



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 10

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Роботест
наименование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Синицыной Дарьи Александровны
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата

«12» апрель 2025 года

Подпись участника

В.И.

30-66-20-33
(1543)ЧистовикN2Вопрос:

① Из уравнения Менделеева - Клапейрона:

$$pV = \frac{m}{\mu} RT \rightarrow p = \frac{mRT}{\mu V}$$

Т.к. баллоны одинаковые, неизменного объёма, то

$$V_1 = V_2 = V$$

Т.к. газ один и тот же, то $\mu_1 = \mu_2 = \mu$ Имеем:

$$p_1 = \frac{m_1 RT_1}{\mu V} = 0,02 \text{ кг} \cdot 300 \text{ К} \frac{R}{\mu V} = 6 \frac{R}{\mu V} \text{ Па}$$

$$p_2 = \frac{m_2 RT_2}{\mu V} = 0,025 \text{ кг} \cdot 330 \text{ К} \frac{R}{\mu V} = 8,25 \frac{R}{\mu V} \text{ Па}$$

$$\begin{cases} p_1 = 6 \frac{R}{\mu V} \text{ Па} - 100\% \\ p_2 = 8,25 \frac{R}{\mu V} \text{ Па} - x = 137,5\% \end{cases} \rightarrow \Delta = 37,5\%$$

$$\rightarrow x = \frac{100 \cdot 8,25}{6} = 137,5\%$$

Ответ: на 37,5%

N1Вопрос:

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

Летательный аппарат может "зависнуть" неподвижно в поле тяжести у поверхности земли ($g \approx 10 \text{ м/с}^2$), если:

$$mg = \frac{\Delta m}{\Delta t} \vec{v}$$

$$mg = \frac{0,01 \text{ кг}}{\Delta t} v \rightarrow v = \frac{g \Delta t}{0,01} = \frac{10 \cdot 10}{0,01} \text{ м/с} = 10000 \text{ м/с}$$

Ответ: 10000 м/с

(матрица 26х1)

1	2	3	4	Σ
10	10	10	10	40
0	5	5	2	12
13	3			

1543

Черновик

N2 - const

$$p(V) = \frac{m}{\mu} RT$$

$$p_1 V = \frac{0,02}{\mu} R \cdot 300 \rightarrow p_1 = \frac{6R}{V\mu} - 100\%$$

$$p_2 V = \frac{0,025}{\mu} R \cdot 330 \rightarrow p_2 = \frac{8,25R}{V\mu} - ? \quad 137,5\%$$

$$\Delta = 37,5\%$$

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

$$pV = \frac{m}{\mu} RT$$

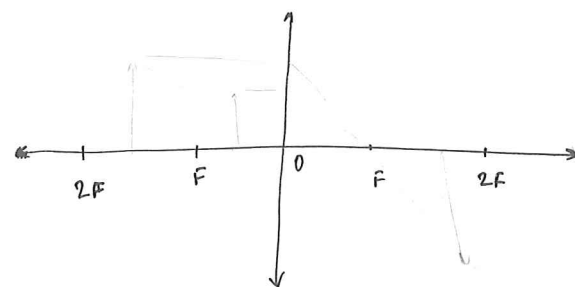
$$p = \frac{mRT}{\mu V}$$

$$p = \frac{mT}{V} \cdot \frac{R}{\mu}$$

$$\vec{F} = - \left(\frac{\Delta m}{\Delta t} \right) \vec{u} = - q \vec{u}$$

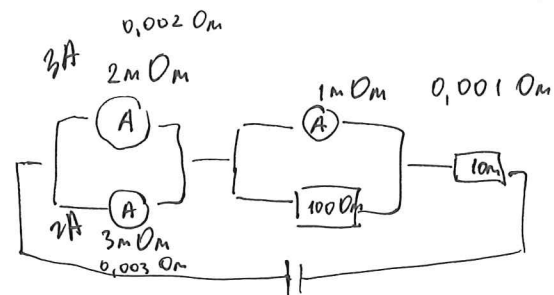
$$\mu g = \frac{0,01 \mu}{10} \cdot 5$$

N4



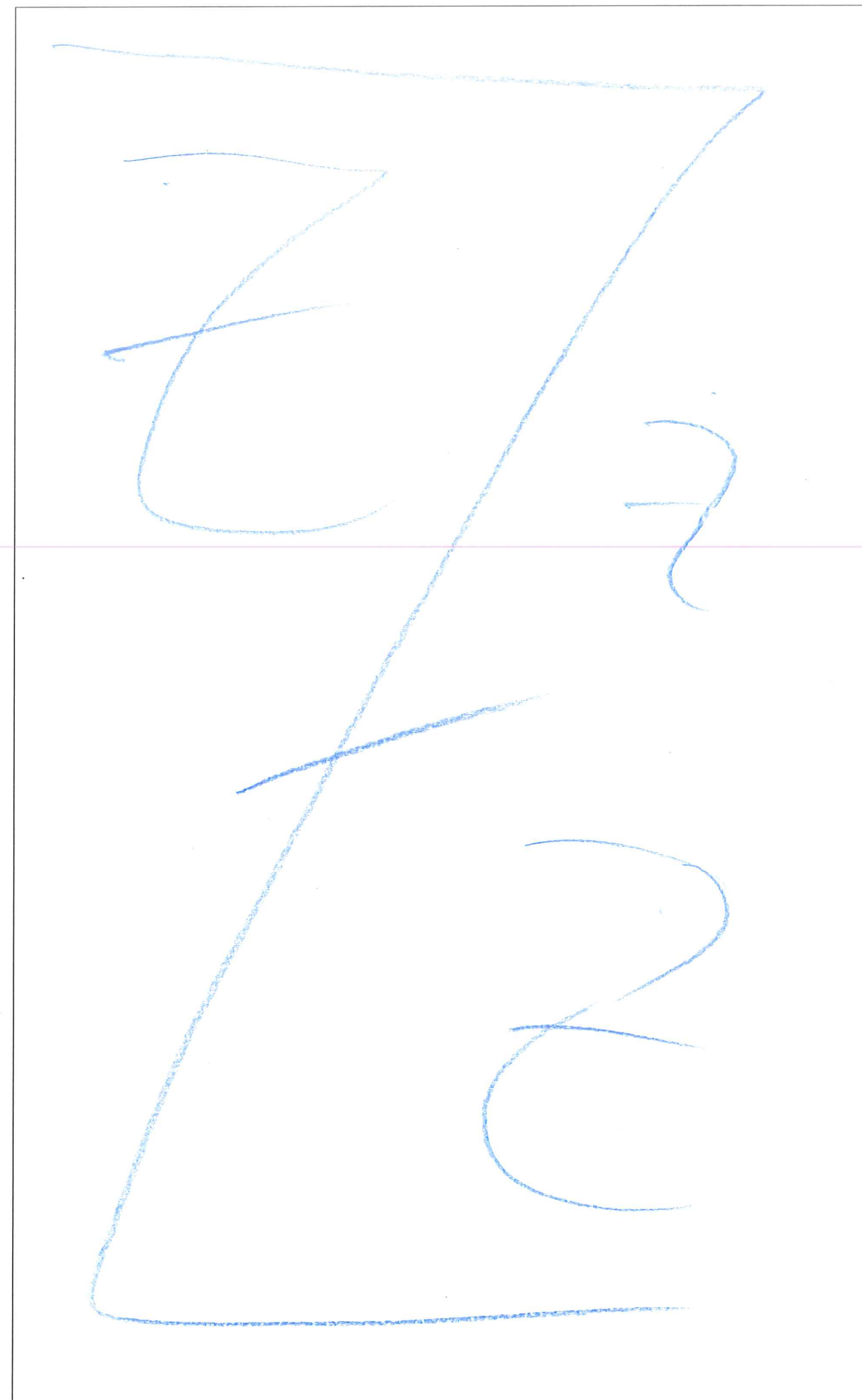
соби-
рает.
(50, 500)

N3



SA V
 $\approx 10m$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{2mOhm} + \frac{1}{3mOhm} = \frac{5}{6mOhm} \Rightarrow \frac{6}{5} mOhm = \frac{6}{5000} Ohm$$



Чистовик

N2

Задача

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

$$p_0 = 200 \text{ кПа}, \quad m_0 = 1 \text{ м}, \quad m_1 = 3 \text{ м}$$

ИЗ уравнение Менделеева - Клапейрона:

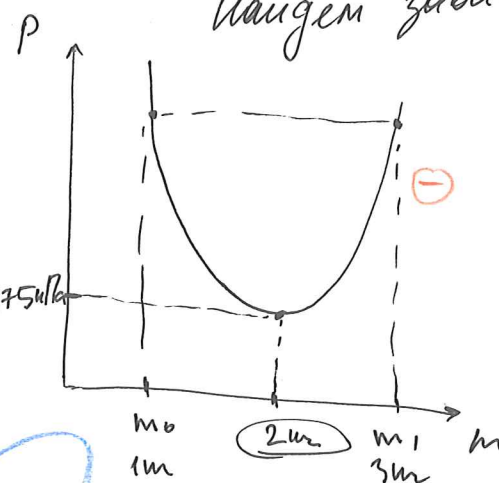
$$pV = \frac{m}{\mu} RT$$

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

$$T(m_1) = \frac{T_0}{4} \left(1 + 3 \cdot \frac{1}{9} \right) = \frac{1}{3} T_0$$

$$\text{было: } p_1 V_1 = \frac{1}{\mu} R T_0$$

$$\text{стало: } p_2 V_2 = \frac{3}{\mu} R \cdot \frac{1}{3} T_0 = \frac{1}{\mu} R T_0$$

Найдём зависимость $p(m)$ 

$$p = \frac{p_0 \cdot (m^2 + 3m_0^2)}{4mm_0}$$

$$p \sim m + \frac{1}{m}$$

$$p(m_0) = p(m_1)$$

↓

$$\text{мари } p_{\min} = \frac{m_0 + m_1}{2} = 2 \text{ м}$$

$$p(2 \text{ м}) = \frac{200 \text{ кПа} (4 + 3 \cdot 1)}{4 \cdot 2 \cdot 1} = 175 \text{ кПа}$$

Ответ: 175 кПа, при $m = 2 \text{ м}$

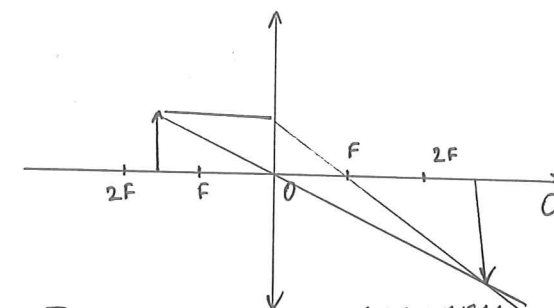
Чистовик

N4

Вопрос:

$$F = 50 \text{ см}$$

Линза - собирающая
Изображение - действительное



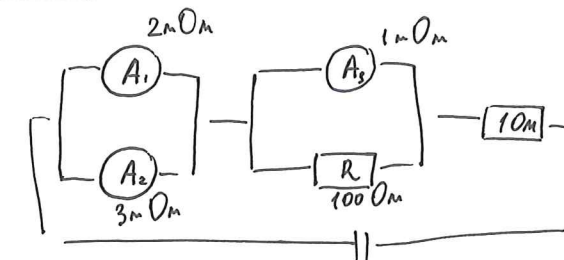
Т.к. изображение получилось увеличенное, то света располагалась на расстоянии $(F; 2F)$ от оптического центра линзы, то есть оптический центр может находиться от света на расстоянии $(50 \text{ см}, 100 \text{ см})$

Ответ: линза - собирающая
изображение - действительное
на расстоянии от 50 см до 100 см (и вкл.)

100

N3

Вопрос:



$$U = 5 \text{ В}$$

① Посчитаем общее сопротивление цепи:

$$\frac{1}{R_{A1-A2}} = \frac{1}{2 \text{ мОм}} + \frac{1}{3 \text{ мОм}} = \frac{5}{6 \text{ мОм}} \Rightarrow R_{A1-A2} = \frac{6}{5} \text{ мОм} = \frac{6}{5000} \text{ Ом}$$

$$\frac{1}{R_{A3-R}} = \frac{1}{1 \text{ мОм}} + \frac{1}{100 \text{ мОм}} = \Rightarrow R_{A3-R} = \frac{100}{100001} \text{ Ом}$$

$$R_{\text{общ}} = \frac{6}{5000} \text{ Ом} + \frac{100}{100001} \text{ Ом} + 1 \text{ Ом} \approx 1 \text{ Ом}$$

② Найдём общую силу тока цепи: $I = \frac{U}{R} = \frac{5 \text{ В}}{1 \text{ Ом}} = 5 \text{ А}$ ③ Т.к. A_1-A_2 и A_3-R подключены последовательно, то

$$I_{A1-A2} = I_{A3-R} = 5 \text{ А}$$

$$\frac{I_{A1}}{I_{A2}} = \frac{R_{A2}}{R_{A1}} \Rightarrow I_{A1} = 3 \text{ А}, I_{A2} = 2 \text{ А}$$

Т.к. резистор (100 мОм) обладает огромным отношением амперметра A_3 сопротивлением, то ток через него не пойдёт (преенебрежимо мал) $\rightarrow I_{A3} = 5 \text{ А}$

Ответ: Показания амперметров: 3 А, 2 А, 5 А

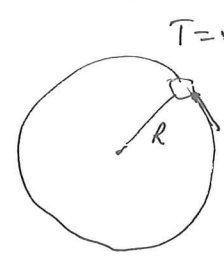
Черновик

$$F = m \frac{v^2}{R} \rightarrow v = \sqrt{\frac{FR}{m}}$$

$$T_0 \approx 5000 \text{ c}$$

$$T = \frac{2\pi R}{v} = 2\pi R \sqrt{\frac{m}{FR}}$$

$$T = \frac{2\pi R}{v} \rightarrow v = \frac{2\pi R}{T}$$



$T = 5000 \text{ c}$
 $F = \frac{\Delta m}{\Delta t} u$
 Сила перпендикулярна скорости тела

$$F = ma$$

$$\frac{\Delta m}{\Delta t} u = m \frac{v^2}{R}$$

$$v = \sqrt{\frac{\Delta m u R}{\Delta t m} + \frac{2\pi R}{T}}$$

$$T = \frac{2\pi R}{v} = \frac{2\pi R}{\sqrt{\frac{\Delta m u R}{\Delta t m} + \frac{2\pi R}{T}}}$$

$$mg = \left(\frac{\Delta m}{\Delta t} \right) u$$

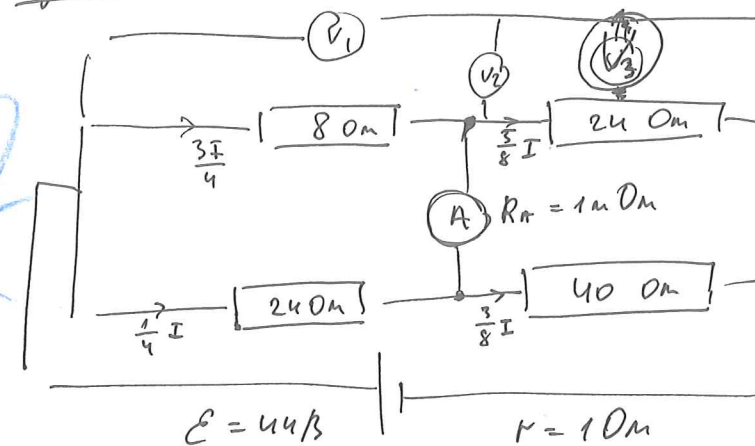
$$2\pi R mg = \frac{1}{2} mg (\vec{u})^2$$

$$\vec{u} = \frac{4\pi R}{u} = 4\pi \frac{u R}{10} = \frac{2\pi R}{5} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 6300}{5} = 7913 \text{ см/с}$$

Чистовик

N3

Задача:



$$U_1 = I \cdot R = \frac{3I}{4} \cdot 80 \Omega = 11,82 \text{ В}$$

$$U_3 = I \cdot R = \frac{5I}{8} \cdot 24 \Omega = 29,55 \text{ В}$$

$$U_2 = U_3 - U_1 = 29,55 - 11,82 = 17,73 \text{ В}$$

① Найдем общее сопротивление цепи:

$$R_{\text{общ}} = 10 \Omega + \frac{1}{\frac{1}{80} + \frac{1}{24 + 40}} \Omega = \frac{67}{3} \Omega$$

② По закону Ома: $I = \frac{E}{R} = \frac{44 \text{ В}}{\frac{67}{3} \Omega} \approx 1,97 \text{ А}$

Цель с источником соединя последовательно
 $\rightarrow I_{\text{ист}} = I_0 = 1,97 \text{ А}$

③ Найдем показания амперметра.
 Расставим силы тока в ветвях цепи, зная, что при параллельном соединении $\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1}$.

Отсюда получаем, что через амперметр течет $\left(\frac{3I}{4} - \frac{5I}{8} = \frac{3I}{8} - \frac{1I}{4} \right) = \frac{1}{8} I$,

т.е. показания амперметра $\approx \frac{1}{8} \cdot 1,97 \approx 0,25 \text{ А}$

Ответ: $I_{\text{источника}} \approx 1,97 \text{ А}$

$$A \approx 0,25 \text{ А}$$

$$V_1 \approx 11,82 \text{ В}$$

$$V_2 \approx 17,73 \text{ В}$$

$$V_3 \approx 29,55 \text{ В}$$

Черновик

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

$$p_0 = 200 \text{ кПа}$$

$$m_0 = 1 \text{ м}$$

$$m_1 = 3 \text{ м}$$

$$p_{\min} - ? \quad m_{\text{физик}} - ?$$

$$\text{З. М-к: } p(V) = \frac{m}{M} R T$$

$$p = \frac{m R T}{M V}$$

$$pV = \frac{m}{M} R(T)$$

$$\text{до то: } p_1 V_1 = \frac{1}{M} \cdot R \cdot T_0$$

$$\text{ста то: } p_2 V_2 = \frac{3}{M} \cdot R \cdot \frac{1}{3} T_0$$

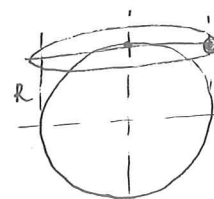
Реш

30-66-20-33
(154.3)

Чистовик

N1

Задача:



Зная период обращения спутника
бы двигателя, найдём его скорость

$$T = \frac{2\pi r}{v} \rightarrow v = \frac{2\pi r}{T}$$

По II закону Ньютона: $F = ma$

$$q = \left(\frac{\Delta m}{\Delta t} \right) u = m \frac{v^2}{R}$$

$$v^2 = \frac{q R}{m} \rightarrow v = \sqrt{\frac{q R}{m}}$$

3) Скорость новой спутника:

$$v' + v = \frac{2\pi R}{T} + \sqrt{\frac{q R}{m}}$$

4) Найдём новый период обращения:

$$T = \frac{2\pi R}{v} = \frac{2\pi R}{\frac{2\pi R}{T} + \sqrt{\frac{q R}{m}}}$$

II

$$\vec{F} \cdot \vec{s} = q u \tau$$

$$2\pi R \cdot m g = \frac{1}{2} m g u \tau$$

$$\rightarrow \tau = \frac{4\pi R}{u}$$

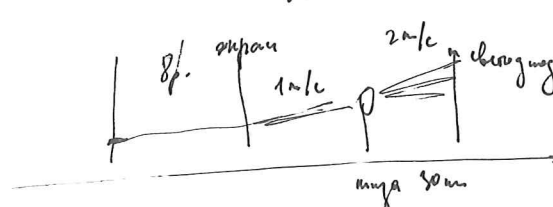
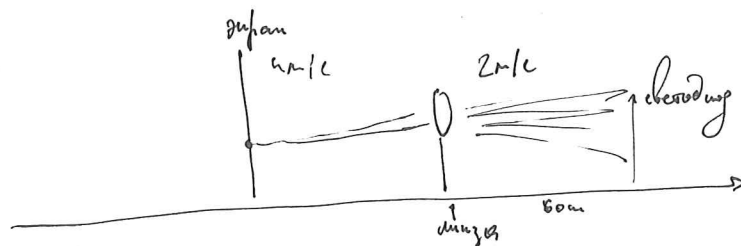
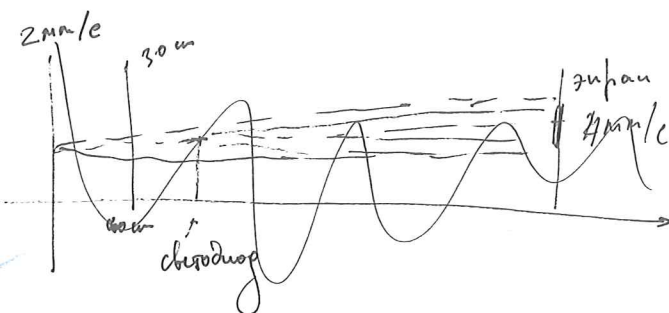
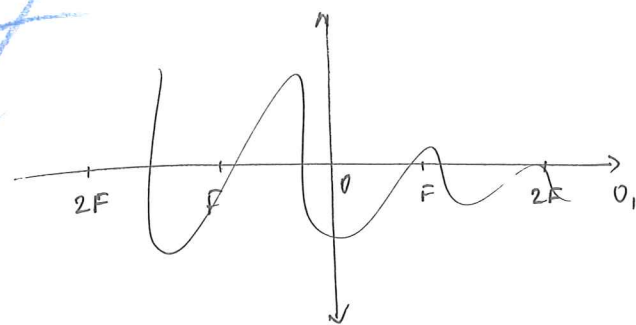
Учитывая, что радиус Земли $\approx 6300 \text{ км}$, имеем

$$\tau = \frac{4 \cdot 3,14 \cdot 6300}{10} \text{ с} \approx 7913 \text{ с}$$

$$\text{Ответ: I: } T = \frac{2\pi R}{\frac{2\pi R}{T} + \sqrt{\frac{q R}{m}}}$$

$$\text{II: } 7913 \text{ с}$$

Черновик

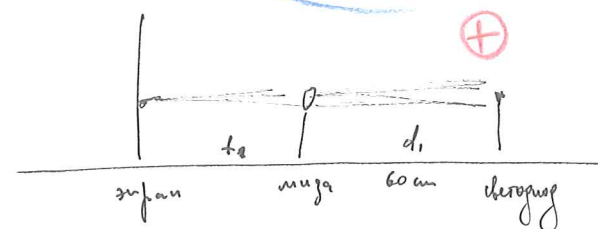


$$D = \frac{1}{f} + \frac{1}{d}$$

Чистовик

N4
Задача

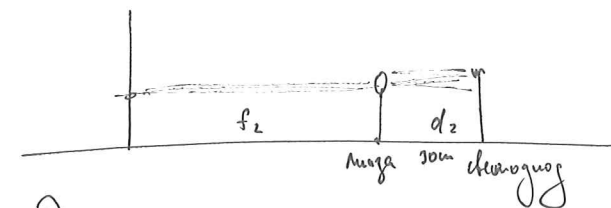
1)



$$V_{\text{линза}} = 2 \text{ мм/с}$$

$$V_{\text{изображ 1}} = 4 \text{ мм/с}$$

2)



$$V_{\text{линза}} = 2 \text{ мм/с}$$

$$V_{\text{изображ 2}} = ?$$

тип линзы?
тип изображения?

Решение:

- ① По формуле тонкой линзы: $D = \frac{1}{f} + \frac{1}{d}$, где $D = \text{const}$, т.е. линза в обоих случаях одна и та же

d (расстояние от линзы до светодиода)

f (расстояние от линзы до изображения) - увеличивается.

- ② Расстояние от линзы до светодиода уменьшилось в 2 раза $\rightarrow$ расстояние от линзы до изображения увеличилось в 2 раза?

- ③ Чем дальше линза от экрана, тем быстрее меняется изображение на экране при движении линзы, т.е.

$$\frac{V_{\text{изображ 2}}}{V_{\text{изображ 1}}} = \frac{f_2}{f_1} = 2, \text{ т.е.}$$

$$V_{\text{изображ 2}} = 2 V_{\text{изображ 1}} = 2 \cdot 4 \text{ мм/с} = 8 \text{ мм/с}$$

Ответ: 8 мм/с