

+ 

Шифр 117013
(заполняется ответственным
секретарем приемной комиссии)

69

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету физика
(наименование дисциплины)

Фамилия И.О. участника

Горючев Илья Дмитриевич

Город, № школы (образовательного учреждения)

г. Москва, лицей
г. 1580 при МГТУ им. Баумана

Регистрационный номер

923

Вариант задания

4

Дата проведения «17» февраля 2019 г.

Подпись участника



С работой ознакомлен

26.02.2019.



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ
5	3	16	8	12	0					44

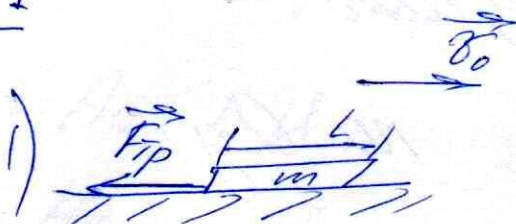
Шифр 117013
 (заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 4

Задача v1

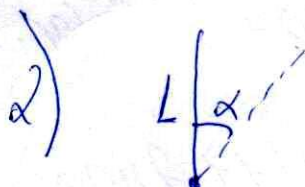
Дано:

m, L
 Δt
 α, A
 $v_0 = ?$



по 3-му изм. импульса

$$mv_0 - m \cdot 0 = F_p \cdot \Delta t$$



длина пути при развороте:

$$\alpha \cdot L = S$$

работа F_p :

это надо извлечь тогда степеней

$$A = F_p \cdot S \Rightarrow F_p = \frac{A}{\alpha \cdot L}$$

$$3) mv_0 = \frac{A \cdot \Delta t}{\alpha \cdot L} \Rightarrow v_0 = \frac{A \cdot \Delta t}{\alpha \cdot L \cdot m}$$

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

$$A = \mu mg \cdot S = \mu mg \cdot \alpha \cdot L \Rightarrow \mu = \frac{A}{mg \alpha L}$$

$$3) mv_0 = \mu mg \cdot \Delta t \Rightarrow v_0 = \frac{A \cdot \Delta t \cdot g}{mg \alpha L}$$

0,5

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

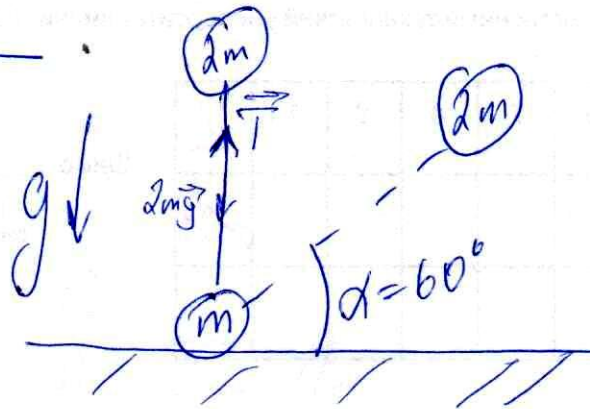
Задача 2

$$m_1 = 2m$$

$$m_2 = m$$

$$\alpha = 60^\circ$$

$\mu = ?$

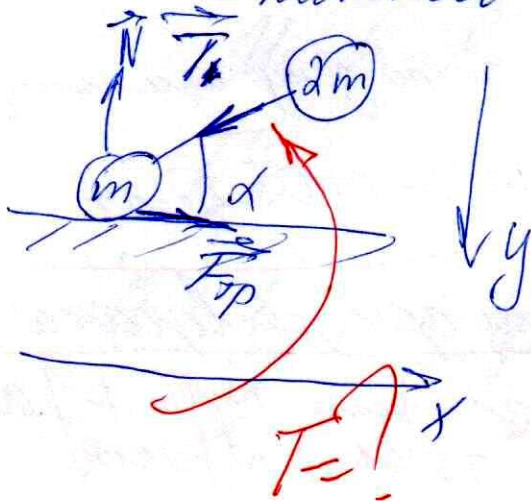


1) для вертикал. пер.

$$0 = 2mg - T$$

$$T = 2mg$$

2) для макс. наклона, на грани нач. движ. нитяного шарика



по O.y:

$$0 = mg + T \cos(90^\circ - \alpha) - N$$

$$N = mg(1 + 2 \sin \alpha)$$

по O.x:

$$0 = F_{sp} - T \sin 30^\circ$$

$$\mu N = 2mg \cdot \frac{1}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \mu = \frac{mg}{mg(1 + 2 \sin 60^\circ)} = \frac{1}{1 + 2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{1}{1 + \sqrt{3}}$$

Ответ: $\mu = \frac{1}{1 + 2 \sin \alpha} = \frac{1}{1 + \sqrt{3}}$

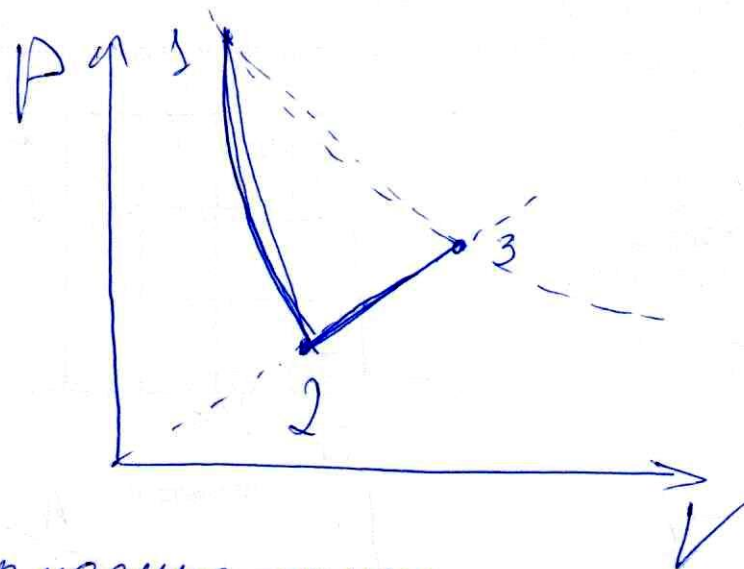
0,25

Задача 23

$$A_{12} = 1200 \text{ Дж}$$

$$Q_{23} = 1200 \text{ Дж}$$

$$Q_{12} = ?$$



1) Из 1-3 на термодинамике

$$Q_{12} = A_{12} + \Delta U$$

$$Q_{23} = A_{23} + \Delta U$$

2) Т.к. возраст. прямо пропор.

$$\begin{aligned} p_2 &= \alpha \cdot V_2 \\ p_3 &= \alpha \cdot V_3 \end{aligned} \Rightarrow p_3 + p_2 = \alpha (V_2 + V_3)$$

$$A_{23} = \frac{V_3 - V_2}{2} (p_3 + p_2) = \frac{\alpha (V_3^2 - V_2^2)}{2}$$

$$\begin{aligned} p_2 V_2 &= \nu R T_1 \\ p_3 V_3 &= \nu R T_2 \end{aligned} \Rightarrow \nu R \Delta T = p_3 V_3 - p_2 V_2 = (V_3^2 - V_2^2) \alpha$$

$$4) Q_{23} = \frac{\alpha (V_3^2 - V_2^2)}{2} + \frac{\nu R}{2} (V_3^2 - V_2^2) \alpha = \alpha \cdot (V_3^2 - V_2^2) \left(\frac{1 + \gamma}{2} \right)$$

$$5) Q_{12} = A_{12} - \frac{\gamma}{2} \nu R \Delta T = A_{12} - \frac{\gamma}{2} \cdot \alpha (V_3^2 - V_2^2) = A_{12} - \frac{\gamma}{2} \cdot \frac{Q_{23} \cdot 2}{1 + \gamma} \Rightarrow$$

$$Q_{12} = 1200 - \frac{\gamma \cdot Q_{23}}{1 + \gamma} = 1200 - \frac{3 \cdot 1200}{4} = 1200 - 900 = 300 \text{ Дж}$$

$$\text{Ответ: } Q_{12} = A_{12} - \Delta U = 300 \text{ Дж}$$

Задача 24

Дано:

$$C = 25 \text{ мкФ}$$

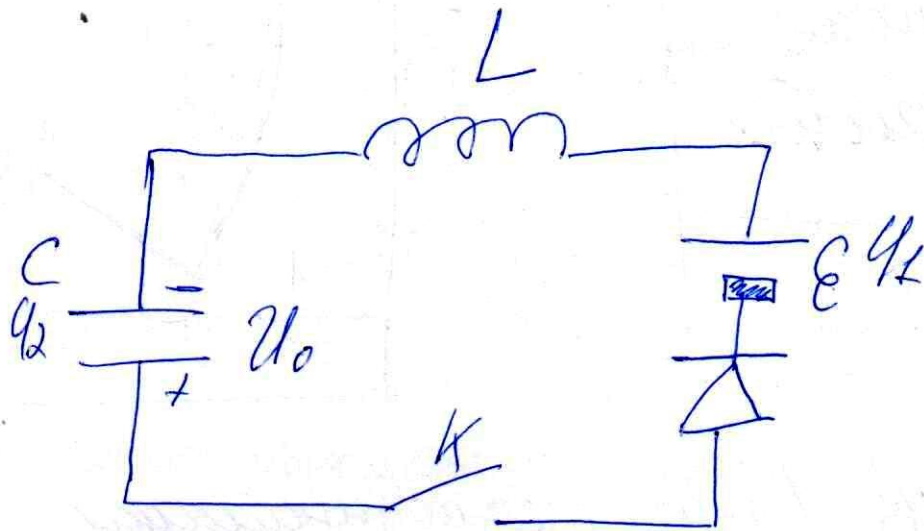
$$U_0 = 3 \text{ В}$$

$$L = 0,25 \text{ Гн}$$

$$\mathcal{E} = 6 \text{ В}$$

$$I_{\text{max}} = ?$$

$$U_1 = ?$$



$$U_0 = \mathcal{E} - \mathcal{E}_H; \quad \mathcal{E}_H = \mathcal{E} - U_0$$

$$-L \frac{dI}{dt} = q_1 - q_2; \quad \frac{q}{C} = -L \ddot{q}$$

$$L \ddot{q} + \frac{q}{C} = 0 \Rightarrow \ddot{q} + q \cdot \frac{1}{LC} = 0 \Rightarrow \omega = \frac{1}{\sqrt{LC}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T = 2\pi\sqrt{LC}$$

$$1) \frac{CU_0^2}{2} = \frac{LI_{\text{max}}^2}{2} \Rightarrow I_{\text{max}} = \sqrt{\frac{CU_0^2}{L}} = \sqrt{\frac{25 \cdot 10^{-6} \cdot 9}{0,25}}$$

$$= U_0 \cdot \sqrt{\frac{C}{L}} = 3 \cdot \sqrt{\frac{25 \cdot 10^{-6}}{0,25}} = 3 \cdot 10 \cdot \sqrt{1 \cdot 10^{-6}} = 3 \cdot 10 \cdot 0,001 =$$

$$= 0,03 \text{ А.}$$

$I_{\text{max}} \text{ при } \mathcal{E}_H = 0$

0,5

Ответ: $I_{\text{max}} = 0,03 \text{ А.}$

2) $U = \mathcal{E} - \mathcal{E}_H$, попретер го $\frac{T}{2}$ т.к. заряд

$$\mathcal{E}_H = \int_0^{\frac{T}{2}} L \frac{dI}{dt} = L \frac{I^2}{2T} \Big|_0^{\frac{T}{2}} = \frac{LI^2}{T} = \frac{LI^2}{2\pi\sqrt{LC}} \quad U_1 = \mathcal{E} - \frac{\sqrt{L \cdot U_0^2 \cdot C}}{2\pi\sqrt{LC}}$$

Ответ: $U_1 = \mathcal{E} - \frac{U_0 \sqrt{LC}}{2\pi}$

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

Шифр

117013

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 4

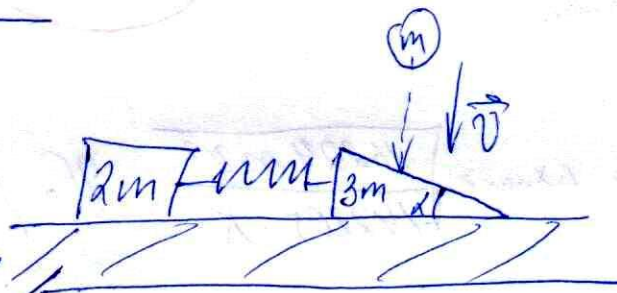
Задача 5

Дано:

$3m, 2m, m$

K, U

$\Delta X_{\max}?$



Запишем ЗСЭ и ЗСУ

$$m v \cos 60^\circ = 3m U - m U_1 \cos 60^\circ$$

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{3mU^2}{2} + \frac{mU_1^2}{2}$$

$$v = 6U - U_1 \Rightarrow U_1 = 6U - v$$

$$v^2 = 3U^2 + 36U^2 - 12Uv + v^2$$

$$39U^2 - 12Uv = 0 \quad | :3; \quad 13U^2 - 4Uv = 0$$

$$D = 16v^2$$

$$U = \frac{4v \pm 4v}{13 \cdot 2} = \frac{8v}{26} = \frac{4v}{13}$$

2) система начала двигаться в момент макс сжатия и пружины нач. смещ.

из ЗУ $3mU = 2m v_1 + 3m v_2 \Rightarrow v_1 = \frac{3}{5} U = \frac{12 \cdot v}{65}$

из ЗСЭ

$$\frac{3mU^2}{2} = \frac{3m v_1^2}{2} + \frac{2m v_2^2}{2} + \frac{K \Delta X_{\max}^2}{2}$$

какая ось?
и в какой
момент
время?

полагается?

$$3m \cdot \left(\frac{41}{13}v\right)^2 = 3m \cdot \left(\frac{12}{65}\right)^2 v^2 + 2m \cdot \left(\frac{12}{65}v\right)^2 + \frac{K \Delta x_{\max}^2}{2}$$

$$\frac{3m \cdot 16 \cdot v^2}{169} - \frac{5m \cdot 144 v^2}{4225} = K \Delta x_{\max}^2$$

$$\frac{48m v^2}{169} - \frac{144 v_m^2}{845} = K \Delta x_{\max}^2$$

$$\frac{40560 - 24336}{142805} \cdot m v^2 = K \Delta x_{\max}^2$$

0,5

$$\frac{16224}{142805} \cdot m v^2 = K \Delta x_{\max}^2 \Rightarrow \Delta x_{\max} = \sqrt{\frac{16224 m v^2}{142805 \cdot K}} = v \cdot \sqrt{\frac{m}{K}} \cdot \frac{127,3}{377,9} =$$

$$= \frac{v}{3} \sqrt{\frac{m}{K}} \quad \text{A}$$

Answer: $\Delta x_{\max} = \frac{v}{3} \sqrt{\frac{m}{K}}$

25 (двадцать пять) 84

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ
						25				

117013

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)



Вариант №

4

Задача = 7

Дано:

$$p_g = 10^6 \text{ Па}$$

$$V = 20 \text{ м}^3$$

$$V_d = 20 \text{ м}^3$$

$$m_{\text{кер}} = 30000 \text{ кг}$$

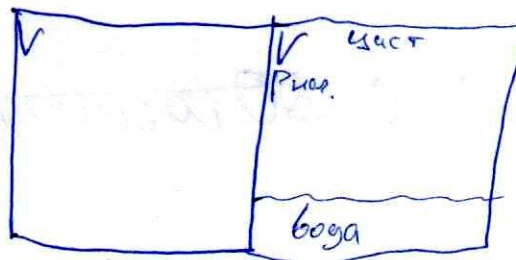
$$m_{\text{балл}} = 3000 \text{ кг}$$

V_b - ?

t_{max} - ?

m - ?

1) газ
контр.
массы?



$$p_g \cdot 2V = (m_{\text{кер}} + m_b + m_a) \cdot g$$

$$V_{\text{газ}} = V - V_b$$

$$p_{\text{газ}} (V - V_b) = \frac{m_{\text{газ}}}{M_{\text{газ}}} R T \Rightarrow m_a = \frac{p_{\text{газ}} (V - V_b) \cdot M}{RT}$$

$$p_b \cdot 2V = (m_k + p_b \cdot V_b + \frac{p_{\text{газ}} (V - V_b) \cdot M}{RT})$$

$$p_b \cdot 2V - m_k = p_b \cdot V_b + \frac{p_{\text{газ}} V_b \cdot M}{RT}$$

$$p_b \cdot 2V - m_k - \frac{p_{\text{газ}} V_b \cdot M}{RT} = p_b V_b$$

$$p_b 2V - m_k - \frac{p_{\text{газ}} V_b \cdot M}{RT} = V_b (p_b - \frac{p_{\text{газ}} \cdot M}{RT})$$

$$V_b = \frac{2p_b V - m_k - \frac{p_{\text{газ}} V_b \cdot M}{RT}}{p_b - \frac{p_{\text{газ}} M}{RT}} = \frac{2 \cdot 1000 \cdot 20 - 30000 - \frac{10^6 \cdot 20 \cdot 28 \cdot 10^{-3}}{300 \cdot 297}}{1000 - \frac{10^6 \cdot 28 \cdot 10^{-3}}{300 \cdot 297}}$$

$$= \frac{10000 - 2530}{1000 - 314} = \frac{1470}{686} = 2,14 \text{ м}^3$$

машин
приблизно
0,3 с 1000
6 с 10000

2) когда вода вытеснится

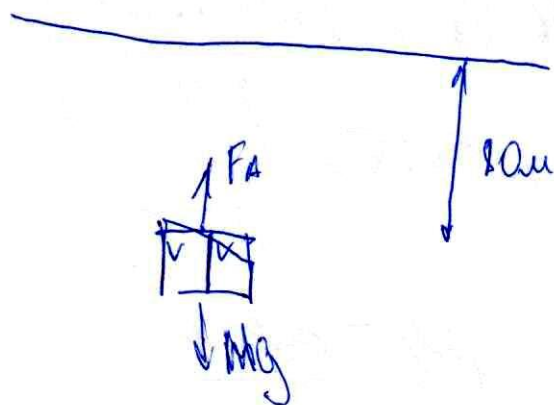
$\rho g h = p_{\text{атм}}$; $p_{\text{атм}}$ осталось в жидкой среде
и.т.к. при выпуске всего газа
поплавок опустится на глубину
с таким же давлением.

$$h = \frac{p_{\text{атм}}}{\rho g} = \frac{10^5}{1000 \cdot 10} = \frac{10^5}{10^4} = 10 \text{ м}$$

3) всплытие с 20 метров.

Ответ: $V_0 = 10 \text{ м}^3$; $h_{\text{max}} = 100 \text{ м}$.

3) всплытие с 20 метров.



$\rho g 2V - M g = 0$, т.к.
всплывать будет без
ускорения

$= 10 \text{ мс}^3$

$$\rho g \cdot 2V = Mg, \text{ где}$$

$$M = (m_k + m_b + m_a)$$

$$m_b = m_{\text{воздуха}} - m_a$$

$$m_b = \frac{p_{\text{в}}(V - V_b) \cdot M}{RT} - m_a$$

$$M = \left(m_k + \frac{p_{\text{в}}(V - V_b) \cdot M}{RT} \right) - m_a$$

глубина 80 м

$$\rho g h = p_{\text{г}} \Rightarrow$$

$$p_{\text{г}} \cdot (V - V_b) = \nu RT$$

$$\nu RT - p_{\text{г}} V = p_{\text{г}} V_b \Rightarrow V_b = \frac{\nu RT - p_{\text{г}} V}{p_{\text{г}}}$$

$$m_b = \frac{p_{\text{в}}(\nu RT - p_{\text{г}} V)}{p_{\text{г}}}$$

$$M = m_k + \frac{p_{\text{в}} \left(\frac{m_a}{M} RT - p_{\text{г}} V \right)}{p_{\text{г}}} + m_a$$

19

$$\rho g \cdot 2V = M; \rho g \cdot 2V = m_k + \frac{p_{\text{в}} \cdot m_a RT}{M p_{\text{г}}} + m_a - \frac{p_{\text{в}} p_{\text{г}} V}{p_{\text{г}}}$$

$$3 \rho g V = m_k + \frac{(p_{\text{в}} RT + M p_{\text{г}}) m_a}{M p_{\text{г}}}$$

$$m_a = \frac{(3 \rho g V - m_k) \cdot M \cdot p_{\text{г}}}{p_{\text{в}} RT + M p_{\text{г}}} = \frac{(3 \cdot 1000 \cdot 20 - 3000) \cdot 28 \cdot 10^{-3} \cdot 1000 \cdot 10 \cdot 80}{1000 \cdot 297 \cdot 300 + 28 \cdot 10^{-3} \cdot 1000 \cdot 10 \cdot 80}$$

$$Ma = 7,5 \text{ kr}$$

$$\text{Omben: } Ma = 7,5 \text{ kr}$$