

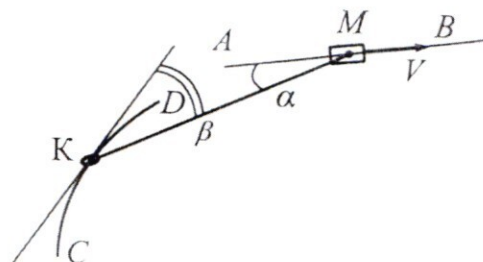
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Вариант 11-04

Класс 11

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

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.



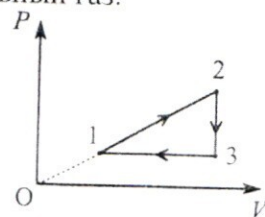
- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения троса в этот момент.

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.

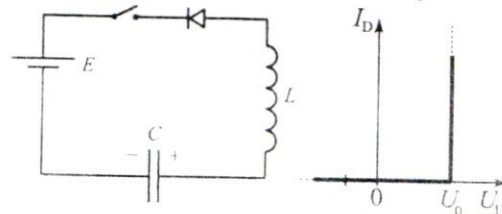
1) Найдите удельный заряд частицы $\gamma = \frac{|q|}{m}$.

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.

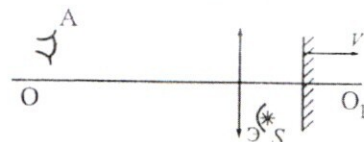
3) Найти установившееся напряжение U_2 на конденсаторе после замыкания ключа.

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 окажется 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

$$V = 2 \text{ м/с}$$

$$m = 0,4 \text{ кг}$$

$$R = 1,9 \text{ м}$$

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

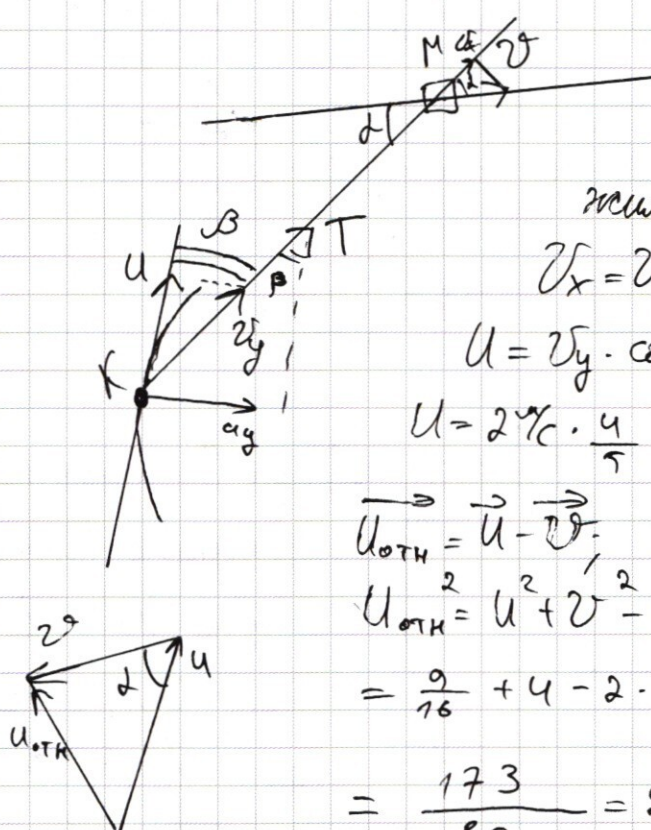
$$\cos \alpha = \frac{4}{5}$$

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

$U = ?$

$U_{\text{отн}} = ?$

$T = ?$



$$V_x = V \cdot \cos \alpha$$

из условия неразрывности скорости следует, что

$$V_x = U_y;$$

$$U = U_y \cdot \cos \beta = V_x \cdot \cos \beta = V \cdot \cos \alpha \cdot \cos \beta$$

$$U = 2 \text{ м/с} \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{8}{17} = \frac{64}{85} \text{ м/с} \approx 0,75 \text{ м/с}$$

$$\vec{U}_{\text{отн}} = \vec{U} - \vec{V};$$

$$U_{\text{отн}}^2 = U^2 + V^2 - 2 \cdot U \cdot V \cdot \cos \alpha =$$

$$= \frac{9}{16} + 4 - 2 \cdot 2 \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{4}{5} = \frac{9}{16} + 4 - \frac{12}{5} =$$

$$= \frac{173}{80} = 2,1625$$

$$U_{\text{отн}} = \sqrt{2,1625} \approx 1,48 \text{ м/с}$$

$$a_y = \frac{U^2}{R} = \frac{T \cdot \sin \beta}{m}; \quad T = \frac{U^2 \cdot m}{R \cdot \sin \beta}; \quad \sin \beta = \sqrt{1 - \cos^2 \beta} = \frac{15}{17}$$

$$T = \frac{9 \cdot 4 \cdot 10 \cdot 17}{16 \cdot 19 \cdot 15} = \frac{3 \cdot 17}{5 \cdot 4 \cdot 19} = \frac{51}{380} \approx 0,13 \text{ Н}$$

Ответ: $U = 0,75 \text{ м/с}$; $U_{\text{отн}} = 1,48 \text{ м/с}$; $T = 0,13 \text{ Н}$

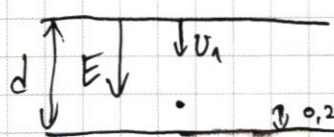
③ Дано

$$d, U, V_1$$

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

$T = ?$

$V_0 = ?$



$$E = \frac{U}{d}; \quad F_k = E|q|; \quad a = \frac{F_k}{m} = \frac{E \cdot |q|}{m}$$

$$d - 0,2d = \frac{V_1^2}{2a} = \frac{V_1^2 \cdot m}{2E|q|} = 0,8d$$

$$\gamma = \frac{|q|}{m} = \frac{V_1^2}{2E \cdot 0,8d} = \frac{V_1^2 \cdot d}{1,6 \cdot d \cdot U} = \frac{V_1^2}{1,6U}$$

$$T = t_1 + t_2; \quad t_1 = \frac{v_1}{a}; \quad 0,8d = \frac{at_2^2}{2}; \quad t_2 = \sqrt{\frac{1,6d}{a}}$$

$$T = \frac{v_1}{a} + \sqrt{\frac{1,6d}{a}} = \frac{v_1}{E\gamma} + \sqrt{\frac{1,6d}{E\gamma}} = \frac{v_1 \cdot d \cdot 1,6U}{U v_1^2} + \sqrt{\frac{1,6d \cdot d \cdot 1,6U}{U \cdot v_1^2}} =$$

$$= \frac{1,6d}{v_1} + \sqrt{\frac{1,6^2 \cdot d^2}{v_1^2}} = \frac{1,6d}{v_1} + \frac{1,6d}{v_1} = \frac{3,2d}{v_1}$$

$$v_0 = a t_2 = a \cdot \sqrt{\frac{1,6d}{a}} = \sqrt{1,6da} = \sqrt{\frac{1,6 \cdot d \cdot U v_1^2}{d \cdot 1,6U}} = v_1$$

Ответ: $\gamma = \frac{v_1^2}{1,6U}; \quad T = \frac{3,2d}{v_1}; \quad v_0 = v_1$

④ Дано

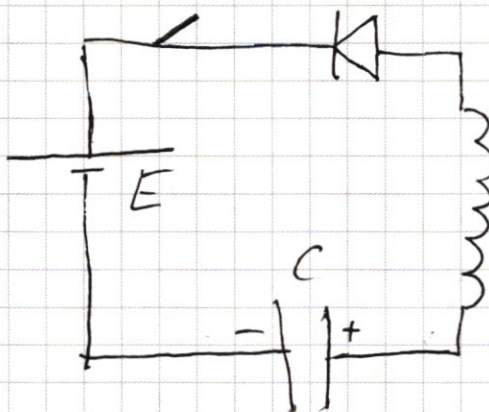
$$E = 6 \text{ В}$$

$$U_1 = 9 \text{ В}$$

$$C = 10 \text{ мкФ}$$

$$U_0 = 1 \text{ В}$$

$$L = 0,4 \text{ Гн}$$



2) при I_m напряжение на катушке $U_L = 0 \Rightarrow$ напря. на

конд-ре $U_C = E - U_0$

$$q_0 = CU_1 = 9 \text{ К}$$

$$q_1 = C(E - U_0) = 5 \text{ К}$$

$$\Delta q = -4 \text{ К} \quad \Delta q = -4 \text{ К}$$

$$A_{\text{ист}} = E \Delta q = -4 \text{ К} E = -24 \text{ К}$$

$$A_{\text{ист}} = \Delta W; \quad \Delta W = W_2 - W_1; \quad W_2 = \frac{C(U_0 - U_1)^2}{2} + \frac{L I_m^2}{2}; \quad W_1 = \frac{C U_1^2}{2}$$

$$-24 \text{ К} = \frac{C \cdot 25}{2} + \frac{L I_m^2}{2} - \frac{81 \text{ К}}{2}; \quad \frac{L I_m^2}{2} = \frac{81 \text{ К}}{2} - \frac{25 \text{ К}}{2} = \frac{56 \text{ К}}{2} = 28 \text{ К}$$

$$I_m^2 = \frac{8 \text{ К}}{L}; \quad I_m = \sqrt{\frac{8 \text{ К}}{L}} = \sqrt{\frac{10 \cdot 10^{-6} \cdot 10^8}{0,4}} = \sqrt{\frac{10^{-4} \cdot 8}{0,4}} =$$

$$= \sqrt{\frac{8 \cdot 10^{-4}}{0,4}} = \sqrt{2 \cdot 10^{-3}} = 0,0447 \text{ А} = 44,7 \text{ мА}$$

1) Сразу после замыкания: $U_C = U_1; \quad U_L = \frac{d\gamma}{dt}; \quad \mathcal{E} = E$

$$\mathcal{E} = -U_0 - U_L + U_C; \quad U_L = U_C - U_0 - \mathcal{E} = U_1 - U_0 - \mathcal{E} = 9 - (1 + 6) = 2 \text{ В}$$

$$U_L = L \frac{d\gamma}{dt}; \quad \frac{d\gamma}{dt} = \frac{U_L}{L} = \frac{2 \text{ В}}{0,4 \text{ Гн}} = \frac{2 \cdot 10}{4} = 5 \text{ А/с}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

продолжение задачи 4

3) Т.к. процесс установившийся, то $I = 0$; $U_2 = \frac{q}{C}$; $q = CU_2$

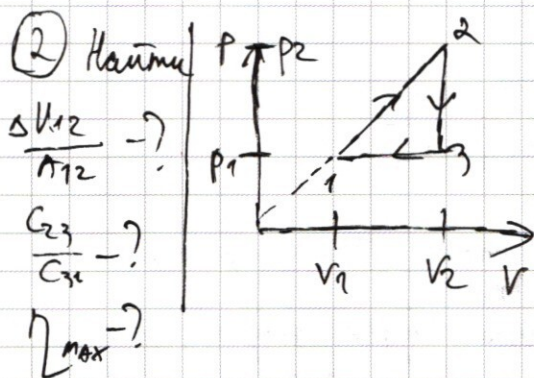
$$A_{\text{вн}} = E \Delta q = E(q - q_0) = EC(U_2 - U_1);$$

$$W = W_3 - W_1; W_3 = \frac{CU_2^2}{2}; W_1 = \frac{CU_1^2}{2};$$

$$EC \cdot (U_2 - U_1) = \frac{C}{2}(U_2^2 - U_1^2) = \frac{C}{2}(U_2 - U_1)(U_2 + U_1)$$

$$U_2 + U_1 = \frac{2EC}{C} = 2E; U_2 = 2E - U_1 = 2 \cdot 6 - 9 = 3 \text{ В}$$

Ответ: $\frac{dI}{dt} = 5 \text{ А/с}$; $I_m = 14 \text{ мА}$; $U_2 = 3 \text{ В}$



$$A_{12} = \frac{(p_1 + p_2)(V_2 - V_1)}{2}$$

$$\frac{p_1}{V_1} = \frac{p_2}{V_2} \Rightarrow p_1 V_2 = p_2 V_1$$

$$A_{12} = \frac{1}{2}(p_1 V_2 - p_1 V_1 + p_2 V_2 - p_2 V_1) = \frac{1}{2}(p_2 V_2 - p_1 V_1)$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \frac{p_1 V_1}{2} = \frac{3}{2} p_1 V_1 (T_2 - T_1)$$

$$p_1 V_1 = p R T_1; p_2 V_2 = p R T_2; p_2 V_2 - p_1 V_1 = p R (T_2 - T_1)$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \frac{p R (T_2 - T_1)}{p R} = \frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1)$$

$$\frac{\Delta U_{12}}{A_{12}} = \frac{3 (p_2 V_2 - p_1 V_1) \cdot 2}{2 (p_2 V_2 - p_1 V_1)} = 3$$

$$Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23}; A_{23} = 0; Q_{23} = \Delta U_{23} = C_{23}(T_3 - T_2)$$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} p R (T_3 - T_2) = C_{23}(T_3 - T_2); C_{23} = \frac{3}{2} p R$$

$$Q_{31} = A_{31} + \Delta U_{31}; A_{31} = p_1 \cdot (V_2 - V_1); \Delta U_{31} = \frac{3}{2} \Delta R (T_1 - T_3)$$

$$p_1 V_1 = \Delta R T_1; p_1 V_2 = \Delta R T_3; A_{31} = p_1 V_2 - p_1 V_1 = \Delta R (T_3 - T_1)$$

$$Q_{31} = \Delta R (T_3 - T_1) - \frac{3}{2} \Delta R (T_3 - T_1) = \frac{\Delta R (T_3 - T_1)}{2} = C_{31} (T_1 - T_3)$$

$$\frac{\Delta R (T_1 - T_3)}{2} = C_{31} (T_1 - T_3); C_{31} = \frac{\Delta R}{2};$$

$$\frac{C_{23}}{C_{31}} = \frac{\frac{3}{2} \Delta R}{\frac{\Delta R}{2}} = 3; \eta = \frac{A_y}{Q_n}; Q_n = Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12}$$

$$Q_n = \frac{1}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) + \frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) = 2 (p_2 V_2 - p_1 V_1)$$

$$A_y = \frac{1}{2} (p_2 - p_1) (V_2 - V_1); Q_n = 2 \Delta R (T_2 - T_1)$$

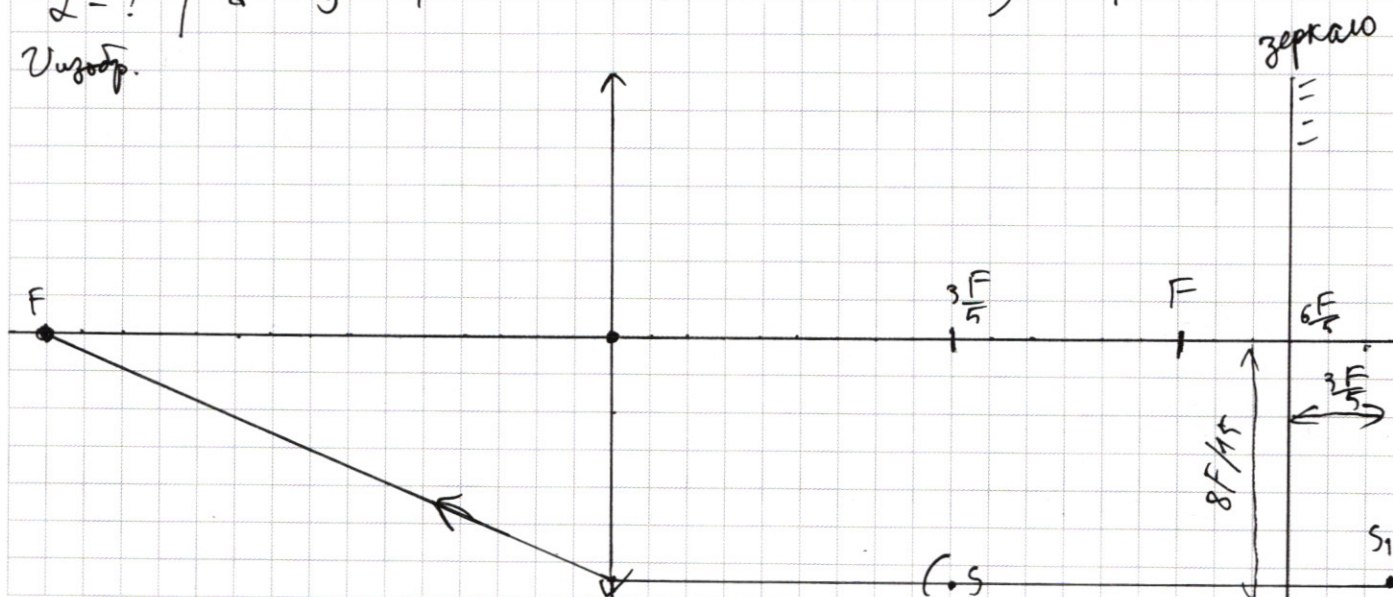
$$A_y - \frac{1}{2} (p_2 V_2 + p_1 V_1 - (p_1 V_2 + p_2 V_1)) = \frac{\Delta R (T_2 + T_1 - 2T_3)}{2}$$

$$\eta = \frac{\Delta R (T_2 + T_1 - 2T_3)}{2 \cdot 2 \cdot \Delta R (T_2 - T_1)} = \frac{T_1 + T_2 - 2T_3}{4(T_2 - T_1)}$$

$$\text{Ответ: } \frac{C_{23}}{C_{31}} = 3; \frac{\Delta U_{12}}{A_{12}} = 3; \eta = \frac{T_1 + T_2 - 2T_3}{4(T_2 - T_1)}$$

5) Дано / изобр. ил. в зеркале находится на расст. $\frac{3F}{5}$ от зеркала
 F, ν и $\frac{9F}{5}$ от линзы; для линзы предмет будет изобр. в зеркале
 $\frac{F}{f} - ?$ $\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}; d = \frac{9F}{5}; \frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{5}{9F} = \frac{4}{9F}; f = \frac{9F}{4}$
 $\frac{F}{2} - ?$

Изобр.



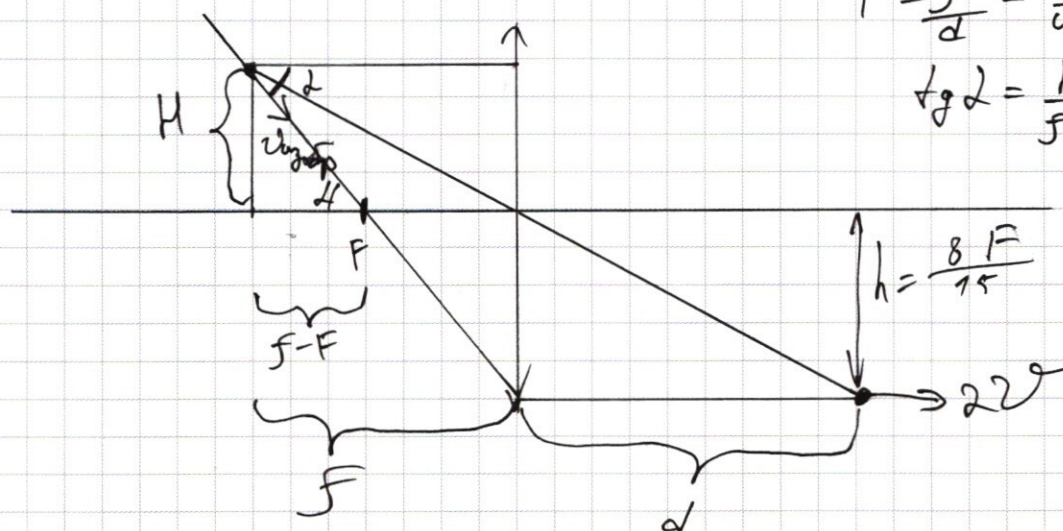
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

продолжение задачи 5;
та же система в упрощ. виде:

$$H = h \cdot \Gamma$$

$$\Gamma = \frac{f}{d} = \frac{9F \cdot 5}{4 \cdot 9F} = \frac{5}{4}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{H}{f-F}$$

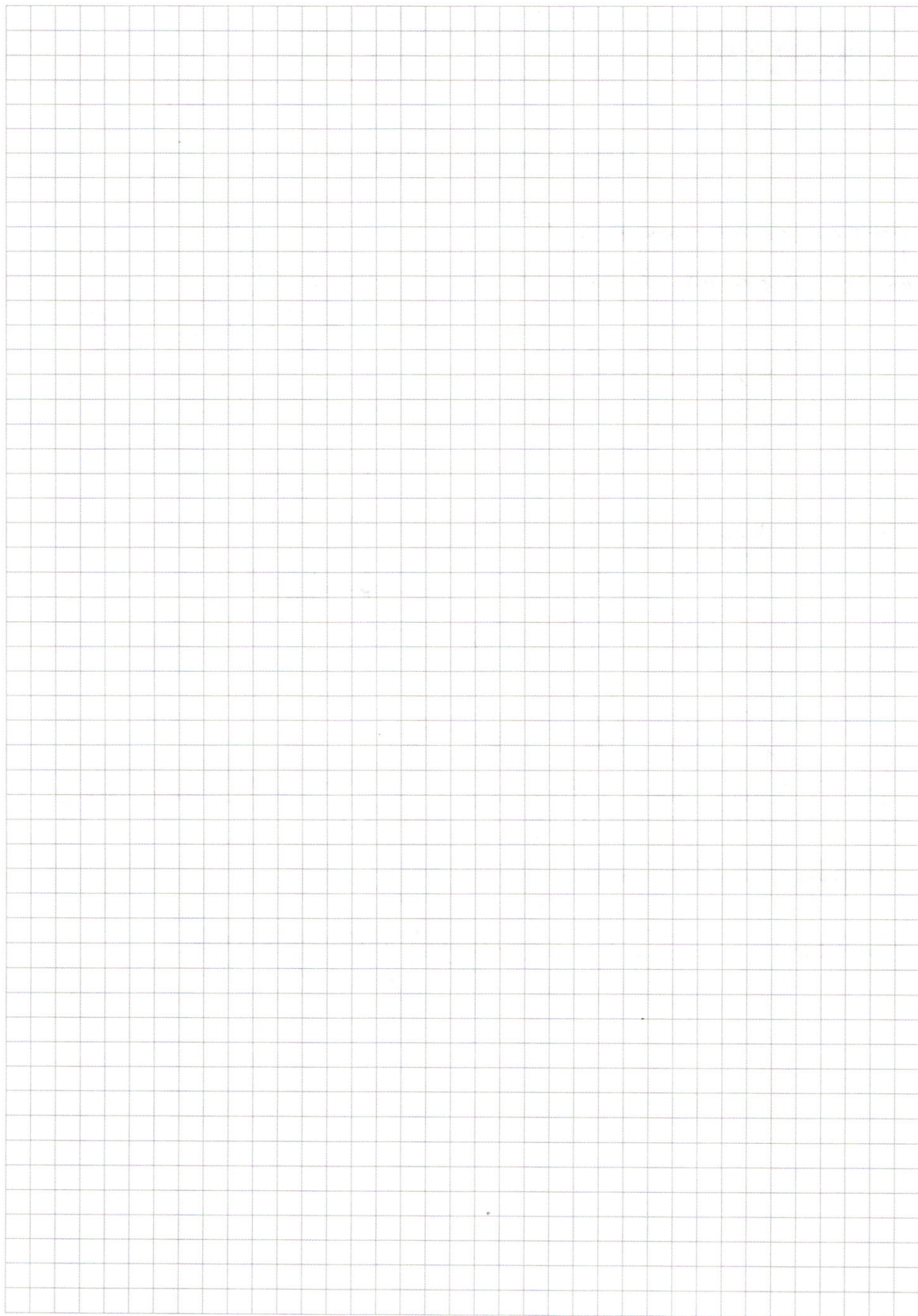


$$H = h \cdot \Gamma = \frac{5}{4} \cdot \frac{8F}{15} = \frac{10F}{15} = \frac{2F}{3}$$

$$f-F = \frac{9F}{4} - \frac{4F}{4} = \frac{5F}{4}; \operatorname{tg} \alpha = \frac{2F \cdot 4}{3 \cdot 5F} = \frac{8}{15}; \alpha = \arctg\left(\frac{8}{15}\right)$$

$$V_{\text{изобр}} = 2V \cdot \Gamma^2 = \frac{2V \cdot 25}{16} = \frac{50V}{16}$$

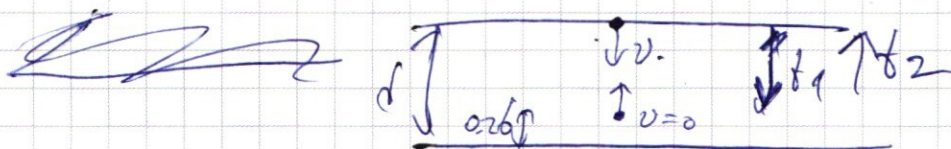
Ответ: $f = \frac{9F}{4}; \alpha = \arctg\left(\frac{8}{15}\right); V_{\text{изобр}} = \frac{50V}{16}$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$v = v_0 - at; \quad at = v_0$$

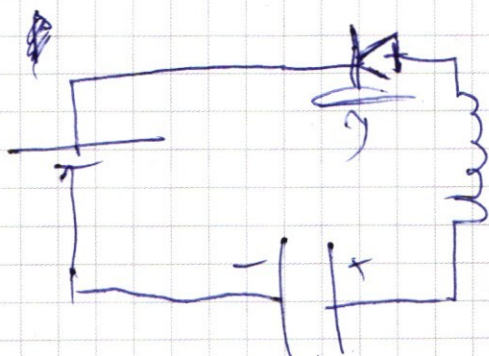
$$t = \frac{v_0}{a}$$

$$0,8d = \frac{at^2}{2}; \quad t_2 = \sqrt{\frac{1,6d}{a}}$$

$$t = \frac{v_0}{a} + \sqrt{\frac{1,6d}{a}}$$

$$v_0 = at_2 = a \cdot \sqrt{\frac{1,6d}{a}} = \sqrt{1,6da}$$

- а) Дано
 $\mathcal{E} = \mathcal{E} = 6\text{ В}$
 $C = 10\text{ мкФ}$
 $U_1 = 9\text{ В}$
 $L = 0,4\text{ Гн}$
 $U_0 = 1\text{ В}$
 $\gamma_m = ?$



$$\mathcal{E} = -U_L +$$

$$\gamma_m \Rightarrow U_L = 0 \Rightarrow \mathcal{E} = U_C$$

$$q_0 = CU_1 = 9\text{ C}$$

$$q_K = C\mathcal{E} = 6\text{ C}$$

$$\Delta W_{\text{сст}} = -3C\mathcal{E}$$

$$\Delta W_{\text{сст}} = \Delta W$$

$$W_2 = \frac{C\mathcal{E}^2}{2} + \frac{L\gamma_m^2}{2}$$

$$W_1 = \frac{CU_1^2}{2}$$

$$\Delta W = 18C + \frac{L\gamma_m^2}{2} = \frac{81C}{2}$$

$$\frac{L\gamma_m^2}{2} = \frac{81C}{2} - 18C - 3C\mathcal{E}$$

$$= C \left(\frac{81 - 36 + 9}{2} \right)$$

$$\gamma_m = \sqrt{\frac{C \cdot 36}{L}}$$

$$\mathcal{E} = U_2 + U_C; U_1 = \mathcal{E} - U_C = L \frac{dI}{dt}$$

~~$$U_C = U_1$$~~

$$\frac{dI}{dt} = \frac{\mathcal{E} - U_C}{L} = \frac{6 - 9}{L}$$

$$U_2 = L \frac{dI}{dt}$$

$$U_1 = U_C - U_0 - \mathcal{E} = 5$$

$$\mathcal{E} = -U_0 - U_1 + U_C$$

$$\mathcal{E} = U_1 + U_C + U_0$$

$$\mathcal{E} = U_2 + U_1$$

$$U_2 = \mathcal{E} - U_C - U_0 = 6$$

Резисторы укоротились $\Rightarrow I = 0$ $\mathcal{E} = -U_C + U_1 + U_0$

$$U_2 = \frac{q}{C}; q = U_2 C$$

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

$$\Delta W_{\text{кон}} = \mathcal{E} \cdot \Delta q = \mathcal{E}(q - q_0) = \mathcal{E}(U_2 - U_1)$$

$$\Delta W_{\text{кон}} = C \mathcal{E}(U_2 - U_1); C \mathcal{E}(U_2 - U_1) = \frac{C}{2}(U_2^2 - U_1^2) =$$

$$W_3 = W_2 - W_1$$

$$W_3 = \frac{C U_2^2}{2}$$

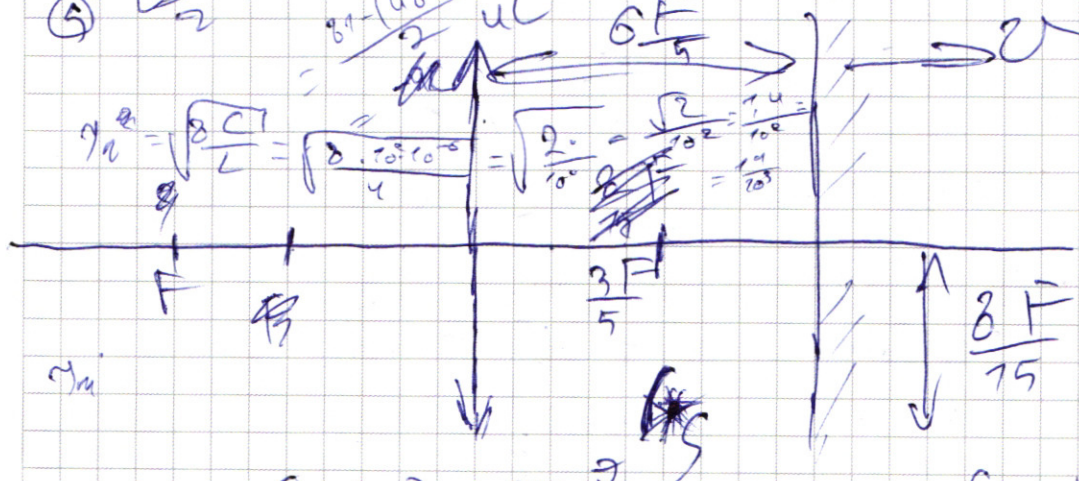
$$W_1 = \frac{C U_1^2}{2}$$

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

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

$$U_2 = 2 \mathcal{E} - U_1 = 2 \cdot 6 - 9 = 3 \text{ В}$$

$$\textcircled{5} \quad L \frac{dI}{dt} = \frac{6 - 9}{2} = -\frac{3}{2} \quad \frac{dI}{dt} = -\frac{3}{2L}$$



$$q_1 = C \cdot 5$$

$$\Delta q = -4C$$

$$\Delta W_{\text{кон}} = -4C \mathcal{E} = -24C$$

$$W_2 = \frac{C \cdot 25}{2} + \frac{L I_m^2}{2}$$

$$-24C = \frac{25C}{2} + \frac{L I_m^2}{2} \Rightarrow \frac{87C}{2}$$

$$U_C = \mathcal{E} - U_0 = 5 \text{ В}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

①

$v = 2 \text{ м/с}$
 $R = 19 \text{ м}$
 $L = 17 \text{ Р}$
 $\alpha = 36^\circ$
 $\beta = 19^\circ$
 $\gamma = 12^\circ$

$v_x = v \cos \alpha$
 $U = v_x \cdot \cos \beta = v \cos \alpha \cdot \cos \beta =$
 $= 2 \cdot 4 \cdot 8 = \frac{64}{5 \cdot 17} = \frac{64}{85} \approx 0,75 \text{ м/с}$

$v_{\text{отн}}^2 = U^2 + \frac{9}{16} - \frac{12}{5} =$
 $= \frac{320 + 45 - 192}{80} = \frac{173}{80}$

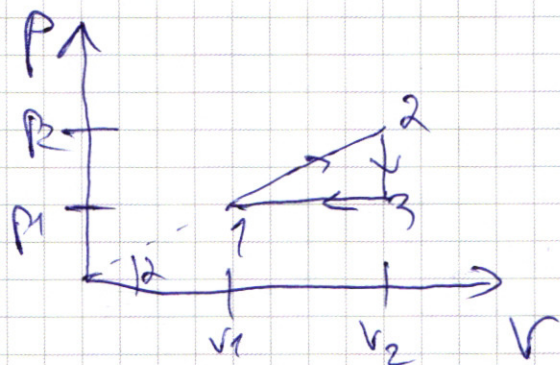
$U^2 = a_g \cdot R$
 $a_g = \frac{U^2}{R} = \frac{T \sin \beta}{m}$
 $T = \frac{U^2 m}{R \sin \beta}$

$v_{\text{отн}}^2 = v^2 + U^2 - 2v \cdot U \cdot \cos \alpha =$
 $= 4 + 0,75^2 - 2 \cdot 2 \cdot 0,75 \cdot 4 =$
 $= 4 + 0,5625 - 12 = -7,4375$

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

$\frac{5}{2} = \frac{5 \cdot 125}{1000} = \frac{625}{1000}$

2



$$\frac{\Delta U_{12}}{A_{12}} = \frac{3 \cdot 2 R (p_2 V_2 - p_1 V_1)}{2 \cdot 2 R}$$

$$\frac{p_1}{V_1} = \frac{p_2}{V_2}$$

$$p_1 V_2 = p_2 V_1$$

$$A_{12} = \frac{1}{2} \cdot (p_1 V_2 - p_1 V_1 + p_2 V_2 - p_2 V_1) = \frac{1}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1)$$

$$\frac{\Delta U_{12}}{A_{12}} = \frac{3 \cdot 2 R \cdot (p_2 V_2 - p_1 V_1) \cdot 2}{2 \cdot 2 R \cdot (p_2 V_2 - p_1 V_1)} = 3$$

одноатомный газ

$$\frac{C_{23}}{C_{31}} = ?$$

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

$$A_{12} = (p_1 + p_2) \cdot (V_2 - V_1)$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3 \cdot 2 R \cdot T}{2} = \frac{3 \cdot 2 R}{2} (T_2 - T_1)$$

$$p_1 V_1 = 2 R T_1$$

$$p_2 V_2 = 2 R T_2$$

$$p_2 V_2 - p_1 V_1 = 2 R (T_2 - T_1)$$

$$T_2 - T_1 = \frac{p_2 V_2 - p_1 V_1}{2 R}$$

$$\begin{array}{r} 139 \\ \times 148 \\ \hline 5592 \\ + 1184 \\ \hline 21904 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 122 \\ \times 125 \\ \hline 1525 \\ + 2440 \\ \hline 15425 \end{array}$$

$$C = \frac{\epsilon_0 S}{d} = \frac{\epsilon_0 a^2}{d}$$

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

$$q = \frac{U \cdot \epsilon_0 a^2}{d}$$

$$1,55^2 = 2,4025$$

$$\begin{array}{r} 10000 \\ \times 146 \\ \hline 14600 \\ + 2876 \\ \hline 14684 \end{array}$$

$$1,3^2 = 1,69$$

$$\frac{13-13}{100} = 1,69$$

$$1,4 \cdot 1,4 = 1,96$$

$$\begin{array}{r} 142 \\ \times 147 \\ \hline 1029 \\ + 1588 \\ \hline 20909 \end{array}$$

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

$$F_k = E q$$

$$a = \frac{F_k}{m} = \frac{E q}{m}$$

$$= 4,48$$

Страница №

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$A_y = \frac{1}{2} (p_2 V_2 - (p_2 V_1 + p_1 V_2) + p_1 V_1) = \frac{1}{2} \cdot$$

$$p_2 V_2 + p_1 V_1 = 2R(T_2 + T_1)$$

$$p_2 V_2 = 2R T_2$$

$$A_y = \frac{1}{2} (2R(T_2 + T_1) - 2R T_3) = \frac{1}{2} \cdot 2R (T_2 + T_1 - 2T_3)$$

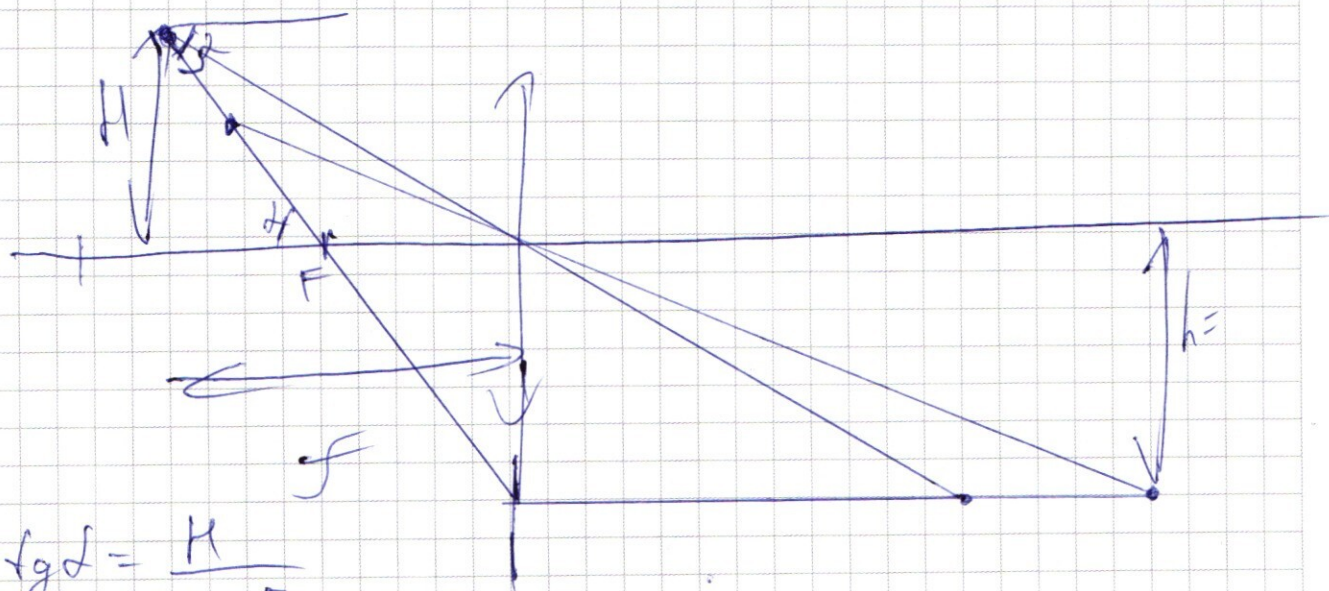
$$Q_n = 2p_2 V_2 - p_1 V_1 = 2R(T_2 - T_1)$$

$$\frac{2R(T_2 + T_1 - 2T_3)}{2 \cdot 2R(T_2 - T_1)} = \frac{T_2 + T_1 - 2T_3}{4(T_2 - T_1)}$$

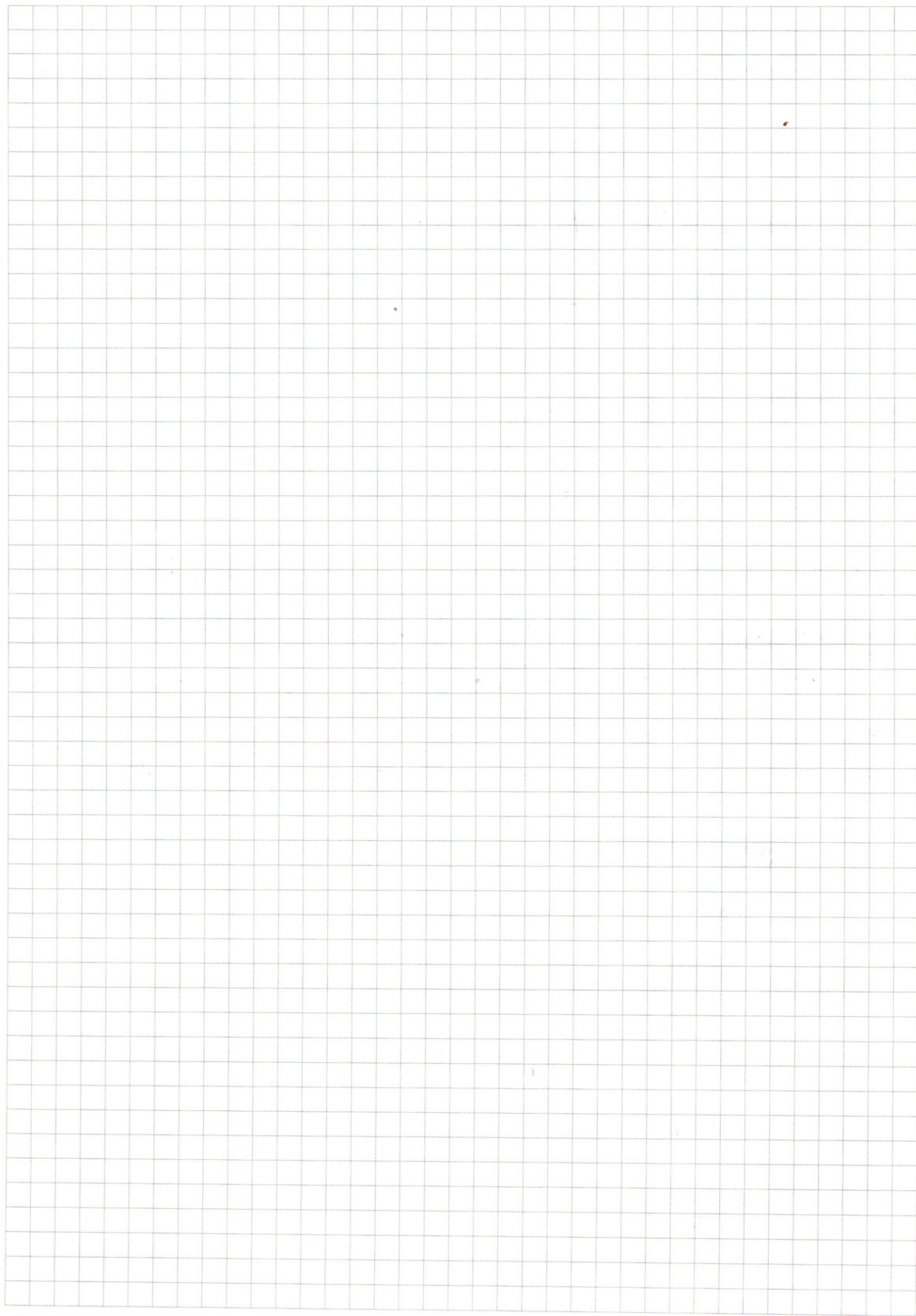
$$p_2 V_2 = 2R T_2$$

$$H = h \cdot F$$

$$\frac{T_3}{T_1} = \frac{V_2}{V_1}; T_3 = \frac{T_1 V_2}{V_1}; \frac{T_2}{T_1} = \frac{V_2}{V_1}; T = \sqrt{\frac{F}{\sigma}} = \frac{9 \cdot 5}{4 \cdot 9} = \frac{5}{4}$$



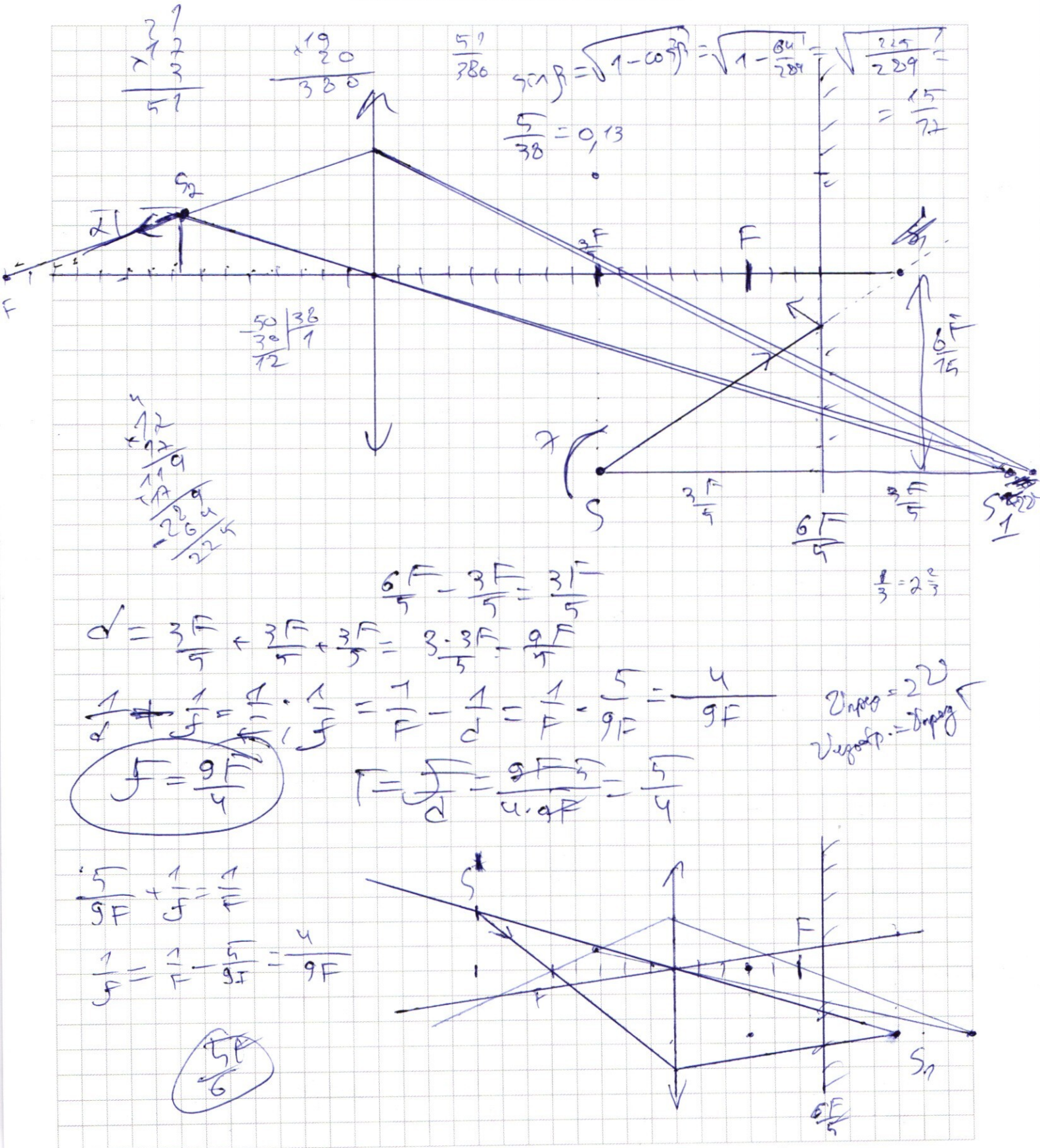
$$f g d = \frac{H}{T - F}$$



☒ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

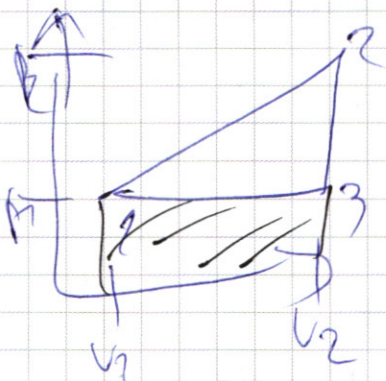


$$\frac{C_{23}}{C_{31}}$$

$$Q = C \Delta t \quad \eta = \frac{(p_2 - p_1)(v_2 - v_1)}{2 \cdot 2(p_2 v_2 - p_1 v_1)}$$

$$Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23} = C(T_3 - T_2)$$

$$\frac{3}{2}(p_1 - p_2)v_2$$



$$A_{23} = 0$$

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

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \mathcal{O} R (T_3 - T_2); \quad \Delta U_{12} = \frac{3}{2} \mathcal{O} R v_2 (p_1 - p_2)$$

$$p_2 v_2 = \mathcal{O} R T_2; \quad v_2 (p_1 - p_2) = \mathcal{O} R (T_3 - T_2)$$

$$p_1 v_2 = \mathcal{O} R T_3$$

$$T_3 - T_2 = \frac{(p_1 - p_2) v_2}{\mathcal{O} R}$$

$$\eta = \frac{Q_{23}}{Q_{31}} = \frac{Q_{23}}{T_3 - T_2} = \frac{3}{2} \mathcal{O} R (T_3 - T_2)$$

$$Q_{23} = \Delta U_{23} = C(T_3 - T_2) = \frac{3}{2} \mathcal{O} R (T_3 - T_2)$$

$$C_{23} = \frac{3}{2} \mathcal{O} R$$

$$Q_{31} = A_{31} + \Delta U_{31} = C_{31}(T_1 - T_3)$$

$$A_{31} = p_1(v_2 - v_1) = \mathcal{O} R (T_3 - T_1) = -\mathcal{O} R (T_1 - T_3)$$

$$\Delta U_{31} = \frac{3}{2} \mathcal{O} R (T_1 - T_3)$$

$$Q_{31} = C_{31}(T_1 - T_3)$$

$$C_{31} = \frac{Q_{31}}{T_1 - T_3}$$

$$p_1 v_1 = \mathcal{O} R T_1; \quad \mathcal{O} R (T_1 - T_3) = p_1 (v_1 - v_2)$$

$$p_1 v_2 = \mathcal{O} R T_3$$

$$Q_{31} = A_{31} + \Delta U_{31}$$

$$A_{31} = \mathcal{O} R (T_1 - T_3)$$

$$Q_{31} = p_1 (v_2 - v_1) + \frac{3}{2} p_1 (v_1 - v_2) =$$

$$p_1 v_2 - p_1 v_1 = \mathcal{O} R (T_3 - T_1)$$

$$\mathcal{O}_2 = 2(p_2 v_2 - p_1 v_1)$$

$$p_1 (v_2 - v_1) - \frac{3}{2} p_1 (v_2 - v_1) =$$

$$= -\frac{p_1 (v_2 - v_1)}{2}$$

$$A_y = \frac{1}{2} (p_2 - p_1) (v_2 - v_1)$$

$$\eta = \frac{A_y}{Q_{in}}$$

$$p_1 v_2 = p_2 v_1$$

$$A_y = \frac{1}{2} (p_2 v_2 - p_2 v_1 - p_1 v_2 + p_1 v_1)$$

$$Q_{in} = Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} = \frac{1}{2} (p_2 v_2 - p_1 v_1) + \frac{3}{2} (p_1 v_2 - p_2 v_1)$$