

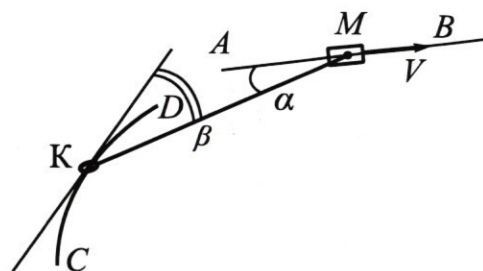
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 11

Вариант 11-03

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

1. Муфту М двигают со скоростью $V = 34$ см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 0,3$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 0,53$ м. Кольцо и муфта связаны легкой нитью длиной $l = 5R/4$. Система находится в одной горизонтальной плоскости. В некоторый момент нить составляет угол α ($\cos \alpha = 15/17$) с направлением движения муфты и угол β ($\cos \beta = 3/5$) с направлением движения кольца.



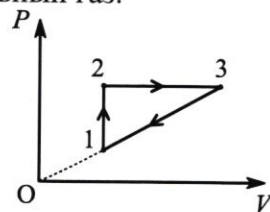
- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения нити в этот момент.

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 изменения внутренней энергии газа к работе газа.

3) Найти предельно возможное максимальное значение КПД такого цикла.

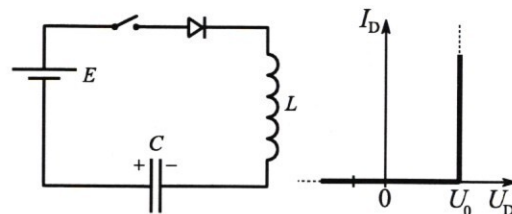


3. Обкладки конденсатора – круглые металлические сетки, радиус обкладок намного больше расстояния d между обкладками. Из точки, находящейся между обкладками на оси симметрии на расстоянии $0,3d$ от отрицательно заряженной обкладки стартует с нулевой начальной скоростью отрицательно заряженная частица и вылетает из конденсатора перпендикулярно обкладкам со скоростью V_1 . Удельный заряд частицы $\frac{|q|}{m} = \gamma$.

- 1) Через какое время T частица будет находиться на одинаковых расстояниях от обкладок?
- 2) Найдите величину Q заряда обкладок конденсатора.
- 3) С какой скоростью V_2 будет двигаться частица на бесконечно большом расстоянии от конденсатора?

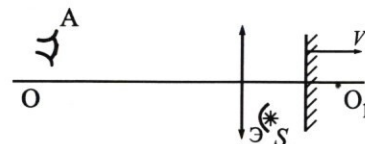
При движении частицы электрическое поле, созданное зарядами конденсатора, считать неизменным, а электрическое поле внутри конденсатора вблизи оси симметрии считать однородным.

4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 6$ В, конденсатор емкостью $C = 40$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 2$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,1$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$ В. Ключ замыкают.



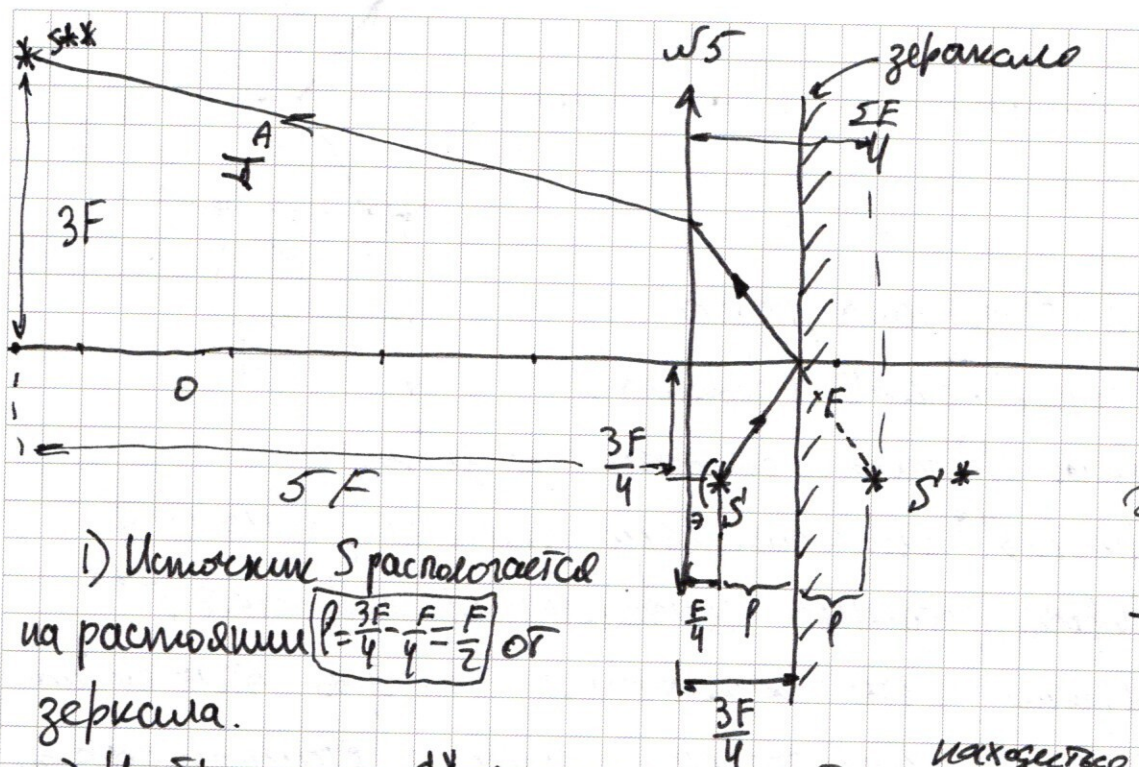
- 1) Найти скорость возрастания тока сразу после замыкания ключа.
- 2) Найти максимальный ток после замыкания ключа.
- 3) Найти установившееся напряжение U_2 на конденсаторе после замыкания ключа.

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 плоскости $F/4$ от линзы. Линза и источник неподвижны, а зеркало движется со скоростью V вдоль оси OO_1 . В некоторый момент зеркало оказалось на расстоянии $3F/4$ 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) Источник S располагается на расстоянии $\left[\frac{3F}{4} - \frac{F}{4} = \frac{F}{2} \right]$ от зеркала.

2) Изображение S' предмета S будет находиться лежать на зеркала на том же расстоянии $\rho = \frac{F}{2}$ и на расстоянии от OO_1 равным $\frac{3F}{4}$.

3) Луч света отразится от зеркала так, чтобы его продолжение попало в изображение S' . Видно, что S' является действительным предметом для линзы и d - расстояние от S' до линзы, $d = \frac{3F}{4} + \rho = \frac{3F}{4} + \frac{F}{2}$

4) Так как $d > F$, ~~то~~ линза собирающая, то справедливо равенство:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \rightarrow f = \frac{d \cdot F}{d - F} = \frac{\frac{5F}{4} \cdot F}{\frac{5F}{4} - F} = 5F$$

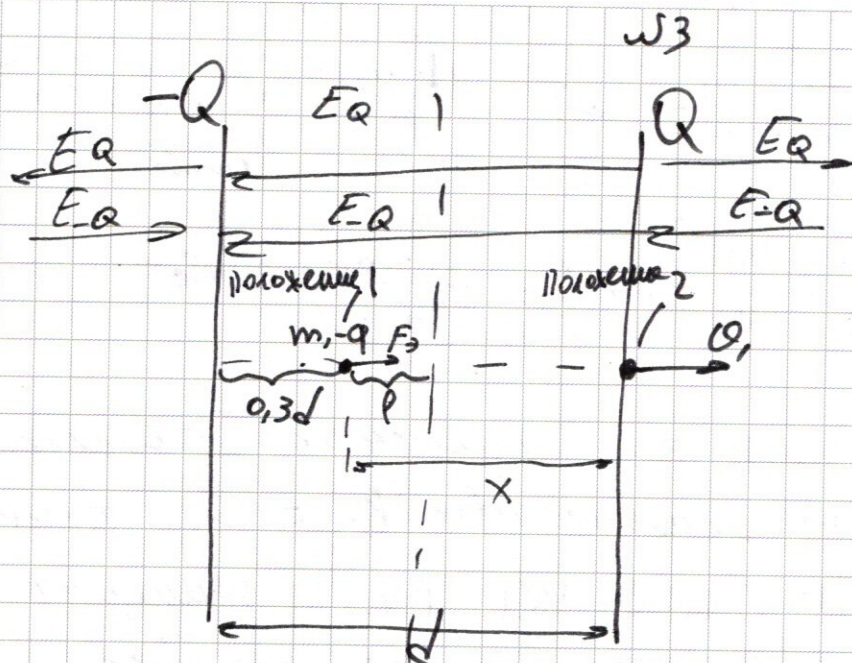
① $f = 5F$ Ответ

Получается, S'' является действительным изображением в системе, и оно находится на расстоянии F от линзы.

Дано:
 F, ρ

Найти:
1) $f = ?$ - расстояние от плоскости линзы до изображения в системе
2) $L = ?$
3) $U = ?$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



Дано:
 $d, Q, \gamma = \frac{1}{m}$

$q < 0$

Найти:

1) $T = ?$

2) $Q = ?$

3) $Q_2 = ?$

1) Внутри конденсатора существует однородное электрическое поле с напряженностью $E_z = E_Q + E_{-Q}$ по принципу суперпозиции (E_Q и E_{-Q} - поле создаваемые пластинами по отдельности) E_z

$$E_Q = \frac{Q}{2\epsilon_0 S}$$

$$E_{-Q} = \frac{Q}{2\epsilon_0 S}$$

$E_z = \frac{Q}{\epsilon_0 S}$ - напряженность ЭП ^{электрическое поле} ~~везде~~ ^{на} обкладках.

2) На заряд действует сила со стороны ~~поля~~ ЭП конденсатора, т.к. $q < 0$, то сила будет та, F_z будет толкать заряд влево.

$$F_z = E_z \cdot q = \text{const также по 2ЗН} \quad F_z = m \cdot a, \quad a = \text{const, т.к. } F_z = \text{const}$$

$$E_z \cdot q = m \cdot a \rightarrow a = E_z \cdot \frac{q}{m} \quad (a - \text{ускорение заряда})$$

3) По закону изменения кин. энергии:

$$A_{F_z} = E_{k2} - E_{k1} \rightarrow F_z \cdot x = \frac{m v_2^2}{2} + \frac{m \cdot 0^2}{2}, \quad \text{где } x = d - 0.3d = 0.7d$$

$$x \cdot q \cdot E_z = \frac{m v_2^2}{2} \rightarrow E_z = \frac{m v_2^2}{14 d \cdot q}$$

Получается, что $a = \frac{m \cdot 0,2}{1,4d \cdot q} \cdot \frac{q}{m} = \frac{0,2}{1,4d}$

Т.к. $a = \text{const}$, то справедливо, что:

$$s = v_0 t + \frac{at^2}{2} \Rightarrow l = 0 \cdot T + \frac{a \cdot T^2}{2}, \text{ где } l = 0,5d - 0,3d = 0,2d$$

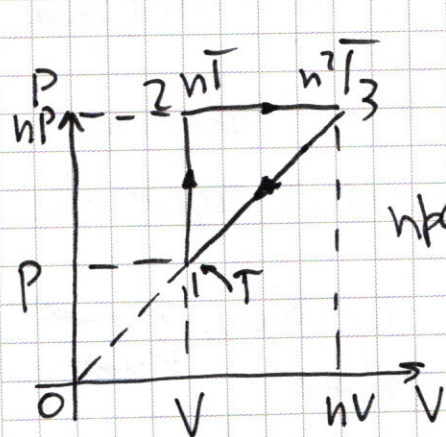
$$0,2d = \frac{0,2}{1,4d \cdot 2} \cdot T^2 \rightarrow T = \frac{d^2 \cdot 0,56}{0,2} \quad \text{①} \quad T = \frac{d}{0,2} \sqrt{0,56}$$

Ответ

$$4) \left. \begin{aligned} E_z &= \frac{Q}{\epsilon_0 S} \\ E_z &= \frac{m \cdot 0,2}{1,4d \cdot q} \end{aligned} \right\} \frac{Q}{\epsilon_0 S} = \frac{m \cdot 0,2}{1,4d \cdot q} \rightarrow Q = \frac{0,2^2 \cdot \epsilon_0 S}{1,4d \cdot \gamma} \quad \text{②} \quad \text{Ответ}$$

5) Скорость частицы на бесконечно большом расстоянии от конденсатора ($Q_2 = Q_1$), так как вне конденсатора поле нет, т.к. по принципу суперпозиции напряженности одних зарядов за пределами конденсатора уничтожаются друг-друга $\Rightarrow$ после вылета из конденсатора на частицу не будут действовать никакие силы: ③ $Q_2 = Q_1$ Ответ

Ответ: 1) $T = \frac{d}{0,2} \sqrt{0,56}$; 2) $Q = \frac{0,2^2 \cdot \epsilon_0 S}{1,4d \cdot \gamma}$; 3) $Q_2 = Q_1$



1) 3-1 — процесс пропорциональности давлению от объема $\Rightarrow$ в „3“

т.е. $P \propto V$ — процесс и объем больше давлению и объема в „1“ на какую величину „n“.

$\Rightarrow T_3 = n^2 T_1$ ($T_1 = T$) $T_3 = n^2 T$; по уравнению Менделеева-Клапейрона: где „2“ и „3“:

$$\left. \begin{aligned} n^2 P \cdot V &= \nu R T_3 \\ n^2 P V &= \nu R n^2 T \end{aligned} \right\} T_2 = nT$$

Найти:

1) $\frac{C_{12}}{C_{23}} = ?$

2) $\frac{\Delta U_{23}}{A_{23}} = ?$

3) $\eta_{\text{max}} = ?$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2) Температура растёт в процессах: "1-2" и "2-3" (в этих процессах график переходит в то положение, где изотермы выше изотерм в предыдущих положениях, а чем выше изотерма, тем выше температура в осях P-V)

"1-2" $A_{12} = 0$ (т.к. $V_{12} = \text{const}$) $\Rightarrow Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} = \Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R T(n-1)$
 $\cdot \Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R T(n-1) = \frac{3}{2} P V(n-1)$

"2-3" $P = \text{const} \Rightarrow Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23}$

т.к. $V_2 \uparrow \uparrow$ $\cdot A_{23} = \oint p_{23} = n P (n V - V) = P V n(n-1) = \nu R T n(n-1)$

$\cdot \Delta U_{23} = \frac{3}{2} \nu R T n(n-1)$

$Q_{23} = \nu R T n(n-1) + \frac{3}{2} \nu R T n(n-1) = \frac{5}{2} \nu R T n(n-1)$

3) $Q = C \Delta T \rightarrow C = \frac{Q}{\Delta T}$ — молярная теплоёмкость

$C_{12} = \frac{\frac{3}{2} \nu R T(n-1)}{\nu T(n-1)} = \frac{3}{2} R$

$C_{23} = \frac{\frac{5}{2} \nu R T n(n-1)}{\nu T n(n-1)} = \frac{5}{2} R$

$\frac{C_{23}}{C_{12}} = \frac{\frac{5}{2} R}{\frac{3}{2} R} = \frac{5}{3}$

Ответ $\frac{C_{23}}{C_{12}} = \frac{5}{3}$

4) $\frac{\Delta U_{23}}{A_{23}} = \frac{\frac{3}{2} \nu R T n(n-1)}{\nu R T n(n-1)} = \frac{3}{2}$

Ответ $\frac{\Delta U_{23}}{A_{23}} = \frac{3}{2}$

5) $\eta = \frac{A_z}{Q_H}$, где A_z — работа за цикл, а Q_H — теплота, идущая от нагревателя

$\cdot A_z = \oint p_{123} = \frac{1}{2} \cdot P(n-1) \cdot V(n-1) = \frac{1}{2} P V(n-1)^2$

• $Q_n = Q_{12} + Q_{23}$ (в данных процессах теплота поглощается)

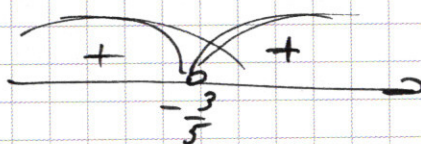
$$\left. \begin{aligned} Q_{12} &= \frac{3}{2} pV(n-1) \\ Q_{23} &= \frac{5}{2} pVn(n-1) \end{aligned} \right\} Q_n = \frac{3}{2} pV(n-1) + \frac{5}{2} pVn(n-1) = \frac{1}{2} pV(n-1)(3+5n)$$

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

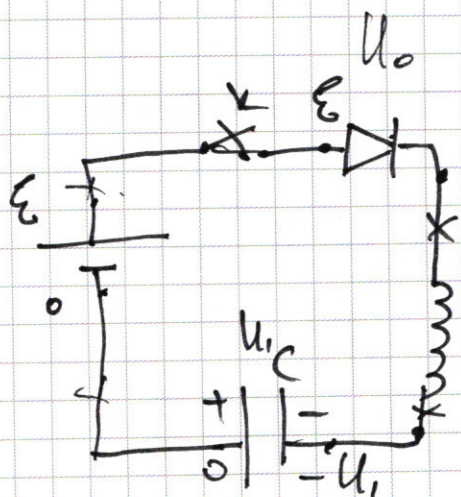
при $\eta = \eta_{\max}$, $\eta' = 0$

$$\eta' = \frac{3+5n-5n+5}{(3+5n)^2} = \frac{3+5-5n+5n}{25n^2+30n+9} \approx 0$$

$$\frac{8}{(n+\frac{3}{5})^2} = 0$$



54



1) Сразу после того, как закрывается ключ напряжение на конденсаторе $U_C(0) = U_C$ и ток через катушку не меняется, а ~~он~~ его до замыкания не было $\Rightarrow I_L(0) = 0 \Rightarrow I'(0) = 0$, ток через в цепи:

$$U_L = L \cdot I' - I' = \frac{U_C}{L}$$

Сразу после замыкания диод открыт, т.к. $\Rightarrow$ на нем напряжение U_0 . По принципу потенциалов $U_L = U_0 + E -$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{Q}{\epsilon_0 S} = \frac{m v_1^2}{1,4 q d} \rightarrow Q = \frac{m v_1^2 \cdot \epsilon_0 S}{1,4 q d}$$

ЗУКЭ

$$F_z = q \cdot E_z$$

$$A_{\text{всех сил}} = E_{k2} - E_{k1}$$

$$A_{F_z} = \frac{m v_1^2}{2} - 0$$

$$A_{F_z} = F_z \cdot s = q \cdot E_z \cdot 0,7 d$$

$$q \cdot E_z \cdot 0,7 d = \frac{m v_1^2}{2} \rightarrow E_z = \frac{m v_1^2}{q \cdot d \cdot 1,4}$$

$$F = E_z \cdot q$$

$$F = m \cdot a$$

$$E_z \cdot q = m a$$

$$a = E_z \cdot \frac{q}{m}$$

$$\frac{m v_1^2}{1,4 q d} = q \cdot \frac{Q}{\epsilon_0 S}$$

$$0,2 d = \frac{v_1^2}{1,4 d} \cdot \frac{\epsilon^2}{2}$$

$$t^2 = \frac{0,2 \cdot 2 \cdot 1,4 \cdot d^2}{v_1^2}$$

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

$$a = \frac{m v_1^2}{q \cdot d \cdot 1,4} \cdot \frac{q}{m}$$

$$a = \frac{v_1^2}{1,4 d}$$

$$F_z = \frac{m \cdot v_1^2}{1,4 d}$$

$$t = \frac{d}{v_1} \sqrt{0,56}$$

$$Q = C \cdot U$$

$\epsilon \neq$

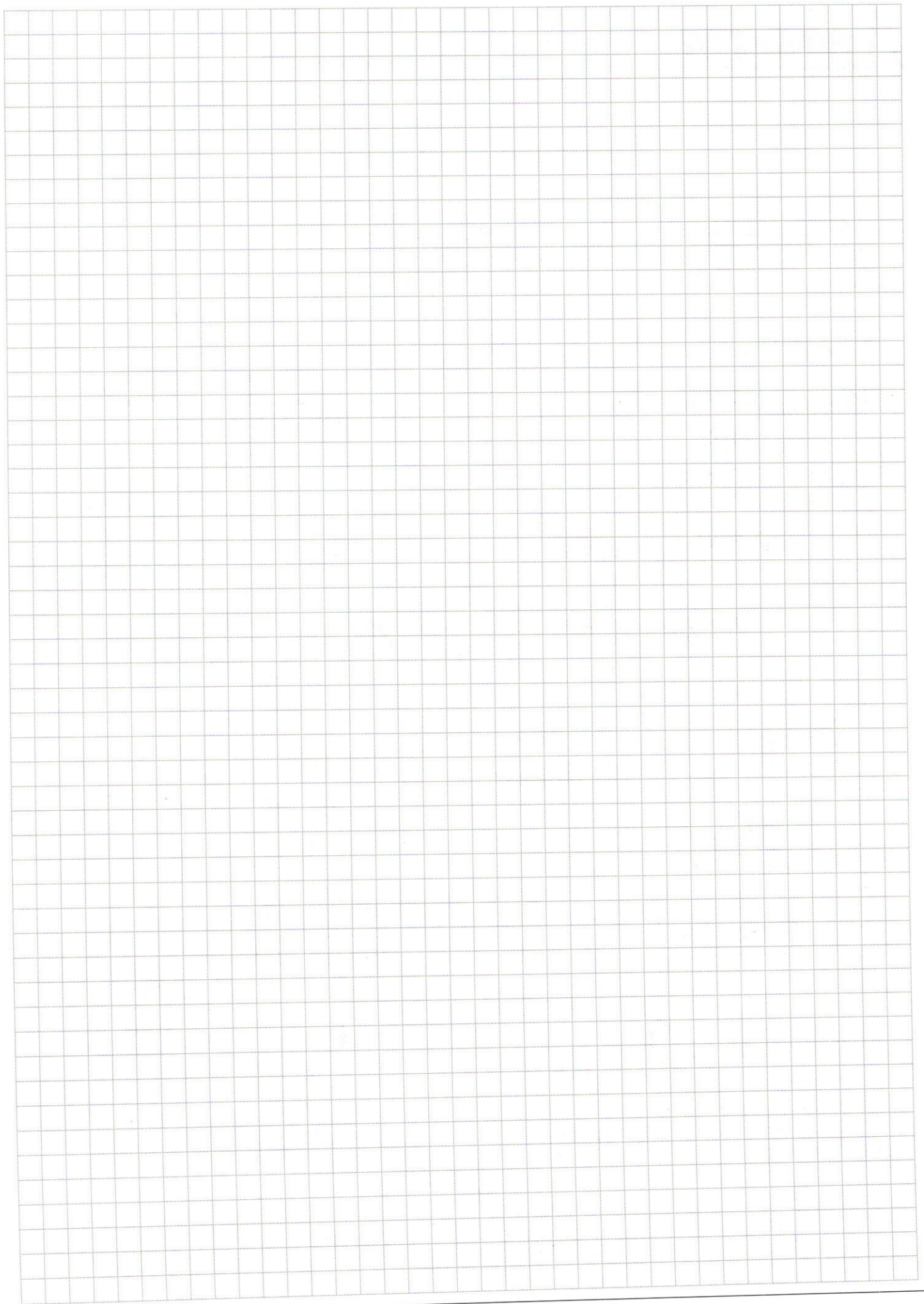
$$F_z = q \cdot E_z$$

$$F_z = m \cdot a$$

$$E_z = \frac{Q}{\epsilon_0 S}$$

$$Q = \frac{\epsilon_0 S \cdot U}{d}$$

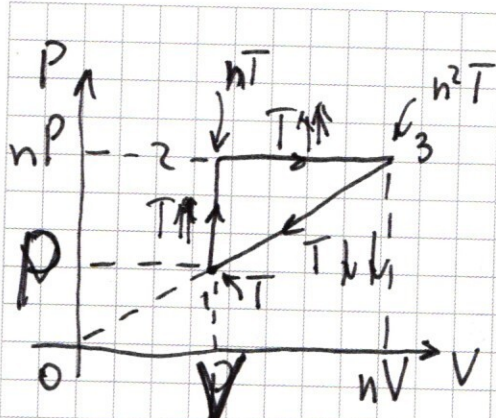
$$U = E_z \cdot d$$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



γ_2

$i=3$

$$C = \frac{Q}{T}$$

$$(Q = CT = c \gamma T)$$

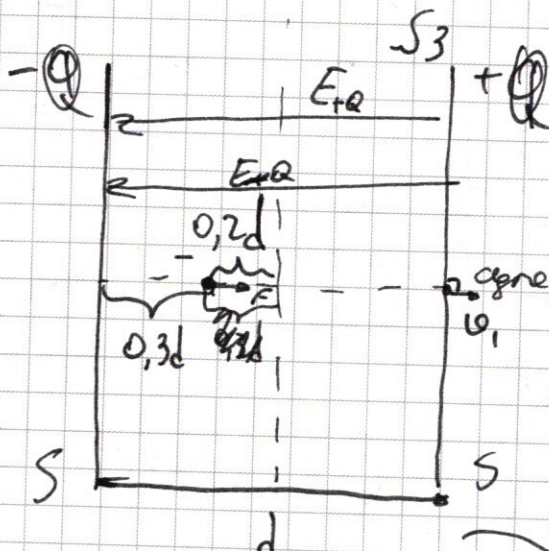
1) „1-2“ и „2-3“ $T \uparrow$:

$$Q = \Delta U + A$$

„1-2“ $\rightarrow A = 0 (V = \text{const})$

$$(Q = \Delta U = T(n-1)) \rightarrow T(n-1) = c_{12} \gamma (n-1) T$$

$$c_{12} = \frac{1}{\gamma}$$



$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0} \quad \sigma = \frac{Q}{S}$$

$$E = \frac{Q}{\epsilon_0 S}$$

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 = \frac{Q}{\epsilon_0 S}$$

$$F = q \cdot E = \frac{Q \cdot q}{\epsilon_0 S}$$

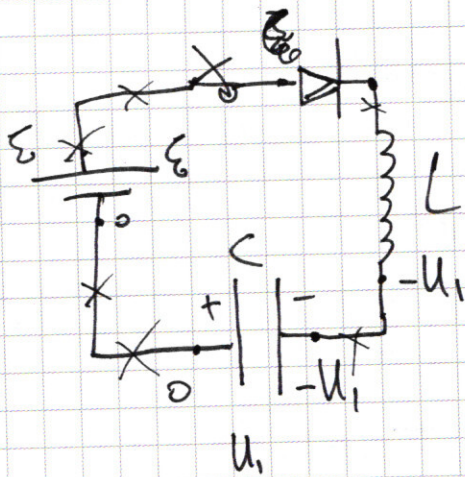
$$m \cdot a = F \rightarrow a = \frac{F}{m} = \frac{Q \cdot q}{\epsilon_0 S \cdot m} = \frac{Q \cdot \gamma}{\epsilon_0 S} = \text{const}$$

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

$$S = v_0 t + \frac{a t^2}{2} \rightarrow 0,2d = \frac{Q \gamma \cdot t^2}{\epsilon_0 S \cdot 2}$$

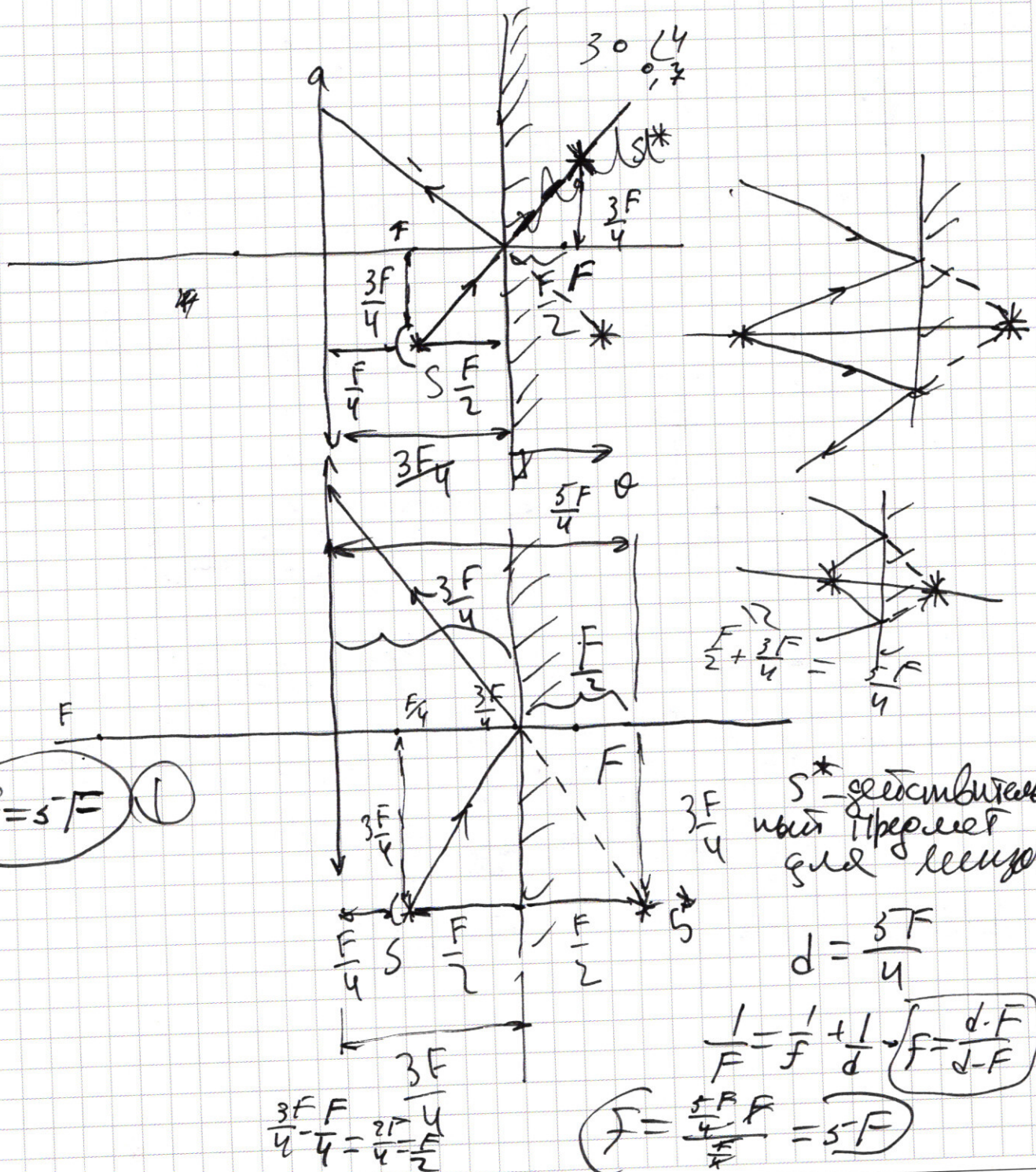
$$W = V \cdot w ; w =$$

$$t^2 = \frac{0,4d \cdot \epsilon_0 S}{Q \cdot \gamma}$$



$$U_L = L \cdot I'$$

$$I' = \frac{U_L}{L}$$



$$f = s \cdot F$$

S^* - действительный ток
для цепи:

$$d = \frac{5F}{4}$$

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

$$F = \frac{\frac{5F}{4} \cdot F}{\frac{5F}{4} - F} = 5F$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

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

$$\eta' = \frac{(n-1)'(3+5n) - (n-1)(3+5n)'}{(3+5n)^2} = 0$$

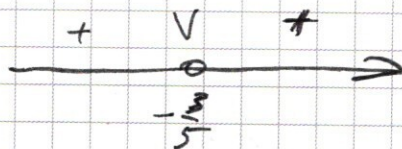
$$\frac{3+5n-5n+5}{9+30n+25n^2} = 0$$

$$\frac{8}{(5x+3)^2} \Rightarrow$$

$$\frac{8}{25n^2+30n+9} = 0$$

$$25n^2+30n+9=0$$

$$\begin{array}{r} \times 25 \\ 36 \\ + 150 \\ \hline 750 \\ \hline 900 \end{array}$$



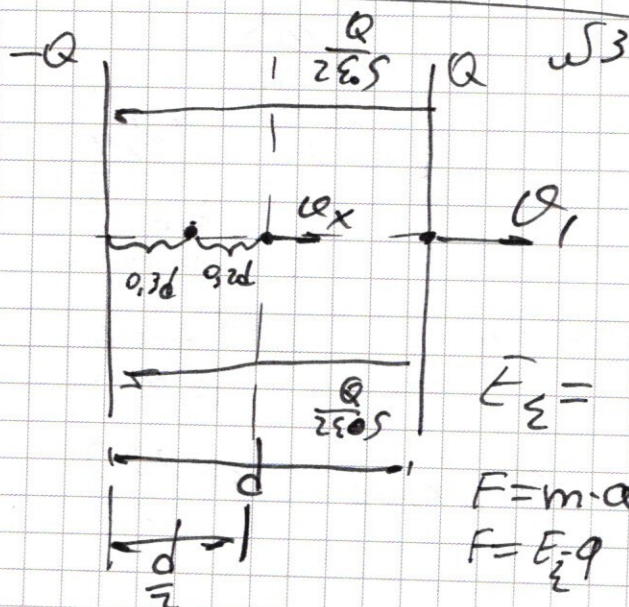
$$D = 900 - 900 = 0$$

$$\left(x_0 = \frac{-30}{50} = -\frac{3}{5} \right)$$

$$x = -\frac{3}{5}$$

$$5x = -3$$

$$5x+3=0$$



$$E_z = \frac{Q}{\epsilon_0 S}$$

$$\varphi_1 - \varphi_2 = E_z \cdot d$$

$$U = E_z \cdot d$$

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

$$-5 = \frac{d \cdot C}{\epsilon_0 S}$$

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

$$C = \frac{Q}{E_z \cdot d}$$

$$E_z =$$

$$F = m \cdot a$$

$$F = E_z \cdot q \quad \left. \vphantom{\begin{matrix} F = m \cdot a \\ F = E_z \cdot q \end{matrix}} \right\} ma = E_z \cdot q \Rightarrow \left(a = \frac{E_z \cdot q}{m} = E_z \cdot \gamma \right)$$

$$s = v_0 t + \frac{at^2}{2} \rightarrow 0,2d = \frac{E_z \gamma \cdot t^2}{2}$$

$$C = \frac{\epsilon_0 \cdot s}{d} \quad s = \frac{dC}{\epsilon_0}$$

$$t^2 = \frac{0,4d}{E_z \gamma}$$

$$E_z = \frac{Q}{\epsilon_0 s}$$

$$U = E_z \cdot d$$

$$E_z = \frac{Q \cdot \epsilon_0}{\epsilon_0 \cdot d \cdot C} =$$

$$E_z = \frac{Q}{d \cdot C} \quad C = U \cdot Q$$

$$E_z = \frac{1}{d \cdot U}$$

$$N = W.$$

$$A = E_{k2} - E_{k1}$$

$$A = E_{k2}$$

$$A = (U_1 - U_2) \cdot q \quad U = \frac{Q}{C}$$

$$U \cdot q = \frac{mv_1^2}{2} \quad U = \frac{mv_1^2}{2q} = \frac{0,2}{2 \cdot 1,4}$$

$$W_2 = A \cdot 20$$

$$\left. \begin{array}{l} F = E_z \cdot q \\ F = ma \end{array} \right\} a = E_z \gamma$$

$$E_z = \frac{Q}{\epsilon_0 s}$$

$$A = E_{k2} - E_{k1}$$

$$A = E_{k2}$$

$$A = F \cdot l = E_z \cdot q \cdot 0,7d$$

$$E_z \cdot q \cdot 0,7d = \frac{mv_1^2}{2}$$

$$E_z = \frac{mv_1^2}{1,4qd}$$

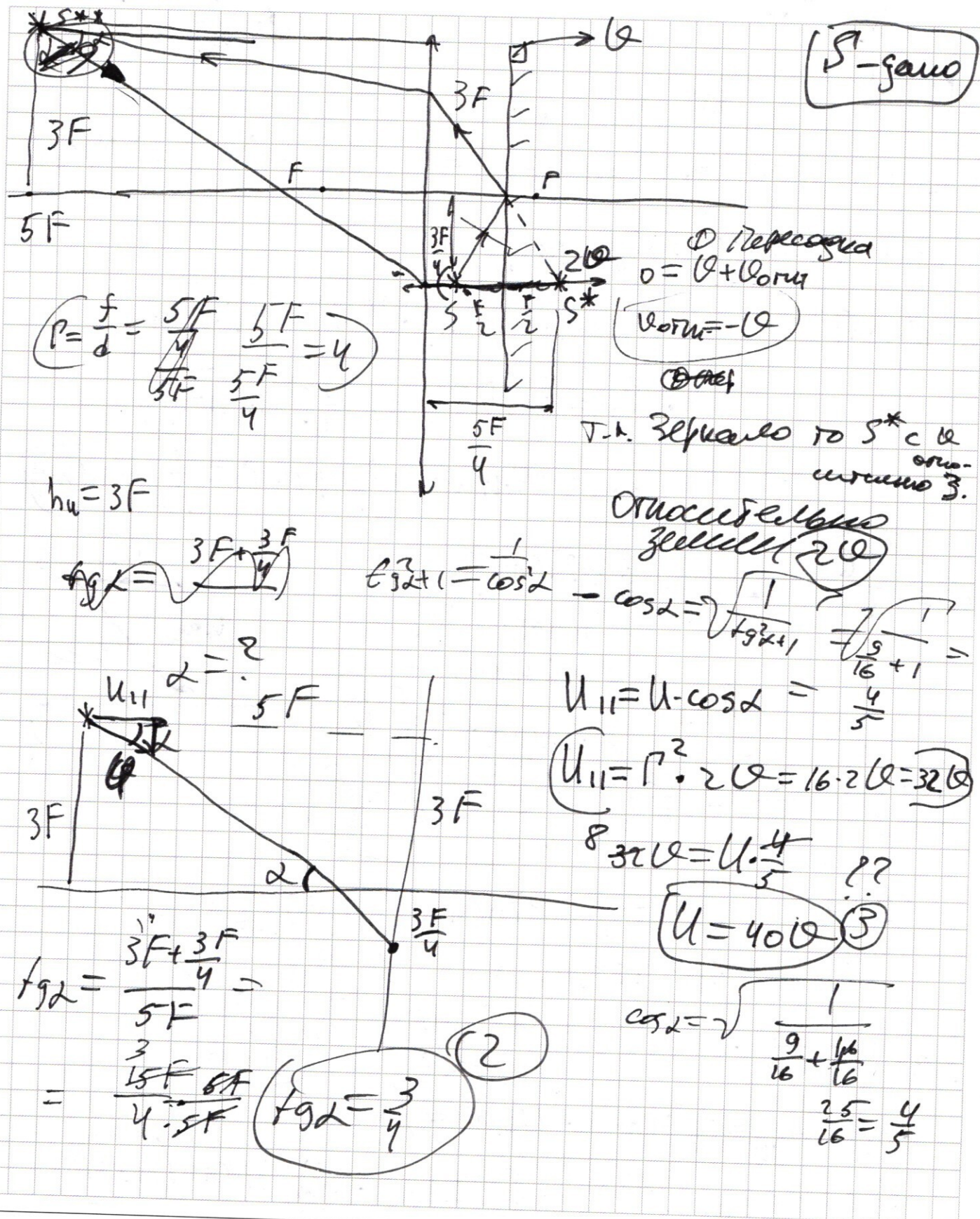
$$t^2 = \frac{0,4d}{\frac{mv_1^2}{1,4qd} \cdot \frac{q}{m}} = \frac{0,4d \cdot d \cdot 1,4}{v_1^2} =$$

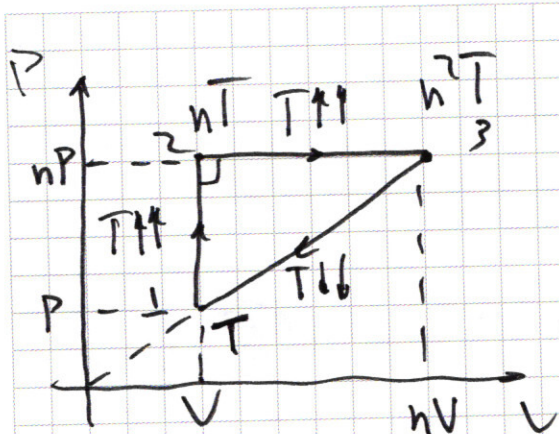
$$t = \frac{d}{v_1} \sqrt{0,56}$$

$$0,2 \dots$$

$$\begin{array}{r} 1,4 \\ \times 0,4 \\ \hline 56 \\ 0,56 \end{array}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА





ω_2

$$C = \frac{Q}{\Delta T}$$

$$G = \frac{Q}{T}$$

$$Q = G \cdot T$$

$$G = \frac{\delta Q}{\delta T}$$

1) "1-2": $A_{12} = 0 (V = \text{const}) \Rightarrow Q_{12} = \Delta U = \frac{3}{2} \nu R T (n-1) = \frac{3}{2} P V (n-1)$

"2-3": $P = \text{const} \Rightarrow Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23}$

$$Q = G \cdot V \cdot \Delta T$$

$$A_{23} = +S_{rp} = nP \cdot (nV - V) = pV \cdot n(n-1)$$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \nu R T n(n-1) = \frac{3}{2} pV n(n-1)$$

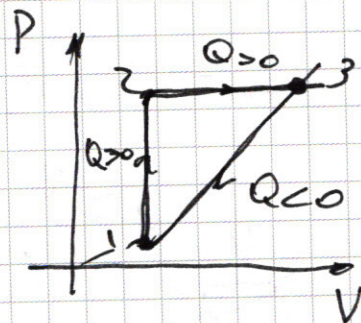
$$Q_{23} = pV \cdot n(n-1) + \frac{3}{2} pV n(n-1) = \frac{5}{2} pV n(n-1)$$

$$C = \frac{Q}{\nu \Delta T}$$

$$C_{12} = \frac{\frac{3}{2} \nu R T (n-1)}{\nu T (n-1)} = \frac{3}{2} R$$

$$C_{23} = \frac{\frac{5}{2} \nu R T n(n-1)}{\nu \cdot T n(n-1)} = \frac{5}{2} R$$

$$K = \frac{C_{12}}{C_{23}} = \frac{\frac{3}{2} R}{\frac{5}{2} R} = \frac{3R}{2} \cdot \frac{2}{5R} = \frac{3}{5} \quad \left(\frac{C_{23}}{C_{12}} = \frac{5}{3} \right)$$



2) $\frac{\Delta U_{23}}{A_{23}} = ?$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \nu R T n(n-1)$$

$$A_{23} = \nu R T n(n-1)$$

$$\frac{\Delta U_{23}}{A_{23}} = \frac{3}{2} \quad (2)$$

? 3) $\eta = \frac{A_{\Sigma}}{Q_{\Sigma}}$

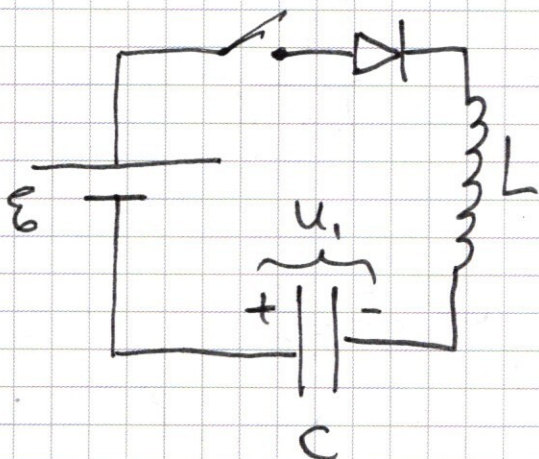
$$\eta = \frac{\frac{1}{2} pV (n-1)^2}{\frac{1}{2} pV (n-1) (3+5n)} = \frac{n-1}{3+5n}$$

$$A_{\Sigma} = S_{rp, 123} = \frac{1}{2} p(n-1) \cdot V(n-1) = \frac{1}{2} pV (n-1)^2$$

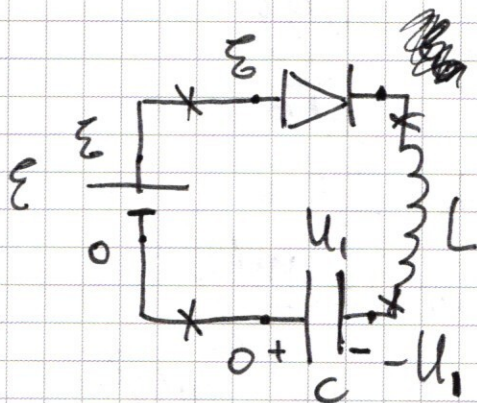
$$Q_{\Sigma} = Q_{12} + Q_{23} = \frac{3}{2} pV (n-1) + \frac{5}{2} pV n(n-1) \Rightarrow Q_{\Sigma} = \frac{1}{2} pV (n-1) (3+5n)$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

С Э Л И



$$U_L = L \cdot I' \rightarrow I' = \frac{U_L}{L}$$

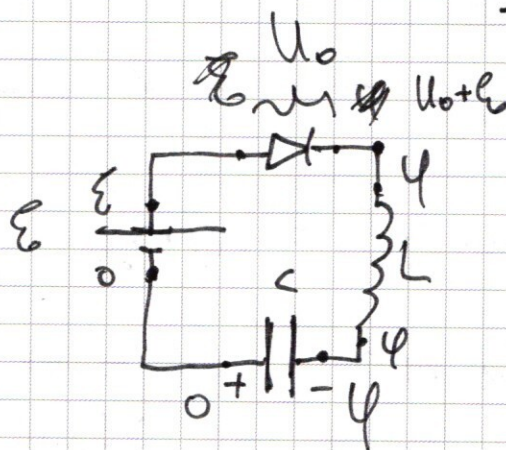
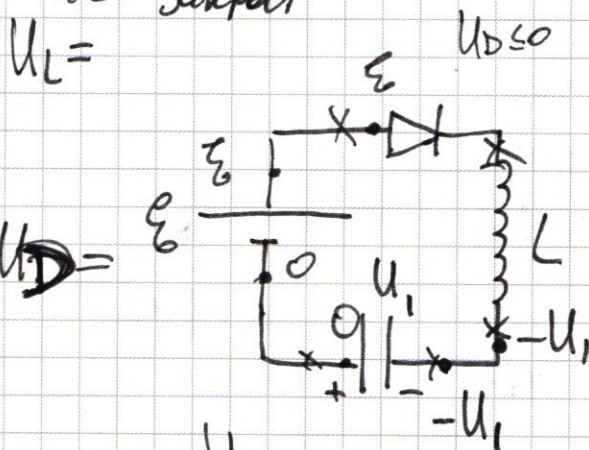
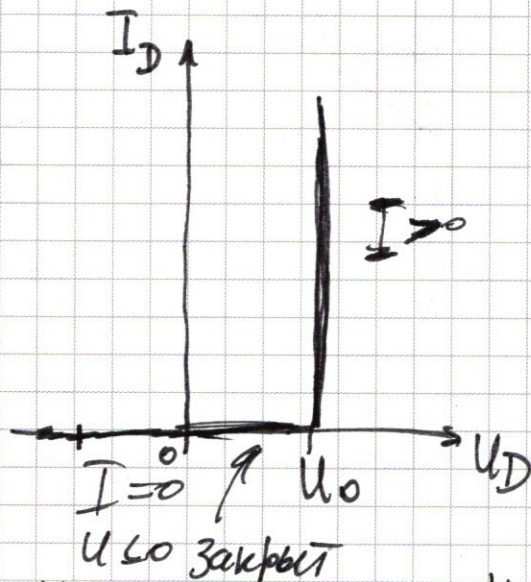


$$I_L = I_{\max}; \quad U_L = 0$$

$$U_D =$$

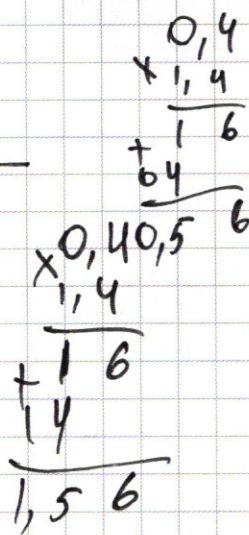
ВАХ:
электростатика

54



$$\Phi = L \cdot I$$

$$\mathcal{E}_i = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$



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

$$q \cdot E_z \cdot q \cdot r_d = \frac{m \omega_c^2}{\gamma}$$

$$F_{\text{Z1}} = q \cdot E_z = q \cdot \frac{\alpha}{\epsilon_0 \cdot 5}$$

$$F_{\text{Z1}} = m \cdot a \quad q \cdot E_z = m \cdot a \rightarrow a = \frac{q}{m} \cdot E_z = \gamma \cdot E_z$$

$$O_{12d} = \frac{8E_s \cdot t^2}{2}$$

$$O_{12d} = \frac{m \cdot 10.2}{m \cdot 11.4 \cdot t^2} \cdot t^2$$

$$E_2 = \frac{m v_1^2}{1,42 \cdot 10}$$

$$\frac{0,56 d^2}{\omega_1^2} \quad t = \frac{d}{\omega_1} \sqrt{0,56}$$