

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

126314

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА  
на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету физика  
(наименование дисциплины)

Фамилия И. О. участника Гарфина Софья Александровна

Город, № школы (образовательного учреждения) г. Москва, гимназия  
Маршала Громова или Орехов, УЧ 1414

Регистрационный номер ИМ5022

Вариант задания № 8

Дата проведения «26» февраля 20 17 г.

Подпись участника

С.Г.

79 (семьдесят девять)

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

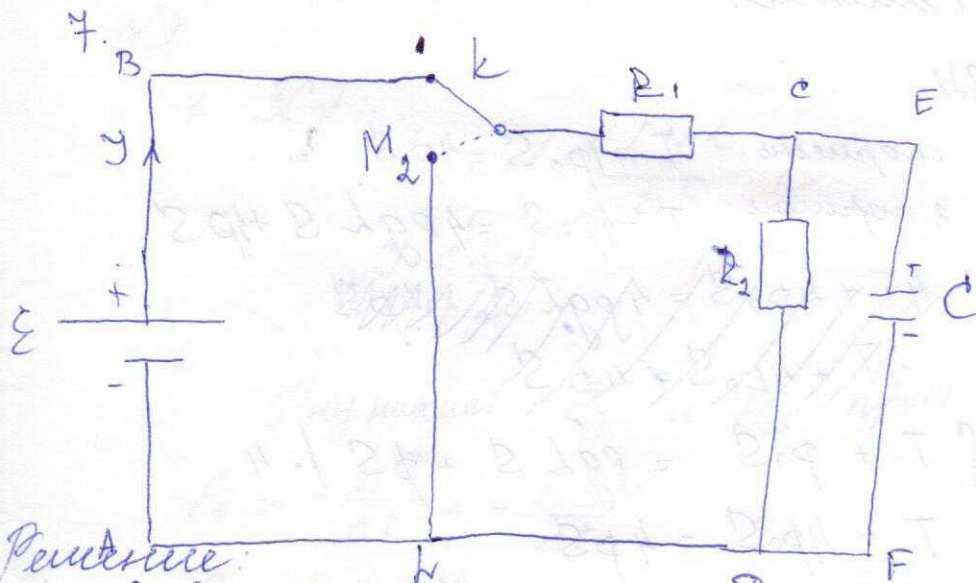
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	1	0,5	0,5	0,5	0,5	1	0,5	1	1	
8	8	5	8	8	3	10	5	12	12	79

126314

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 28



Дано:  $R_1 = R$   
 $R_2 = 3R$   
 $\varepsilon$   
 $r$   
 Найти:  $Q_1$

Решение:

1. Запишем уравнение для контура ABFE

$$\varepsilon - IR_1 - U = 0$$

$$U = \varepsilon - IR_1$$

2. Запишем уравнение для контура ABCD

$$\varepsilon - IR_1 - IR_2 = 0$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R_1 + R_2}$$

$$\begin{cases} U = \varepsilon - IR_1 \\ I = \frac{\varepsilon}{R_1 + R_2} \end{cases} \Rightarrow U = \varepsilon - \frac{\varepsilon R_1}{R_1 + R_2} = \frac{\varepsilon R_2}{R_1 + R_2}$$

3. При переключении ключа в положение 2 по контуру MEFL ток не течёт.

4. ЗСЗ:

$$Q = W_1 - W_2 - A \rightarrow$$

$$Q = W_1 = \frac{CU^2}{2}$$

$$Q = \frac{C\varepsilon^2}{2} \left( \frac{R_2}{R_1 + R_2} \right)^2$$

5.  $Q = Q_1 + Q_2$

По правилу Джоуля-Ленца

$$\begin{cases} Q_1 = \frac{U^2}{R_1} t \\ Q_2 = \frac{U^2}{R_2} t \end{cases}$$

$U_1 = U_2$  (т.к. резисторы соединены паралл.)

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{R_2}{R_1} \quad \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{3R}{R} = 3$$

$$Q_1 = 3Q_2$$



$$R_2 = \frac{R_1}{3}$$

$$R = R_1 + R_2 = R_1 + \frac{R_1}{3} = \frac{4}{3} R_1$$

$$R_1 = \frac{3R}{4} = \frac{3}{4 \cdot 2} C \epsilon^2 \left( \frac{R_2}{R_1 + R_2} \right)^2$$

$$R_1 = \frac{3}{8} C \epsilon^2 \left( \frac{3R}{4R} \right)^2 = \frac{3 \cdot 9}{8 \cdot 16} C \epsilon^2 = \frac{27}{128} C \epsilon^2$$

$$\text{Ответ: } \frac{27}{128} C \epsilon^2$$



Решение:

2.34:

1. по условию:  $T + 4p_0 S = 4p S$

2. по условию:  $T + p_0 S = \rho g L \cdot S + p S$

~~$$4T + 4p_0 S = 4\rho g L S + 4p S$$~~
~~$$4T + 4p_0 S = 4p S$$~~

$$\begin{cases} T + p_0 S = \rho g L S + p S \quad | \cdot 4 \\ T + 4p_0 S = 4p S \end{cases}$$

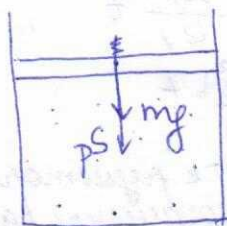
$$\begin{cases} 4T + 4p_0 S = 4\rho g L S + 4p S \\ -T + 4p_0 S = 4p S \end{cases}$$

$$3T = 4\rho g L S$$

$$T = \frac{4}{3} \rho g L S$$

$$\text{Ответ: } \frac{4}{3} \rho g L S$$

N5



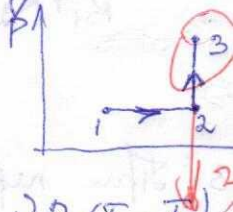
1. 2.34:  $F_{mp} > mg + p_0 S \Rightarrow$

поршень не сможет ехать вниз  $\Rightarrow$

$$R_2 (V = \text{const})$$

$$R_1 (p = \text{const}), \quad R_1 = R_2 \Rightarrow$$

2. I 3. термодинамики:  $\int R_1 = A U + A = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) +$   
квант-механ.  $\int p V = \nu R T$



Дано:

$$R_1 = R_2$$

$$F_{mp} > mg + p_0 S$$

$$5V_1 = V_2$$

$$\text{Найти } \frac{p_2}{p_1}$$



$$Q_1 = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) + \cancel{\nu R (T_2 - T_1)} = \frac{5}{2} \nu R (T_2 - T_1)$$

3. I. Закон термодинамики:  $Q_2 = \Delta U + A = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2) + A$   
 $A = 0$  (т.к. процесс 2-3 - изохорный)

$$Q_2 = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2)$$

4.  $Q_1 = Q_2$

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

$$5T_2 - 5T_1 = 3T_3 - 3T_2$$

$$8T_2 - 5T_1 = 3T_3$$

5.

квант.-мех.

$$\begin{cases} p_1 V_1 = T_1 \\ p_1 V_2 = T_2 \\ p_2 V_2 = T_3 \\ 5V_1 = V_2 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} \\ \frac{p_1}{p_2} = \frac{T_2}{T_3} \\ 5V_1 = V_2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} \frac{1}{5} = \frac{T_1}{T_2} \\ \frac{p_1}{p_2} = \frac{T_2}{T_3} \end{cases}$$

$$\begin{cases} T_2 = 5T_1 \\ \frac{p_1}{p_2} = \frac{5T_1}{T_3} \end{cases}$$

6.  $\begin{cases} 8T_2 - 5T_1 = 3T_3 & (\text{см. н. 4.}) \\ T_2 = 5T_1 & (\text{см. н. 5.}) \end{cases}$

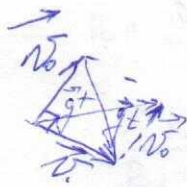
$$\Rightarrow \begin{cases} 40T_1 - 5T_1 = 3T_3 \\ 35T_1 = 3T_3 \\ T_3 = \frac{35}{3} T_1 \end{cases}$$

7.  $\begin{cases} \frac{p_1}{p_2} = \frac{5T_1}{T_3} & (\text{см. н. 5.}) \\ T_3 = \frac{35}{3} T_1 & (\text{см. н. 6.}) \end{cases}$

$$\Rightarrow \frac{p_1}{p_2} = \frac{5 \cdot 3 T_1}{35 T_1} = \frac{3}{7}$$

Ответ:  $\frac{3}{7}$

N1



Решение  
1. Кинематика:

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

Дано:  
 $\vec{v}_0 \perp \vec{v}, t = 6c$   
Найти:  
 $\alpha$

$$\begin{aligned} \vec{r} &= \vec{r}_0 + \vec{v}_0 t + \frac{\vec{g}t^2}{2} = t \left( \vec{v}_0 + \frac{\vec{g}t}{2} \right) = \\ &= t \left( \frac{2\vec{v}_0 + \vec{g}t}{2} \right) = t \left( \frac{\vec{v}_0 + (\vec{v}_0 + \vec{g}t)}{2} \right) = \frac{t}{2} (\vec{v}_0 + \vec{v}) \end{aligned}$$



3. у н. 1:  $\vec{v} - \vec{v}_0 = \vec{g}t$ , но м.к.  $\vec{v} \perp \vec{v}_0$ ,

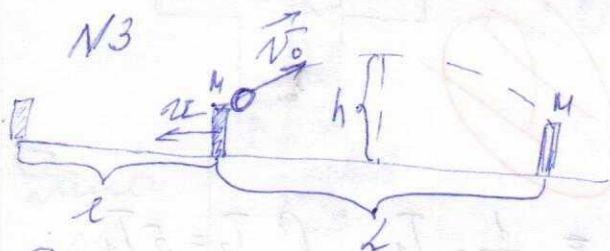
мо  $\vec{v}_0 + \vec{v} = \vec{g}t$  (м.к. квадратные уравнения равные (сумма))

4.  $\vec{v} = \frac{t}{2} (\vec{v}_0 + \vec{v}) = \frac{t}{2} \vec{g}t = \frac{gt^2}{2}$

$v = \frac{gt^2}{2}$

$v = \frac{9,87 \text{ м/с}^2 \cdot (6 \text{ с})^2}{2} = 177,66 \text{ м}$

Ответ: 177,66 м



1.  $3 \text{ КЗ}$   $\vec{v}_0$   $\vec{v}$   $\vec{g}$   $\vec{N}$   $\vec{Mg}$   $\vec{N}$   $\vec{Mg}$   $\vec{F}_{\text{тр}} = \mu N = \mu Mg$

Дано:

M

L

m

h

$\mu$

Найти

A

2. 3 КЗ

$A = \Delta E = \frac{Mu^2}{2}$

3. 3 КЗ:  $m v \cos \alpha = Mu$   
 $u = \frac{m v \cos \alpha}{M}$

4.  $\vec{v}$  - кинематика:

$L = \frac{2 v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g}$   
 $u = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$

$\sin \alpha = \sqrt{\frac{2gu}{v_0^2}}$

$L = \frac{2 v_0^2 \cos \alpha \cdot \sqrt{2gu}}{g \cdot v_0}$

$v_0 \cos \alpha = \frac{gL}{2\sqrt{2gu}}$

5.  $\mu = \frac{m v \cos \alpha}{M}$  (с н. 3)

$v \cos \alpha = \frac{gL}{2\sqrt{2gu}}$

$u = \frac{mgL}{M \sqrt{2gu}}$

6.  $A = \frac{Mu^2}{2} = \frac{M m^2 g^2 L^2}{2 M^2 \cdot 4 \cdot 2gu} = \frac{m^2 g^2 L^2}{16 M g u}$

Ответ:  $\frac{m^2 g^2 L^2}{16 M g u}$





Пусть время "ударов" от ... стенки -  $t_{\text{уд.}}$ ,  
 а время свиста от др. стенки до др. ... -  $t_{\text{свист.}}$ ,  
 тогда  $T = t_{\text{уд.}} + t_{\text{свист.}}$

2. ЗС-7 для ударов:

$$\frac{8mv^2}{2} + \frac{k\Delta l^2}{2} = \text{const}$$

$\Delta l = 2x$  (т.к. 2 шарика одинак. массы)

$$\left( 4mv^2 + 2kx^2 \right)' = (\text{const})'$$

$$8m\dot{v} \cdot \dot{v} + 4kx \cdot \dot{x} = 0$$

$$\ddot{x} + \frac{4k}{8m} x = 0$$

$$\omega^2 = \frac{4k}{8m}$$

$$T_{\text{уд.}} = 2\pi \sqrt{\frac{2m}{k}}$$

Время 1-го удара =  $\frac{T_{\text{уд.}}}{2} \Rightarrow$  время удара =  $t_{\text{уд.}} = \frac{T_{\text{уд.}}}{2} = \pi \sqrt{\frac{2m}{k}}$

3.  ~~$t_{\text{свист.}}$~~   $t_{\text{свист.}} = \frac{S}{v}$  (т.к. нет гориз. внешней сил, а ~~удары~~ удары об ст. абсол. упр.)

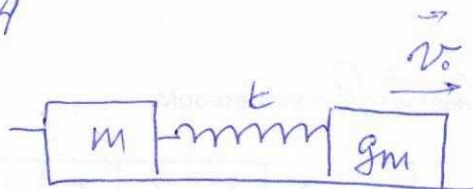
$$S = 2 \cdot \frac{2L}{3}$$

$$t_{\text{свист.}} = \frac{4L}{3v}$$

$$4. T = \frac{4L}{3v} + \pi \sqrt{\frac{2m}{k}}$$

Ответ:  $T = \frac{4L}{3v} + \pi \sqrt{\frac{2m}{k}}$  ✗

N4



Дано:  
m  
gm  
k  
x\_0  
Найти:  
x

1. ЗЦЗ:  $\frac{kx_0^2}{2} = \frac{m v_0^2}{2}$

$v = x_0 \sqrt{\frac{k}{m}}$

2.  $v_c = \frac{gm v_0}{10m} = \text{const} =$  (т.к. нет внешних возмущ. сил)  
 $= \frac{9}{10} v_0$

3. ЗЦЗ:  $\frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v_c^2}{2} + \frac{k x^2}{2}$

$x = \sqrt{\frac{(m v_0^2 - m v_c^2)}{k}} = \sqrt{\frac{m}{k} \left( v_0^2 - \left( \frac{9}{10} v_0 \right)^2 \right)} =$

Ответ:  $x = \frac{v_0}{10} \sqrt{\frac{19m}{k}}$  ~ X0!

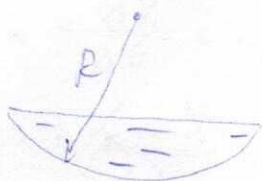
$= \sqrt{\frac{m}{k} v_0^2 \left( 1 - \left( \frac{9}{10} \right)^2 \right)} =$   
 $= \frac{v_0}{10} \sqrt{\frac{m \cdot 19}{k}}$

Решение:

$F = \frac{1}{D_0}$

$D_0 = D_{\text{зпс}} + D_{\text{мелк}} \cdot 2$

$D_n = (n-1) \frac{R}{2}$



Дано:

$R = 40 \text{ см}$

$n_{\text{ш}} = \frac{3}{2}$

Найти:

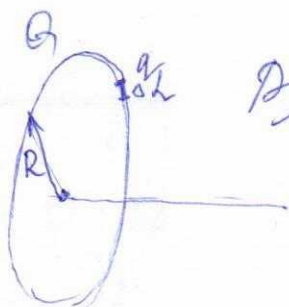
F

N6

Дано:

Q  
ΔL  
E

Найти:  
R



Решение:

$E = \frac{kQ}{R^2} + \frac{kq}{R^2} = \frac{k}{R} (Q + q)$

$q = \frac{Q \cdot \Delta L}{2\pi R}$

$E = \frac{k}{R} \left( Q + \frac{Q \Delta L}{2\pi R} \right) =$

$= \frac{kQ}{R} \left( \frac{2\pi R + \Delta L}{2\pi R} \right)$



$$E 2\pi R^2 - k Q 2\pi R - k Q \Delta L = 0$$

услов  $m = E 2\pi$

$$n = k Q 2\pi$$

$$c = k Q \Delta L$$

$$D = n^2 + 4mc$$

$$R_1 = \frac{2kQ\pi \pm \sqrt{(kQ2\pi)^2 + 4 \cdot 2\pi E \cdot kQ\Delta L}}{4E\pi}$$

2