



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 10 класс

Место проведения САМАРА
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов-2025
наименование олимпиады

ПО ФИЗИКЕ
профиль олимпиады

Унюшина Игната Андреевича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
«14» ФЕВРАЛЯ 2025 года

Подпись участника



745.28.10⁻³

$$\begin{array}{r} 745 \\ \times 28 \\ \hline 5960 \\ 5150 \\ \hline \end{array}$$

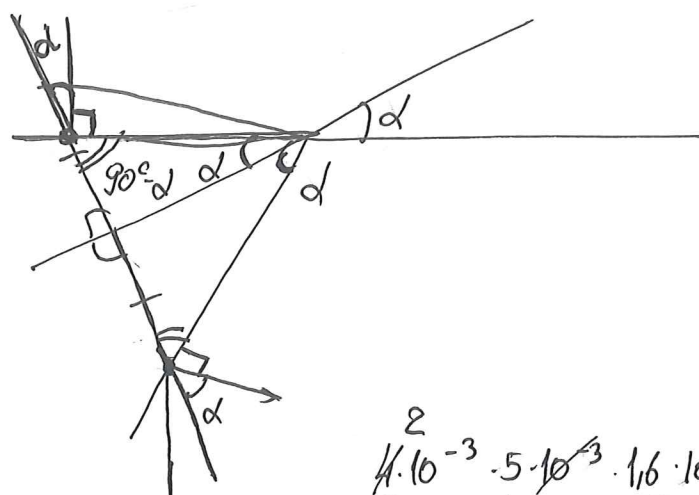
20,9

$$\begin{array}{r} 745 \\ \times 20 \\ \hline 14900 \\ + 5960 \\ \hline 20860 \end{array}$$

8,31.

$$\begin{array}{r} 831 \\ \times 25 \\ \hline 4155 \\ + 1662 \\ \hline 20775 \end{array}$$

$$\frac{40}{36} \div \frac{9}{4} = 0,4$$



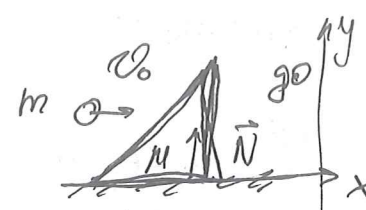
$$\frac{4 \cdot 10^{-3} \cdot 5 \cdot 10^{-3} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}{0,1 \cdot 8 \cdot 10^{-3}} =$$

$$= 20 \cdot 10^{-3} \cdot 5 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} = 10^{-22} \cdot 32 = 3,2 \cdot 10^{-24}$$

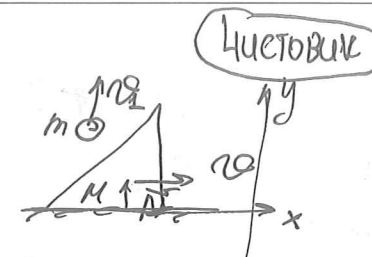
Черновик

59-86-01-61
(7.1)

1.1



поше



Чистовик

Внешние силы: $\vec{N}$, $m\vec{g}$, $m\vec{g}$, имеют проекции на OX

$$\Rightarrow p_x = \text{const}; \quad m v_0 = m v$$

$$\text{ЗЗЗ:} \quad \left[\frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v^2}{2} + \frac{m v_1^2}{2} \right]$$

$$v = \frac{m}{M} v_0$$

$$m v_0^2 = \frac{m^2}{M} v_0^2 + m v_1^2$$

$(1 - \frac{m}{M}) v_0^2 = v_1^2$ - скорость сразу после соударения

Наибольшая точка при $v_y = 0$

$$v_y = 0 = v_1 - g t \Rightarrow t = \frac{v_1}{g}$$

$$S = v t = \frac{v v_1}{g} = \frac{m}{M} \sqrt{1 - \frac{m}{M}} \frac{v_0^2}{g} = 0,36 \sqrt{1 - 0,36} \frac{25}{10} \text{ м} = 0,36 \cdot 0,8 \cdot \frac{25}{10} \text{ м} = 0,36 \cdot 0,8 \cdot \frac{5}{2} = 0,36 \cdot \frac{4}{2} = 0,36 \cdot 2 = 0,72 \text{ м}$$

(Значение)

а значит

1 2 3 4 5 20 18 20 12 90

Сколько
констант

или
констант

Констант

(1.2)

$$n=0,02$$

$$k=-0,01$$

$$\eta=?$$

$$d(pV) = d(nRT) \quad | : nRT$$

$$\frac{dp}{p} + \frac{dV}{V} = \frac{dT}{T} \Rightarrow \frac{dp}{p} + \frac{dV}{V} = \frac{dT}{T} \quad \text{при } \Delta p \ll p, \Delta V \ll V, \Delta T \ll T$$

это условие выполняется

$k+k=0$; G - кон. Изменения температуры

$$\Delta Q = \Delta A + c_v \Delta T; \Delta A = p \Delta V \quad (\text{все это малые величины})$$

$$\Delta Q = \Delta A + c_v \Delta T$$

$$\frac{\Delta Q}{\Delta A} = 1 + \frac{c_v \Delta T}{p \Delta V} = \frac{1}{\eta}$$

$$\frac{p \Delta V}{p \Delta V} = \frac{p \Delta V}{p \Delta V} \quad (\text{дифференцирование}) \quad | : nRT$$

$$p \Delta V = p \Delta V + V \Delta p \quad (\text{дифференцирование})$$

$$\frac{c_v}{R} p \Delta V = \frac{c_v}{R} (p \Delta V + V \Delta p)$$

$$\frac{1}{\eta} = 1 + \frac{c_v (p \Delta V + V \Delta p)}{p \Delta V} = 1 + \frac{c_v \left(\frac{\Delta V}{V} + \frac{\Delta p}{p} \right)}{\frac{\Delta V}{V}} =$$

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

$$\eta = \frac{1}{1 + \frac{c_v (n+k)}{n}}$$

c_v - молярная теплоемкость,
а дана удельная c_v

$$c_{v,m} = c_v \Rightarrow c_v = c_{v,m}$$

$$\eta = \frac{1}{1 + \frac{c_{v,m} (n+k)}{n}} = \frac{1}{1 + \frac{745 \cdot 28 \cdot 10^{-3} \cdot 0,01}{8,31 \cdot 0,02}} =$$

Как создают электроны проводимости

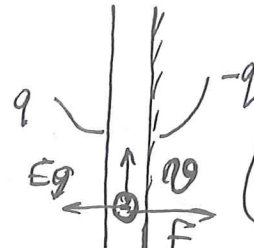
$$I = \frac{q}{t} = \frac{q}{t} = \frac{q}{t}$$

$I = \frac{q}{t}$

(Я не знаю, что такое электроны проводимости, т.к. полупроводники ещё не проходились, как и э. маг. (по программе 8-го олимпиады!))

1.5) Пластина изначально электрически нейтральная Чистовик

Заряды на краях
Электрические поля позволяют зарядам двигаться прямо или столк. с краями



$F = Bvq$
 $F_{\text{эл}} = Eq$

$\vec{E} = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$
 $\sigma = \frac{q}{S}$

Граничная краевая электрическая
 $Bv = \frac{\sigma}{\epsilon_0} \Rightarrow v = \frac{\sigma}{\epsilon_0 B}$

Вольтметр показывает разность потенциалов между пластинами
 $U = Ed$

$q = I t$
 $U = \frac{q}{C} = \frac{I t}{C}$
 $I = \frac{U}{R} \Rightarrow U = \frac{I t}{C} \Rightarrow t = \frac{U C}{I}$

$\begin{cases} B \frac{I l}{e} = \frac{\sigma}{\epsilon_0} E \\ E d = U \end{cases}$
 $E = \frac{U}{d} = \frac{B I l}{e}$
 $U = \frac{B I l d}{e}$
 $U d = \frac{B I l d^2}{e} = \frac{B I V}{e}$

$V = \frac{U d e}{B I}$ - объем пластины
 $V = \frac{4 \cdot 10^{-3} \cdot 5 \cdot 10^{-3} \cdot 1.6 \cdot 10^{-19}}{8 \cdot 10^{-3} \cdot 0.1} = 3.2 \cdot 10^{-23} \text{ м}^3$

$U = \frac{U d e}{B I} = \frac{4 \cdot 10^{-3} \cdot 5 \cdot 10^{-3} \cdot 1.6 \cdot 10^{-19}}{8 \cdot 10^{-3} \cdot 0.1} = 3.2 \cdot 10^{-23} \text{ В}$

59-86-01-61
(7.1)

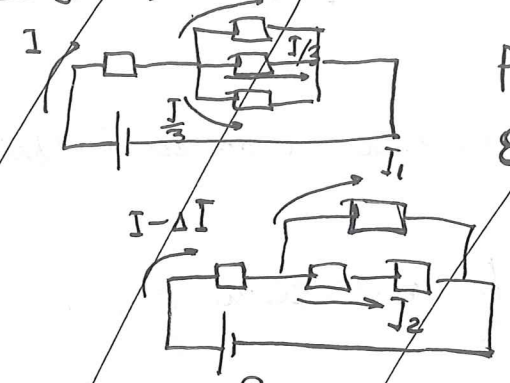
4.2 (продолжение)

$\frac{1}{1 + \frac{1}{2} \cdot \frac{745 \cdot 28}{831}} = \frac{1}{1 + \frac{1}{2} \cdot \frac{745}{831} \cdot 28} = \frac{1}{1 + 1.4 \cdot \frac{745}{831}} \approx 0.44$

$\frac{1}{1 + \frac{5}{2} \cdot \frac{0.1}{0.2}} = \frac{1}{1 + \frac{5}{4}} = \frac{1}{\frac{9}{4}} = \frac{4}{9} \approx 0.44$

ЧЕРНОВИК

1.3



$P = \left(\frac{I}{3}\right)^2 R = \frac{I^2 R}{9}$
 $\mathcal{E} = IR + \frac{I}{3} R = \frac{4}{3} IR$
 $I_1 R = 2 I_2 R \Rightarrow I_2 = \frac{I_1}{2} = \frac{1}{3} (I - I_1)$
 $I_1 = \frac{2}{3} (I - I_1)$
 $\mathcal{E} = (I - I_1) R + \frac{2}{3} (I - I_1) R$

$\begin{cases} P = \frac{I^2 R}{9} & (1) \\ \mathcal{E} = \frac{5}{3} (I - I_1) R & (2) \\ \mathcal{E} = \frac{4}{3} IR & (3) \end{cases}$

$\frac{(1)}{(3)} \Rightarrow \frac{P}{\mathcal{E}} = \frac{4 \cdot 3 I}{4 \cdot 9} = \frac{I}{3}$
 $\frac{P}{\mathcal{E}} = \frac{I}{12} \Rightarrow I = \frac{12 P}{\mathcal{E}}$

$R = \frac{3 \mathcal{E}}{5(I - I_1)}$
 $(3) \div \mathcal{E} = \frac{4}{3} \cdot \frac{12 P}{\mathcal{E}} \cdot \frac{3 \mathcal{E}}{5(I - I_1)} = \frac{48 P}{5(I - I_1)}$

ЧЕРНОВИК

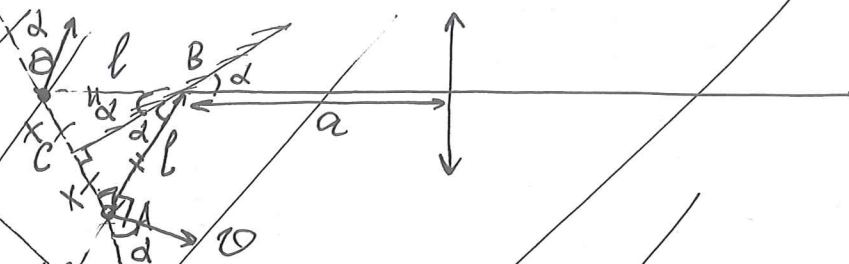
1/3 (продолжение)

$$\varepsilon \left(\frac{12P}{\varepsilon} - \Delta I \right) = 9,6P$$

$$12P - \varepsilon \Delta I = 9,6P$$

$$\varepsilon \Delta I = 2,4P \Rightarrow \varepsilon = \frac{2,4P}{\Delta I} = \frac{2,4 \cdot 30}{2} B = 30 \cdot 1,2 B = 36B$$

1.4

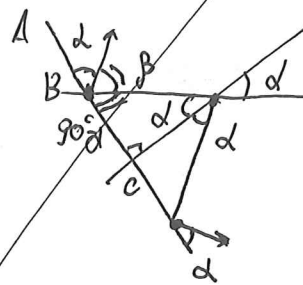


1) Найдя, где изображение мухи ТОЛЬКО В ЗЕРКАЛЕ

$B \triangle ABC \triangle ABA$ D - пересечение AOO с $\perp$ к зеркалу

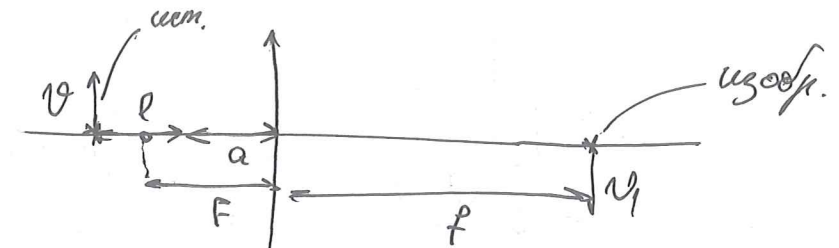
$\angle DBC = \angle CBA$, BC - высота к бис. $AO \Rightarrow \triangle DBA \text{ и } \triangle CBA \Rightarrow DC = AC \Rightarrow$ изображение A в зеркале это D.

2) П.к. зеркало не движется, а муха движется с той же скоростью, определю угол из соотношения симметрии



$\angle ABC$ - развёрнутый
 $\beta + \alpha + 90^\circ - \alpha = 180^\circ \Rightarrow \beta = 90^\circ$
 т.е. муха движется $\perp$ GOO

3) Второе изображение. Резкость наибольшая $\Rightarrow$ изображение ровно на Δ



Формула тонкой линзы

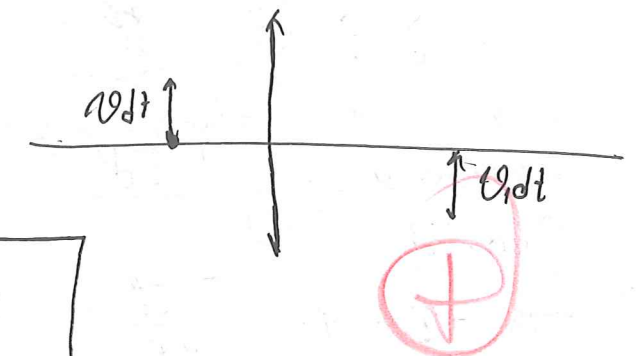
$$\frac{1}{F} = \frac{1}{a+l} + \frac{1}{f} \Rightarrow f = \frac{a+l-F}{F} = \frac{F(a+l)}{a+l-F}$$

$$\text{Увеличение } \Gamma = \frac{H}{h} = \frac{f}{d} = \frac{F}{a+l-F} = \frac{30}{5} = 6$$

Пусть пройдёт dt .

$$\frac{H}{h} = \frac{v_1 dt}{v_2 dt} = \Gamma = 6$$

$$v_1 = 6 v_2 = 12 \text{ см/с}$$



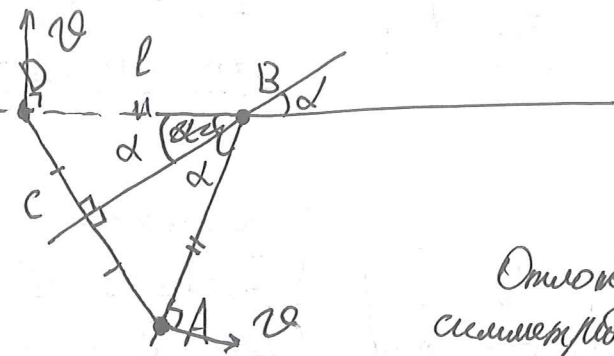
(1.4)

1) Изображение в зеркале

Что Bulk

$$\begin{aligned} \alpha &= 30^\circ \\ a &= 10 \text{ cm} \\ F &= 30 \text{ cm} \\ l &= 25 \text{ cm} \\ v &= 2 \text{ cm/s} \end{aligned}$$

$$v_L = ?$$



Отношу № D,
сильнейшую зернову.

Итак изогл. BC - серед. перпенд. DA $\Rightarrow$
 $\Rightarrow DB = AB$

BC — и медиана, и дуга $\angle B$ $\triangle DBA \Rightarrow$
 $\Rightarrow \angle DBC = \alpha$. Так как угол между CO и BC
 больше α , а $B \in CO \Rightarrow DB \subset CO \Rightarrow D$ лежит
 на CO

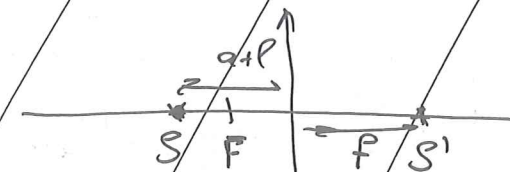
2) Скорость изображения в зеркале

Скорость изобр. та же, что и у источника, т.к. зеркало покоится. При этом направление симметрично отн. ВС. BD — изображение AB в зеркале $\Rightarrow$ угол ск. ист. с AB тот же, что и угол DB с ск. изобр. (симметрия отсчетов $\varphi_{ист} AB$ и $\varphi_{изобр} DB$) $\Rightarrow$ угол $\varphi_{изобр}$ с DB — прямой

59-86-01-61

7.1)

3) Изобр. мужч. в зеркале будет давать ~~на~~ через линзу нужное нам изображение



Р Формула мощи мизот

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

$$\frac{a+l-F}{F(a+l)} = \frac{l}{p} \Rightarrow p = \frac{F(a+l)}{a+l-F}$$

Увеличение длины $\Gamma = \frac{f}{d+l} = \frac{F}{d+l-F} = \frac{30}{5} = 6$

Пусть муха полетит вверх на $\Gamma \Delta x_1 x_1 = \Delta x_1$

$$\Delta x_1 = \sqrt{\Delta x} / 1 : \Delta t$$

$$\left| \frac{\Delta x_1}{\Delta t} = v_1 = 129 = 12 \text{ cm/s} \right|$$

4ЕРНОВИ

(1.2)

$$\begin{aligned} n &= 0,02 \\ k &= 0,01 \\ C_v &= 745 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{град}} \\ \mu &= 28 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}} \\ R &= 8,3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \end{aligned}$$

$\eta = ?$

ПЕРВОЕ НАЧАЛО $T \Delta$

$$\Delta Q = A + C_v V \Delta T$$

При $\Delta V \ll V$ (в нашей ситуации)

$A = p \Delta V$. Менг. - Кинетическая

$$pV = \nu R T$$

$$(p + \Delta p)(V + \Delta V) = \nu R (\Delta T + T)$$

$$\Delta p \Delta V + p \Delta V + V \Delta p = \nu R \Delta T$$

$$\Delta p \Delta V \ll p \Delta V, V \Delta p$$

$$\nu R \Delta T = p \Delta V + V \Delta p$$

$$C_v V \Delta T = \frac{C_v}{R} (p \Delta V + V \Delta p)$$

$$\Delta Q = p \Delta V + \frac{C_v}{R} (p \Delta V + V \Delta p) \quad | : A$$

$$\frac{1}{\eta} = 1 + \frac{C_v/R (p \Delta V + V \Delta p)}{p \Delta V} = 1 + \frac{C_v/R (\frac{\Delta V}{V} + \frac{\Delta p}{p})}{\frac{\Delta V}{V}}$$

$$= 1 + \frac{C_v/R (n - k)}{n} = \frac{C_v/R (n - k)}{n} + 1 = \frac{C_v/R (n - k)}{n} + 1$$

$$\eta = \frac{n}{n(C_v/R + 1) - C_v/k} \quad , \text{ однако } C_v \text{ это мол. теплоёмкость}$$

$$C_v V = C_v \mu \nu \Rightarrow C_v = C_v \mu$$

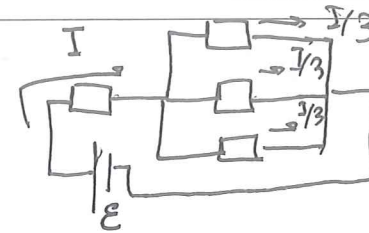
$$\frac{C_v}{R} = \frac{C_v \mu}{R} = \frac{745 \cdot 28 \cdot 10^{-3}}{8,31} = \frac{745 \cdot 2,8}{8,31} =$$

$$= 2,8 \cdot \frac{745}{831} \approx 2,5$$

$$\eta = \frac{2}{2 \cdot \frac{7}{2} - \frac{5}{2} \cdot 1} = \frac{2}{7 - 2,5} = \frac{2}{4,5} = \frac{4}{9} \approx 0,44$$

Чистовик

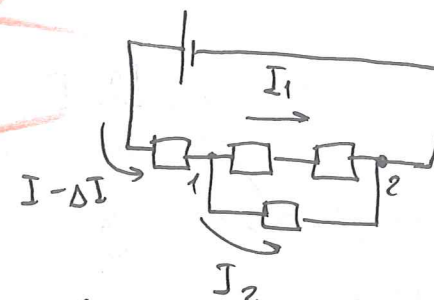
(1.3)



$$P = (I/3)^2 R_4 = \frac{I^2 R}{9}$$

$$\mathcal{E} = I R_1 + \frac{I}{3} R_4 = \frac{4}{3} I R$$

Чистовик



$$\begin{cases} I_1 + I_2 = I - \Delta I \\ U_{12} = 2 I_1 R = I_2 R \end{cases} \Rightarrow I_1 = \frac{1}{3} (I - \Delta I) ; I_2 = \frac{2}{3} (I - \Delta I)$$

$$\mathcal{E} = (I - \Delta I) R_1 + \frac{2}{3} (I - \Delta I) R_2 = \frac{5}{3} (I - \Delta I) R$$

Умножая су

$$\begin{cases} \mathcal{E} = \frac{5}{3} (I - \Delta I) R & (1) \\ \mathcal{E} = \frac{4}{3} I R & (2) \\ P = \frac{I^2 R}{9} & (3) \end{cases} \quad \begin{matrix} (3) \\ (2) \end{matrix} \quad \frac{P}{\mathcal{E}} = \frac{3}{9 \cdot 4} I = \frac{1}{12} I$$

$$(1) \quad \mathcal{E} = \frac{5}{3} \left(\frac{12P}{\mathcal{E}} - \Delta I \right) R \Rightarrow R = \frac{3 \mathcal{E}}{5(12P/\mathcal{E} - \Delta I)}$$

$$(2) \quad \mathcal{E} = \frac{4}{3} \cdot 12 \frac{P}{\mathcal{E}} \cdot \frac{3}{5(12P/\mathcal{E} - \Delta I)}$$

$$5 \mathcal{E} (12P/\mathcal{E} - \Delta I) = 48P$$

$$60P - 5 \mathcal{E} \Delta I = 48P \Rightarrow 12P = 5 \mathcal{E} \Delta I \Rightarrow \mathcal{E} = \frac{12P}{5 \Delta I} = \frac{12 \cdot 30}{10} \text{ В} = 36 \text{ В}$$