(3 + \sin^2 2\alpha)}}$

$u = \frac{v \sin 2\alpha}{\sqrt{\frac{3m}{m} + \sin^2 2\alpha}}$

$\Delta x_{max} = \frac{v \sin 2\alpha}{\sqrt{3(3 + \sin^2 2\alpha)}} \cdot \sqrt{\frac{6}{5K}}$

$\Delta x_{max} = \frac{v \sin 120^\circ}{\sqrt{3(3 + \sin^2 120^\circ)}} \cdot \sqrt{\frac{6}{5K}} = \frac{v \cdot 0,5}{\sqrt{3(3 + 0,75)}} \cdot \sqrt{1,2} \cdot \frac{1}{\sqrt{K}} = \frac{v \cdot 0,5}{\sqrt{7,5}} \cdot \sqrt{1,2} \cdot \frac{1}{\sqrt{K}}$

$$\Delta x_{\max} = 0,35 \cdot \frac{v}{\sqrt{k}}$$

$$\text{отсюда: } \Delta x_{\max} = \frac{2 \cdot \sin^2 \alpha}{\sqrt{3(3 + \sin^2 2\alpha)}} \cdot \sqrt{\frac{6}{5k}} \approx 0,35 \frac{v}{\sqrt{k}}$$

0,45

N 3.

Дано:
He
 $\Delta_{12} = 1200 \text{ Дж}$
 $Q_{23} = 1200 \text{ Дж}$
 $i = 5$
 $Q_{12} = ?$

Решение:

$$Q = U + A ; pV = \nu R T$$

$$T_1 = T_3 \Rightarrow 3-2 - \text{изотермический процесс}$$

$$i_{12} = \text{const}$$

$$Q_{12} = \Delta_{12} + U_{12}$$

$$U_{12} = \frac{i}{2} \nu R (T_2 - T_1)$$

$$T_1 = T_3 = T_2 \cdot K$$

$$Q_{23} = U_{23} + \Delta_{23}$$

$$\Delta_{23} = \frac{p_2 + p_3}{2} (V_3 - V_2) = \frac{p_2 + K p_2}{2} (K V_2 - V_2) = \frac{p_2 V_2}{2} (1 + K)(K - 1) = \frac{\nu R T_2}{2} (K^2 - 1)$$

$$U_{23} = \frac{i}{2} \nu R (T_3 - T_2) = \frac{i}{2} \nu R T_3 (1 - K) = \frac{i}{2} \nu R T_2 \left(\frac{1}{K} - 1 \right) = \frac{i}{2} \frac{\nu R T_2}{K} (K - 1)$$

$$= \frac{i}{2} \nu R T_2 \cdot K (1 - K) ; Q_{23} = \frac{\nu R T_2}{2} (K^2 - 1 + 5K(1 - K)) = \frac{\nu R T_2}{2} (K^2 - 1 + 5K - 5K^2)$$

$$C_{12} = \frac{\partial Q}{\partial T} = \text{const} \Rightarrow \frac{\partial Q}{\partial T} = \text{const} \Rightarrow \frac{\partial \Delta_{12} + \frac{i}{2} \nu R dT}{\partial T} = \frac{\Delta_{12}}{dT} + \frac{i}{2} \nu R = \text{const} \Rightarrow \frac{\Delta_{12}}{dT} = \text{const} \Rightarrow \Delta_{12} \sim dT$$

$$Q_{12} = \frac{\nu R T_2}{2} (-4K^2 + 5K - 1)$$

$$Q_{12} = ?$$

N 6

Дано:
 $\theta = 90^\circ$
 N
 $m_0 = ?$

Решение:

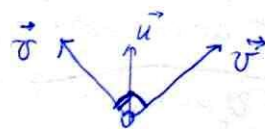
$$E_0 = m_0 c^2 + E_1$$

$$E_0 = E \cdot N, E - \text{энергия облучения электронов магнетронных труб}$$

$$\frac{2 m u^2}{2} = \frac{m v^2}{2} + \frac{m v^2}{2} ; v \cos \frac{\theta}{2} = u$$

$$E_1 + \frac{2 m u^2}{2} = \frac{m v^2}{2} + \frac{m v^2}{2}$$

$$E_1 = \frac{2 m u^2}{2} - \frac{2 m u^2}{2} = m u^2 ; E_1 - \text{энергия, которую поглощают газы ртутные}$$



$$v = \frac{u}{\cos \frac{\theta}{2}} = u \sqrt{2}$$

0,25

20 (своему)

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ
						20				20

117014

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)



Вариант № 3

Ситуационная задача

Дано:

Решено:

$m = 1000 \text{ кг}$
 $V = 0,55 \text{ м}^3$
 $V_n = 0,05 \text{ м}^3$
 $T = 20^\circ \text{C}$
 $S = 0,1 \text{ м}^2$
 $C_y = 0,8$

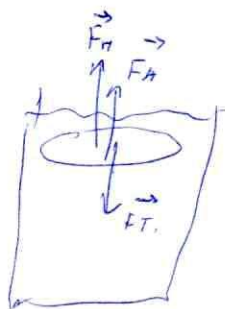
$$F_n = C_y \cdot S \cdot \frac{\rho v^2}{2}$$

Сила Архимеда $F_A = \rho g V$. Рассчитаем F_A при $V = 0,55 \text{ м}^3$

$$F_A = 1000 \cdot 10 \cdot 0,55 = 5500 \text{ Н}$$

$$\text{При этом сила тяжести } F_T = mg = 1000 \cdot 10 = 10000 \text{ Н}$$

$$p v = \nu R T ; V = \frac{\nu R T}{p}$$



При погружении объем воздушного пузыря уменьшается (т.к. давление увеличивается). $p = p_{\text{атм}} + p_{\text{ст}} + p_{\text{ж}}$

$$V = \frac{\nu R T}{p_{\text{атм}} + p_{\text{ст}} + p_{\text{ж}}} ; V_n = \frac{\nu R T}{p_{\text{атм}} + p_{\text{ж}}}$$

не углуб.

Чтобы не тонуть, аппарат должен создавать подъемную силу

$$m_T = p_T V$$

$$F_n = F_T - F_A$$

$$F_T - F_A = C_y \cdot S \cdot \frac{\rho v^2}{2}$$

$$v = \sqrt{\frac{2(F_T - F_A)}{C_y \cdot S \cdot \rho}} - \text{мин. скорость, к которой должен пойти аппарат, чтобы не утонуть}$$

$$v = \sqrt{\frac{2(10000 - 5500)}{0,8 \cdot 0,1 \cdot 1000}} = 7,5 \text{ м/с} - \text{и поверхности воды (} h \rightarrow 0 \text{)}$$

20

20