

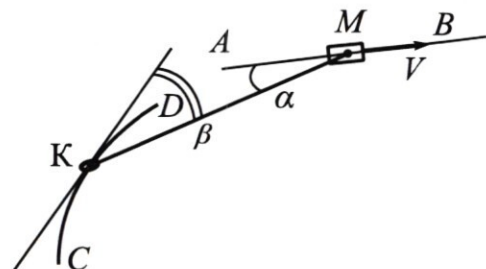
Олимпиада «Физтех» по физике,

Класс 11

Вариант 11-04

Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без в

1. Муфту М двигают со скоростью $V = 2$ м/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 0,4$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1,9$ м. Кольцо и муфта связаны легким тросом длиной $l = 17R/15$. Система находится в одной горизонтальной плоскости. В некоторый момент трос составляет угол α ($\cos \alpha = 4/5$) с направлением движения муфты и угол β ($\cos \beta = 8/17$) с направлением движения кольца.



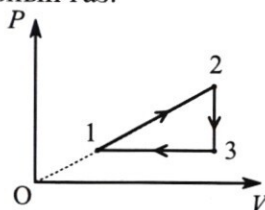
- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения троса в этот момент.

2. Тепловая машина работает по циклу, состоящему из изохоры, изобары и участка прямо пропорциональной зависимости давления P от объема V (см. рис.). Рабочее вещество – одноатомный идеальный газ.

1) Найти отношение молярных теплоемкостей на тех участках цикла, где происходило понижение температуры газа.

2) Найти для процесса 1-2 отношение изменения внутренней энергии газа к работе газа.

3) Найти предельно возможное максимальное значение КПД такого цикла.



3. Обкладки конденсатора – квадратные металлические сетки, сторона квадрата во много раз больше расстояния d между обкладками. Напряжение на конденсаторе U . Отрицательно заряженная частица движется на большом расстоянии к конденсатору по оси симметрии, перпендикулярно обкладкам, влетает в него со скоростью V_1 и останавливается на расстоянии $0,2d$ от отрицательно заряженной обкладки.

1) Найдите удельный заряд частицы $\gamma = \frac{|q|}{m}$.

2) Через какое время T после влета в конденсатор частица вылетит из него?

3) Найдите скорость V_0 частицы на бесконечно большом расстоянии от конденсатора.

При движении частицы электрическое поле, созданное зарядами конденсатора, считать неизменным, а электрическое поле внутри конденсатора вблизи оси симметрии считать однородным.

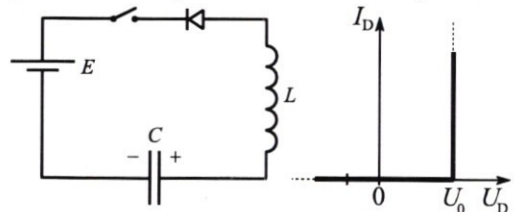
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 6$ В, конденсатор емкостью $C = 10$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 9$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,4$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$ В.

Ключ замыкают.

1) Найти скорость возрастания тока сразу после замыкания ключа.

2) Найти максимальный ток после замыкания ключа.

3) Найти установившееся напряжение U_2 на конденсаторе после замыкания ключа.

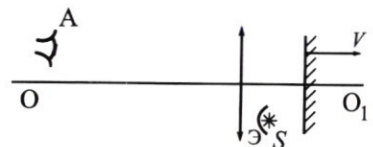


5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник S находится на расстоянии $8F/15$ от оси OO_1 и на расстоянии $3F/5$ от плоскости линзы. Линза и источник неподвижны, а зеркало движется со скоростью V вдоль оси OO_1 . В некоторый момент зеркало оказалось на расстоянии $6F/5$ от линзы.

1) На каком расстоянии от плоскости линзы наблюдатель А сможет увидеть в этот момент изображение источника в системе?

2) Под каким углом α к оси OO_1 движется изображение в этот момент? (Найти значение любой тригонометрической функции угла.)

3) Найти скорость изображения в этот момент.



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 1

Дано

$$v = 2 \text{ м/с}$$

$$m = 0,4 \text{ кг}$$

$$R = 1,9 \text{ м}$$

$$l = \frac{17R}{15}$$

$$\cos(\alpha) = \frac{4}{5}$$

$$\cos(\beta) = \frac{8}{17}$$

$$u = ?$$

$$u_{\text{отн}} = ?$$

$$T = ?$$

1) Пусть u - скорость кольца в данный момент времени.

2) Движение груза тем же происходит без отрыва. Скоростями их скорости в проекции на трос равны. Если бы было иначе, то трос разорвался бы. $\Rightarrow$ Т.к. кольцо движется по окружности, то его скорость направлена по касательной $\Rightarrow$ верно что.

$$u \cos(\beta) = v \cos(\alpha)$$

$$u \cdot \frac{8}{17} = v \cdot \frac{4}{5}$$

$$u \cdot \frac{2}{17} = \frac{v}{5} \Rightarrow u = \frac{17v}{10} \Rightarrow u = 1,7v \Rightarrow u = 1,7 \cdot 2 \text{ м/с} =$$

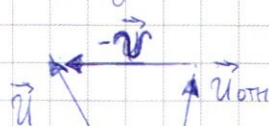
$$= 3,4 \text{ м/с}$$

$$u = 3,4 \text{ м/с}$$

3) Известно, что

$\vec{u}_{\text{абс}} = \vec{u}$; $\vec{v}_{\text{пер}} = \vec{v}$ $\Rightarrow$ нарисовать векторный треугольник

$$\vec{u}_{\text{отн}} = \vec{u} - \vec{v}$$



Угол между $\vec{u}$ и $-\vec{v}$ равен $\gamma = 180^\circ - \beta - \alpha \Rightarrow$

По Th. косинусов

$$u_{\text{отн}}^2 = u^2 + v^2 - 2uv \cos(180^\circ - \alpha - \beta)$$

$$u_{\text{отн}}^2 = \left(\frac{17}{10}v\right)^2 + v^2 - 2 \cdot \frac{17}{10}v^2 (-\cos(\alpha + \beta))$$

$$u_{\text{отн}}^2 = \frac{289}{100}v^2 + v^2 + \frac{17}{5}v^2 \cos(\alpha + \beta)$$

$$\cos(\alpha + \beta) = \cos(\alpha)\cos(\beta) - \sin(\alpha)\sin(\beta), \text{ где } \sin(\alpha) = \frac{3}{5}; \sin(\beta) = \frac{15}{17}$$

$$\cos(\alpha + \beta) = \frac{4}{5} \cdot \frac{8}{17} - \frac{3}{5} \cdot \frac{15}{17} = \frac{32 - 45}{85} = -\frac{13}{85}$$

$$u_{\text{отн}}^2 = \frac{389}{100}v^2 + \frac{17}{5}v^2 \cdot \frac{13}{85} = \frac{389}{100}v^2 + \frac{52}{100}v^2 = \frac{441}{100}v^2 \Rightarrow u_{\text{отн}} = 2,1v = 4,2 \text{ м/с}$$

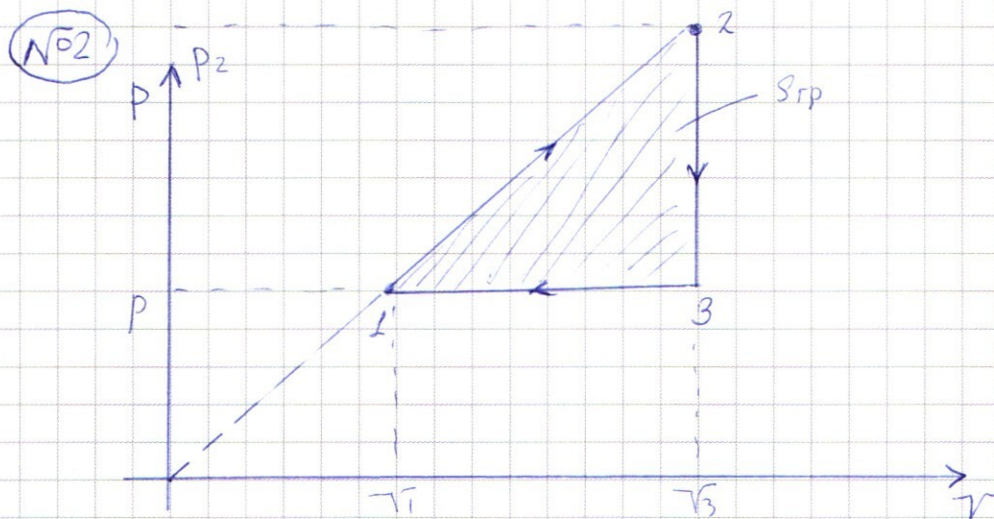
4) Заметим, что в данный момент времени скорость u направлена так, что образует с радиусом угол равный $90^\circ \Rightarrow$ движение по окружности радиуса $R \Rightarrow$ проекция сил на ось направленную по радиусу равна $T \sin(\beta) = \frac{mu^2}{R}$

$$T = \frac{mu^2}{R \sin(\beta)}, \text{ где } \sin(\beta) = \sqrt{1 - \frac{64}{289}} = \frac{15}{17}$$

$$T = \frac{17mu^2}{15R} = \frac{17 \cdot 0,4 \text{ кг} \cdot u^2}{15 \cdot 1,9 \text{ м}} = \frac{17 \cdot 4 \cdot 3,4^2}{15 \cdot 9} \approx 6 \text{ Н}$$

Ответ: $u = 3,4 \text{ м/с}$ $u_{\text{отн}} = 4,2 \text{ м/с}$ $T \approx 6 \text{ Н}$.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



1) Показание температуры происходит на участках
 $2 \rightarrow 3$ и $3 \rightarrow 1$

• $2 \rightarrow 3$ - изохора $\Rightarrow A_{23} = 0 \Rightarrow$ Из 1-го начала термодинамики

$$Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23}; \quad Q_{23} = \Delta U_{23}; \quad \Rightarrow \quad C_{23} \Delta T = \frac{3}{2} R \Delta T \Rightarrow$$

$$\boxed{C_{23} = \frac{3}{2} R}$$

• $3 \rightarrow 1$ - изобара $A_{31} = p(V_3 - V_1) = pV_3 - pV_1$

Из ур-ия Менг-Клапейрона $pV_3 = \nu R T_3$, $pV_1 = \nu R T_1 \Rightarrow$

$$A_{31} = \nu R (T_3 - T_1) \Rightarrow Q_{31} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_1) + \nu R (T_3 - T_1) = \frac{5}{2} \nu R (T_3 - T_1) \Rightarrow$$

$$C_{31} \Delta T = \frac{5}{2} R \Delta T \Rightarrow \boxed{C_{31} = \frac{5}{2} R}$$

$$\bullet \quad \boxed{\frac{C_{31}}{C_{23}} = \frac{5}{2} R \cdot \frac{2}{3R} = \frac{5}{3}}$$

2) П.к. $1 \rightarrow 2$ прямая пропорциональность, то

$$C_{12} = \frac{3}{2} R + \frac{1}{2} R = 2R \Rightarrow Q_{12} = 2 \nu R (T_2 - T_1); \quad A_{12} = \frac{1}{2} (p_1 + p_2)(V_3 - V_1) =$$

$$= \frac{1}{2} p V_3 + \frac{1}{2} p V_1 + \frac{1}{2} p_2 V_3 - \frac{1}{2} p_2 V_1; \quad \text{т.к. } 1 \rightarrow 2 - \text{прямая}$$

пропорциональность, то если $p_2 = k p_1$, то $V_3 = k V_1$, где $k = \text{const}$

$$\Rightarrow A_{12} = \frac{1}{2} p V_3 - \frac{1}{2} p V_1 + \frac{1}{2} k p V_3 - \frac{1}{2} k p V_1 \Rightarrow \boxed{A_{12} = \frac{1}{2} \nu R T_1 (k^2 - 1)}$$

3) 1-2 - прямая пропорциональность $\Rightarrow \frac{p}{T} = \text{const} \Rightarrow$

$$p_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$p_2 V_2 = \nu R T_2$$

$$\text{и ко } p_2 = k p_1 \quad V_2 = k V_1 \Rightarrow k^2 p_1 T_1 = \nu R T_2 \Rightarrow$$

$$T_2 = k^2 T_1$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} \nu R (k^2 T_1 - T_1) \Rightarrow \frac{\Delta U_{12}}{A_{12}} = \frac{3 \nu R T_1 (k^2 - 1)}{8 - 2 \nu R T_1 (k^2 - 1)} \cdot 8$$

$$\frac{\Delta U_{12}}{A_{12}} = 3$$

$$4) \eta = \frac{A_{\Sigma}}{Q_H}; \text{ где } A_{\Sigma} = S_{\text{пр}} = \frac{1}{2} (T_3 - T_1) (p_2 - p_1)$$

$$A_{\Sigma} = \frac{1}{2} (k T_1 - T_1) (k p - p) = \frac{1}{2} p V_1 (k - 1)^2$$

$$Q_H = Q_{12} = 2 \nu R (T_2 - T_1) = 2 \nu R (k^2 T_1 - T_1) = 2 \nu R T_1 (k^2 - 1) = 2 p V_1 (k^2 - 1)$$

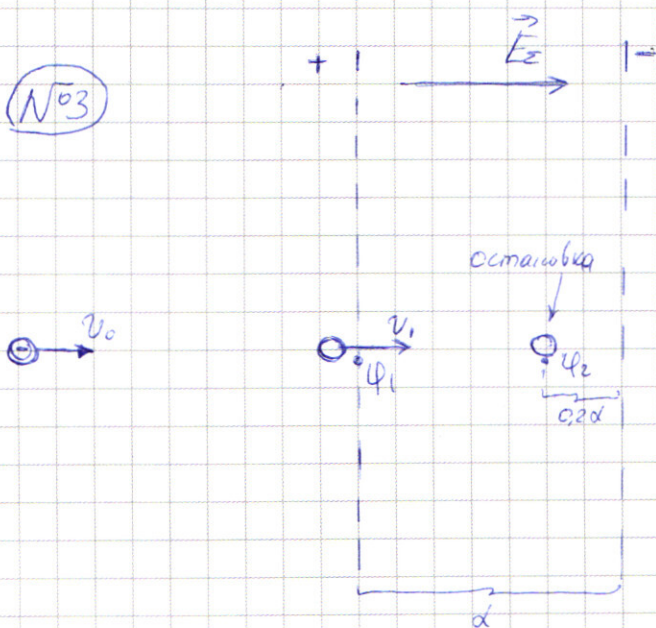
$$\eta = \frac{p V_1 (k - 1)^2}{2 p V_1 (k^2 - 1)} = \frac{(k - 1)^2}{2(k^2 - 1)} = \frac{(k - 1)^2}{2(k - 1)(k + 1)} = \frac{k - 1}{2(k + 1)}$$

$$\text{Если } \eta = \eta_{\text{max}}, \text{ то } \eta' = 0 \Rightarrow \eta' = \frac{2(k - 1) \cdot 4(k^2 - 1) - 8k(k - 1)^2}{16(k^2 - 1)^2} = 0$$

$$8(k^2 - 1) - 8k(k - 1) = 0; 8k^2 - 8 - 8k^2 + 8k = 0 \Rightarrow k = 1.5 \Rightarrow \eta_{\text{max}} = 50\%$$

$$\text{Ответ: } \frac{C_{21}}{C_{23}} = \frac{5}{3} \quad \frac{\Delta U_{12}}{A_{12}} = 3 \quad \eta_{\text{max}} = 50\%$$

(N°3)



1) Вектор напряженности

$\vec{E}$ направлен от $\oplus$ к $\ominus$

Во время полета внутри конденсатора консервативных сил нет $\Rightarrow$ энергия сохраняется.

Пусть в точке зрения потенциал поле - ϕ_1 , а точке остановки ϕ_2 , тогда

$$\frac{mv_1^2}{2} + \phi_1 q = -\phi_2 q$$

$$\frac{mv_1^2}{2} = q(\phi_1 - \phi_2)$$

$$E = \frac{U}{d}$$

$$\frac{mv_1^2}{2} = q \cdot E \cdot d', \text{ где } d' = 0,8d$$

$$\frac{mv_1^2}{2} = q \cdot \frac{U}{d} \cdot 0,8d \Rightarrow \frac{mv_1^2}{2} = \frac{4}{5} q U \Rightarrow \frac{q}{m} = \frac{5mv_1^2}{8U}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2)

• Обратно на катушку будет действовать сила $F = E|q|$, которая будет выталкивать катушку. т.к. $F = \text{const}$, то $a = \text{const}$

$$a = \frac{E|q|}{m}, \quad \vec{s} = \vec{v}_0 t + \frac{\vec{a} t^2}{2}, \quad |\vec{s}| = 0,82 \quad \vec{v}_0 = \vec{0} \Rightarrow$$

$$0,82 = \frac{E|q|}{2m} \cdot t_1^2$$

$$t_1 = \sqrt{\frac{1,6m}{E|q|}}$$

• При зачете время будет равно

$$t_2 = t_1 = \sqrt{\frac{1,6m}{E|q|}} \Rightarrow$$

$$t_{\text{полн}} = 2 \sqrt{\frac{16}{E \cdot 8 \cdot 10}}$$

$$t_{\text{полн}} = 8 \sqrt{\frac{1}{10E \cdot 8}}$$

3) На бесконечно большом расстоянии $\varphi = 0$

Вне конденсатора поле нет $\Rightarrow$ нет сил $\Rightarrow$ движение равномерное

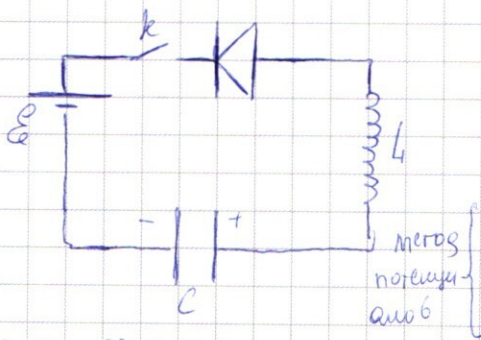
$$\Rightarrow (V_0 = V_1)$$

$$\text{Ответ: } x = \frac{|q|}{m} = \frac{5mV_1^2}{8qU}$$

$$t_{\text{полн}} = 8 \sqrt{\frac{8U}{V_0 E \cdot 5mV_1^2}} = \frac{8}{5V_1} \sqrt{\frac{8U}{2Em}} = \frac{16}{5V_1} \sqrt{\frac{U}{Em}}$$

$$V_0 = V_1$$

№4



1) Предположим диод сразу после замыкания открыт, тогда $U_D = U_0$
 $I_D \geq 0$

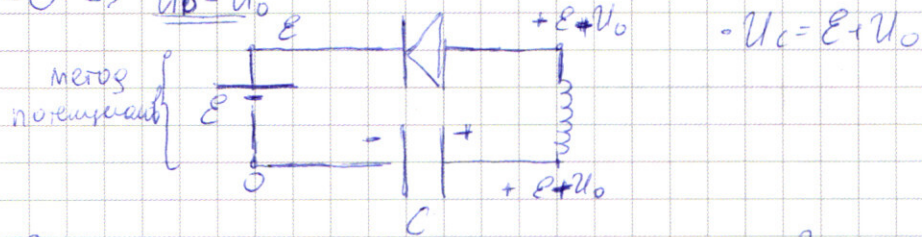


Напряжение на конденсаторе и ток на катушке совпадают и увеличиваются.

• Ускорение из формулы

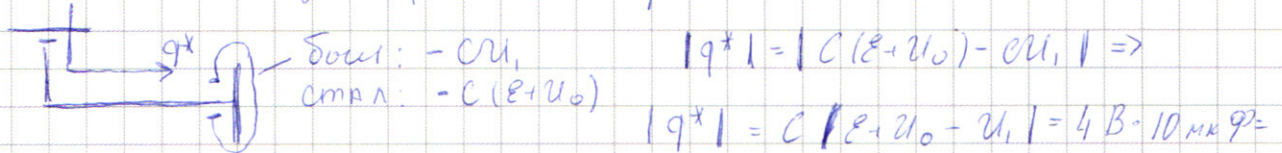
$$U_L = L \cdot I_1' \Rightarrow I_1' = \frac{U_L}{L} = \frac{U_1 - U_0 - E}{L} = \frac{9B - 1B - 6B}{0,4 \text{ Гн}} = \frac{2B}{0,4 \text{ Гн}} = \frac{1B}{0,2 \text{ Гн}} = \frac{1}{1} \cdot 5 = 5 \frac{B}{\text{Гн}}$$

2) Если $I = I_{max}$, то исходя из формулы $U_L = LI'$ следует, что $U_L = 0 \Rightarrow U_D = U_0$



• Возьмем ЗСЭ (закон сохр. энергии) $\Delta\epsilon = \Delta W + Q$, но

$Q = 0$ т.к. резисторов нет. $\Rightarrow \pm q^* \mathcal{E} = \Delta W$



$= 40 \text{ нКл}$. (притенко)

• $-q^* \mathcal{E} = W(z) - W(0)$; где $W(z) = \frac{LI_{max}^2}{2} + \frac{C(\mathcal{E} + U_0)^2}{2}$
 $W(0) = \frac{CU_1^2}{2}$

$$-q^* \mathcal{E} = \frac{LI_{max}^2}{2} + \frac{C(\mathcal{E} + U_0)^2}{2} - \frac{CU_1^2}{2}$$

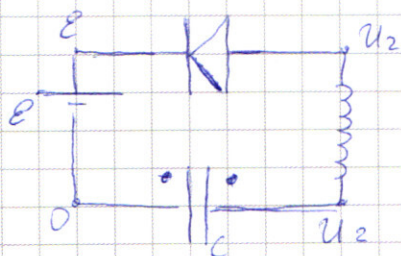
$$-q^* \mathcal{E} + \frac{CU_1^2}{2} - \frac{C(\mathcal{E} + U_0)^2}{2} = \frac{LI_{max}^2}{2}$$

$$-40 \cdot 10^{-6} \text{ Кл} \cdot 6 \text{ В} \cdot 2 + 10 \cdot 10^{-6} \text{ Ф} \cdot 81 \text{ В}^2 - 10 \cdot 10^{-6} \cdot 49 \text{ В}^2 = 0,4 \text{ н} \cdot I_{max}^2$$

$$10^{-6} (-12 \cdot 40 + 810 - 490) = 0,4 \text{ н} I_{max}^2$$

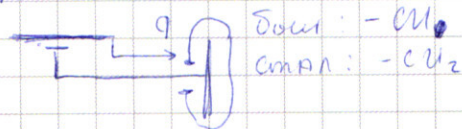
$$10^{-6} \cdot 1600 = 4 I_{max}^2 \Rightarrow I_{max} = \sqrt{\frac{1600 \cdot 10^{-6}}{4}} = \frac{40 \cdot 10^{-3}}{2} = 20 \text{ мА}$$

3) В уст. режиме тока нет $\rightarrow$ диод закрыт.
 Напряж. на катушке нуль.



• $W(t_{уст}) = \frac{CU_2^2}{2}$ и $W(0) = \frac{CU_1^2}{2}$

• П



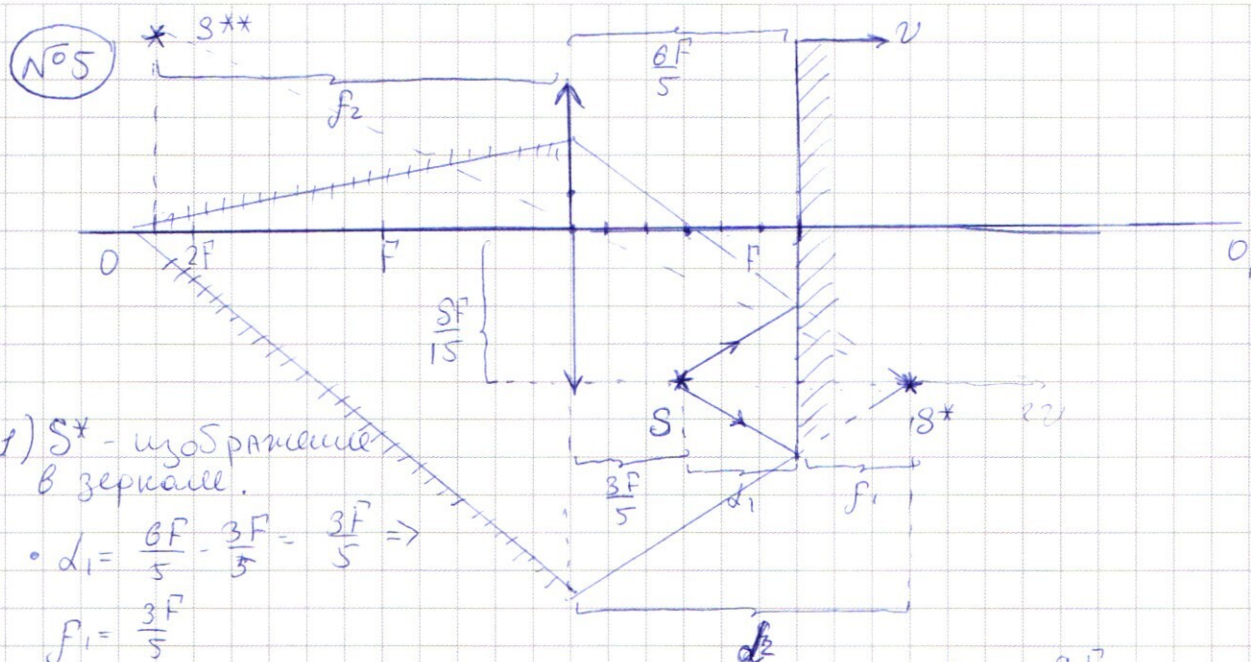
$$-C\mathcal{E}(U_2 - U_1) - \frac{C}{2}(U_2 - U_1)(U_2 + U_1) \quad q = C(U_1 - U_2)$$

$$C\mathcal{E} = \frac{C}{2}(U_2 + U_1)$$

$$2\mathcal{E} = U_2 + U_1 \Rightarrow U_2 = 2\mathcal{E} - U_1 = 12 \text{ В} - 9 \text{ В} = 3 \text{ В}$$

Ответ: $I'(0) = 5 \frac{\text{В}}{\text{н}}$ $I_{max} = 20 \text{ мА}$ $U_2 = 3 \text{ В}$.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



1) S^* - изображение
в зеркале.

$$\bullet d_1 = \frac{6F}{5} - \frac{3F}{5} = \frac{3F}{5} \Rightarrow$$

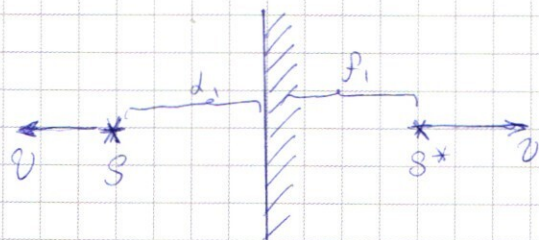
$$F_1 = \frac{3F}{5}$$

2) S^* - действ. изог. предмет для линзы: $d_2 = \frac{3F}{5} \cdot 3 = \frac{9F}{5}$

Из формулы тонкой линзы: $\frac{1}{d_2} + \frac{1}{F_2} = \frac{1}{F} \Rightarrow$

$$\frac{1}{F_2} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d_2} = \frac{d_2 - F}{d_2 F} \Rightarrow F_2 = \frac{d_2 F}{d_2 - F} = \frac{9F^2}{5(\frac{9F}{5} - F)} = \frac{9F^2}{9F - 5F} = \frac{9F}{4}$$

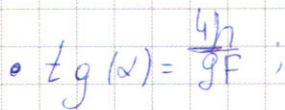
3) Скорости изображения и предмета равны только в
системе отсчета ~~изог.~~ зеркала $\Rightarrow$ В СО линзы



• П.к. $d_1 = F_1$ верно, то
① и ② движутся в
разные стороны. $\Rightarrow$

В СО земли $v_{изог.} = 2v$

• Линза неподвижна $\Rightarrow$ и (скорость изображения в системе)
В СО линзы скорости пересечения перпендикулярные скорости
пересекаются в одной точке на линзе



$$h = H + \frac{8F}{15} ; \quad \frac{15H}{8F} = \frac{f_2}{d_2} = \frac{9F}{4} \cdot \frac{5}{9F} = \frac{5}{4}$$

$$\frac{15H}{8P} = \frac{5}{4} \rightarrow \frac{3H}{2P} = 1 \rightarrow 2P = 3H \rightarrow H = \frac{2}{3}P$$

$$\bullet \quad h = \frac{2}{3} F + \frac{8}{15} F = \frac{18}{15} F = \frac{6}{5} F \Rightarrow \boxed{f_g(\alpha) = \frac{4}{5} F - \frac{8}{5} F = -\frac{8}{5} F}$$

$$U_{II} = \Gamma^2 v_{II} = \left(\frac{f_2}{d_2}\right)^2 \cdot 2v = \left(\frac{9F}{4} \cdot \frac{5}{9F}\right)^2 \cdot 2v = \Gamma^2 \cdot v_{II}$$

$$U_{11} = \frac{25}{16} \cdot 2v = \frac{25}{8}v, \text{ also } U \cos(\alpha) = U_{11} \Rightarrow$$

$$T.K. \quad \tan(\alpha) = \frac{8}{15}, \quad 1 + \frac{64}{225} = \frac{1}{\cos^2(\alpha)} = \frac{289}{225} = \frac{1}{\cos^2(\alpha)} \Rightarrow \cos(\alpha) = \frac{15}{17}$$

$$u \cdot \frac{15}{17} = \frac{25}{8} u$$

$$u \cdot \frac{3}{17} = \frac{5}{8} v \Rightarrow u = \frac{17 \cdot 5}{24} v = \frac{85}{24} v$$

Orbitem: $p_2 = \frac{9F}{4}$; $t_g(2) = \frac{8}{15}$; $U = \frac{85}{24} V$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$Q_H = Q_{12} = 2DR(T_2 - T_1) = 2DR T_1 (k^2 - 1) = 2PTV(k^2 - 1)$$

$$\frac{T_1}{T_1} = 1$$

$$A_{\Sigma} = \frac{1}{2} (kP - P)(kT - T) = \frac{1}{2} PT(k-1)^2$$

$$\frac{T}{T} = \text{const}$$

$$\eta = \frac{k^2 - 1}{(k+1)^2} \quad \eta = \frac{PT(k-1)^2}{4PT(k^2-1)} = \frac{(k-1)^2}{4(k^2-1)}$$

$$Q_x = \frac{3}{2} DR(T_3 - T_2) +$$

$$\eta'' = 2(k-1) - 8k = 0$$

$$+ T_3$$

$$-6k = 2 \quad \Rightarrow \quad \eta = \frac{1}{9 \cdot 4} \left(\frac{1}{9} - 1 \right) = \frac{1}{1-9} = \frac{1}{-8} = -\frac{1}{8} = -0,125$$

$$\eta = \frac{k-1}{4(k+1)}$$

$$1 - 4k = 0$$

$$Q_x = \frac{3}{2} DR(T_3 - T_2) + \frac{5}{2} DR(T_1 - T_3)$$

$$k = \frac{1}{4}$$

$$\eta = \frac{9}{16 \cdot 4} \left(\frac{1}{16} - 1 \right) = \frac{9}{4} \cdot \frac{1}{-16} = \frac{9}{-64} \cdot 100 = 3 \cdot 5 = 15$$

$$2(k-1)$$

$$Q_x = \frac{DR}{2} (3kT - 3k^2T)$$

$$(k-1)^2 = \frac{1}{4}(k^2-1) = 0$$

$$2(k-1) \cdot \frac{1}{4(k^2-1)} - \frac{1}{4} \cdot 2k =$$

$$\frac{1}{4n-1} - \frac{2}{4n-1} - 4n-1 = 0$$

$$1-2 - (4n+1)(4n-1) = 0$$

$$-1 = 16n^2 - 1$$

$$2(k-1)(4k^2-4) = 8k(k-1) = 0$$

$$8k^2 - 8$$

$$4n(k^2-1) = (k-1)^2 \quad k_{\text{ср}} = \frac{-2}{2(4n-1)} = -\frac{1}{4n-1}$$

$$4nk^2 - 4n = k^2 - 2k + 1$$

$$D = 4$$

$$k^2(4n-1) + 2k - (4n+1) = 0$$

$$-(F_0 + H)(F - H) =$$

$$-\frac{1}{3} - 1 \quad \frac{3}{4} \cdot \frac{3}{4 \cdot 2} = \frac{1}{2} \quad k = -\frac{1}{3}$$

$$Q_v = \frac{DR}{2} (3T_3 - 3T_2 + 5T_1 - 5T_3) = \frac{DR}{2} (3kT - 3k^2T + 5T - 5kT) =$$

$$= \frac{DR}{2} kT = \frac{DR}{2} (2kT - 3k^2T - 5T)$$

$$1 - 4k = 0$$

$$k = \frac{1}{4}$$

$$= \frac{DR}{2} (2k + 3k^2 - 5)$$

$$3 \frac{25}{9}$$

$$\frac{25}{3} - \frac{10}{3} - 5$$

$$1 - \frac{2RT(3k^2 + 2k - 5)}{2RT(k^2 - 1)} = 1 - \frac{3k^2 + 2k - 5}{k^2 - 1}$$

$$3k^2 + 2k - 5 = 0$$

$$y' = -(6k + 2)(k^2 - 1) + 2k(3k^2 + 2k - 5) = 0$$

$$\frac{3(k-1)(k-\frac{5}{3})}{2(k-1)}$$

$$6k(k + \frac{5}{3})(k-1) - (6k+2)(k-1)(k+1) = 0$$

$$\frac{(k-1)^2}{k^2 - 1} =$$

$$6k^2 + 10k - 6k^2 - 6k - 2k - 2 = 0$$

$$\frac{68}{135} \cdot 11,86$$

$$= 2DR T(k^2 - 1)$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ \times 17 \\ \hline 68 \end{array}$$

$$4k + 4 =$$

$$11,86 + 4 =$$

$$\frac{2-1}{4 \cdot 3} = \frac{1}{12}$$

$$\begin{array}{r} 4 \\ \times 15 \\ \hline 135 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 135 \overline{) 12} \\ \underline{12} \\ 12,25 \end{array}$$

$$\frac{68}{11,25}$$

$$\begin{array}{r} 4,2 \\ \times 4,2 \\ \hline 84 \\ 84 \\ \hline 4 \end{array}$$

$$\frac{1}{2} p T (k^2 - 1) +$$

$$2 p T (k^2 - 1)$$

$$\begin{array}{r} 3,4^2 \\ 1 \\ \times 3,4 \\ \hline 136 \\ 102 \\ \hline 11,86 \end{array}$$

$$\times 11,86$$

$$\begin{array}{r} 6800 \overline{) 1125} \\ \underline{6800} \\ 4450 \end{array}$$

$$(k-1)$$

$$6 \frac{50}{1125} = 6 \frac{2}{45} = \frac{272}{45}$$

$$\frac{1}{2} p T (k-1)^2$$

$$\begin{array}{r} 1125 \overline{) 2,5} \\ \underline{100} \\ 125 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3 \\ \times 45 \\ \hline 270 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 272 \overline{) 45} \\ \underline{270} \\ 2 \end{array}$$

$$4k + 4 = 4(k-1) = 0$$

$$Az = \frac{1}{2} (kT - T) (kp - p)$$

$$Az = \frac{1}{2} (p + kp) (kT - T) - \frac{3}{2} p (kT - T)$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\begin{array}{r} 1 \\ \times 1,7 \\ \hline 3,4 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 45 \\ 32 \\ \hline 13 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 85 \\ 18 \\ \hline 5 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 85 \\ 17 \\ \hline 5 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ \times 13 \\ \hline 52 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 359 \\ 52 \\ \hline 441 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 21 \\ \times 21 \\ \hline 21 \\ 42 \\ \hline 441 \end{array}$$

$$\varphi - \varepsilon = u_0$$

$$\varphi = u_0 - \varepsilon$$

$$\begin{array}{r} 95 \\ 2 \\ \hline 49 \end{array}$$

$$\cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta$$

$$\cos\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\pi}{4}\right) = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} - \frac{1}{2} = \frac{1}{2}$$

$$\sin(\alpha) = \sqrt{1 - \frac{16}{25}} = \sqrt{\frac{25-16}{25}} = \frac{3}{5}$$

$$\sin(\beta) = \sqrt{\frac{289-64}{289}} = \sqrt{\frac{225}{289}} = \frac{15}{17}$$

$$u_{0m}^2 = \frac{289}{100} v^2 + \frac{100}{100} v^2 \pm \frac{13}{5} v^2 = \frac{64+225}{5} = 289$$

$$u_{0m}^2 = \frac{389}{100} v^2 \pm \frac{132}{25} v^2$$

$$u_{0m}^2 = \frac{389}{100} v^2 + \frac{52}{100} v^2 = \frac{441}{100} v^2$$

$$u_{0m} = \frac{21}{10} v = 2,1 v = 4,2 \text{ м/с}$$

$$T = m \omega^2 R$$

$$v = \omega R_1$$

$$u = \omega R_2$$

$$\sin(\alpha + \beta) = \sqrt{\frac{85^2 - 13^2}{85^2}} = \frac{84}{85}$$

$$\frac{v}{\sin(\alpha)} = \frac{u_{0m}}{\sin(\alpha + \beta)}$$

$$\sqrt{\frac{9 \cdot 8 \cdot 49 \cdot 2}{85^2}} =$$

$$\sqrt{\frac{9 \cdot 49 \cdot 16}{85^2}} =$$

$$= \frac{3 \cdot 7 \cdot 4}{85} = \frac{21 \cdot 4}{85} = \frac{84}{85}$$

$$\frac{1}{2} (p + kp) (kT - T) = \frac{1}{2} p T_1 (k^2 - 1) = \frac{1}{2} 2RT_1 (k^2 - 1)$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} 2R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} 2RT_1 (k^2 - 1) \quad \frac{17}{15} R_0$$

$$mv_1^2 = \frac{8}{5} qU$$

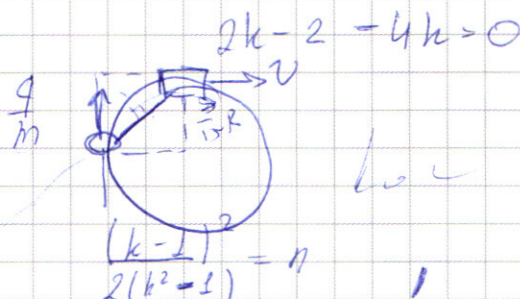
$$\frac{5mv_1^2}{8} = qU$$

$$\frac{q}{m} = \frac{5mv_1^2}{8qU}$$

$$2(k-1)(2$$

$$\frac{1}{x} = \frac{0-1}{x^2}$$

$$\frac{2(k-1) \cdot 2(k^2-1) - 2 \cdot 2k(k-1)}{(k-1)^2 (k+1)^2}$$



$$4(k^2-1) - 4k(k-1) = 0$$

$$-4(k-1) - 4k = 0$$

$$2\eta(k^2-1) = (k-1)^2 \quad \text{так как } E_{kin} < 0$$

$$2\eta k^2 - 2\eta = k^2 - 2k + 1$$

$$(2\eta - 1)k^2 + 2k - (2\eta + 1) = 0$$

$$\frac{(k-1)}{2(k-1)(k+1)} = \eta$$

$$\frac{k-1}{2(k+1)} = \eta$$

$$2\eta(k+1) = k-1$$

$$2\eta k + 2\eta = k-1$$

$$\frac{k-1}{2(k+1)} = \eta$$

$$\begin{array}{r} \times 12 \\ 480 \\ \hline 480 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 480 \\ -490 \\ \hline 970 \\ -810 \\ \hline 160 \end{array}$$

$$k_{ср} = \frac{-4}{2(\eta-1)} = -\frac{2}{\eta-1}$$

$$k_{ср} = \frac{-2}{4\eta-2} = -\frac{1}{2\eta-1}$$

$$(2\eta-1) \cdot \frac{1}{(2\eta-1)} = \frac{2}{2\eta-1} - (2\eta+1) \quad | \cdot 2\eta-1$$

$$2k-1-4k=0$$

$$-1=2k \Rightarrow$$

$$k = -\frac{1}{2}$$

$$1-2 - (2\eta-1)(2\eta-1) = 0$$

$$2(k+1) - 2(k-1) = 0$$

$$4\eta^2 - 1 = -1$$

$$\eta = \frac{k-1}{2k+2}$$

$$4\eta^2 = 0$$

$$\eta = 0$$

$$\eta = 0$$

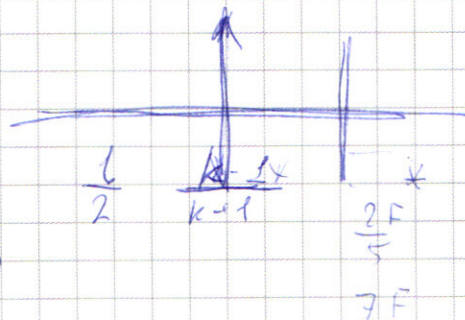
$$(k^2 - 2k + 1)' = 2k - 2$$

$$2(k-1) - 4k = 0$$

$$= 2 - \frac{1}{2} \left(\frac{k+1-k+1}{(k+1)^2} \right) = 0$$

$$2k-2-8k=0 \quad -6k$$

$$0 = 78 - (7-7) \cdot 2$$



$$F_2 = \frac{7F^2}{7F-5F} = \frac{7F}{2}$$