

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

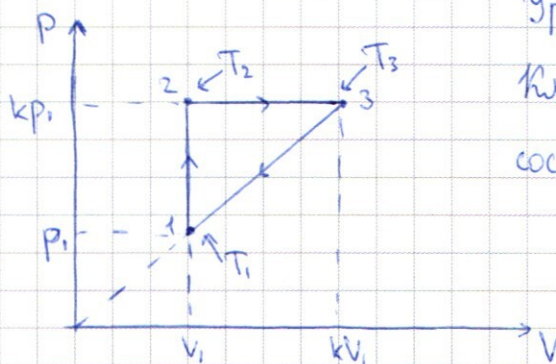
2. Дано:

$i = 3$

1) $\frac{C_{12}}{C_{23}} ?$

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

3) $\eta_{\max} ?$



Уравнения Менделеева
Клапейрона для газа в
состояниях 1, 2, 3:

$$P_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$k P_1 V_1 = \nu R T_2$$

$$k^2 P_1 V_1 = \nu R T_3$$

Пусть в точке 1 на графике давление газа P_1 ,
а объем V_1 .

П.к. процесс $3 \rightarrow 1$ прямая пропорциональность, то
в этом процессе $\frac{P}{V} = \text{const}$.

$\Rightarrow$ если в состоянии 3 давление газа $k P_1$, то
в этом состоянии объем газа $k V_1$ (где k некая
константа). Из графика видно, что $k > 1$.

$$\text{Процесс } 1 \rightarrow 2: \Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{12} = \frac{3}{2} (k P_1 V_1 - P_1 V_1) = \frac{3}{2} P_1 V_1 (k - 1)$$

$$k > 1 \Rightarrow \Delta T_{12} > 0 \Rightarrow \text{температура увеличивается}$$

$$\begin{aligned} \text{Процесс } 2 \rightarrow 3: \Delta U_{23} &= \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{23} = \frac{3}{2} (k P_1 \cdot k V_1 - k P_1 V_1) = \\ &= \frac{3}{2} k P_1 V_1 (k - 1) \end{aligned}$$

$$k > 1 \Rightarrow \Delta T_{23} > 0 \Rightarrow \text{температура увеличивается}$$

$$\begin{aligned} \text{Процесс } 3 \rightarrow 1: \Delta U_{31} &= \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{31} = \frac{3}{2} (P_1 V_1 - k P_1 \cdot k V_1) = \\ &= \frac{3}{2} P_1 V_1 (1 - k^2) \end{aligned}$$

$$k > 1 \Rightarrow \Delta T_{31} < 0 \Rightarrow \text{температура уменьшается.}$$

продолжение на
обороте $\rightarrow$

$$Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} ; A_{12} = 0 \Rightarrow Q_{12} = \Delta U_{12} = \frac{3}{2} J R \Delta T_{12}$$

$$C_{12} = \frac{Q_{12}}{J \Delta T_{12}} = \frac{\frac{3}{2} J R \Delta T_{12}}{\frac{1}{2} J \Delta T_{12}} = \frac{3}{2} R$$

$$Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23}$$

$$A_{23} = k p_1 (k V_1 - V_1) = k^2 p_1 V_1 - k p_1 V_1 = J R T_3 - J R T_2 = J R \Delta T_{23}$$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} J R \Delta T_{23}$$

$$C_{23} = \frac{Q_{23}}{J \Delta T_{23}} = \frac{A_{23} + \Delta U_{23}}{J \Delta T_{23}} = \frac{3}{2} R + R = \frac{5}{2} R$$

~~Этот процесс тоже адиабатический~~

(т.к. процессы $1 \rightarrow 2$ и $2 \rightarrow 3$ изохора и изобара, то в этих процессах теплоемкость (молярная) газа постоянна).

$$\frac{C_{12}}{C_{23}} = \frac{3R}{2 \cdot 5R} \cdot 2 = \frac{3}{5}$$

$$Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23} = J R \Delta T_{23} + \frac{3}{2} J R \Delta T_{23} = \frac{5}{2} J R \Delta T_{23}$$

$$\frac{Q_{23}}{A_{23}} = \frac{\frac{5}{2} J R \Delta T_{23}}{\frac{1}{2} J R \Delta T_{23}} = \frac{5}{2}$$

$\eta = \frac{A_{\Sigma}}{Q_{\Sigma}}$ (где A_{Σ} - работа газа за все циклы,
 Q_{Σ} - сумма переданных теплот к газу).

$$A_{\Sigma} = \frac{1}{2} (k V_1 - V_1) (k p_1 - p_1) \text{ (площадь под графиком).}$$

$$A_{\Sigma} = \frac{1}{2} (k^2 p_1 V_1 - k p_1 V_1 - k p_1 V_1 + p_1 V_1) = \frac{1}{2} p_1 V_1 (k^2 - 2k + 1) =$$

$$= \frac{1}{2} p_1 V_1 (k-1)^2 = \frac{1}{2} J R T_1 (k-1)^2$$

$$Q_{\Sigma} = Q_{12} + Q_{23} \text{ (т.к. } \Delta T_{12} > 0 ; A_{12} > 0 \text{ и } \Delta T_{23} > 0 ; A_{23} > 0)$$

$$(\text{ } Q_{31} = A_{31} + \Delta U_{31} ; \Delta T_{31} < 0 \Rightarrow \Delta U_{31} < 0 ; A_{31} < 0, \text{ т.к. газ сжимается})$$

$$Q_{12} = \frac{3}{2} J R \Delta T_{12} = \frac{3}{2} (k p_1 V_1 - p_1 V_1) = \frac{3}{2} p_1 V_1 (k-1)$$

$$Q_{23} = \frac{5}{2} J R \Delta T_{23} = \frac{5}{2} (k p_1 k V_1 - k p_1 V_1) = \frac{5}{2} p_1 V_1 (k^2 - k)$$

$$= \frac{5}{2} p_1 V_1 (k-1) (k) \quad \frac{5}{2} p_1 V_1 k (k-1)$$

$$Q_{\Sigma} = Q_{12} + Q_{23} = \frac{3}{2} p_1 V_1 (k-1) + \frac{5}{2} p_1 V_1 (k-1) (k)$$

продолжение на следующей странице

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

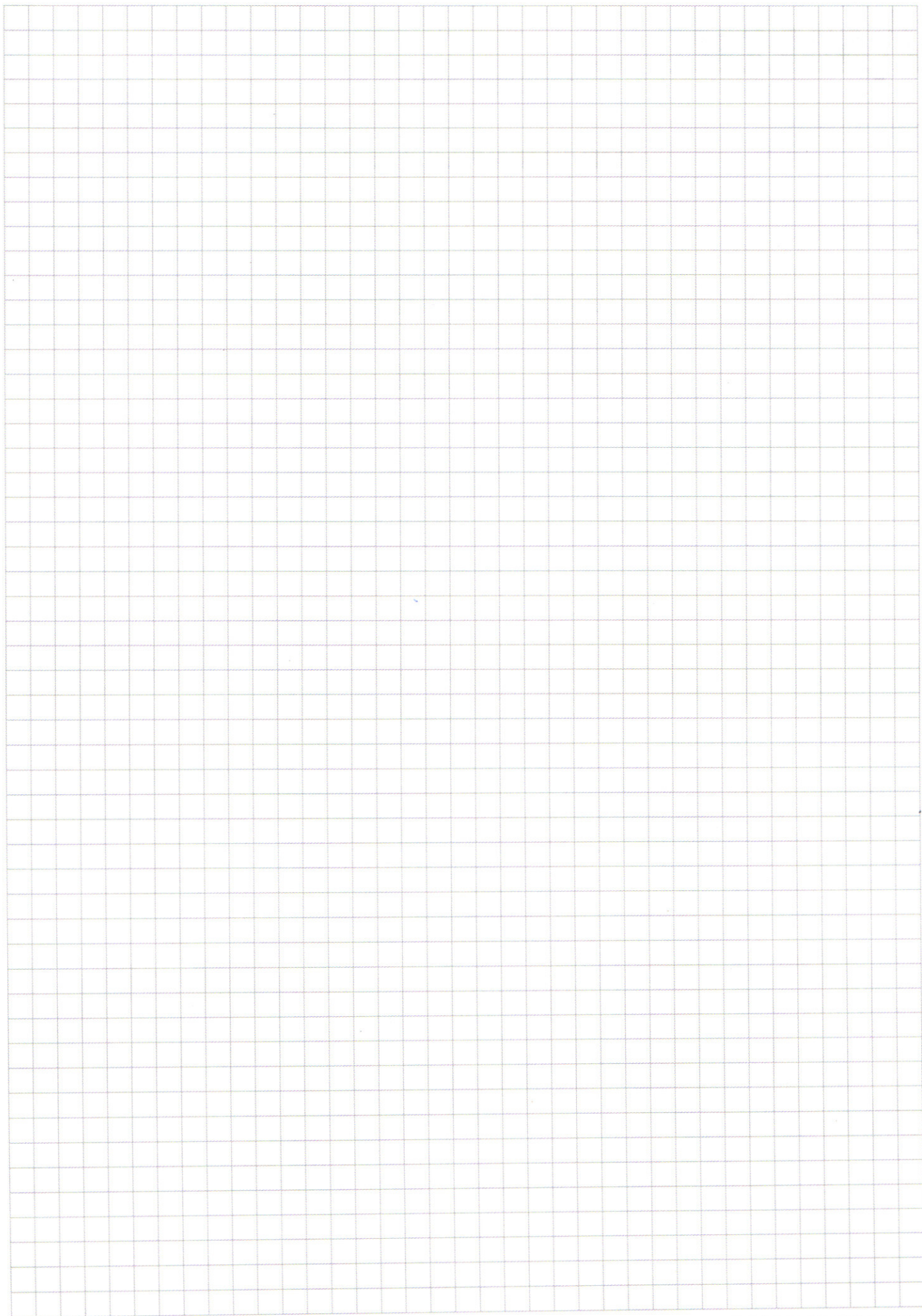
(продолжение задачи 2). $Q_H = \frac{3}{2} p_1 V_1 (k-1) + \frac{5}{2} p_1 V_1 k (k-1)$

$$\zeta = \frac{A_z}{Q_H} = \frac{p_1 V_1 (k-1)^2}{2 \left(\frac{3}{2} p_1 V_1 (k-1) + \frac{5}{2} p_1 V_1 k (k-1) \right)} =$$
$$= \frac{(k-1)^2}{3(k-1) + 5k(k-1)} = \frac{k-1}{3+5k}$$

Ответ: 1) $\frac{c_{12}}{c_{23}} = \frac{3}{5}$

2) $\frac{Q_{23}}{A_{23}} = \frac{5}{2}$

3).



☒ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

4) Дано:

$$\mathcal{E} = 9 \text{ В}; C = 10 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}$$

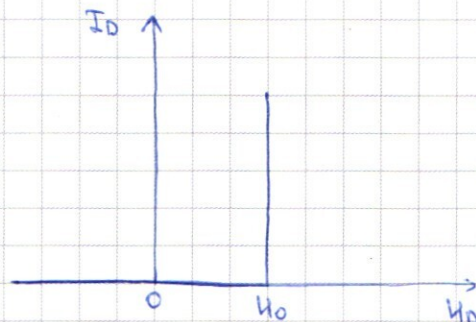
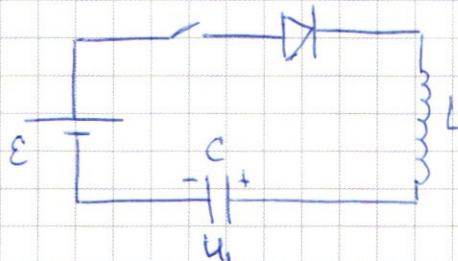
$$U_1 = 5 \text{ В}; L = 0,1 \text{ Гн.}$$

$$U_0 = 1 \text{ В.}$$

1) I' ?

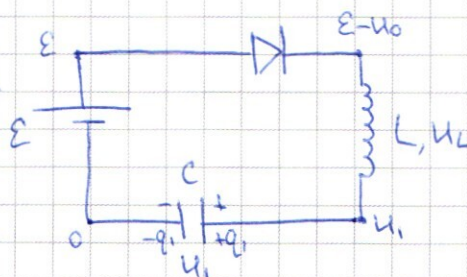
2) $I_{\max}$?

3) U_2 ?



1) Рассмотрим теперь сразу после замыкания ключа.
Напряжения на конденсаторе и ток через катушку
скачком не меняются.

(метод потенциалов).



$$U_L = L I'$$

$$q_1 = C U_1$$

Предположим, что сразу после замыкания диод закрыт, тогда $I' = 0$
 $\Rightarrow U_L = 0$, тогда $U_0 = \mathcal{E} - U_1$; $\mathcal{E} - U_1 > U_0 \Rightarrow$ предположение неверно
 $\Rightarrow$ сразу после замыкания ключа диод открыт. (т.е. $U_0 = U_0$).

$$U_L = \mathcal{E} - U_0 - U_1$$

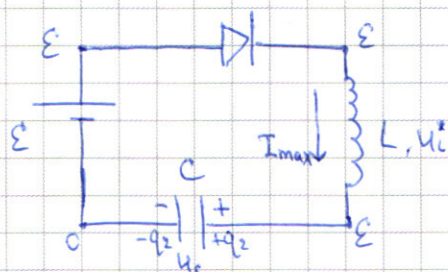
$$I' = \frac{U_L}{L} = \frac{\mathcal{E} - U_0 - U_1}{L} = \frac{9 - 1 - 5}{0,1} = \frac{3}{0,1} = 30 \frac{\text{В}}{\text{Гн.}}$$

2) Рассмотрим теперь когда ток в цепи максимальный ($I = I_{\max}$).

$$\text{Если } I = I_{\max}, \text{ то } I' = 0 \Rightarrow U_L = 0$$

напряжения на
обрате

(метод потенциалов).



$$q_2 = C U_c = C \varepsilon$$

П.к. в цепи течёт ток $I_{\max}$, то диод открыт $\Rightarrow U_0 = U_c$

Заметим, что $U_c = \varepsilon$

ЗСЭ: $A\varepsilon = \Delta W + Q$; $Q = 0$, т.к. нет резисторов.

$$A\varepsilon = (q_2 - q_1) \varepsilon = (C\varepsilon - C U_1) \varepsilon = C\varepsilon(\varepsilon - U_1)$$

$$\Delta W = \frac{L I_{\max}^2}{2} + \frac{C \varepsilon^2}{2} - \frac{C U_1^2}{2}$$

$$\Rightarrow C\varepsilon(\varepsilon - U_1) = \frac{L I_{\max}^2}{2} + \frac{C \varepsilon^2}{2} - \frac{C U_1^2}{2}$$

$$2C\varepsilon(\varepsilon - U_1) - C\varepsilon^2 + C U_1^2 = L I_{\max}^2$$

$$2C\varepsilon^2 - C\varepsilon^2 - 2C\varepsilon U_1 + C U_1^2 = L I_{\max}^2$$

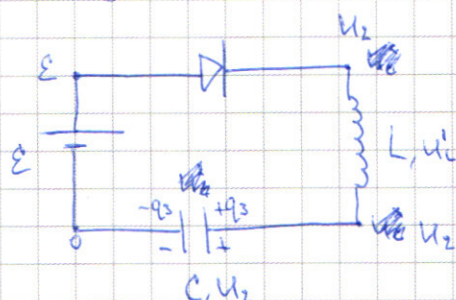
$$L I_{\max}^2 = C\varepsilon^2 + C U_1^2 - 2C\varepsilon U_1$$

$$I_{\max} = \sqrt{C \frac{\varepsilon^2 + U_1^2 - 2\varepsilon U_1}{L}} = \sqrt{C \frac{(\varepsilon - U_1)^2}{L}} = (\varepsilon - U_1) \sqrt{\frac{C}{L}} =$$

$$= (9-5) \cdot \sqrt{\frac{40 \cdot 10^{-6}}{10^{-1}}} = 4 \sqrt{4 \cdot 10^{-4}} = 4 \cdot 2 \cdot 10^{-2} = 6 \cdot 10^{-2} = 0,06 \text{ А.}$$

3) Рассмотрим цепь в установившемся состоянии при замкнутом ключе К. В установившемся состоянии ток через конденсатор не идёт $\Rightarrow$ тока нет во всей цепи. (то есть диод закрыт).

(метод потенциалов)



$$q_3 = C U_2^* = C \varepsilon \quad q_3 = C U_2$$

П.к. $I = 0$, то $U_1^* = 0$.

продолжение на
следующ. странице.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

(продолжение задачи 4).

$$\text{ЗС.3: } A\mathcal{E} = \Delta W$$

$$A\mathcal{E} = (C U_2 - C U_1) \mathcal{E}$$

$$\Delta W = \frac{C U_2^2}{2} - \frac{C U_1^2}{2}$$

$$\Rightarrow C\mathcal{E}(U_2 - U_1) = \frac{1}{2} C (U_2 - U_1) (U_2 + U_1)$$

$$(U_2 - U_1) \left(\mathcal{E} - \frac{1}{2} (U_2 + U_1) \right) = 0$$

$$\begin{cases} U_1 = U_2 \\ \mathcal{E} - \frac{U_2}{2} - \frac{U_1}{2} = 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} U_2 = U_1 \\ U_2 = 2\mathcal{E} - U_1 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} U_2 = 5\text{ В} \\ U_2 = 14\text{ В} \end{cases}$$

Если $U_2 = 5\text{ В}$, то $U_0 = \mathcal{E} - U_2 = 9 - 5 = 4\text{ В} > U_0 = 1\text{ В}$ $\Rightarrow$ диод будет открыт $\Rightarrow$ противоречие.Если $U_2 = 14\text{ В}$, то $U_0 = \mathcal{E} - U_2 = 9 - 14 = -5\text{ В} < U_0 = 1\text{ В}$ $\Rightarrow$ такой вариант правильный.Ответ: 1) $I' = 30 \frac{\text{В}}{\Omega}$ 2) $I_{\max} = 0,06\text{ А}$ 3) $U_2 = 14\text{ В}$.

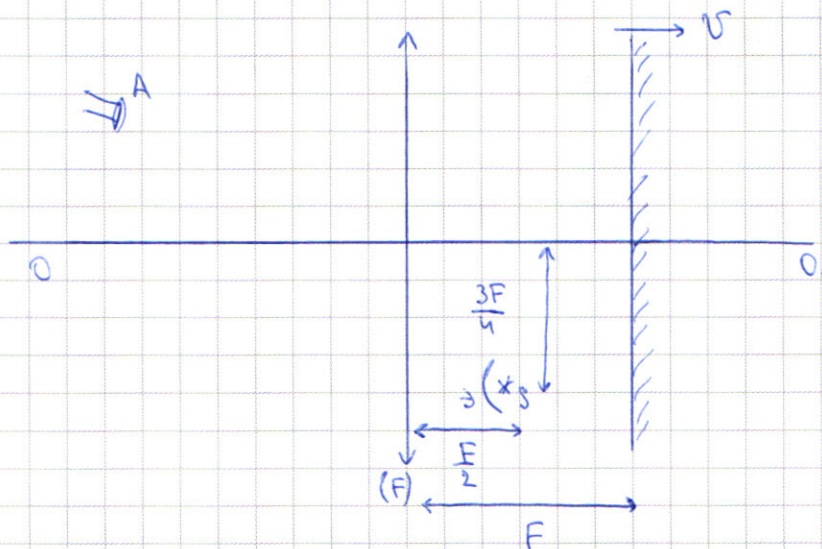
5) Дано:

F, v

$f, ?$

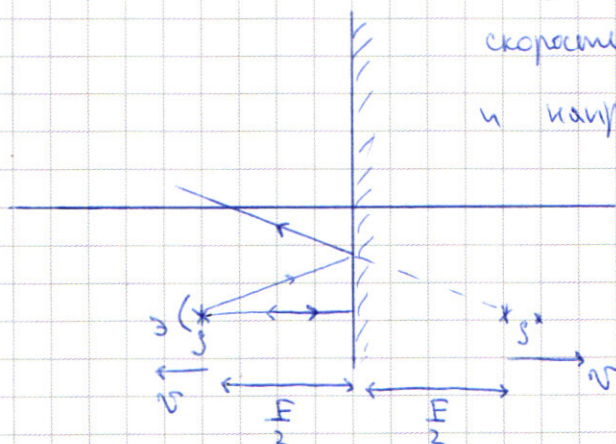
$\lambda, ?$

$\mu, ?$



Сначала рассмотрим отдельно источник света и зеркало. Перейдем в СО зеркала. В этой СО

скорость источника равна v и направлена влево.



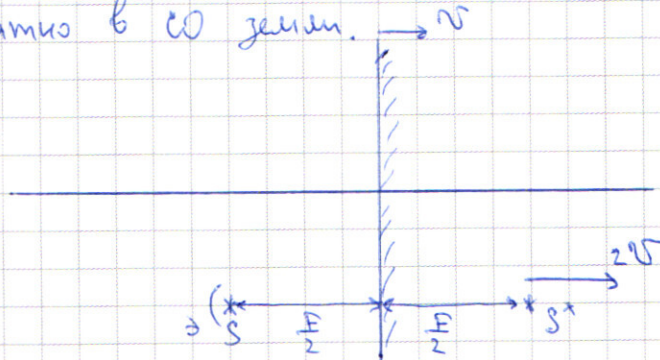
(СО зеркала)

Из первого рисунка видно, что расстояние от источника до зеркала равно $\frac{F}{2}$.

~~Изображение источника S'~~

Изображение источника в зеркале S' будет находиться на расстоянии $\frac{F}{2}$ от зеркала и двигаться влево со скоростью v .

Перейдем обратно в СО земли.



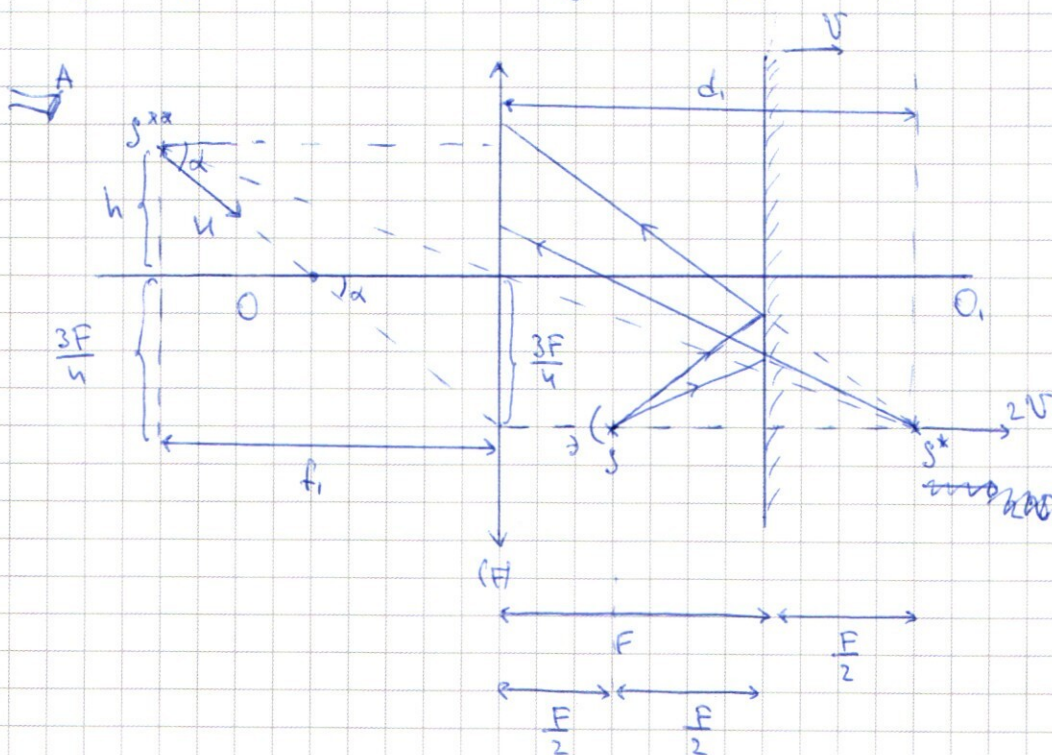
продолжите на следующей странице.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

(продолжение задачи 5).

В СО земли S^* будет двигаться вправо со скоростью $2V$.

От S^* на линзу будет падать расходящийся пучок лучей $\Rightarrow$
 $\Rightarrow S^*$ будет действительным предметом для линзы.



Заметим, что $d_1 = \frac{F}{2} + F = \frac{3}{2}F$

$d_1 > F \Rightarrow$ изображение в линзе будет действительным.

Формула тонкой линзы: $\frac{1}{F} = \frac{1}{d_1} + \frac{1}{f_1}$; $d_1 = \frac{3}{2}F \Rightarrow f_1 = 3F$

$\Gamma_1 = \frac{f_1}{d_1} = \frac{3F}{\frac{3}{2}F} \cdot 2 = 2$ (поперечное увеличение).

~~$\frac{h'}{h} = \Gamma_1$~~ ; $\Gamma_1 = \frac{h'}{h} \cdot \mu = \frac{h'}{h} = 2 \Rightarrow h' = 2h$; $h = \frac{6F}{4} = \frac{3F}{2}$

(S^{**} изображение в системе). (продолжение векторов скоростей пересекаются в точке, лежащей на линзе).

Из рисунка видно, что $\operatorname{tg} \alpha = \frac{h + \frac{3F}{4}}{f_1} = \frac{\frac{3F}{2} + \frac{3F}{4}}{3F} = \frac{1}{2} + \frac{1}{4} = \frac{2+1}{4} = \frac{3}{4}$

$$\operatorname{tg}^2 \alpha + 1 = \frac{1}{\cos^2 \alpha} \Rightarrow \frac{9}{16} + 1 = \frac{25}{16} = \frac{1}{\cos^2 \alpha} ; \cos \alpha = \frac{4}{5}$$

~~и~~ $\frac{U \cos \alpha}{2.5} = P_1^2 \Rightarrow U \cos \alpha = \frac{P_1^2}{1} \cdot 2.5$

$$U = \frac{P_1^2 \cdot 2.5}{\cos \alpha} = \frac{2^2 \cdot 2.5}{4} \cdot 5 = \frac{20}{8} 10 \text{ V}$$

$$U = \frac{20}{8} 10 \text{ V}$$

Ответ: 1) $f_1 = 3F$

2) $\operatorname{tg} \alpha = \frac{3}{4} \quad (\alpha = \operatorname{arctg} \frac{3}{4})$

3) $U = \frac{20}{8} 10 \text{ V}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3) Дано:

q

d

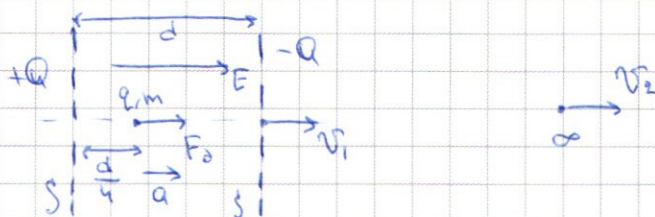
T

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

v_1 ?

Q ?

v_2 ?



$$\text{ЗСЭ: } A_3 = \frac{mv_1^2}{2}$$

$$A_3 = q(\varphi_1 - \varphi_2) = qE \cdot \frac{3}{4}d$$

$$E = \frac{Q}{2\epsilon_0 s} + \frac{Q}{2\epsilon_0 s} = \frac{Q}{\epsilon_0 s}$$

$$Q = C U = C E d = \frac{\epsilon_0 s}{d} E d = \epsilon_0 s E$$

По II закону Ньютона:

$$ma = F_3; F_3 = qE = \frac{Qq}{\epsilon_0 s}$$

$$a = \frac{F_3}{m} = \frac{Qq}{m\epsilon_0 s} = \text{const}$$

$$v_1 = at = \frac{Qq}{m\epsilon_0 s} T$$

$$T \cdot Qq = v_1 \cdot m\epsilon_0 s \Rightarrow Q = \frac{v_1 \cdot m\epsilon_0 s}{q \cdot T}$$

$$\text{Из ЗСЭ: } \frac{3}{4} q E d = \frac{mv_1^2}{2} \quad | \cdot 2$$

$$\frac{3}{2} q \cdot \frac{Q}{\epsilon_0 s} d = \frac{mv_1^2}{1} \Rightarrow Q = \frac{mv_1^2 \cdot 2\epsilon_0 s}{3qd}$$

$$Q = Q \Rightarrow \frac{v_1 \cdot m\epsilon_0 s}{q \cdot T} = \frac{mv_1^2 \cdot 2\epsilon_0 s}{3qd}$$

$$\frac{2v_1}{3d} = \frac{1}{T}$$

$$2v_1 = \frac{3d}{T} \Rightarrow v_1 = \frac{3d}{2T}$$

$$Q = \frac{v_1 \cdot m\epsilon_0 s}{q \cdot T} = \frac{3d}{2T} \cdot \frac{m\epsilon_0 s}{q \cdot T} = \frac{3d \cdot \epsilon_0 s}{2T^2} \cdot \frac{m}{q} =$$

$$= \frac{3d \cdot \epsilon_0 s}{2T^2 \gamma}$$

продолжите на
обрате

Вне конденсатора электрического поля нет.

~~потенциал на бесконечности~~

⇒ после вылета частицы из конденсатора, конденсатор не будет действовать на частицу ⇒ кинетическая энергия частицы не меняется ⇒ $v_2 = v_1 = \frac{3d}{2T}$

Ответ: 1) $v_1 = \frac{3d}{2T}$
2) $Q = \frac{3d \epsilon_0 S}{2T^2 \gamma}$
3) $v_2 = \frac{3d}{2T}$

1. Дано:

$$v = 68 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

$$m = 0,1 \text{ кг}$$

$$R = 1,9 \text{ м.}$$

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

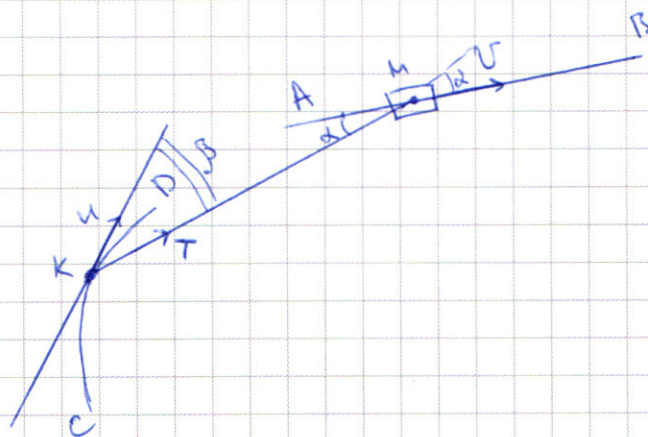
$$\cos \alpha = \frac{15}{17}$$

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

u ?

$v_{\text{итогов}}$?

T ?



~~Нить легкая~~ ⇒ проекции

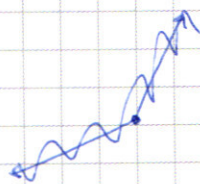
Нить легкая.

Проекция скорости на ось нити равна

$$\Rightarrow u \cos \beta = v \cos \alpha$$

$$u = \frac{v \cos \alpha}{\cos \beta} = \frac{68 \cdot 15}{17 \cdot 4} \cdot 5 = \frac{68 \cdot 15 \cdot 5}{17 \cdot 4}$$

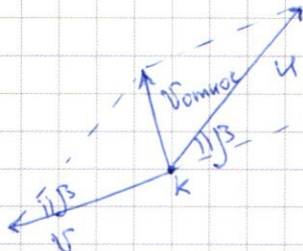
$$= \frac{17 \cdot 15 \cdot 5}{17} = 15 \cdot 5 = 75 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$



продолжение на
следующ. странице.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

(продолжение задачи 1).



По теореме косинусов:

$$v_{\text{откос}}^2 = v^2 + u^2 - 2vu \cos \beta$$

$$v_{\text{откос}} = \sqrt{v^2 + u^2 - 2vu \cos \beta} = \sqrt{v^2 + \frac{v^2 \cos^2 \alpha}{\cos^2 \beta} - 2v \cos \beta \cdot \frac{v \cos \alpha}{\cos \beta}} =$$

$$= \sqrt{v^2 \left(1 + \frac{\cos^2 \alpha}{\cos^2 \beta}\right) - 2v^2 \cos \alpha} =$$

$$= \sqrt{v^2 \left(1 + \frac{\cos^2 \alpha}{\cos^2 \beta} - 2 \cos \alpha\right)} = v \sqrt{\frac{\cos^2 \beta + \cos^2 \alpha - 2 \cos \alpha \cos \beta}{\cos^2 \beta}} =$$

$$= \cancel{v} \cdot \cancel{\cos \beta} \cdot \cancel{\cos \alpha} \cdot \frac{v}{\cos \beta} \sqrt{(\cos \alpha - \cos \beta)^2} =$$

$$= \frac{v}{\cos \beta} \cdot |\cos \alpha - \cos \beta| = \frac{68}{4} \cdot 5 \cdot \left| \frac{15}{17} - \frac{4}{5} \right| =$$

$$= 17 \cdot 5 \cdot \frac{75-68}{85} = 85 \cdot \frac{7}{85} = 7 \frac{\text{см}}{\text{с}}.$$

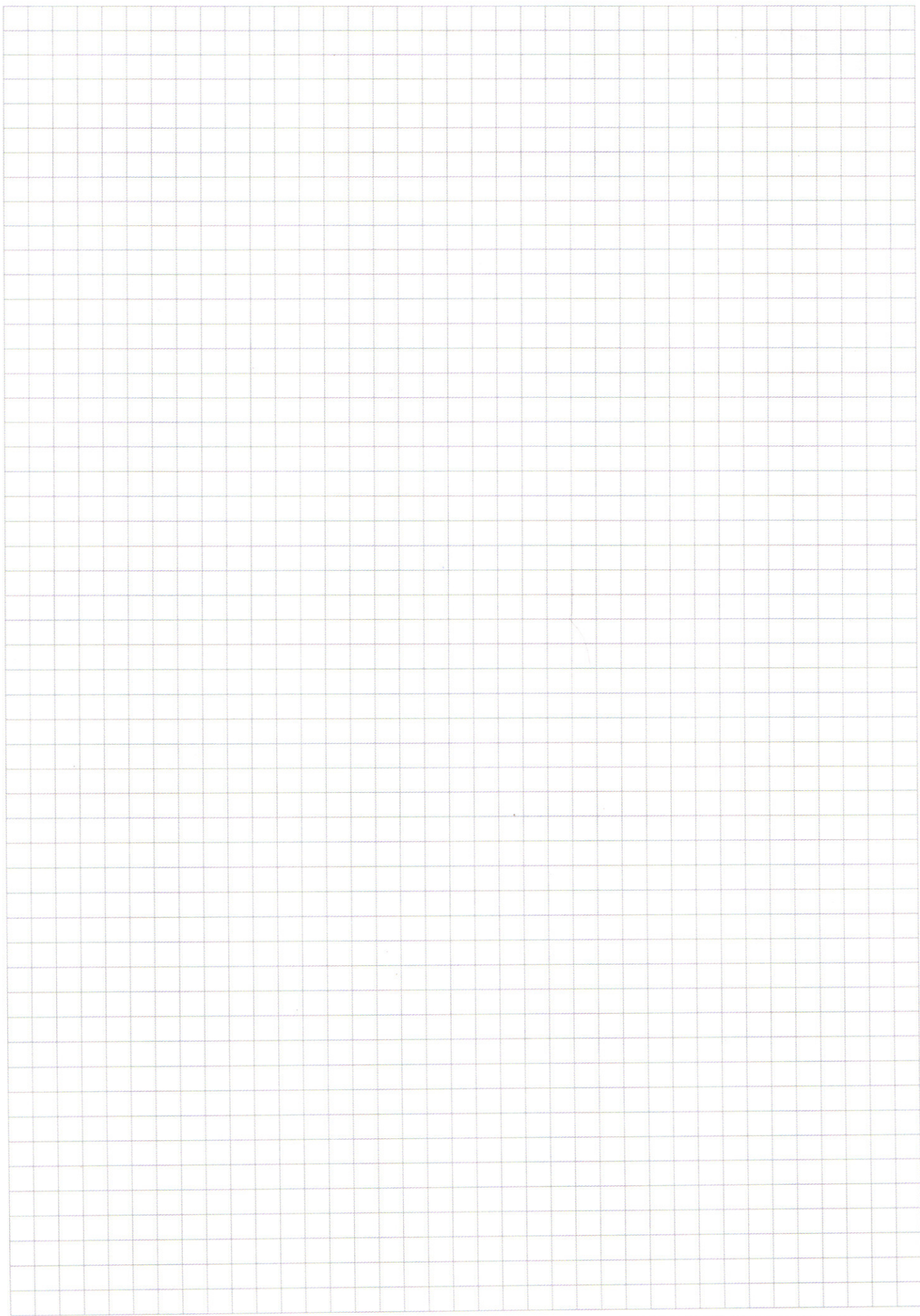
~~Ответ: 1) $u = 75 \frac{\text{см}}{\text{с}}$.~~

~~2) $v_{\text{откос}}$~~

Ответ: 1) $u = 75 \frac{\text{см}}{\text{с}}$

2) $v_{\text{откос}} = 7 \frac{\text{см}}{\text{с}}$

3).



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

(продолжение задачи 2)

$$\eta = \frac{A_{\Sigma}}{Q_{\text{н}}} = \frac{p V_1 (k-1)^2}{2 \cdot \left(\frac{3}{2} p V_1 (k-1) + \frac{5}{2} p V_1 (k-1)(k+1) \right)} = \frac{\frac{3}{2} + \frac{3}{k}}{\frac{6+2}{4}} = \frac{9}{4}$$

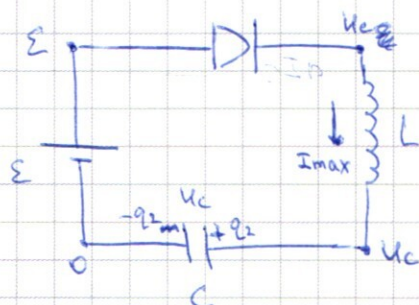
$$= \frac{(k-1)^2}{3(k-1) + 5(k-1)(k+1)} = \frac{k-1}{3+5(k+1)} \quad \frac{9}{4} \cdot \frac{1}{5} = \frac{9}{20}$$

$$I_L = \frac{U_L}{L} = \frac{\Sigma - U_{\text{ф}}}{L}$$

$$\Sigma - \varphi = U_0$$

$$\varphi = \Sigma - U_0$$

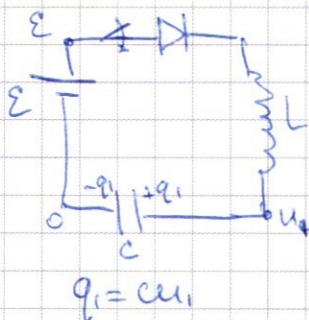
$$I = I_{\text{max}}; U = 0.$$



$$\Delta W = \Sigma U_c$$

$$\Delta W = \Delta W$$

$$A\delta = \Delta W$$



$$q_2 = C U_c$$

$$q^* = q_2 - q_1 = C (U_c - U_1)$$

$$A\delta = q^* \Sigma$$

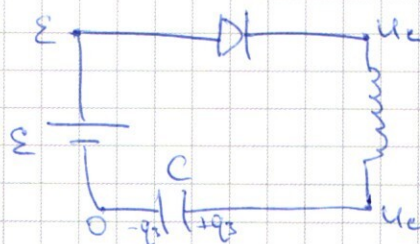
$$A = \frac{d_1 F}{d_1 - F} = \frac{3 F^2}{2 \cdot \frac{1}{2} F} = 3 F$$

$$\sqrt{40 \cdot 10^{-6} \cdot 10} = \sqrt{4 \cdot 10^{-4}} = 2 \cdot 10^{-2}$$

$$\frac{60 \text{ В}}{4 \cdot 1.2} = \frac{60}{4.8} = 12.5$$

Уст. состояние.

$$U_2 = 2\Sigma - U_1$$



$$q_3 = C U_c$$

$$A\delta = (C U_c - C U_1) \Sigma$$

$$\Delta W = \frac{C U_c^2}{2} - \frac{C U_1^2}{2}$$

$$\left(\frac{u}{v}\right)' = \frac{u'v - v'u}{v^2} \quad ; \quad z = \frac{k-1}{3+5(k+1)}$$

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

$$z' = \frac{1(3+5k+5) - 5(k-1)}{9+25(k+1)^2+30(k+1)} = 0$$

$$\Rightarrow 3+5k+5-5k-5 = 0$$

или

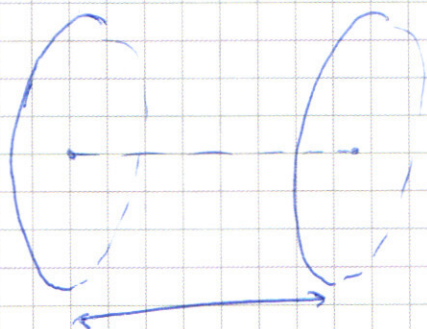
$$\frac{15}{17} - \frac{4}{5} = \frac{75-68}{85} = \frac{7}{85}$$

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

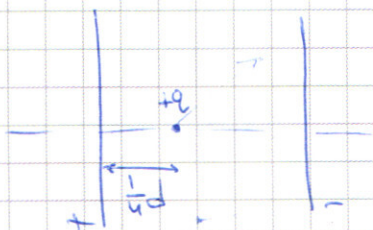
$$z' = \frac{3+5k-5(k-1)}{(3+5k)^2} = \frac{3+5}{(3+5k)^2}$$

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

$$\begin{array}{r} \times 17 \\ 4 \\ \hline 68 \end{array}$$



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



$$A_0 = \frac{m v_1^2}{2}$$

$$q(\varphi_1 - \varphi_2) = \frac{m v_1^2}{2}$$

$$\varphi_1 - \varphi_2 = E \cdot \frac{3}{4} d$$

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

$$A_0 = E q \cdot \frac{3}{4} d$$

$$\operatorname{tg}^2 \alpha + 1 = \frac{1}{\cos^2 \alpha}$$

$$\frac{9}{16} + 1 = \frac{1}{\cos^2 \alpha} = \frac{9+16}{16} = \frac{25}{16} \Rightarrow \cos \alpha = \frac{4}{5}$$

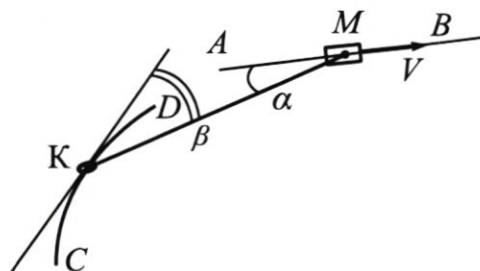
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Вариант 11-01

Класс 11

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

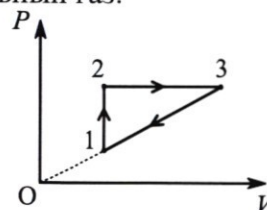
1. Муфту М двигают со скоростью $V = 68$ см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 0,1$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1,9$ м. Кольцо и муфта связаны легкой нитью длиной $l = 5R/3$. Система находится в одной горизонтальной 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.



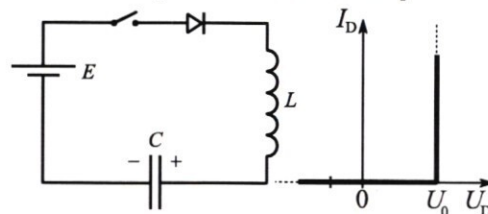
3. Обкладки конденсатора – круглые металлические сетки площадью S , расстояние между обкладками d ($d \ll \sqrt{S}$). Из точки, находящейся между обкладками на оси симметрии на расстоянии $0,25d$ от положительно заряженной обкладки, стартует с нулевой начальной скоростью положительно заряженная частица 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.

