



32-95-07-66  
(1.1)



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 1

Место проведения Москва  
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Олимпиада Ломоносов  
наименование олимпиады

по физике  
профиль олимпиады

Торбучновой Надежды Андреевны  
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Радость сдачи 15:42

Дата

«09» 02 2024 года

Подпись участника

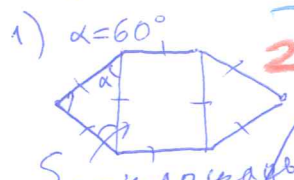
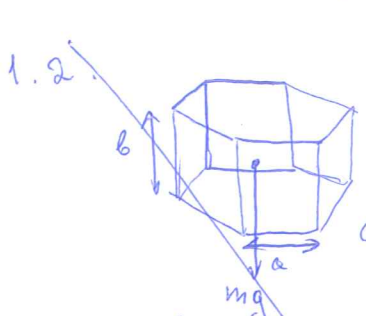
Торбуч

32-95-07-66  
(1.1)

ЧИСТОВИК

N1	N2	N3	N4	N5	Σ
20	20	20	20	20	100

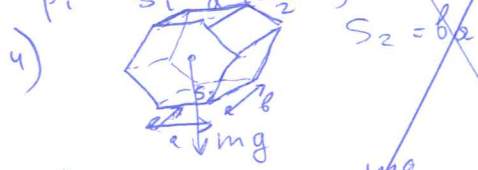
(сто)



$S_1$  - площадь основания, сечению через сумму площадей 2 равносторонних треугольников и площади квадрата:

2)  $S_1 = a^2 + 2 \cdot \frac{1}{2} \cdot a \cdot a \cdot \sin 60 = a^2 + a^2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = a^2 \left( \frac{\sqrt{3}}{2} + 1 \right)$

3) Тогда:  $\rho_1 = \frac{F}{S_1} = \frac{mg}{a^2 \left( \frac{\sqrt{3}}{2} + 1 \right)}$

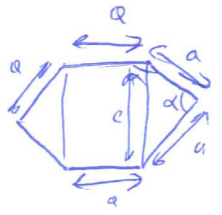
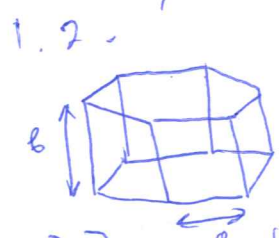


5)  $\rho_2 = \frac{mg}{S_2} = \frac{mg}{ba}$

6) Объем призмы V:  $V = b \cdot S_1 = ba^2 \left( \frac{\sqrt{3}}{2} + 1 \right)$

7)  $\rho = \frac{m}{V}$  - плотность материала призмы

8) из 3):  $a^2 = \frac{mg}{\left( \frac{\sqrt{3}}{2} + 1 \right) \rho_1} = \frac{1 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{\left( \frac{\sqrt{3}}{2} + 1 \right) \cdot 6 \sqrt{3} \text{ Па}} = \frac{10}{\frac{18}{2} + 6\sqrt{3}}$



1) Сумма углов в 6-угольнике:  $720^\circ$ .  
2) Тогда каждый угол  $\alpha = 120^\circ$

3) По теореме косинусов:  $c^2 = a^2 + a^2 - 2 \cdot a \cdot a \cdot \cos \alpha = 2a^2 - 2a^2 \cos \alpha = 2a^2(1 - \cos \alpha)$   
( $\cos 120 = -\frac{1}{2}$ )  
 $c = \sqrt{2a^2 \cdot 1,5} = a\sqrt{3}$

4)  $S_4$  - площадь основания, складываю из площади треугольника и двух площадей треугольников

$S_4 = c \cdot a + 2 \cdot \frac{1}{2} \cdot a \cdot a \cdot \sin \alpha$   
 $S_4 = a\sqrt{3} \cdot a + a^2 \frac{\sqrt{3}}{2} = a^2 \sqrt{3} \left( 1 + \frac{1}{2} \right) = a^2 \sqrt{3} \cdot 1,5$  ⊕

5)  $\rho_1 = \frac{mg}{S_4} = \frac{mg}{a^2 \sqrt{3} \cdot 1,5} \Rightarrow a^2 = \frac{mg}{\rho_1 \cdot \sqrt{3} \cdot 1,5} = \frac{1 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{6 \sqrt{3} \cdot 10^3 \text{ Па} \cdot \sqrt{3} \cdot 1,5} =$

$$a^2 = \frac{10 \text{ ЧИСТО ВЪЗДУХ}}{6 \cdot 3 \cdot 1,5 \cdot 10^3} = \frac{1}{4,5 \cdot 6 \cdot 10^2} = \frac{1}{27 \cdot 10^2} \text{ м}^2 \Rightarrow a = \frac{1}{3\sqrt{3} \cdot 10} \text{ м}$$

б) Во втором случае площадь ~~это~~ того, на чем призмы стоит  $S_2$  равна  $S_2 = ab$

г) Тогда:

$$p_2 = \frac{mg}{ab} \Rightarrow b = \frac{mg}{p_2 \cdot a} = \frac{1 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{4080}$$

$$ab = \frac{mg}{p_2}$$

д) Объем призмы  $V$ :

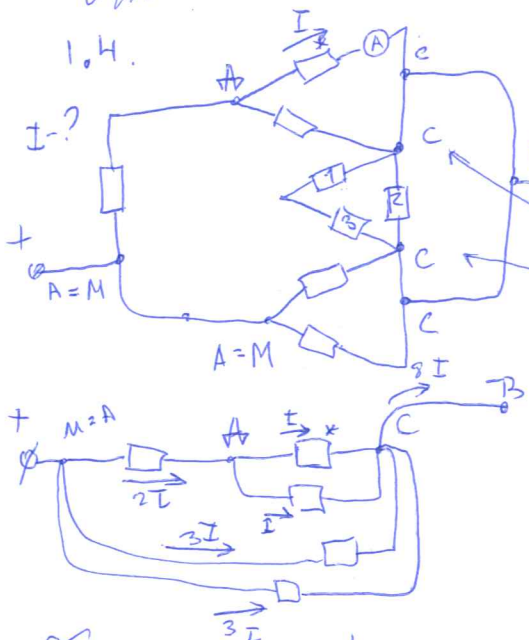
$$V = b \cdot S_1 = b \cdot a^2 \sqrt{3} \cdot 1,5 = 1,5 \cdot \sqrt{3} \cdot \frac{mg}{p_2} \cdot a = 1,5 \sqrt{3} \cdot \frac{1 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{4080 \text{ Па}} \cdot \frac{1}{3\sqrt{3} \cdot 10} \text{ м}$$

$$V = \frac{1,5}{3 \cdot 4080} \text{ м}^3 = \frac{1}{2 \cdot 4080} = \frac{1}{8160} \text{ м}^3$$

е)  $\rho$  - плотность материала призмы

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{1 \text{ кг}}{\frac{1}{8160} \text{ м}^3} = 8160 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \oplus$$

Ответ:  $8160 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$



Так как амперметр идеальный, замечаю его на провод. Так как сопротивление  $\infty$  проводов шоттер приключить, переки со стороны к схеме без перемычек и с потенциалами

потенциалы равны, но сопротивления есть  $\Rightarrow$  ток не течет через 1, 2 и 3 резисторы.

Поэтому не включаются их в итоговую схему. Рассматриваю ток с учетом закона Ома и правил Кирхгофа.

Общий ток -  $8I$ .

$$U_0 = \varphi_A - \varphi_C = 2IR + IR = 3IR \oplus$$

$$I = \frac{U_0}{3R} = \frac{6 \text{ В}}{3 \cdot 125 (0,1 \text{ м})} = \frac{2}{125} \text{ А}$$

как  $\text{A}$  идеальный и подключен последовательно к  $\text{A}$  то  $\text{A}$  покажет ток  $I$ .

$$I = \frac{2}{125} = \frac{2 \cdot 8}{1000} = \frac{16}{1000} = 0,016 \text{ А} = 16 \text{ мА}$$

Ответ:  $0,016 \text{ А} = 16 \text{ мА} \oplus$



32-95-07-66  
(1.1)

№1.3. В систему входят  
 чашка  $t_{op}$ ,  $c_{op}$  +  $m_в, t_в$ ,  $c_в$  + ложка  $t_c, c_c$ ,  $t_c = t_1$  + ЗАВАРКА  $m_з, t_1, c_з$  =>  $t_k$

ЧИСТОВИК

1, 2, 3, 4) ⊕

$m_{op}$  - ?  
 Уравнение теплообмена.

$$m_{op} \cdot c_{op} (t_k - t_{op}) + m_в \cdot c_в (t_k - t_в) + m_з \cdot c_з (t_k - t_1) = 0$$

Уравнение теплообмена для системы = ЗАВАРКА + ЧИСТОВИК:

$$c_в \cdot m_в (t_в - t_в) + m_з \cdot c_з (t_в - t_1) = 0$$

$$(m_в + m_з) t_в = m_з t_1 + m_в t_в$$

$$t_в = \frac{m_з t_1 + m_в t_в}{m_в + m_з} = \frac{0,05 \text{ кг} \cdot 20^\circ\text{C} + 0,25 \text{ кг} \cdot 100^\circ\text{C}}{0,05 + 0,25 \text{ кг}} = \frac{1 + 25}{0,3} = \frac{26}{0,3} = \frac{26}{3} \cdot 10 =$$

$$= \frac{260}{3}^\circ\text{C}$$

Уравнение теплообмена, если в систему добавится

$Q_1$  - тепло от кипятилка

$$Q_1 = (t_k - t_в) c_в \cdot m_в = 100 \cdot (80 - 100) \cdot 4200 \cdot 0,25 = \frac{-20 \cdot 4200 \cdot 25}{100}$$

$$= -500 \cdot 42 = -21000 \text{ Дж} \leftarrow \text{кипяток ЗАБРАЛ тепло.}$$

$Q_2$  - тепло от ЗАВАРКИ:

$$Q_2 = (t_k - t_1) m_з \cdot c_з = (80 - 20) \cdot 4200 \cdot 0,05 = \frac{60 \cdot 4200 \cdot 5}{100} =$$

$$= 300 \cdot 42 = 12600 \text{ Дж} \leftarrow \text{заварка ЗАБРАЛА тепло}$$

Тогда  $Q_3 = 21000 - 12600 = 8400 \text{ Дж} \leftarrow$  пойдет на нагрев системы чашка + ложка.

$$8400 = m_{op} \cdot 800 \cdot (80 - 35) + 0,08 \cdot 250 (80 - t_c)$$

Продолжение НА ДРУГОЙ СТРАНИЦЕ

№1.1.

1) Если участок земли = нули -  $S_0$ .

2) Если  $2S_0$  происходит до того, как тело изобразится, то их можно считать равными

интервалы времени. Тогда:

$$S_0 = v_0 t_1 - \frac{g t_1^2}{2}$$

$$S_0 = v_1 t_1 + \frac{g t_1^2}{2}$$

$$3) \times: S_0 = v_1 t_1 + \frac{g t_1^2}{2}$$

$$4) \times: S_0 = v_1 t_2 - \frac{g t_2^2}{2}$$

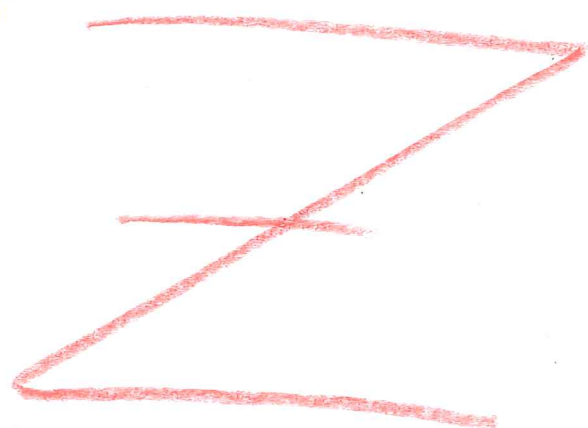
$$5) v_1 t_1 + \frac{g t_1^2}{2} = v_1 t_2 - \frac{g t_2^2}{2}$$

$$v_1 (t_1 - t_2) = -\frac{g t_2^2}{2} - \frac{g t_1^2}{2}$$

$$v_1 = \frac{g}{2} \frac{(t_2^2 + t_1^2)}{(t_2 - t_1)} = \frac{(3^2 + 1^2) g}{(3 - 1) 2} = \frac{10}{4} g = \frac{5}{2} g = 2,5 g$$

6)  $\times$ :

$$v_1 = v_0 - g t_1 = 2,5 g - g \cdot 1 = 1,5 g$$



$v_0 = v_1 + g t_1 = 2,5g + g \cdot 1 = 3,5g$  ЧИСТОВИК

7) Время движения до остановки в воздухе  $\frac{t}{2}$ , где  $t$  - время движения (в одну сторону)

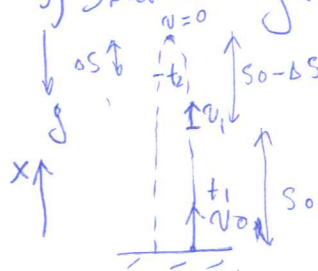
$0 = v_0 - \frac{t}{2}g \Rightarrow \frac{t}{2}g = v_0$

$t = \frac{v_0 \cdot 2}{g} = \frac{3,5g \cdot 2}{g} = 7c.$

8) Исходным было условие, что  $t_1 + t_2 \leq \frac{t}{2}$  т.е. движение происходит до разворота

$4c \not\leq 3,5 \Rightarrow$  Предположение неверно условие.

9) Знак движения имеет вид:



$o x: s_0 = v_0 t_1 + \frac{g t_1^2}{2}$

$o x: s_0 = v_1 t_1 + \frac{g t_1^2}{2}$

$o x: s_0 - \Delta s = v_1(t_2 - \Delta t) - \frac{g(t_2 - \Delta t)^2}{2}$

$10) o x: s_0 - \Delta s = \frac{0^2 - v_1^2}{-2g} = \frac{v_1^2}{2g}$

11)  $o x: s_0 - 2\Delta s = v_1 t_2 - \frac{g t_2^2}{2}$

2. w3 10):

$\Delta s = s_0 - \frac{v_1^2}{2g}$

13)  $s_0 - 2s_0 + \frac{v_1^2}{g} = v_1 t_2 - \frac{g t_2^2}{2}$

$\frac{v_1^2}{g} + \frac{g t_2^2}{2} - v_1 t_2 = s_0$

14)  $s_0 = \frac{v_1^2}{g} + \frac{g t_2^2}{2} - v_1 t_2 = v_1 t_1 + \frac{g t_1^2}{2}$

$\frac{v_1^2}{2} - v_1(t_2 + t_1) + \frac{g t_2^2}{2} - \frac{g t_1^2}{2} = 0$

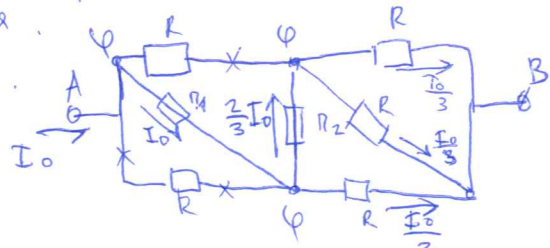
$D = (t_2 + t_1)^2 - 4 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{g}{2} (t_2^2 - t_1^2) = (t_2 + t_1)^2 - g(t_2^2 - t_1^2)$

$v_1 = \frac{t_2 + t_1 \pm \sqrt{(t_2 + t_1)^2 - g(t_2^2 - t_1^2)}}{2 \cdot \frac{1}{2}} = \frac{4c \pm \sqrt{16 - 9,81 \cdot 8}}{1} =$

$= 4c \pm \sqrt{D}$  но  $D < 0 \Rightarrow$  нет решений.

Итог: из условия вытекает противоречие (+)

Ответ: время N1.5.



Рассматриваю ситуацию, когда предохранитель еще не сгорел. Тогда они это переключки. Во - орисий роке. Рассматриваю точки с



32-95-07-66  
(1.1)

установ закон Ома и правил Кирхгофа. ЧИСТОВИК  
через 1 и 2 резисторы ничего не течет,  
так как  $\varphi = \varphi = 0$ . (Равные по тангенциальн  $\varphi$   
из-за перемычек)

$$U_0 = \frac{I_0}{2} \cdot R$$

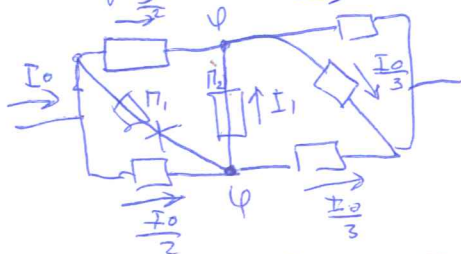
$$\Delta t = \frac{I_0}{3} R$$

Когда  $I_0 = I_n$  - первый предохранитель сгорает,  
а второй еще нет (через второй  
ток меньше  $I_0$ )

$$\Delta t_1 = \frac{I_n}{3} R$$

$$t_1 = \frac{I_n R}{3 \alpha} = \frac{1 \text{ A} \cdot 12 \text{ Ом}}{3 \cdot 1 \frac{\text{В}}{\text{мин}}} = 4 \text{ мин}$$

В момент, когда  ~~$t_1$~~  время больше 4 мин,  
но второй еще не сгорел:



у  $\Pi_1$  разрыв цепи, через  
него ничего не течет.

Рассчитать токи  
в соответствии с законом  
Ома и правилами Кирхгофа.

$$- I_1 + \frac{I_0}{2} = \frac{I_0}{2} \quad I_1 + \frac{I_0}{3}$$

$$I_1 = \frac{3I_0}{6} - \frac{2I_0}{6} = \frac{I_0}{6}$$

Тогда еще

$$U_0 = \frac{I_0}{2} R + \frac{I_0}{3} R = \frac{3I_0 R}{6} + \frac{2I_0 R}{6} = \frac{5I_0 R}{6}$$

~~$$\Delta t_2 = \frac{5I_0 R}{6} \text{ e когда } I = I_n$$~~

~~$$t_2 = \frac{5 I_n R}{6 \alpha} = \frac{5 \cdot 1 \text{ A} \cdot 12 \text{ Ом}}{6 \cdot 1 \frac{\text{В}}{\text{мин}}} \approx 10 \text{ мин}$$~~

~~через это время перегора~~

Перегорание:  ~~$\frac{I_0}{3}$~~   $\frac{I_0}{6} = I_n \Rightarrow I_0 = 6 I_n$

$$\Delta t_2 = \frac{5}{6} \cdot 6 I_n \cdot R = 5 I_n R$$

$$t_2 = \frac{5 I_n R}{\alpha} = \frac{5 \cdot 1 \text{ A} \cdot 12 \text{ Ом}}{1 \frac{\text{В}}{\text{мин}}} = 60 \text{ мин.}$$

через это время  
перегора  
последний  
предохранитель.

Ответ: первый предохранитель через 4 мин, второй  
через 60 мин.

N 1.3. Продолжение

$$m_{\text{op}} \cdot c_{\text{op}} (t_k - t_{\text{op}}) = m_1 c_1 (t_1 - t_k) + m_2 c_2 (t_2 - t_k) + m_3 c_3 (t_k - t_1) (t_1 - t_k)$$

$$m_{\text{op}} = \frac{m_1 c_1 (t_1 - t_k) + m_2 c_2 (t_2 - t_k) + m_3 c_3 \cdot (t_1 - t_k)}{c_{\text{op}} (t_k - t_{\text{op}})}$$

$$m_{\text{гор}} = \frac{m_1 c_1 (t_0 - t_k) + m_2 c_2 (t_1 - t_k) + m_3 c_3 (t_1 - t_k)}{c_4 (t_k - t_{\text{гор}})}$$

$$= \frac{0,25 \text{ кг} \cdot 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} (100^\circ\text{C} - 80^\circ\text{C}) + 0,08 \text{ кг} \cdot 250 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} (20^\circ\text{C} - 80^\circ\text{C}) + 0,05 \text{ кг} \cdot 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} (20^\circ\text{C} - 80^\circ\text{C})}{800 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot (80^\circ\text{C} - 35^\circ\text{C})}$$

$$= \frac{25 \cdot 4200 \cdot 20}{100} + \frac{8 \cdot 250 \cdot 60}{100} + \frac{5 \cdot 4200 \cdot 60}{100} = \frac{500 \cdot 42 + 200 \cdot 6 + 300 \cdot 42}{800 \cdot 45}$$

$$= \frac{5 \cdot 42 + 2 \cdot 6 + 3 \cdot 42}{8 \cdot 45} = \frac{5 \cdot 14 + 4 + 42}{8 \cdot 15} = \frac{70 + 46}{8 \cdot 15} = \frac{116}{120} = \frac{29}{30} = \frac{7}{6} = \frac{7}{60} = \frac{24}{8 \cdot 15} = \frac{8}{8 \cdot 5} =$$

$$= \frac{1}{5} \text{ кг} = \frac{2}{10} \text{ кг} = 0,2 \text{ кг}$$

Ответ: 0,2 кг

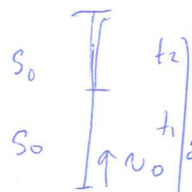
5,6) ⊕

20 баллов

ЧЕРМОЗУК

$$\begin{array}{r} 3 \times 45 \\ \hline 270 \\ \times 500 \\ \hline 135000 \\ \times 42 \\ \hline 21000 \\ \times 42 \\ \hline 12600 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} -21000 \\ +2600 \\ \hline 8400 \end{array}$$



$$S_0 = v_0 t_1 - \frac{g t_1^2}{2}$$

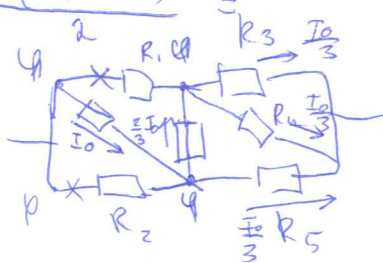
$$2S_0 = v_0(t_1+t_2) - \frac{g(t_1+t_2)^2}{2}$$

$$2v_0 t_1 - g t_1^2 = v_0(t_1+t_2) - \frac{g(t_1+t_2)^2}{2}$$

$$\frac{g(t_1+t_2)^2}{2} - g t_1^2 = v_0((t_1+t_2) - 2t_1)$$

$$v_0 = \frac{\frac{g(t_1+t_2)^2}{2} - g t_1^2}{(t_1+t_2) - 2t_1} = g \frac{16 - 2 \cdot 1^2}{16 - 2 \cdot 1}$$

$$v_0 = g \left( \frac{16}{2} - 1^2 \right)$$



$$\begin{array}{r} -7 \mid 60 \\ -70 \mid 0,11 \\ -60 \\ -100 \\ -60 \\ \hline 400 \end{array}$$

