

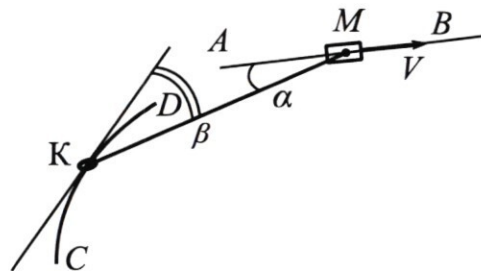
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 11

Вариант 11-01

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

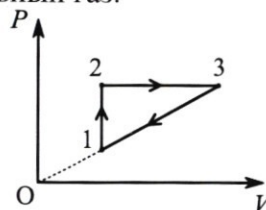
1. Муфту М двигают со скоростью $V = 68$ см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 0,1$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1,9$ м. Кольцо и муфта связаны легкой нитью длиной $l = 5R/3$. Система находится в одной горизонтальной плоскости. В некоторый момент нить составляет угол α ($\cos \alpha = 15/17$) с направлением движения муфты и угол β ($\cos \beta = 4/5$) с направлением движения кольца.



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

2. Тепловая машина работает по циклу, состоящему из изохоры, изобары и участка прямо пропорциональной зависимости давления P от объема V (см. рис.). Рабочее вещество – одноатомный идеальный газ.

- 1) Найти отношение молярных теплоемкостей на тех участках цикла, где происходило повышение температуры газа.
- 2) Найти в изобарном процессе отношение количества теплоты, полученной газом, к работе газа.
- 3) Найти предельно возможное максимальное значение КПД такого цикла.

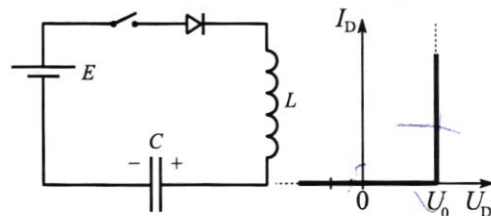


3. Обкладки конденсатора – круглые металлические сетки площадью S , расстояние между обкладками d ($d \ll \sqrt{S}$). Из точки, находящейся между обкладками на оси симметрии на расстоянии $0,25d$ от положительно заряженной обкладки, стартует с нулевой начальной скоростью положительно заряженная частица и через время T вылетает из конденсатора перпендикулярно обкладкам. Удельный заряд частицы $\frac{q}{m} = \gamma$.

- 1) Найдите скорость V_1 частицы при вылете из конденсатора.
- 2) Найдите величину Q заряда обкладок конденсатора.
- 3) С какой скоростью V_2 будет двигаться частица на бесконечно большом расстоянии от конденсатора?

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

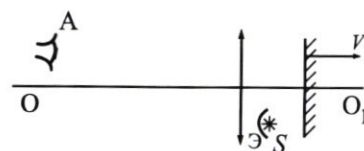
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 9$ В, конденсатор емкостью $C = 40$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 5$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,1$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$ В. Ключ замыкают.



- 1) Найти скорость возрастания тока сразу после замыкания ключа.
- 2) Найти максимальный ток после замыкания ключа.
- 3) Найти установившееся напряжение U_2 на конденсаторе после замыкания ключа.

5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник S находится на расстоянии $3F/4$ от оси OO_1 и на расстоянии $F/2$ от плоскости линзы. Линза и источник неподвижны, а зеркало движется со скоростью V вдоль оси OO_1 . В некоторый момент зеркало оказалось на расстоянии F от линзы.

- 1) На каком расстоянии от плоскости линзы наблюдатель А сможет увидеть в этот момент изображение источника в системе?
- 2) Под каким углом α к оси OO_1 движется изображение в этот момент? (Найти значение любой тригонометрической функции угла.)
- 3) Найти скорость изображения в этот момент.



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

УЧ

$U_p = 0$

1) При $t=0$: $\mathcal{E} - L \dot{y}_0 - U_1 = 0$

$$\dot{y}_0 = \frac{\mathcal{E} - U_1}{L} = \frac{4}{0,1} = 40 \frac{\text{A}}{\text{C}}$$

2) $\frac{L \dot{y}^2}{2} + \frac{(q_0 + \Delta q)^2}{2} - \frac{CU_1^2}{2} = \mathcal{E} \Delta q -$

$3C\mathcal{E}$, где Δq - заряд прошедший от начала эксперимента

$$L \dot{y}^2 + \frac{1}{2C} (q_0 + \Delta q)^2 - CU_1^2 = 2\mathcal{E} \Delta q$$

$$L \dot{y}^2 + \frac{q_0^2 + 2q_0 \Delta q + \Delta q^2}{2C} - CU_1^2 = 2\mathcal{E} \Delta q$$

$$L \dot{y}^2 + \frac{q_0^2}{C} - \frac{CU_1^2}{C} + 2U_1 \Delta q + \frac{\Delta q^2}{C} = 2\mathcal{E} \Delta q$$

$$L \dot{y}^2 = 2(\mathcal{E} - U_1) \Delta q - \frac{\Delta q^2}{C}$$

$$\Delta q_{\text{max}} = + \frac{2(\mathcal{E} - U_1)}{2 \cdot \frac{1}{C}} = C(\mathcal{E} - U_1)$$

$$L \dot{y}_m^2 = 2C \cdot (\mathcal{E} - U_1)^2 - \frac{1}{C} C^2 (\mathcal{E} - U_1)^2 =$$

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

$$\dot{y}_m = (\mathcal{E} - U_1) \sqrt{\frac{C}{L}} = 4 \cdot \sqrt{\frac{40 \cdot 10^{-3}}{0,1}} =$$

$$= 4 \cdot \sqrt{\frac{0,04}{0,1}} = 4 \cdot 0,2 \sqrt{10} \approx 0,8 \sqrt{10} \approx 2,4 \text{ A}$$

Ответ: 1) $40 \frac{\text{A}}{\text{C}}$

2) 2,4 A

Продолжение пункта 2) на

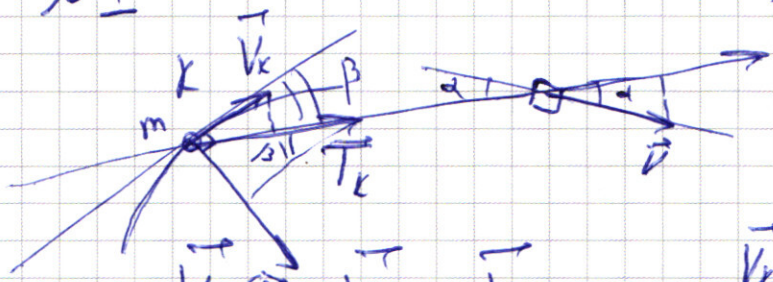
☐ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница № 1

(Нумеровать только чистовики)

У1



2) $\vec{V}_{ko} = \vec{V}_k - \vec{V}$

По 1-косинусов.

$$V_{ko}^2 = V_k^2 + V^2 - 2V_k V \cos(\alpha + \beta)$$

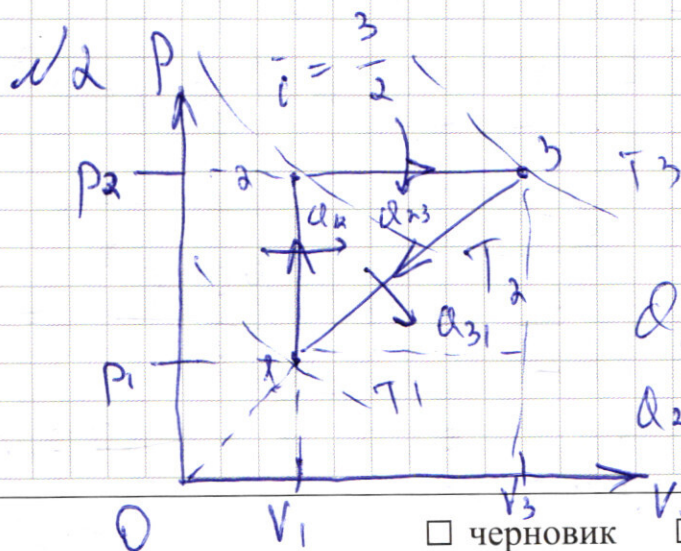
$$\cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cdot \cos \beta - \sin \alpha \cdot \sin \beta = \frac{15}{17} \cdot \frac{4}{5} - \frac{8}{17} \cdot \frac{3}{5} = \frac{4.9}{17.5}$$

$$V_{ko}^2 = 75^2 + 60^2 - 2 \cdot 75 \cdot 60 \cdot \frac{4.9}{17.5} = 77^2 \Rightarrow V_{ko} = 77 \text{ м/с}$$

3) 2-й закон Ньютона: $m \frac{V_k^2}{R} = T_k \cdot \sin \beta$

$$T_k = \frac{m V_k^2}{R \sin \beta} \approx 0.05 \text{ Н}$$

Ответ: 1) 75 м/с
2) 77 м/с
3) 0.05 Н.



1) $1 \rightarrow 2: V = \text{const } T \uparrow - V$

2) $2 \rightarrow 3: p = \text{const } V \uparrow T \uparrow - V$

3) $3 \rightarrow 1: p \sim V \Rightarrow \frac{p_1}{V_1} = \frac{p_3}{V_3}$

$$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} = \frac{3}{2} R(T_2 - T_1) > 0$$

$$Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23} = \frac{3}{2} R(T_3 - T_2) + p_2(V_3 - V_1) =$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$= \frac{3}{2} p_2 (V_3 - V_1) + p_2 (V_3 - V_1) = \frac{5}{2} p_2 (V_3 - V_1) =$$

$$= \frac{5}{2} \mathcal{O} R (T_3 - T_2)$$

$$C_{\mathcal{O}2} = \frac{3}{2} R ; C_{\mathcal{O}23} = \frac{5}{2} R \Rightarrow \frac{C_{\mathcal{O}2}}{C_{\mathcal{O}23}} = \frac{3}{5}$$

2) χ $2 \rightarrow 3$: $Q_{23} = \frac{5}{2} \mathcal{O} R (T_3 - T_2)$
 изобарный
 $p = \text{const}$ $A_{23}' = p_2 (V_3 - V_1) = \mathcal{O} R (T_3 - T_2)$
 $\frac{Q_{23}}{A_{23}'} = \frac{5}{2}$

3) $\eta \rightarrow \max$: $\eta = \frac{A_{23Q}}{|Q_+|} = \frac{A}{Q_+}$
 $Q_+ = Q_{12} + Q_{23} = \frac{3}{2} V_1 (p_2 - p_1) + \frac{5}{2} p_2 V_1 \left(\frac{p_2}{p_1} - 1 \right) =$
 $= \frac{3}{2} V_1 (p_2 - p_1) + \frac{5}{2} V_3 (p_2 - p_1) =$
 $= \frac{1}{2} (p_2 - p_1) (3V_1 + 5V_3)$

$$A = \frac{1}{2} (p_2 - p_1) (V_3 - V_1)$$

$$\eta = \frac{V_3 - V_1}{3V_1 + 5V_3} = \frac{\frac{V_3}{V_1} - 1}{3 + 5\frac{V_3}{V_1}}$$

$$\lim_{\frac{V_3}{V_1} \rightarrow 0} = -\frac{1}{3} \text{ не имеет смысла}$$

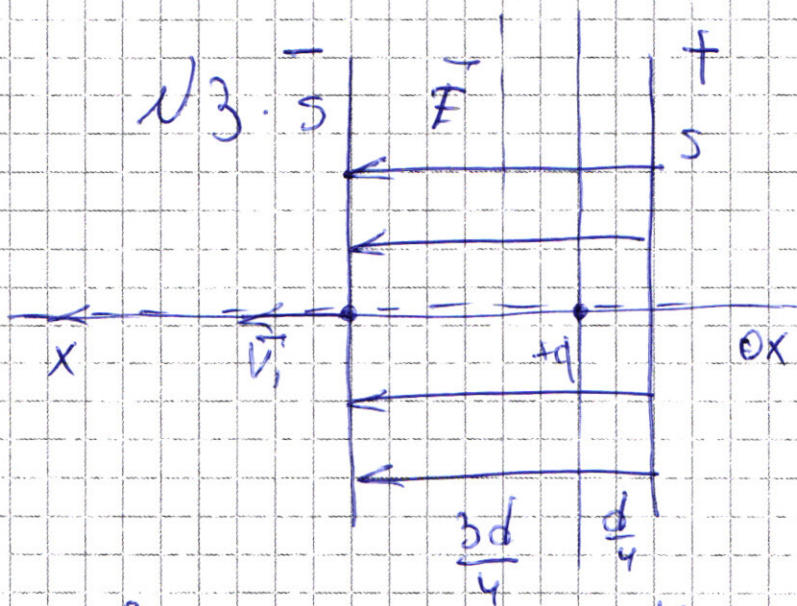
$$\lim_{\frac{V_3}{V_1} \rightarrow \infty} = \frac{V_3}{V_1} = \Delta = \lim_{\Delta \rightarrow \infty} \frac{\Delta - 1}{5\Delta + 3} =$$

$$= \lim_{\Delta \rightarrow \infty} \frac{1 - \frac{1}{\Delta}}{5 + \frac{3}{\Delta}} = \frac{1}{5} = 0,2 = 20\%$$

Ответ: 1) $0,6 = \frac{C_{0,1}}{C_{0,2}}$

2) 2,5

3) 20%



1) 3C) given q :

$$\frac{mV_1^2}{2} - qEd = -qE \frac{d}{4}$$

$$\frac{mV_1^2}{2} = \frac{3}{4} qEd$$

$$V_1^2 = \frac{3}{2} \frac{q}{m} Ed =$$

$$= \frac{3}{2} \gamma Ed.$$

2) 3-й Ньютона: $ma = Eq$

$a = \gamma \cdot E$

q проницаемости

$\frac{3d}{4}$

за T

с ускорением

$a: \frac{3d}{4} = \frac{a}{2} T^2$

$a = \frac{3}{2} \frac{d}{T^2}$

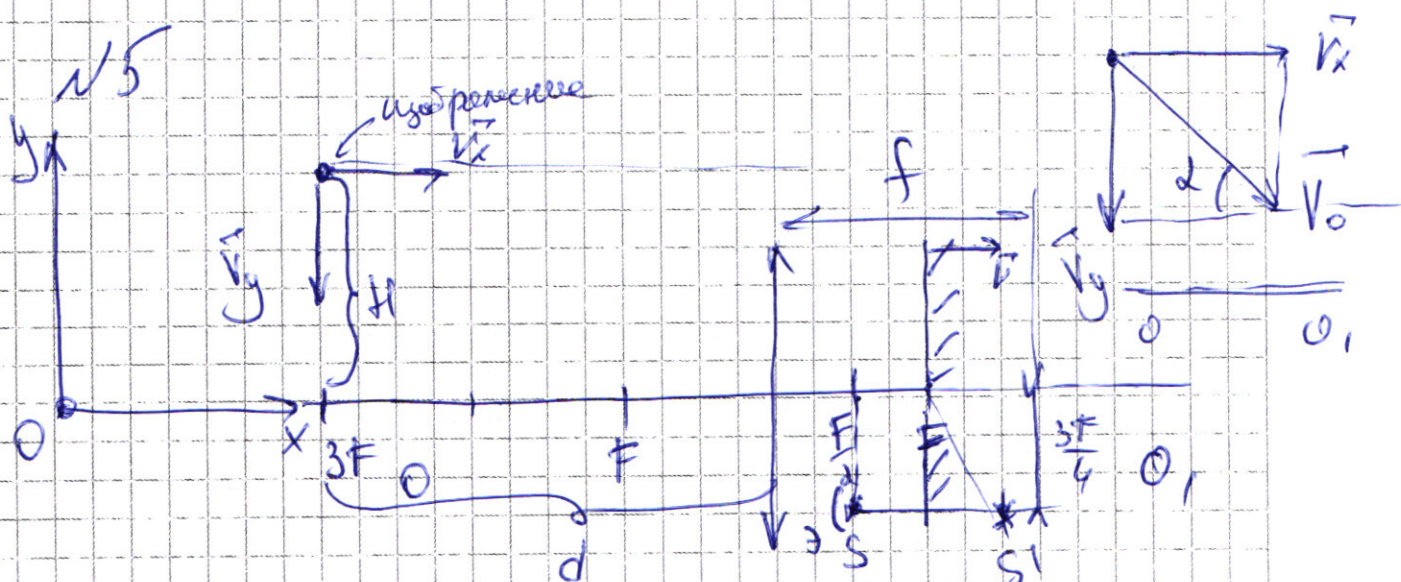
$$V_1^2 = \frac{3}{2} ad = \left(\frac{3}{2}\right)^2 \cdot \frac{d^2}{T^2}$$

$$\Rightarrow V_1 = \frac{3}{2} \frac{d}{T}$$

2) $C = \frac{Q}{U} \Rightarrow Q = CU = \frac{\epsilon_0 S}{d} \cdot Ed = \epsilon_0 S E$

$$Q = \epsilon_0 S \cdot \frac{3}{2} \frac{d}{T^2} = \frac{3 \epsilon_0 d S}{2 T^2}$$

3) За конденсатором $E=0$, заряд сохраняется свою скорость $\Delta W_p = 0$.
 $\Rightarrow V_2 = V_1$.



1) При решении буду использовать линзовый источник S' - отражение S , как если зеркала не было.

$f = F + \frac{F}{2} = \frac{3F}{2}$ По з-ну о тонкой линзе:
 $\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \Rightarrow d = 3F$

2) Найти скорости по оси x и y , учитывая что $f' = \frac{df}{dt} = V$, тогда:
 $(\frac{1}{d})' + (\frac{1}{f})' = (\frac{1}{F})'$ $(d^{-1})' + (f^{-1})' = 0$.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\Rightarrow -\frac{d'}{d^2} - \frac{f'}{f^2} = 0 \quad V_x = d' = -\frac{d^2}{f^2} \cdot f' =$$

$$= -\frac{9F^2}{4} \cdot V = -4V$$

$$T_x \quad \Gamma = \frac{H}{h} = \frac{d}{f} \Rightarrow V_y = H' = h \left(\frac{d}{f} \right)' =$$

$$= \frac{d' \cdot f - f' \cdot d}{f^2} = \frac{V_x \cdot f - V \cdot d}{f^2} =$$

$$= \frac{-4V \cdot \frac{3F}{2} - V \cdot 3F}{\frac{9F^2}{4}} = \frac{4}{9} \cdot \frac{-6FV - 3FV}{F^2} =$$

$$= \frac{4}{9} \cdot \frac{-9FV}{F^2} = -\frac{4V}{F}$$

$$\Rightarrow \operatorname{tg} \alpha = \frac{V_y}{V_x} = \frac{-4V}{F} \cdot \frac{1}{-4V} = \frac{1}{F} \Rightarrow \operatorname{ctg} \alpha = F$$

3) По т. Пифагора: $V_0^2 = V_x^2 + V_y^2 =$

$$= 16V^2 + 16V^2 \cdot \frac{1}{F^2} = 16V^2 \cdot \frac{F^2 + 1}{F^2}$$

$$V_0 = \frac{4V}{F} \sqrt{1+F^2}$$

Ответ: 1) $d = 3F$
2) $\operatorname{ctg} \alpha = F$
3) $V_0 = \frac{4V}{F} \sqrt{1+F^2}$

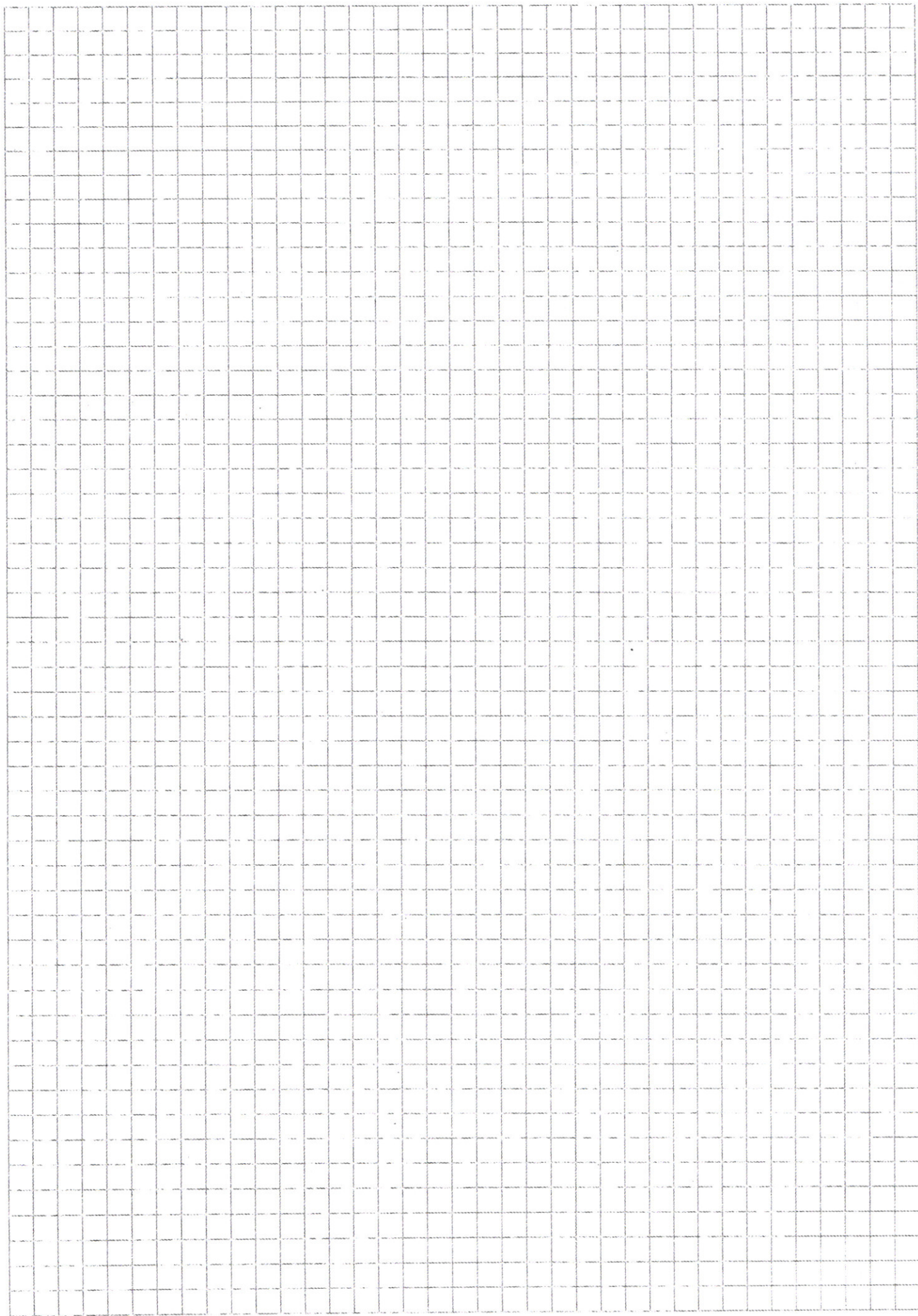
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№4 (3 пункт).

3) Т.к. только $y=0 \Rightarrow j_n=0$ $U_D=U_0$
 $j=0$ (носле
установившейся)

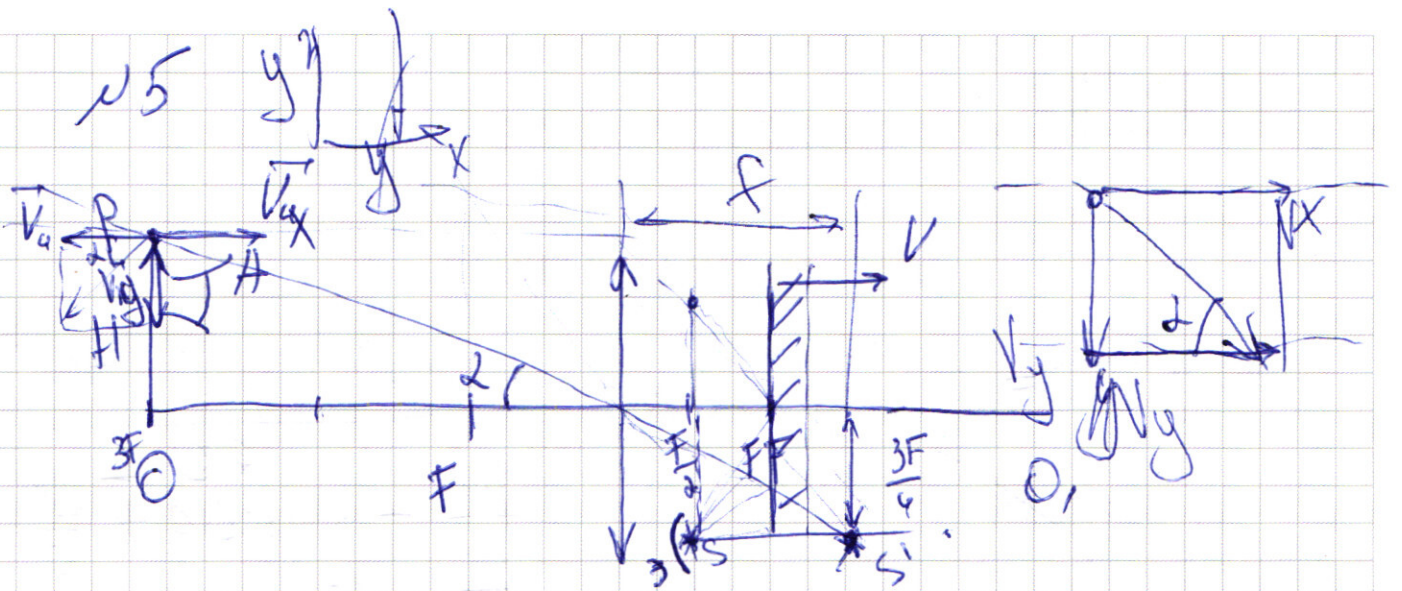
$\Rightarrow \varepsilon - U_2$

Ответ: 3)



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)



$$1) f' = f + \frac{f}{2} = \frac{3f}{2} \quad d = ? \quad F = F$$

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{\frac{3f}{2}} = \frac{1}{f} \quad \frac{1}{d} = \frac{3}{3f} - \frac{2}{3f} = \frac{1}{3f}$$

$$d = 3f$$

$$h = \frac{3f}{4}$$

$$\frac{H}{h} = \frac{d}{f'} = 2 \quad H = \frac{3f}{4}$$

$$\tan \alpha = \frac{H}{d} = \frac{h}{f'} = \frac{\frac{3f}{4}}{\frac{3f}{2}} = \frac{1}{2} \quad \alpha = \arctan \frac{1}{2}$$

$$2) (f')' = V \left(\frac{1}{d} + \frac{1}{f'} \right)' = \left(\frac{1}{f} \right)'$$

$$(d - \frac{1}{f'})' (f' - \frac{1}{d})' = 0$$

$$-\frac{d'}{d^2} - \frac{f'}{f'^2} = 0$$

$$\frac{H}{h} = \frac{d}{f'}$$

$$H = \frac{3f}{4} \cdot \frac{\frac{3f}{4}}{\frac{3f}{2}} = \frac{3f}{4} \cdot \frac{2}{4} = \frac{3f}{8}$$

$$V_x = d' = -\frac{d}{f'^2} \cdot f' = -\frac{d}{f'^2} \cdot V$$

$$V_y = H' = h \cdot \frac{d \cdot f' - f' \cdot d}{f'^2} = \frac{V_x f' - V d}{f'^2}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\begin{aligned} 3) \quad L Y_m^2 &= C U_1^2 + 2 \varepsilon \Delta q - \frac{q_0^2 + 2 q_0 \Delta q + \Delta q^2}{C} = \\ &= \cancel{C U_1^2} + 2 \varepsilon \Delta q - \frac{\cancel{q_0^2}}{C} - 2 U_1 \cdot \Delta q \cdot \frac{\cancel{C}}{C} - \frac{\Delta q^2}{C} = \\ &= 2 \varepsilon \Delta q - 2 U_1 \Delta q - \frac{\Delta q^2}{C} = \\ &= -\frac{\Delta q^2}{C} + 2(\varepsilon - U_1) \Delta q \end{aligned}$$

$$\Delta q_{\text{max}} = -\frac{2(\varepsilon - U_1)}{2 \cdot \frac{1}{C}} = + C(\varepsilon - U_1)$$

$$L Y_m^2 = \frac{1}{C} \cdot C^2(\varepsilon - U_1)^2 + 2(\varepsilon - U_1) C \Delta q =$$

$$= -C(\varepsilon - U_1)^2 + 2C(\varepsilon - U_1)^2 = C(\varepsilon - U_1)^2$$

$$\begin{aligned} Y_m^2 &= \frac{C}{L} (\varepsilon - U_1)^2 \Rightarrow Y_m = (\varepsilon - U_1) \sqrt{\frac{C}{L}} = 4 \cdot \sqrt{\frac{40 \cdot 10^{-3}}{0,1}} = \\ &= 4 \cdot \sqrt{\frac{40}{0,1 \cdot 1000}} = 4 \sqrt{\frac{40}{100}} = 4 \sqrt{0,4} = \\ &= \frac{4}{10} \cdot 2 \sqrt{10} \approx \frac{4 \cdot 2 \cdot 3}{10} \approx 2,4 \end{aligned}$$

$$4) \quad \varepsilon - U_2 - \frac{q_2^2}{C} = 0 \quad \text{где } q_2 = \varepsilon C \quad U_2 = \varepsilon$$

$$V_y = \frac{-\frac{d^2}{f'^2} V f' - V d}{f'^2} = \frac{-\frac{d^2}{f'} V - V d}{f'^2} = -\frac{V d (\frac{d}{f'} + 1)}{f'^2}$$

$$V_x = -\frac{g F^2}{g F^2} V = -4V$$

$$V_y = \frac{-4V \cdot \frac{3F}{2} - V \cdot 3F}{\frac{g F^2}{4}} = \frac{-6 F V - 3 F V}{\frac{g F^2}{4}} = \frac{-9 F V}{\frac{g F^2}{4}} = -\frac{4V}{F}$$

$$\tan 2 = \frac{V_y}{V_x} = \frac{-\frac{4V}{F}}{-4V} = \frac{1}{F}$$

$$3) V_0^2 = V_x^2 + V_y^2 = 16V^2 + \frac{16V^2}{F^2} = 16V^2 \frac{1+F^2}{F^2}$$

$$V_0 = \frac{4V}{F} \sqrt{1+F^2}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$3) \quad \eta \rightarrow \max: \quad \eta = \frac{|Q_+| - |Q_-|}{|Q_+|} = \frac{A}{|Q_+|}$$

$$A = \frac{1}{2} \cdot (p_2 - p_1)(V_3 - V_1).$$

$$|Q_+| = Q_{12} + Q_{23} = \frac{3}{2}(p_2 - p_1)V_1 + \frac{5}{2}p_2(V_3 - V_1) =$$

$$= \frac{1}{2}(3p_2V_1 - 3p_1V_1 + 5p_2V_3 - 5p_2V_1) =$$

$$= \frac{1}{2}(-2p_1V_1 + 5p_2V_3)$$

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{V_1}{V_3} \quad p_2 = p_1 \cdot \frac{V_3}{V_1} \quad V_3 = V_1 \cdot \frac{p_2}{p_1}$$

$$A = \frac{1}{2}p_1\left(\frac{V_3}{V_1} - 1\right)(V_3 - V_1) = \frac{1}{2}\frac{p_1}{V_1}(V_3 - V_1)^2$$

$$|Q_+| = \frac{3}{2}p_1\frac{V_3 - V_1}{V_1}V_1 + \frac{5}{2}p_1\frac{V_3}{V_1}(V_3 - V_1)$$

$$\eta = \frac{A}{|Q_+|} = \frac{\frac{1}{2}\frac{p_1}{V_1}(V_3 - V_1)^2}{\frac{3}{2} + 5\frac{V_3}{V_1}(V_3 - V_1)} = \frac{V_3 - V_1}{3V_1 + 5V_3(V_3 - V_1)}$$

$$= \frac{V_3 - V_1}{3V_1 + 5V_3^2 - 5V_1} = \frac{V_3 - V_1}{5V_3^2 - 2V_1}$$

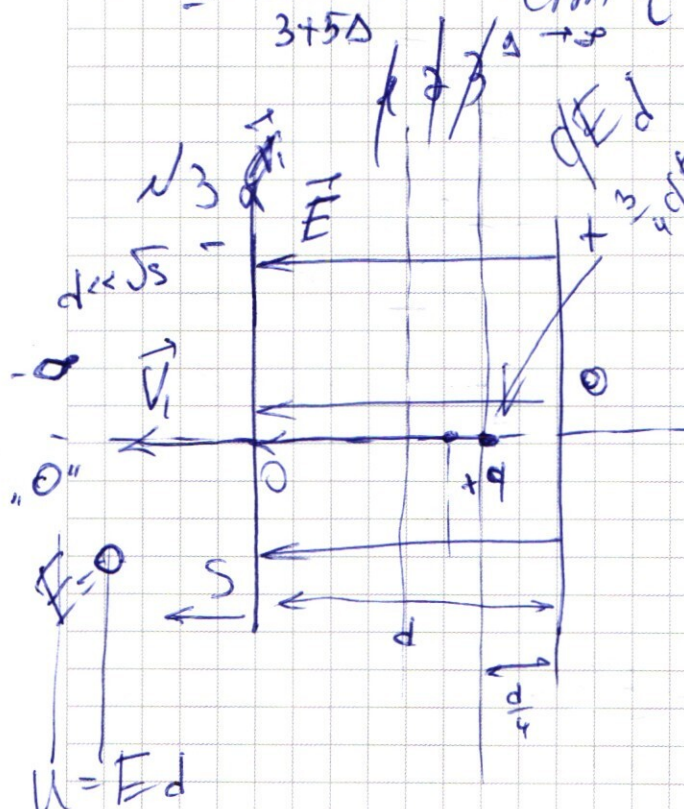
$$|Q_+| = \frac{3}{2}V_1(p_2 - p_1) + \frac{5}{2}p_2V_1\left(\frac{p_2}{p_1} - 1\right) = \frac{3}{2}V_1(p_2 - p_1) +$$

$$+ \frac{5}{2}\frac{V_3}{V_1}(p_2 - p_1) = \frac{1}{2}(p_2 - p_1)(3V_1 + 5V_3).$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$A = \frac{1}{2} (p_2 - p_1) (V_3 - V_1) \Rightarrow \eta = \frac{V_3 - V_1}{3V_1 + 5V_3} = \frac{\frac{V_3}{V_1} - 1}{3 + 5\frac{V_3}{V_1}} =$$

$$= \frac{\Delta - 1}{3 + 5\Delta} \quad \lim_{\Delta \rightarrow \infty} \eta = \frac{1 - \frac{1}{\Delta}}{3 + 5} = \frac{1}{5}$$



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

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

$$1) \frac{mV_1^2}{2} = qEd = 0 - qE \cdot \frac{d}{4}$$

$$\frac{mV_1^2}{2} = \frac{3}{4} qEd$$

$$V_1^2 = \frac{3}{2} \gamma Ed$$

$$ma = qE \quad a = \gamma E$$

$$\frac{3}{4} d = \frac{a}{2} T^2 \quad \frac{3}{4} d = \frac{\gamma E}{2} T^2$$

$$\frac{3}{2} d \frac{1}{T^2} = \gamma E$$

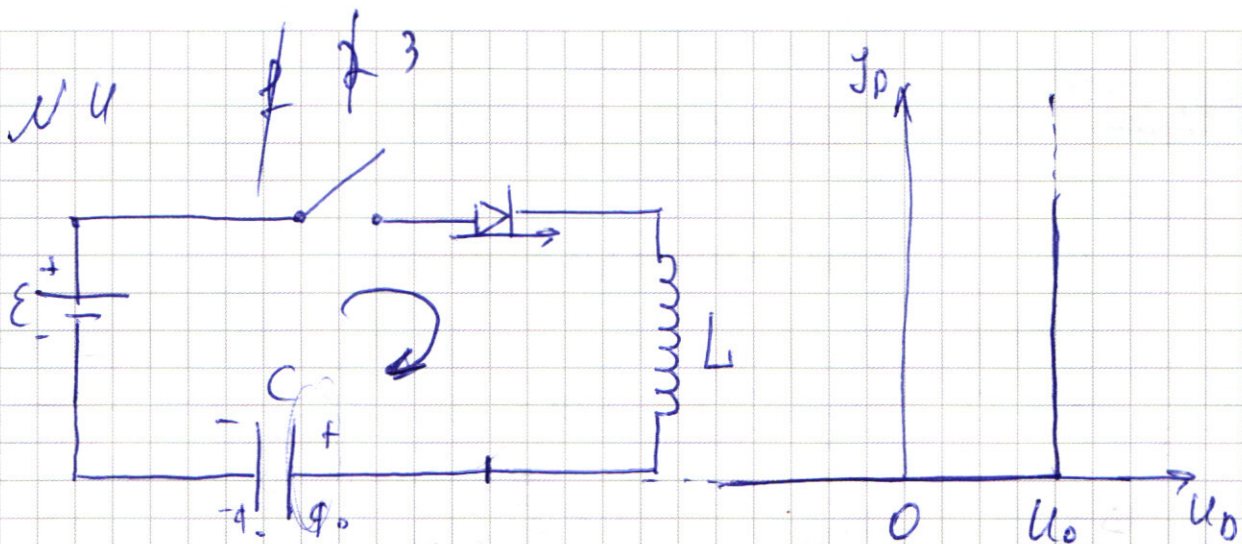
$$\Rightarrow V_1^2 = \frac{3}{2} \cdot \frac{3}{2} d \frac{1}{T^2} d = \frac{9}{4} \frac{d^2}{T^2} \quad V_1 = \frac{3}{2} \frac{d}{T} =$$

$$2) C = \frac{Q}{U}; Q = CU = \frac{\epsilon_0 S}{d} \cdot E d = \frac{\epsilon_0 S}{d} \cdot \frac{2}{3\gamma} V_1^2 =$$

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

$$3) \frac{mV_2^2}{2} + 0 = 0 - qE \left(0 - \frac{mV_1^2}{2}\right) + \left(-qE \frac{d}{4} + 0\right)$$

$$V_2 = V_1.$$



1) При $t=0$ $q=0 \Rightarrow \varepsilon - L \cdot \dot{I}_0 = 0$
 $\dot{I}_0 = \frac{\varepsilon}{L} = \frac{90}{0,2} = 90 \frac{A}{c}$

2) $\varepsilon - L \cdot \ddot{q} - \frac{q}{C} = 0$ $\ddot{q} = +\ddot{q}$
 $\varepsilon - L \ddot{q} - \frac{q}{C} = 0$ $\varepsilon - 0 - \frac{q_m}{C} = 0$
 $L \ddot{q} = -\frac{q}{C} - \varepsilon = -(\varepsilon + \frac{q}{C})$ $q_m = \varepsilon C$
 $\ddot{q} = -\frac{\varepsilon}{L} - \frac{q}{LC}$

$\frac{L \dot{q}_m^2}{2} + \frac{q_m^2}{2C} - 0 = \varepsilon q_m$
 $L \dot{q}_m^2 + \frac{1}{C} \cdot \varepsilon^2 C^2 = C \varepsilon^2$
 $L \dot{q}_m^2 + C \varepsilon^2 = C \varepsilon^2$

1) При $t=0$ $\cancel{q=0}$ $\varepsilon - L \dot{I}_0 - U_1 = 0$
 $\dot{I}_0 = \frac{\varepsilon - U_1}{L} = \frac{4}{0,1} = 40 \frac{A}{c}$

2) $\frac{L \dot{q}_m^2}{2} + \frac{(q_0 + \Delta q)^2}{2C} - \frac{C U_1^2}{2} = \varepsilon \Delta q$
 $L \dot{q}_m^2 + \frac{1}{2C} (q_0 + \Delta q)^2 - C U_1^2 = 2 \varepsilon \Delta q$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

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

$$\cos(0 + \frac{\pi}{2}) = 1 \cdot 0 - 0 = 0$$



$$1) V \cos \alpha = V_k \cos \beta$$

$$V_k = V \cdot \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} = 4 \cdot \frac{15}{5} = 12$$

$$2) V_{k0} = V_k - V$$

$$= 12 - 4 = 8$$

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

$$V_{k0}^2 = V_k^2 + V^2 - 2 V_k \cdot V \cdot \cos(\alpha + \beta)$$

$$= 12^2 + 4^2 - 2 \cdot 12 \cdot 4 \cdot \cos(\alpha + \beta)$$

$$V_{k0}^2 = V^2 \left(\frac{\cos^2 \alpha}{\cos^2 \beta} + 1 - 2 \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} \cos(\alpha + \beta) \right)$$

$$V_{k0}^2 = V^2 \left(\frac{15^2 \cdot 25}{17^2 \cdot 16} + 1 - 2 \cdot \frac{15 \cdot 5}{17 \cdot 4} \cdot \frac{4 \cdot 9}{17 \cdot 5} \right) = \frac{5625}{4624}$$

$$= V^2 \left(\frac{15^2 \cdot 25^2 + 17^2 \cdot 16 \cdot 25 - 40 \cdot 15 \cdot 5 \cdot 4 \cdot 9}{17^2 \cdot 16 \cdot 25} \right) = \frac{5929}{5929}$$

$$= V^2 \cdot 25 \cdot \frac{17^2 \cdot 16 \cdot 25 + 15^2 \cdot 25 + 17^2 \cdot 16 - 40 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 9}{17^2 \cdot 16 \cdot 25}$$

$$V_{k0}^2 = 75^2 + 68^2 - 2 \cdot 75 \cdot 68 \cdot \frac{4 \cdot 9}{17 \cdot 5} = 75^2 + 68^2 - 2 \cdot 15 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 9$$

$$= 77^2$$

$$V_{k0} = 77 \text{ м/с}$$

$$3) \quad m \cdot \frac{V_k^2}{R} = T_k \sin \beta \Rightarrow T_k = \frac{m V_k^2}{R \sin \beta} =$$

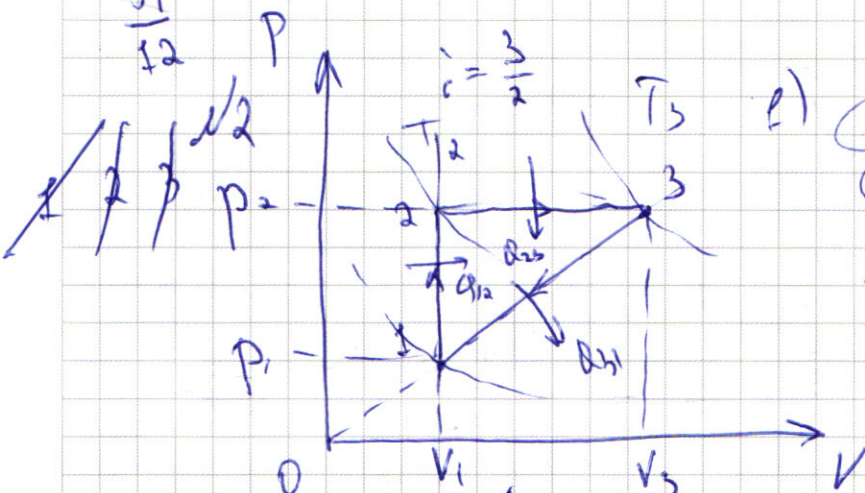
$$= \frac{0,1 \cdot 0,75^2}{1,9 \cdot \frac{3}{5}} = \frac{5 \cdot 75 \cdot 75 \cdot 0,75 \cdot 0,75}{19 \cdot 3} =$$

$$= \frac{5 \cdot 0,25 \cdot 0,75}{19} = \frac{5 \cdot 25 \cdot 75}{19 \cdot 10000} \approx$$

$$\approx \frac{5 \cdot 25 \cdot 75}{19 \cdot 10000} = \frac{4 \cdot 10000}{5 \cdot 25 \cdot 75} = \frac{4 \cdot 10000}{20000} =$$

$$\approx \frac{493}{10000} = 0,0493 \text{ тл.}$$

$$\begin{array}{r} 125 \\ \times 75 \\ \hline 625 \\ 875 \\ \hline 9375 \\ 19 \overline{) 493} \\ \underline{177} \\ 171 \\ \underline{65} \\ 57 \\ \underline{12} \end{array}$$



1) $1 \rightarrow 2: V = \text{const} \quad p \uparrow \Rightarrow T \uparrow$

$2 \rightarrow 3: p = \text{const} \quad V \uparrow \Rightarrow T \uparrow$

$3 \rightarrow 1: p \propto V \Rightarrow T = \text{const}$

$$\frac{C_{012}}{C_{023}} = \frac{Q_{12}}{\Delta T_{12}} \cdot \frac{\Delta T_{23}}{Q_{23}}$$

$$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12}' = \frac{3}{2} OR (T_2 - T_1) > 0 \quad C_{012} = \frac{3}{2} R$$

$$Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23}' = \frac{3}{2} OR (T_3 - T_2) + (V_3 - V_1) p_2 =$$

$$= \frac{3}{2} (p_2 V_3 - p_2 V_1) + p_2 (V_3 - V_1) =$$

$$= \frac{5}{2} p_2 (V_3 - V_1) > 0 =$$

$$= \frac{5}{2} OR (T_3 - T_2) \Rightarrow C_{023} = \frac{5}{2} R$$

$$\frac{C_{012}}{C_{023}} = \frac{\frac{3}{2} R}{\frac{5}{2} R} = \frac{3}{5} = 0,6$$

2) $1 \rightarrow 2: Q_{12} = \frac{5}{2} OR (T_3 - T_2), \quad A_{23}' = OR (T_3 - T_2)$

$$\frac{Q_{23}}{A_{23}'} = \frac{5}{2} = 2,5$$

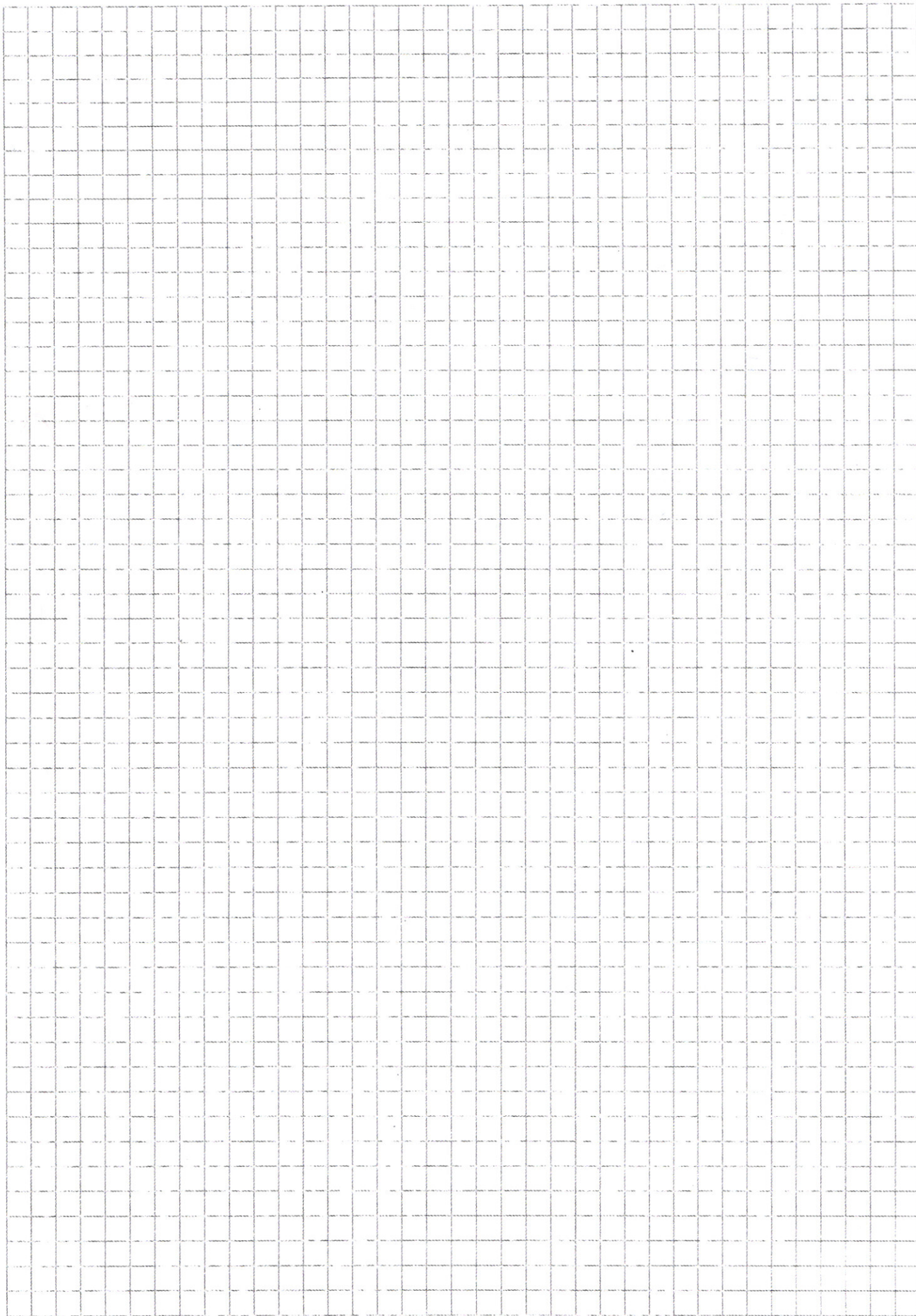
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{CU_2^2}{2} + 0 = \varepsilon A q$$

$$\varepsilon A - U_2$$

$$j = j_p = 0 \quad U_0 = 1$$

$$0 + \frac{CU_2^2}{2}$$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)