



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 03

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Тодорест
наименование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Колосова Юлия Ивановна
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
«12» Апреля 2025 года

Подпись участника
Kel

92-71-20-57
(154.1)

на 16 декабря 1991

6	10	5	10	15	0	3	53
1	2	3	4	5	6	7	8

Гарантия
прибор. Апп. - 100%

Решение:
 $V_1 = V_2$
 $V_1 = \text{const}$
 $V_2 = \text{const}$
 $M = M_2$
 $m_1 = 0,02 \text{ кг}$
 $b_1 = 25^\circ \text{C}$
 $m_2 = 0,025 \text{ кг}$
 $b_2 = 53^\circ \text{C}$
 $\frac{P_2}{P_1} = ?$

Черновик

$$PV = JRT$$

$$\frac{P_2 V_2}{P_1 V_1} = \frac{J_2 R T_2}{J_1 R T_1} \quad J = \frac{m}{M}$$

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{J_2 T_2}{J_1 T_1} \quad \frac{P_2}{P_1} = \frac{\frac{m_2}{M} T_2}{\frac{m_1}{M} T_1} = \frac{m_2 T_2}{m_1 T_1}$$

$$T_1 = 273 + 25 = 300 \text{ K}$$

$$T_2 = 273 + 53 = 326 \text{ K}$$

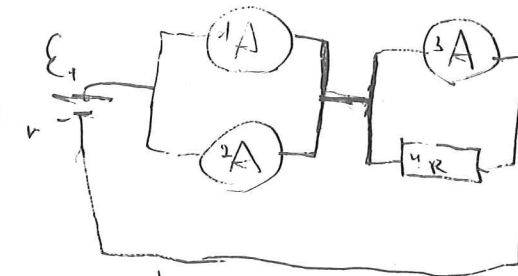
$$\frac{P_2}{P_1} \cdot 100\% =$$

$$= \frac{0,025 \cdot 326}{0,02 \cdot 300} = \frac{8,15}{6} = 1,358$$

$$(1 - 1,358) \cdot 100\% = -35,8\%$$

Охлаждение на 35,8% от нач.

Решение:



$$R_0 = R_1 + R_2 + R_3$$

$$\frac{1}{R_0} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

$$\frac{1}{R_{12}} = \frac{1}{2 \text{ мОм}} + \frac{1}{3 \text{ мОм}} = \frac{5}{6 \text{ мОм}}$$

$$R_{12} = \frac{6}{5} \text{ мОм}$$

$$\frac{1}{R_{24}} = \frac{1}{1 \text{ мОм}} + \frac{1}{100 \text{ мОм}} = \frac{1}{1,1 \text{ мОм}} + \frac{1}{100 \text{ мОм}} = \frac{10^3}{1,1} + \frac{1}{100}$$

$$R_{24} = \frac{1,1}{10^3 + 1} \approx 0,0011 \text{ Ом}$$

$$R_{02} = \frac{6}{5} \text{ мОм} + \frac{100}{10^3 + 1} \text{ Ом} = 1,2 \text{ мОм} + \frac{100}{10^3 + 1} \text{ Ом} = 2,0012 \text{ Ом} + 0,0001 \text{ Ом} \approx 2,0013 \text{ Ом}$$

См. Р56

Черновик

$$\vec{F} = -\frac{\Delta m}{\Delta t} \vec{v} = -\vec{v}$$

$$q = \frac{\Delta m}{\Delta t}$$

$$0,01m$$

$$t=10c$$

$$g \approx 10m/c^2$$

$$F = mg$$

$$-q \vec{v} = mg$$

$$-\frac{0,01m}{t} \vec{v} = mg$$

$$-\frac{0,01}{t} \vec{v} = g$$

$$\vec{v} = -\frac{g t}{0,01}$$

$$\vec{v} = +\frac{g t}{0,01}$$

$$\vec{v} = +\frac{10 \cdot 10}{0,01} = \frac{100}{0,01} = 10000 m/c$$

$$F = \frac{t}{N}$$

$$N = 5000c$$

$$t = 10 m/c$$

$$g \approx 10 m/c^2$$

$$t = ?$$

$$t = 10 m/c$$

$$t = 10 m/c$$

$$t = 10 m/c$$

$$t = 10 m/c$$

$$t = 10 m/c$$

$$t = 10 m/c$$

$$t = 10 m/c$$

$$t = 10 m/c$$

$$t = 10 m/c$$

$$t = 10 m/c$$

$$t = 10 m/c$$

$$t = 10 m/c$$

$$t = 10 m/c$$

$$t = 10 m/c$$

$$t = 10 m/c$$

$$t = 10 m/c$$



$$F = G \cdot \frac{m \cdot M}{R^2}$$

$$F = mg$$

$$g = \frac{GM}{R^2}$$

$$F = mg$$

$$F = mg$$

$$F = mg$$

$$F = mg$$

$$F = mg$$

$$F = mg$$

$$F = mg$$

$$F = mg$$

$$F = mg$$

$$F = mg$$

$$F = mg$$

$$F = mg$$

$$F = mg$$

$$F = mg$$

$$F = mg$$

$$F = mg$$

$$g = \frac{0,5m}{t}$$

$$F = -\frac{0,5m}{t} \cdot \vec{v}$$

$$\vec{v} = \frac{2\pi R \cdot N}{t}$$

$$\vec{v} = \frac{2\pi R \cdot N}{t}$$

$$\vec{v} = \frac{2\pi R \cdot N}{t}$$

$$\vec{v} = \frac{2\pi R \cdot N}{t}$$

$$\vec{v} = \frac{2\pi R \cdot N}{t}$$

$$\vec{v} = \frac{2\pi R \cdot N}{t}$$

$$\vec{v} = \frac{2\pi R \cdot N}{t}$$

92-71-20-57
(154.1)

Черновик

$$T(m) = \frac{p_0}{4} \cdot \left(1 + 3 \frac{m_0^2}{m^2}\right)$$

$$M_0 = 29.1 \cdot 10^3$$

$$m_0 = 1 \text{ м}$$

$$m_1 = 3 \text{ км}$$

$$p_0 = 2200 \text{ кПа}$$

$$PV = \nu RT$$

$$\nu = \frac{m}{M} = \frac{N}{N_A}$$

$$V = \text{const}$$

$$p_0 V = m_0 k T_0$$

$$T_0 = \frac{p_0 V}{m_0 R} = \frac{p_0 V}{m_0 R} = \frac{p_0}{\rho_0 R}$$

$$p = \frac{\nu R T}{V}$$

забываем про T и p

$$598.25$$

$$598.25$$

$$M_0 = 0.0029$$

$$M_0 = 29.1 \cdot 10^3$$

$$\frac{3}{4} + \frac{3}{4} = \frac{3}{2} = \frac{3}{2} \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{3}{2\sqrt{3}}$$

$$p_{m1} = \frac{20000}{0.0029} \cdot \left(\frac{3}{4.1} + \frac{3.1}{4.5}\right) p_{m1} = \frac{m_1}{M} \cdot R \cdot \frac{p_0}{4 m_0 R} \cdot \left(1 + 3 \frac{m_0^2}{m_1^2}\right)$$



при $m \rightarrow 0$ $p \rightarrow \infty$

$$p'_{m1} = \frac{p_0}{4 m_0 M} - \frac{3 m_0^2 p_0}{4 m_0 M \cdot m^3} = 0$$

$$\frac{p_0}{4 m_0 M} - \frac{3 m_0^2 p_0}{4 m_0 M \cdot m^3} = 0$$

$$\frac{p}{4 m_0 M} \cdot \left(1 - \frac{3 m_0^2}{m^2}\right) = 0$$

$$1 - \frac{3 m_0^2}{m^2} = 0 \Rightarrow m^2 = 3 m_0^2 \Rightarrow m = \sqrt{3} m_0 \approx 1.732 m_0$$

Условие 5

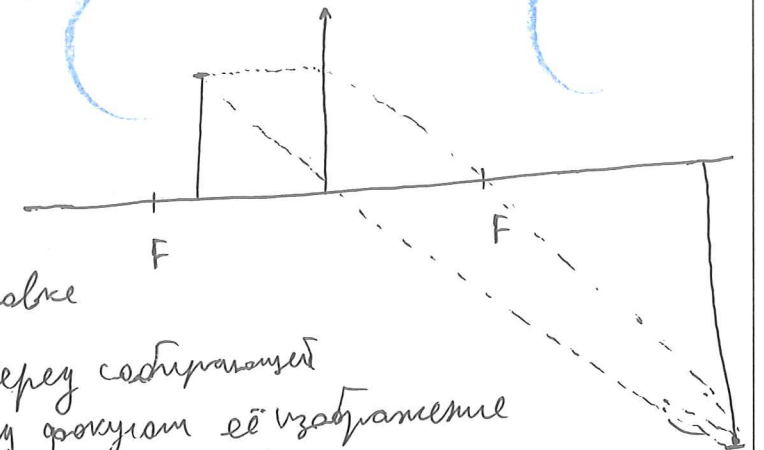
Задача 4:

Вопрос:

Дано:

$$l_F = 0,5 \text{ м}$$

Решение:



при постановке

объекта перед собирающей
линзой перед фокусом её изображение
будет перевернуто и уменьшено,
также оно будет действительным.

Ответ: собирающая линза, действительное
изображение.

не решено до конца
решение задачи 4 не найдено в условии
в переписке
неверно

Задача 3:

Задача:

Дано:

$$R_1 = 1 \text{ мОм}$$

$$R_2 = 1 \text{ МОм}$$

$$I_0 = ?$$

$$I_A = ?$$

$$I_{V1} = ?$$

$$I_{V2} = ?$$

$$I_{V3} = ?$$

Решение:

$$R_1 = 8 \text{ Ом}$$

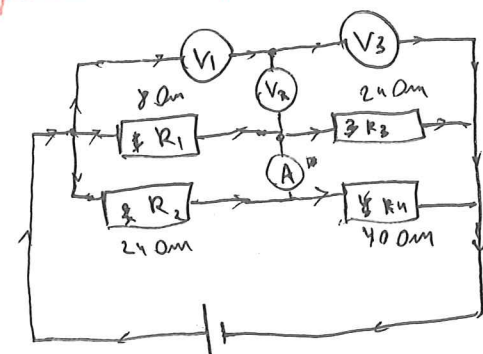
$$R_2 = 24 \text{ Ом}$$

$$R_3 = 24 \text{ Ом}$$

$$R_4 = 40 \text{ Ом}$$

$$I_0 = \frac{\mathcal{E}}{R_0 + r} \quad U = \mathcal{E} - I_0 \cdot r$$

задача 3 не решена Вн



60

Чистовик 4

Задача 3:

Вопрос:

Дано:

$R_1 = 2 \text{ мОм}$

$R_2 = 3 \text{ мОм}$

$R_3 = 1 \text{ мОм}$

$R_4 = 100 \text{ Ом}$

$\mathcal{E} = 5 \text{ В}$

$r = 1 \text{ Ом}$

Решение:

найдём общее сопротивление:

$R_0 = R_{12} + R_{34}$

$\frac{1}{R_{12}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{2 \text{ мОм}} + \frac{1}{3 \text{ мОм}} = \frac{5}{6} \text{ мОм}^{-1} = \frac{5}{6 \cdot 10^{-3} \text{ Ом}} = \frac{5}{6} \cdot 10^3 \text{ Ом}^{-1}$

$R_{12} = \frac{6}{5} \text{ мОм} +$

$\frac{1}{R_{34}} = \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} = \frac{1}{1 \text{ мОм}} + \frac{1}{100 \text{ Ом}} = \frac{100}{10^5 + 1} \text{ Ом}^{-1} \approx 0,000999 \text{ Ом}^{-1}$

$= \frac{10^5 + 1}{100} \text{ Ом} \quad R_{34} = \frac{100}{10^5 + 1} \text{ Ом} \approx 0,000999 \text{ Ом} +$

$R_0 = 1,2 \cdot 10^3 \text{ Ом} + 0,000999 \text{ Ом} \approx 0,002155 \text{ Ом}$

$I_0 = \frac{\mathcal{E}}{R_0 + r} \quad I_0 = \frac{5}{0,002155 + 0,001} \approx 1562,988 \text{ А}$

$I_0 = I_{12} = I_{34} \quad U_0 = \mathcal{E} - I \cdot r$

$U_0 = 5 - 1562,988 \cdot 0,001 \approx 3,437042 \text{ В}$

$U_{12} = I_0 \cdot R_{12}$

$U_{12} = 1562,988 \cdot 1,2 \cdot 10^{-3} \approx 1,8756 \text{ В}$

$U_{34} = U_0 - U_{12} \approx 1,561432 \text{ В}$

$U_{12} = U_1 = U_2 \quad U_{34} = U_3 = U_4$

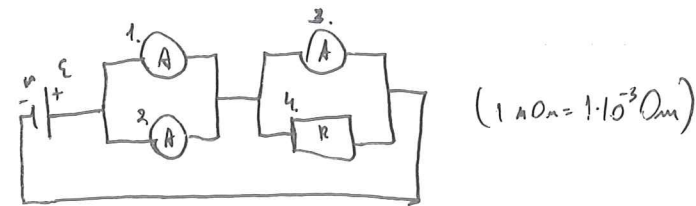
$I_1 = \frac{U_1}{R_1} \quad I_1 = \frac{1,8756}{2 \cdot 10^{-3}} = 0,0037512 \text{ А}$

$I_2 = \frac{U_2}{R_2} \quad I_2 = \frac{1,8756}{3 \cdot 10^{-3}} = 0,0056268 \text{ А}$

$I_3 = \frac{U_3}{R_3} = \frac{1,561432}{1 \cdot 10^{-3}} = 0,001561432 \text{ А}$

$\text{Ответ: } I_1 = 0,0037512 \text{ А}; I_2 = 0,0056268 \text{ А}; I_3 = 0,001561432 \text{ А}$

(45) Выход правильный, но не правильно записан закон Ома



$(1 \text{ мОм} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ Ом})$

Чистовик 1

Задача 2

Вопрос:

Дано:

$m_1 = 0,02 \text{ кг}$

$t_1 = 27^\circ \text{C}$

$m_2 = 0,025 \text{ кг}$

$t_2 = 57^\circ \text{C}$

$V = V_1 = V_2$

$V = \text{const}$

$\frac{p_2}{p_1} = 1,00\% - 1,00\%$

Решение:

$pV = \nu RT$

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

переведём температуру

$T_1 = 27^\circ + 273 = 300 \text{ К в Кельвинах}$

$T_2 = 57^\circ + 273 = 330 \text{ К}$

$\frac{p_1 V = \nu_1 R T_1}{p_2 V = \nu_2 R T_2} \quad \frac{p_2}{p_1} = \frac{\nu_2 R T_2}{\nu_1 R T_1} = \frac{\nu_2 T_2}{\nu_1 T_1} = \frac{\frac{m_2}{M} T_2}{\frac{m_1}{M} T_1} =$

$= \frac{m_2 T_2}{m_1 T_1} +$

$\left(\frac{p_2}{p_1} - 1\right) \cdot 100\% = \left(\frac{m_2 T_2}{m_1 T_1} - 1\right) \cdot 100\%$

$\left(\frac{0,025 \cdot 330}{0,02 \cdot 300} - 1\right) \cdot 100\% = 37,5\%$

Ответ: изменение во втором процессе было на 37,5%.

Задача:

Дано:

$p_0 = 200 \text{ кПа}$

$m_0 = 1 \text{ кг}$

$m_1 = 3 \text{ кг}$

$p_{\text{min}} = ?$
 $m_{\text{min}} = ?$

Решение:

$pV = \nu RT$

$V = \text{const}$

$T(m) = \frac{T_0}{4} \cdot \left(1 + 3 \frac{m^2}{m_0^2}\right)$

$p_0 V = \nu_0 R T_0 \quad \nu_0 = \frac{m_0}{M}$

$p_0 V = \frac{m_0}{M} R T_0 \quad T_0 = \frac{p_0 V M}{m_0 R}$

$T = \frac{p_0 V M}{4 m_0 R} \cdot \left(1 + 3 \frac{m^2}{m_0^2}\right)$

$\text{выразим минимальное давление: } \left(\nu_m = \frac{m_{\text{min}}}{M} \right)$
 $p_{\text{min}} = \frac{\nu_m R T_m}{V} = \frac{m_{\text{min}}}{M} \cdot R \cdot \frac{p_0 V M}{4 m_0 R} \cdot \left(1 + 3 \frac{m_{\text{min}}^2}{m_0^2}\right) = \frac{p_0 V M}{4 m_0 R} \cdot \left(1 + 3 \frac{m_{\text{min}}^2}{m_0^2}\right)$

$= \frac{m_{\text{min}} \cdot p_0}{4 m_0} \cdot \left(1 + 3 \frac{m_{\text{min}}^2}{m_0^2}\right) = \frac{m_{\text{min}} p_0}{4 m_0} + \frac{3 \cdot m_{\text{min}}^3 p_0}{4 \cdot m_0^3} = p_0 \cdot \left(\frac{m_{\text{min}}}{4 m_0} + \frac{3 m_{\text{min}}^3}{4 m_0^3}\right)$

$p_{\text{min}} = \frac{m_{\text{min}} p_0}{4 m_0} + \frac{3 m_{\text{min}}^3 p_0}{4 m_0^3}$

найдём производную по массе min:

$p'_{\text{min}} = \frac{p_0}{4 m_0} + \left(\frac{3 m_{\text{min}}^2 p_0}{4 m_0^3}\right) = \frac{p_0}{4 m_0} - \frac{3 m_{\text{min}}^2 p_0}{4 m_0^3} = \frac{p_0}{4 m_0} - \frac{3 m_{\text{min}}^2 p_0}{4 m_0^3} = \frac{p_0}{4 m_0} \cdot \left(1 - \frac{3 m_{\text{min}}^2}{m_0^2}\right)$

Чистовик 2

$$p'_{min} = \frac{p_0}{4m_0} \cdot \left(1 - \frac{3m_0^2}{m_{min}^2}\right)$$

уравняем производную к 0, чтобы найти минимальное значение функции.

$$\frac{p_0}{4m_0} \cdot \left(1 - \frac{3m_0^2}{m_{min}^2}\right) = 0$$

$$1 - \frac{3m_0^2}{m_{min}^2} = 0 \quad \frac{3m_0^2}{m_{min}^2} = 1 \quad m_{min}^2 = 3m_0^2$$

$$m_{min} = \sqrt{3} m_0$$

$$m_{min} = \sqrt{3} \cdot 1 \text{ кг} = \sqrt{3} \text{ кг} \approx 1,73205 \text{ кг}$$

$$p_{min} = p_0 \cdot \left(\frac{m_{min}}{m} + \frac{3m_0}{4m_{min}}\right)$$

$$p_{min} = 200000 \cdot \left(\frac{\sqrt{3}}{4} + \frac{3 \cdot 1}{4\sqrt{3}}\right) = 173205 \text{ Па}$$

Ответ: $m_{min} = 1,73205 \text{ кг}$; $p_{min} = 173205 \text{ Па}$.

Задача 1

Вопрос:

Дано:

$$\Delta m = 0,01 \text{ м}$$

$$\Delta t = 10 \text{ с}$$

$$g \approx 10 \text{ м/с}^2$$

$$\vec{v}_u = ?$$

Решение: $\vec{v}_u$ — скорость шара.

$$\vec{F} = -\frac{\Delta m}{\Delta t} \cdot \vec{v}_u$$

$$g = \frac{\Delta m}{\Delta t}$$

По II-му закону Ньютона:

$$F_g = mg$$

$$-\frac{0,01 \text{ м}}{\Delta t} \cdot \vec{v}_u = g$$

$$-\frac{0,01}{\Delta t} \cdot \vec{v}_u = g \quad \vec{v}_u = -\frac{g \cdot \Delta t}{0,01}$$

продукт скорости вытеснит против-положно оси y, следовательно:

$$\vec{v}_u = \frac{g \cdot \Delta t}{0,01} \quad \vec{v}_u = \frac{10 \cdot 10}{0,01} = 10000 \text{ м/с}$$

Ответ: 10 км/с.

Чистовик 3

Задача:

Дано:

R

$$T_0 = 500 \text{ с}$$

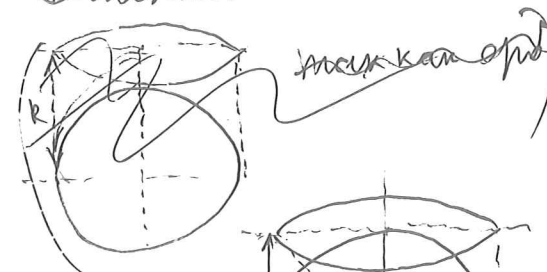
$$\vec{v}_u = 10 \text{ км/с}$$

$$g \approx 10 \text{ м/с}^2$$

$$m_1 = 0,5 \text{ м}$$

б-?

Решение:

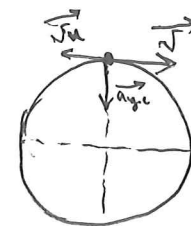


$\vec{v}_u$ — скорость шара.

н.к. спутника находится на „поверхности шара“, то расстояние до него от центра Земли всегда будет $\sqrt{2}R$ (по теореме Пифагора).

следовательно:

$$F = G \cdot \frac{m \cdot M_3}{(\sqrt{2}R)^2} = G \cdot \frac{m \cdot M_3}{2R^2} \quad g_u = \frac{GM_3}{2R^2}$$



$$a_{г.с} = \frac{v^2}{R} = \omega^2 \cdot R \quad v = \frac{2\pi R}{T} = \omega R$$

скорость спутника с вычитанием угла зрения: $\vec{v}_0 = \frac{2\pi R}{T_0}$

скорость с вычитанием угла зрения:

$$\vec{v}_1 = \frac{2\pi R}{T_1} = \frac{2\pi R \cdot N}{t}$$

$$\vec{F}_T = -\frac{\Delta m}{\Delta t} \cdot \vec{v}_u$$

$$\vec{F}_T = -\frac{0,5 \text{ м}}{t} \cdot \vec{v}_u$$

(примем за Δm всю массу топлива, а за Δt время, которое топливо будет работать).