



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант №1

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Каренко Вадислав Олегович
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Санит. выход: 13:49 – 13:51 У

Дата
«14» февраля 2025 года

Подпись участника
Каренский

79-55-37-27
(4.2)

Задача 1.2.

$$\eta = ?$$

$$n = 2\%$$

$$k = 1\%$$

$$M(N_2) = 28 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$$

$$C_v = 745 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$

$$R = 8,3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$

Первое начало термодинамики:
(в интегральном виде)

$$Q = \Delta U + A$$

~~Но выражение для работы не дано!~~

$$\frac{Q}{\nu} = m \cdot \Delta T$$

Запишем изменение внутр. энергии газа:

$$\Delta U = \frac{i}{2} \nu R \Delta T$$

Так как элементарная работа $\delta A = p dV$, считая
что $\delta p \ll p$, $A = p \Delta V$ Запишем закон Менделеева-Клапейрона
для начального и конечного состояний

$$pV = \nu RT; \quad p' \cdot V' = \nu R(T + \Delta T)$$

~~$$p' = (1 - \frac{k}{100}) p$$~~

$$p' = (1 - \frac{k}{100}) p = 0.99p$$

$$V' = (1 + \frac{n}{100}) V = 1.02V$$

$$(1.02 \cdot 0.99 - 1) pV = \nu R \Delta T$$

$$A = p \Delta V = p(1.02V - 1 \cdot V) = 0.02pV \quad (+)$$

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

Рассмотрим циклический процесс

мисовик СТР. 1

Потанан
а дугу
Важно! Проверить
цифры

N		(взвешено)	
1	2	3	4
20	20	20	20
15	15	15	15

т.к. $\Delta V = 0$, то и $A = 0$,
 таким образом $Q' = \Delta U'$

$$\left. \begin{aligned} Q' &= c_v \cdot m \cdot \Delta T \\ \Delta U' &= \frac{i}{2} \gamma R \Delta T = \Delta U \end{aligned} \right\} \Rightarrow \Delta U = c_v \cdot m \cdot \Delta T$$

$$\eta = \frac{0.02 pV}{c_v \cdot m \cdot \Delta T + 0.02 pV}$$

$$\Delta T = (1.02 \cdot 0.99 - 1) \frac{pV}{\gamma R}$$

$$m = \gamma \cdot \mu(N_2)$$

$$\eta = \frac{0.02 pV}{\frac{c_v \gamma \mu(N_2) pV}{\gamma R} (1.02 \cdot 0.99 - 1) + 0.02 pV}$$

$$\eta = \frac{0.02}{\frac{c_v \mu(N_2)}{R} (1.02 \cdot 0.99 - 1) + 0.02} =$$

$$= \frac{0.02}{\frac{745 \cdot 28 \cdot 10^{-3}}{8.3} \cdot 0.0098 + 0.02} =$$

$$= \frac{0.02}{\frac{745 \cdot 28 \cdot 99 \cdot 10^{-7}}{8.3} + 0.02} \approx \frac{0.02}{1.25 + 1} =$$

$$\approx 45\%$$

Ответ: 45% ⊕

Решена

мстобек стр. 2

79-55-37-27
(4.2)

Задача 13.

решено

$$\begin{array}{l} \mathcal{E} = ? \\ P = 30 \text{ Вт} \\ \Delta I = 2 \text{ А} \end{array}$$

Общая сила тока:

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_3} \quad (\text{по закону Ома})$$

$$\text{в 1 случае } R_3 = R + \frac{1}{\frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R}} = \frac{4}{3}R +$$

в 2 случае

$$R_3 = R + \frac{R \cdot 2R}{3R} = \frac{5}{3}R +$$

Мощность P на R_4 (по закону Джоуля-Ленца)

$$P = U_4 I_4 = I_4^2 R_4 = \frac{I_4^2}{9} R_3$$

$$R = \frac{9P}{I_4^2}$$

$$I = \frac{\mathcal{E}}{\frac{4}{3}R} = \frac{\mathcal{E} I^2}{12P} \Rightarrow I = \frac{12P}{\mathcal{E}}$$

$$\mathcal{E} = (I - \Delta I) \cdot \frac{5}{3}R = \left(\frac{12P}{\mathcal{E}} - \Delta I \right) \frac{5}{3} \cdot \frac{9P \cdot \mathcal{E}^2}{144P^2}$$

$$1 = \frac{5}{3} \cdot \frac{9\mathcal{E}}{144P} \left(\frac{12P}{\mathcal{E}} - \Delta I \right)$$

$$1 = \frac{5 \cdot 9 \cdot 12}{3 \cdot 144} - \frac{5}{3} \cdot \frac{9}{144} \frac{\mathcal{E} \Delta I}{P}$$

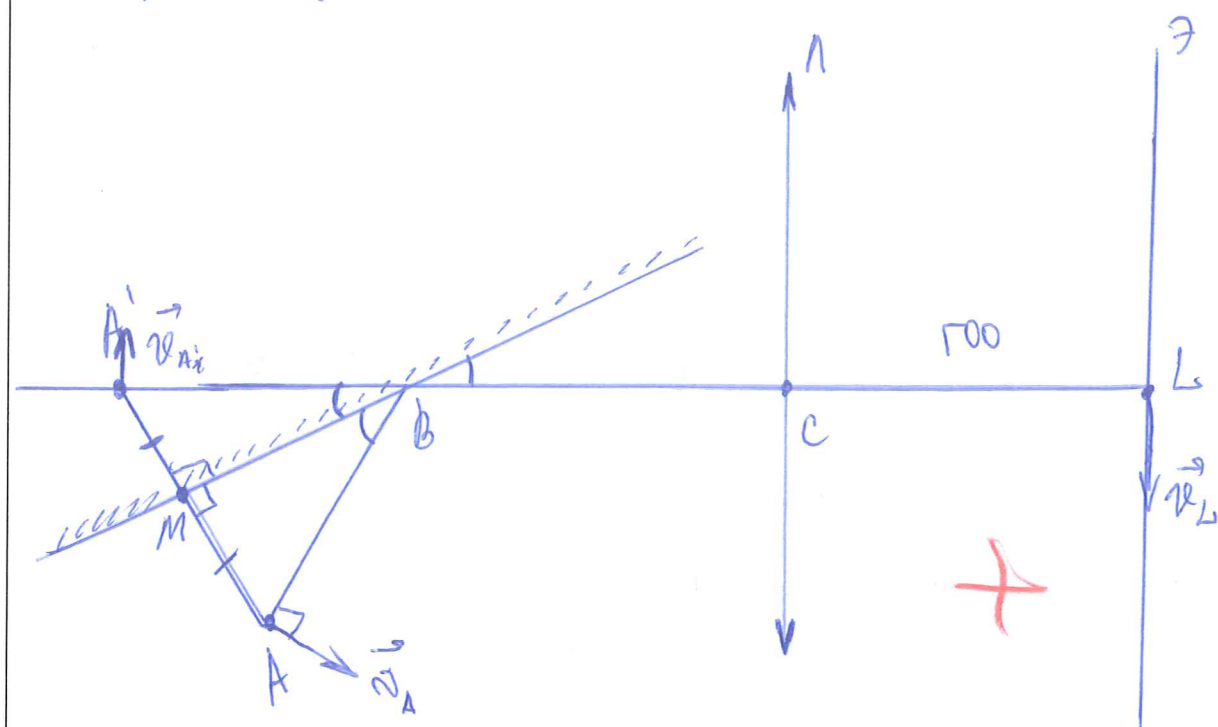
$$1 = 1.25 - \frac{5}{48} \frac{\mathcal{E} \Delta I}{P}$$

$$\mathcal{E} = 2.4 \frac{P}{\Delta I} = 36 \text{ (В)} +$$

Ответ: 36 В
используем стр. 3

Задача 14

Построим изображение лучи в зеркале



т.к. $AM = A'M$, $\angle AMB = \angle A'MB = 90^\circ$, $\triangle AMB \cong \triangle A'MB \Rightarrow \angle ABM = \angle A'BM = \alpha$, то A' на $\Gamma_{00} \Rightarrow A'B = AB = l$

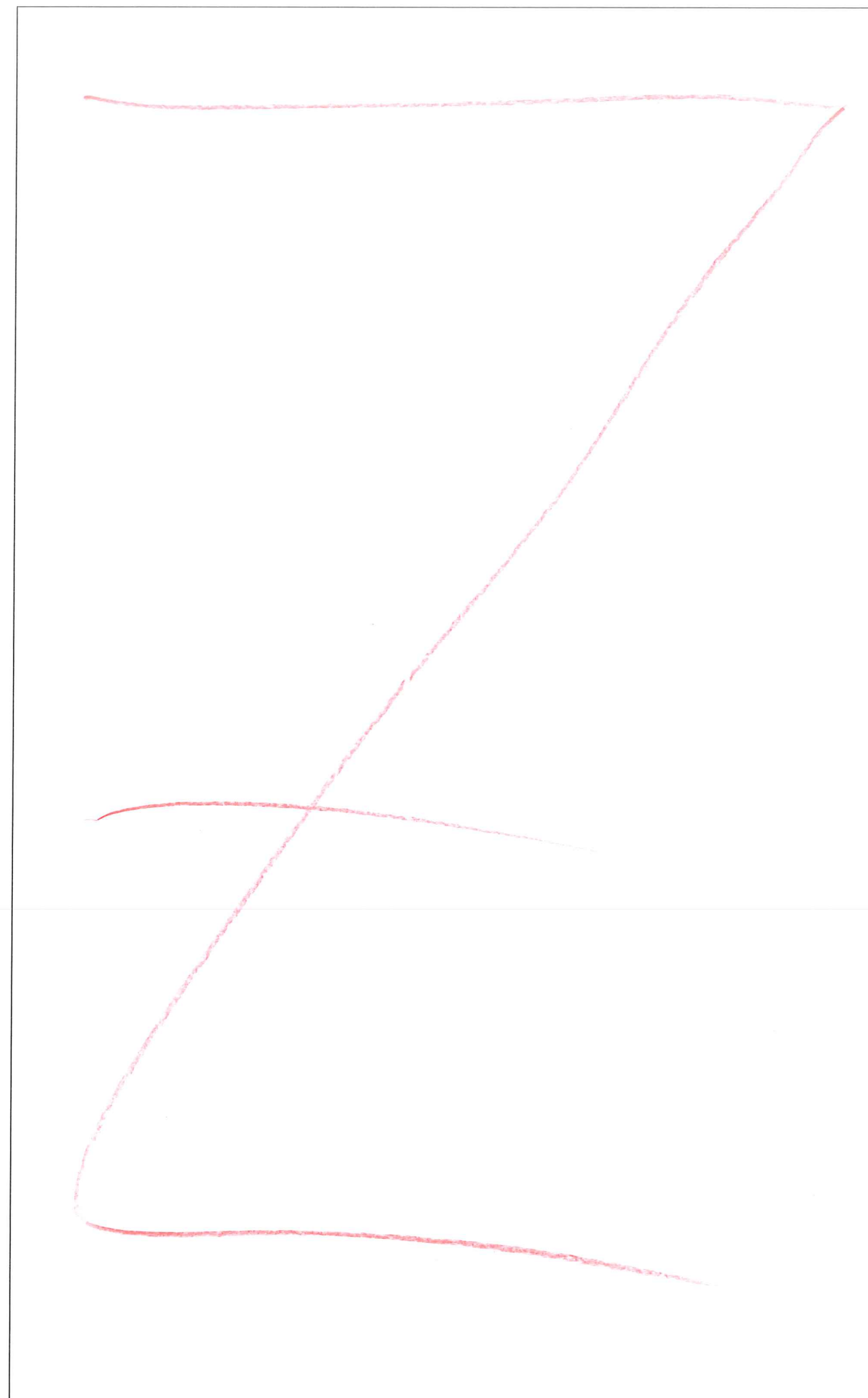
$$\vec{v}_A \perp AB \Rightarrow \vec{v}_{A'} \perp A'B$$

Изображение A' в линзе будет лежать на Γ_{00} . Так как экран ставится в положение макс. резкости, то изображение будет на эк в линзе будет в плоскости экрана. Пусть L - изображение A' в линзе.

Понятно, что $|\vec{v}_A| = |\vec{v}_{A'}|$, $\vec{v}_{A'} \updownarrow \vec{v}_L$,

$$\text{а модуль } \frac{|\vec{v}_{A'}|}{|\vec{v}_L|} = \frac{AC}{LC} \text{ из подобия}$$

систем стр.ч



$$\cancel{v_L = \frac{A'C}{LC} v} \quad v_L = \frac{LC}{A'C} v$$

$$A'C = l + a$$

LC найдем из формулы тонкой линзы

$$\frac{1}{A'C} + \frac{1}{LC} = \frac{1}{F} \quad +$$

$$LC = \frac{1}{\frac{1}{F} - \frac{1}{A'C}} = \frac{(l+a)F}{l+a-F}$$

$$\cancel{v_L = \frac{(l+a)(l+a-F)}{(l+a)F} v = \frac{l+a-F}{F} v = \left(\frac{l+a}{F} - 1\right) v =}$$

$$\cancel{= \left(\frac{35}{30} - 1\right) \cdot 2 \frac{\text{см}}{\text{с}} = \frac{2}{6} \frac{\text{см}}{\text{с}} = 0.33 \frac{\text{см}}{\text{с}}}$$

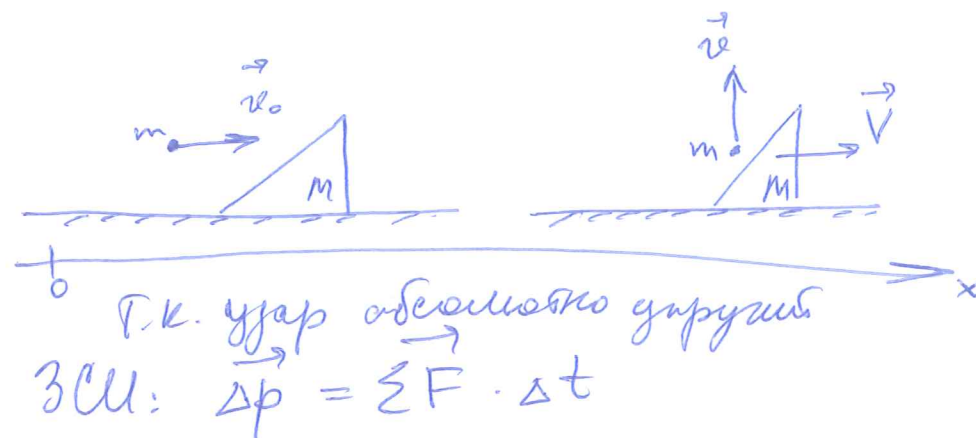
$$\star v_L = \frac{(l+a)F}{(l+a)(l+a-F)} v = \frac{F}{l+a-F} v = \frac{30}{5} \cdot 2 \frac{\text{см}}{\text{с}} =$$

$$= 12 \left(\frac{\text{см}}{\text{с}}\right)$$

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

Верно

Задача 1.1.



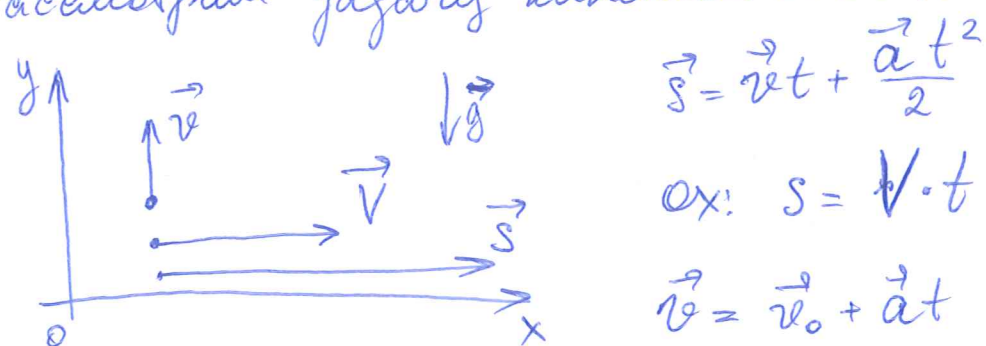
$$\text{Ох: } \Delta p_x = 0 \Rightarrow p_{\text{до}} = p_{\text{кон}}$$

$$m v_0 = M \cdot V \Rightarrow V = \frac{m}{M} v_0$$

$$\text{ЗСЭ: } \frac{m v_0^2}{2} = \frac{M V^2}{2} + \frac{m v^2}{2}$$

$$v = v_0 \cdot \sqrt{1 - \frac{m}{M}}$$

Рассмотрим задачу кинематически:



$$\text{Ох: } s = V \cdot t$$

$$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t$$

$$\text{Оу: } 0 = v - gt$$

в высшей точке $v_{\text{полюс}} = 0$

$$t = \frac{v}{g}$$

$$s = \frac{m}{M} v_0 \cdot \frac{v_0 \sqrt{1 - \frac{m}{M}}}{g} = \frac{362}{1002} \cdot \frac{5.5 \sqrt{1 - \frac{362}{1002}}}{10} =$$

$$= \frac{36 \cdot 25 \cdot 0.8}{1000} = 0.72 \text{ (м)} +$$

Ответ: 0.72 м
источник стр. 6

Задача 15

$$n = \frac{\sigma}{e}, \text{ где } \sigma - \text{концентрация зарядов}$$

Найдём $\sigma = \frac{I \cdot B}{u \cdot b}$, таким образом ~~НЕ обосновано~~

$$n = \frac{IB}{ue}$$

Подставим в СМ

$$n = \frac{1 \cdot 10^{-3} \cdot 1 \cdot 10^{-1}}{4 \cdot 10^{-3} \cdot 5 \cdot 10^{-3} \cdot 1.6 \cdot 10^{-19} \cdot 0.2} = \frac{1}{4} \cdot 10^{21} \text{ м}^{-3} =$$

$$= 2.5 \cdot 10^{20} \text{ м}^{-3} = 2.5 \cdot 10^{14} \text{ см}^{-3}$$

Ответ: $2.5 \cdot 10^{14} \text{ см}^{-3}$

источник стр. 7