

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 1

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Серега Саввьяна Максимовича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

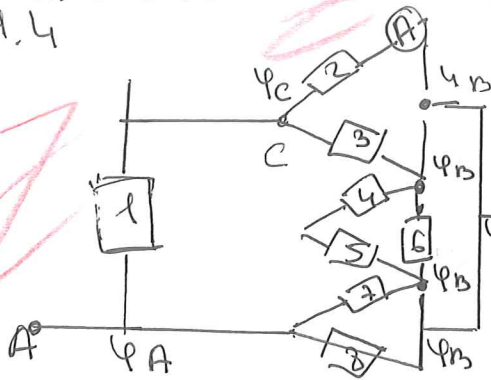
Работа сдана 15⁰⁸ 2024

Дата
«09» августа 2024 года

Подпись участника
Серега

77-15-61-69
(1.7)

Условие
1.4



Дано: $R = 125$
 $U_0 = 6$

Решение:

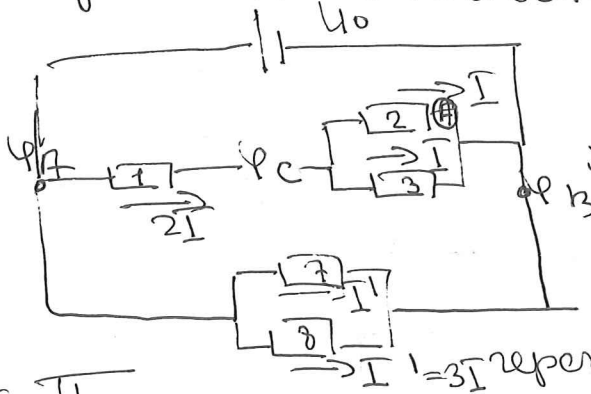
1 Обозначим потенциалы в каждой точке

Пусть в точке А - φ_A , В - φ_B
в точке С - φ_C
резистора.

2 Дадим номер резистора 4, 5, 6 - ток не пойдет,

т.к. $U = \varphi_B - \varphi_B = 0 \Rightarrow$ при равенстве потенциалов
равновесия нулю, тока нет

3 Можно убрать 4, 5, 6 - резистора и
нарисовать эквивалентную схему



4 Пусть ток через R_2 и R_3

по правилу Кирхгофа ток

$I' = 3I$ через R_1 , $2I$

5 Пусть ток через R_2 и R_3 , I'

$$\varphi_A - \varphi_B = R \cdot I'$$

$$\varphi_A - \varphi_B = 2IR + IR$$

$$\Rightarrow RI' = 3IR$$

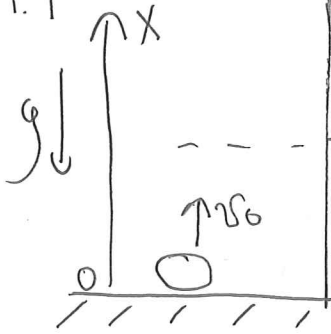
$$I' = 3I$$

$$\varphi_A - \varphi_B = U_0 = 3IR \Rightarrow I = \frac{U_0}{3R} = \frac{6}{3 \cdot 125} = \frac{6}{375} = 0,016 \text{ A} = 16 \text{ mA}$$

$$I_A = I = 0,016 \text{ A} \text{ Ответ: } 0,016 \text{ A} = 16 \text{ mA}$$

Условие

1.1



Дано: $t_1 = 1\text{e}$; $t_2 = 3\text{c}$

s_1, t_2 найти: $t_n = ?$

Решение

s_1, t_1 . Запишем кинематическую формулу на ось OX

$$1) s = v_0 t_1 - \frac{g t_1^2}{2} \quad | \times 2$$

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

$$3) 2s = 2v_0 t_1 - g t_1^2$$

4) Приравняем ② и ③

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

$$2v_0(t_1 + t_2) - g(t_1 + t_2)^2 = 4v_0 t_1 - 2g t_1^2$$

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

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

5)

Найдем время через которое камень поднимется на максимальную высоту, тогда $v_0' = 0$

$$Ox \quad v_0' = v_0 - g t'$$

$$0 = v_0 - g t' \Rightarrow t' = \frac{v_0}{g} = \frac{g((t_1 + t_2)^2 - 2t_1^2)}{g^2(t_2 - t_1)}$$

$$t_1 = \frac{(16 - 2)}{2 \cdot 2} = \frac{14}{4}$$

6) $t_n = 2t_1$, т.к. t_1 время до поднятия на максимальную высоту

77-15-61-69
(1.7)

$tn = \frac{14-2}{4} = 7$ **20**

Учетовик

Ответ: $tn = 7e$

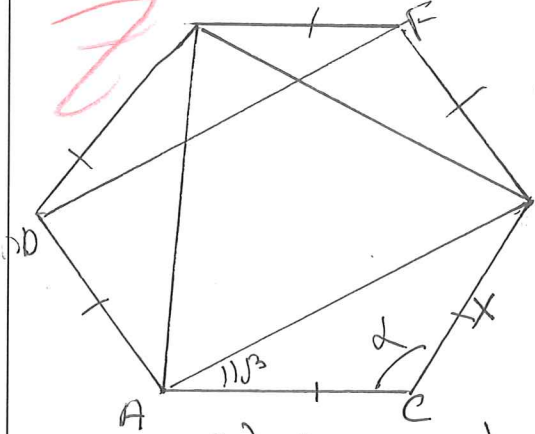
1.2

Дано: $m = 1 \text{ кг}$

$p_1 = 6\sqrt{3} \text{ Па}$

$p_2 = 4080 \text{ Па}$ **100**

$\rho_n = ?$



1 Пусть стороны призмы = x

$\alpha = \frac{180(6-2)}{6} = \frac{4 \cdot 180}{6} = 120$

$\Rightarrow \beta = 30$

3) $S_{ABC} = \frac{1}{2} x \cdot x \sin \alpha$

$\cos 120 = -\cos 60$

4) $AB = \sqrt{x^2 + x^2 - 2x^2 \cos 120} = \sqrt{2x^2 + 2 \cdot \frac{1}{2} x^2} = \sqrt{3x^2} = x\sqrt{3}$

$S_{\Delta PFA} = x^2 \sqrt{3}$

$\sin 120 = \sin 60$

$S_n = S_{\Delta PFA} + 2S_{ABC} = x^2 \sqrt{3} + x^2 \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{3x^2 \sqrt{3}}{2}$

S_n = площадь основания призмы.

6) $SS = x \cdot x = x^2$

7) $p_1 = \frac{F_1}{S_n}$; $p_2 = \frac{F_2}{S_n}$ $F_1 = F_2 = mg = V_n \rho g$

g) $p_1 = \frac{V_n \rho g}{\frac{3x^2 \sqrt{3}}{2}}$ $V_n = S_n \cdot x = \frac{3x^3 \sqrt{3}}{2}$

10) $p_1 = \frac{3x^2 \sqrt{3} \rho g}{\frac{3x^2 \sqrt{3}}{2}}$ $p_1 = 3x \rho g \Rightarrow x = \frac{p_1}{3\rho g}$

11) $p_2 = \frac{mg}{x^2}$ $x^2 = \frac{mg}{p_2} \Rightarrow x = \sqrt{\frac{mg}{p_2}}$

из 10 и 11 $\Rightarrow \frac{mg}{p_2} = \frac{p_1^2}{9\rho^2 g} \Rightarrow p = \sqrt{\frac{p_1^2 p_2}{mg}}$

11) $p_1 = \frac{3x^2 \sqrt{3} \cdot x \rho g}{\frac{3x^2 \sqrt{3}}{2}} = x \rho g$ $x = \frac{p_1}{\rho g}$ $12) p_2 = \frac{mg}{x^2}$ $x = \sqrt{\frac{mg}{p_2}}$

из 11 и 12 $\Rightarrow \frac{p_1}{\rho g} = \sqrt{\frac{mg}{p_2}} \Rightarrow p = \frac{p_1 \sqrt{p_2}}{g \sqrt{mg}}$

Чистовик
1.3 чай

$$P = \frac{653 \cdot 10^3 \sqrt{4020}}{10 \sqrt{10}} = 653 \sqrt{402} \cdot 10^2$$

Ответ: $1800 \sqrt{38}$

Дано: $m_B = 0,25 \text{ кг}$

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

$c_B = 4200 \text{ Дж/кг}$

Пожка:

$c_c = 250 \text{ Дж/кг}$

$m_c = 0,08 \text{ кг}$

1) З.С.Т

$$Q_k + Q_{ap} + T_3 + T_n = 0$$

2) $Q_k = (t_k - t_n) c_B m_B$; $Q_{ap} = m_{ap} (t_{10} - t_k) c_{ap}$

$Q_3 = (t_i - t_k) c_B m_B$; $Q_n = m_c c_n (t_n - t_k)$

$$m_B c_B (t_n - t_k) = c_{ap} (t_k - t_{ap}) m + c_B (t_k - t_i) + c_n m_c (t_n - t_k)$$

$$0,25 \cdot 4200 \cdot 20 = 800 m (45) + 4200 \cdot 60 \cdot 0,05 + 250 \cdot 0,08 (t_k - t_n)$$

$t_3 = t_i = t_n$

$$0,25 \cdot 4200 \cdot 20 - 4200 \cdot 60 \cdot 0,05 - 250 \cdot 0,08 (t_k - t_n)$$

$$m = \frac{\dots}{80 \cdot 45}$$

$$m = \frac{0,25 \cdot 42 \cdot 20 - 420 \cdot 0,05 - 25 \cdot 0,08 \cdot 6}{8 \cdot 45}$$

$$m = \frac{0,25 \cdot 4200 \cdot 20 - 4200 \cdot 60 \cdot 0,05 - 250 \cdot 0,08 (t_k - t_n)}{80 \cdot 45}$$

$$m = \frac{420 (0,25 \cdot 20 - 60 \cdot 0,05) - 25 \cdot 0,08 (t_k - t_n)}{80 \cdot 45}$$

$$m = \frac{420 (5 - 3) - 200}{80 \cdot 45} = \frac{420 \cdot 2 - 200}{80 \cdot 45} = \frac{840 - 200}{80 \cdot 45} = \frac{640}{3600} = \frac{8}{45} = 0,2$$

77-15-61-69
(1.7)

1.5
 $m = 0,12 \text{ к}2 = 2002$
 Ответ = 2002

Чистовик

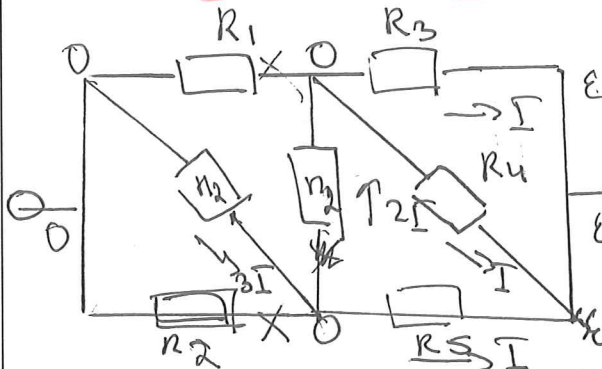
1,5

Дано:

$I_n = 1 \text{ А}$

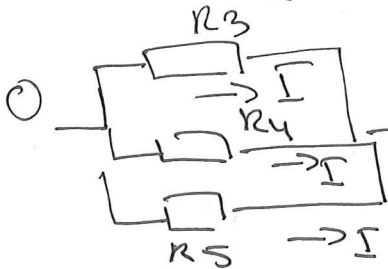
$U(t) = at$, где $a = 40 \frac{\text{В}}{\text{мин}}$

$\epsilon = U(t)$



1) Тока ток не превышает I_n и R_{n2} и R_{n1} - пренебрежимо малы, можно считать, что P_2 и P_1 - ведут себя как провод, соответственно ток через R_1 и R_2 не течет, т.к. падение напряжения ноль

2) Перерисуем схему



Токи через резисторы одинаковы, и ток через предохранитель

$I_{n1} = 3I$ $I_{n2} = 2I$

3) Когда ток через предохранитель $I_{n1} = I_n$, то он перегорит

4) $I_{n1} = 3I = I_n \Rightarrow I = \frac{I_n}{3}$

5) $U(\epsilon) = IR = \frac{I_n R}{3}$

$at = \frac{I_n R}{3} \Rightarrow t = \frac{I_n R}{23} = \frac{1 \cdot 12}{3} = 4 \text{ мин}$

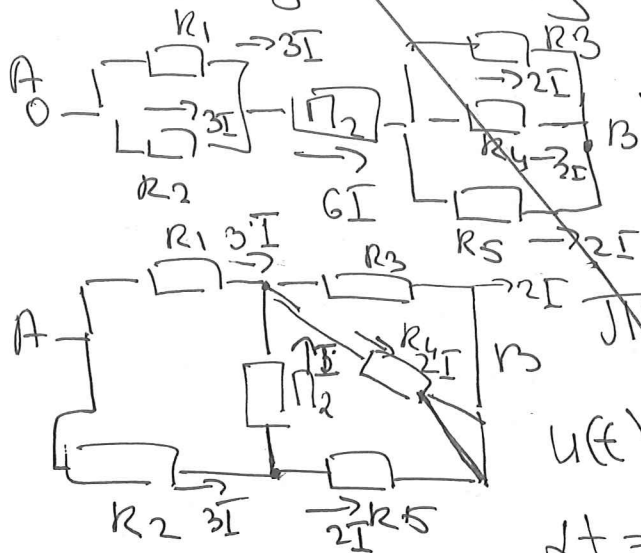
~~$I_{n2} = 2I \Rightarrow I_{n2} = I_n \Rightarrow I = \frac{I_n}{2}$
 $at = \frac{I_n R}{2} \Rightarrow t = \frac{12}{2} = 6 \text{ мин}$~~

Первый предохранитель перегорит через 4 мин

Ответ: 4 мин

Чистовик
 Когда перегорит Π_1 , ток через Π_2 не будет
 привносить I_n , значит Π_1 можно выкинуть
 из схемы, а ток пойдет пути R_1 и R_2 , Π_2 - про-
 сто провод

Нарисуем схему



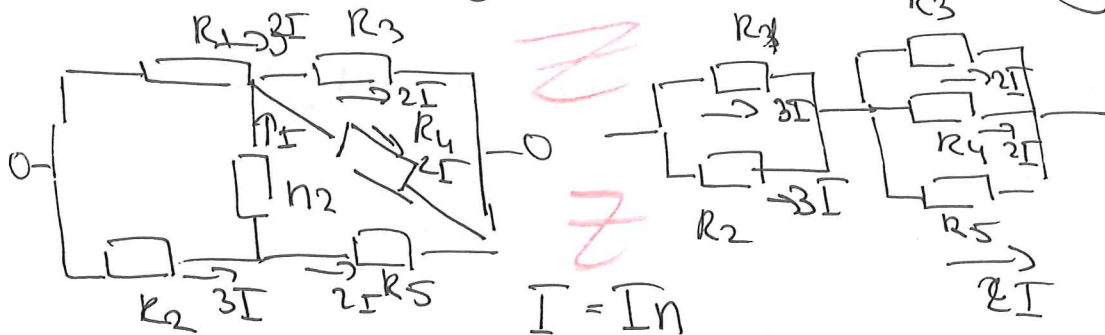
Ток через $\Pi_2 = I$
 $I = I_n$

$$U(t) = SIR$$

$$\alpha t = S I_n R$$

$$t = 5 \cdot 12 = 60 \text{ мин}$$

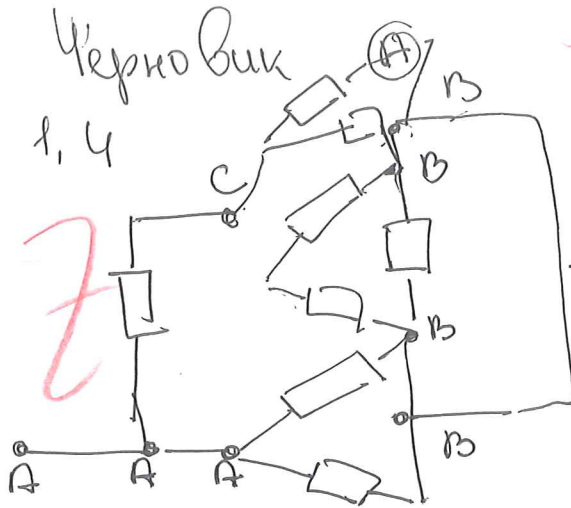
Когда перегорит Π_1 , ток через Π_2 не будет привно-
 сать I_n , ток пойдет через R_1 и R_2 , Π_2 - провод



$$I = I_n$$

$$SIR = \alpha t \Rightarrow t = \frac{I_n S R}{\alpha} = 60 \text{ минут}$$

Ответ: 4 минуты - Π_1 и 60 минут - Π_2



$$U = \frac{6}{125} \text{ В}$$

0.

$$\begin{array}{r} 125 \\ 3 \\ \hline 375 \\ 12 \\ \hline 450 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 60 \overline{) 375} \\ 375 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 10 \overline{) 375} \\ 375 \\ \hline 0 \end{array}$$

1.1

$$S = v_0 t_1 - \frac{g t_1^2}{2} \quad \text{1}$$

$$2S = v_0 t_2 - \frac{g t_2^2}{2} \quad \text{2)}$$

$$2v_0 t_1 - g t_1^2 = v_0 t_2 - \frac{g t_2^2}{2} \quad | \cdot 2$$

$$4v_0 t_1 - 2g t_1^2 = 2v_0 t_2 - g t_2^2$$

$$\begin{array}{r} 11 \overline{) 4} \\ 22 \\ \hline 20 \end{array}$$

$$2v_0(t_2 - 2t_1) = g t_2^2 - 2g t_1^2$$

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

$$v_0 = \frac{g(t_2 - 2t_1)^2}{2(t_2 - 2t_1)} = \frac{5(9 - 2)}{2(3 - 2)} = \frac{5 \cdot 7}{2}$$

$$\begin{array}{r} 40 \overline{) 3} \\ 20 \\ \hline 10 \end{array}$$

136

$$420 \cdot 2 \quad 840 \quad -$$

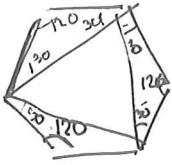
$$\begin{array}{r} 90 \overline{) 45} \\ 180 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 25 \\ 0 \overline{) 07} \\ 25 \\ \hline 40 \\ 1 \overline{) 6} \\ 60 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0,08 \\ 25 \\ \hline 40 \\ 16 \\ \hline 2,00 \end{array}$$

$$840 - 120 = 720 = \frac{720}{45} = \frac{9}{45} = 0,2 \text{ м/с}$$

Черновик



$$120(6-2) = 4 \cdot 120$$

$$4 \cdot 120 = 2 \cdot 60 = 120$$

100
100



$$\begin{array}{r} 402 \mid 2 \\ 204 \mid 2 \\ 102 \mid 2 \\ \hline 513 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 136 \mid 2 \\ 172 \mid 6 \\ \hline 34 \cdot 12 \end{array}$$

D.

$$\begin{array}{r} 408 \mid 2 \\ 86 \mid 2 \\ 33 \mid 3 \\ 11 \mid 11 \end{array}$$

$$P_1 = \frac{3 \times 2 \sqrt{3} \times \rho g}{2}$$

$$P_1 = \frac{3 \times 2 \sqrt{3} \times \rho g}{2}$$

$$P_1 = \frac{3 \times 2 \sqrt{3}}{2} \times \rho g$$

$$P_1 = x \rho g \quad \frac{1}{\rho g} = x$$

$$P_2 = \frac{mg}{x^2}$$

$$x^2 = \frac{mg}{P_2}$$

$$\frac{P_1}{\rho g} = x \quad P_2 = \frac{mg}{x^2}$$

$$x^2 = \frac{mg}{P_2}$$

$$\frac{P_1^2}{\rho^2 g^2} = \frac{mg}{P_2}$$

$$\frac{P_1^2 \cdot P_2}{mg^3} = \rho^2$$

$$\rho = \frac{P_1 \sqrt{P_2}}{g \sqrt{mg}} = \frac{\sqrt{mg} P_1}{\sqrt{P_2} \rho g}$$

$$\rho = \frac{P_1 \sqrt{P_2}}{\sqrt{mg} \cdot g}$$

$$\begin{array}{r} 22 \\ 22 \\ 44 \\ 88 \\ 176 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 20 \\ 20 \\ 00 \\ 40 \\ 4000 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 21 \\ 21 \\ 42 \\ 41 \end{array}$$

30

408

$$\rho = \frac{202}{202} = \frac{102}{102} = \frac{402}{402} = \frac{1202}{1202}$$

Черновик

$$\begin{array}{r} 100 \\ 100 \\ 00 \end{array}$$

$$0,25 \cdot 2 \cdot 10 \cdot 42$$

$$\begin{array}{r} 06 \\ 1000 \end{array}$$

$$2,5 \cdot 2 \cdot 42 = 5 \cdot 42 = 21$$

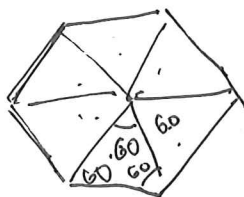
$$42 \cdot 10 \cdot 0,05 = 42 \cdot 0,5$$

$$25 \cdot 2 \cdot 42$$

40

$$50 \cdot 42$$

$$42 \cdot 30$$



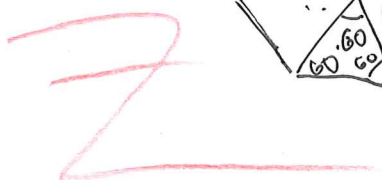
$$x \cdot x \cdot \sin 60$$

$$\frac{3 \times 2 \sqrt{3}}{2} = 3 \sqrt{3}$$

$$\begin{array}{r} 10913 \\ 3 \mid 196 \\ 10 \\ 4,2 \end{array}$$

136

$$\begin{array}{r} 102 \\ 102 \\ 402 \\ 1202 \end{array}$$



Черно Вук

$$S = \frac{B S_3 \times 3}{2}$$

$$P_1 = x p g g$$

$$P_2 = \frac{mg}{x^2}$$

$$p = \frac{\sqrt{mg}}{\sqrt{p^2}} p g$$

$$\frac{P_1 \sqrt{P_2}}{\sqrt{mg}} g = p$$

$$p = \frac{6.53 \cdot 10^3 \sqrt{40.80}}{10 \sqrt{10}}$$

$$p = 6.53 \cdot 10^2 \sqrt{408} = 12.53 \cdot 10^3 \sqrt{204} \sqrt{51.53}$$

$$= 2400 \sqrt{51.53}$$

$$\begin{array}{r} 1224 \overline{) 2} \\ 16 \overline{) 12} \overline{) 2} \\ 306 \overline{) 2} \\ 153 \overline{) 1} \overline{) 3} \\ 51 \overline{) 3} \\ 17 \overline{) 17} \end{array}$$

$$\sqrt{51.53}$$

$$\sqrt{29.2}$$