



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 2

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников РОБОФЕСТ
наименование олимпиады

по Физике
профиль олимпиады

Уварова Илья Валерьевича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата

«12» апреля 2025 года

Подпись участника

ИМВ

Чертежи

$$\lambda T = m \lambda \cdot \lambda x$$

$$\lambda = \frac{m \lambda \cdot d}{T} = 42 \frac{\text{Дж}}{\text{с}}$$



$$\lambda_H = \frac{S_2}{d_2} (100 - t) = 340 (100 - t) \quad \lambda_H = \lambda_B$$

$$\lambda_B = \frac{S_1}{d_1} (t - 0) = 200 t \quad 34000 - 340t = 200t \quad t = 63^\circ\text{C}$$

$$Q_H = C_B (m_B + m_A) (2 - 0) = 7980 \text{ Дж} = \lambda_B T_2 \quad t = \frac{3}{2} \lambda = 63$$

$$\lambda_B T_2 = \frac{C_B (m_B + m_A) (t_2 - 0)}{\lambda_B} = \frac{C_B (m_B + m_A) (t_2 - 0)}{2 \frac{S_1}{d_1} (t - 0)} = 0,63$$

$$T_3 = \frac{C_B (m_B + m_A) (t_3 - t_2)}{\lambda_B} = \frac{C_B (m_B + m_A) (t_3 - t_2)}{2 \frac{S_1}{d_1} (t - 0)}$$

$$V = \gamma \lambda = 2 V_B = 2 V_A = V_B + V_A$$

$$V_A = \frac{V_B}{\gamma} = \frac{500 \text{ мм}^3}{0,971 \text{ см}^3} = 515 \text{ мм}^3$$

$$m_A = \rho_A V_A = 0,51 \cdot 0,971 \text{ см}^3 = 0,50 \text{ г}$$

$$m_B = \rho_B V_B = 0,51 \cdot 1,71 \text{ см}^3 = 0,87 \text{ г}$$

вопрос

срисованным

Величина в ос бона придумана так. В прозрачном бон взят такой объем ртуть например ртути который при погружении в воду в которой плавает лёд (то есть при 0°C) после установления теплового равновесия зафиксирован против ртутки 0, а при погружении в кипящую воду (то есть при 100°C) и установлении теплового равновесия зафиксирован против ртутки 1. Расстояние между ртутками поделено на 100 равных участков и каждый из участков отражает бон 1°C . Воду 1°C это $\frac{1}{100}$ от разности температуры замораживающей и кипящей воды. (Это справедливо для нормальных условий, то есть с сухим воздухом. Чем чище или уменьшением содержания влаги в воздухе бон становится точнее. Будет давать не такую точность измерения. Задана

$$\lambda \cdot T = Q = m \lambda \cdot \lambda x$$

$$\lambda = \frac{m \lambda \cdot d}{T} = 42 \frac{\text{Дж}}{\text{с}}$$

$$V = \gamma \lambda = 2 V_B = 2 V_A$$

$$m_A = \rho_A V_A = 0,51 \text{ г}$$

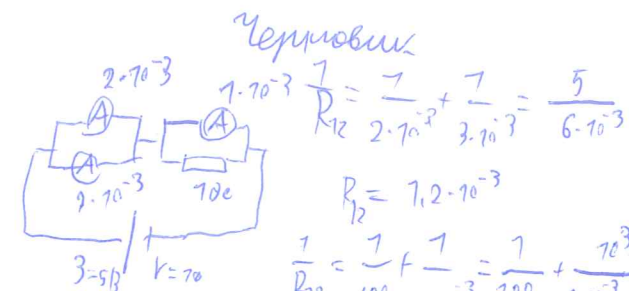
$$m_B = \rho_B V_B = 0,87 \text{ г}$$

Корректировка

Внутренняя контура = λ наружная контура = λ

$$\lambda_H = \frac{S_2}{d_2} (100 - t) \quad \lambda_B = \frac{S_1}{d_1} (t - 0) \quad t = 63^\circ\text{C}$$

а4

мчится на $\beta - 2 = 73^\circ$ в первом случае выстрел под 30° к горизонтуво втором 43° к горизонтуувеличилось на 73° к горизонту61-15-90-60
(155.1)

$$R_{12} = 1,2 \cdot 10^{-3}$$

$$\frac{1}{R_{23}} = \frac{1}{100} + \frac{1}{1,2 \cdot 10^{-3}} = \frac{1}{100} + \frac{10^3 \cdot 100}{1,2 \cdot 10^3 \cdot 100} = \frac{10^5 + 1}{100}$$

$$R_{23} = \frac{100}{10^5 + 1} \approx 1 \cdot 10^{-3}$$

$$R_0 \approx 2,2 \cdot 10^{-3}$$

$$R_0 = 7,0022 \text{ см}$$

$$I = \frac{U}{R_0} = 4,99 \text{ В}$$

$$I_1 = I \cdot \frac{100}{100 + 1,2 \cdot 10^3} = 4,99 \text{ А}$$

$$I_2 = I \cdot \frac{3 \cdot 10^{-3}}{2,2 \cdot 10^{-3}} = 2,99 \text{ А}$$

$$I_3 = I \cdot \frac{2 \cdot 10^{-3}}{5 \cdot 10^{-3}} = 2,00 \text{ А}$$

$$\begin{aligned} I_1 &= I_3 + I_4 & I_1 + I_2 &= I \\ I_2 + I_4 &= I_4 & I_4 + I_4 &= I \end{aligned}$$

$$I = I_1 + I_2 = I_3 + I_4$$

$$\frac{1}{R_0} = \frac{1}{842} + \frac{1}{4042} = \frac{3}{64}$$

$$R_0 = \frac{64}{3} = 21,33$$

$$I = \frac{U}{R_0} = \frac{70}{21,33} = 3,28 \text{ А}$$

$$U_{AD} + U_{BD} = I \cdot R_1 = 175,776 \text{ В}$$

$$U_{BD} + U_{BC} = I \cdot R_3 = 175,776 \text{ В}$$

$$U_{AD} + U_{BC} = I \cdot (R_1 + R_3) = 351,552 \text{ В}$$

$$U_{AD} + U_{BD} + U_{BC} = 42,93$$

$$2U_{BD} = 0$$

$$\begin{aligned} I_4 \cdot R_4 + I_4 \cdot R_4 &= I_3 \cdot R_3 \\ I_4 \cdot 1 \cdot 10^6 + 40 I_4 &= 24 I_3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_1 R_1 + I_3 R_3 &= I_2 R_2 + I_4 R_4 \\ 8 I_1 + 24 I_3 &= 24 I_2 + 40 I_4 \end{aligned}$$

$$I_1 + I_4 + 3 I_3 = 3 I_2 + 5 I_4$$

$$4 I_3 + I_4 = 3 I_2 - 3 I_4 + 5 I_4$$

$$4 I_3 + 4 I_4 = 8 I_4$$

$$I_3 + I_4 = 2 I_4$$

$$I_4 = 2 I_3 - I_3$$

$$(2 I_4 - I_3) \cdot 10^6 + 40 I_4 = 24 I_3$$

$$I_4 (2 \cdot 10^6 + 10) = I_3 (10^6 + 24)$$

$$I_4 = I_3 \cdot \frac{10^6 + 24}{2 \cdot 10^6 + 10}$$

$$I_4 = 0,5 I_3$$

$$I_4 = 0$$

Черновик

Вопрос

$x_1 = v \cos \alpha t$
 $y_1 = v \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$

$x_2 = v \cos \beta t$
 $y_2 = v \sin \beta t - \frac{gt^2}{2}$

$$L = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2} = \sqrt{v^2(\cos \beta - \cos \alpha)^2 + v^2(\sin \beta - \sin \alpha)^2} =$$

$$= v \sqrt{\left(\frac{\sqrt{2}}{2}\right)^2 + \left(\frac{\sqrt{2}}{2}\right)^2} = v \sqrt{\frac{2}{4} + \frac{2}{4}} = v \sqrt{\frac{4}{4}} = v = \frac{v}{2}$$

Задача

$y: v \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} + H = vt - \frac{gt^2}{2}$ $x: v \cos \alpha t = L$
 $v \sin \alpha t + H = vt$ $vt = \frac{L}{\cos \alpha}$

$$H = v(1 - \sin \alpha)$$

$$\frac{H}{vt} = 1 - \sin \alpha$$

$$\sin \alpha = 1 - \frac{H}{vt} = 1 - \frac{H}{L} \cdot \cos \alpha = 1 - \frac{H}{L} \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}$$

$$\sin \alpha = 1 - \frac{H}{L} + \frac{H}{L} \sin^2 \alpha$$

$$\frac{H}{L} \sin^2 \alpha - \sin \alpha + 1 - \frac{H}{L} = 0 \quad D = 1 - 4 \frac{H}{L} \left(1 - \frac{H}{L}\right) = 1 - \frac{4H}{L} + \frac{4H^2}{L^2}$$

$$\sin \alpha = 1 +$$

$$\left(\frac{L}{H}(1 - \sin \alpha)\right)^2 = 1 - \sin^2 \alpha$$

$$\frac{L^2}{H^2} (1 - 2 \sin \alpha + \sin^2 \alpha) = 1 - \sin^2 \alpha$$

$$\frac{L^2}{H^2} (1 - 2 \sin \alpha + \sin^2 \alpha) = 1 - \sin^2 \alpha$$

$$\frac{L^2}{H^2} (1 - 2 \sin \alpha + \sin^2 \alpha) = 1 - \sin^2 \alpha$$

$$1 - 2 \sin \alpha + \sin^2 \alpha = 3 - 3 \sin^2 \alpha$$

$$4 \sin^2 \alpha - 2 \sin \alpha - 2 = 0 \quad D = 4 + 64 = 68$$

$$\sin \alpha = \frac{2 \pm \sqrt{68}}{4} \approx 0.933 \Rightarrow \alpha \approx 68^\circ$$

~ 4

Вопрос:

Введем систему координат:

$x_1 = v \cos \alpha t$
 $y_1 = v \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$

$x_2 = v \cos \beta t$
 $y_2 = v \sin \beta t - \frac{gt^2}{2}$

$$L = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2} = \sqrt{v^2(\cos \alpha - \cos \beta)^2 + v^2(\sin \alpha - \sin \beta)^2} =$$

$$= v \sqrt{\left(\frac{\sqrt{2}}{2}\right)^2 + \left(\frac{\sqrt{2}}{2}\right)^2} = v = \frac{v}{2}$$

Задача:

Введем систему координат на пересечении парабол
Внуши горю

$y: v \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} + H = vt - \frac{gt^2}{2}$ $x: v \cos \alpha t = L$
 $H = vt(1 - \sin \alpha)$ $vt = \frac{L}{\cos \alpha}$

$$\frac{H}{L} \cos \alpha = 1 - \sin \alpha$$

$$\frac{H}{L} \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = 1 - \sin \alpha$$

$$\frac{H^2}{L^2} (1 - \sin \alpha)(1 + \sin \alpha) = (1 - \sin \alpha)^2$$

$$3 - 3 \sin \alpha = 1 + \sin \alpha$$

$$\sin \alpha = 0.5 \Rightarrow \alpha = 30^\circ$$

Неизменная высоту 2 парабол соединить его можно
только от горы. Значит

$$1 + \sin \beta = (1 - \sin \beta) \frac{(L+L)^2}{H^2}$$

$$\sin \beta = \frac{\frac{(L+L)^2}{H^2} - 1}{\frac{(L+L)^2}{H^2} + 1} = 0.68 \Rightarrow \beta \approx 43^\circ$$

Значит начальный угол полета увели-

13

$$I_A R_1 + I_3 (R_3 + R_4)$$

по т.к. $I_A = 2I_1 - I_3$ из формулы Кирхгофа второе
получим, что $I_A = 0,00 \text{ A}$

но ~~задача~~

$$U_{AB} = I_1 R_1 = U_{AD} + U_{DB} = 10,57 \text{ B}$$

$$U_{BC} = I_1 R_3 = U_{BD} + U_{DC} = 37,52 \text{ B}$$

$$U_{AC} = I_1 (R_3 + R_1) = U_{AD} + U_{DC} = 42,03 \text{ B}$$

мож. же вспомнить, что через амперметр ток
не идет, тогда $\mathcal{E} = I(r + R_0)$

$$R_0 = \frac{R_1 + R_3 / (R_2 + R_4)}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4} = 21,3 \text{ Ом}$$

$$I = \frac{\mathcal{E}}{r + R_0} = 7,97 \text{ A} = \frac{732}{67} \text{ A}$$

$$I_1 = I \frac{R_2 + R_4}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4} = \frac{88}{67} \text{ A}$$

$$U_{AB} + U_{BC} = U_{AC}$$

$$U_{AD} + U_{BD} + U_{BD} + U_{DC} = U_{AD} + U_{DC}$$

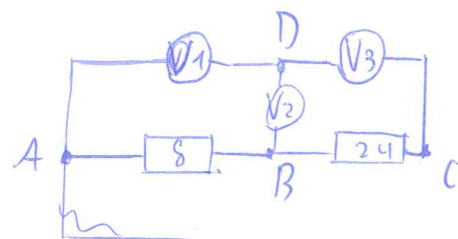
$$2U_{BD} = 0$$

показания 2 вольтметра = $0,00 \text{ B}$

показания 1 вольтметра $U_{AB} - U_{BD} = U_{AD} = 10,57 \text{ B}$

показания 3 вольтметра $U_{BC} - U_{BD} = U_{DC} = 37,52 \text{ B}$

на всякий случай $R_{12} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$

61-15-90-60
(155.1)

черновик

$$\sin 2 - 1 = -\frac{H}{L} \sqrt{7 - \sin^2 2}$$

$$|\sin 2 - 1|^2 = \frac{H^2}{L^2} (7 - \sin^2 2) = \frac{H^2}{L^2} (7 - \sin^2 2) (1 + \sin 2)$$

$$3 \sin 2 = 7 + \sin 2$$

$$4 \sin 2 = 2$$

$$\sin 2 = 0,5$$

$$2 = 30^\circ$$

$$\frac{L^2 + H^2}{H^2} (1 - \sin 2) = 1 + \sin 2$$

$$5,33 - 5,33 \sin 2 = 1 + \sin 2$$

$$6,33 \sin 2 = 4,33$$

$$\sin 2 = \frac{4,33 + 1}{5,33 + 1}$$

$$2 \approx 43^\circ$$

числовик
и 1

вопрос: $D = v \cdot \sin \alpha \cdot t$
 $t = \frac{D}{v \cdot \sin \alpha} = \frac{720}{70 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}} = 72\sqrt{2} \text{ c} \approx 102 \text{ c}$

задача:

$$t = t_{A1B} + t_{BC} = t_{A2C} + t_{CB}$$

$$t_{A1B} = \frac{D}{3v} \quad (\text{в прямоугольном } \triangle A1B \text{ и } \triangle A2B \text{ острые углы } = 15^\circ \text{ т.к. } \angle \gamma = 45^\circ)$$

$$t_{BC} = \frac{D\sqrt{2}}{v_{k1}}$$

$$(\text{по теореме Пифагора } |BC| = \sqrt{D^2 + D^2} = D\sqrt{2})$$

$$t_{A2C} = \frac{D}{\frac{v}{3}} = \frac{3D}{v}$$

$$t_{CB} = \frac{D\sqrt{2}}{v_{k2}}$$

$$\frac{D}{3v} + \frac{D\sqrt{2}}{v_{k1}} = \frac{3D}{v} + \frac{D\sqrt{2}}{v_{k2}}$$

$$\sqrt{2} \left(\frac{1}{v_{k1}} - \frac{1}{v_{k2}} \right) = \frac{9}{3v} - \frac{1}{3v} = \frac{8}{3v}$$

$$\frac{v_{k2} - v_{k1}}{v_{k1} \cdot v_{k2}} = \frac{4\sqrt{2}}{3v}$$

$$6vu = 4(v^2 - u^2)$$

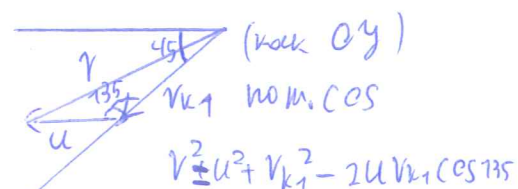
$$4u^2 + 6vu - 4v^2 = 0$$

$$4u^2 + 6 \cdot 72u - 4 \cdot 744 = 0$$

$$D = 36 \cdot 744 + 4 \cdot 4 \cdot 744 = 720^2$$

Мы берём положительный корень т.к. направление течения реки указано в задаче.

$$u = \frac{-72 + 720}{2 \cdot 4} = 6 \text{ км/ч}$$



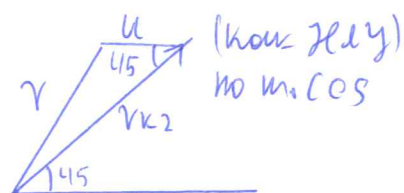
$$v^2 = u^2 + v_{k1}^2 - 2uv_{k1} \cos 135^\circ$$

$$v_{k1}^2 + u\sqrt{2}v_{k1} + u^2 - v^2 = 0$$

$$D = 2u^2 - 4(u^2 - v^2) = 2(2v^2 - u^2)$$

берём положительный корень т.к. $v_{k1} > 0$

$$v_{k1} = \frac{-u\sqrt{2} + \sqrt{2(2v^2 - u^2)}}{2}$$



$$v^2 = u^2 + v_{k2}^2 - 2uv_{k2} \cos 45^\circ$$

$$v_{k2}^2 - u\sqrt{2}v_{k2} + u^2 - v^2 = 0$$

$$D = 2u^2 - 4(u^2 - v^2) = 2(2v^2 - u^2)$$

Мы берём положительный корень по тем же причинам

$$v_{k2} = \frac{u\sqrt{2} + \sqrt{2(2v^2 - u^2)}}{2}$$

числовик.
и 3

вопрос:

можно сказать, что из-за очень малых сопротивлений резисторов их можно заменить на короткую и станет понятно, что общее сопротивление цепи $= V = 7 \text{ ом}$, но я посчитаю по частотам. Для этого заменим

$$R_{32} = \frac{6}{5} \cdot 10^{-3}$$

$$R_{14} = \frac{700}{700+1} \approx 1 \cdot 10^{-3} \quad (\text{сверху и снизу замкнуты на 100})$$

$$3 = I(R_{14} + R_{32} + r)$$

$$I = \frac{5}{1,0022} \approx 4,99 \text{ A}$$

$$I_3 = I \frac{R_2}{R_3 + R_2} = 2,00 \text{ A}$$

$$I_2 = I \frac{R_3}{R_3 + R_2} = 2,99 \text{ A}$$

Мы можно сказать, что из первых наших соображений ток через резистор не пойдёт, но я посчитаю честно

$$I_1 = I \frac{R_4}{R_1 + R_4} = 4,99 \text{ A}$$

то вы скорее всего в ответе хотите упомянуть

$$I_1 = 5 \text{ A}, I_2 = 3 \text{ A}, I_3 = 2 \text{ A}$$

задача: пока уберём вольтметр т.к. через него ток почти не пойдёт

по закону Кирхгофа

$$I_A \cdot R_A + I_4 \cdot R_4 = I_3 R_3$$

$$I_1 R_1 + I_3 R_3 = I_2 R_2 + I_4 R_4 \quad \left. \begin{aligned} I_A &= 2I_4 - I_3 \\ I_1 &= I_3 + I_A \\ I_2 &= I_1 - I_A \end{aligned} \right\} I_A = 2I_4 - I_3$$

$$I_2 = I_1 - I_A$$

из этих уравнений мы получим $I_4 = 0,5 I_3$

