

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

|   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |
|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 |
| 1 | 1 | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  |
| 8 | 8 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |

126442

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА  
на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету физика  
(наименование дисциплины)

Фамилия И. О. участника Шакиров Тимур Маратович

Город, № школы (образовательного учреждения) Москва, ГАОУ гимназия №1518, 11-3 класс

Регистрационный номер ШМ5999

Вариант задания 25

Дата проведения " 26 " февраля 20 17 г.

Подпись участника

ТМ

84 (восемьдесят четыре)

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

|   |   |    |    |    |    |    |   |                 |                 |  |
|---|---|----|----|----|----|----|---|-----------------|-----------------|--|
| 1 | 2 | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8 | 9               | 10              |  |
| 1 | 1 | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0 | 0 <sup>15</sup> | 0 <sup>15</sup> |  |
| 8 | 8 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |   | 9               | 9               |  |

Шифр

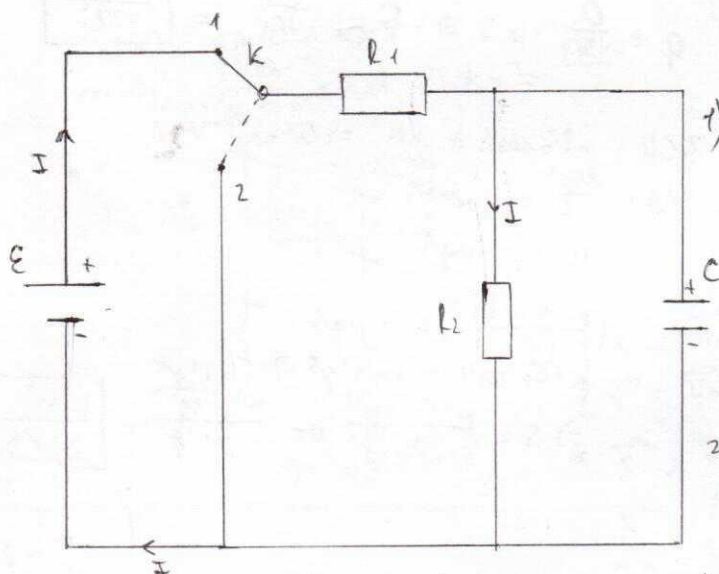
126442

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

126442

Вариант № 25

7



1) По правилу обхода:

$$k=1: E - IR_1 - IR_2 = 0$$

$$E - 3IR = 0$$

$$E = 3IR$$

$$I = \frac{E}{3R}$$

$$k=2: U - 2IR = 0 \Rightarrow U = 2IR = \frac{2ER}{3R} = \frac{2E}{3}$$

2) В положении ключа 2 конденсатор заряжен

$$W_1 = \frac{CU^2}{2} = \frac{C(\frac{2E}{3})^2}{2} = \frac{2CE^2}{9}; W_2 = 0$$

$$\text{ЗСА: } W_1 + \Delta W_{\text{ист.}} = W_2 + Q$$

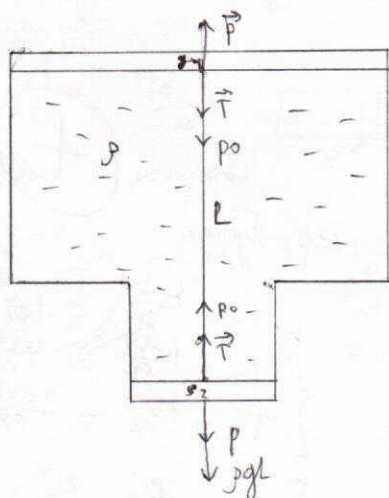
$$Q = W_1 = \frac{2CE^2}{9}$$

$$Q = Q_1 + Q_2$$

$$\left. \begin{aligned} Q_1 &= \frac{U^2}{R_1} \cdot t = \frac{U^2}{R} \cdot t = \frac{E^2}{R} \cdot t \\ Q_2 &= \frac{U^2}{R_2} \cdot t = \frac{U^2}{2R} \cdot t = \frac{E^2}{2R} \cdot t \end{aligned} \right\} \frac{Q_1}{Q_2} = 2 \Rightarrow Q = 3Q_2$$

$$Q_2 = \frac{Q}{3} = \frac{2CE^2}{9} \cdot \frac{1}{3} = \frac{2CE^2}{27}$$

2



$$\text{II 3. К.: } p = \frac{T}{S} \\ \left\{ \begin{aligned} p &= \frac{T}{S_1} + p_0 \\ p + \rho g L &= \frac{T}{S_2} + p_0 \end{aligned} \right.$$

$$* p + \rho g L = \frac{T}{S_2} + p_0$$

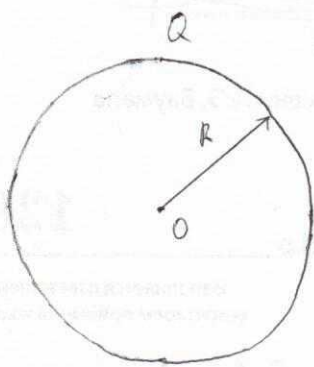
$$\frac{T}{S_1} + p_0 + \rho g L = \frac{T}{S_2} + p_0$$

$$\frac{T}{S_1} - \frac{T}{S_2} + \rho g L = 0$$

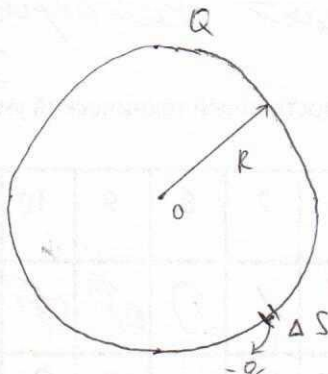
$$\frac{T(S_2 - S_1)}{S_1 S_2} + \rho g L = 0$$

$$T = -\frac{\rho g L S_1 S_2}{S_2 - S_1} = \frac{\rho g L S_1 S_2}{S_1 - S_2}$$

6



$\Rightarrow$



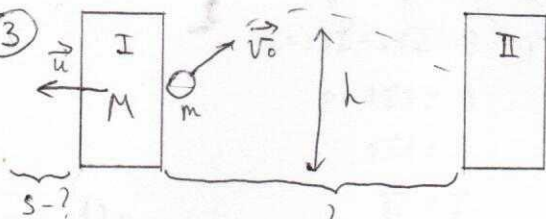
$E_0 = 0$ , т.к. противоположные заряды на окружности в сумме дают 0.

Совместив малую часть  $S$  сферы  $\Rightarrow$  отверстие можно представить как точечный заряд  $-q$ .

$$E = \frac{kq}{R^2} \quad +$$

$$q = \frac{Q}{4\pi R^2} \cdot \Delta S \Rightarrow E = \frac{kQ\Delta S}{R^2} = \boxed{\frac{kQ\Delta S}{4\pi R^2}} \quad +$$

3



$$t = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$$

$$L = v_0 \cos \alpha t = \frac{2v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g} \quad +$$

$$h = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} \Rightarrow v_0 \sin \alpha = \sqrt{2gh} \quad +$$

$$v_0 \cos \alpha = \frac{L}{t} = \frac{Lg}{2v_0 \sin \alpha} = \frac{Lg}{2\sqrt{2gh}} \quad +$$

ЗКМ:  $mv_0 \cos \alpha = mu \Rightarrow u = \frac{mv_0 \cos \alpha}{m} \quad +$

ЗСА:  $\frac{u^2}{2} = mgh \quad +$

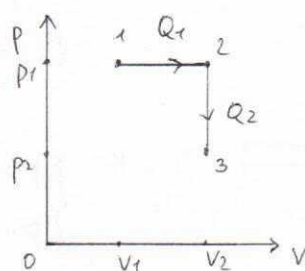
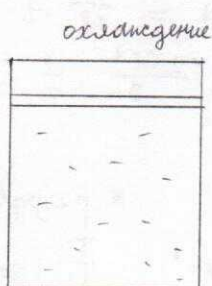
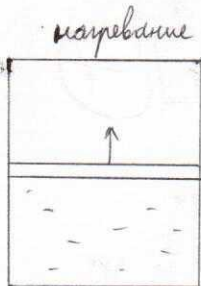
$$u^2 = 2mgh \quad +$$

$$\left(\frac{mv_0 \cos \alpha}{m}\right)^2 = 2mgh \quad +$$

$$m^2 v_0^2 \cos^2 \alpha = 2m^2 gh \Rightarrow \frac{L^2 g^2}{2g^2 h} = \frac{m^2 v_0^2 \cos^2 \alpha}{2m^2 gh} \quad +$$

$$\Rightarrow S = \frac{m^2 v_0^2 \cos^2 \alpha}{2m^2 gh} = \frac{m^2 \frac{L^2 g^2}{2g^2 h}}{2m^2 gh} = \boxed{\frac{L^2 m^2}{16gm^2 h}} \quad +$$

5



$T_3 < T_2$

$\oplus$

$pV = \nu RT$

$F_{\text{тр}} > mg + p_0 S \Rightarrow$  при охлаждении поршень опустится не будет.

Нагревание:

$Q_1 = A + \Delta U$

$p = \text{const}$

$V \uparrow, T \uparrow$

Охлаждение:

$Q_2 = \Delta U$

$$\begin{cases} p_1 V_1 = \nu RT_1 \\ p_1 V_2 = \nu RT_2 \\ p_2 V_2 = \nu RT_3 \end{cases}$$

$$\begin{cases} T_1 = \frac{p_1 V_1}{\nu R} = \frac{p_1 V}{\nu R} \\ T_2 = \frac{p_1 V_2}{\nu R} = \frac{2p_1 V}{\nu R} \\ T_3 = \frac{p_2 V_2}{\nu R} = \frac{2p_2 V}{\nu R} \end{cases}$$

$$\begin{cases} V_2 = 2V_1 \\ V_1 = V \\ V_2 = 2V \end{cases}$$

$$\frac{5}{2} \nu R \left( \frac{2p_1 V}{\nu R} - \frac{p_1 V}{\nu R} \right) = -\frac{3}{2} (2p_2 V - 2p_1 V)$$

$$\frac{5}{2} p_1 V = 3p_1 V + 3p_2 V$$

$$3p_2 V = -\frac{1}{2} p_1 V$$

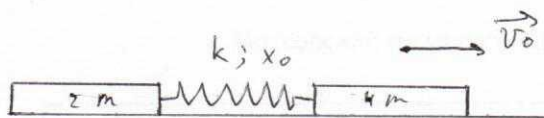
$$3p_2 = -\frac{1}{2} p_1 \Rightarrow p_1 = 6p_2 \Rightarrow$$

$Q_1 = Q_2$

$\frac{5}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2)$



4



$$\text{ЗСА: } \frac{kx_0^2}{2} = \frac{4m v_0^2}{2}$$

$$kx_0^2 = 4m v_0^2 \Rightarrow v_0^2 = \frac{kx_0^2}{4m}$$

Тут минимальное расстояние между брусками их скорости одинаковы:  
 $u_1 = u_2 = u$ .

$$\text{ЗСИ: } 4m v_0 = 6m u \Rightarrow u = \frac{2}{3} v_0$$

$$\text{ЗСА: } \frac{4m v_0^2}{2} = \frac{6m u^2}{2} + \frac{kx^2}{2}$$

$$4m v_0^2 = 6m u^2 + kx^2$$

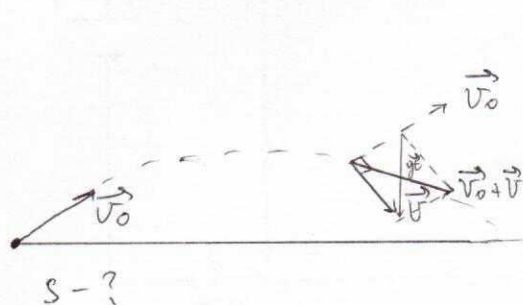
$$4m v_0^2 = \frac{8m v_0^2}{3} + kx^2 \Rightarrow kx^2 = \frac{4m v_0^2}{3}$$

$$kx = \frac{4m \left( \frac{kx_0^2}{4m} \right)}{3}$$

$$x^2 = \frac{x_0^2}{3} \Rightarrow x = \sqrt{\frac{x_0^2}{3}}$$

(+)

1



$$1) \begin{cases} \vec{s} = \vec{v}_0 t + \frac{g t^2}{2} \\ \vec{v} = \vec{v}_0 + g t \end{cases}$$

$$* \vec{s} = \frac{2 \vec{v}_0 t + g t^2}{2}$$

$$\vec{s} = \left( \frac{2 \vec{v}_0 + g t}{2} \right) t$$

$$\vec{s} = \left( \frac{\vec{v}_0 + \vec{v}_0 + g t}{2} \right) t$$

$$\vec{s} = \frac{\vec{v}_0 + \vec{v}}{2} t$$

(+)

2) По рисунку:  
 $\vec{v}_0$  и  $\vec{v}$  образуют угол, равный  $90^\circ$ .

Достроим до прямоугольника, тогда  $\vec{v}_0 + \vec{v}$  - его диагональ. В прямоугольнике диагонали равны; вторая диагональ

$$g t^2 = \vec{v}_0 + \vec{v} \Rightarrow \vec{s} = \frac{g t^2}{2}$$

$$s = \frac{g t^2}{2} = \frac{5 \cdot 10 \cdot 1}{2} = 5 \text{ (м)}$$

Ответ: 5 метров.

9



$$1) \epsilon_i = \epsilon_s$$

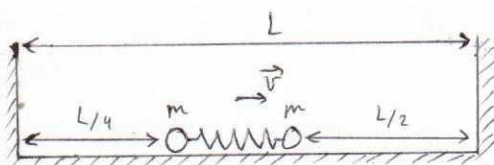
$$-\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$\Phi = L I \Rightarrow I = \frac{BS}{L}$$

$$2) A = \Delta W = \frac{L I^2}{2} = \frac{L}{2} \frac{B^2 S^2}{L^2} = \frac{B^2 S^2}{2L}$$

(+)

10

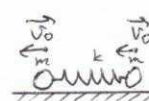


Абсолютно упругий удар:

$$\vec{v}_0 \rightarrow \vec{v}_1 \leftarrow \vec{v}_2$$

$$k \approx \frac{1}{L}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{2k}}$$



$$T_{\text{норм.}} = T_1 + T_2 + t_{\text{гб.}}$$

$$t_{\text{гб.}} = \frac{e - \frac{e}{4}}{v_0} = \frac{3e}{4v_0}$$

$$T_1 = T_2 = \pi \sqrt{\frac{m}{2k}}$$

$$T_{\text{норм.}} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{2k}} + \frac{3e}{4v_0}$$