

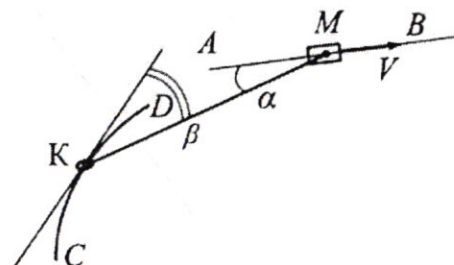
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2020

Вариант 11-01

Класс 11

Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без вложенного задания не принимаются.

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.



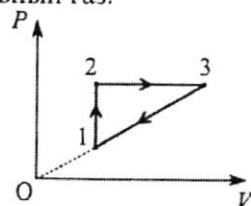
- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения нити в этот момент.

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?

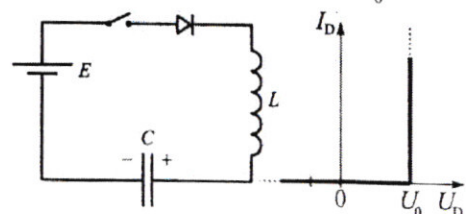
При движении частицы электрическое поле, созданное зарядами конденсатора, считать неизменным, а электрическое поле внутри конденсатора вблизи оси симметрии считать однородным.

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.

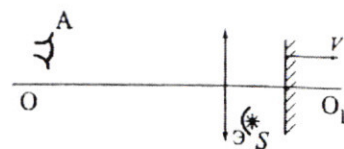


5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник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



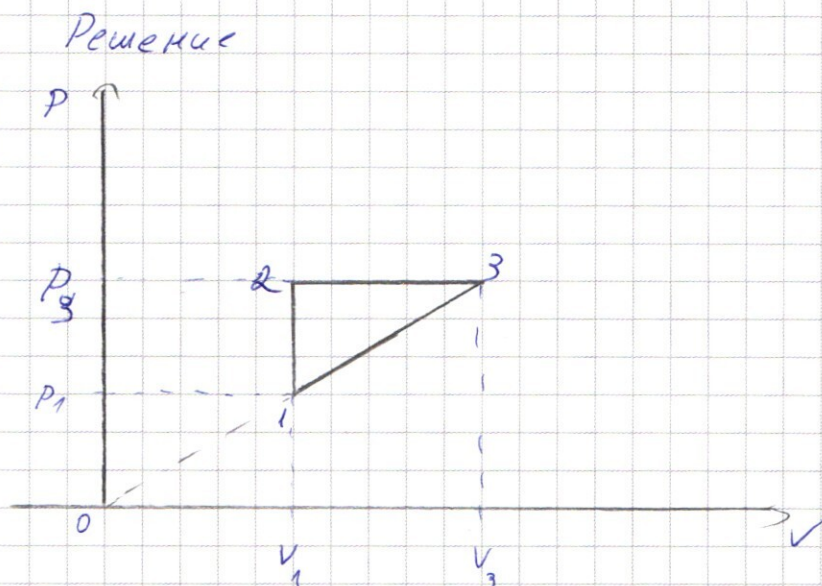
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2) Дано
 $p(V)$

$$\frac{C_{01-2}}{C_{01-3}} - ?$$

$$\frac{Q_{2-3}}{A} - ?$$

$$\eta_{\max} - ?$$



Т.к. $p = \frac{\partial R T}{V}$, температура повышается на
угах 1-2 и 2-3 цикла (из анализа изотер).

На 1-2

$$Q_{1-2} = A_{1-2} + \Delta U_{1-2}$$

$$Q_{1-2} = \Delta U_{1-2}$$

$$\partial C_{01-2} \Delta T = \frac{3}{2} \partial R \Delta T$$

$$C_{01-2} = \frac{3}{2} R$$

На 2-3

$$Q_{2-3} = A_{2-3} + \Delta U_{2-3}$$

$$\partial C_{02-3} \Delta T = p_3 \Delta V + \frac{3}{2} \partial R \Delta T$$

$$C_{02-3} = \frac{p_3}{\partial} \frac{\Delta V}{\Delta T} + \frac{3}{2} R$$

$\frac{dV}{dT}$ - производная

для изобары

$$P_3 V = \nu R T$$

$$V = \frac{\nu R}{P_3} T$$

$$\frac{dV}{dT} = \frac{\nu R}{P_3}$$

$$C_{v2-3} = \frac{\nu}{2} \frac{P_3}{P_3} \frac{\nu R}{P_3} + \frac{3}{2} R = R + \frac{3}{2} R = \frac{5}{2} R$$

$$\frac{C_{v1-2}}{C_{v2-3}} = \frac{3R}{2} \cdot \frac{2}{5R} = \frac{3}{5}$$

Изобара 2-3

$$Q_{2-3} = P A_{2-3} + \nu U_{2-3}$$

$$A_{2-3} = Q_{2-3} - \nu U_{2-3} = \nu C_{v2-3} \Delta T - \frac{3}{2} \nu R \Delta T =$$

$$= \nu \frac{5}{2} R \Delta T - \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \nu R \Delta T$$

$$\frac{Q_{2-3}}{A_{2-3}} = \frac{C_{v2-3} \nu \Delta T}{\nu R \Delta T} = \frac{5R}{2R} = \frac{5}{2}$$

Предельно возможное максимальное КПД
определяется циклом Карно

$$\eta = 1 - \frac{T_4}{T_3}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3) Дано

S

d

$0,75d$

T

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

$V_1 - ?$

$Q - ?$

$V_2 - ?$



Внутри кондензатора
частица будет двигаться
равноускоренно

И з.н.

$$m\vec{a} = \vec{E}q$$

$$ma = Eq$$

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

$$E = \frac{U}{d} = \frac{Q}{Cd} = \frac{Q}{d} \frac{d}{\epsilon_0 S} = \frac{Q}{\epsilon_0 S}$$

$$0,75d = \frac{aT^2}{2} = \mu E \frac{T^2}{2} = \mu \frac{Q}{\epsilon_0 S} \frac{T^2}{2}$$

$$Q = \frac{2 \cdot 0,75d \epsilon_0 S}{\mu T^2} = \frac{1,5 \epsilon_0 S d}{T^2 \mu}$$

$$V_1 = aT = \mu ET = \mu T \frac{Q}{\epsilon_0 S} = \frac{\mu T}{\epsilon_0 S} \frac{1,5 \epsilon_0 S d}{T^2 \mu} = \frac{1,5d}{T}$$

$$E = \frac{\mu}{2\epsilon_0} = - \frac{d\varphi}{dx}$$

$$\varphi = - \frac{\mu}{2\epsilon_0} x$$

$$\Phi \varphi_1 = -\frac{\sigma}{2\epsilon_0} 0,25d + \frac{\sigma}{2\epsilon_0} 0,75d = \frac{\sigma d}{2\epsilon_0} 0,5 = \frac{\sigma d}{4\epsilon_0}$$

ЕЦТ

$$\frac{\sigma d}{4\epsilon_0} q = \frac{mv_2^2}{2}$$

$$v_2^2 = \frac{\sigma d}{2\epsilon_0} \cdot \frac{q}{m} = \frac{\sigma d}{2\epsilon_0} \mu = \frac{Qd}{2\epsilon_0 S} \mu = \frac{1,5\epsilon_0 Sd}{T^2 \mu} \cdot \frac{d\mu}{2\epsilon_0 S} =$$

$$= \frac{1,5 d^2}{2 T^2} = 0,75 \frac{d^2}{T^2}$$

$$v_2 = \frac{d}{T} \sqrt{0,75} = \frac{0,5d}{T} \sqrt{3} = \frac{d\sqrt{3}}{2T}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1) Дано

$$V = 68 \text{ м/с}$$

$$m = 0,1 \text{ кг}$$

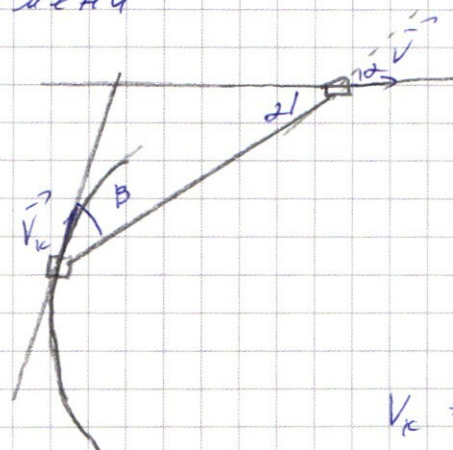
$$l = \frac{5R}{3}$$

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

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

Решение

Так как нить неэластична, проекции скорости муфты и кольца на нить равны в любой момент времени



$$V \cos \alpha = V_k \cos \beta$$

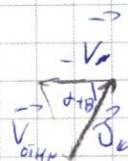
$$V_k = V \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} = V \frac{15}{17} \cdot \frac{5}{4} =$$

$$= 68 \text{ м/с} \cdot \frac{75}{68} = 75 \text{ м/с}$$

$$\vec{V}_{\text{отн НСО}} = \vec{V}_{\text{отн ПСО}} + \vec{V}_{\text{ПСО}}$$

$$\vec{V}_{\text{отн ПСО}} = \vec{V}_{\text{отн НСО}} - \vec{V}_{\text{ПСО}}$$

$$\vec{V}_{\text{к отн Н}} = \vec{V}_k - \vec{V}_H$$



$$V_{\text{к отн Н}}^2 = V^2 + V_k^2 - 2VV_k \cos(\alpha + \beta)$$

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

$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = \sqrt{1 - \frac{15^2}{17^2}} = \frac{\sqrt{289 - 225}}{17} = \frac{\sqrt{64}}{17} = \frac{8}{17}$$

$$\sin \beta = \sqrt{1 - \cos^2 \beta} = \sqrt{1 - \frac{16}{25}} = \frac{\sqrt{25 - 16}}{5} = \frac{\sqrt{9}}{5} = \frac{3}{5}$$

$$\cos(\alpha + \beta) = \frac{15}{17} \cdot \frac{4}{5} - \frac{8}{17} \cdot \frac{3}{5} = \frac{60 - 24}{17 \cdot 5} = \frac{36}{85} = \frac{36}{85}$$

$$V_{\text{котик}}^2 = 68^2 + 75^2 - 2 \cdot 68 \cdot 75 \cdot \frac{36}{85} =$$

$$= 68^2 + 75^2 - 2 \cdot \frac{68}{17} \cdot \frac{75}{5} \cdot 36 = 68^2 + 75^2 - 2 \cdot 4 \cdot 15 \cdot 36 =$$

$$= 17^2 \cdot 4^2 + 5^2 \cdot 15^2 - 2 \cdot 4 \cdot 15 \cdot 36 = 17^2 \cdot 4^2 - 4^2 \cdot 2 \cdot 15 \cdot 9 + 5^2 \cdot 15^2 =$$

$$= 4^2 (289 - 270) + 5^2 \cdot 15^2 = 4^2 \cdot 19 + 5^2 \cdot 15^2 = 16 \cdot 19 +$$

$$+ 25 \cdot 225 = 304 + 5625 = 5929$$

Т.к. киты не рождаются, относительно муфты
 кольцо будет двигаться по окружности
 радиуса $r = \frac{5R}{3}$

$$T = m a = m \frac{v_{\text{котик}}^2}{5R} = \frac{3}{5} \frac{m v_{\text{котик}}^2}{R} = \frac{3}{5} \frac{0,1 \cdot 75 \cdot 6^2}{1,9} = \frac{3}{5} \cdot \frac{8529 \cdot 10^{-4}}{19}$$

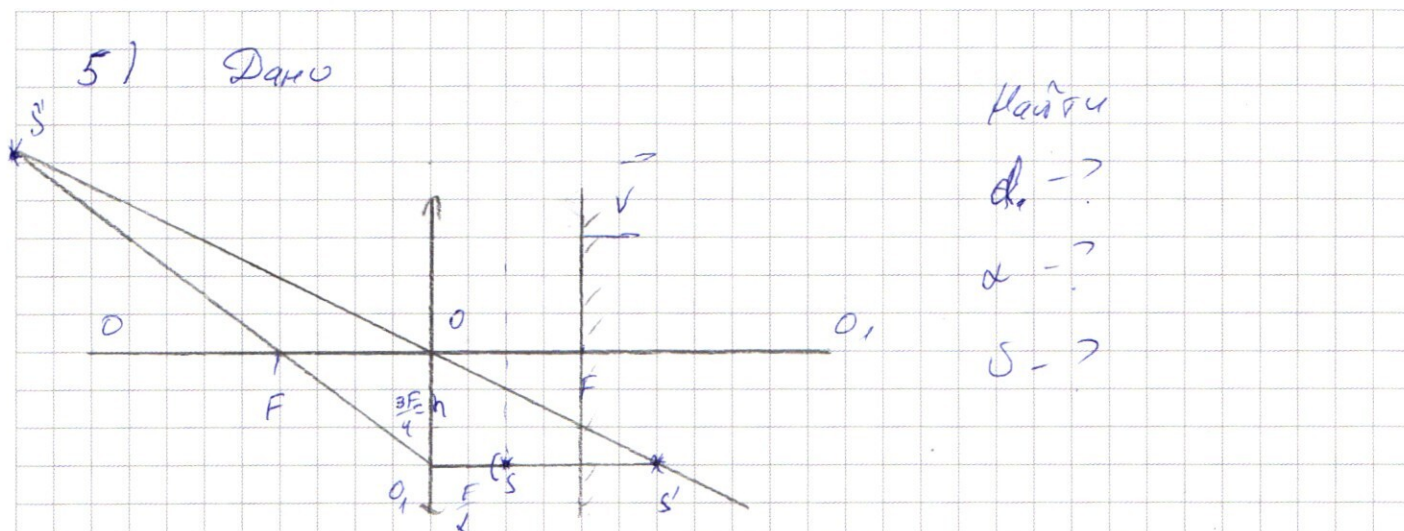
$$v_{\text{котик}}^2 = 68^2 + 75^2 - 2 \cdot 68 \cdot 75 + 2 \cdot 68 \cdot 75 \left(1 - \frac{36}{85}\right) =$$

$$= (75 - 68)^2 - 2 \cdot 4 \cdot 15 \cdot 5 \cdot 15 \cdot \frac{85 - 36}{17 \cdot 5} = 7^2 - 2 \cdot 4 \cdot 15 \cdot 49 =$$

$$= 49 (1 + 8 \cdot 15) = 49 \cdot (1 + 120) = 49 \cdot 121$$

$$v_{\text{котик}} = 77 \text{ м/с}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



Т.к. на линзу попадают только отраженные от зеркала лучи, то за источник мы берем движущееся изображение в зеркале в момент прохождения зеркалом фокуса

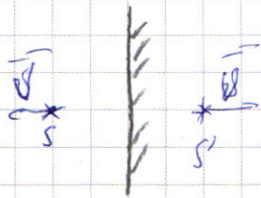
$$O, S' = F + \frac{1}{2}F = \frac{3}{2}F = f$$

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

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

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

Если мы перейдем в CO , связанную с зеркалом, то и изображение, и источник будут удаляться от него со скоростью $\vec{v}$



А вернувшись в ЛСО мы увидим, что изображение движется со скоростью $2V$

U_x для изображения S''

$$U_x \frac{d}{dt} = \frac{d}{dt} \left(\frac{fF}{f-F} \right) = \frac{F \cdot \frac{df}{dt} (f-F) - \frac{df}{dt} fF}{(f-F)^2} = \frac{2VFf - 2VF^2 - 2VFf}{(f-F)^2} =$$

$$= - \frac{2VF^2}{(f-F)^2}$$

$$U_x \left(\frac{3}{2} F \right) = - \frac{2VF^2}{\left(\frac{3}{2} F - F \right)^2} = - \frac{2VF^2}{\frac{F^2}{4}} = -8V$$

$$\frac{H}{h} = \frac{d}{f} = \frac{Ff}{f(f-F)} = \frac{F}{f-F}$$

$$H = h \frac{F}{f-F} = \frac{3}{4} \frac{F^2}{(f-F)}$$

U_y для S''

$$U_y \left(\frac{3}{4} \right) = \frac{dH}{dt} = \frac{d}{dt} \left(\frac{3}{4} \frac{F^2}{(f-F)} \right) = \frac{3F^2}{4} \frac{d}{dt} \left(\frac{1}{(f-F)} \right) = \frac{3F^2}{4} \left(-\frac{1}{(f-F)^2} \right) \frac{df}{dt} =$$

$$= - \frac{3F^2}{4} \frac{2V}{(f-F)^2}$$

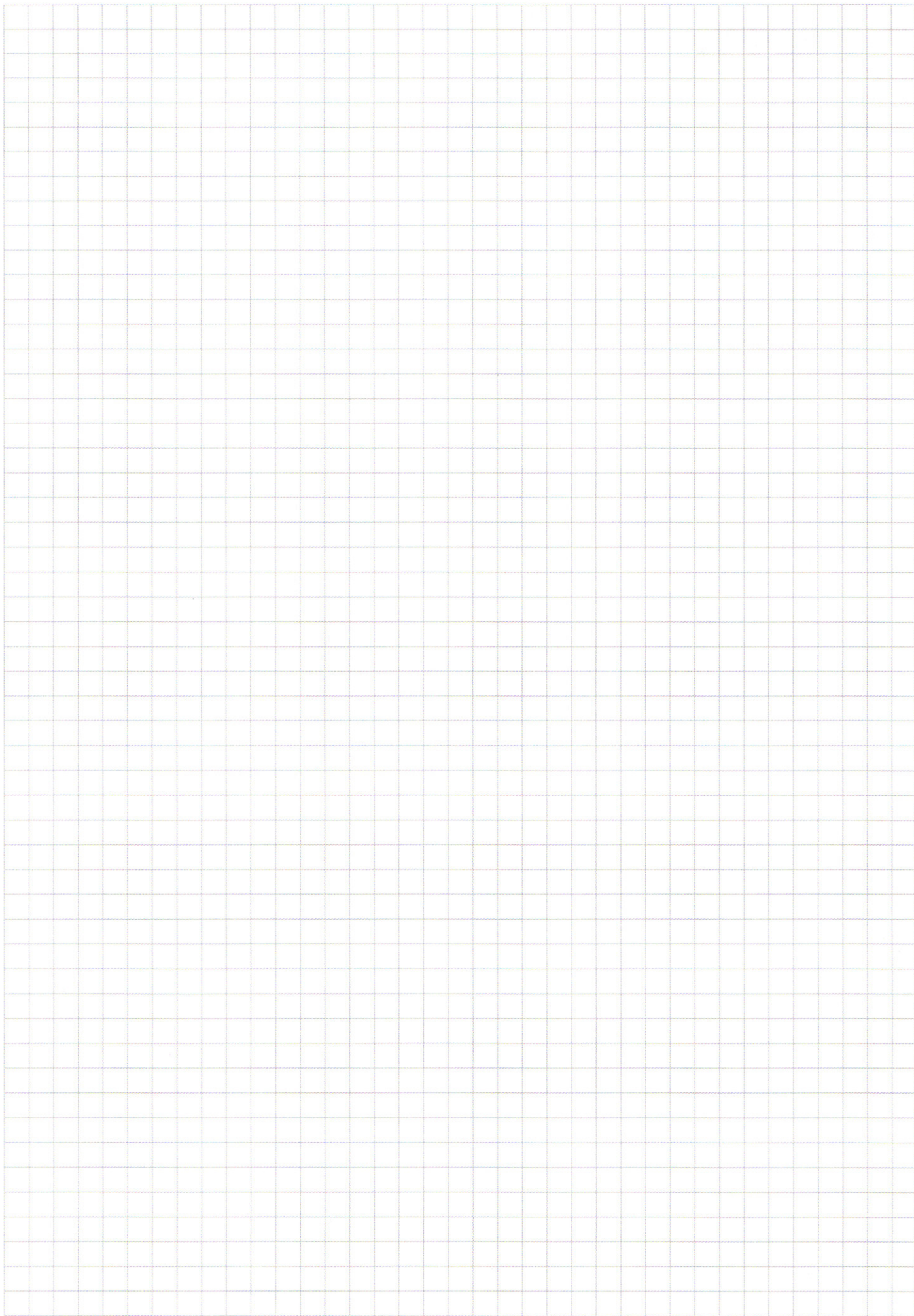
$$U_y \left(\frac{3}{2} F \right) = - \frac{3F^2}{4} \frac{2V}{\left(\frac{3}{2} F - F \right)^2} = - \frac{3F^2}{2} \frac{V}{\frac{F^2}{4}} = - \frac{3F^2}{2} \frac{4V}{F^2} = -6V$$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\tan \varphi = \frac{U_L}{U_C} = \frac{8V}{6V} = \frac{4}{3}$$

$$U = \sqrt{U_L^2 + U_C^2} = \sqrt{64V^2 + 36V^2} = \sqrt{100} = 10V$$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

4) Дано

$$\mathcal{E} = 9 \text{ В}$$

$$C = 40 \text{ мкФ}$$

$$U_1 = 5 \text{ В}$$

$$L = 0,1 \text{ Гн}$$

$$U_0 = 1 \text{ В}$$

В катушке (кратко после замыка-
ния цепи)

$$U_0 + L \frac{dI}{dt} + U_1 - \mathcal{E} = 0$$

$$-L \frac{dI}{dt} = \mathcal{E} - (U_1 + U_0)$$

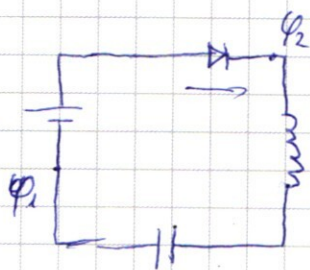
$$\frac{dI}{dt} = ?$$

$$I_{\text{max}} = ?$$

$$U_2 = ?$$

$$\left| \frac{dI}{dt} \right| = \frac{\mathcal{E} - (U_1 + U_0)}{L} = \frac{9 \text{ В} - 6 \text{ В}}{0,1 \text{ Гн}} = 30 \text{ А/с}$$

Так как напряжение на диоде
остается постоянным $\varphi_2 - \varphi_1 = \text{const}$, то можно



сказать, что ток максимален
при отсутствии заряда (напря-
жения на конденсаторе), т.е.

происходят свободные

гармонические колебания со сдвигом (только
при токе в противоположную сторону

Заряд от времени

$$q = A \cos(\omega t + \varphi) + (U_0 - \mathcal{E}) C$$

$$\dot{q} = A \omega \sin(\omega t + \varphi)$$

В момент, когда I - максимальное

$$q = (U_0 - \mathcal{E})C$$

После установления $I = \text{const}$

$$\frac{U_0 - \mathcal{E} + U_L}{L} = 0$$

$$U_0 - \mathcal{E} + U_L = 0$$

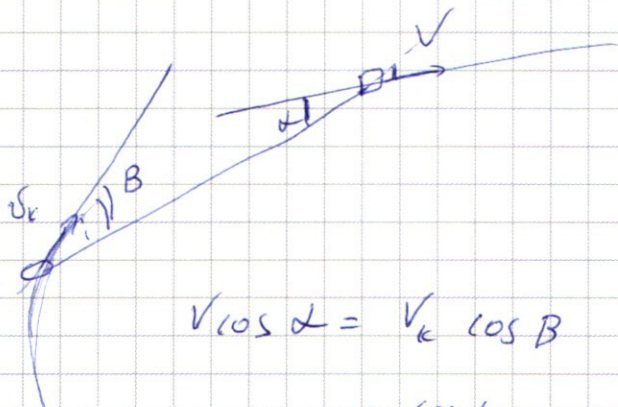
$$U_L = \mathcal{E} - U_0 = 9\text{ В} - 1\text{ В} = 8\text{ В}$$

$$q_{\text{max}} = U_L C = 8\text{ В} \cdot 40\text{ нКФ} = 320 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$$

$$I_{\text{max}} = q_{\text{max}} \omega = q_{\text{max}} \frac{1}{L \cdot C} = \frac{320 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}}{0,1 \text{ Гн} \cdot 40 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}}$$

$$= 80 \text{ А}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

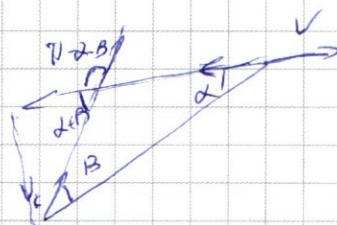


$$V \cos \alpha = V_k \cos B$$

$$V_k = V \frac{\cos \alpha}{\cos B} = V \frac{15 \cdot 5}{17 \cdot 4}$$

$$\vec{V}_{HCO} = \vec{V}_{PCO} + \vec{V}_{OCH_{PCO}}$$

$$\vec{V}_{OCH_{PCO}} = \vec{V}_{HCO} - \vec{V}_{PCO}$$



$$V^2 = V_k^2 + V^2 - 2 V V_k \cos(\alpha + B)$$

$$\begin{array}{r} \times 17 \\ \times 17 \\ \hline 49 \end{array}$$

289

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

$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \frac{15^2}{17^2}} = \frac{\sqrt{289 - 225}}{17} = \frac{\sqrt{64}}{17} = \frac{8}{17}$$

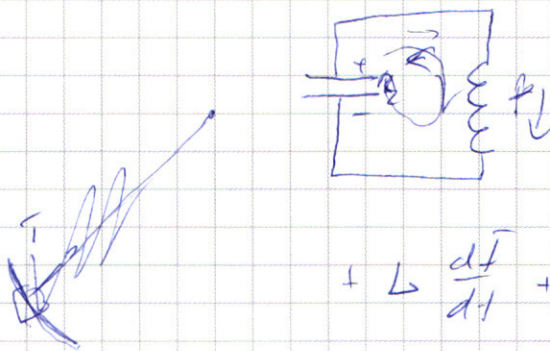
$$\sin B = \sqrt{1 - \frac{16}{25}} = \frac{\sqrt{25 - 16}}{5} = \frac{\sqrt{9}}{5} = \frac{3}{5}$$

$$\begin{array}{r} \times 16 \\ 19 \\ \hline 194 \\ 16 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 225 \\ 25 \\ \hline 1125 \\ 450 \\ \hline \end{array}$$

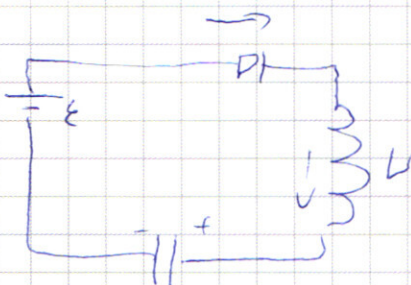
$$\begin{array}{r|l} 5929 & 17 \\ \hline 51 & 347 \\ \hline 82 & \\ -68 & \\ \hline 149 & \\ -149 & \\ \hline 0 & \end{array}$$

$$\begin{array}{r|l} 5929 & 13 \\ \hline 52 & 45 \\ \hline 22 & \\ -65 & \\ \hline 79 & \end{array}$$



$$+L \frac{dI}{dt} + U = 0$$

$$\mathcal{E}_{si} = -L \frac{dI}{dt}$$



$$I=0$$

$$\mathcal{E} - U_1 + L \frac{dI}{dt} = U_0$$

$$\mathcal{E} - U_1 < U_0$$

$$U_0 - L \frac{dI}{dt} + U_2 - \mathcal{E} = 0$$

$$U < 1 \quad ???$$

$$U_1 = \mathcal{E} - U_0 + L \frac{dI}{dt}$$

$$\mathcal{E} - U_1 + L \frac{dI}{dt} = U_0$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{U_0 + U_1 - \mathcal{E}}{L} \quad L \frac{dI}{dt} = U_0 + U_1 - \mathcal{E}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

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

$$\eta = 1 - \frac{T_1}{T_3}$$

(1-2)

$$\frac{P_1}{RT_1} = \frac{P_3}{RT_2}$$

(2-3)

$$\frac{V_1}{RT_2} = \frac{V_2}{RT_3}$$

(3-1)

$$P_1 = \alpha V_1, \quad P_2 = \beta V_2 \Rightarrow \frac{P_1}{V_1} = \frac{P_3}{V_3}$$

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_3}{T_2}$$

$$\frac{V_1}{T_2} = \frac{V_3}{T_3}$$

$$\frac{P_3}{P_1} = \frac{T_2}{T_1}$$

$$T_2 = \frac{T_3 V_1}{V_3}$$

$$\frac{V_3}{V_1} = \frac{T_2}{T_3}$$

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_3 V_3}{T_3 V_1}$$

$$\frac{T_3}{T_1} = \frac{P_3 V_3}{P_1 V_1} = \frac{P_3 V_3^2}{P_3 V_1^2} = \frac{V_3^2}{V_1^2} = \left(\frac{T_3}{T_2}\right)^2$$

$$P_1 = P_3 \frac{V_1}{V_3}$$

$$= \frac{T_2}{T_1} \frac{T_3}{T_2}$$

$$\frac{1}{2} (V_3 - V_1) (P_3 - P_1) + P_1 (V_3 - V_1) = P_2$$

$$\frac{1}{2} (V_3 - V_1) (P_3 - P_1) = P_3 (V_3 - V_1) -$$

$$- \frac{P_3 + P_1}{2} (V_3 - V_1)$$

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_3}{T_2}$$

$$\frac{V_1}{T_2} = \frac{V_3}{T_3}$$

$$\frac{P_1}{V_1} = \frac{P_3}{V_3}$$

$$\frac{P_1}{T_1} \frac{T_2}{V_1} = \frac{P_3}{T_2} \frac{T_3}{V_3}$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{T_3}{T_2}$$

$$T_1 = T_2^2 / T_3$$

☒ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №
(Нумеровать только чистовики)

$$T_1 \cdot T_3 = T_2^2$$

$$T_1 = \frac{T_2^2}{T_3}$$

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_3}{T_2} \Rightarrow \frac{P_1}{P_3} = \frac{T_2}{\sqrt{T_1 T_3}} = \sqrt{\frac{T_1}{T_3}}$$

$$\frac{T_1}{T_3} = \sqrt{\frac{P_1}{P_3}}$$

$$\frac{V_1}{T_2} = \frac{V_3}{T_3} \Rightarrow V_3 = V_1 \frac{T_3}{T_2}$$

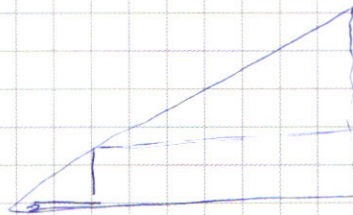
$$T_1 \cdot T_3 = T_2^2$$

$$V_1 = V_3 \frac{T_2}{T_3}$$

$$A_{2-3} = \nu R (T_3 - T_2) = P_3 (V_3 - V_1) = P_3 \left(V_3 - V_3 \frac{T_2}{T_3} \right)$$

$$\nu R (T_3 - T_2) = P_3 V_3 \frac{T_3 - T_2}{T_2}$$

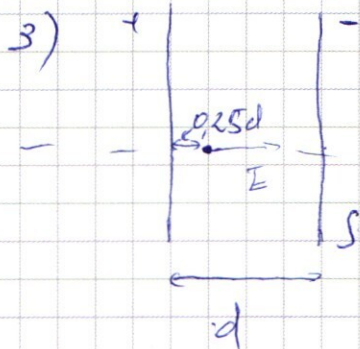
$$\frac{T_1}{T_3} = \frac{P_1 V_1}{P_3 V_3} = \left(\frac{T_2}{T_3} \right)^2 = \left(\frac{P_3 V_1}{P_3 V_3} \right)^2 = \left(\frac{V_1}{V_3} \right)^2$$



$$E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} = - \frac{d\varphi}{dr}$$

$$\varphi = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} d = \frac{Q}{52\epsilon_0} d =$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$0,75d = \frac{aT^2}{2}$$

$$Eq = mg$$

$$a = \frac{Eq}{m}$$

$$0,75d = \frac{EqT^2}{2}$$

$$C = \frac{\epsilon_0 \epsilon S}{d} = \frac{\epsilon_0 S}{d}$$

$$U = \frac{q}{C} = \frac{q}{\epsilon_0 S/d}$$

$$E = -\frac{d\varphi}{dx} = \frac{U}{x} = \frac{q}{Cd}$$

$$0,75d = \frac{Q}{Cd} \cdot \frac{T^2}{2} = \frac{Q T^2}{2 \epsilon_0 S}$$

$$Q = \frac{2 \cdot 0,75 \epsilon_0 S}{T^2} = \frac{1,5 \epsilon_0 S}{T^2}$$

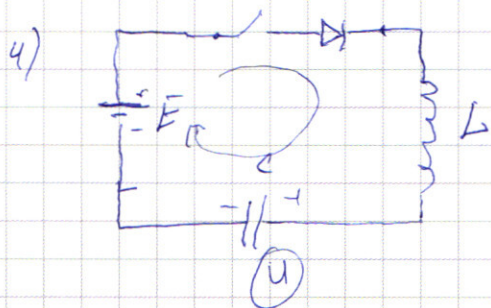
$$V = aT = \frac{Eq}{m} T = E T = \frac{U}{d} T = \frac{T}{d} \frac{q}{C} = \frac{T}{d} \frac{1,5 \epsilon_0 S}{T^2} \cdot \frac{d}{\epsilon_0 S} = \frac{1,5}{T}$$

$$F = Eq$$

$$F = - \frac{dU}{dx}$$

$$(Eq \cdot 0,25 d) = -dU$$

$$0,25 Eq d = \frac{m \cancel{5}^2}{2} \leftarrow !$$



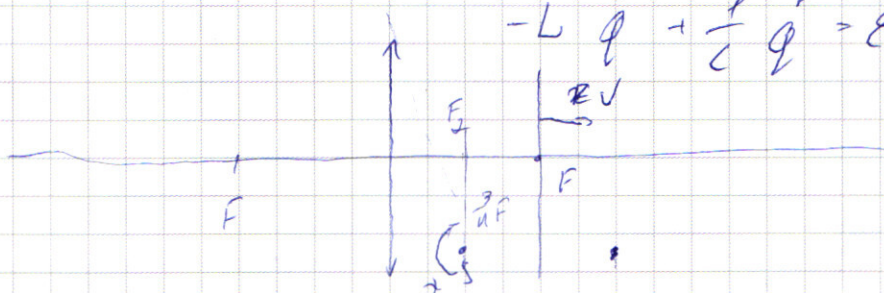
$$-L \frac{dI}{dt} + U - E = -U_0$$

$$= \psi_B - q_B = -U_B$$

$$U_0 - L \frac{dI}{dt} + \frac{q}{C} - E = 0$$

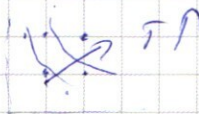
$$-L \ddot{q} + \frac{1}{C} \dot{q} = E - U_0$$

5/



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2) $PV = \nu RT$



1-2 и 2-3

1-2

$$Q = A + \Delta U$$

$$Q = \Delta U$$

$$\nu C_V = \frac{3}{2} \nu R \frac{dT}{dT}$$

$$C_V = \frac{3}{2} R$$

2-3

$$Q = A + \Delta U$$

$$\nu C_V = \frac{P(V_3 - V_2)}{\Delta T} + \frac{3}{2} \nu R$$

$$C_V = \frac{P}{\nu} \frac{dV}{dT} + \frac{3}{2} R$$

$$PV = \nu RT$$

$$V = \frac{\nu R}{P} T$$

$$C_V = \frac{P}{\nu} \frac{\nu R}{P} + \frac{3}{2} \nu R =$$

$$= R + \frac{3}{2} \nu R = \frac{5}{2} \nu R$$

5:3

$$Q = A + \Delta U$$

$$Q = C_D \Delta T$$

$$A = Q - \Delta U = C_D \Delta T - \frac{3}{2} \Delta R \Delta T = \frac{5}{2} \Delta R \Delta T - \frac{3}{2} \Delta R \Delta T = \Delta R \Delta T$$

$$\frac{Q}{A} = \frac{\cancel{C_D \Delta T} \Delta T}{\Delta R \Delta T} = \frac{5 \Delta R \Delta T}{2 \Delta R \Delta T} = \frac{5}{2}$$

$$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} =$$

$$(1) P_1 V_1 = \Delta R T_1$$

$$(3) P_3 V_3 = \Delta R T_3$$

$$P_1 \propto V_1$$

$$P_3 \propto V_3$$

$$\frac{P_1 V_1}{P_3 V_3} = \frac{T_1}{T_3} = \frac{\alpha V_1^2}{\alpha V_3^2}$$

$$\Delta R \Delta T = P_3 (V_3 - V_1)$$

$$\Delta R = P_3 \frac{dV}{dT}$$

$$PV = \Delta R T$$

$$P = \alpha V$$

$$\alpha V^2 = \Delta R T$$

$$V = \sqrt{\frac{\Delta R T}{\alpha}}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{q^2}{2C} + \frac{L \vec{I}^2}{2} = \text{const}$$

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

$$\frac{q^2 C}{C^2 \cdot 2} + \frac{L \vec{I}^2}{2} = \text{const}$$

$$\frac{U_2^2 C}{2} + \frac{L \vec{I}^2}{2} = \frac{U_1^2 C}{2} + \varepsilon q$$

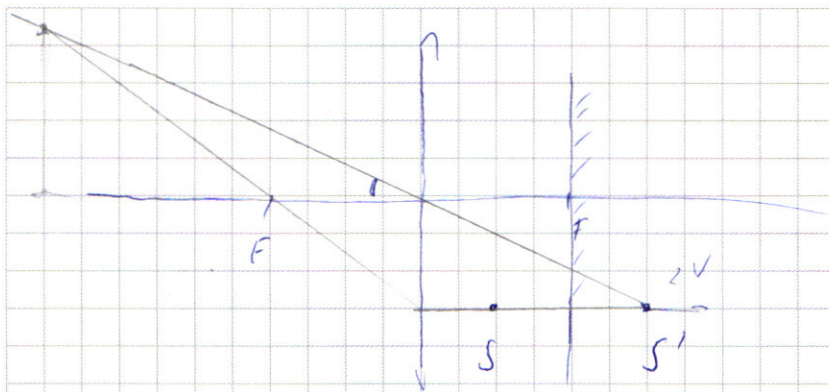
$$\frac{U_2^2 C}{2} + \frac{L \vec{I}^2}{2} = \frac{U_1^2 C}{2} + \varepsilon C(U_2 - U_1)$$

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

$$\frac{U_2 + U_1}{2} = \varepsilon$$

$$U_2 + U_1 = 2\varepsilon$$

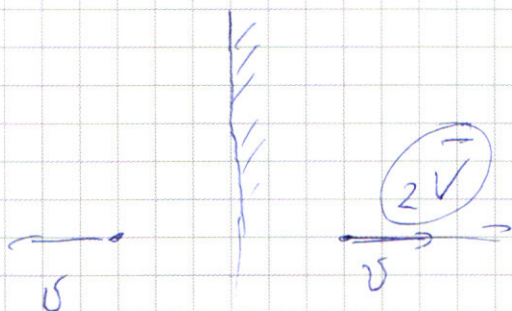
$$U_2 = 2\varepsilon - U_1$$



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

$$\frac{1}{d} = \frac{1}{F} - \frac{1}{f} = \frac{f - F}{Ff}$$

$$d = \frac{Ff}{f - F} = \frac{F \cdot \frac{3}{2}F}{\frac{3}{2}F - F} = \frac{3F^2}{2F} = 3F$$



$$Q_x = \frac{d}{dt} \frac{Ff}{f - F}$$

$$= \frac{F \cdot 2V(f - F) - 2VfF}{(f - F)^2}$$

$$H = h \frac{F}{f - F}$$

$$\frac{H}{h} = \frac{d}{f} = \frac{Ff}{f(f - F)} = \frac{F}{f - F}$$

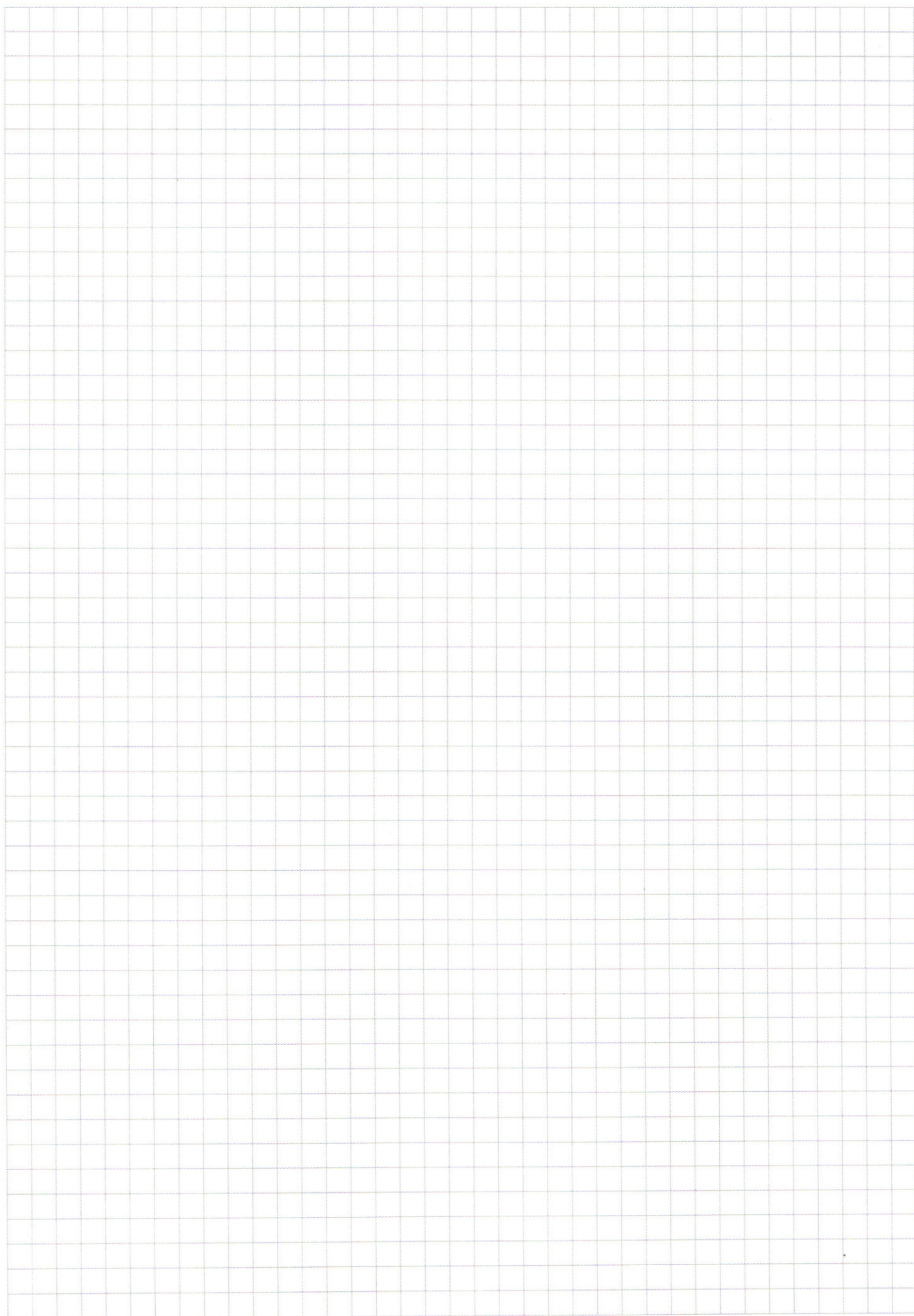
$$Q_x = \frac{dH}{dt} = hF - \left(\frac{1}{f - F} \right)^2 2V$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\eta = \frac{\frac{1}{2} (P_3 - P_1) (V_3 - V_1)}{\frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) + \frac{5}{2} \nu R (T_3 - T_2)}$$

$$= \frac{P_3 V_3 - P_3 V_1 - P_1 V_3 + P_1 V_1}{\frac{3}{2} \nu R T_2 - \frac{3}{2} \nu R T_1 + \frac{5}{2} \nu R T_3 - \frac{5}{2} \nu R T_2}$$

$$= \frac{P_3 V_3 - P_3 V_1 - P_1 V_3 + P_1 V_1}{\nu R (T_3 - T_1)}$$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$U_0 + L \frac{dI}{dt} + U_1 - \mathcal{E} = 0$$

$$-L \frac{dI}{dt} = U_0 + U_1 - \mathcal{E}$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{U_0 + U_1 - \mathcal{E}}{L}$$



$$\frac{dQ}{dt} = -L \frac{dI}{dt}$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{\mathcal{E} - (U_0 + U_1)}{L}$$

$$\ddot{q} - \frac{1}{LC} q = \frac{\mathcal{E}}{L}$$

$$L \frac{d^2 I}{dt^2} + \frac{L I^2}{2} + \frac{q^2}{2C} = \text{const}$$

$$\tilde{q} = q - q_0 \quad q = \tilde{q} + q_0$$

$$\tilde{q}' = q'$$

$$\ddot{\tilde{q}} + \frac{1}{LC} \tilde{q} = 0$$

$$\ddot{\tilde{q}} + \frac{1}{LC} \tilde{q} = \frac{\mathcal{E}}{L} + \frac{q_0}{LC}$$

$$\tilde{q} = A \cos \omega t$$

$$\frac{\mathcal{E}}{L} + \frac{q_0}{LC} = 0$$

$$q + q_0 = A \cos \omega t$$

$$\frac{q_0}{LC} = -\frac{\mathcal{E}}{L}$$

$$q = A \cos \omega t + \mathcal{E}C$$

$$q_0 = -\mathcal{E}C$$

$$-\frac{dI}{dt} = \frac{u_0 - \varepsilon + u}{L} = \frac{u_0 - \varepsilon + u - \varepsilon}{L}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

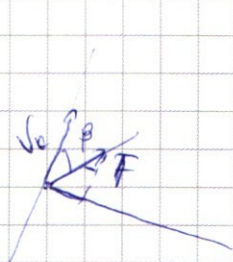
$$68^2 + 75^2 - 2 \cdot 68 \cdot 75 \cdot \frac{36}{85} =$$

$$= 68^2 + 75^2 - 2 \cdot 68 \cdot 75 + 2 \cdot 68 \cdot 75 \left(1 - \frac{36}{85}\right) =$$

$$= (75 - 68)^2 + 2 \cdot 68 \cdot 75 \cdot \frac{85 - 36}{85} =$$

$$= 7^2 + 2 \cdot 4 \cdot 15 \cdot 49 = 49(1 + 8 \cdot 15) = 49 \cdot (1 + 120) =$$

$$= 49 \cdot 121$$



~~$$x = \frac{10^{-5} \cdot 15^2 \cdot 5}{2 \cdot 3} = \frac{10^{-5} \cdot 1125}{6} = 1.875 \cdot 10^{-5}$$~~

$$5929$$

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

$$T = \frac{m v_k^2}{2 \sin \beta} = \frac{0,1 \cdot 0,75^2}{2 \cdot \frac{3}{5}} = \frac{0,1 \cdot 10^{-4} \cdot 75 \cdot 5}{2 \cdot 3} = \frac{10^{-5} \cdot 15^2 \cdot 5^3}{2 \cdot 3} =$$

$$= \frac{10^{-5} \cdot 3 \cdot 5^5}{2}$$

$$P_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$P_2 V_1 = \nu R T_2$$

$$P_3 V_3 = \nu R T_3$$

$$dV = \beta R$$

$$\frac{dV}{dt} = \frac{dV}{dt} R$$

$$P_1 V_1 P_3 V_3 = \nu^2 R^2 T_1 T_3 = \nu^2 R^2 T_2^2 = V_1^2 P_2^2$$

$$P_1 V_1 P_3 V_3 = P_3^2 V_1^2$$

$$P_1 V_3 = P_3 V_1$$

$$\frac{P_1 V_1}{P_3 V_3} = \frac{V_1^2}{V_3^2} = \frac{T_1}{T_3}$$

$$\nu R (T_3 - T_2) = P_3 (V_3 - V_1)$$

$$\nu R (T_3 - \sqrt{T_1 T_3}) = P_3 V_3 \left(1 - \frac{V_1}{V_3}\right)$$

$$\nu R (T_3 - \sqrt{T_1 T_3}) = \nu R T_3 \left(1 - \sqrt{\frac{T_1}{T_3}}\right)$$

$$\sqrt{T_3} \cancel{\left(\sqrt{T_3} - \sqrt{T_1} \right)} = T_3$$

$$\nu R \cancel{\sqrt{T_3}} \left(\sqrt{T_3} - \sqrt{T_1} \right) = \nu R T_1 \frac{T_3}{T_1} \frac{(V_3 - V_1)}{V_3}$$