



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 1

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Дукарева Арсения Викторовича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата

«14» февраля 2025 года

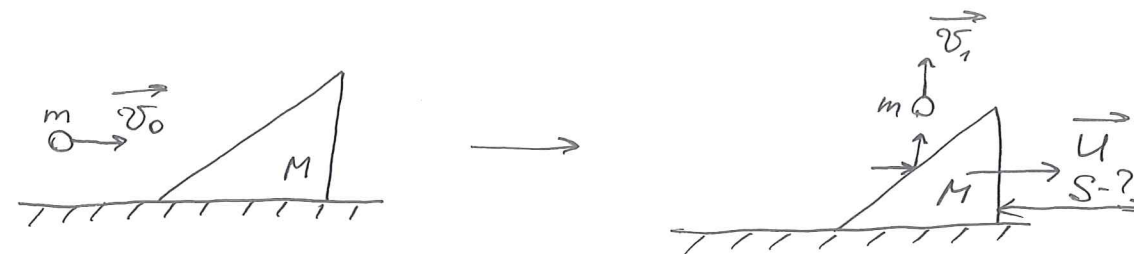
Подпись участника

93-85-61-85

(4.1)

✓ 1.1.

Чистовик



По Закону сохранения энергии:

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} + \frac{Mu^2}{2}$$

По Закону сохранения импульса:

$$mv_0 = 0 + Mu \Rightarrow u = v_0 \frac{m}{M}$$

$$mv_0^2 = mv_1^2 + M \cdot v_0^2 \cdot \frac{m^2}{M^2} +$$

$$mv_0^2 = mv_1^2 + mv_0^2 \cdot \frac{m}{M}$$

$$v_1^2 = v_0^2 \left(1 - \frac{m}{M}\right) +$$

По ЗСЭ для шарика после удара:

$$0 + \frac{mv_1^2}{2} = mgh + 0$$

$$v_1 = \sqrt{2gh}$$

$$\Rightarrow 2gh = v_0^2 \left(1 - \frac{m}{M}\right)$$

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

$$h = v_1 \cdot \tau - \frac{g\tau^2}{2}; v_1 - g\tau = 0 \Rightarrow v_1 = g\tau$$

$$\tau = \frac{\sqrt{v_0^2 \left(1 - \frac{m}{M}\right)}}{g}; S = u \cdot \tau$$

$$S = v_0 \cdot \frac{g}{M} \cdot \frac{\sqrt{v_0^2 \left(1 - \frac{m}{M}\right)}}{g} = \frac{v_0^2 m}{Mg} \sqrt{1 - \frac{m}{M}}$$

$$S = \left(5 \frac{\text{м}}{\text{с}}\right)^2 \cdot \frac{36\tau}{100\tau \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} \sqrt{1 - \frac{36\tau}{100\tau}} = \frac{25 \cdot 36}{1000} \sqrt{0,64} \text{ м} =$$

№ 1.1. продолжение

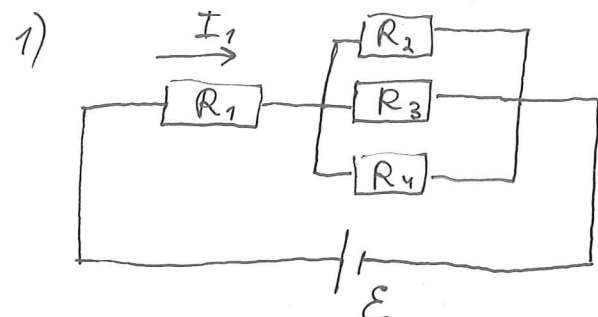
Чистовик

$$S = \frac{25 \cdot 36}{100040} \cdot 0,8 \text{ м} = \frac{36 \cdot 8 \text{ м}}{40 \cdot 10} = \frac{18}{25} \text{ м} = 0,72 \text{ м} +$$

Ответ: 0,72 м.

№ 1.3.

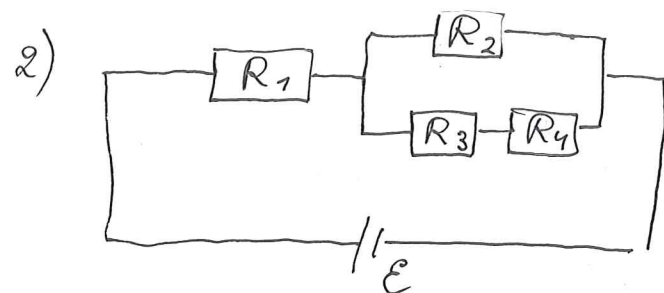
решено



$$R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R$$

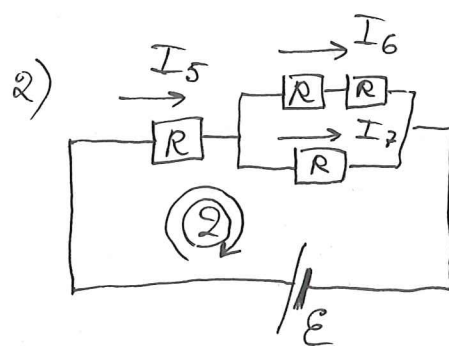
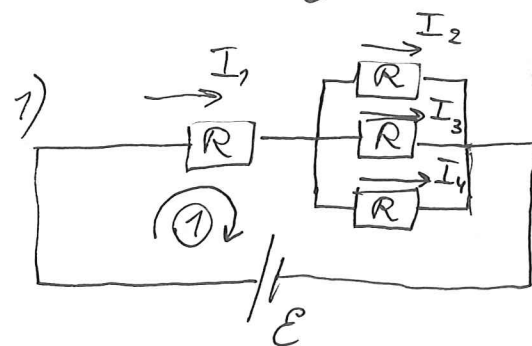
$$P_{R4} = 30 \text{ Вт}$$

$$P = UI = I^2 R$$



$$\Delta I = 2 \text{ А}$$

$$\varepsilon = ?$$

Обозначим силы токи $I_1, I_2 \dots I_7$

$$\Delta I = 2 \text{ А} = I_1 - I_5 +$$

$$P = I_4^2 \cdot R = 30 \text{ Вт}$$

По 2-й правую Кирхгофа:

$$\begin{aligned} 0 &= I_2 R - I_3 R \Rightarrow I_2 = I_3 \\ 0 &= I_3 R - I_4 R \Rightarrow I_3 = I_4 \end{aligned} \quad \Bigg| \Rightarrow I_2 = I_3 = I_4 = I$$

По 1-й правую Кирхгофа:

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

По 2-му правилу Кирхгофа:

$$0 = I_6 \cdot 2R - I_7 \cdot R$$

$$I_7 = 2I_6 = 2i; I_6 = i - \text{обозначим}$$

$$I_5 = i + 2i = 3i \quad (\text{по 1-му правилу Кирхгофа})$$

$$I_1 = I_5 = 3I - 3i = \Delta I$$

По 2-му правилу Кирхгофа
(для большого контура 1, 2:)

$$1) \quad \mathcal{E} = I_1 R + I_4 R \Rightarrow \mathcal{E} = 4IR$$

$$2) \quad \mathcal{E} = I_5 R + I_7 \cdot 2R \Rightarrow \mathcal{E} = 5ir$$

$$\begin{cases} 4IR = 5ir \\ 3I - 3i = \Delta I \\ \mathcal{E} = 4IR = 5ir \end{cases} \Rightarrow I = i + \frac{\Delta I}{3}$$

$$\begin{cases} 4(i + \frac{\Delta I}{3})R = 5ir \\ \mathcal{E} = 5ir \end{cases}$$

$$4ir + \frac{4}{3} \Delta IR = 5ir$$

$$\frac{4}{3} \Delta IR = ir \Rightarrow i = \frac{4}{3} \Delta I$$

$$\boxed{\mathcal{E} = 5ir = 5 \cdot \frac{4}{3} \Delta IR}$$

$$I^2 R = 30 \text{ Вт} = P$$

$$(i + \frac{\Delta I}{3})^2 R = 30 \text{ Вт} = P$$

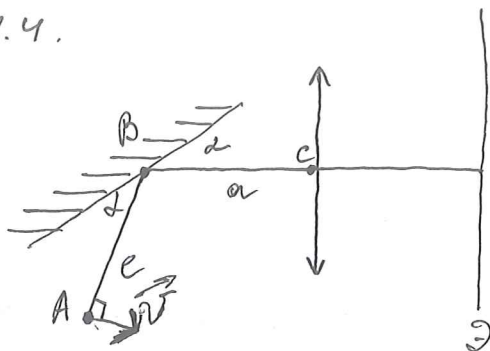
$$P = \left(\frac{4}{3} \Delta I + \frac{\Delta I}{3} \right)^2 R$$

$$R = \frac{P}{(\frac{5}{3} \Delta I)^2} = \frac{8P}{25 \Delta I^2}$$

$$\mathcal{E} = \frac{20}{3} \Delta I \cdot \frac{8P}{25 \Delta I^2} = \frac{12}{5} \frac{P}{\Delta I} = \frac{12 \cdot 30 \text{ Вт}}{5 \cdot 1 \text{ А}} = 36 \text{ В}$$

Ответ: 36 В +

Чистовик



$$AB = C = 25 \text{ cm}$$

$$F = 30 \text{ me}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

$$v = 2 \text{ cm/s}$$

Достроим "мнимое"

изображение "за зеркалом"

$k = 1/2 \Rightarrow$ получим, что мусса на главной
опт. оси, имеет $\underline{A}$

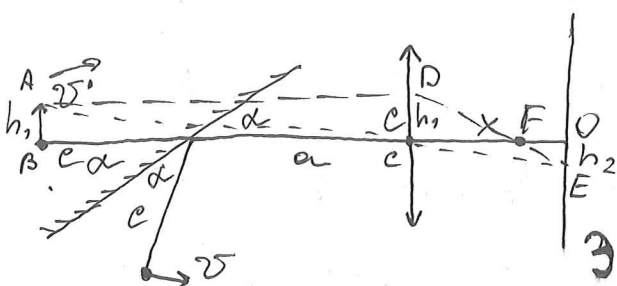
Резкость

максимальна $\Rightarrow$

на экране

муса тоже

точка



$$\frac{1}{F} = \frac{1}{f} + \frac{1}{d}$$

$$\frac{h_1}{h_2} = \frac{e+a}{x}$$

$$\frac{h_1}{h_2} = \frac{F}{X-F}$$

$$\frac{c+a}{x} = \frac{F}{x-F}$$

$$(C + a)(X - F) = FX$$

$$e^x + a^x - a^F - e^F = F^x$$

$$x(a + e - F) = F(a + e)$$

$$X = F \frac{a + e}{a + e - F} = 30 \text{ cm} \cdot \frac{(25 + 10) \text{ cm}}{(25 + 10 - 30) \text{ cm}} = 210 \text{ cm}$$

$$\frac{h_1}{h_2} = \frac{30 \text{ cm}}{(270 - 30) \text{ cm}} = \frac{30}{240} = \frac{1}{8} \Rightarrow \frac{h_1}{h_2} = \frac{1}{8} \Rightarrow h_2 = 8h_1 = 240 \text{ cm}$$

Orbem: 72 cm/c

~~(kr. $v_2 = 6 v_1 = 72 \text{ cm/c}$)~~ +

93-85-61-85
(4.1)

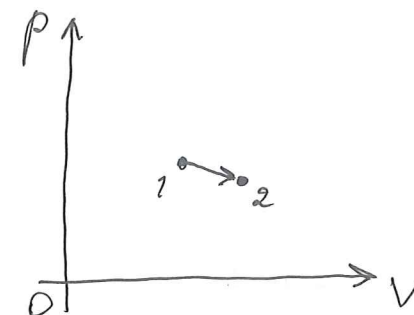
√1.2

$$\eta = 2\% \Rightarrow V_2 = 1,02 V_1$$

$$\kappa = 1\% \Rightarrow p_2 = 0,99 p_1$$

$$\eta - ? ; R = 8,3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$

$$\eta = \frac{A}{Q} ; Q = \Delta U + A$$

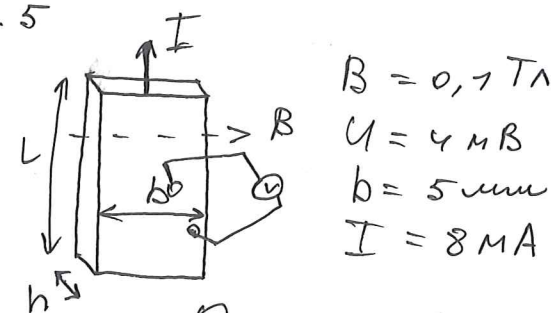


Запишем уравнение Менделеева-Клапейрона:

$$\text{для } 1) p_1 V_1 = \nu R T_1 \quad T_1 = \frac{p_1 V_1}{\nu R}$$

$$\text{для } 2) p_2 V_2 = \nu R T_2 \quad T_2 = \frac{p_2 V_2}{\nu R}$$

√1.5



$$B = 0,1 \text{ Тл}$$

$$U = 4 \text{ мВ}$$

$$b = 5 \text{ мм}$$

$$I = 8 \text{ МА}$$

$$I = \frac{q_0}{t} ; q_0 = n_1 \cdot q_{\text{эл.}}$$

$$I = \frac{n_1 q_{\text{эл.}}}{t} ; n_1 = n \cdot b \cdot L = \frac{I t}{q_{\text{эл.}}} = \frac{I t}{e}$$

$$P = UI = \frac{Fh}{t}$$

$$F_A = BIL' \sin \alpha = 1 \quad (L=h)$$

$$UI = \frac{B I h}{t}$$

$$U = \frac{B h}{t} \Rightarrow h = \frac{U t}{B}$$

$$N = \frac{n}{V} = \frac{n_1}{b \cdot h} = \frac{I t \cdot B}{q_{\text{эл.}} \cdot U \cdot b} = \frac{B I}{U \cdot e \cdot b} +$$

№ 1.5 продолжение:

$$N = \frac{0,1 \text{ Тл} \cdot 0,0008 \text{ А}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \cdot 5 \cdot 10^8 \text{ м} \cdot 10^{-8} \text{ В}} = \frac{0,2}{8} \cdot 10^{22} \text{ м}^{-3} =$$

$$= 2,5 \cdot 10^{21} \text{ м}^{-3} = \frac{2,5 \cdot 10^{21}}{\text{м}^3} = \frac{2,5 \cdot 10^{21}}{10^6 \text{ см}^3} = \frac{2,5 \cdot 10^{15}}{\text{см}^3} =$$

$$= 25 \cdot 10^{14} \text{ см}^{-3}$$

Ответ: $25 \cdot 10^{14} \text{ см}^{-3}$

Чистовик
 $8 \text{ мА} = 0,008 \text{ А}$
 $+ \rightarrow$ задано
 решение верно,
 но поправка в
 расчетах.

№ 1.2. продолжение:

$$Q = c_p m \Delta t = c_p m (T_2 - T_1) = c_p m \frac{p_2 V_2 - p_1 V_1}{\gamma R}$$

$$Q = \frac{c_p}{\gamma R} \frac{c_p m}{\gamma R} ((1+n)(1-k) - 1) p_1 V_1$$

$$Q = \frac{c_p}{\gamma R} (1,02 p_1 \cdot 0,88 p_1 V_1 - p_1 V_1) = \frac{c_p}{\gamma R} (1,0088 - 1) p_1 V_1$$

$$c_p = \frac{Q \gamma R}{m p_1 V_1 ((1+n)(1-k) - 1)}$$

$$Q = c_p m \Delta t$$

$$A = p \Delta V = c_p m \Delta T = c_p m \frac{p_2 (V_2 - V_1)}{\gamma R}$$

$$|A| = c_p m p_1 V_1 \cdot \frac{1}{\gamma R}$$

$$\frac{c_p}{c_v} = \frac{Q}{A} \cdot \frac{((1+n)(1-k) - 1)}{n}$$

$$c_p \approx c_v \Rightarrow$$

$$\eta = \frac{A}{Q} = \frac{n}{(1+n)(1-k) - 1} = \frac{0,02}{1+0,02+}$$

$$\frac{c_p}{c_v} = \frac{(1+n-k-nk)}{n}$$

$$\eta = \frac{c_p}{c_v} \cdot \frac{n}{n-k-nk}$$

$$Q = c_p$$

$$Q = \Delta U + A$$

$$A = c_p m \Delta T$$

$$Q = c_v m \Delta T$$

$$pV = \gamma RT$$

$$\gamma = \frac{m}{M}$$

Δp пренебрежимо мало $\Rightarrow$

$$p \cdot (V_2 - V_1) = \gamma R \Delta T$$

$$\eta = \frac{A}{Q}$$

Не решено,
если пометка
решение