



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 1

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Мининой Софии Андреевны
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Работа сдана 14:28

Дата
« 9 » февраля 2024 года

Подпись участника

44-63-99-09
(1.5)

Штабик

1.1. Дано:

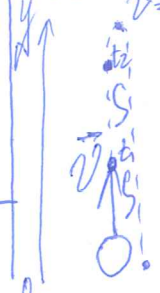
$t_1 = 1c$

$t_2 = 3c$

$S_1 = S_2 = S$

$t_0 = ?$

Решение:



~~Штабик~~ ~~Штабик~~
 $\vec{x}(t) = \vec{v}t + \frac{\vec{a}t^2}{2}$
 $\vec{v}(t) = \vec{v}_0 + \vec{a}t$
 у: $x = vt - \frac{at^2}{2}$
 $v = v_0 - at$
 $a = g$

2) v_1 - скорость в момент времени t_1
 v_2 - скорость в момент времени $t_1 + t_2$

$v_1 = v - gt_1$
 $v_2 = v - g(t_1 + t_2)$

~~$S = \frac{v_{кон} + v_{нач}}{2} t$~~
 ~~$S = \frac{v_1 + v_2}{2} t_1 \Rightarrow S = \frac{gt_1^2}{2}$~~
 ~~$S = \frac{2v - gt_1}{2} t_1 =$~~

~~$S = vt_1 - \frac{gt_1^2}{2} \cdot 2$~~
 ~~$S = (v - gt_1)t_2$~~ $2S = v(t_1 + t_2) - \frac{g(t_1 + t_2)^2}{2}$

$2S = 2vt_1 - gt_1^2$
 $2vt_1 - gt_1^2 = \frac{v(t_1 + t_2) + v t_2}{2} - \frac{g(t_1 + t_2)^2}{2}$
 $v = \frac{v(t_1 + t_2) - gt_1^2}{t_2 - t_1}$

3) $t_{ост}$ - время, когда проинтервал остановка

$t_0 = 2t_{ост} = \frac{(t_1 + t_2)^2 - t_1^2}{2(t_2 - t_1)} = \frac{(t_1 + t_2)^2 - 2t_1^2}{2(t_2 - t_1)}$
 $t_0 = 2 \cdot \frac{(t_1 + t_2)^2 - 2t_1^2}{2(t_2 - t_1)} = \frac{(t_1 + t_2)^2 - 2t_1^2}{t_2 - t_1} = \frac{4^2 - 2 \cdot 1^2}{2}$

$t_0 = 7c$

Ответ: $t_0 = 7c$

20

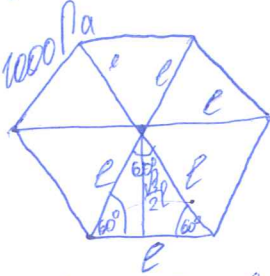
баулин Р.А. 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6
 Якушев Е.В. 20 | 20 | 20 | 3 | 83
 Поляков П.

Задача

1.2. Дано:

$m = 1 \text{ кг}$
 $p_1 = 6\sqrt{3} \text{ кПа} = 6\sqrt{3} \cdot 1000 \text{ Па}$
 $p_2 = 4080 \text{ Па}$
 $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

Решение:



Из геометрии:

$$S = \frac{\sqrt{3}}{2} l \cdot l \cdot 6 = 1,5\sqrt{3} l^2$$

$\rho = ?$

S' - боковой грани

$$S' = lh$$

$$p_1 = \frac{F}{S} = \frac{mg}{1,5\sqrt{3} l^2}$$

$$l = \sqrt{\frac{mg}{1,5\sqrt{3} p_1}}$$

$$p_2 = \frac{F}{S'} = \frac{mg}{lh} = \frac{mg}{\sqrt{\frac{mg}{1,5\sqrt{3} p_1}} h}$$

$$h = \frac{mg}{\sqrt{\frac{mg}{1,5\sqrt{3} p_1}} p_2} = \sqrt{\frac{m^2 g^2}{1,5\sqrt{3} p_1 p_2}} = \sqrt{\frac{\sqrt{3} \cdot mg \cdot 1,5 p_1}{p_2}} = \frac{\sqrt{1,5\sqrt{3} mg p_1}}{p_2}$$

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$V = Sh = 1,5\sqrt{3} l^2 h = 1,5\sqrt{3} \frac{mg}{1,5\sqrt{3} p_1} \cdot \frac{\sqrt{1,5\sqrt{3} mg p_1}}{p_2}$$

$$V = \frac{\sqrt{1,5\sqrt{3} m^2 g^3 p_1}}{p_1 p_2}$$

$$\rho = \frac{m}{\frac{\sqrt{1,5\sqrt{3} m^2 g^3 p_1}}{p_1 p_2}} = \sqrt{\frac{p_1 p_2^2}{1,5\sqrt{3} mg^3}} = \sqrt{\frac{6\sqrt{3} \cdot 1000 \cdot 4080^2}{1,5\sqrt{3} \cdot 10 \cdot 1 \cdot 1000^2}}$$

~~$\rho = 2 \cdot 4080 = 8160 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$~~

Ответ: $\rho = \sqrt{\frac{p_1 p_2^2}{1,5\sqrt{3} mg^3}} = 8160 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

205

44-63-99-09
(1.5)

1.3. Дано:

$m_B = 250 \text{ г}$

$t_B = 100^\circ\text{C}$

$t_{\text{ф}} = 35^\circ\text{C}$

$m_C = 80 \text{ г}$

$m_3 = 50 \text{ г}$

$t_1 = 20^\circ\text{C}$

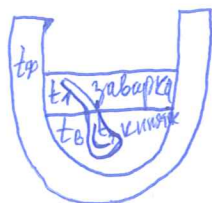
$t_K = 50^\circ\text{C}$

$C_B = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot^\circ\text{C}}$

$C_{\text{ф}} = 800 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot^\circ\text{C}}$

$C_C = 250 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot^\circ\text{C}}$

Условие
Решение



УТБ: $Q_{\text{нп}} + Q_{\text{нз}} + Q_{\text{нл}} + Q_{\text{нлб}} = 0$

$C_{\text{ф}} m_{\text{ф}} (t_K - t_{\text{ф}}) + C_B m_3 (t_K - t_1) + C_C m_C (t_K - t_1) + C_B m_B (t_K - t_B) = 0$

$$m_{\text{ф}} = \frac{C_B m_B (t_B - t_K) - C_B m_3 (t_K - t_1) - C_C m_C (t_K - t_1)}{C_{\text{ф}} (t_K - t_{\text{ф}})}$$

$$m_{\text{ф}} = \frac{4200 \cdot 250 \cdot 20 - 4200 \cdot 50 \cdot 60 - 250 \cdot 80 \cdot 60}{800 \cdot 45}$$

$m_{\text{ф}} = ?$

~~Handwritten scribble~~

$$= \frac{4200(50 - 30) - 200 \cdot 60}{800} = \frac{70 \cdot 20 - 200}{8} = \frac{1200}{8} = 150 \text{ г}$$

Ответ: $m_{\text{ф}} = 200 \text{ г}$

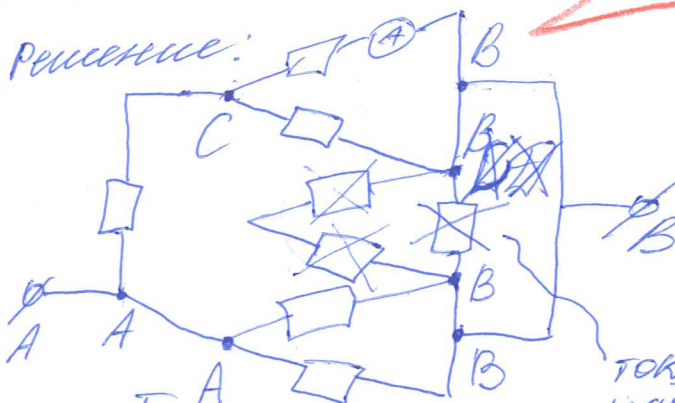
1.4. Дано:

$U_0 = 6 \text{ В}$

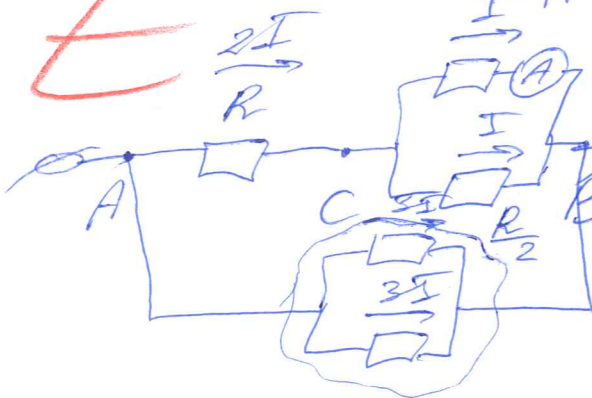
$R = 125 \text{ Ом}$

$I = ?$

Решение:



~~Handwritten scribble~~



параллельное соединение:
 $\frac{1}{R_0} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \dots$

$$U_0 = 2IR + IR = 3IR$$

$$I = \frac{U_0}{3R} = \frac{6}{3 \cdot 125} = \frac{16}{1000} \text{ А}$$

$I = 16 \text{ мА}$

Ответ: $I = \frac{U_0}{3R} = 16 \text{ мА}$

~~Handwritten scribble~~ 208

1.5. Дано:
 $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R_5 = R = 1 \text{ Ом}$

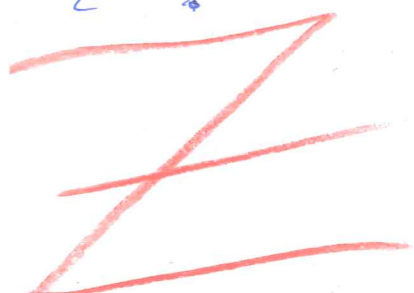
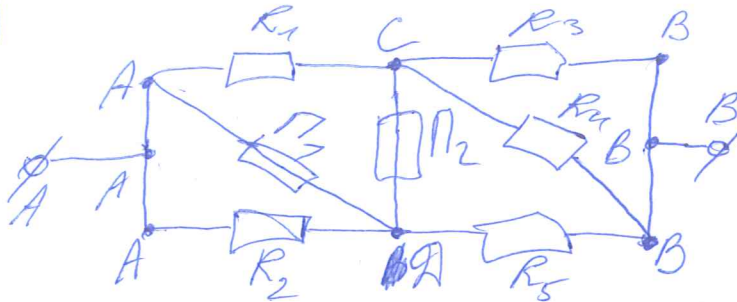
$U(t) = at$

$a = \frac{1 \text{ В}}{\text{мин}}$

$I_{\text{п}} = 1 \text{ А}$

$t = ?$

Источники
 Решение:



1) Предохранитель перегорит при $I_{\text{п}} > 1 \text{ А}$, т.к. когда $R_{\text{п}}$ бесконечно большое \Rightarrow ток через него не идет.

2) Перестроим цепь:



3) Рассмотрим момент, когда через Π_1 ~~идет~~ течет ток $I_{\text{п}}$, т.к. сразу после того, как перегорит

~~$2I_2 R = I_1 R + (I_1 + I_2) \frac{R}{2}$
 $2I_2 = I_1 + \frac{I_1}{2} + \frac{I_2}{2}$
 $2I_2 = \frac{3I_1}{2} + \frac{I_2}{2}$
 $4I_2 = 3I_1 + I_2$~~

~~$I_{\text{п}} R_{\text{п}} = I_2 R$
 $R_{\text{п}} = \frac{I_2}{I_{\text{п}}} R$~~



Π_1 через Π_2 пойдет ~~минимум~~ ~~большой~~ ток.

IV) $I_1 (I_1 + I_3) \frac{R}{2} + I_3 R_{\text{п}} = (I_2 + I_1 - I_3) R$

$\frac{I_1 R}{2} + \frac{I_3 R}{2} + I_3 R_{\text{п}} = I_2 R + I_1 R - I_3 R$

$\frac{I_1 R}{2} + \frac{3I_3 R}{2} + I_3 R_{\text{п}} = I_2 R + I_1 R$

II. $I_1 R = I_2 R + I_3 R_{\text{п}}$

III. $I_1 R + (I_1 + I_3) \frac{R}{2} = I_2 R + (I_2 + I_1 - I_3) R$



$1,5I_1 + 1,5I_3 = 2I_2 + I_n$ Штобвик

$I_2 R = I_n R_n$
 $R_n = \frac{I_2}{I_n} R$

$I_1 = I_2 + I_3 \frac{I_2}{I_n}$

$0,5I_1 R + 1,5I_3 R + I_3 \frac{I_2}{I_n} R = I_2 R + I_n R$

$$\begin{cases} 1,5I_1 + 1,5I_3 = 2I_2 + I_n \\ I_1 = I_2 + I_3 \frac{I_2}{I_n} \\ 0,5I_1 + 1,5I_3 + I_3 \frac{I_2}{I_n} = I_2 + I_n \end{cases}$$

~~$1,5I_1 + 1,5I_3$~~

~~В начале ток через элемент R_n $I_n = I_1$~~
 $\Rightarrow I_3 < 1A \Rightarrow R_n = 0 \Rightarrow I_3 = I_n$

$I_2 = I_1 = I$

$R_n = R \quad I_n = I \Rightarrow I_0 = 3I_n$

$R_0 = \frac{U_0}{I_0} = \frac{3IR}{3I} = R = 8 \text{ Ом}$

$U_0 = 3I_n \cdot 2I_n R = at$

$t = \frac{2I_n R}{a} = 24 \text{ мин}$

Ответ: $t = 24 \text{ мин}$.

~~Авария: Пущение:~~

~~$t_1 = 1c$~~

~~$t_2 = 3c$~~

~~$S_1 = S_2 = S$~~

~~$t = ?$~~



~~$S = vt + \frac{at^2}{2}$~~

~~$v' = v + at$~~

~~$v' = v - gt_1$~~

~~$S = vt_1 - \frac{gt_1^2}{2}$~~

~~$S = (v - gt_1)t_2 - \frac{gt_2^2}{2}$~~

~~$vt_1 - \frac{gt_1^2}{2} = vt_2 - gt_1 t_2 - \frac{gt_2^2}{2}$~~

~~$v(t_2 - t_1) = \frac{gt_2^2}{2} + gt_1 t_2 - \frac{gt_1^2}{2}$~~

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

~~$t = 2t \cos \quad t \cos = \frac{v}{g}$~~

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

~~Z~~ Черновик

$$S = V_0 t_1 - \frac{g t_1^2}{2}$$

$$V' = V_0 - g t_1$$

$$S = (V_0 - g t_1) t_2 - \frac{g t_2^2}{2} = V_0 t_2 - g t_1 t_2 - \frac{g t_2^2}{2}$$

$$V_0 t_2 - g t_1 t_2 - \frac{g t_2^2}{2} = V_0 t_1 - \frac{g t_1^2}{2}$$

$$V_0 (t_2 - t_1) = \frac{g t_2^2}{2} + g t_1 t_2 - \frac{g t_1^2}{2}$$

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

$$16 + 6 - 1 = 21C$$

Терновик

$t_0 > 80$

$$S = vt_2 - \frac{gt_2^2}{2}$$

$$25 = v(t_1 + t_2) - \frac{g(t_1 + t_2)^2}{2}$$

$$2vt_1 - gt_1^2 = vt_1 + vt_2 - \frac{g}{2}(t_1 + t_2)^2$$

$$v = \frac{\frac{g}{2}(t_1 + t_2)^2 - gt_1^2}{t_2 - t_1} = \frac{80 - 10}{2} \quad g = \frac{m}{V} = 120 \cdot 68$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ \times 35 \\ \hline 70 \\ \times 41 \\ \hline 140 \end{array}$$

$$140 - 80 = 60$$

$$S = 30 \text{ м}$$

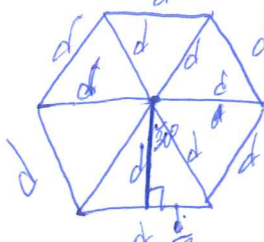
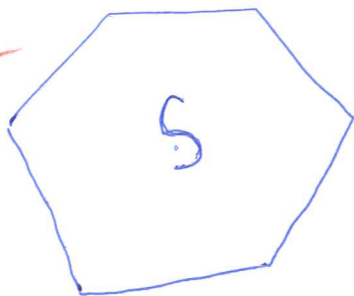
$$0 = v - gt$$

$$t = \frac{v}{g}$$

$$\begin{array}{r} 408 \\ 3 \overline{) 136} \\ \underline{120} \\ 16 \\ \underline{15} \\ 10 \\ \underline{9} \\ 10 \\ \underline{9} \\ 10 \\ \underline{9} \\ 10 \end{array}$$

$$\frac{60}{120 \cdot 68} = 120$$

$$v = 35 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$



$$S = \frac{\sqrt{3}}{2} d \cdot d \cdot 6 = \frac{\sqrt{3} d^2 \cdot 6}{2} = 3\sqrt{3} d^2$$

$$V = 1,5\sqrt{3} d^2 h$$



$$p_1 = \frac{mg}{S} = \frac{mg}{1,5\sqrt{3} d^2}$$

$$d^2 = \frac{mg}{p_1 \cdot 1,5\sqrt{3}} = \frac{10}{6\sqrt{3} \cdot 100 \cdot 1,5\sqrt{3}}$$

$$d = \sqrt{\frac{1}{2400}} = 0,1 \sqrt{\frac{1}{27}} = \frac{1}{30} \sqrt{\frac{1}{3}}$$

$$p_2 = \frac{mg}{d \cdot h} \quad h = \frac{mg}{d p_2} = \frac{10}{\frac{1}{30} \sqrt{\frac{1}{3}} \cdot 100 \cdot 68} = \frac{10}{136 \sqrt{\frac{1}{3}}}$$

$$= \frac{15 \sqrt{\frac{1}{3}}}{136} = \frac{15 \sqrt{\frac{1}{3}}}{68}$$

$$V = \left(\frac{1}{30} \sqrt{\frac{1}{3}}\right)^2 \cdot 1,5\sqrt{3} \cdot \frac{15}{68} \sqrt{\frac{1}{3}} = \frac{1,5 \cdot 15}{2400 \cdot 68} = \frac{18}{180 \cdot 68 \cdot 10^2}$$