

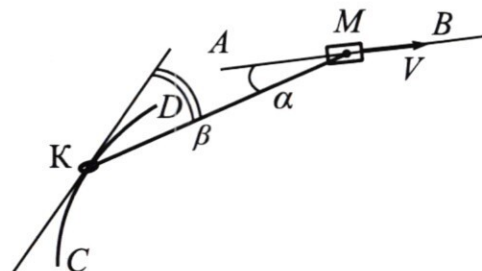
Олимпиада «Физтех» по физике, с

Класс 11

Вариант 11-04

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

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.



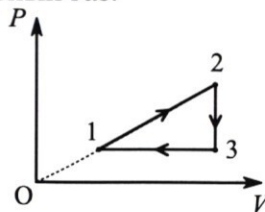
- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения троса в этот момент.

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

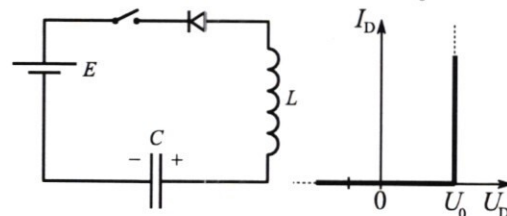
2) Через какое время T после влета в конденсатор частица вылетит из него?

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.

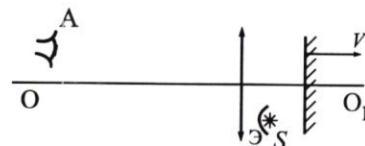


5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник 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:

$$\begin{aligned} v &= 2 \frac{\text{м}}{\text{с}} \\ m &= 0,4 \text{ кг} \\ R &= 1,9 \text{ м} \\ l &= \frac{14}{15} R \\ \cos \alpha &= \frac{4}{5} \\ \cos \beta &= \frac{8}{14} \end{aligned}$$

- 1) $v_k = ?$
- 2) $v_{отн} = ?$
- 3) $T = ?$

Решение:

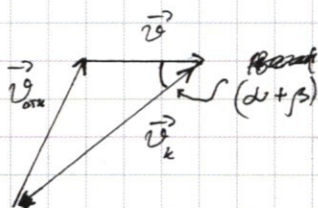
1) т.к. трос натянут и не рвется, то проекции скоростей муфта и кольца на ось, направленную вдоль троса, равны:

$$v \cdot \cos \alpha = v_k \cdot \cos \beta \Rightarrow v_k = v \cdot \frac{\cos \alpha}{\cos \beta}$$

$$v_k = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{14}{8} = \frac{14}{5} \frac{\text{м}}{\text{с}} = 3,4 \frac{\text{м}}{\text{с}} //$$

2) по закону сложения скоростей:

$$\vec{v}_k = \vec{v} + \vec{v}_{отн}$$



$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \left(\frac{4}{5}\right)^2} = \frac{3}{5}$$

$$\sin \beta = \sqrt{1 - \left(\frac{8}{14}\right)^2} = \frac{15}{14}$$

по теореме косинусов:

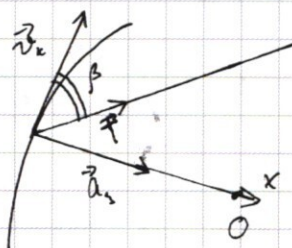
$$v_{отн}^2 = v^2 + v_k^2 - 2vv_k \cdot \cos(\alpha + \beta)$$

$$\cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cdot \cos \beta - \sin \alpha \cdot \sin \beta = \frac{4}{5} \cdot \frac{8}{14} - \frac{3}{5} \cdot \frac{15}{14} = \frac{-13}{5 \cdot 14}$$

$$v_{отн}^2 = 4 + 11,56 + 2 \cdot 2 \cdot 3,4 \cdot \frac{13}{5 \cdot 14} = 15,56 + 0,8 \cdot \frac{13}{5}$$

$$v_{отн}^2 = 15,56 + 2,08 = 17,64 \Rightarrow v_{отн} = 4,2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

3)



направили ось x через ~~муфту~~ кольцо к центру окружности, по которой оно движется.

по II з-ку Ньютона

$$m\vec{a} = \vec{T} \quad \text{где } \vec{a} - \text{ускорение кольца}$$

$$\text{ок: } ma_y = T \cdot \sin \beta \quad \text{где } a_y = \frac{v_k^2}{R} - \text{центростремительное ускорение кольца}$$

$$T = \frac{m v_k^2}{R \cdot \sin \beta}$$

$$T = \frac{0,4 \text{ кг} \cdot 11,56 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}{1,9 \text{ м} \cdot \frac{15}{14}} = \frac{4,624 \cdot 14}{1,9 \cdot 15} \text{ Н} = \frac{18,608}{1,9 \cdot 15} \text{ Н} \approx 3,8 \text{ Н}$$

Ответ: 1) $v_k = 3,4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; 2) $v_{отн} = 4,2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; 3) $T = 3,8 \text{ Н}$

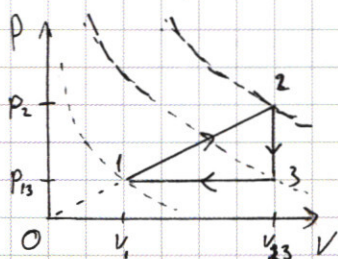
2) Дано:
идеальный газ, $(i=3)$

1) $\frac{C_{231}}{C_{123}} = ?$

2) $\frac{\Delta U_{12}}{A_{12}} = ?$

3) $\eta_{\text{кар}} = ?$

Решение:



1) С помощью построения вспомогательных изотерм заметим, что T_1 на 2-3 и 3-1

$$C_{23} = \frac{Q_{23}}{\Delta T_{23}}$$

по I з-у термодинамики:

$$Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{23} + 0$$

$$C_{23} = \frac{\frac{3}{2} \nu R \Delta T_{23}}{\Delta T_{23}} = \frac{3}{2} R$$

$$C_{31} = \frac{Q_{31}}{\Delta T_{31}}$$

по I з-у термодинамики: $Q_{31} = \Delta U_{31} + A_{31}$

$$\Delta U_{31} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{31} + p_{13} (V_1 - V_{23}) = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{31} + \nu R \Delta T_{31} = \frac{5}{2} \nu R \Delta T_{31}$$

(с учетом з-я Менделеева-Клапейрона)

$$C_{31} = \frac{\frac{5}{2} \nu R \Delta T_{31}}{\Delta T_{31}} = \frac{5}{2} R$$

$$\frac{C_{31}}{C_{23}} = \frac{\frac{5}{2} R}{\frac{3}{2} R} = \frac{5}{3} //$$

2) $\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} \nu R T_2 - \frac{3}{2} \nu R T_1 = \frac{3}{2} p_2 V_{23} - \frac{3}{2} p_{13} V_1$

$\propto \frac{p}{V}$ - коэф. пропорциональности в процессе 1-2, тогда

$$\left. \begin{array}{l} p_{13} \propto V_1 \\ p_2 \propto V_{23} \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{p_{13}}{p_2} = \frac{V_1}{V_{23}} \Rightarrow p_{13} = p_2 \frac{V_1}{V_{23}} \quad (*)$$

работу газа в процессе 1-2 найдем как площадь под графиком:

$$A_{12} = \frac{p_{13} + p_2}{2} (V_{23} - V_1), \text{ с учетом } (*):$$

$$\frac{\Delta U_{12}}{A_{12}} = \frac{\frac{3}{2} p_2 V_{23} - \frac{3}{2} p_{13} V_1}{\frac{p_{13} + p_2}{2} (V_{23} - V_1)} = 3 \frac{\frac{p_2 V_{23}^2}{V_{23}} - \frac{p_2 V_1^2}{V_{23}}}{(p_2 \frac{V_1}{V_{23}} + p_2)(V_{23} - V_1)} = 3 //$$

3) $\eta = \frac{A}{Q}$ где A - работа газа за процесс; найдем как площадь графика

$$A = \frac{1}{2} (p_2 - p_{13}) (V_{23} - V_1) \stackrel{(*)}{=} \frac{1}{2} p_2 \left(1 - \frac{V_1}{V_{23}}\right) (V_{23} - V_1) = \frac{1}{2} p_2 \frac{(V_{23} - V_1)^2}{V_{23}}$$

$$Q = Q_{12} + Q_{23} + Q_{31} - \text{тепло, подводимое к газу за цикл}$$

$$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} = \frac{3}{2} p_2 V_{23} - \frac{3}{2} p_{13} V_1 + \frac{p_{13} + p_2}{2} (V_{23} - V_1) =$$

$$= \frac{1}{2} \left(3 p_2 V_{23} - 3 p_2 \frac{V_1^2}{V_{23}} + p_2 \left(\frac{V_1}{V_{23}} + 1 \right) (V_{23} - V_1) \right) = \frac{1}{2} \left(3 p_2 V_{23} - 3 p_2 \frac{V_1^2}{V_{23}} + p_2 \frac{V_{23}^2 - V_1^2}{V_{23}} \right) =$$

$$= \frac{1}{2} \left(4 p_2 V_{23} - p_2 \frac{V_1^2}{V_{23}} \right) = 2 p_2 \frac{V_{23}^2 - V_1^2}{V_{23}}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\eta = \frac{A}{Q} = \frac{1}{2} p_2 \frac{(U_{23} - U_1)^2}{U_{23}} \cdot \frac{U_{23}}{2 p_1 (U_{23} - U_1)} = \frac{1}{4} \cdot \frac{U_{23} - U_1}{U_{23} + U_1} = \frac{1}{4} \cdot \frac{U_{23} + U_1 - 2U_1}{U_{23} + U_1} = \frac{1}{4} \left(1 - \frac{2U_1}{U_{23} + U_1} \right)$$

В пределе $\eta_{\max} = \frac{1}{4} = 0,25$ (т.к. $\lim_{U_{23} \rightarrow \infty} \left(1 - \frac{2U_1}{U_{23} + U_1} \right) = 1$)

Ответ: 1) $\frac{C_{21}}{C_{12}} = \frac{5}{3}$; 2) $\frac{4U_{12}}{A_{12}} = 3$; 3) $\eta_{\max} = 0,25$ или 25%

3) Дано: Решение:

d, U
 q, d
 v_1

1) $r = ?$
2) $T = ?$
3) $v_1 = ?$

1) по ЗСЭ $E_k = A_{\text{полн}} \Leftrightarrow \frac{mv_1^2}{2} = |q|U \Rightarrow r = \frac{|q|}{m} = \frac{v_1^2}{2U} //$

2) т.к. заряд частицы $q < 0$, то она вошла в конденсатор со стороны положительно заряженной обкладки (поскольку иначе она бы не остановилась внутри конденсатора)

из кинематики: $\frac{0^2 - v_1^2}{2(a - qEd)} = a = \frac{0 - v_1^2}{T} \Rightarrow T = \frac{1,6d}{v_1} //$

(т.к. в силу симметрии времена влета и вылета равны)

Ответ: 1) $r = \frac{v_1^2}{2U}$; 2) $T = \frac{1,6d}{v_1}$

4) Дано: Решение:

$E = 6 \text{ В}$
 $C = 10^{-5} \text{ Ф}$
 $U_1 = 9 \text{ В}$
 $L = 0,4 \text{ Гн}$
 $U_2 = 1 \text{ В}$

1) $\left. \begin{aligned} \varepsilon_a &= -Lj' \\ \varepsilon_a &= E - U_1 \end{aligned} \right\} \Rightarrow -Lj' = E - U_1 \Rightarrow j' = \frac{U_1 - E}{L}$
 $j' = \frac{9 \text{ В} - 6 \text{ В}}{0,4 \text{ Гн}} = 7,5 \frac{\text{А}}{\text{с}} //$

1) $j' = ?$
2) $j_m = ?$
3) $U_2 = ?$

2) по ЗСЭ: $\frac{Lj_m^2}{2} = \frac{CU_1^2}{2} \Rightarrow j_m = U_1 \sqrt{\frac{C}{L}}$

$j_m = 9 \text{ В} \cdot \sqrt{\frac{10^{-5} \text{ Ф}}{0,4 \text{ Гн}}} = \frac{9}{2} \cdot 10^{-2} \text{ А} = 45 \mu\text{А}$

3) т.к. все элементы цепи идеальные, а активное сопротивление отсутствует, то $U_2 = E = 6 \text{ В} //$

Ответ: 1) $j' = 7,5 \frac{\text{А}}{\text{с}}$; 2) $j_m = 45 \mu\text{А}$; 3) $U_2 = 6 \text{ В}$

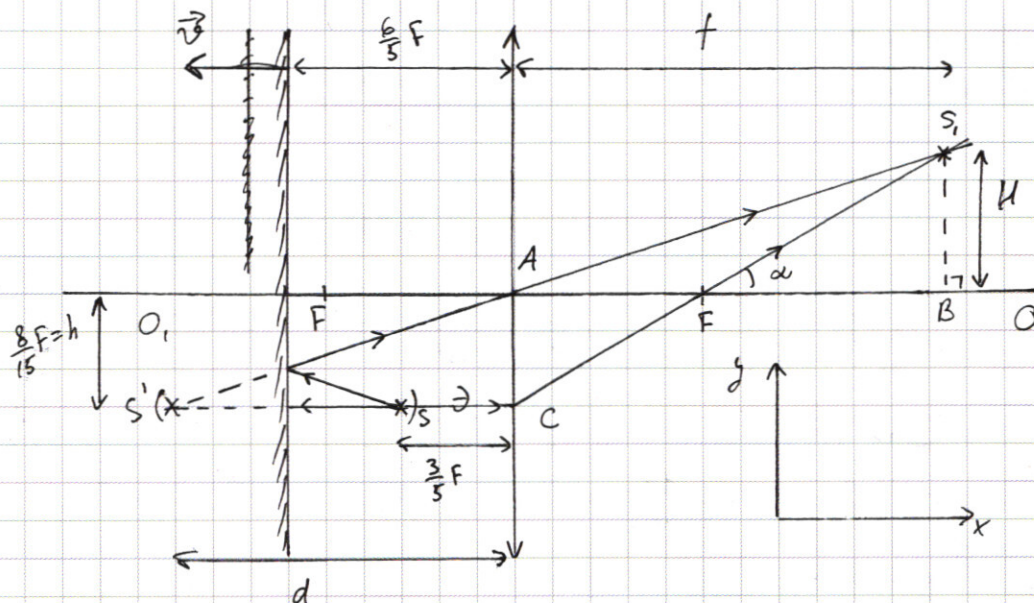
5) Дано: Решение:

$F, \frac{8}{15} F$
 $\frac{3}{5} F, v$
 $\frac{6}{5} F$

1) $\triangle S'AC \sim \triangle S_1BA \Rightarrow \frac{h}{H} = \frac{d}{f}$

$\triangle S'S_1C \sim \triangle AS_1F \Rightarrow \frac{d}{F} = \frac{H+h}{h} = \frac{H}{h} + 1 = \frac{f}{d} + 1$

- 1) $f = ?$
- 2) $\alpha = ?$
- 3) $v_s = ?$



$$\frac{d}{f} = \frac{f}{d} + 1 \Rightarrow f = \frac{d-f}{f} \cdot d$$

$$d = \frac{6}{5}F + \left(\frac{6}{5}F - \frac{3}{5}F\right) = \frac{9}{5}F \quad \Rightarrow f = \frac{\frac{4}{5}F}{\frac{9}{5}F} \cdot \frac{9}{5}F = \frac{36}{25}F //$$

2) изображение всегда лежит на луче CS_1 , тогда $\alpha = \angle S_1FB$

$$\text{из } \triangle FS_1B \quad \text{tg } \alpha = \frac{H}{f-F} = \frac{h \cdot \frac{f}{d}}{f-F} = \frac{h \cdot f}{d(f-F)}$$

$$\text{tg } \alpha = \frac{\frac{8}{15}F \cdot \frac{36}{25}F}{\frac{9}{5}F \left(\frac{36}{25}F - F\right)} = \frac{8 \cdot 36}{15 \cdot 25} \cdot \frac{8}{9} \cdot \frac{25}{11} = \frac{32}{33} //$$

3) при смещении зеркала на v_{st} , изображение S' сместится на $2v_{st}$ относ-но своего предыдущего положения $\Rightarrow v_c = 2v$ - скорость изображения источника в зеркале, причем $\vec{v}_s = 2\vec{v}$ а скорость изображения в зеркале ниже $\vec{v}_s \uparrow \downarrow \vec{c}_s$

$$v_{sx} = v_{s,x} \quad \text{т.к.} \quad \vec{v} \uparrow \uparrow \vec{v}_s \uparrow \uparrow \vec{O_1O}$$

$$\text{tg } \alpha = \frac{v_{s,y}}{v_{s,x}} = \frac{v_{s,y}}{v_{sx}} \Rightarrow v_{s,y} = v_{sx} \cdot \text{tg } \alpha$$

$$v_s = \sqrt{v_{s,y}^2 + v_{s,x}^2} = \sqrt{v_{sx}^2 \cdot \text{tg}^2 \alpha + v_{sx}^2} = v_{sx} \sqrt{\text{tg}^2 \alpha + 1} = 2v \sqrt{\text{tg}^2 \alpha + 1}$$

$$v_s = 2v \cdot \sqrt{\frac{32^2}{33^2} + 1} = \frac{2v}{33} \cdot \sqrt{1024 + 1089} = \frac{2v}{33} \sqrt{2113} \approx \frac{2v}{33} \cdot 46 = \frac{92v}{33} //$$

Ответ: 1) $f = \frac{36}{25}F$; 2) $\text{tg } \alpha = \frac{32}{33}$; 3) $v_s = \frac{92v}{33}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\mathcal{E} = -L j' = \mathcal{E} - U \Rightarrow j' = \frac{\mathcal{E} - U}{L}$$

$$\begin{array}{r} 30 \overline{) 4} \\ \underline{20} \\ 20 \\ \underline{20} \\ 0 \end{array}$$

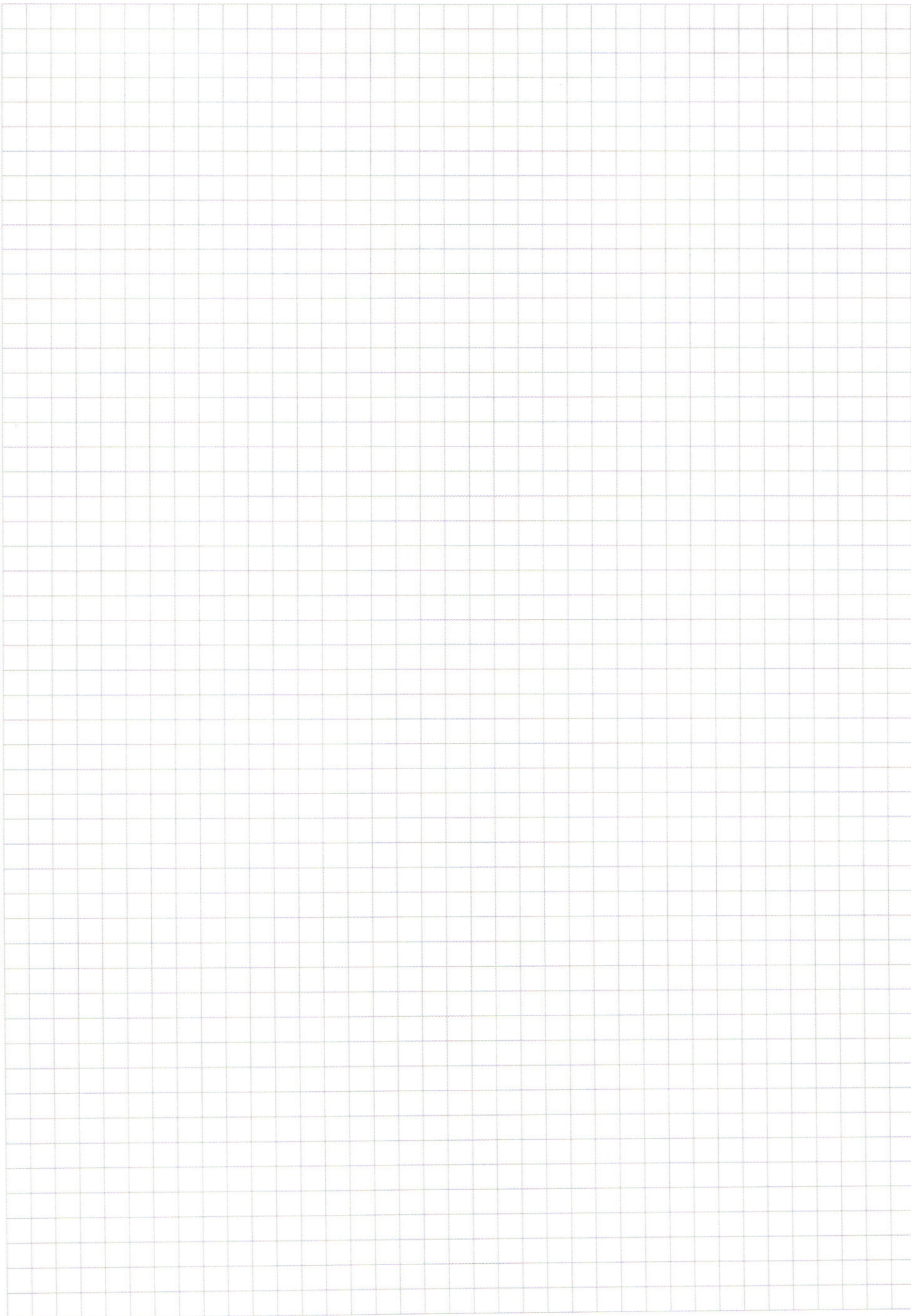
$$\begin{array}{r} 13 \\ \times 11 \\ \hline 390 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4,5 \\ \times 2 \\ \hline 9,0 \end{array}$$

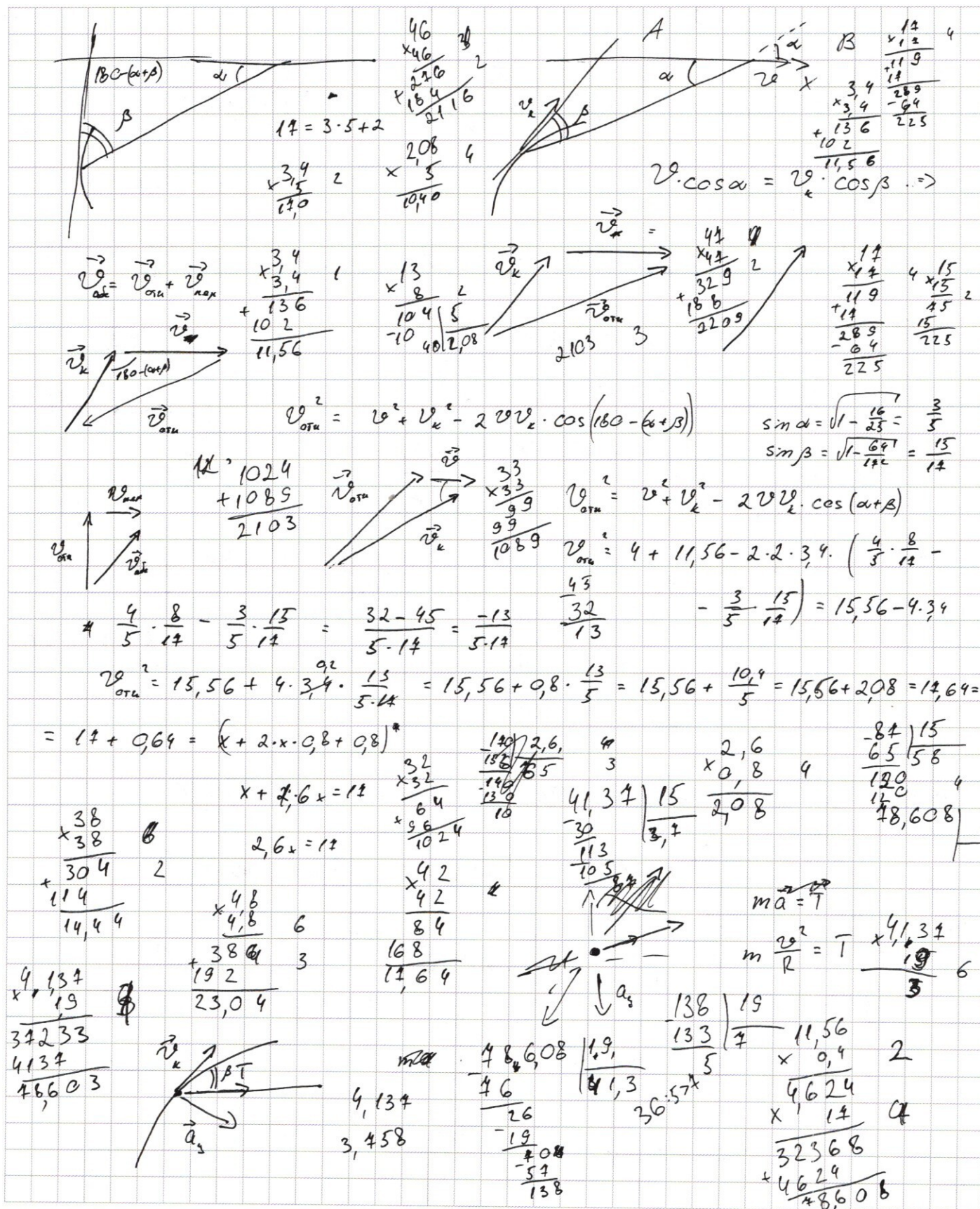
$$\frac{L j_m^2}{2} = \frac{C U_1^2}{2} \Rightarrow j_m = U_1 \sqrt{\frac{C}{L}} = 9 \cdot \sqrt{\frac{10^{-5}}{0,4}} = 9 \sqrt{\frac{10^{-4}}{4}} = \frac{9}{2} \cdot 10^{-2} = 1,5 \cdot 10^{-2} = 0,015 A$$

$$L j_m^2 = C (U_1 - \mathcal{E})^2$$

$$j_m = 3$$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$C_{23} = \frac{Q}{\Delta T}$$

Q_6

$$p = \infty V$$

$$3) \cancel{v_0 = v_1} \text{ at } qU = \frac{m v_0^2}{2}$$

$$C_{23} = \frac{\Delta Q}{\Delta T_{23}} = \frac{\frac{3}{2} R \Delta T_{23}}{\Delta T_{23}} = \frac{3}{2} R$$

$$\frac{v_1^2}{2} - U = \frac{v_0^2}{2}$$

$$C_{13} = \frac{\Delta Q}{\Delta T_{13}} = \frac{\frac{3}{2} R \Delta T_{31} + A_{31}}{\Delta T_{31}} = \frac{3}{2} R + \frac{2 R \Delta T_{31}}{2 \Delta T_{31}} = \frac{3}{2} R + R = \frac{5}{2} R$$

$$\frac{3}{2} \left(\frac{p_2 V_{23} - p_{13} V_1}{\frac{p_{13} + p_2}{2} (V_{23} - V_1)} \right) = 3 \left(\frac{p_2 V_{23} - \frac{V_1^2}{V_{23}} p_2}{p_2 \left(\frac{V_1}{V_{23}} + 1 \right) (V_{23} - V_1)} \right) = \frac{3(V_{23}^2 - V_1^2)}{V_{23}(V_1 + V_{23})(V_{23} - V_1)} V_{23}$$

$$\eta = \frac{A}{Q}$$

$$\varphi = \frac{W}{q} \Rightarrow W = \varphi q$$

$$A = \frac{1}{2} (p_2 - p_{13}) (V_{23} - V_1) = \frac{1}{2} p_2 \left(1 - \frac{V_1}{V_{23}} \right) (V_{23} - V_1) = \frac{1}{2} p_2 \frac{(V_{23} - V_1)^2}{V_{23}}$$

$$k \frac{Qq}{q^2 d^2} + k \frac{Qq}{q^2 d^2} = \frac{m v_0^2}{2}$$

$$Q_{1-2} = \Delta U_{12} + A_{12} = \frac{3}{2} p_2 V_{23} - \frac{3}{2} p_{13} V_1 + \frac{p_{13} V_{23}}{2}$$

$$\frac{Q}{2 \varepsilon_0 S} = \frac{\sigma}{2 \varepsilon_0}$$

$$Q_{1-2} = \Delta U_{12} + A_{12} = \frac{3}{2} p_2 V_{23} - \frac{3}{2} p_{13} V_1 + \frac{p_{13} + p_2}{2} (V_{23} - V_1) = \frac{Q}{2 \varepsilon_0 S} \cdot q d = \frac{m v_0^2}{2}$$

$$= \frac{1}{2} \left(3 p_2 V_{23} - 3 p_{13} V_1 + p_{13} V_{23} - p_{13} V_1 + p_2 V_{23} - p_2 V_1 \right) =$$

$$\varphi = \frac{W}{q} = E r = \frac{\sigma}{2 \varepsilon_0} \frac{q d}{2} = \frac{m v_0^2}{2}$$

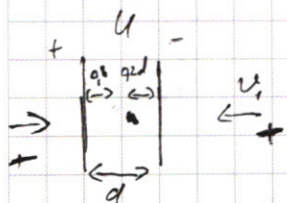
$$= \frac{1}{2} \left(4 p_2 V_{23} - 4 p_{13} V_1 + p_{13} V_{23} - p_2 V_1 \right) = \frac{1}{2} (4 p_2 V_{23} - 4 p_{13} V_1 + p_{13} V_{23} - p_2 V_1)$$

$$= \frac{1}{2} \left(4 p_2 V_{23} - 4 p_2 \frac{V_1^2}{V_{23}} + p_2 V_1 - p_2 V_1 \right) = \frac{2 p_2 (V_{23}^2 - V_1^2)}{V_{23}} = \frac{2 p_2 (V_{23} - V_1)(V_{23} + V_1)}{V_{23}}$$

$$A = \frac{1}{2} p_2 \left(1 - \frac{V_1}{V_{23}} \right) (V_{23} - V_1) = \frac{1}{2} p_2 \frac{(V_{23} - V_1)^2}{V_{23}}$$

$$\frac{a-b}{a+b} = \frac{a+b-2b}{a+b} = 1 - \frac{2b}{a+b}$$

$$\frac{A}{Q_{12}} = \frac{1}{2} p_2 \frac{(V_{23} - V_1)^2}{V_{23}} \cdot \frac{V_{23}}{2 p_1 \dots} = \frac{1}{4} \frac{1}{(V_{23} + V_1)}$$



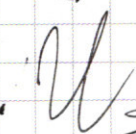
$$0 = v_1 - at \Rightarrow v_1 = at = \frac{v_1}{2} \cdot 2$$

$$k \frac{Qq}{(q^2 d)^2} = k \frac{Qq}{(q^2 d)^2} \quad \frac{m v_1^2}{2} = qU \Rightarrow \frac{v_1^2}{2} = pU \Rightarrow p = \frac{U}{2d}$$

$$0 - \frac{v_1^2}{2} = -a \frac{v_1^2}{2} = \frac{0 - v_1^2}{2} \frac{v_1^2}{2} = \frac{0 - v_1^2}{2} \frac{v_1^2}{2}$$

$$\frac{-v_1^2}{2} = \frac{v_1^2}{2} \Rightarrow T = \frac{v_1^2}{v_1}$$

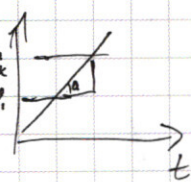
$$\frac{v_k^2 - v_1^2}{2(1-0.4)} = a = \frac{v_k - v_1}{T}$$



$$0 = v_1 - at \Rightarrow T = \frac{v_1}{a}$$

$$\frac{v_1^2}{2} = \frac{v_1}{T} T = \frac{v_1^2}{2}$$

$$\frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v_1^2}{2} + \varphi q$$



$$\frac{v_k - v_1}{2} t = S = \frac{v_k - v_1}{2} \frac{t}{a}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$v_{s_1} = v_{s_2} \sqrt{t_g^2 \omega + 1} = 2 v \sqrt{t_g^2 \omega + 1}$$

$$v_{s_1} = 2 v \cdot \sqrt{\frac{32^2}{33^2} + 1} = 2 v \cdot \frac{\sqrt{1024 + 1089}}{33} = 2 v \cdot \frac{\sqrt{2113}}{33} \approx 2 v \cdot \frac{46}{33} = \frac{92 v}{33} //$$

Ответ: 1) $f = \frac{36}{25} \text{ F}$; 2) $t_g \omega = \frac{32}{33}$; 3) $v_{s_1} = \frac{92 v}{33}$

4) Дано:

$$E = 6 \text{ В}$$

$$C = 10^{-5} \text{ Ф}$$

$$U_1 = 9 \text{ В}$$

$$L = 0,4 \text{ Гн}$$

$$U_0 = 1 \text{ В}$$

Решение:

$$\left. \begin{aligned} 1) \quad \mathcal{E}_{\text{с.к.}} &= -L j' \\ \mathcal{E}_{\text{с.к.}} &= E - U_1 \end{aligned} \right\} \Rightarrow -L j' = E - U_1 \Rightarrow j' = \frac{U_1 - E}{L}$$

$$j' = \frac{9 \text{ В} - 6 \text{ В}}{0,4 \text{ Гн}} = 1,5 \frac{\text{А}}{\text{с}} //$$

1) $j' = ?$

2) $j_m = ?$

3) $U_2 = ?$

2) $\frac{1}{2}$ по ЗСЭ:

$$\frac{L j_m^2}{2} = \frac{C U_1^2}{2} \Rightarrow j_m = U_1 \sqrt{\frac{C}{L}}$$

$$j_m = 9 \text{ В} \cdot \sqrt{\frac{10^{-5} \text{ Ф}}{0,4 \text{ Гн}}} = \frac{3}{2} \cdot 10^{-2} \text{ А} = 0,015 \text{ А} = 15 \mu\text{А} //$$

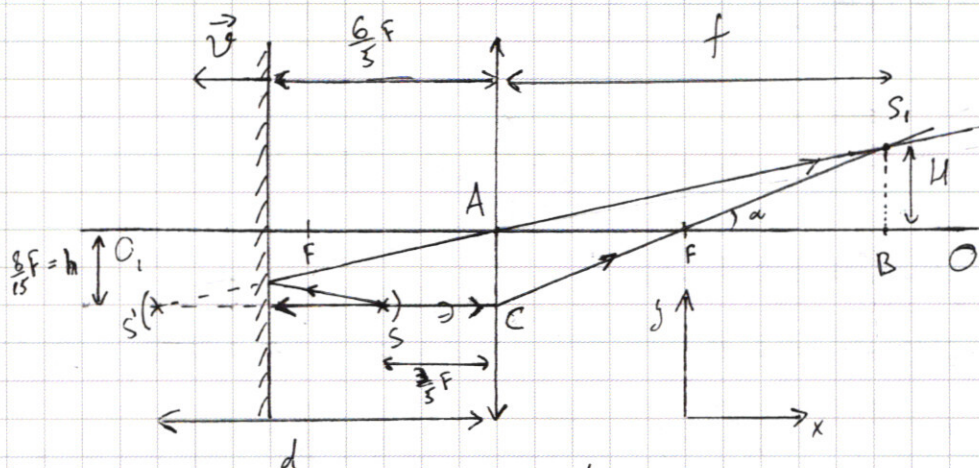
3) т.к. все элементы цепи идеальные, а активное сопротивление отсутствует, то $U_2 = E = 6 \text{ В} //$

Ответ: 1) $j' = 1,5 \frac{\text{А}}{\text{с}}$ 2) $j_m = 15 \mu\text{А}$; 3) $U_2 = 6 \text{ В}$

5) Дано:
 $F, \frac{8}{15}F$
 $\frac{3}{5}F, v$
 $\frac{6F}{5}$

1) $f = ?$
 2) $\alpha = ?$
 3) $v_s = ?$

Решение:



$$1) \triangle S'AC \sim \triangle S'BA \Rightarrow \frac{h}{H} = \frac{d}{f}$$

$$\triangle AS'C \sim \triangle AS'F \Rightarrow \frac{d}{F} = \frac{H+h}{h} = \frac{H}{h} + 1 = \frac{f}{d} + 1$$

$$\frac{d}{F} = \frac{f}{d} + 1 \Rightarrow f = \frac{d-F}{F} \cdot d$$

$$d = \frac{6}{5}F + \left(\frac{6}{5}F - \frac{3}{5}F\right) = \frac{9}{5}F$$

$$\Rightarrow f = \frac{\frac{4}{5}F}{\frac{F}{5}} \cdot \frac{9}{5}F = \frac{36}{25}F //$$

2) изображение всегда лежит на луче CS' , тогда

$$\alpha = \angle S'FB, \text{ тогда из } \triangle FS'B \quad \tan \alpha = \frac{H}{f-F}$$

$$\text{из } 1 \quad H = h \cdot \frac{f}{d}; \quad \tan \alpha = \frac{h \cdot \frac{f}{d}}{f-F} = \frac{hf}{d(f-F)}$$

$$\tan \alpha = \frac{\frac{8}{15}F \cdot \frac{36}{25}F}{\frac{9}{5}F \cdot \left(\frac{36}{25}F - F\right)} = \frac{8 \cdot 36}{15 \cdot 25} \cdot \frac{5}{8} \cdot \frac{25}{11} = \frac{32}{33} //$$

3) при смещении зеркала на $v_{\Delta t}$, изображение S' сместится на $2v_{\Delta t}$ от-но π своего предыдущего положения $\Rightarrow$
 $\Rightarrow v_s = 2v$ - скорость изображения источника в зеркале

приём $\vec{v}_s = 2\vec{v}$, а скорость изображения в линзе $\vec{v}_s \uparrow \downarrow \vec{CS}'$,
 направили ось x вдоль O_1O , а ось $y \perp O_1O$ в плоскости $(CS'S_1)$

$$v_{s,x} = v_{s,x} \text{ т.к. } \vec{v} \uparrow \parallel \vec{v}_s \parallel \vec{O_1O}; \text{ а из подобия:}$$

$$\frac{v_{s,y}}{v_{s,x}} = \frac{v_{s,y}}{v_{s,x}} = \tan \alpha \Rightarrow v_{s,y} = v_{s,x} \cdot \tan \alpha$$

$$\frac{v_{s,y}}{v_{s,x}} = \frac{v_{s,y}}{v_{s,x}} = \tan \alpha \Rightarrow v_{s,y} = v_{s,x} \cdot \tan \alpha$$

$$v_s = \sqrt{v_{s,y}^2 + v_{s,x}^2} = \sqrt{v_{s,x}^2 \cdot \tan^2 \alpha + v_{s,x}^2} = v_{s,x} \sqrt{\tan^2 \alpha + 1}$$