

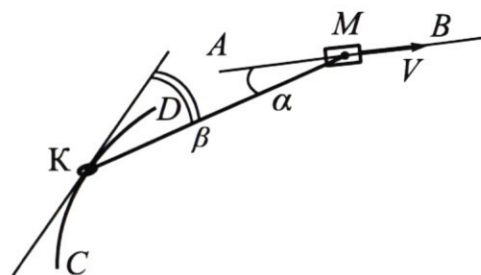
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 11

Вариант 11-01

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

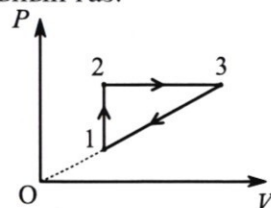
1. Муфту М двигают со скоростью $V = 68$ см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 0,1$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1,9$ м. Кольцо и муфта связаны легкой нитью длиной $l = 5R/3$. Система находится в одной горизонтальной плоскости. В некоторый момент нить составляет угол α ($\cos \alpha = 15/17$) с направлением движения муфты и угол β ($\cos \beta = 4/5$) с направлением движения кольца.



- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения нити 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 повышение температуры газа.
- 2) Найти в изобарном процессе отношение количества теплоты, полученной газом, к работе газа.
- 3) Найти предельно возможное максимальное значение КПД такого цикла.



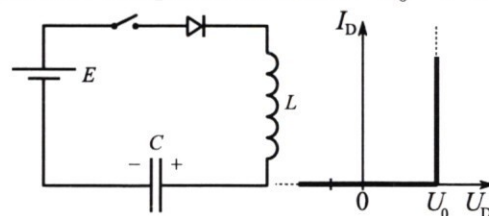
3. Обкладки конденсатора – круглые металлические сетки площадью S , расстояние между обкладками d ($d \ll \sqrt{S}$). Из точки, находящейся между обкладками на оси симметрии на расстоянии $0,25d$ от положительно заряженной обкладки, стартует с нулевой начальной скоростью положительно заряженная частица и через время T вылетает из конденсатора перпендикулярно обкладкам. Удельный заряд частицы $\frac{q}{m} = \gamma$.

- 1) Найдите скорость V_1 частицы при вылете из конденсатора.
- 2) Найдите величину Q заряда обкладок конденсатора.
- 3) С какой скоростью V_2 будет двигаться частица 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.

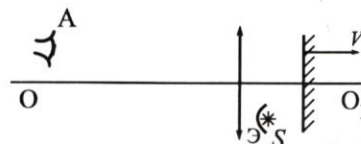
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 9$ В, конденсатор емкостью $C = 40$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 5$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,1$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$ 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 $3F/4$ от оси OO_1 и на расстоянии $F/2$ от плоскости линзы. Линза и источник неподвижны, а зеркало движется со скоростью V вдоль оси OO_1 . В некоторый момент зеркало оказалось на расстоянии F 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

Dano!

$$V = 68 \text{ cm/c}$$

$$m = 0,1 \text{ nm}$$

$$F_{\text{mg}} = 0$$

CD: $R = 1,9 \text{ m}$

$$l = \frac{5R}{3}$$

$$\cos d = \frac{15}{17}$$

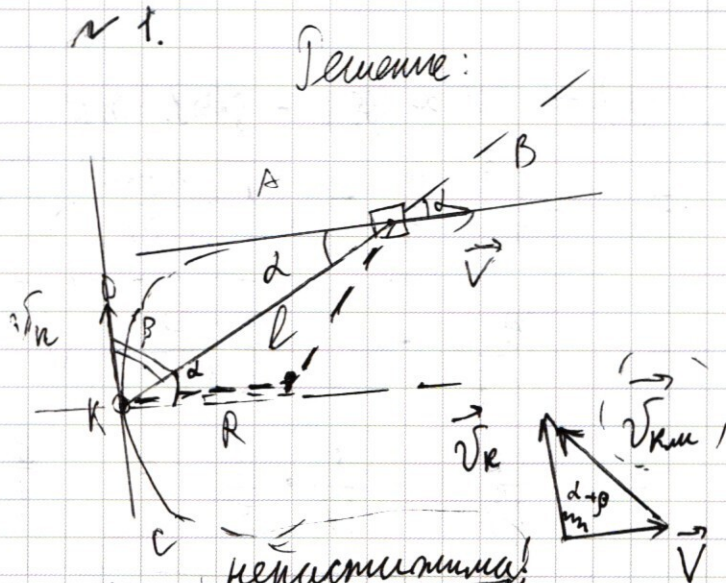
$$\cos \beta = \frac{4}{5}$$

1) $V_K - ?$

2) $V_{km} - ?$

3) $\nabla - ?$

Решение:



① Нить ^{нерастяжима!} находится в
натяжении. Значит верна
кинематическая связь:

$$V_K \cdot \cos \beta = V \cdot \cos \alpha$$

$$V_k = \frac{V \cdot \cos \alpha}{\cos \beta}$$

$$v_k = \cancel{68} \frac{\text{cm}}{\text{s}} \cdot \frac{15}{\cancel{17}} \cdot \frac{5}{4} = 75 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$$

(2) $\vec{v}_{ad.} = \vec{v}_{om} + \vec{v}_n$

V_{ab} - абсолютные скорости V_n - переносная

Воп - ~~какие~~ интересные

$$\vec{v}_{on} = \vec{v}_{ad} - \vec{v}_n; \vec{v}_{on} = \vec{v}_{ne}; \vec{v}_{ad} = \vec{v}_k$$

$$\vec{v}_{ne} = \vec{v}_k - \vec{v} \quad \vec{v}_n = \vec{v}$$

$$V_{km}^2 = V_k^2 + V^2 - 2 V_k V \cdot \cos(\alpha + \beta)$$

$$V_{km} = \sqrt{(75)^2 \cdot \frac{\text{см}^2}{\text{с}^2} + (68)^2 \frac{\text{см}^2}{\text{с}^2} - 2 \cdot 75 \cdot 68 \cdot \cos(\alpha + \beta)}$$

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

$$= \frac{15^3}{17} \cdot \frac{4}{5} - \sqrt{1 - \left(\frac{15}{17}\right)^2} \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{4}{5}\right)^2} =$$

$$= \frac{12}{17} - \sqrt{\frac{289 - 225}{289}} \sqrt{\frac{25 - 16}{25}} =$$

$$= \frac{12}{17} - \frac{8}{17} \cdot \frac{3}{5} = \frac{60 - 24}{17 \cdot 5} = \frac{36}{17 \cdot 5}$$

$$V_{km} = \sqrt{5625 + 4624 - 2 \cdot 75 \cdot 68 \cdot \frac{36}{17 \cdot 5}}$$

$$V_{km} = \sqrt{5929 \frac{\text{см}^2}{\text{с}^2}} = 77 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

$$\begin{array}{r} 75 \\ \times 25 \\ \hline 1375 \\ + 5250 \\ \hline 5625 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 68 \\ \times 68 \\ \hline 544 \\ + 4080 \\ \hline 4624 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1200 \\ \times 36 \\ \hline 720 \\ + 10800 \\ \hline 4320 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 5625 \\ + 4624 \\ \hline 10249 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4320 \\ - 10249 \\ \hline 5929 \end{array}$$

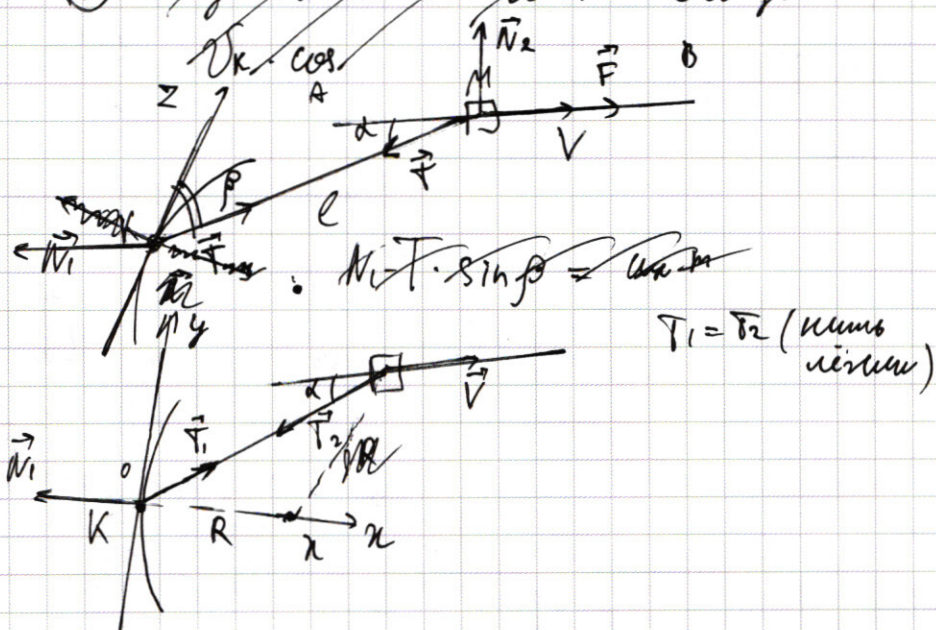
$$\begin{array}{r} 68 \\ \times 68 \\ \hline 544 \\ + 4080 \\ \hline 4624 \end{array}$$

$$111 \cdot 5929$$

$$70 \times 70 = 4900$$

$$50 \times 50 = 6400$$

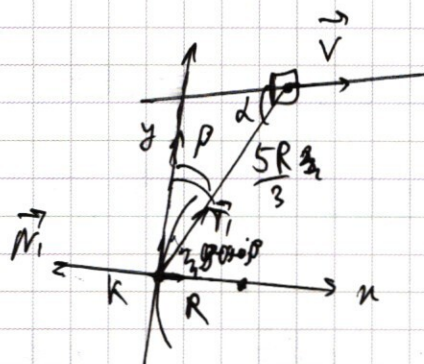
③ Из канонической связи:



Ответ: $75 \frac{\text{см}}{\text{с}}, 77 \frac{\text{см}}{\text{с}}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

~ 1 (продолжение)



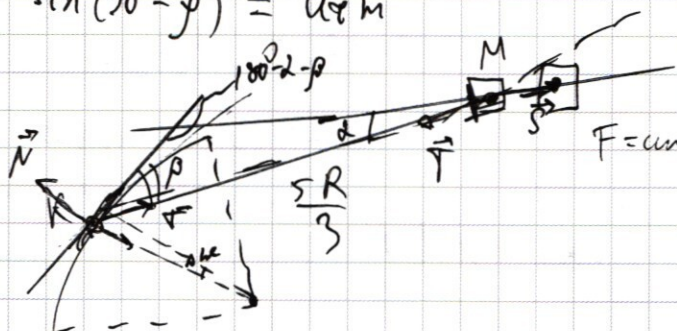
$$a_{\text{цс}} = \frac{v^2}{R}$$

По II з. К:

$$\vec{N}_1 + \vec{T}_1 = \vec{a} m$$

$$Ox: T_1 \cdot \cos(90^\circ - \rho) - N_1 = a_{\text{цс}} m$$

$$Oy: T_1 \cdot \sin(90^\circ - \rho) = a_{\text{цс}} m$$

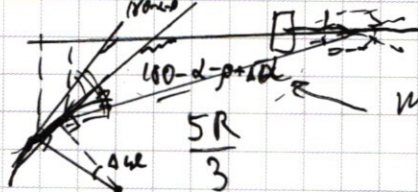


За малый промежуток Δt произошло малое смещение K на угол $\Delta \alpha$

$$T \cos \rho = a_{\text{цс}} m \quad a_{\text{цс}} = \beta R^2 \quad \rho = \frac{\Delta \alpha}{\Delta t^2}$$

$$T \cos \rho = \frac{\Delta \alpha}{\Delta t^2} R^2 m$$

$$S = \Delta t V$$



м.н. $\Delta \alpha$ мало

За малый промежуток времени
пузырь сместится на S .

Из кинематической связи

$$\frac{V \cdot \cos \alpha}{R \cos \rho} = \frac{\Delta d}{\Delta t} \quad S \cos \alpha - \Delta d R \cos \rho = 0 \quad V \Delta t \cos \alpha = \Delta d R \cos \rho$$

$$\begin{cases} V \Delta t \cos \alpha - \Delta d R \cos \rho = 0 \\ T \cos \rho = \frac{\Delta d}{\Delta t^2} R^2 m \end{cases} \Rightarrow \frac{V \cdot \cos \alpha}{R \cos \rho} = \frac{\Delta d}{\Delta t}$$

$$T = \frac{R^2 m}{\cos \rho} \cdot \frac{\Delta d}{\Delta t^2} ; \quad \frac{\Delta d}{\Delta t} = \frac{V \cdot \cos \alpha}{R \cos \rho}$$

$$T = \frac{R^2 m}{\cos \rho} \cdot \frac{V \cdot \cos \alpha}{R \cos \rho} = \frac{R m V \cdot \cos \alpha}{\cos^2 \rho}$$

$$\frac{\Delta d R}{V_k} = \Delta t$$

$$\Delta d \cdot R = S_k \Delta t \quad \frac{m \cdot k \cdot \frac{m}{c}}{\frac{m}{c} \cdot k} = \frac{m^2}{c} \cdot k$$

S_k — расстояние, пройденное
маленьким

$$S_k = \Delta d R$$

$$V_{\text{пл}} \cdot \cos \alpha - V_{\text{круп}} \cos \rho = 0 \quad \frac{m}{c^2} \cdot k$$

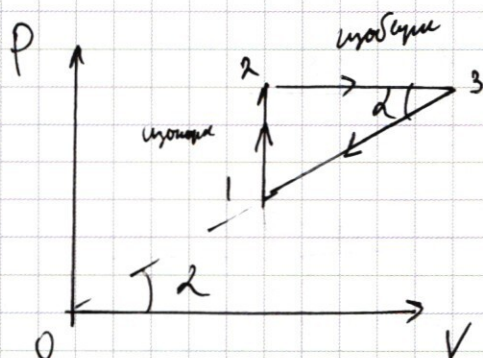
$$T = \frac{R \Delta d}{\Delta t^2} \frac{R m}{\cos \rho} = \frac{V_{\text{круп}} m}{\Delta t \cos \rho}$$

$$T = 75 \frac{\text{см}}{c}.$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Дано:

$$i = 3$$



1) $\frac{C_{p23}}{C_{p12}} - ?$

2) $\frac{Q_{23}}{A_{23}} - ?$

3) $\eta_{max} - ?$

~ 2.

1) ①

Решение:

$$pV = \nu RT$$

1-2: повышение температуры

2-3: повышение температуры

3-1: $p = \alpha V$, α - коэффициент пропорциональности.

$$\alpha V^2 = \nu RT$$

$$V^2 = \sqrt{\frac{\nu RT}{\alpha}}$$

V - увеличивается $\Rightarrow T$ - уменьшается

$$C_p = \frac{Q}{\nu \Delta T}; \quad \nu = \text{const}$$

$$\frac{C_{p23}}{C_{p12}} = \frac{Q_{23}}{\nu \Delta T_{23}} \cdot \frac{\nu \Delta T_{12}}{Q_{12}} = \frac{Q_{23}}{Q_{12}} \cdot \frac{\Delta T_{12}}{\Delta T_{23}}$$

② $Q = \Delta U + A$

3-1: $Q = \Delta U_{3-1} + A_{3-1}$
 $\Delta U_{3-1} < 0$
 $A_{3-1} < 0$
 $Q < 0$

1-2: $A_{12} = 0$ $Q_{12} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{12}$

2-3: $Q_{23} = \frac{5}{2} \nu R \Delta T_{23} + p_3 (\Delta V)$

$$A_{23} = p_3 \Delta V = \nu R \Delta T_{23}$$

$$Q_{23} = \frac{5}{2} \nu R \Delta T_{23} + \nu R \Delta T_{23} = \frac{7}{2} \nu R \Delta T_{23}$$

$$\frac{C_{p23}}{C_{p12}} = \frac{\frac{7}{2} \nu R \Delta T_{23}}{\frac{3}{2} \nu R \Delta T_{12}} \cdot \frac{\Delta T_{12}}{\Delta T_{23}} = \frac{7}{3}$$

$$2) \frac{Q_{23}}{A_{v23}} = \frac{\frac{5}{2} \cancel{2R} \Delta T_{23}}{\cancel{2R} \Delta T_{23}} = 2,5$$

$$3) \eta = \frac{A_{\text{пол}}}{Q}$$

$$A_{\text{пол}} = \cancel{2R} \Delta T_{23}$$

$$Q = Q_{12} + Q_{23}$$

$$\Delta T_{12} = T_2 - T_1$$

$$\Delta T_{23} = T_3 - T_2$$

$$p_1 = 2 T_1$$

$$p_3 = 2 T_3$$

$$3-1: p = dV$$

Давление на границе пропорционально давлению

$$\eta = \frac{\cancel{2R} \Delta T_{23}}{\frac{3}{2} \cancel{2R} \Delta T_{12} + \frac{5}{2} \cancel{2R} \Delta T_{23}}$$

$$\eta = \frac{2 \Delta T_{23}}{3 \Delta T_{12} + 5 \Delta T_{23}}$$

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

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

$$\eta = \frac{2 (T_3 - T_2)}{5 T_3 - 2 T_2 - 3 T_1}$$

$$\Delta T_{12} = \frac{\Delta p_{12} V_1}{\cancel{2R}}$$

$$\Delta T_{23} = \frac{p_2 V_2}{\cancel{2R}}$$

$$\frac{1}{\eta} = \frac{3 (T_2 - T_1) + 5 (T_3 - T_2)}{2 (T_3 - T_2)}$$

$$\frac{1}{\eta} = \frac{3}{2} \frac{(T_2 - T_1)}{(T_3 - T_2)} + 2,5$$

$$\frac{1}{\eta} = \frac{3}{2} \left(\frac{\Delta T_{12}}{\Delta T_{23}} \right) + 2,5$$

$$\frac{1}{\eta} = \frac{3}{2} \left(\frac{\Delta p_{12} V_1}{p_2 V_2} \right) + 2,5; \quad \frac{1}{\eta} = \frac{3}{2} \tan \alpha + 2,5$$

Минимальное значение $\frac{1}{\eta} = \frac{3}{2} \cdot 0 + 2,5 = 2,5$

Значит предельное максимальное

значение: $\eta_{\text{max}} \rightarrow \frac{2}{5} = 0,4$

Ответ: $\frac{5}{3}; 2,5; 0,4.$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Дано: $\xi = \phi$

$S, d \ll \sqrt{S}$

$0,25d, V_0 = 0$

$q > 0, T$

$$\frac{q}{m} = \gamma$$

1) $V_1 - ?$

2) $Q - ?$

3) $V_2 - ?$

$$E_n = \frac{Q}{2\epsilon_0}$$

$$\Phi = \frac{q}{\epsilon_0}$$

$$2S \cdot \frac{QS}{\epsilon_0} = 2SE_n$$

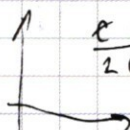
q

$$\frac{Cq^2}{2} = \frac{2q}{\epsilon_0}$$

$$q = Ck$$

$$\frac{q}{C} = k$$

$$\frac{Cq^2}{2C^2}$$

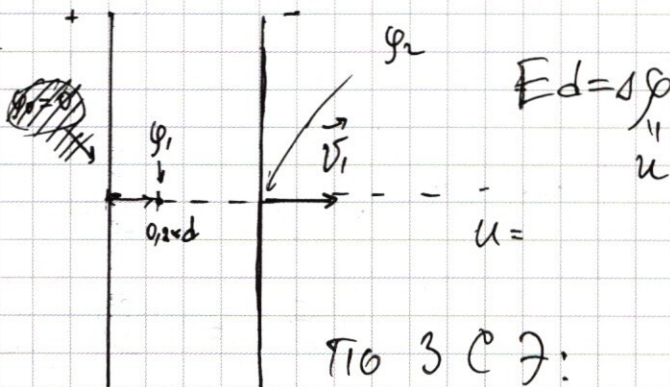


~ 3

Решение:

Однородно электрическое поле $\Rightarrow \vec{E} = \text{const}$

$$E = \frac{Q}{\epsilon_0 S} \quad Ed = Q$$



$$1) C = \frac{\xi \epsilon_0 S}{d}; \quad \phi_1 q = \phi_2 q + \frac{mV_1^2}{2}$$

E имеет однородно $\Rightarrow E x = U, U$ - разность потенциалов

$$Ed = U; \quad U = \frac{Q}{C}$$

$$V_1^2 = 2(\phi_1 - \phi_2) \frac{q}{m} = 2(\phi_1 - \phi_2) \gamma$$

~~$\phi_1 - \phi_2 = U$~~

$$V_1^2 = 2\gamma(E \cdot 0,25d)$$

$$V_1 = aT; \quad s = \frac{V_1^2}{2}$$

$$s = \frac{aT^2}{2}; \quad a = \frac{F}{m}; \quad F = Eq$$

но $\Delta 3$ ~~константа~~

$$s = d - 0,25d = 0,75d$$

$$0,75d = \frac{EqT^2}{m} \Rightarrow E = \frac{1,5dm}{qT^2}$$

$$V_1^2 = 2\gamma \left(\frac{1,5dm}{qT^2} \cdot 0,75d \right)$$

$$V_1^2 = 2 \gamma \frac{m}{g} \cdot 1,5 \cdot \frac{0,75 d^2}{T^2}$$

$$V_1^2 = \cancel{2 \gamma} \cdot \frac{1}{\cancel{\gamma}} \cdot 3 \cdot 0,75 \frac{d^2}{T^2} \quad 3 \cdot 0$$

$$3 \cdot 0,01 \cdot 3 \cdot 25$$

$$V_1 = \frac{d}{T} \sqrt{3^2 \cdot 0,01 \cdot 25}$$

$$V_1 = 3 \cdot 0,15 \frac{d}{T} = \frac{1,5 d}{T}$$

$$F = \frac{m^2}{h c^2} \quad h = \frac{h^2 m}{c^2 \lambda}$$

$$2) \quad V_1^2 = 2 \gamma (E \cdot 0,75 d) \Rightarrow E = \frac{V_1^2}{d \gamma \cdot 1,5}$$

$$\begin{cases} E d = U \\ C U = Q \end{cases} \Rightarrow Q = C E d; \quad U = \frac{V_1^2}{\gamma \cdot 1,5}$$

$$Q = \frac{C V_1^2}{d \gamma \cdot 1,5}$$

$$\epsilon = 1 \quad Q = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d} \cdot \frac{V_1^2}{\gamma \cdot 1,5} \cdot \frac{1}{d} = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d \gamma \cdot 1,5} \cdot 3 \cdot 0,75 \cdot \frac{d^2}{T^2}$$

$$Q = \frac{1,5 \epsilon \epsilon_0 S d^2}{d T^2}; \quad Q = \frac{1,5 \epsilon_0 S d^2}{d T^2}$$

3) Бесконечно большое расстояние:

$$U = \frac{Q}{C}$$

$$\varphi_\infty = 0;$$

$$\forall \text{ } 3 \in \exists:$$

$$0 \neq U \gamma = 0 + \frac{m V_2^2}{2} \quad (\text{Если допустить, что масса не изменяется})$$

$$V_2 = \sqrt{\frac{2 U \gamma}{m}}$$

$$V_2 = \sqrt{2 \gamma \cdot \frac{Q}{C}} = \sqrt{2 \gamma \frac{1,5 \epsilon_0 S d^2}{T^2 \epsilon_0 S}} = \sqrt{\frac{3 \gamma d^2}{T^2}}$$

Ответ:

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Дано:

$$E = 9 \text{ В}$$

$$C = 40 \text{ мкФ}$$

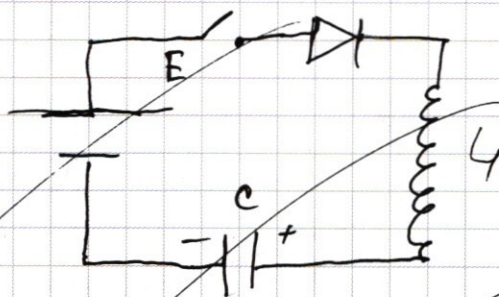
$$U_1 = 5 \text{ В}$$

$$U = 0,1 \text{ В}$$

$$U_0 = 1 \text{ В}$$

$$1) \frac{\Delta I}{\Delta t} (0) \rightarrow$$

Решение:



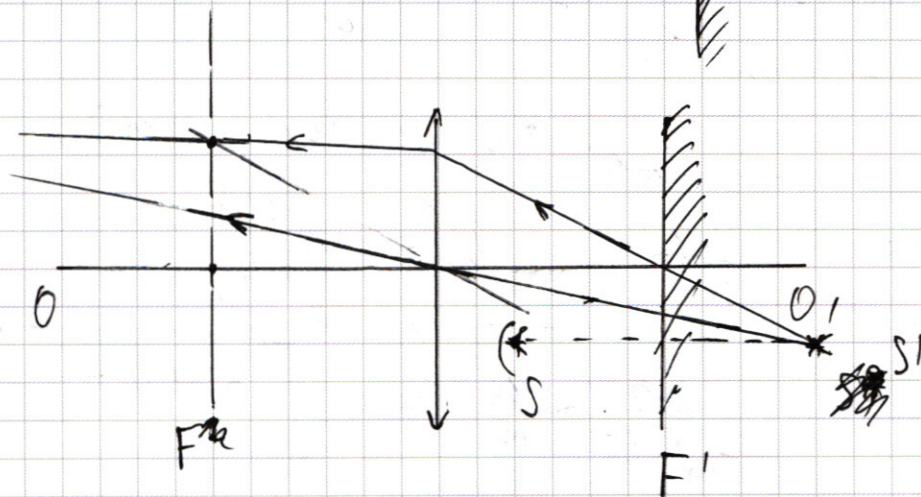
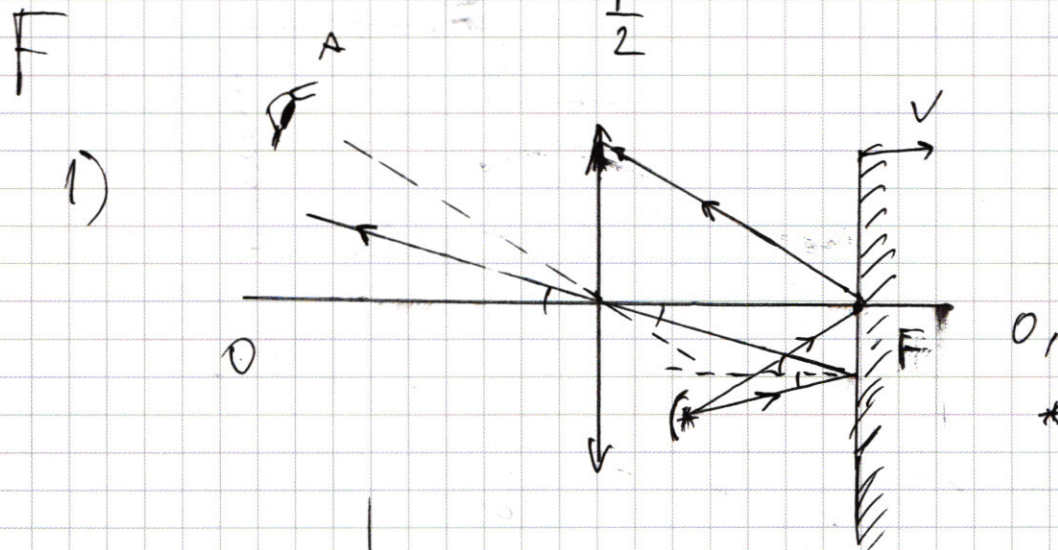
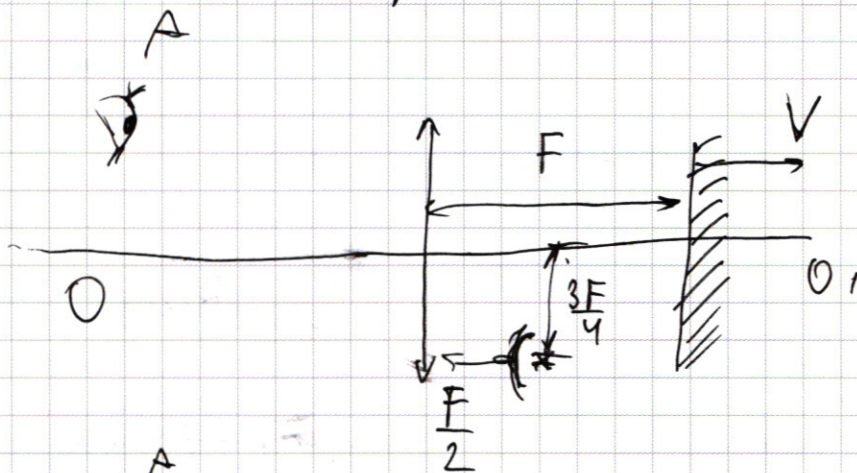
$$V_2 = \sqrt{\frac{2Uq}{m}} \quad \sim 3 \text{ (приблизительно)} \quad U = \frac{V_1^2}{r^{1,5}}$$

$$V_2 = \sqrt{\frac{2 \frac{V_1^2}{r^{1,5}} q}{m}} = \sqrt{3 \frac{V_1^2}{r^{1,5}}}$$

$$V_2 = \sqrt{3} V_1 ; V_2 = \frac{3 \sqrt{3}}{2} \frac{d}{T}$$

Ответ: $\frac{3d}{2T} ; \frac{3 \epsilon_0 S d}{2 \cdot T^2} ; \frac{3 \sqrt{3}}{2} \frac{d}{T}$

~ 5.



1)

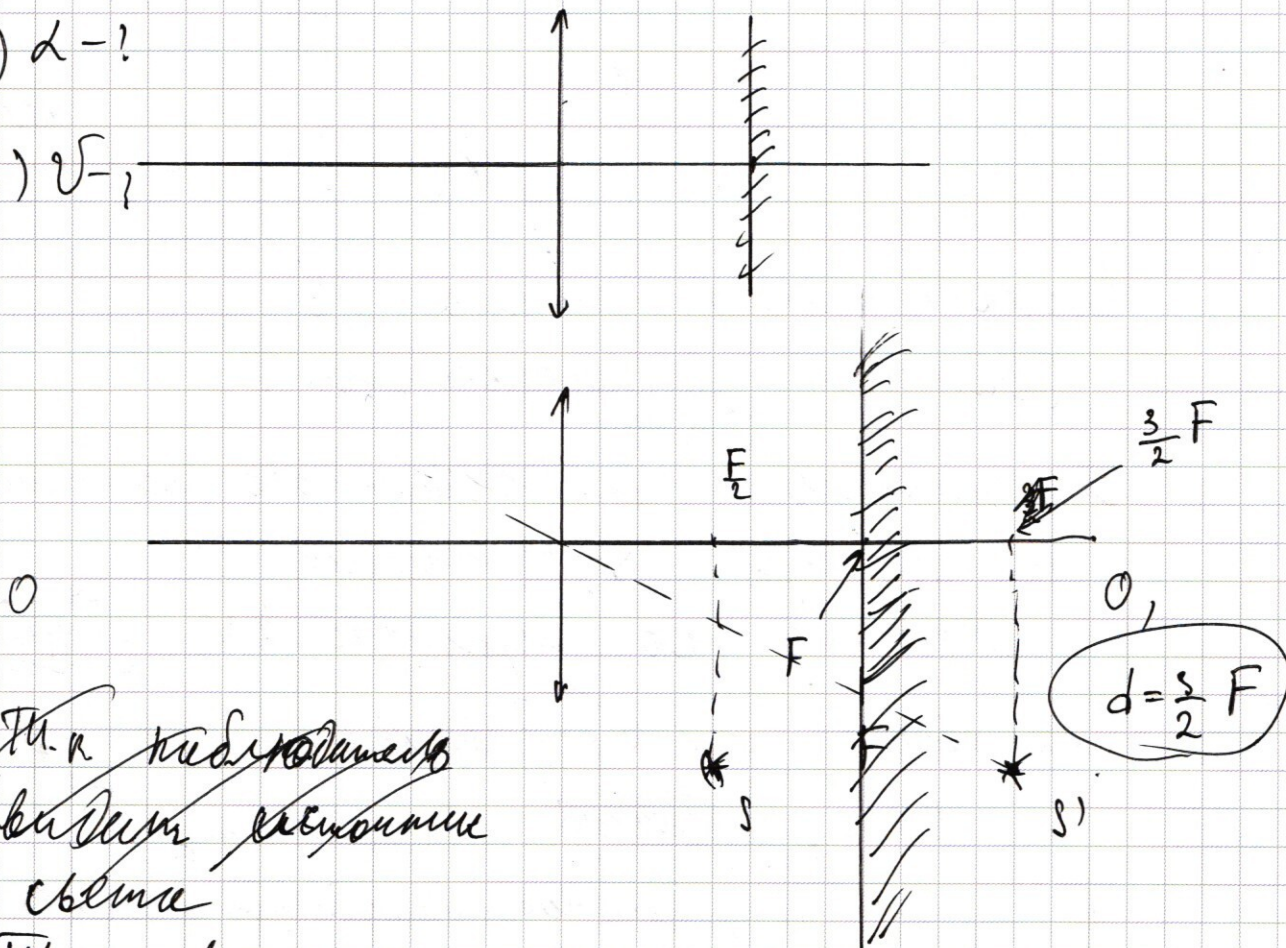
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1) f - ?

2) d - ?

3) v - ?

~ 5.



Т.к. подпадает
в центр кривизны
света

Т.к. свет может попасть
в линзу только после
отражения от
предмета для линзы
является изображением S'

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{s}$$

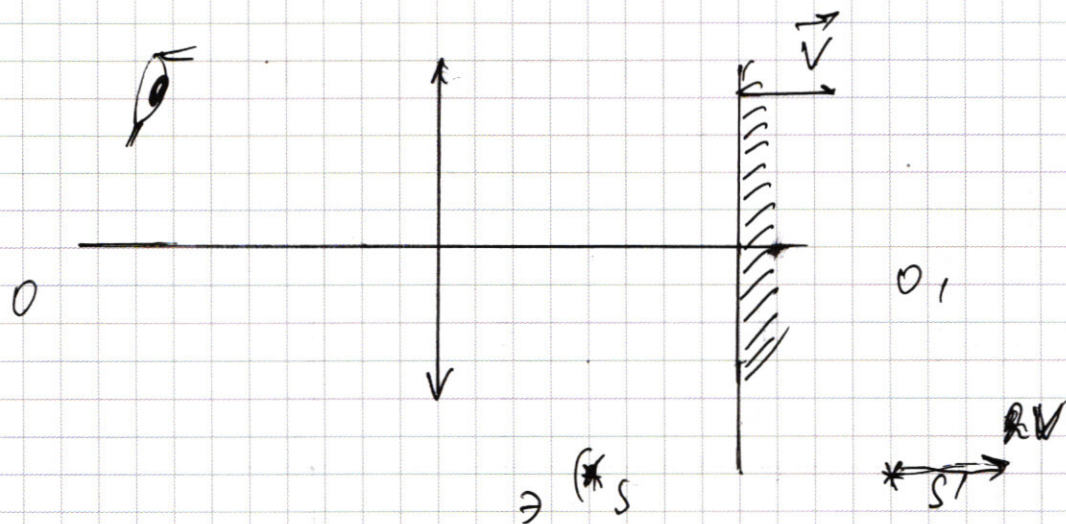
$$\frac{1}{F} - \frac{1}{d} = \frac{1}{s}$$

$$\frac{Fd}{d-F} = s$$

$$1) f = \frac{\frac{3}{2} F}{\frac{1}{2} F} = 3F$$

$$\frac{F \cdot \frac{1}{2} F}{\frac{3}{2} F - F} = f$$

2)



Относительно зеркала S'
Двигается со скоростью V .
 $\vec{v} \parallel \vec{OO}_1$

Относительно неподвижного источника
и линзы, изображение S'
Двигается со скоростью $2V$. $2\vec{v} \parallel \vec{OO}_1$

При движении ~~проектируется~~ в точку
оли, ~~изображение~~ и изображение $= \Gamma^2 2V$
и изображение, пришедшее в линзу

$$\Gamma = \frac{f}{d}$$

$$u_{\text{изобр.}} = 2V \cdot \left(\frac{f}{d}\right)^2 = 2V \cdot \left(\frac{3F \cdot 2}{8F}\right)^2$$

$$u_{\text{изобр.}} = 8V$$

$$m.p. \quad 8\vec{v} \parallel \vec{OO}_1 \Rightarrow \vec{u} \parallel \vec{OO}_1 \Rightarrow \alpha = 0$$

$$\sin 0 = 0$$

Ответ: $3F; 0; 8V$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\begin{aligned} U_k &= \Gamma^2 2V \\ U_y &= \Gamma \cdot 2V \end{aligned}$$

$$\Gamma = \frac{f}{d}$$

~~$$U_y = \Gamma \cdot 2V$$~~

~~$$d_k(t) = 2V \cdot \frac{3}{2} F$$~~

~~$$\frac{1}{F} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{d_1}$$~~

~~$$d_2 - d_1 = 2V_{st}$$~~

~~$$\frac{1}{F} = \frac{1}{f_2} + \frac{1}{d_2}$$~~

~~$$\frac{H_1}{h} = F_1 = \frac{f_1}{d_1}$$~~

~~$$0 = \frac{1}{f_1} - \frac{1}{f_2} + \frac{1}{d_1} - \frac{1}{d_2} \Rightarrow F_2 = \frac{f_2}{d_2}$$~~

~~$$\frac{1}{d_2} - \frac{1}{d_1} = \frac{1}{f_1} - \frac{1}{f_2}$$~~

~~$$\frac{d_1 - d_2}{d_1 d_2} = \frac{f_2 - f_1}{f_1 f_2}$$~~

~~$$\frac{H_1 - H_2}{h} = \frac{f_1}{d_1} - \frac{f_2}{d_2}$$~~

~~$$d_2 = d_1 + V_{st}$$~~

~~$$\frac{H_2 - H_1}{h} = \frac{f_2}{d_2} - \frac{f_1}{d_1}$$~~

~~$$\frac{V_y}{h} = \frac{f_2 d_1 - f_1 d_2}{d_1 d_2 \Delta t}$$~~

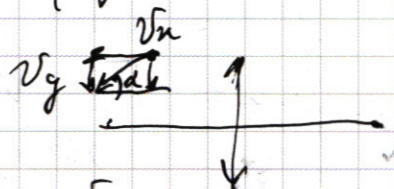
~~$$\frac{V_y}{h} = \frac{f_2 d_1 - f_1 d_2}{d_1 d_2 \Delta t}$$~~

$$\cancel{F = \frac{f}{d}}$$

$$\Gamma = \left(\frac{3F \cdot 2}{3F} \right)^2 = 2$$

$$u_n = 4 \cdot 2 \cdot V = 8V$$

$$u_y = 4V = 4V$$



$$\cancel{\text{tg} \alpha = \frac{u_y}{u_n}} \quad \text{tg} \alpha = \frac{u_y}{u_n}$$

$$\text{tg} \alpha = \frac{4V}{8V} = \frac{1}{2}$$

$$u^2 = u_n^2 + u_y^2 =$$

$$u^2 = 64V^2 + 16V^2 = 80V^2$$

$$u = \sqrt{80}V$$

$$u = 4\sqrt{5}V$$

Ответ: $3F$, $\frac{1}{2}$; $4\sqrt{5}V$