

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 1

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Ахтямова Савва Андреевна
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Санит. выход: 14:19 — 14:21 Нет

Дата
«14» февраля 2025 года

Подпись участника
[Подпись]

29-73-77-19
(4.6)

82

$\mu_{N_2} = 28$ в/оде ...
Импульс $F = BIl \sin \alpha$

$\sin 30^\circ = \frac{1}{2}$
 $\sin 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2}$
 $\sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$

$m = 0,036 \text{ кг}$
 $v_0 = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$
 $u = 0,1 \text{ м}$
 $S = ?$

$\vec{N} dt = m \vec{v} - m \vec{v}_0$
 $30^\circ: \frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv^2}{2}; v = v_0 \Rightarrow \alpha = 45^\circ$
 $0 = v_0 - gt; t = \frac{v_0}{g}$

$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv^2}{2} + \frac{Mu^2}{2}$
 $N dt = Mu$
 $m v_0^2 = m v^2 + M u^2$

$D_{\text{пл}} = \frac{B^2}{\sigma_{\text{пл}}} = f \cdot u$
 $\frac{5}{2} (99 \cdot 102 - 100 \cdot 100) =$
 $\frac{400}{49} - \frac{392}{49} = \frac{8}{49}$
 $\frac{42}{26} = \frac{310}{294}$
 $\frac{300}{2100}$

$\frac{200}{245} = \frac{40}{49}$
 $99 \cdot 51 \cdot 5 - 50 \cdot 100 \cdot 5 =$
 $= 5(99 \cdot 51 - 500) =$
 $= 5 \cdot 49 = 245$
 $\frac{2100}{12} = \frac{1050}{6} = \frac{525}{3} = 175$
 $A = 0,02 pV$
 $Q = \Delta V + A$
 $\Delta V = \frac{\epsilon}{2} R \Delta T =$
 $\frac{\epsilon}{2} (pV - p_0 V_0)$

$\frac{400}{49} + \frac{51}{9} = \frac{459}{9} = 50,9$
 $\frac{2100}{12} = 175$
 $\frac{400}{49} + \frac{51}{9} = \frac{459}{9} = 50,9$

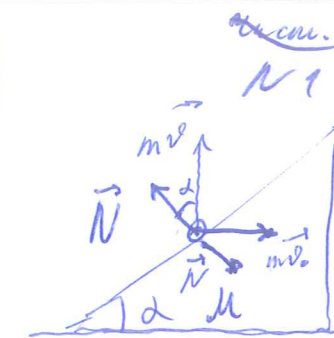
при абс. упругом ударе
при законе сохранения импульса

$$m = 0,036 \text{ кг}$$

$$v_0 = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\mu = 0,1 \text{ кг}$$

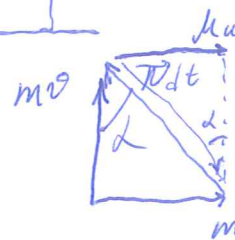
S - ?



ИЗК и ф: $m\vec{v} - m\vec{v}_0 = \vec{N}dt$

$$\vec{N}dt = \mu \vec{u}$$

Векторные А



$$\sin \alpha = \frac{\mu u}{N dt} = \frac{m v_0}{N dt}$$

$$u = \frac{m}{\mu} v_0 = \frac{36}{100} \cdot 5 = 1,8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Согг. претия.

$$3C7: \frac{m v_0^2}{2} = \frac{\mu u^2}{2} + \frac{m v^2}{2}; v = \sqrt{v_0^2 - \frac{\mu}{m} u^2}$$

Акс. высота: $0 = v - g t; t = \frac{v}{g}; S = u t$

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

$$= \frac{5^2}{10} \cdot \frac{9}{25} \sqrt{1 - \frac{9}{25}} = \frac{9}{10} \cdot \sqrt{\frac{16}{25}} = \frac{9}{10} \cdot \frac{4}{5} = \frac{36}{50} = 0,72 \text{ м.}$$

Ответ: ка 72 см.

ради итерации:

$$\frac{v_0}{v} = 5$$

ЧЕРМ

$$\frac{14,4}{2,8} = 5,14$$

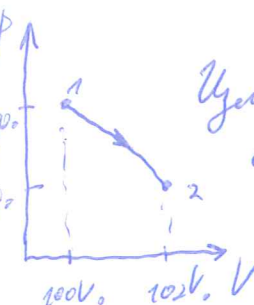
$$\frac{5}{2} 8,3 = 2,8 \cdot 14,9 = 41,5$$

$$41,5 =$$

$$V_0, 102 V_0$$

$$100 p_0, 99 p_0$$

$$\mu, c_0, R$$



$$N_2 = 7i = 5$$

Уменьшения очень малы, поэтому считаем их линейными.

$$p(V) = 150 p_0 - \frac{p_0}{2 V_0} V; \frac{dp}{dV} = -\frac{p_0}{2 V_0}$$

(см. чертёжик)

Здесь есть вероятность касания с адриабатой, т.е. возможно, где-то Q^+ , а где-то Q^- .

Проверим: $\delta A = -dV$ (ИЗК, $\delta Q = 0$). $p dV = -\frac{5}{2} R dT$

$$\mu \cdot p V = 2 R T; p dV + V dp = 2 R dT; p dV = -\frac{5}{2} V dp;$$

$$\frac{dp}{dV} = -\frac{7}{5} \frac{p(V)}{V}; \text{Прозвожные равны: } \frac{7(150 p_0 - \frac{p_0}{2 V_0} V)}{5 V} = \frac{p_0}{2 V_0}$$

т.е. точка касания заданным процессом 1-2. Значит, во всем процессе Q^+

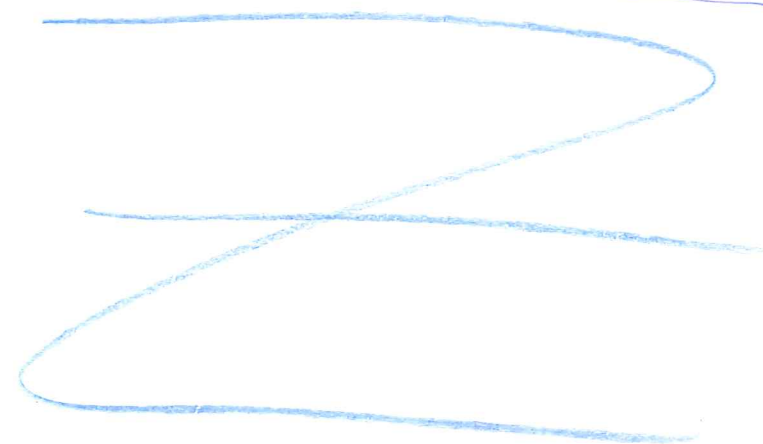
ИЗК: $Q = A + \Delta U$. По указанию $A = 100 p_0 \Delta V =$

$$U = \frac{5}{2} R T = \frac{5}{2} p V.$$

$$Q^+ = 200 p_0 V_0 + \frac{5}{2} (99 \cdot 102 - 100 \cdot 100) p_0 V_0 = 445 p_0 V_0$$

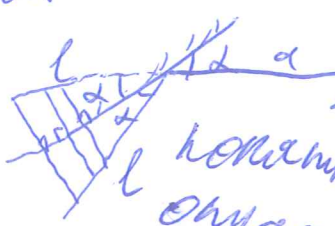
$$\eta = \frac{A}{Q^+} = \frac{200 p_0 V_0}{445 p_0 V_0} \approx 0,404$$

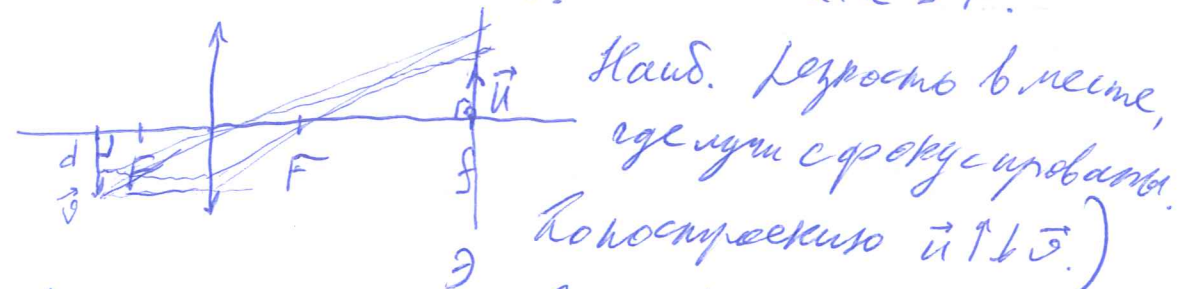
Ответ: 40%.



$$\begin{aligned} F &= 30 \text{ см} \\ \alpha &= 30^\circ \\ a &= 10 \text{ см} \\ v &= 2 \frac{\text{см}}{\text{с}} \\ l &= 25 \text{ см} \\ u &= ? \end{aligned}$$

На экране мы видим изображение
отражённого в зеркале тела a и u .
При отражении a и u не
меняется.

Зеркало:  u геометрически
равно, что u
отражённой u
и a на расстоянии $a+l = F$.



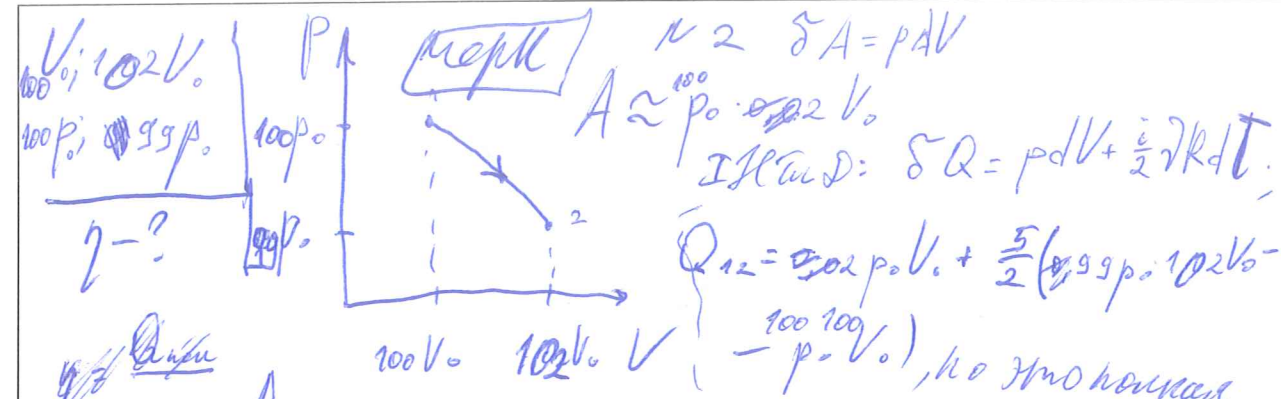
$$\frac{1}{F} = \frac{1}{a+l} + \frac{1}{f}; \quad \frac{1}{f} = \frac{a+l-F}{(a+l)F}; \quad f = \frac{(a+l)F}{a+l-F}$$

Оптическое увеличение изображения $\Gamma = \frac{f}{d}$
 $\Gamma' = 0 = \frac{f'd - fd'}{d^2} = \frac{ud - fv}{d^2}; \quad ud = fv; \quad u = \frac{f}{d}v$

$$u = \frac{(a+l)F}{(a+l-F)}v = v \frac{F}{a+l-F} = 2 \cdot \frac{30}{35-30} = 12 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

Ответ: $12 \frac{\text{см}}{\text{с}}$

29-73-77-19
(4.6)



$$\eta = \frac{A}{Q_+} \quad Q_+ - \text{како проверить касание с адиабатой.}$$

$$\begin{aligned} p(V) &= kV + b; \quad p(100V_0) = k100V_0 + b = 100p_0 \\ 99p_0 &= k102V_0 + b \end{aligned} \quad \left. \begin{aligned} p_0 &= -2kV_0; \quad k = -\frac{p_0}{2V_0} \\ b &= 100p_0 + 50p_0 = 150p_0 \end{aligned} \right\}$$

$$p(V) = 150p_0 - \frac{p_0}{2V_0}V \quad \frac{dp}{dV} = -\frac{p_0}{2V_0}$$

Адиабата: $\delta Q = 0 = \delta A + dV; \quad pdV = -\frac{5}{2} \gamma R dT$
и-к: $pV = \gamma RT$, умнож.: $pdV + Vdp = \gamma R dT$
 $pdV + Vdp = -\frac{2}{5}pdV - pdV = -\frac{7}{5}pdV; \quad \frac{dp}{dV} = -\frac{7}{5}\frac{p}{V}$

$$\frac{-7(150p_0 - \frac{p_0}{2V_0}V)}{5V} = -\frac{p_0}{2V_0}; \quad 5V = 2100V_0 - 7V; \quad V = \frac{2100}{12}V_0 = 175V_0, \text{ н.е. в кр. 1-2.}$$

Тогда действительно

$$Q_+ = Q_{12} = 200p_0V_0 + \frac{5}{2}(99 \cdot 102p_0V_0 - 100 \cdot 100p_0V_0) = 245p_0V_0$$

$$\eta = \frac{200p_0V_0}{245p_0V_0} = \frac{80}{98} \approx 0,816$$

Ответ: 82 %

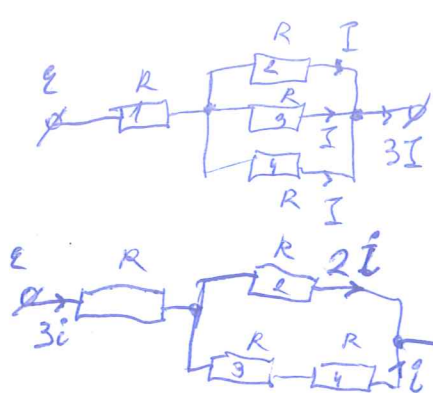
$$\frac{m}{m} \sqrt{1 - \frac{m}{m}} \frac{36}{100} = \frac{18}{50} = \frac{9}{25}$$

R

$$P = 30 \text{ Вт}$$

$$\Delta I = 2 \text{ А}$$

$\varepsilon = ?$



3
Токи по правилу
Кирхгофа и закону
 $\varepsilon = 3IR, IR = 4IR.$

$$\varepsilon(R+R) = i_1 R + i_2 R = 2\varepsilon$$

$$\varepsilon = 3iR + 2iR = 5iR$$

$$\Delta I = 3I - 3\varepsilon$$

$$P = I^2 R$$

$$4I = 5\varepsilon; I = \frac{5\varepsilon}{4}$$

$$i = 4\Delta I; I = 5\Delta I$$

$$P = 25 \Delta I^2 R; R = \frac{P}{25 \Delta I^2}$$

$$\Delta I = \frac{15 - 12}{4} = \frac{3}{4}$$

$$\varepsilon = 5 \cdot 4I \cdot \frac{P}{25 \Delta I^2}$$

$$\varepsilon = \frac{4P}{5\Delta I} = \frac{4 \cdot 30}{5 \cdot 2} = 12 \text{ В}$$

Ответ: $\varepsilon = 12 \text{ В}$

$$I = 8 \cdot 10^{-3} \text{ А}$$

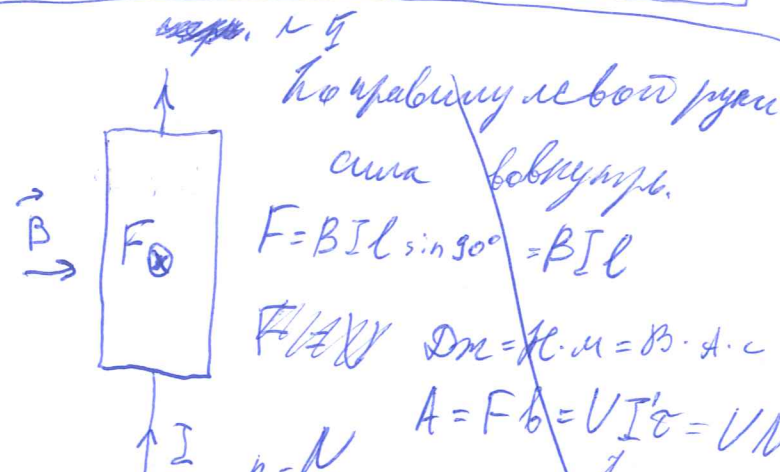
$$B = 0,1 \text{ Тл}$$

$$U = 4 \cdot 10^{-3} \text{ В}$$

$$b = 5 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

$n = ?$



$$F = BIl \sin 90^\circ = BIl$$

$$F = \frac{dW}{dt} = \frac{dQ}{dt} U = I U$$

$$A = Fb = UI \varepsilon = U Ne$$

$$n = \frac{B b I l}{U e \cdot b^2 l}$$

$$= \frac{BI}{U e b}$$

$$= \frac{0,1 \cdot 8 \cdot 10^{-3}}{5 \cdot 10^{-3} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 4 \cdot 10^{-3}} = \frac{8}{16 \cdot 5 \cdot 10^{-23}}$$

$$= 10^{22} \frac{1}{\text{м}^3} = 10^{22} \frac{1}{\text{см}^3} \cdot 10^{-6} = 10^{16} \frac{1}{\text{см}^3}$$

Ответ: $10^{16} \frac{1}{\text{см}^3}$

N5 - нет, см. дальше

$$I = 8 \cdot 10^{-3} \text{ А}$$

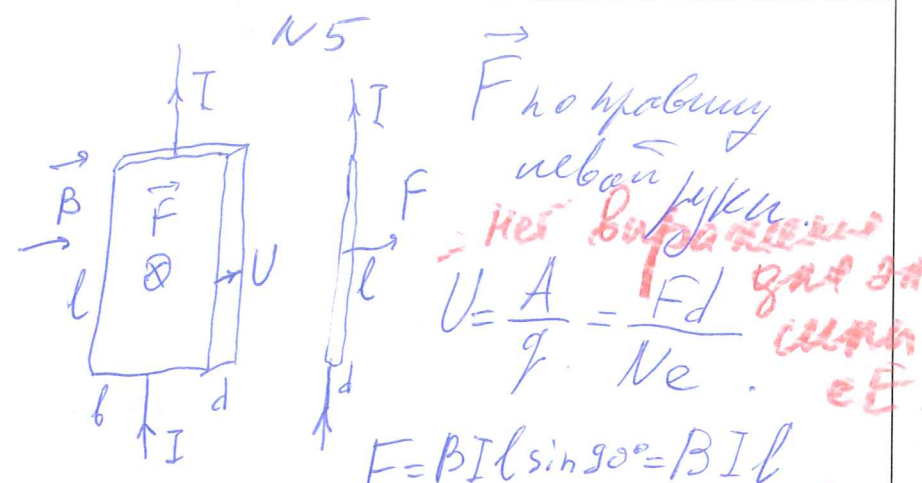
$$B = 10^{-1} \text{ Тл}$$

$$U = 4 \cdot 10^{-3} \text{ В}$$

$$b = 5 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

$n = ?$



$$U = \frac{B I l d}{N e}$$

$$N = \frac{B I l d}{U e}$$

$$n = \frac{N}{V} = \frac{N}{b l d}$$

$$n = \frac{B I}{U e b} = \frac{10^{-1} \cdot 8 \cdot 10^{-3}}{4 \cdot 10^{-3} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 5 \cdot 10^{-3}} = \frac{1 \cdot 10^{-4}}{40 \cdot 10^{-26}} = \frac{10^{-4}}{4 \cdot 10^{-25}} = 2,5 \cdot 10^{14} \frac{1}{\text{см}^3}$$

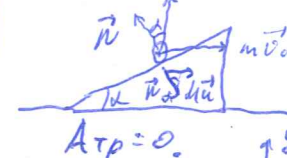
$$M = 10^{-1} \text{ кг}$$

$$m = 36 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$$

$$v_0 = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

S-?

Ответ: $2,5 \cdot 10^{14} \frac{1}{\text{см}^3}$



$$N \vec{v} dt = m \vec{v} - m \vec{v}_0$$

$$3 \text{ Ц: } \frac{m v^2}{2} - \frac{m v_0^2}{2} + \frac{M u^2}{2} = 0$$

$$v = \sqrt{v_0^2 - \frac{M}{m} u^2} = v_0 \sqrt{1 - \frac{m}{M}}$$

$$u = \text{const}, F_{\text{тр}} = 0$$

$$S = u t = \frac{u v}{g} = \frac{m}{M g} v_0^2 \sqrt{1 - \frac{m}{M}} = \frac{36 \cdot 25}{100 \cdot 10} \sqrt{1 - \frac{36}{100}} = \frac{9}{10} \cdot \sqrt{\frac{64}{100}} = \frac{9}{10} \cdot \frac{8}{10} = \frac{36}{50} = \frac{72}{100} = 0,72 \text{ м}$$

Ответ: 72 см.

$$I = 7.2 \times 10^{-3} \text{ A}$$

$$V = 4 \cdot 10^{-3} \text{ B}$$

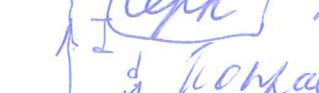
$$b = 5 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

$\epsilon = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J/K}$

h-?

$$h = \frac{N}{L}$$

$$= \sqrt{\frac{10^{-7}}{10^{-22}}} = 10^{2.5}$$



$$F = BId \sin 90^\circ = BId$$

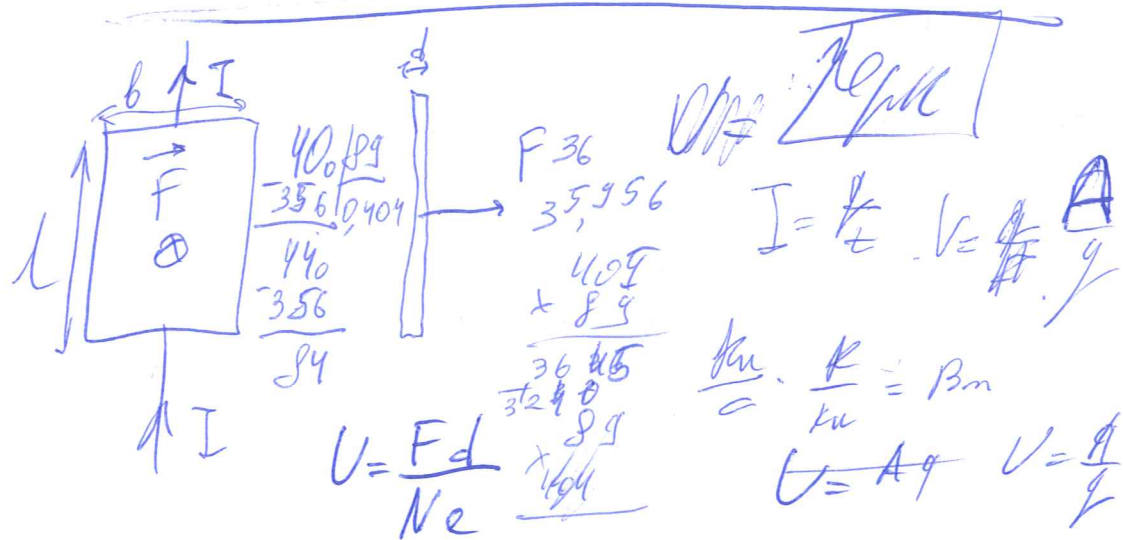
Потрабаву роботу сили $\vec{F}$.

$$A = Fd = UI\tau = V\frac{q}{\epsilon}\tau = UNe$$

$$N = \frac{F_d}{v_e} = \frac{\text{Bild}}{v_e}$$

$$h = \frac{N}{\text{dB}} = \frac{\text{BI}}{\text{GeV}} = \frac{10^{-1} \cdot 8 \cdot 10^{-3}}{5 \cdot 10^{-3} \cdot 16 \cdot 10^{-19} \cdot 4 \cdot 10^{-3}} =$$

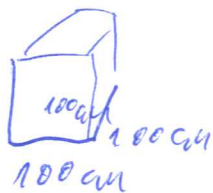
$$= \frac{8 \cdot 10^{-4}}{16 \cdot 5 \cdot 4 \cdot 10^{-4} \cdot 10^{-22}} = \frac{1}{40} 10^{22} = \frac{1}{4} 10^{21}$$



$$F = BIL \quad V = \frac{BILd}{N_e} ; \mu = \frac{BILd}{V_e}$$

$$\frac{200}{145} = \frac{40}{89} \quad U = bld$$

0404.89



$$100\,0000 = 10^6$$

29-73-77-19

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

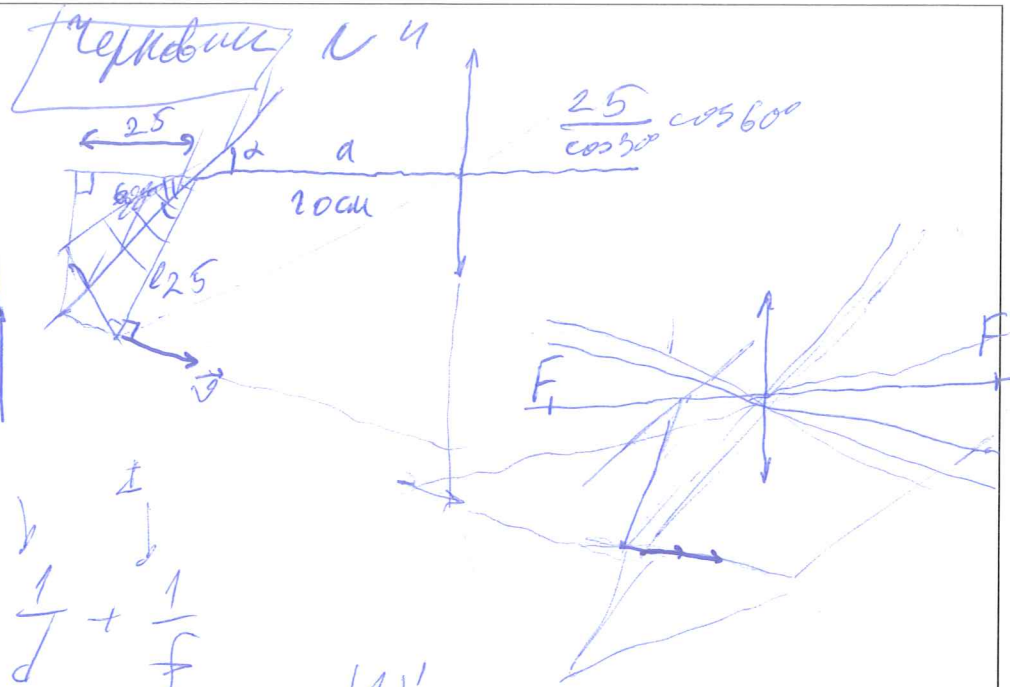
$$\alpha = 30^\circ$$

$$a = 10 \text{ cm}$$

$$V = 2 \text{ cm}$$

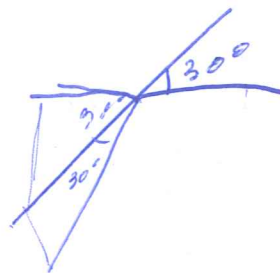
$l = 25 \text{ cm}$

$\mu - ?$



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

D. H.



$$\epsilon = 3IR + IR = 4IR = 2iR + 3in$$

$$\frac{1}{F} - \frac{1}{a+b} = \frac{1}{d}$$

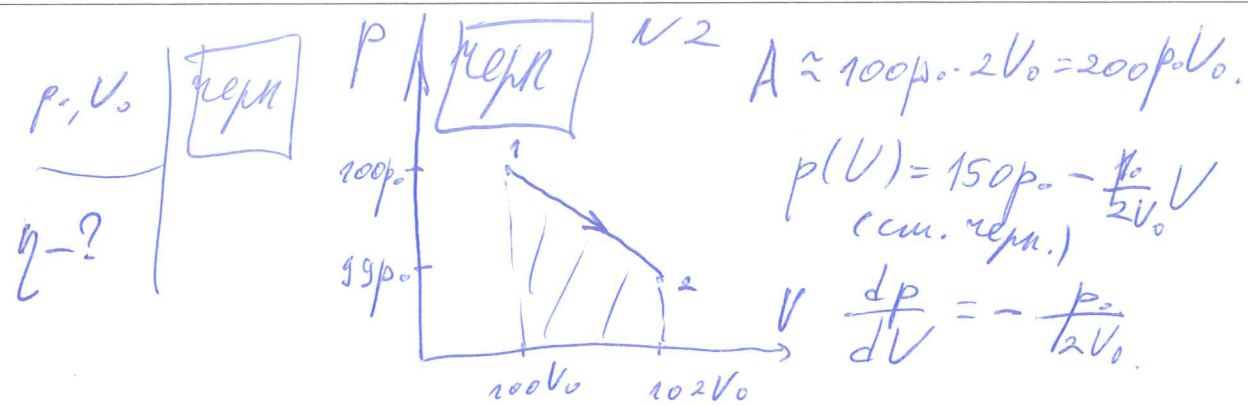
$$\begin{aligned} \Delta I &= I - \bar{I} = \frac{F(a+b)}{F(a+b)} \\ &= \left(\frac{5}{4} - 1\right)i = \frac{i}{4}; \quad \bar{I} = 4\Delta I = 1 \text{ A} \end{aligned}$$

$$P = I^2 R ; IR = \frac{P}{I} \quad I = 10 \text{ A}$$

$$\epsilon = \eta J R = \frac{4\rho}{J} = \frac{4.3 \text{ A}}{1 \text{ A}} = 4.3$$

$$\begin{array}{r} 102 \\ + 99 \\ \hline 918 \\ + 918 \\ \hline 10098 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 51 \\ + 99 \\ \hline 149 \\ + 459 \\ \hline 5049 - 5000 = 49 \end{array}$$



касание с адиабатой:

адиабата: $\delta A = -dV$; $p dV = -\frac{5}{2} R dT$; $R dT = -\frac{2}{5} p dV$

м-к: $p dV + V dp = R dT = -\frac{2}{5} p dV$; $V dp = -\frac{7}{5} p dV$

$\frac{dp}{dV} = -\frac{7}{5} \frac{p}{V} = -\frac{p^2}{2V_0}$ $\frac{(150p_0 - \frac{p_0}{2V_0}V)}{V} = \frac{5p_0}{2V_0}$

$2 \cdot 100p_0 - 7V = 5V$; $2 \cdot 100V_0 = 12V$; $V = 175V_0$, касание

по формуле $I \text{ и } II$ $Q^+ = A + \Delta V = 200p_0V_0 + \frac{5}{2}(102 \cdot 99 - 100 \cdot 100)p_0V_0 = 445p_0V_0$

$\eta = \frac{200p_0V_0}{445p_0V_0} \approx 0,816$. Ответ: 82%

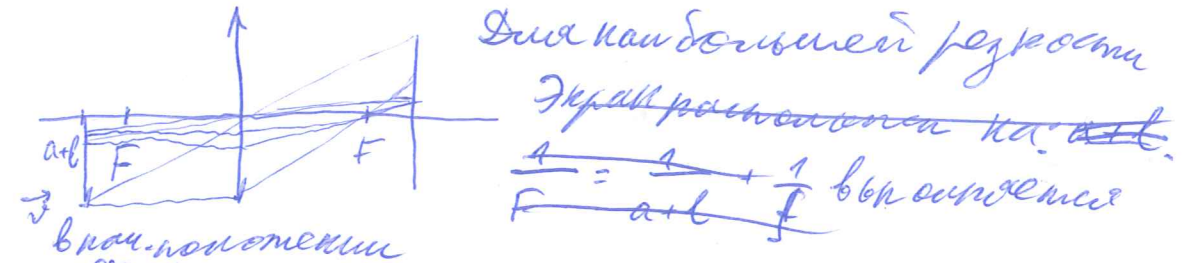
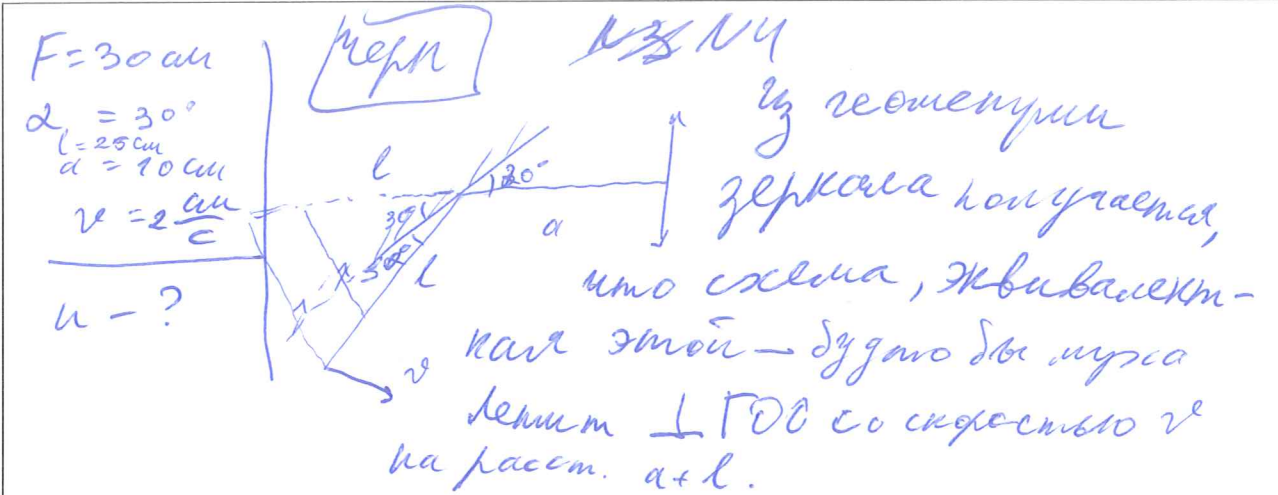
$\frac{40}{89} = \frac{40 \cdot 189}{89 \cdot 189}$

$\frac{40 \cdot 189}{89 \cdot 189} = \frac{7560}{16811}$

$C = CM = CN = C \frac{m}{m}$

$745 \cdot \frac{28}{1900} = \frac{3}{2} \cdot 8,3$

19,7



формула тонкой линзы: $\frac{1}{F} = \frac{1}{a+l} + \frac{1}{f}$

$f = \frac{F(a+l)}{(a+l)-F} = \frac{30 \cdot 25}{5} = 150 \text{ см}$

$\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{f}$ ~~формула~~ $\frac{1}{F} = \frac{1}{a+l} + \frac{1}{f}$ ~~формула~~ $\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{f}$

момент, когда луча на ГОО, вектор её скорости увеличивается в $\Gamma = \frac{f}{d}$ раз. В.к. $\vec{v} \perp \text{ГОО}$

$n = \Gamma v = \frac{f}{d} v = v \frac{F(a+l)}{(a+l)-F(a+l)} = v \frac{F}{a+l-F} = 2 \cdot \frac{30}{5} = 12 \frac{\text{см}}{\text{с}}$

$\frac{n}{v} = \frac{u'v - uv'}{v^2}$ Ответ: 12 $\frac{\text{см}}{\text{с}}$

$\Gamma' = \left(\frac{f}{d} \right)' = \frac{u'd - f v'}{d^2} = 0$; $u'd = f v'$

$\frac{200}{445} = \frac{40}{89}$ $n = \frac{f}{d} v = \frac{40}{89}$

см. дальше чертёж.

председателю апелляционной комиссии
олимпиады школьников «Ломоносов»
Дектору ИТУ им. М.В. Ломоносова
академику В.А. Садовничему
от участника заключительного этапа по
профессии «Физика»
Саввы Андертовича Ахтиянова
Апелляция

Прошу пересмотреть мой индивидуальный
предварительный результат заключительного этапа, а
именно 79 баллов, поскольку считаю, что

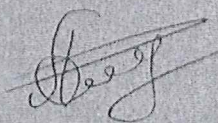
- 1) Второй закон Ньютона в векторной форме и декларируя ЗСН на Ох, все проекции реакции силы на Ох — 0 а проекции силы взаимодействия. Я нарисовал вект. $\vec{F}$ ^{интерактив} $\sin \alpha = \frac{mv_0}{Mgt} = \frac{m}{M} \frac{v_0}{gt}$, т.е. тот же самый ЗСН на Ох. Задача полностью верная. Считаю, необходимо засчитать 20/20.
- 3) Записать все необходимые физ. ур-ния (и законы):
• Закон Кирхгофа (ток)
• Закон Кирхгофа ($\mathcal{E} = 4IR = 5IR$); $i = \frac{1}{5}I$
• Уменьшение тока $\Delta I = 3I - 3i$
• Мощность $P = I^2 R$, куда всё подставлено.

Ошибаюсь лишь из-за неправильно решённой системы ур-ний, где я просто забыл коэф. 3 в ток (каждо было $I = \frac{5}{3} \Delta I$...). Затем эта ошибка перекочевала в конечную формулу, из-за чего ответ отлич. ровно в 3 раза. Считаю, что задача решена с точностью (все законы и ур-ния соотв.). Прошу поставить мне 19 баллов, т.к. если бы не 1 ошибка в системе, задача была бы решена на 20/20.

- 5) Моя задача решена стандартным методом. Выводил рассуждениями каждый электрон в отдельности, а я классиче. рассуждал, применяя закон Ампера. Также я использовал, что разность потенциалов — это работа по заряду, а работа — скалярное произв. силы, действ. на заряд и перемещение суммарного заряда (масса).
- Задача решена полностью верно, прошу засчитать 20/20.

Подтверждаю, что я ознакомлен с Положением об апелляциях на результаты олимпиады школьников «Ломоносов» и осознаю, что мой индивидуальный предварительный результат может быть изменён, в том числе в сторону уменьшения количества баллов.

07.03.2025

 Ахтиянов С.А.