

Олимпиада «Физтех» по физике, (

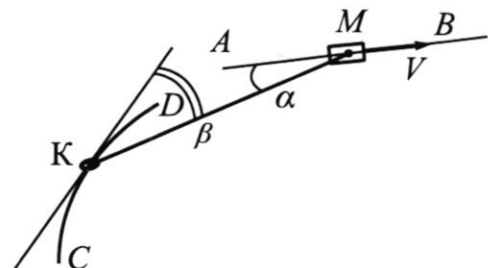
Вариант 11-01

Класс 11

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

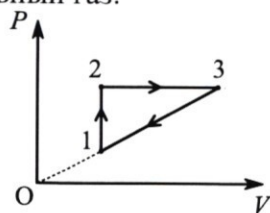
1. Муфту М двигают со скоростью $V = 68$ см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 0,1$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1,9$ м. Кольцо и муфта связаны легкой нитью длиной $l = 5R/3$. Система находится в одной горизонтальной 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.



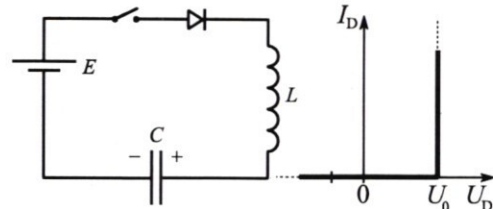
3. Обкладки конденсатора – круглые металлические сетки площадью S , расстояние между обкладками d ($d \ll \sqrt{S}$). Из точки, находящейся между обкладками на оси симметрии на расстоянии $0,25d$ от положительно заряженной обкладки, стартует с нулевой начальной скоростью положительно заряженная частица 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.

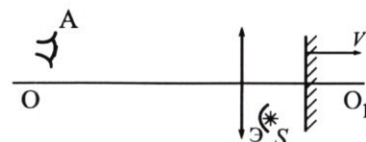
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 9$ В, конденсатор емкостью $C = 40$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 5$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,1$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$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

$$V = 68 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

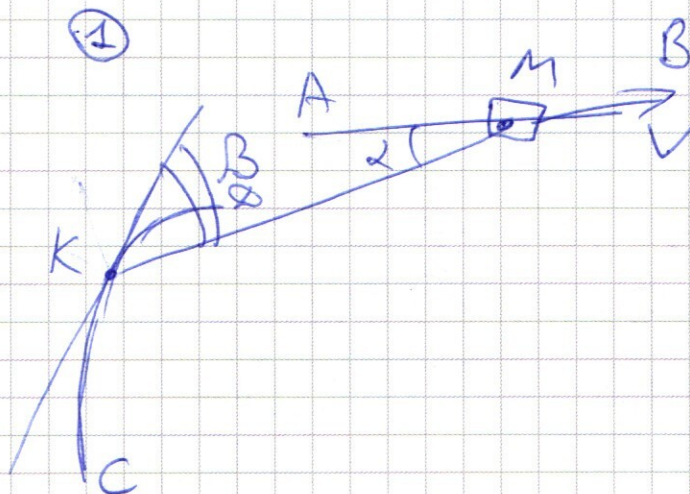
$$m = 0,1 \text{ кг}$$

$$R = 1,9 \text{ м}$$

$$l = \frac{SR}{3}$$

$$\cos 2 = \frac{15}{17}$$

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

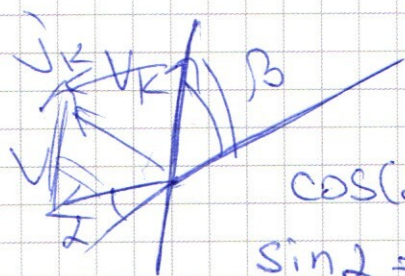


1) V_K - скорость колеса в этот момент.
Так как расстояние между муфтой и колесом не меняется, проекции скорости муфты и колеса на ось, содержащую ось, должны быть равны.

$$V_K \cos \beta = V \cos 2$$

$$V_K = V \frac{\cos 2}{\cos \beta} = V \cdot \frac{15}{17} \cdot \frac{5}{5} = 68 \frac{\text{см}}{\text{с}} \cdot \frac{75}{68} = 75 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

2) V_K' - скорость колеса отн. муфты.



$$(V_K')^2 = V^2 + V_K^2 - 2V V_K \cos(2 + \beta)$$

по т. косинусов ↑.

$$\cos(2 + \beta) = \cos 2 \cos \beta - \sin 2 \sin \beta$$

$$\sin 2 = \sqrt{1 - \frac{225}{289}} = \frac{8}{17}$$

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

по сн. триг. тождеству.

② (продолжение)
используя полученные данные,
вычислим: $V_K' = 77 \frac{\text{см}}{\text{с}}$

3) В лабораторной С.О.:

N — сила реакции опоры на кабель

T — сила натяжения нити.

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

В С.О. муфты:

$$-N \sin \beta + T = \frac{V_K'^2}{r} m$$

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

$$-\left(T \sin \beta - \frac{V_K^2}{R} m\right) \sin \beta + T = \frac{V_K'^2}{r} m$$

$$T(1 - \sin^2 \beta) + \frac{V_K^2}{R} m \sin \beta = \frac{V_K'^2}{r} m$$

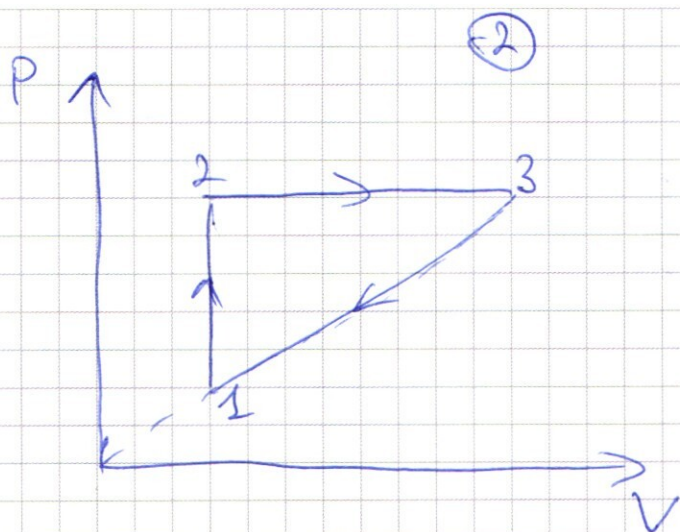
$$T = m \left(\frac{V_K'^2}{r} - \frac{V_K^2}{R} \sin \beta \right) \frac{1}{\cos^2 \beta}$$

$$= 15 \cdot 10^{-7} \text{ Н.}$$

Ответ: 1) $V_K = 75 \frac{\text{см}}{\text{с}}$; 2) $V_K' = 77 \frac{\text{см}}{\text{с}}$

$$3) T = 15 \cdot 10^{-4} \text{ Н.}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



1) На 1-2 и 2-3 внутренняя энергия, а значит и температура, повышается.
Для идеального одноатомного газа:

$C_V = \frac{3}{2}R$ — молярная теплоемкость при $V = \text{const}$

$C_P = \frac{5}{2}R$ — молярная теплоемкость при $P = \text{const}$.

На 2-3: $P = \text{const}$; на 1-2: $V = \text{const}$.

Отсюда: $\frac{C_V}{C_P} = \frac{3}{5}$

2) $Q = \Delta U + A$ ← первое начало термодинамики

$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T$ ΔT — изменение температуры
 ν — кол-во вещества

$A = P \Delta V =$
 $= \nu R \Delta T$

ΔU — изм. вн. энергии

A — работа газа

Q — подведенная теплота.

② (прогревание)

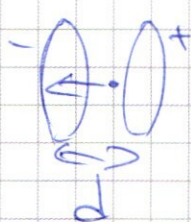
$$\left. \begin{aligned} Q &= \frac{5}{2} \nu R \Delta T \\ A &= \nu R \Delta T \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{Q}{A} = \frac{5}{2}$$

3) $\eta = \frac{A}{Q_{+}}$ ← работа газа за цикл
↑
к.п.д.
→ подведенная теплота.

Ответ: 1) $\frac{3}{5}$ 2) $\frac{5}{2}$.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

③



S - площадь обкладок

T - время вылета

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

$C = \frac{S\epsilon_0}{d}$ - емкость плоского конденсатора в вакууме

1) $V_1 = aT$, где a - ускорение частицы.

$0,75d$ - пройденный путь до вылета.

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

$$a = \frac{1,5d}{T^2} \Rightarrow V_1 = \frac{1,5d}{T}$$

2) $C = \frac{Q}{U}$ U - напряжение на конденсаторе.

$U = E \cdot d$ E - напряженность ЭП. напл

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

$$U = \frac{q}{\gamma} d$$

$$Q = C \cdot \frac{q}{\gamma} d = \frac{S\epsilon_0}{d} \cdot \frac{1,5d}{T^2} \cdot \frac{1}{\gamma} = \frac{1,5S\epsilon_0 d}{T^2 \gamma}$$

Ответ: 1) $V_1 = \frac{1,5d}{T}$ 2) $Q = \frac{1,5S\epsilon_0 d}{T^2 \gamma}$

④

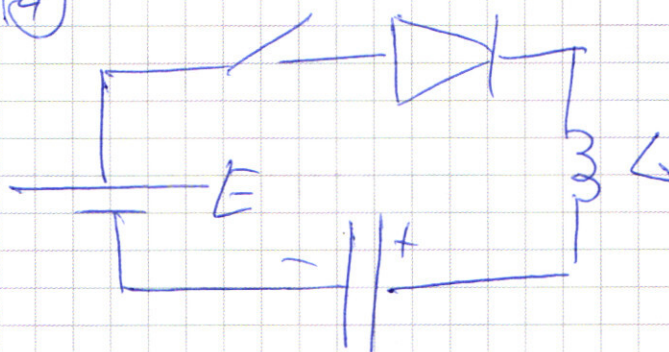
$$E = 9 \text{ В}$$

$$C = 40 \text{ мкФ}$$

$$U_1 = 5 \text{ В}$$

$$L = 0,1 \text{ Гн}$$

$$U_0 = 1 \text{ В}$$



1) $\frac{dy}{dt}$ - скорость возрастания тока
тоже замечали.

Обходим контур по правилу Кирхгофа:

$$E - U_0 + \mathcal{E}_{SI} - U_1 = 0$$

$\mathcal{E}_{SI}$ - эдс самоиндукции катушки.

$$\mathcal{E}_{SI} = -L \frac{dy}{dt}$$

$$E - U_0 - L \frac{dy}{dt} - U_1 = 0$$

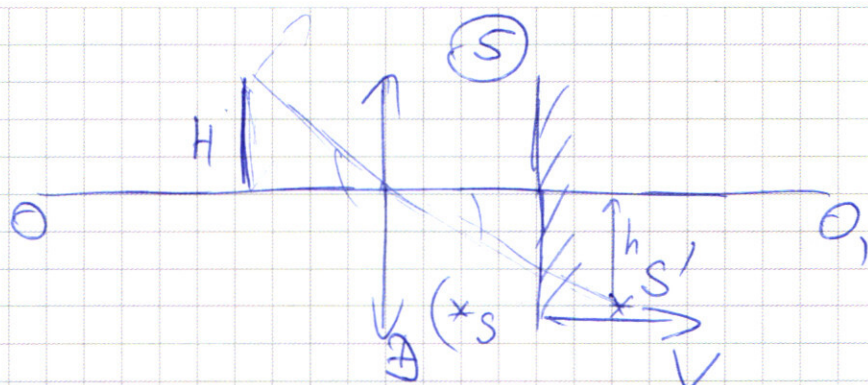
$$\frac{E - U_0 - U_1}{L} = \frac{dy}{dt} \Rightarrow \frac{dy}{dt} = \frac{9 - 1 - 5}{0,1} \frac{\text{А}}{\text{с}}$$

$$\frac{dy}{dt} = 30 \frac{\text{А}}{\text{с}}$$

2) макс. ток = ? = I_{max}
при макс. токе $\frac{dy}{dt}$ производная
по времени $\frac{dy}{dt} = 0$

$$E - U_0 - U_C = 0$$

U_C - напряжение на конденсаторе.



1) Изображение в зеркале - на расст. $\frac{F}{2}$ от него
таким образом, S' - на расстоянии $\frac{3}{2}F$ от линзы.

Применим формулу тонкой линзы:

$$\frac{1}{\frac{3}{2}F} + \frac{1}{F} = \frac{1}{F} \quad \begin{array}{l} F - \text{расстояние до} \\ \text{изображения} \end{array}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{3}{3F} - \frac{2}{3F} = \frac{1}{3F}$$

$$\boxed{F = 3F}$$

2,3) изображение источника в зеркале
двигается со скоростью $2V$.
рассмотрим малый промежуток
времени dt :

$$\frac{1}{F + dt \cdot 2V} + \frac{1}{d'} = \frac{1}{F}$$

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

из этой системы получим:

$V = -4V$, V/V_0 - скорость изображения в системе вдоль OO_1

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

④ (продолжение)

по з.с. Э! Работа источника тока на изменение энергий конденсатора и катушки и на работу трения ток в цепи.

$$\int q E = U_0 q + \frac{L y_{\max}^2}{2} + \left(\frac{C u_c^2}{2} - \frac{C u_1^2}{2} \right)$$

$$E - U_0 - u_c = 0$$

q — протекший заряд

$$u_c = E - U_0 = \frac{q_2}{C} \quad q_2 - q_1 = q$$

$$u_1 = \frac{q_1}{C} \quad \text{начальный заряд}$$

q_2 — конечный заряд.

$$\frac{q_2 - q_1}{C} = E - U_0 - u_1 = \frac{q}{C}$$

$$\frac{L y_{\max}^2}{2} = C(E - U_0 - u_1)(E - U_0) - \frac{C}{2}(E - U_0)^2 + \frac{C}{2}u_1^2$$

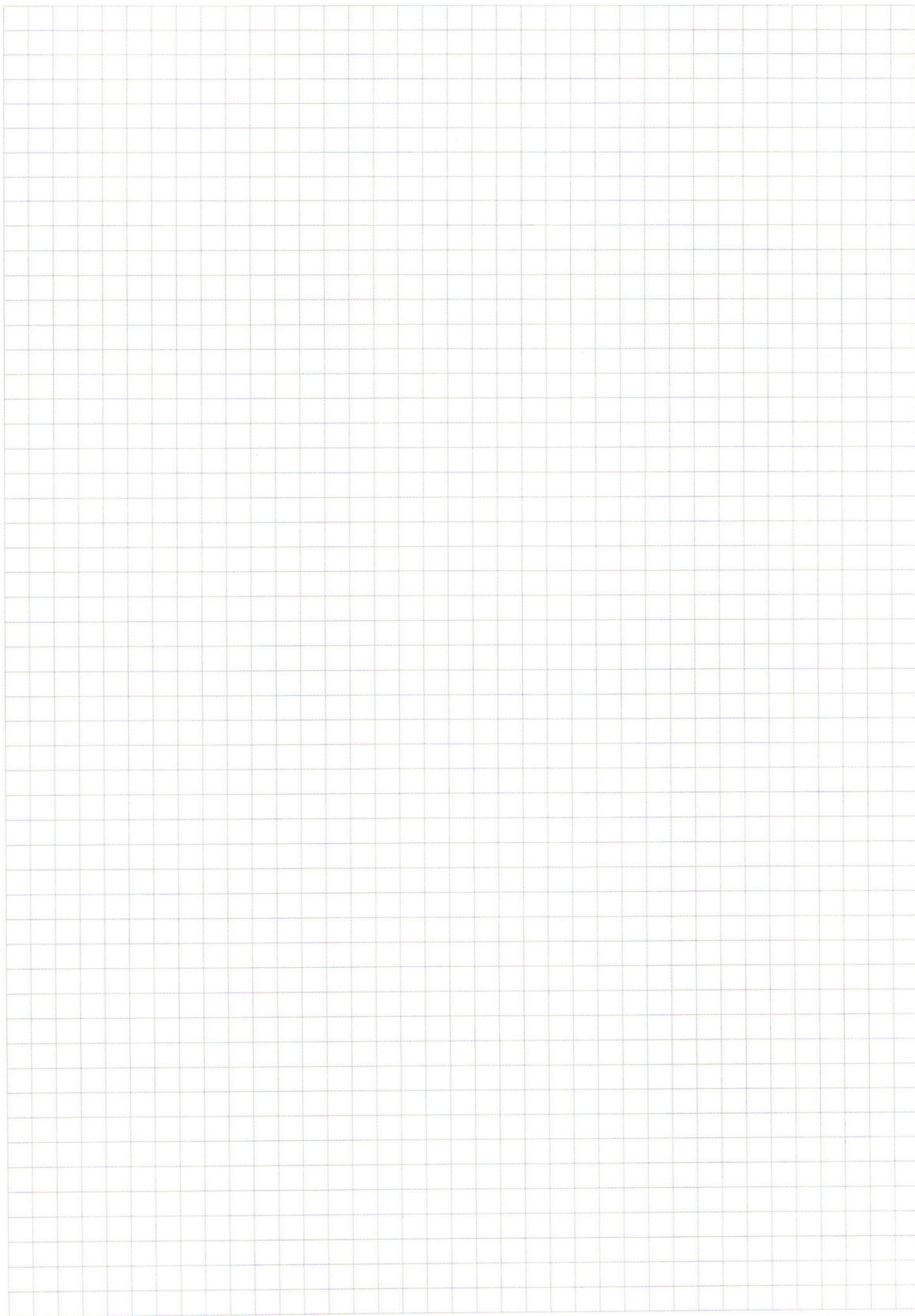
$$\frac{L y_{\max}^2}{2} = \frac{C}{2}(E - U_0)^2 - C u_1(E - U_0) + \frac{C}{2}u_1^2$$

$$y_{\max}^2 = \frac{2}{L} \cdot \frac{C}{2} \left((E - U_0)^2 - 2(E - U_0)u_1 + u_1^2 \right) = \frac{C}{L} (E - U_0 - u_1)^2$$

$$y_{\max}^2 = \frac{40 \cdot 10^{-6}}{0,1} \cdot 36 \cdot 10^{-9} \text{ A}^2 = 36 \cdot 10^{-9} \text{ A}^2$$

$$y_{\max} = 6 \cdot 10^{-2} \text{ A}$$

Ответ: 1) $\frac{dy}{dz} = 30 \frac{\text{A}}{\text{C}}$ 2) $y_{\max} = 6 \cdot 10^{-2} \text{ A}$.



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

из подобия $\triangle ABC \sim \triangle A'B'C'$
 $\frac{H}{d} = \frac{h}{f}$
 $\frac{H + V_y dt}{d + V_x dt} = \frac{h}{f + V_x dt}$
 $H = \frac{d}{f} h = \frac{3}{2} \frac{F}{3F} h =$
 $= \frac{h}{2}$
 $\frac{\frac{h}{2} + V_y dt}{\frac{3}{2} F + 2V dt} = \frac{h}{3F + V_x dt}$
 $V_y dt = \frac{h \cdot (\frac{3}{2} F + 2V dt)}{3F + V_x dt} - \frac{h}{2} = h \frac{\frac{3}{2} F + 2V dt}{3F - 4V dt} - \frac{h}{2} =$
 $= \frac{\frac{3}{2} F h + 2V h dt - \frac{3}{2} F h + 2V dt h}{3F - 4V dt} = \frac{4V dt h}{3F - 4V dt}$
 $V_y = \frac{4V \cdot \frac{3F}{2}}{2F} = V$

$$2) \angle \alpha = \frac{V}{4V} = \frac{1}{4}$$

$$3) (4V)^2 + V^2 = \sqrt{17} V$$

Ответ: 1) $3F$ 2) $\angle \alpha = \frac{1}{4}$ 3) $\sqrt{17} V$

$$\Delta f = \frac{F(\frac{3}{2}F + 2Vdt)}{\frac{F}{2} + 2Vdt} - F = \frac{\frac{3}{2}F^2 + 2VdtF - \frac{F^2}{2} - 2VdtF}{\frac{F}{2} + 2Vdt}$$

$$\Delta f = \frac{\frac{3}{2}F^2}{\frac{F}{2} + 2Vdt}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{\frac{3}{2}F + 2Vdt}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{\frac{3}{2}F + 2Vdt - F}{F(\frac{3}{2}F + 2Vdt)} = \frac{\frac{F}{2} + 2Vdt}{\frac{3}{2}F^2 + 2VdtF}$$

$$\frac{1}{\frac{3}{2}F + 2Vdt} + \frac{1}{F} = \frac{1}{f}$$

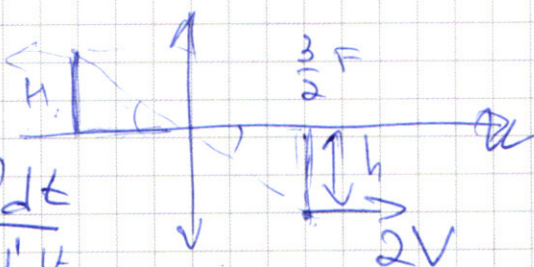
$$\Delta f = \frac{\frac{3}{2}F^2 + 2VdtF - (\frac{F}{2} + 2Vdt)F}{\frac{F}{2} + 2Vdt} = \frac{F^2}{\frac{F}{2} + 2Vdt} = \frac{F^2}{2F} = 2F$$

$$\Delta f = \frac{\frac{3}{2}F^2 + 2VdtF - 3F(\frac{F}{2} + 2Vdt)}{\frac{F}{2} + 2Vdt} = \frac{\frac{3}{2}F^2 - \frac{3}{2}F^2 - 2FVdt}{\frac{F}{2} + 2Vdt}$$

$$\Delta f = \frac{-2FVdt}{\frac{F}{2}} = -4Vdt$$

$$V = -4V(\text{гггг})$$

$$\frac{d + 2Vdt}{h} = \frac{f + V'dt}{H + V'dt}$$



$$\begin{array}{r} 309 \overline{) 16} \\ -16 \\ \hline 44 \\ -44 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$0,122 \left(\frac{5625}{\frac{5}{3} \cdot 190} - \frac{5929}{190} - \frac{3}{5} \right) \cdot 10^{-20}$$

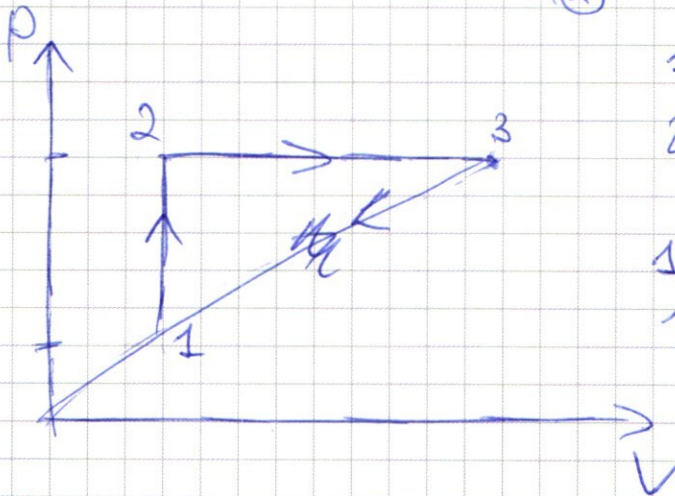
$$\frac{15}{100} \cdot 10^{-2}$$

$$= 0,1 \cdot \frac{16}{25} \cdot \frac{15}{190} \cdot 309 =$$

$$= \frac{15 \cdot 309 \cdot 16}{16 \cdot 1900} = \frac{15}{100}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

②



1-2: $\uparrow$

2-3: $\rightarrow$

1) $C_v = \frac{3}{2} R$
 $C_p = \frac{5}{2} R$
 $\frac{3}{5} ?$

2) $Q = \Delta U + A$
 $\Delta U = \frac{3}{2} R \Delta T$
 $A = R \Delta T$
 $Q = \frac{5}{2} R \Delta T$

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

3) $\eta = \frac{A}{Q^+} = \frac{Q^+ - Q^-}{Q^+}$

$A = \frac{1}{2} (p_2 - p_1) (V_3 - V_2) = \frac{1}{2} (2p_3 - p_1) (V_3 - V_1) =$
 $\frac{1}{2} p_3 (2V_3 - V_1) = \frac{1}{2} p_3 (V_3 - V_1)^2$
 $p_3 = 2p_2 = p_1$
 $p_1 = 2p_2$

$Q^+ = \frac{3}{2} R \Delta T_{12} + \frac{5}{2} R \Delta T_{23} = \frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) +$
 $\frac{5}{2} (p_3 V_3 - p_2 V_2) = -p_2 V_2 - \frac{3}{2} p_1 V_1 + \frac{5}{2} p_3 V_3 =$
 $= -2p_3 V_2 - \frac{3}{2} p_1 V_1 + \frac{5}{2} p_3 V_3 =$
 $\frac{1}{2} p_3 (V_3 - V_1)^2$
 $\eta = \frac{\frac{1}{2} p_3 (V_3 - V_1)^2}{-V_3 V_1 - \frac{3}{2} V_1^2 + \frac{5}{2} V_3^2} = \frac{(V_3 - V_1)^2}{-V_3 V_1 - 3V_1^2 + 5V_3^2}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\eta = \frac{V_3^2 - 2V_3V_1 + V_1^2}{-V_3V_1 - 3V_1^2 + 5V_3^2} = \frac{(V_3 - V_1)^2}{\cancel{3V_1^2} + 5V_3^2 - \frac{3}{5}V_1^2 - \frac{1}{5}V_3V_1}$$

$$= \frac{(V_3 - V_1)^2}{5((V_3 - V_1)^2 + 2V_1V_3 - V_1^2) - \frac{3}{5}V_1^2 - \frac{1}{5}V_3V_1} =$$

$$= \frac{(V_3 - V_1)^2}{5(V_3 - V_1)^2 + 10V_1V_3 - 5V_1^2 - 3V_1^2 - V_3V_1} =$$

$$= \frac{(V_3 - V_1)^2}{5(V_3 - V_1)^2 + 9V_3V_1 - 8V_1^2}$$

$$= 5 + \frac{9V_3V_1 - 8V_1^2}{(V_3 - V_1)^2} \rightarrow \min$$

$$\frac{9V_3V_1 - 8V_1^2}{(V_3 - V_1)^2} = \frac{-(8V_1^2 - 9V_3V_1)}{(V_3 - V_1)^2} = \frac{-(8V_1^2 - 9V_3V_1)}{(V_3 - V_1)^2}$$

$$\frac{5929 - 5625}{304}$$

$$\eta = \frac{V_1^2}{r} - \frac{V_1^2 \sin^2 \beta}{\cos^2 \beta}$$

$$\frac{5625}{3 \cdot 190} = \frac{5929}{190} \cdot \frac{3}{5}$$

$$\frac{16}{25}$$

$$= \frac{15}{10} = 1.5$$

④

$$E = 9 \text{ В}$$

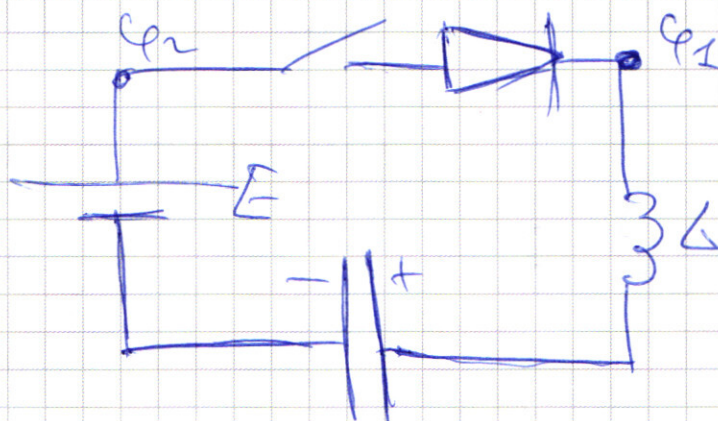
$$C = 40 \text{ мкФ}$$

$$U_1 = 5 \text{ В}$$

$$L = 0,1 \text{ Гн}$$

$$U_0 = 1 \text{ В}$$

$$\frac{dy}{dz} = ?$$



$$\frac{9 - 1 - 5}{0,1} = 30$$

$$1) E - U_0 - L \frac{dy}{dz} - U_1 = 0 ?$$

$$2) y_{\max} = ?$$

$$C = \frac{q}{U} \quad \frac{40 \cdot 10^{-6}}{0,1} \cdot 9$$

$$E - U_0 - U_c = 0$$

$$U_c = E - U_0$$

$$Eq = U_0 q + \frac{Ly^2}{2} + \Delta E_k$$

$$\frac{10^{-6} \cdot 1460 \cdot 2}{0,1} =$$

$$\Delta E_k = \frac{qU_1}{2} + \frac{U_c \cdot U_c C}{2}$$

$$= 2920 \cdot 10^5 \text{ Дж}$$

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

$$360$$

$$Eq = q(E - U_0) = \frac{Ly^2}{2} + \frac{C}{2} (U_c^2 - U_1^2)$$

$$\Delta q = -CU_1 + CU_c = C(U_c - U_1)$$

$$C(U_c - U_1)(E - U_0) = \frac{Ly^2}{2} + \frac{C}{2} (E^2 - 2EU_0 + U_0^2 - U_1^2)$$

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

$$C(E - U_0)^2 - CU_1(E - U_0) = \frac{Ly^2}{2} + \frac{C}{2} (E - U_0)^2 - \frac{CU_1^2}{2}$$

$$\frac{C}{2} (E - U_0)^2 - CU_1(E - U_0) - \frac{CU_1^2}{2} = \frac{Ly^2}{2}$$

$$20 \cdot 10^{-6} \cdot 64 - 40 \cdot 10^{-6} \cdot 8 + 20 \cdot 10^{-6} \cdot 25 =$$

$$= 10^{-6} (1280 - 320 + 500) = 10^{-6} (1280 + 180)$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3) $U_2 = ?$

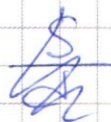
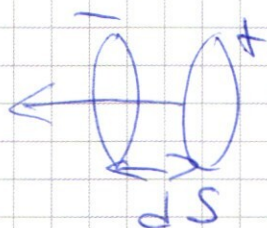
$\varphi_1 > \varphi_2$

~~Электрическое поле~~

$\varphi_2 - E + U_c = \varphi_1$

$\varphi_1 > \varphi_2$

$\varphi_1 - \varphi_2 = -E + U_c$



$SE = \frac{q}{\epsilon_0}$

$\frac{q}{S\epsilon_0} = Ed = U$

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

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

$1,5d = aT^2$

$a = \frac{F}{m} = \frac{qE}{m}$

$1,5d = \frac{qE}{m}T^2 = \gamma ET^2$

$E = \frac{1,5d}{\gamma T^2}$

$U = \frac{1,5d^2}{\gamma T^2}$

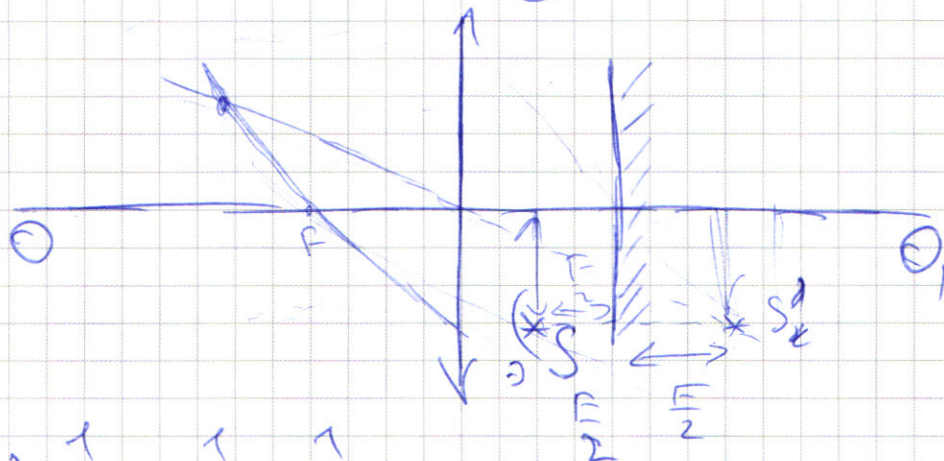
$Q = UC = \frac{S\epsilon_0}{d} \cdot \frac{1,5d}{\gamma T^2} = \frac{S\epsilon_0 \cdot 1,5d}{\gamma T^2}$

метод изображений?



$$\frac{kq^2}{2r} = E$$

(5)



$$1) \frac{1}{\frac{3F}{2}} + \frac{1}{F} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{F} - \frac{2}{3F} = \frac{3-2}{3F} = \frac{1}{3F}$$

$$F = 3F.$$

2) 2-?



$$2\left(\frac{F}{2} + V_d t\right) + \frac{F}{2} = \frac{3}{2}F + 2V_d t$$

$$- \frac{1}{\frac{3}{2}F + 2V_d t} + \frac{1}{F} = \frac{1}{F'}$$

$$- \frac{F + \frac{3}{2}F + 2V_d t}{\left(\frac{3}{2}F + 2V_d t\right)F} = \frac{1}{F'}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

①

$$V_K \cdot \cos \beta = V_m \cos \alpha$$

$$V_K = \frac{V_m \cos \alpha}{\cos \beta} = \frac{5625}{\cos \beta} + 364$$

$$-10249$$

$$\frac{5625}{\cos \beta} + 364 = 10249$$

$$\frac{5625}{\cos \beta} = 10249 - 364 = 9885$$

$$\cos \beta = \frac{5625}{9885} \approx 0.568$$

$$\beta \approx 55.4^\circ$$

②

$$(V_K')^2 = V_m^2 + V_K^2 - 2V_m V_K \cos(\alpha + \beta)$$

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

$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \frac{225}{289}} = \frac{12}{17}$$

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

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

$$V_K' = \sqrt{5625^2 + 10249^2 - 2 \cdot 5625 \cdot 10249 \cdot \frac{36}{85}} \approx 8153$$

3)

$$68^2 + 75^2 = 1156 + 5625 = 6781$$

$$\sqrt{6781} \approx 82.3$$

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

$$\frac{36}{85} \cdot 2.75 \cdot 68 = 8153$$

$$\begin{array}{r} 68 \\ \times 68 \\ \hline 544 \\ 408 \\ \hline 5624 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 75 \\ \times 75 \\ \hline 375 \\ 525 \\ \hline 5625 \end{array}$$

$$\sin \alpha = \frac{8}{17}$$

$$\sin \beta = \frac{3}{5}$$

$$\cos(\alpha + \beta) = \frac{60 - 24}{5 \cdot 17} = \frac{36}{5 \cdot 17}$$

$$2 \cdot 68 \cdot \frac{15}{75} \cdot \frac{36}{5 \cdot 17} = \frac{30 \cdot 36 \cdot 68}{17} = 120 \cdot 36$$

$$\begin{array}{r} 36 \\ \times 12 \\ \hline 72 \\ 36 \\ \hline 4320 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 5625 \\ 304 \\ \hline 5929 = 77^2 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 77 \\ \times 77 \\ \hline 539 \\ 539 \\ \hline 5929 \end{array}$$

$$4624 - 4320 + 5625 = 304 + 5625 = 5929 = 77^2$$

$$\cancel{I_{sin \beta}} m \frac{(V_k)^2}{p} =$$

$$Q^+ = \frac{3}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1) + \frac{5}{2} (P_3 V_3 - P_2 V_2) =$$

$$= \frac{3}{2} P_1 V_1 - \frac{3}{2} 2V_1^2 + \frac{5}{2} 2V_3^2$$

$$A = \frac{1}{2} (V_2 - V_1) (2V_3 - V_1) =$$

$$= \frac{1}{2} (V_2 - V_1) (2V_3 - V_1) =$$

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

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

$$= \frac{2V_3^2 - V_3 V_1 - 2V_3 V_1 + V_1^2}{-22V_3 V_1 - 32V_1^2 + 52V_3^2}$$