

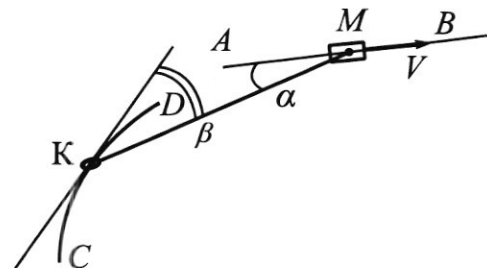
Олимпиада «Физтех» по физике,

Класс 11

Вариант 11-02

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

1. Муфту М двигают со скоростью $V = 40$ см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 1$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1,7$ м. Кольцо и муфта связаны легким тросом длиной $l = 17R/15$. Система находится в одной горизонтальной плоскости. В некоторый момент трос составляет угол α ($\cos \alpha = 3/5$) с направлением движения муфты и угол β ($\cos \beta = 8/17$) с направлением движения кольца.



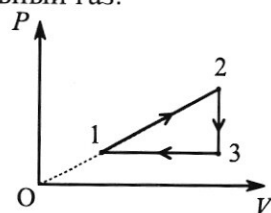
- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения троса в этот момент.

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 количества теплоты, полученной газом, 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. Положительно заряженная частица движется на большом расстоянии к конденсатору по оси симметрии, перпендикулярно обкладкам, влетает в него со скоростью V_1 и останавливается между обкладками на расстоянии $0,2d$ от положительно заряженной обкладки. Удельный заряд частицы $\frac{q}{m} = \gamma$.

1) Найдите продолжительность T движения частицы в конденсаторе до остановки.

2) Найдите напряжение U на конденсаторе.

3) Найдите скорость V_0 частицы на бесконечно большом расстоянии от конденсатора.

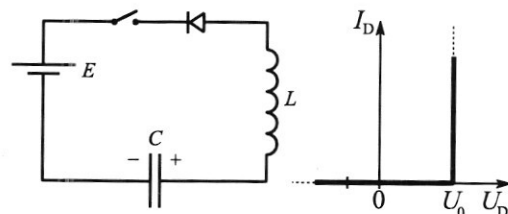
При движении частицы электрическое поле, созданное зарядами конденсатора, считать неизменным, а электрическое поле внутри конденсатора вблизи оси симметрии считать однородным.

4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 3$ В, конденсатор емкостью $C = 20$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 6$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,2$ 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.

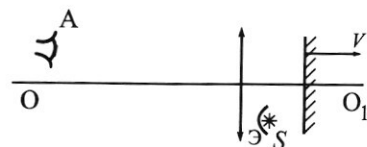


5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник S находится на расстоянии $8F/15$ от оси OO_1 и на расстоянии плоскости $F/3$ от 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

№1.

$$v = 40 \cdot 10^{-2} \frac{м}{с} =$$

$$= 0,4 \frac{м}{с}$$

$$m = 1 \text{ кг}$$

$$R = 1,7 \text{ м}$$

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

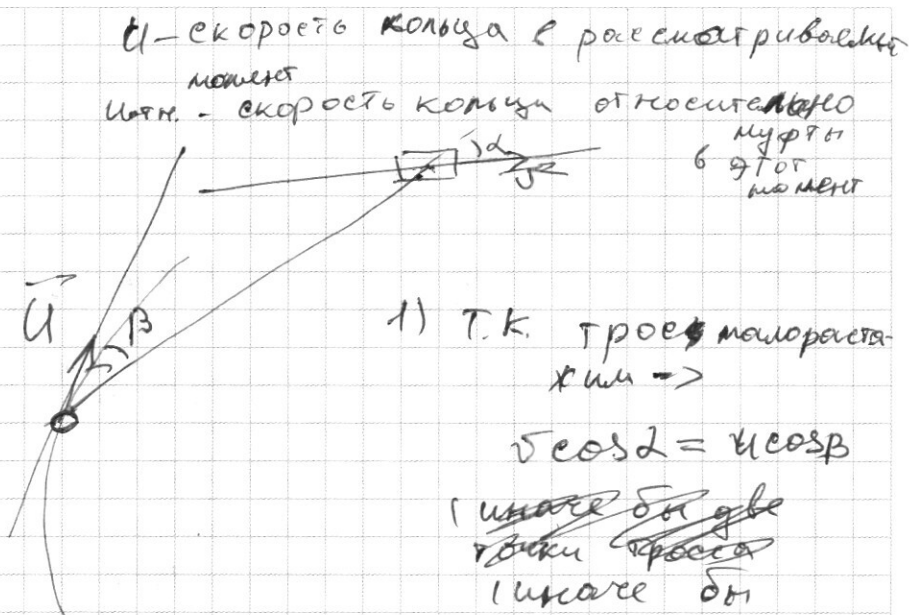
$$\cos \alpha = \frac{3}{5}$$

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

$$U = ?$$

$$U_{отн} = ?$$

$$T_2 = ?$$



1) Т.к. трос ~~на~~ подвешен
х_{или} →

$$v \cos \alpha = U \cos \beta$$

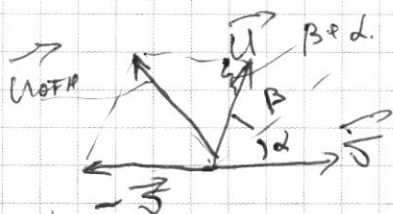
(иначе бы две точки троса (иначе бы длина троса менялась))

$$U = v \cdot \frac{\cos \alpha}{\cos \beta}$$

$$U = 40 \cdot \frac{3}{5} \cdot \frac{17}{8}$$

$$U = 0,4 \cdot \frac{51}{40} = 0,51 \left(\frac{м}{с} \right)$$

2) Найдём U_{отн}:



$$U_{отн} = U - v$$

по т. косинусов:

$$U_{отн}^2 = U^2 + v^2 - 2Uv \cdot \cos(\alpha + \beta)$$

$$\cos \alpha = \frac{3}{5} \quad \sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = \sqrt{1 - \frac{9}{25}} = \frac{4}{5}$$

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

$$U_{отн}^2 = U^2 + v^2 - 2Uv \cdot \left(\frac{3}{5} \cdot \frac{8}{17} - \frac{4}{5} \cdot \frac{15}{17} \right)$$

$$U_{отн}^2 = U^2 + v^2 + 2Uv \cdot \frac{60 - 24}{5 \cdot 17}$$

$$U_{отн} = \sqrt{u^2 + v^2 + uv \cdot \frac{72}{85}}$$

$$U_{отн} = \sqrt{51^2 + 40^2 + 51 \cdot 40 \cdot \frac{72}{85}} = \sqrt{51^2 + 40^2 + \frac{32 \cdot 72}{24}}$$

$$\begin{array}{r} 51 \\ \times 51 \\ \hline 255 \\ + 2550 \\ \hline 2601 \end{array}$$

$$40^2 = 1600$$

$$\begin{array}{r} \times 72 \\ 24 \\ \hline 288 \\ + 1440 \\ \hline 1728 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1728 \\ + 2601 \\ \hline 4329 \end{array}$$

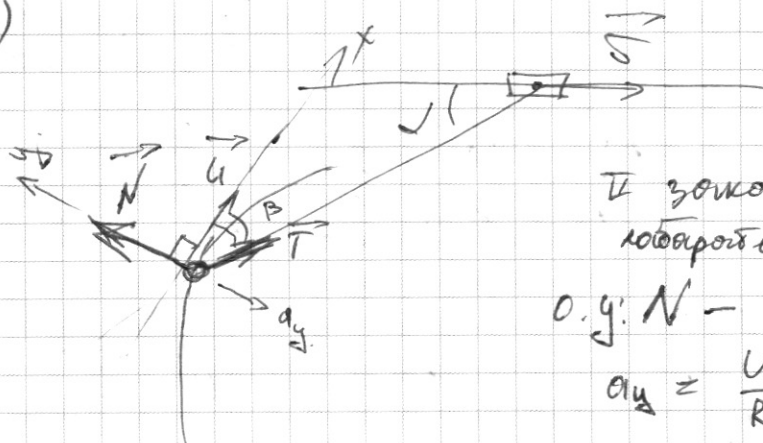
$$\begin{array}{r} 4329 \\ + 1600 \\ \hline 5929 \end{array}$$

$$U_{отн} = \sqrt{5929} \left(\frac{cm}{c} \right) = \sqrt{0,5929} \left(\frac{m}{c} \right) =$$

$$\begin{array}{r} 5929 \overline{) 49} \\ \underline{49} \\ 102 \\ \underline{98} \\ 49 \\ \underline{49} \\ 0 \end{array}$$

$$= 0,77 \left(\frac{m}{c} \right)$$

3)



И закон Ньютона в лобароторной с.о.:

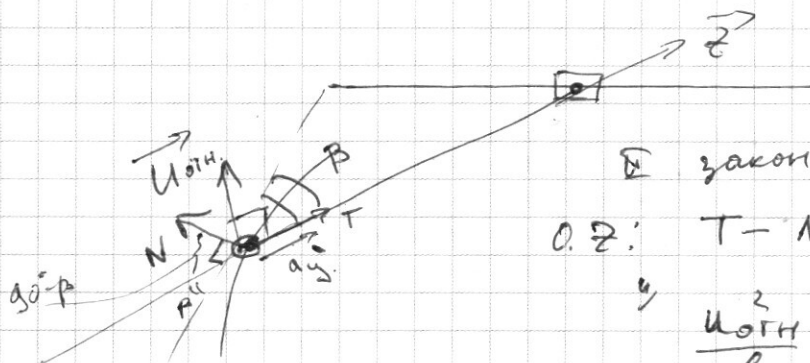
$$0. y: N - T \sin \beta = -m a_{\text{ц}}$$

$$a_{\text{ц}} = \frac{U^2}{R}$$

4) Перейдем в инерциальную с.о. связанную с муфта.

В такой с.о. в данный момент времени ~~каждое~~ ^{относительная} ~~концы~~ ^{скорости} ~~будет~~ ^{относительная} ~~вращения~~ ^{относительная} ~~вокруг~~ ^{относительная} ~~муфты~~ ^{относительная} ~~(концы)~~ ^{относительная} ~~перпендикулярна~~ ^{относительная} ~~тросу~~ ^{относительная}

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



В закон Ньютона в этой

$$0.2: T - N \cos(90^\circ - \beta) = m a_y$$

$$\frac{u_{отн}^2}{R} = a_y$$

$$5) \quad -N + T \sin \beta = m \frac{u^2}{R}$$

$$T - N \sin \beta = m \frac{u_{отн}^2}{R} \quad | : \sin \beta$$

$$T \sin \beta - N = m \frac{u^2}{R}$$

$$\frac{T}{\sin \beta} - N = \frac{m u_{отн}^2}{R \sin \beta}$$

$$\left\{ \begin{aligned} \sin \beta &= \\ &= \frac{17}{15} R \cdot \frac{15}{17} = R \end{aligned} \right.$$

$$T \sin \beta - \frac{T}{\sin \beta} = m \frac{u^2}{R} - \frac{m u_{отн}^2}{R}$$

$$T \left(\frac{1}{\sin \beta} - \sin \beta \right) = \frac{m}{R} (u_{отн}^2 - u^2)$$

$$T = \frac{m (u_{отн}^2 - u^2) \cdot \sin \beta}{R \cos^2 \beta}$$

$$T = \frac{m (u_{отн}^2 - u^2) \sin \beta}{R \cos^2 \beta}$$

$$T = \frac{1 \cdot (0,77^2 - 0,51^2) \cdot \frac{15}{17}}{1,7 \cdot \frac{8^2}{17^2}} = \frac{(0,77 - 0,51)(0,77 + 0,51)}{1,7}$$

$$= \frac{15 \cdot 0,77 \cdot 17}{64 \cdot 17} = \frac{9,16 \cdot 1,28}{64 \cdot 0,1} \cdot 15 = \frac{0,16 \cdot 2 \cdot 10^{-2} \cdot 15}{0,1}$$

$$= \frac{30 \cdot 16 \cdot 10^{-4}}{10^{-1}} = 480 \cdot 10^{-3} = 0,48 \text{ (Н)}$$

Ответ: $U = \frac{v \cos \alpha}{\cos \beta}$; $U = 0,51 \frac{m}{c}$

$U_{огн} = \sqrt{u^2 + v^2 - 2uv \cos(\alpha + \beta)}$; $U_{огн} = 0,77 \frac{m}{c}$

$T = \frac{m(U_{огн}^2 - u^2) \sin \beta}{R \cos^2 \beta}$; $T = 0,48 \frac{H}{m}$

N2.
 $C_{23} = ?$
 $C_{31} = \frac{C_{23}}{C_{31}} = ?$
 $\eta_m = \frac{Q_{12}}{A_{12}} = ?$

* здесь и далее

p_i, V_i, T_i -
 давление, объём и
 температура
 в i -ой точке;

Q_{ij} - тепло,
 подведённое к
 газу в процессе
 $i \rightarrow j$

A_{ij} - работа,
 совершённая
 газом в
 процессе $i \rightarrow j$

ΔU_{ij} - изменение
 внутренней энергии
 газа в процессе
 $i \rightarrow j$

1) Очевидно, что в процессах 2-3 и 3-1
 T будет убывать (в 2-3 $V = \text{const} \rightarrow$
 при $p \downarrow$ и $T \downarrow$)
 в 3-1 $p = \text{const} \rightarrow$
 при $V \downarrow$ и $T \downarrow$)

2) $Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23} = C_{23} \cdot \Delta T_{23}$

$A_{23} = 0$, т.к. $V = \text{const}$

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

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

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

$A_{31} = p_1(V_1 - V_3)$

$\Delta U_{31} = \frac{3}{2} R \Delta T_{31}$

по закону Менделеева-Клайперона
 $\begin{cases} p_1 V_1 = \nu R T_1 \\ p_3 V_3 = \nu R T_3 \\ p_3 = p_1 \end{cases}$
 $p_1(V_1 - V_3) = \nu R \Delta T_{31}$

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

$= \nu R \Delta T_{31} + \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{31}$

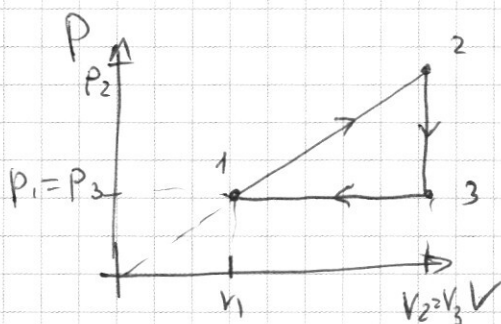
$C_{31} = \frac{5}{2} R$

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

4) в процессе 1-2 $p = \alpha V$ $\frac{C_{23}}{C_{31}} = \frac{3}{5}$
 α - коэффициент пропорциональности

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

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



$$p_1 = \alpha V_1$$

$$p_2 = \alpha V_2$$

$$A_{12} = \frac{1}{2} \alpha (V_2^2 - V_1^2)$$

6) по ~~уравнению~~ закону Менделеева-Клапейрона;

$$p_1 V_1 = \nu R T_1 \Rightarrow \alpha V_1^2 = \nu R T_1$$

$$p_2 V_2 = \nu R T_2 \Rightarrow \alpha V_2^2 = \nu R T_2$$

$$\alpha (V_2^2 - V_1^2) = \nu R (T_2 - T_1)$$

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

$$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) + \frac{1}{2} \nu R (T_2 - T_1)$$

$$Q_{12} = 2 \nu R (T_2 - T_1)$$

$$\frac{Q_{12}}{A_{12}} = \frac{2 \nu R (T_2 - T_1)}{\frac{1}{2} \nu R (T_2 - T_1)} = 4$$

$$\boxed{\frac{Q_{12}}{A_{12}} = 4}$$

8) $\eta = \frac{A_{123}}{Q_{12}}$

(т.к. в процессах $2 \rightarrow 3$ и $3 \rightarrow 1$)

$Q < 0$)

$$A_{123} = \frac{p_2 - p_1}{2} \cdot (V_3 - V_1) = \frac{\alpha}{2} (V_2 - V_1)^2$$

$$Q_{12} = 2DR(T_2 - T_1) = 2\alpha(V_2^2 - V_1^2)$$

$$\eta = \frac{\alpha(V_2 - V_1)^2}{2 \cdot 2\alpha(V_2^2 - V_1^2)} = \frac{1}{4} \cdot \frac{(V_2 - V_1)^2}{(V_2 - V_1)(V_2 + V_1)} = \frac{1}{4} \cdot \frac{V_2 - V_1}{V_2 + V_1}$$

$$\eta = \frac{1}{4} \cdot \frac{1 - \frac{V_1}{V_2}}{1 + \frac{V_1}{V_2}} \quad \text{при } \frac{V_1}{V_2} \rightarrow 0; \quad \eta \rightarrow \eta_m = \frac{1}{4}$$

$$\boxed{\eta_m = \frac{1}{4}}$$

Ответ: $\frac{C_{23}}{C_{31}} = \frac{3}{5} = 0,6$; $\frac{Q_{12}}{A_{12}} = 4$

$$\eta_m = \frac{1}{4}$$

№ 4

$$\mathcal{E} = 3 \text{ В}$$

$$U_1 = 6 \text{ В}$$

$$U_0 = 1 \text{ В}$$

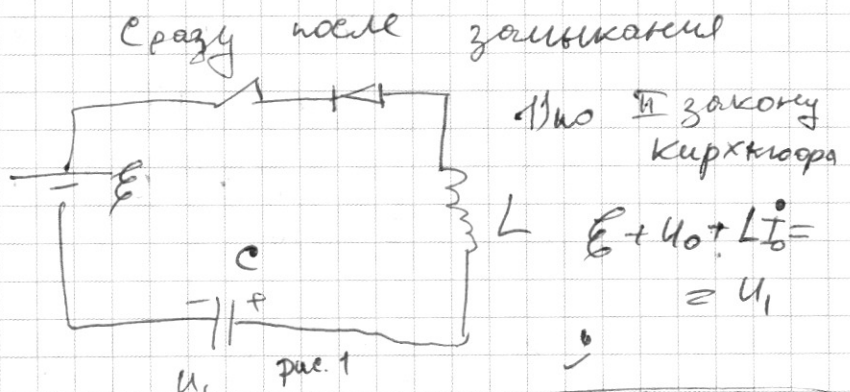
$$C = 20 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}$$

$$L = 0,2 \text{ Гн}$$

$$I_0 = ?$$

$$I_m = ?$$

$$U_2 = ?$$

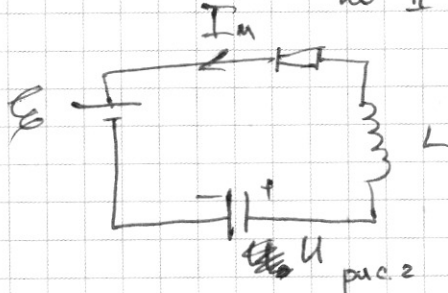


$$\boxed{I_0 = \frac{U_1 - \mathcal{E} - U_0}{L}}$$

$$I_0 = \frac{6 - 3 - 1}{0,2} = \frac{2}{0,2} = 10 \left(\frac{\text{А}}{\text{с}} \right)$$

2) $I = I_m$ при $\dot{I} = 0 \Rightarrow \mathcal{E} C \dot{I} = 0$

по II закону Кирхгофа.



$$\mathcal{E} + U_0 = U$$

3) по закону сохранения энергии.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$-(\mathcal{E} + U_0) \cdot \Delta q = \frac{U^2 \epsilon}{2} - \frac{U_1^2 \epsilon}{2} + L \frac{I_m^2}{2}$$

Δq — заряд прошедший через диод ^{или источник.}
(через него прошёл
выделившаяся тепло; $\Delta q = U_1 \epsilon - U \epsilon$ ^{одинаковый заряд})

$$\frac{L I_m^2}{2} = \frac{(U_1 - \mathcal{E} - U_0)(U_1 + \mathcal{E} + U_0) \epsilon}{2} - (\mathcal{E} + U_0) \cdot (U_1 - \mathcal{E} - U_0) \epsilon$$

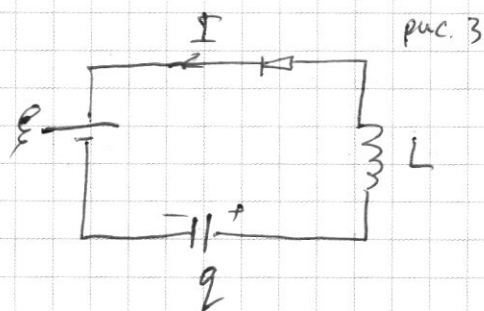
$$\frac{L I_m^2}{2} = \frac{1}{2} (U_1 - \mathcal{E} - U_0) \cdot \epsilon \cdot (U_1 + \mathcal{E} + U_0 - 2\mathcal{E} - 2U_0)$$

$$I_m^2 = \frac{\epsilon}{L} (U_1 - \mathcal{E} - U_0)^2$$

$$I_m = (U_1 - \mathcal{E} - U_0) \sqrt{\frac{\epsilon}{L}}$$

$$I_m = (6 - 3 - 1) \sqrt{\frac{20 \cdot 10^{-6}}{0,2}} = 2 \cdot \sqrt{10^{-6} \cdot 10^2} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ (A)}$$

4)



на рис. 3 — ^{ситуация в} момент
времени после замыкания
на рис. 2.

по Π закону Кирхгофа:

$$\mathcal{E} + U_0 + L \dot{I} = \frac{q}{\epsilon}$$

$$\begin{aligned} \dot{I} &= -\dot{q} \quad (\text{т.к. конденсатор} \\ \dot{I} &= -\dot{q} \quad \text{разряжается}) \end{aligned}$$

$$\frac{q}{C} + L \ddot{q} - \mathcal{E} - U_0 = 0$$

$$\frac{1}{C} (q - \mathcal{E}C - U_0C) + L \ddot{q} = 0$$

сделаем замену.

$$q - \mathcal{E}C - U_0C = Q; \quad \ddot{Q} = \ddot{q}$$

$$\frac{Q}{LC} + \ddot{Q} = 0$$

величина Q совершает гармонические колебания с частотой $\omega = \sqrt{\frac{1}{LC}}$

$$Q(0) = 0$$

т.е. $q = U_0C$

т.е. на первый отсчет времени с момента на рис. 2, ток еще с момента достигнет $I = I_m$

$$q(0) = U_0C, \text{ а } U = U_0 + \mathcal{E} \quad I = I_m$$

$$\dot{Q}(0) = \dot{q}(0) = -I(0) = -I_m$$

5)

$$Q = A \cos \omega t + B \sin \omega t; \quad \dot{Q} = -A \sin \omega t + B \omega \cos \omega t$$

$$Q(0) = 0$$

$$\dot{Q}(0) = -I_m \Rightarrow A = 0; \quad B \omega = -I_m$$

$$B = -\frac{I_m}{\omega} = -I_m \sqrt{LC}$$

$$Q(t) = -I_m \sqrt{LC} \sin \omega t$$

$$q(t) = C(\mathcal{E} + U_0) - (U_1 - \mathcal{E} - U_0) \sqrt{LC} \cdot \sqrt{\frac{C}{L}} \sin \omega t$$

$$\dot{q}(t) = \mathcal{E} + U_0 - (U_1 - \mathcal{E} - U_0) \sin \omega t$$

$$I = -\dot{q}(t) = -(U_1 - \mathcal{E} - U_0) \cos \omega t$$

$$I(t) = (U_1 - \mathcal{E} - U_0) \cdot \sqrt{\frac{C}{L}} \cos \omega t$$

6)

Заметим, что в схеме сеть диод $\Rightarrow$

ток не может быть меньше 0;
в этот момент диод "закрывается" и

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Больше в схеме ток учета не будет.

Если $I(\tau) = 0$ до $U_1 > 0$, то в этот момент времени $U_C = U_2$ (напряжение на конденсаторе установилось)

7) $U_C = U_2$ $I(\tau) = 0$

$$(U_1 - E - U_0) \sqrt{\frac{C}{L}} \cdot \cos \omega \tau = 0$$

$$\omega \tau = \frac{\pi}{2}$$

$$\tau = \frac{\pi}{2\omega}$$

$$q(\tau) = (E + U_0 - (U_1 - E - U_0) \cdot \sin \frac{\pi}{2}) \cdot C =$$

$$= (E + U_0 - U_1 + E + U_0) C$$

$$q(\tau) = (2E + 2U_0 - U_1) C$$

$$U_2 = \frac{(2E + 2U_0 - U_1) C}{C}$$

$$U_2 = 2E + 2U_0 - U_1$$

$$U_2 = 2 \cdot 3 + 2 \cdot 1 - 6 = 2 \text{ (В)}$$

Ответ: $I_0 = \frac{U_1 - E - U_0}{L}$; $I_0 = 10 \text{ (А)}$

$$I_m = (U_1 - E - U_0) \sqrt{\frac{C}{L}}; I_m = 2 \cdot 10^{-2} \text{ (А)}$$

$$U_2 = 2E + 2U_0 - U_1; U_2 = 2 \text{ В}$$

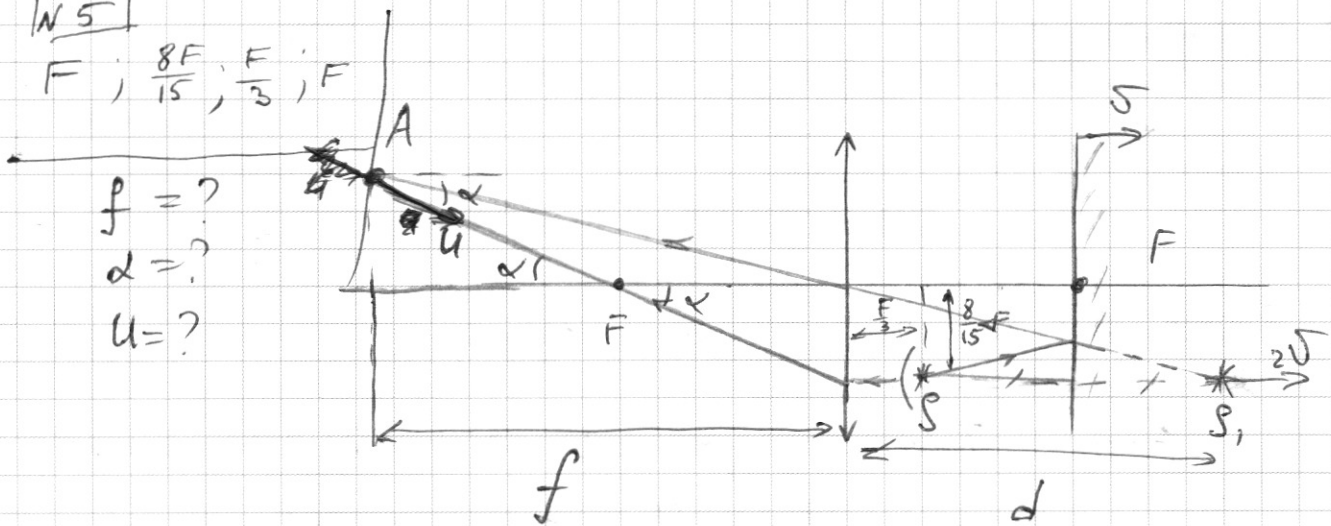
№ 5

$F, \frac{8F}{15}, \frac{F}{3}, F$

$f = ?$

$\alpha = ?$

$u = ?$



- 1) расстояние от источника S до зеркала, равно расстоянию от его изображения в зеркале S_1 до зеркала

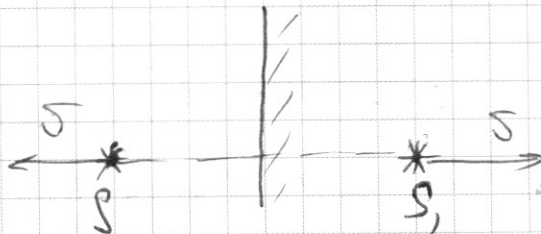
$$d = F + (F - \frac{F}{3}) = \frac{5}{3} F$$

- 2) по формуле тонкой линзы:

$$\frac{1}{f} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{3}{5F} = \frac{2}{5F}$$

$$\boxed{f = 2,5F}$$

- 3) найдем скорость S_1 ; перейдем в со. зеркала:



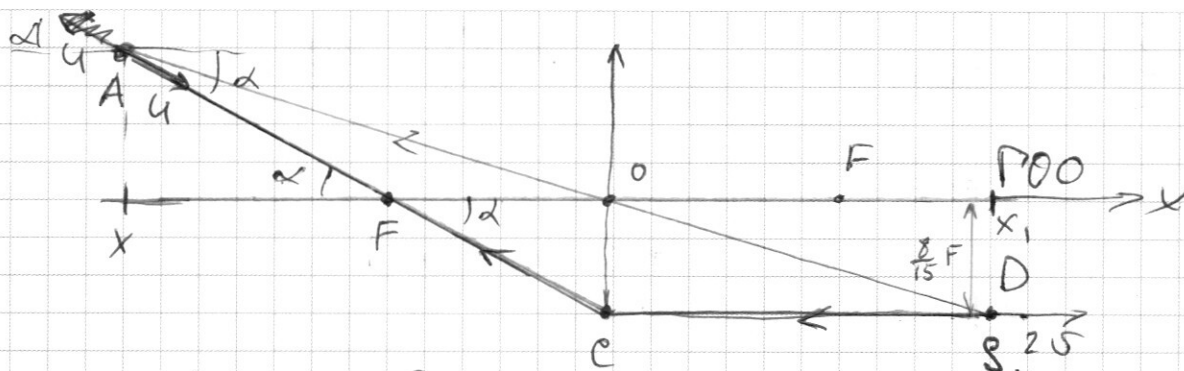
S будет удаляться от зеркала со скоростью v и S_1 будет удаляться от зеркала со скоростью v .

- 4) Вернемся в лабораторную со.:

$$v_1 = v + v = 2v$$

↑
скорость S_1 в лаб. с.о.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



- 5) т.к. S_1 бюджет движется вдоль $CD \Rightarrow$
изображение бюджета увеличится вдоль луча AC .
т.к. луч $CD \parallel GPO$ и он не будет менять
своего хода

$$\tan \alpha = \frac{8F}{15 \cdot F} = \frac{8}{15} ; \alpha = \arctan \frac{8}{15}$$

- б) мы введём ось X , как на рисунке $\Rightarrow$

$x_1 = 25$ найдем $x = ?$

$$\frac{1}{x_1} - \frac{1}{x} = \frac{1}{F} \quad (\text{T.K. } x < 0)$$

2) про дифференцируем по времени:

$$-\frac{1}{x_1^2} \cdot \dot{x}_1 + \frac{1}{x_2^2} \cdot \dot{x}_2 = 0$$

$$-\frac{1}{x_1^2} \cdot x_1 + \frac{1}{x_2^2} \cdot x_2 = 0$$

$$u_x = \dot{x} = \dot{x}_1, \quad \frac{x^2}{x_1^2}$$

$$|x| = d; |x| = d \Rightarrow$$

$$u_x = \dot{x} = 25 \cdot \left(\frac{f}{d}\right)^2 = 25 \cdot \left(\frac{5 \cdot 3}{2 \cdot 5}\right)^2 = 25 \cdot \frac{9}{4}$$

$$u_x = \frac{5}{2} \cdot 25$$

7)

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{8}{15}$$

$$\operatorname{tg}^2 \alpha + 1 = \frac{1}{\cos^2 \alpha} \Rightarrow \frac{1}{\cos^2 \alpha} = 1 + \frac{64}{225} = \frac{289}{225}$$

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

$$u = \frac{u_x}{\cos \alpha} \Rightarrow u = \frac{39,5 \cdot 17}{2 \cdot 15} = \frac{51}{10}$$

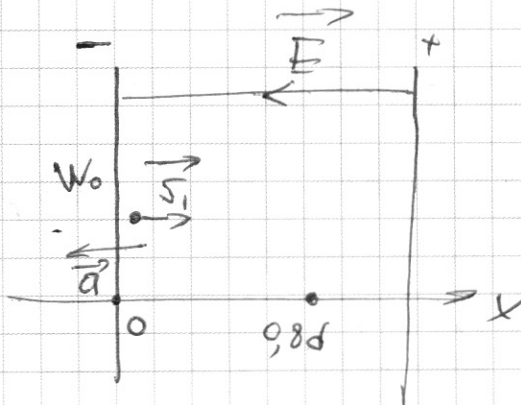
$$\underline{u = 5,1 \text{ В}}$$

Ответ: $f = 2,5 \text{ П}$; $\alpha = \arctg \frac{8}{15}$; $u = 5,1 \text{ В}$.

N 4

$$\begin{array}{l} d, \varepsilon_1, \\ 0,8d, \frac{\varepsilon}{n} = 8 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} T = ? \\ u = ? \\ v_0 = ? \end{array}$$



1) внутри конденсатора,
вблизи оси симметрии
поле практически
однородное $\Rightarrow$
 $\vec{a} = \text{const}$

$W \leftarrow$ на бесконечности

$$2) \text{ O.X: } \varepsilon_1 \cdot 0 = \varepsilon_1 - aT$$

$$\text{O.X': } 0,8d = \varepsilon_1 T - \frac{aT^2}{2}$$

$$T = \frac{\varepsilon_1}{a}$$

$$0,8d = \frac{\varepsilon_1^2}{2a}$$

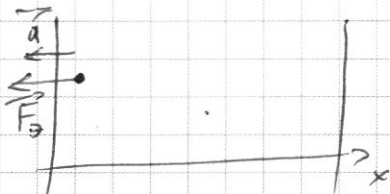
$$a = \frac{\varepsilon_1^2}{1,6d}$$

$$3) T = \frac{\varepsilon_1}{a} = \frac{\varepsilon_1 \cdot 1,6d}{\varepsilon_1^2}$$

$$\boxed{T = \frac{1,6d}{\varepsilon_1}}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

4) $U = E \cdot d$



$$F_3 = E \cdot q$$

по II закону Ньютона;

$$\text{О.У.: } -F_3 = -ma$$

$$Eq = ma$$

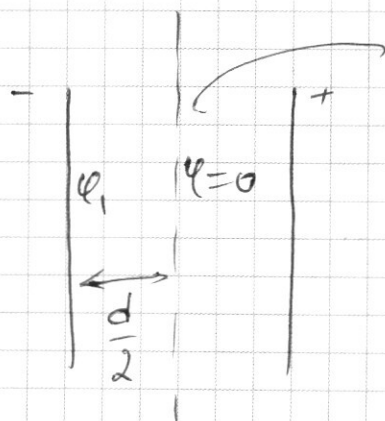
$$E = \frac{a}{q}$$

$$E = \frac{a}{q} \Rightarrow E = \frac{5,2}{1,6 \cdot 10^{-8}}$$

5) $U = Ed \Rightarrow U = \frac{5,2}{1,6 \cdot 10^{-8}} \cdot d$

$$U = \frac{5,2}{1,6 \cdot 10^{-8}}$$

6)



Эквипотенциальная поверхность

$\varphi = 0$ (из бесконечности, где потенциал 0, можно внести любой заряд вдоль пунктирной линии (то есть параллельно обкладкам) совершив нулевую работу, т.к. линии

напряженности перпендикулярны пунктирной линии.

7) $\varphi_1 = 0 - E \frac{d}{2} = - \frac{5,2}{1,6 \cdot 10^{-8}} \cdot \frac{d}{2}$

$$\varphi_1 = - \frac{5,2}{3,2 \cdot 10^{-8}}$$

8) по закону сохранения энергии:

$$\frac{m v_1^2}{2} + q \phi_1 = \frac{m v_0^2}{2} + q \phi_0$$

$$\frac{m v_1^2}{2} + q \phi_1 = \frac{m v_0^2}{2} \quad \text{поделить на } m$$

$$\frac{v_1^2}{2} + \phi_1 = \frac{v_0^2}{2}$$

$$\frac{v_1^2}{2} - \frac{8 v_1^2}{3,28} = \frac{v_0^2}{2}$$

$$v_1^2 - \frac{5 v_1^2}{1,6} = v_0^2$$

$$\frac{1,6 v_1^2 - 5 v_1^2}{1,6} = v_0^2$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{0,6 v_1^2}{1,6}}$$

$$v_0 = v_1 \cdot \frac{\sqrt{6}}{4}$$

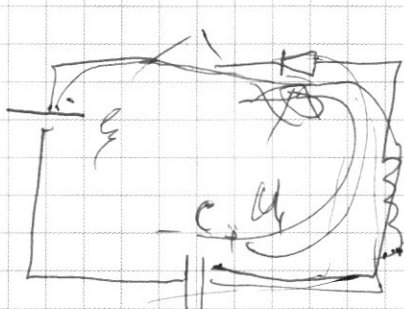
Ответ:

$$T = \frac{1,6d}{v_1}$$

$$U = \frac{v_1^2}{1,68}$$

$$v_0 = \frac{v_1 \sqrt{6}}{4}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$I = \frac{E - U_0 - U_1}{L}$$

U_0

$L \dot{I}$

U

$$E = 0$$

$$E = U + U_0$$

$$(U_0 - U_1, C)$$

$$E - U_0 - E_C - \frac{U_1}{C} = 0$$

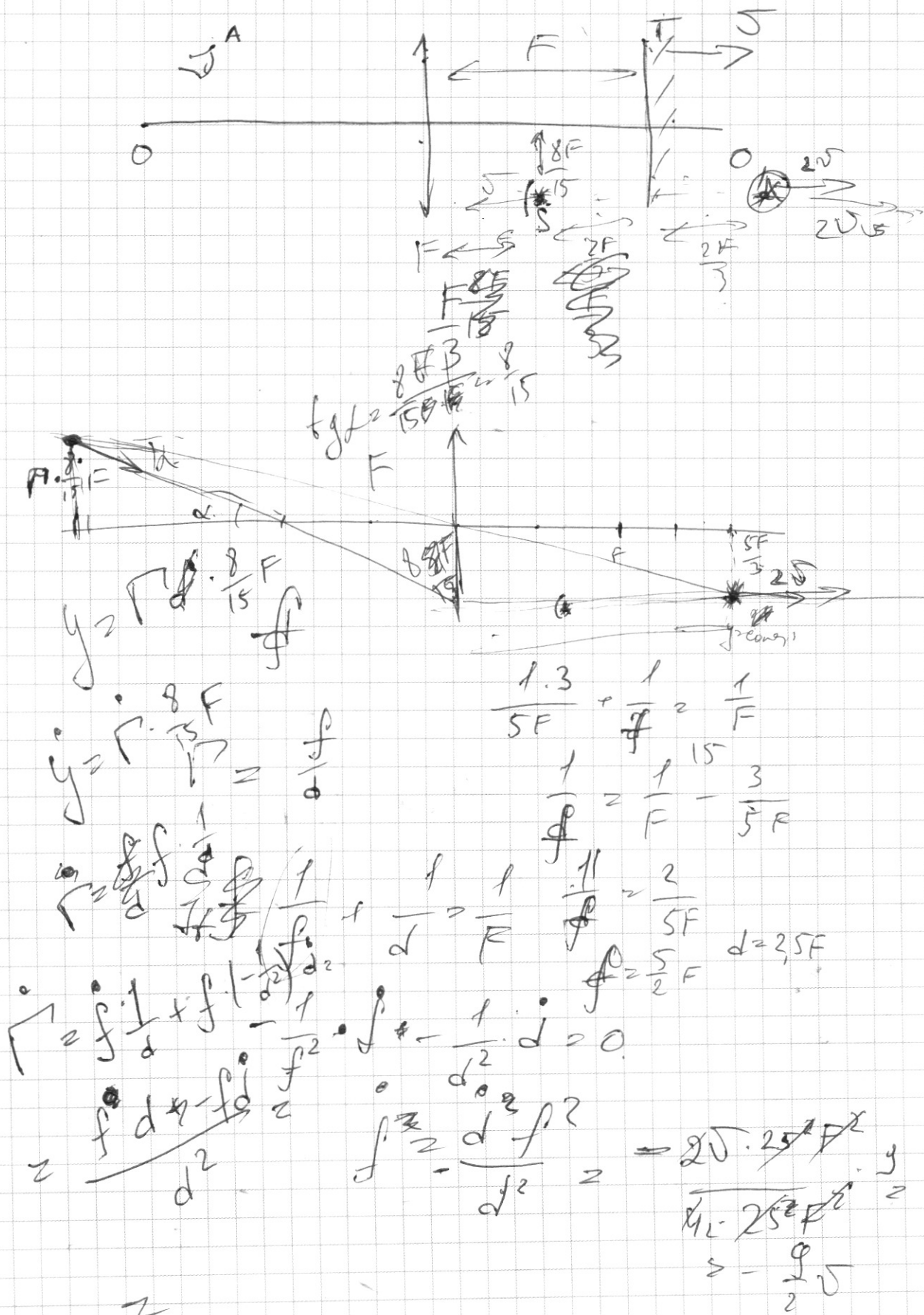
$$E - U_0 = \frac{q}{C} + L \dot{I}$$

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

$$\frac{1}{C} (q_1 - E + U_0 C) + L \ddot{q}_1 = 0$$

$$\frac{1}{LC} (q_1 - E + U_0 C) + \ddot{q}_1 = 0$$

$$Q(t) = (U_1 - E + U_0) C$$



PNV

$$C_{23} = C_V = \frac{5}{2} R \quad Q = \Delta U = \frac{3}{2} R \Delta T = C_V \Delta T$$

$$C_V = \frac{5}{2} R$$

$$C_{31} = \Delta U + p_1 \Delta V = \left(\frac{5}{2} + 1 \right) R \Delta T = C_P \Delta T = \frac{7}{2} R$$

$$p_1 V_1 = R T_1$$

$$p_1 V_3 = R T_3$$

$$p_1 \Delta V = R \Delta T$$

$$= \frac{5}{2} R \quad \frac{Q}{A}$$

$$P = \Delta W$$

$$P_2 = \Delta V_2$$

$$P_1 = \Delta V_1$$

$$A = \frac{P_2 + P_1}{2} \cdot (V_2 - V_1) =$$

$$= \Delta \frac{V_2 + V_1}{2} \cdot (V_2 - V_1) = \frac{V_2^2 - V_1^2}{2} \Delta$$

$$\Delta V_2^2 = 2 R T_2$$

$$\Delta V_1^2 = 2 R T_1$$

$$A = \frac{2 R \Delta T}{2} =$$

$$\Delta (V_2^2 - V_1^2) = 2 R \Delta T$$

$$Q = \frac{2 R \Delta T}{2} + \frac{5}{2} R \Delta T = 2 R \Delta T$$

$$A = \frac{(P_2 - P_1)(V_2 - V_1)}{2} =$$

$$= \frac{\Delta (V_2 - V_1)^2}{2}$$

$$\frac{Q}{A} = \frac{2 R \Delta T}{\frac{1}{2} R \Delta T} = 4$$

$$Q = 2 R \Delta T$$

$$\eta = \frac{\Delta (V_2 - V_1)^2}{2 \cdot 2 \cdot \Delta (V_2^2 - V_1^2)} = \frac{1}{4} \cdot \frac{V_2 - V_1}{V_2 + V_1} =$$

$$\text{при } V_1 \rightarrow 0 \text{ или } V_2 \rightarrow \infty$$

$$> \frac{1}{4} \cdot \frac{1 - \frac{V_1}{V_2}}{1 + \frac{V_1}{V_2}} \text{ при } \frac{V_1}{V_2} \rightarrow 0$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N1.

$\sqrt{2} \cdot 40 \cdot 10^{-2} \frac{\mu}{c}$

$N - T \sin \beta = m \frac{v^2}{R}$

$U \cos \beta = V \cos \alpha$

$U = \frac{V \cdot \frac{3}{5}}{\frac{8}{5}} = \frac{V \cdot 3 \cdot 17}{40} = \frac{510}{40}$

$U_{\text{orth}}^2 = U^2 + V^2 - 2UV \cos(\beta + \alpha)$

$\cos(\beta + \alpha) = \cos \beta \cos \alpha - \sin \beta \sin \alpha = \frac{3}{5} \cdot \frac{8}{17} - \frac{4}{5} \cdot \frac{15}{17} = \frac{40 - 60}{5 \cdot 17} = -\frac{20}{85} = -\frac{4}{17}$

$U_{\text{orth}}^2 = U^2 + V^2 - 2UV \left(-\frac{4}{17}\right) = U^2 + V^2 + \frac{8UV}{17}$

$= \left(\frac{51}{40}\right)^2 V^2 + V^2 + 2 \cdot \frac{51}{40} \cdot \frac{8}{17} V^2 = \frac{6}{5} V^2 + V^2 \left(\frac{51}{40}\right)^2$

$$U_{\text{сум}}^2 = U^2 + V^2 - 2UV \cos(\alpha + \beta)$$

$$U = \frac{51}{60} \cdot 40 = 51 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

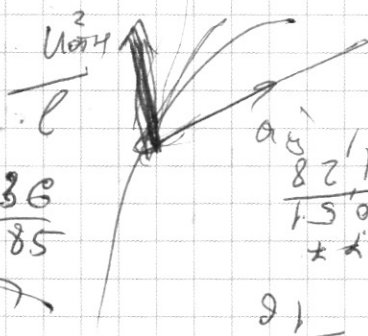
$$\frac{77 \cdot 85}{77}$$

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

$$= \frac{24 - 60}{5 \cdot 17} = \frac{36}{85}$$

$$\frac{60}{24} = \frac{36}{36}$$

$$\frac{5 \cdot 17 \cdot 8}{5} = \frac{85}{85}$$



$$U_{\text{сум}}^2 = U^2 + V^2 - 2UV \cdot \frac{36}{85}$$

$$U_{\text{сум}} = \sqrt{U^2 + V^2 - 2UV \cdot \frac{36}{85}}$$

$$U_{\text{сум}} = \sqrt{51^2 + 40^2 - 2 \cdot 51 \cdot 40 \cdot \frac{36}{85}}$$

$$= \sqrt{51^2 + 40^2 - 24 \cdot 72}$$

$$\begin{array}{r} \times 51 \\ 51 \\ -255 \\ \hline 2601 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 40 \\ 40 \\ -1600 \\ \hline 1600 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 72 \\ 24 \\ -288 \\ \hline 144 \end{array}$$

$$\frac{51}{27} = \frac{17}{9}$$

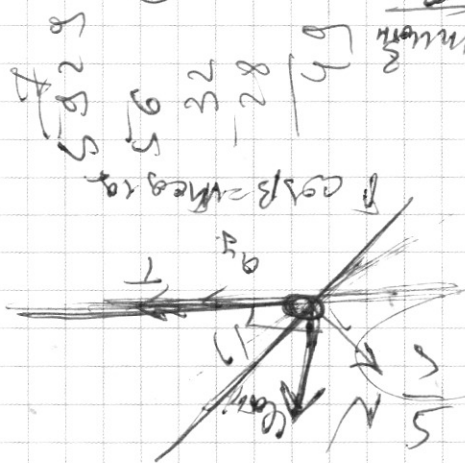
$$11.72$$

$$\frac{2601}{1728} = 1.5$$

$$\frac{2601}{1728} = 1.5$$

$$\begin{array}{r} 1728 \\ -1600 \\ \hline 128 \end{array}$$

$$\frac{1728}{1600} = 1.08$$



$$4.5$$

$$15$$

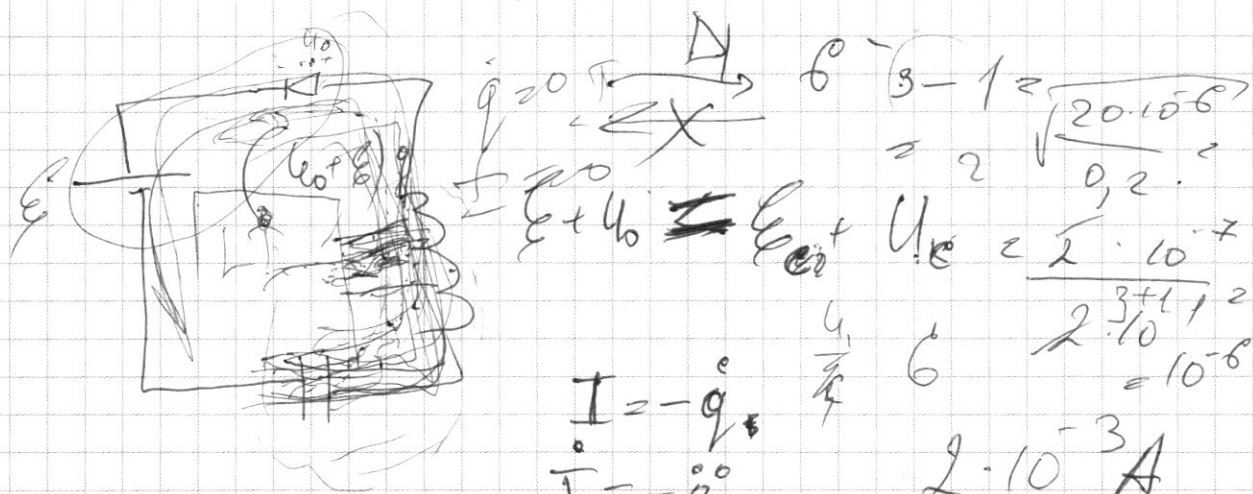
$$7.8$$

$$11.7$$

$$2.07$$

$$2.07$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$I = -\dot{q}$$

$$\dot{I} = -\dot{q}$$

$$2 \cdot 10^{-3} \text{ A}$$

$$\frac{LI^2}{2} = (U_1 - \varepsilon - u_0)(U_1 + \varepsilon + u_0)C - (u_0 + \varepsilon)(U_1 - \varepsilon - u_0)C$$

$$LI^2 + u_0 + \varepsilon = U_1$$

$$\frac{LI^2}{2} = (U_1 - \varepsilon - u_0)C$$

$$\dot{I}_0 = U_1 - u_0 - \varepsilon$$

$$(u_0 + \varepsilon) \frac{(u_1 - u_0)}{C}$$

$$\frac{LI^2}{2} = (U_1 - \varepsilon - u_0)C$$

$$U_1 + \varepsilon + u_0 = 2U_0 - 2\varepsilon$$

$$\varepsilon + u_0 + LI = U_1$$

$$\frac{LI^2}{2} = (U_1 - \varepsilon - u_0)C$$

$$U = \varepsilon + u_0 = 4 \text{ V}$$

$$I = (U_1 - \varepsilon - u_0) \sqrt{\frac{C}{L}}$$

$$- (u_0 + \varepsilon)(U_1 - u_0)C = \frac{U^2}{2} - \frac{U_1^2}{2} + \frac{L I^2}{2}$$

$$- (u_0 + \varepsilon)(U_1 - \varepsilon - u_0)C$$

$$- U_1 + (u_0 + \varepsilon)(U_1 - \varepsilon - u_0)C = \frac{U^2}{2} - \frac{U_1^2}{2} + \frac{L I^2}{2}$$

$$\frac{LI^2}{2} = \frac{U_1^2}{2} - \frac{(u_0 + \varepsilon)^2}{2} - (u_0 + \varepsilon)(U_1 - \varepsilon - u_0)C$$

$$\frac{q}{C} + \ddot{q}L - (\mathcal{E} + u_0) = 0 \quad I_m = (u_1 - \mathcal{E} - u_0) \sqrt{\frac{C}{L}}$$

$$\frac{1}{C} (q - (\mathcal{E}C + u_0C)) + \ddot{q}L = 0 \quad I_m = (\mathcal{E} + u_0 - u_1 + \mathcal{E} + u_0)C$$

$$q_2 = (2\mathcal{E} + u_0 - u_1)C$$

$$\ddot{q} + \frac{1}{LC} (q - \mathcal{E}C - u_0C) = 0$$

$$\ddot{Q} + \frac{1}{LC} Q = 0$$

$$q_2 = (0 + 2 - 0)C = 2C$$

$$Q(0) = 0$$

$$u_2 = 2\mathcal{E} + u_0 - \frac{2u_1}{2} = 2\mathcal{E}$$

$$I_m$$

$$Q = A \cos \omega t + B \sin \omega t$$

$$\dot{Q} = B\omega \cos \omega t = 0$$

$$B\omega = I_m \quad B = \frac{I_m}{\omega}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{1}{LC}}$$

$$I = q$$

$$\omega t = \frac{\pi}{2} \quad t = \frac{\pi}{2\omega}$$

$$Q = -I_m \sqrt{LC}$$

$$\ddot{Q} = -I_m \sqrt{LC} = -\mathcal{E}C + u_0C$$