

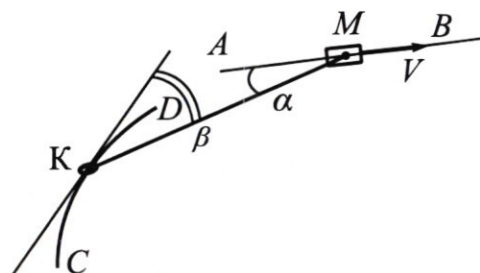
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 11

Вариант 11-01

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

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.



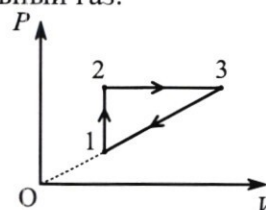
- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения нити в этот момент.

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.

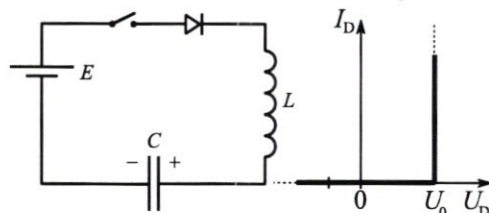
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 9$ В, конденсатор емкостью $C = 40$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 5$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,1$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$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

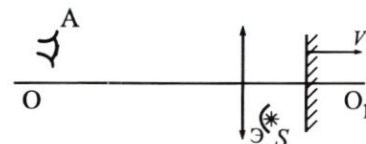


5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник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

№3

Дано:

S

d

T

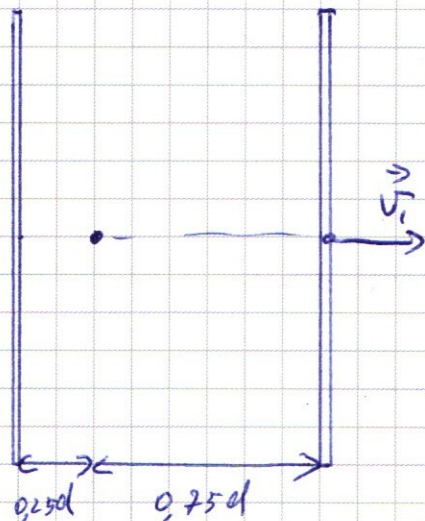
$\frac{q}{m} = \gamma$

$v_1 = ?$

$Q = ?$

$v_2 = ?$

Решение:



1) Т.к. поле внутри конденсатора близко к симметричному считаем однородным, то изменение скорости в конденсаторе является равноускоренным

Из ур-я равноискр. движения:

$$\left\{ \begin{aligned} 0,75d &= \frac{a T^2}{2} \Rightarrow a = \frac{1,5d}{T^2} \end{aligned} \right.$$

$$\left\{ \begin{aligned} 0,75d &= \frac{v_1^2}{2a} \end{aligned} \right.$$

, где a - ускорение частицы в конденсаторе.

$$v_1^2 = 1,5da \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_1^2 = 1,5d \cdot \frac{1,5d}{T^2} \Rightarrow v_1 = \frac{1,5d}{T}$$

2) Из теории известно:

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}, \text{ где } E - \text{ поле внутри конденсатора}$$

σ - поверхностная плотность
заряда пластин.

$$\sigma = \frac{Q}{S}$$

Из 3-го сокращения энергии:

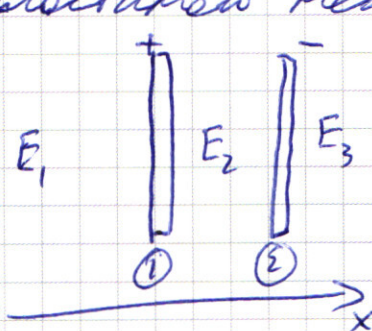
$$E \cdot 0,75d \cdot q = \frac{mv_i^2}{2}$$

q - заряд частицы; m - масса частицы.

$$\text{Отсюда: } \begin{cases} E = \frac{1}{\sigma} \frac{v_i^2}{1,5d} \\ E = \frac{Q}{S\epsilon_0} \end{cases} \Rightarrow Q = S\epsilon_0 \frac{1}{\sigma} \frac{v_i^2}{1,5d} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow Q = S\epsilon_0 \sigma \frac{1,5d}{v_i^2}$$

3). Считаю, что поле, создаваемое каждой
пластинкой равнодействующее



$$\text{ок: } E_2 = \frac{\sigma}{\epsilon_0} + \frac{\sigma}{\epsilon_0}$$

↑ ↑
поле поле
первой второй обкладки

$$\text{ок: } E_1 = -\frac{\sigma}{\epsilon_0} + \frac{\sigma}{\epsilon_0} = 0; \quad \text{ок: } \frac{\sigma}{\epsilon_0} - \frac{\sigma}{\epsilon_0} = 0$$

↑ ↑ ↑ ↑
поле ① обкл. поле ② обкл. поле ① обкл. поле ② обкл.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Заметим, что вне конденсатора
 $E = 0 \Rightarrow$ движение пластины
будет равномерным ($v = \text{const}$) $\Rightarrow$

$$\Rightarrow v_2 = v_1$$

Ответ: $v_1 = \frac{1,5d}{T}$; $Q = \epsilon_0 \frac{1}{T} \cdot \frac{1,5d}{T^2}$;

$$v_2 = \frac{1,5d}{T}$$

15

Дано:

F

$$L = \frac{3}{4}F$$

$$l = \frac{F}{2}$$

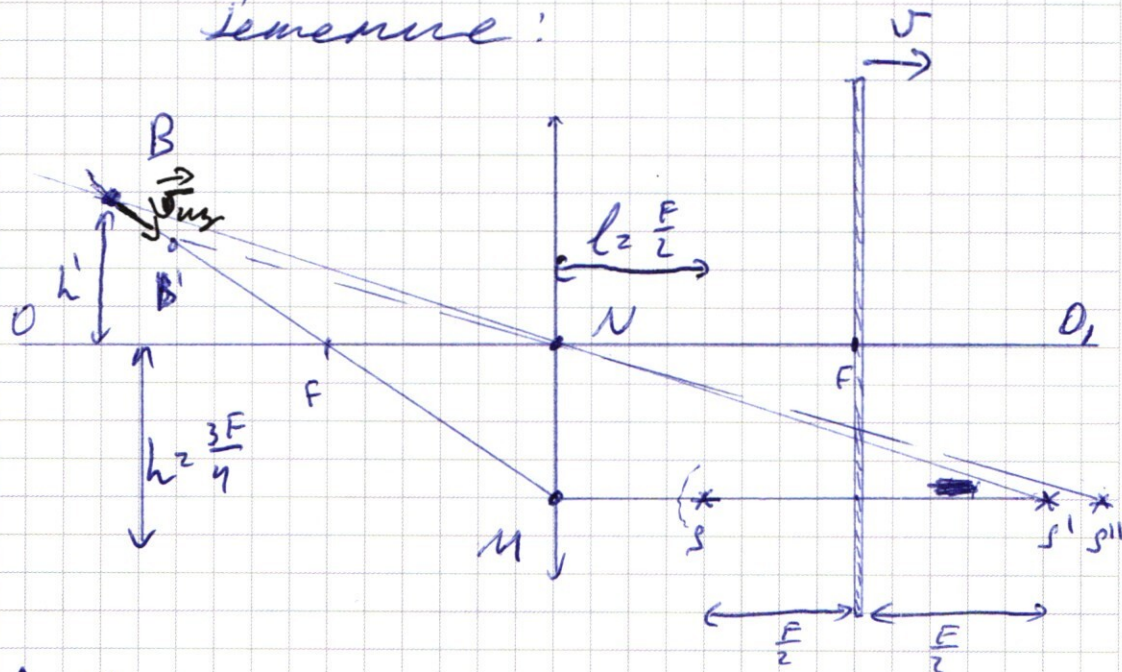
v

$f - ?$

$L - ?$

$v_{\text{из}} - ?$

Решение:



1) S' - изображение S в зеркале

Заметим $d = \frac{3F}{2}$, где d - расстояние от S' до
поверхности зеркала.

ЗВ - изображение S'

f - расстояние от В до изображения линзы.

Из формулы линзы:

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

2) $B \in MB$

MB пересекает OD на расстоянии F от линзы (т.к. $MB \parallel OD$)

$$MN = h$$

Любое последующее изображение

B' будет лежать на лине MB,

т.к. B' — пересечение MB и $S'B'$ (смотри рисунок)

⇒ Построим, скорость изображения направлена вдоль BM.

ЗЛ - угол между $\vec{v}_{из}$ и OD , где

$\vec{v}_{из}$ — скорость изображения, тогда

$$\tan \alpha = \frac{h'}{f}, \text{ где } h' - \text{расстояние от В до } OD,$$

$$\Gamma = \frac{h'}{h} = \frac{f}{d} \Rightarrow \frac{h'}{f} = \frac{h}{d} = \frac{\frac{3}{4}F}{\frac{3}{2}F} = \frac{1}{2}, \text{ где } \Gamma -$$

— увеличение линзы

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

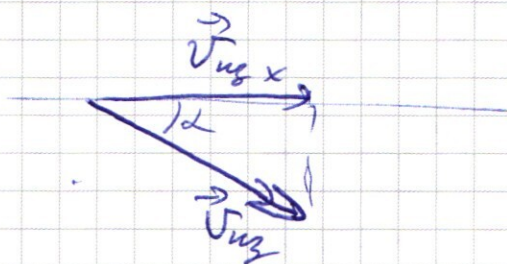
3) $\exists \vec{v}_1 =$ скорость ~~от~~ S'

$$v_1 = 2v = d'$$

$\exists \vec{v}_{\text{из}x}$ - проекция $\vec{v}_{\text{из}}$ на OD ,

$$v_{\text{из}x} = f' = \left(\frac{dF}{d-F} \right)' = \frac{d'F - d'}{(d-F)^2} = \frac{2v(F-1)}{\left(\frac{3F-F}{2}\right)^2} =$$

$$= \frac{2v(F-1) \cdot 4}{F^2} = \frac{8v(F-1)}{F^2}$$



$$v_{\text{из}} = \frac{v_{\text{из}x}}{\cos \alpha} = \frac{v_{\text{из}x}}{\cos(\arctg \frac{1}{2})}$$

$$\Rightarrow v_{\text{из}} = \frac{8v(F-1)}{F^2 \cdot \cos(\arctg \frac{1}{2})}$$

Ответ: $f = 3F$; $\tg \alpha = \frac{1}{2}$; $v_{\text{из}} = \frac{8v(F-1)}{F^2 \cdot \cos(\arctg \frac{1}{2})}$

12

Решение:

уточник:

$$\frac{C_{12}}{C_{23}} = ? \quad \frac{Q_{23}}{H_{23}} = ?$$

уточн - ?

1) Табл. по условию ТЕРМО

по условию 1-2 и 2-3

$$Q_{12} = C_{12} \Delta T_{12} = \frac{3}{2} \Delta R \Delta T_{12} \quad (\text{т.к. } A_{12} = 0)$$

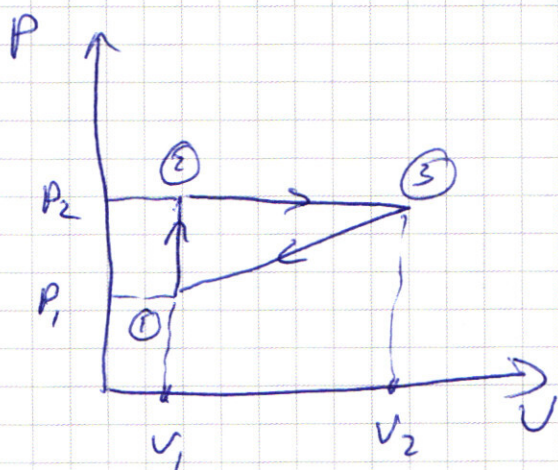
$$Q_{23} = C_{23} \Delta T_{23} = \frac{3}{2} \Delta R \Delta T_{23} + \Delta R \Delta T_{23} = \frac{5}{2} \Delta R \Delta T_{23} \quad \left. \vphantom{Q_{23}} \right\} \Rightarrow$$

↑
Анализ

$$\Rightarrow \begin{matrix} C_{12} = \frac{3}{2} R \\ C_{23} = \frac{5}{2} R \end{matrix} \quad \Rightarrow \quad \frac{C_{12}}{C_{23}} = \frac{3}{5}$$

$$2) \begin{cases} A_{23} = \Delta R \Delta T_{23} \\ Q_{23} = \frac{5}{2} \Delta R \Delta T_{23} \end{cases} \quad \Rightarrow \quad \frac{Q_{23}}{A_{23}} = \frac{5}{2}$$

3) Введен новое обозначение:



$$\Delta P = P_2 - P_1$$

$$\Delta V = V_2 - V_1$$

$$\eta = \frac{A_{\text{наезм.}}}{Q_{\text{нагр.}}}$$

$$A_{\text{наезм.}} = \frac{1}{2} \Delta P \Delta V$$

$$Q_{\text{нагр.}} = \frac{3}{2} \Delta P V_1 + \frac{5}{2} P_2 \Delta V$$

$$\Rightarrow \eta = \frac{\frac{1}{2} \Delta P \Delta V}{\frac{3}{2} \Delta P V_1 + \frac{5}{2} P_2 \Delta V} = \frac{\Delta P \Delta V}{3 \Delta P V_1 + 5 P_2 \Delta V} \quad : \Delta P \Delta V$$

$$\eta = \frac{1}{\frac{3 V_1}{\Delta V} + \frac{5 P_2}{\Delta P}}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{\partial V_1}{\partial V} - \min \text{ при } V_1 \rightarrow 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \text{при } V_1 \rightarrow 0 \quad \frac{\partial V_1}{\partial V} \rightarrow 0$$

$$\frac{\partial P_2}{\partial P} - \min \text{ при } P_2 \rightarrow 0$$

$$\text{при } P_2 \rightarrow 0 \quad \frac{\partial P_2}{\partial P} \rightarrow 5$$

$$\eta_{\max} = \frac{1}{0+5} = 0,2$$

Ответ: $\frac{C_{12}}{C_{23}} = \frac{3}{5}; \quad \frac{Q_{23}}{A_{23}} = \frac{5}{2};$

$$\eta_{\max} = 0,2.$$

№1

Дано:

$$v = 0,68 \frac{м}{с}$$

$$m = 0,1 \text{ кг}$$

$$R = 1,5 \text{ м}$$

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

$$\cos \alpha; \cos \beta$$

$$v_k - ?$$

$$v_{\text{кат}} - ?$$

$$T - ?$$

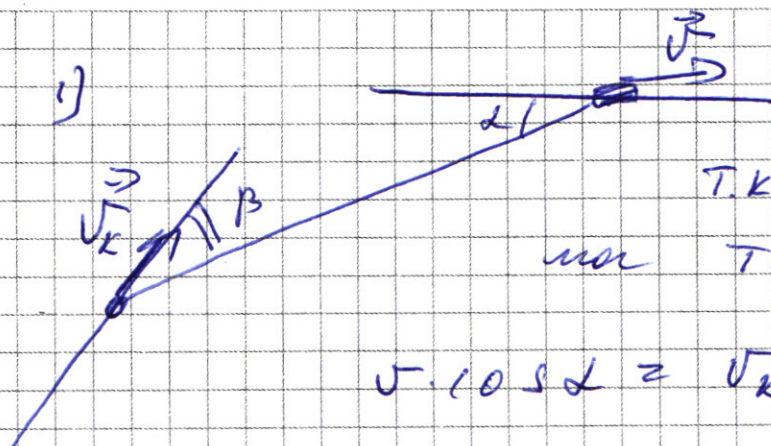
Решение:

v_k — скорость катанки

в этот момент

$v_{\text{кат}}$ — скорость катанки

в этот момент в СД мифтол.



Т.к. нить перпендикулярна ТО;

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

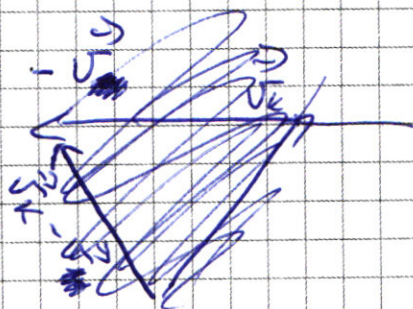
$$\Rightarrow V_k = V \cdot \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} = V \cdot \frac{\frac{15}{17}}{\frac{4}{5}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_k = \frac{75}{68} V$$

2) Переносим в 10 мфту:

$$\vec{V}_{\text{конт}} = \vec{V}_k - \vec{V}$$

$$|\vec{V}_k - \vec{V}|^2 = (V \cdot \cos \alpha - V_k \cdot \cos \beta)^2 + (V \cdot \sin \alpha - V_k \cdot \sin \beta)^2$$



$$\Rightarrow V_{\text{конт}}^2 = \left(V \cdot \cos \alpha - V_k \cdot \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} \cdot \cos \beta \right)^2 + \left(V \cdot \sin \alpha - V \cdot \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} \cdot \sin \beta \right)^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_{\text{конт}} = V \cdot \sin \alpha + V \cdot \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} \cdot \sin \beta$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2) $\Phi_3 Q$ - заряд конденсатора

$U(t)$ - напряжение на конденсаторе.

$$Q(t) = \Phi_3 U, C + q(t) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow U(t) = \frac{Q(t)}{C} = U_1 + \frac{q(t)}{C}$$

Подставим $U(t)$ вместо U в уравнение (1)
(см. пункт 1)

$$\varepsilon - \left(U_1 + \frac{q}{C} \right) - L \ddot{q} = U_0$$

$$\varepsilon - U_1 - \frac{q}{C} - U_0 = L \ddot{q}$$

$$- \varepsilon C + U_1 C + U_0 C + q = CL \ddot{q}$$

$$\ddot{q} = \frac{1}{CL} m \cdot e^{kt} + b$$

$$\dot{q} = km e^{kt} + b; \quad \ddot{q} = k^2 m e^{kt}$$

$$b = (U_1 C + U_0 C - \varepsilon C) \cdot (-1)$$

$$m e^{kt} + C(U_1 + U_0 - \varepsilon) = -CL \cdot k^2 m e^{kt}$$

$$\sin \beta = \sqrt{1 - \frac{16}{25}} = \frac{3}{5} \quad (\text{P.S. } \beta < \frac{\pi}{2})$$

(из рисунка)

~~$$U_{\text{конт}} \geq U$$~~

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

$$U_{\text{конт}} = U \cdot \frac{8}{17} + U \cdot \frac{75}{68} \cdot \frac{3}{5} = \left(\frac{8}{17} + \frac{9}{68} \right) U =$$

$$= \frac{32 + 9}{68} U = \frac{41}{68} U = \frac{40}{34} U = \frac{20}{17} U$$

Ответ: $U_K = \frac{75}{68} U$; $U_{\text{конт}} = \frac{20}{17} U$

24

Дано:

$$E = 9 \text{ В}$$

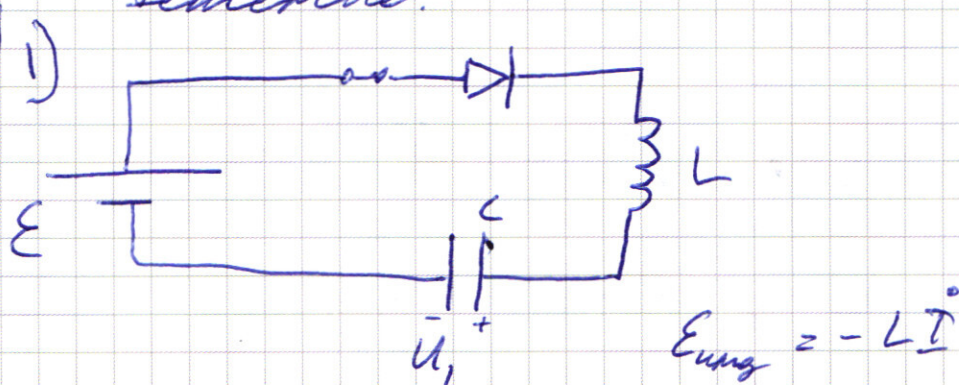
$$C = 40 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}$$

$$U_1 = 5 \text{ В}$$

$$L = 0,1 \text{ Гн}$$

$$U_0 = 1 \text{ В}$$

Решение:



$$\dot{I} \text{ ?}$$

$$t=0$$

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

$$U_2 \text{ ?}$$

$$\textcircled{1} E - U_1 - L \dot{I} = U_0$$

(P.S. при $E - U_1 - L \dot{I} = U_0$ из ВАХ $I=0$)

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

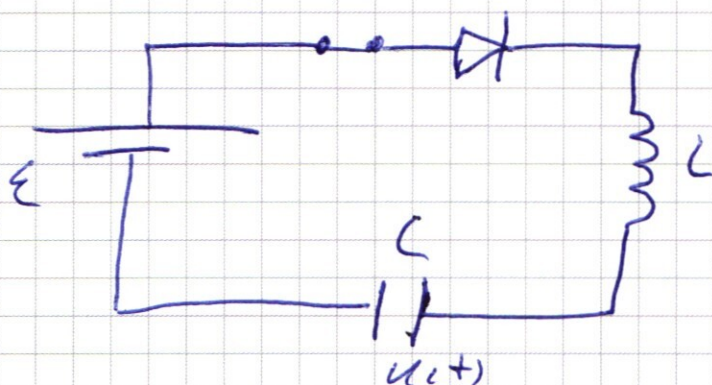
$$\dot{I} = \frac{E - U_1 - U_0}{L} = \frac{9 - 5 - 1}{0,1} = 30 \frac{\text{А}}{\text{с}}$$

Ответ: $\dot{I}(0) = 30 \frac{\text{А}}{\text{с}}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$m e^{kt} = k^2 m e^{kt} \cdot CL \Rightarrow k^2 = \frac{1}{CL}$$

и 4 (задача 3)



Ток будет протекать, ~~так~~

так как $E - U(t) > U_0 \Rightarrow$

$$\Rightarrow U_2 = E - U_0 = 8 \text{ В}$$

Ответ: $U_2 = 8 \text{ В}$

и 4 (задача 2, продолжение)

$$q = m e^{\frac{t}{CL}} + (E - U_1 - U_0) C$$

$$q(0) = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow m = (U_1 + U_0 - E) C$$

$$q(t) = C(u_1 + u_0 - \varepsilon) e^{\frac{t}{\tau L}} + C(\varepsilon - u_1 - u_0) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow q(t) = C(u_1 + u_0 - \varepsilon) (e^{\frac{t}{\tau L}} - 1)$$

~~Найти~~ $q_{\max}$

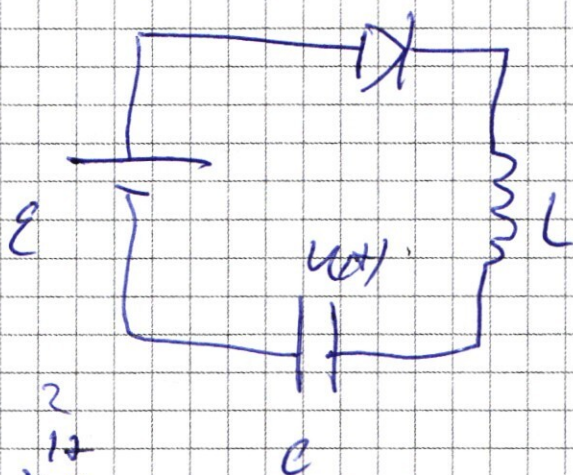
$$u_{\max} = \varepsilon - u_0 = q_{\max} C \Rightarrow$$

$$\Rightarrow q_{\max} =$$

$$I(t) = \dot{q}$$

$$\dot{q} = km e^{kt} =$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$\begin{array}{r} 2 \\ 12 \\ \hline 24 \\ 68 \end{array}$$

$q_{\text{нач}}$

$$U = \frac{q}{C} = \frac{q_0 + I \cdot t}{C}$$

$$L \ddot{q} = \frac{\varepsilon - U}{L}$$

$$L \ddot{q} = \frac{\varepsilon - \frac{q_0 + I \cdot t}{C}}{L}$$

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

$$L \ddot{I} = \frac{\varepsilon}{L} - \frac{q_0}{CL} - \frac{I \cdot t}{CL} = \frac{3}{5}$$

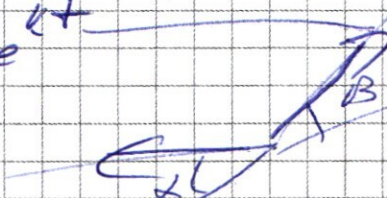
$$L \ddot{q} = \frac{\varepsilon}{L} - \frac{q_0}{CL} - \frac{q}{CL}$$

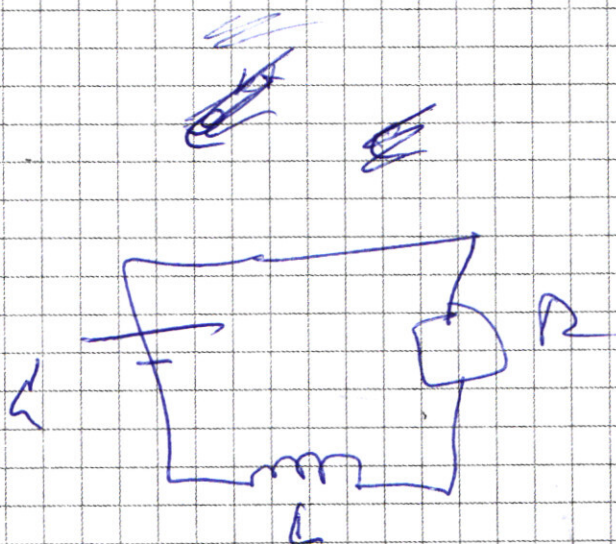
$$q = \theta + C e^{kt}$$

$$\theta = \frac{\varepsilon}{L} - \frac{q_0}{CL}$$

$$\dot{q} = k C \cdot e^{kt}$$

$$\ddot{q} = k^2 C \cdot e^{kt}$$





$$\mathcal{E} - L \dot{I} = IR$$

$$\mathcal{E} - L m k e^{kt} = m e^{kt} \cdot R$$

$$q = m e^{kt} + b$$

$$q = \ddot{q}$$

$$m e^{kt} = -CL k^2 m e^{kt}$$

$$k^2 = \frac{1}{-CL}$$

$$k = \frac{1}{i\sqrt{CL}}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$A = \frac{1}{2} P_0 U$$

$$\frac{f-f_1}{\sigma t} \frac{1}{d} \left(\frac{dR}{d-F} - \frac{(d+2U-\sigma t)R}{d+2U\sigma t R} \right) =$$

$$\frac{3}{2} P_0 T_{23}$$

$$\frac{3}{2} P_2 U$$

$$Q_{ch} = \frac{3}{2} (P_1 U) + \frac{5}{2} (P_2 U)$$

$$Q_{arg} =$$

$$\frac{3}{2} \cdot \frac{13}{5} = \frac{39}{10}$$

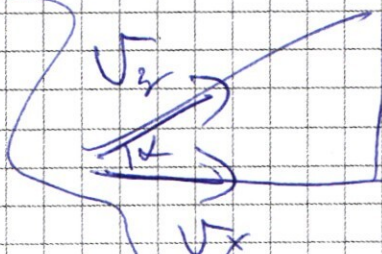
$$\frac{d^2 F^2 d - 2U\sigma t - d^2 F + dF^2 - d^2 U\sigma t + F + P_2^2 U\sigma t}{(d-F)(d+2U\sigma t R)}$$

$$\frac{F^2 d - 2U\sigma t + dR^2 - U\sigma t + F + F^2 U\sigma t}{(d-F)(d+2U\sigma t R)}$$

$$(dF)' = d'F$$

$$f' = \left(\frac{dF}{d-F} \right)'$$

$$\frac{12}{6} = 2$$



$$\frac{Fd' - d'}{(d-F)^2} = \frac{2FU - 2U}{(d-F)^2}$$

$$\angle = \arctg\left(\frac{1}{2}\right)$$

$$\frac{2FU - 2U}{\left(\frac{3F}{2}\right)^2} = \frac{2U(F-1)}{9F^2}$$

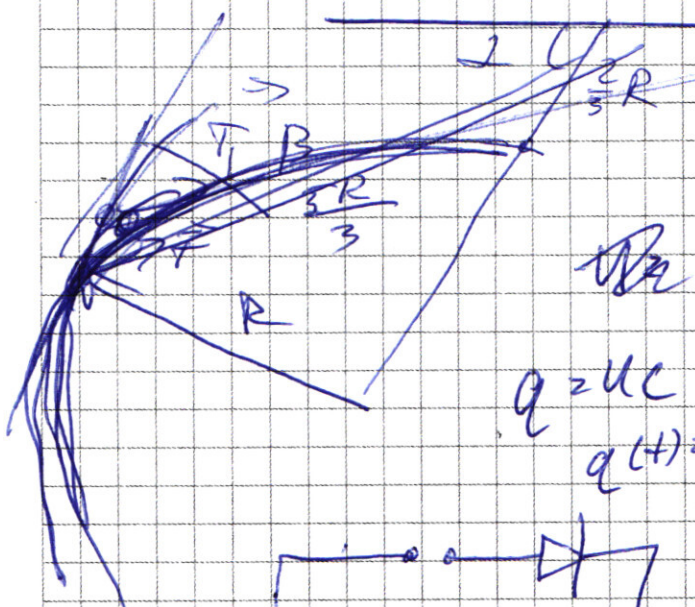
$$Q_{ch} = \frac{3}{2} UR(T_3 - T_1) + \frac{5}{2} UR(T_3 - T_2)$$

$$= \frac{2}{9} U \frac{F-1}{F^2}$$

$$|Q_{arg}| = \frac{3}{2} UR(T_3 - T_1) + A$$

$$L \dot{I} = \mathcal{E} - U(t)$$

$$\dot{I} = \frac{\mathcal{E} - U(t)}{L}$$

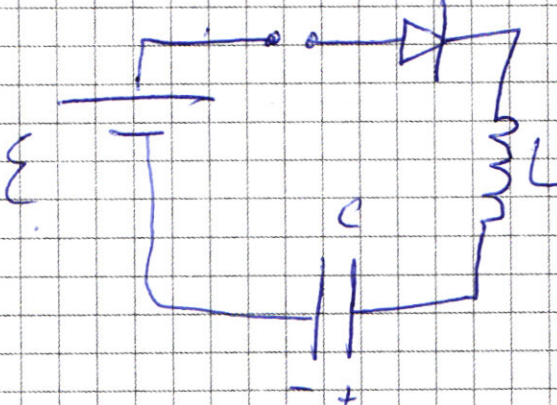


$$q = UC$$

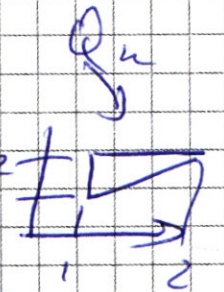
$$q(t) = q_0 + \int_0^t I dt$$

$$U(t) = \frac{q_0 + \int_0^t I dt}{C}$$

$$I(t) = \int_0^t \frac{\mathcal{E} - U(t)}{L} dt = \int_0^t \left(\mathcal{E} - \frac{q_0 + \int_0^t I dt}{C} \right) dt$$



$$\mathcal{E} - U = L \dot{I}$$



$$Z = \frac{\frac{3}{2} \sqrt{R_1 T_{12}} + \frac{3}{2} \sqrt{R_2 T_{23}}}{\dots}$$

$$Z = \frac{P_1 \Delta U \cdot \frac{1}{2} + P_2 \Delta U \cdot \frac{1}{2}}{\Delta P V_1 \cdot \frac{3}{2} + \frac{5}{2} \cdot P_2 \Delta U}$$

$$Z = \frac{\Delta P \Delta U}{\Delta P V_1 \cdot 3 + 5 P_2 \Delta U}$$

$$\frac{3V_1}{\Delta U} + \frac{5P_2}{\Delta P}$$

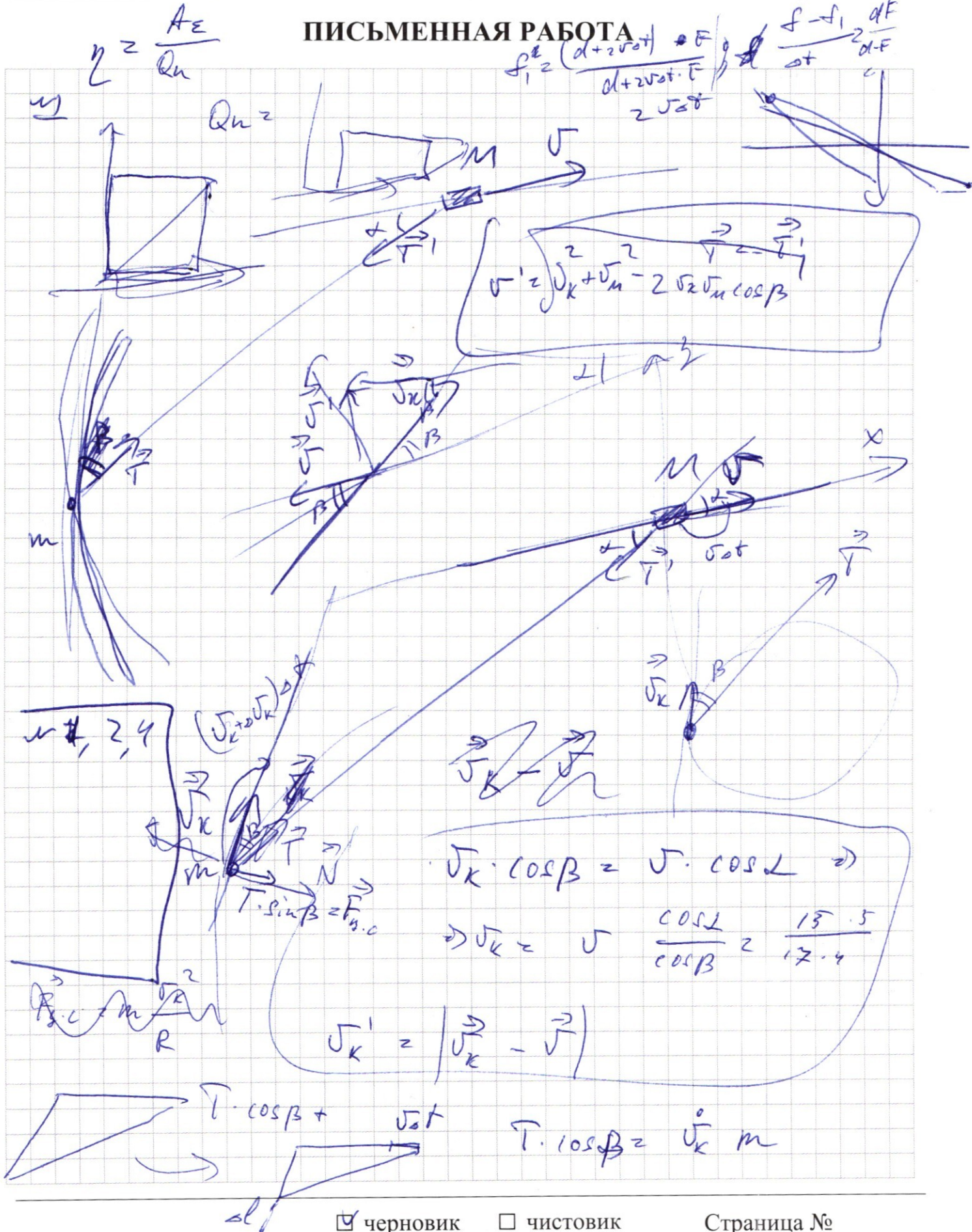
$$(\mathcal{E} - U) - L \dot{I} = 0$$

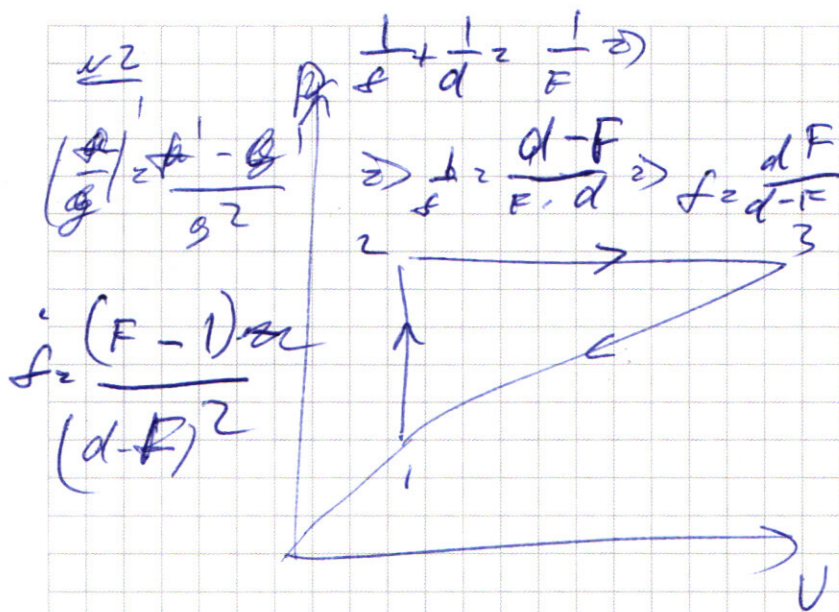
$$\dot{I} = \frac{\mathcal{E} - U(t)}{L}$$

$$I(t) = \int_0^t \frac{\mathcal{E} - U(t)}{L} dt$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$f_1 = \frac{(d + 2v\cos\theta) \cdot F}{d + 2v\cos\theta \cdot F} \quad \frac{f - f_1}{dt} \cdot \frac{dF}{d-f}$$





$$\eta = \frac{Q_n - Q_{\text{орг}}}{Q_{\text{нагр}}}$$

$$Q_n = \frac{3}{2} J R_0 T_1 + \frac{5}{2} J R_0 T_2$$

$$Q_{\text{орг}} = \dots$$

1-2 $T \nearrow$

$$A = 0 \Rightarrow Q_n = \frac{3}{2} J R_0 T$$

2-3 $T \nearrow$

$A \neq 0$

$$Q_n = \frac{3}{2} J R_0 T$$

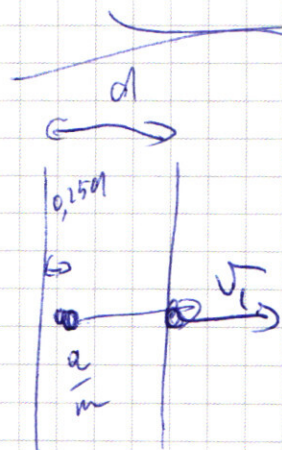
$$C_{12} = C_V = \frac{3}{2} R$$

$$C_{23} = C_P = \frac{5}{2} R$$

$$Q_{23} = J R_0 T$$

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

$$0,25 d = \frac{\sqrt{2} a F^2}{2}$$



$$Q = \frac{3}{2} J R_0 T + P U =$$

$$= \frac{3}{2} J R_0 T + J R_0 T \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{J R_0 T}{\frac{5}{2} J R_0 T} = \frac{2}{5} = \frac{A}{Q}$$

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

$$0,75 d = \frac{\sqrt{2} a}{2} \sqrt{\frac{2}{5}}$$

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

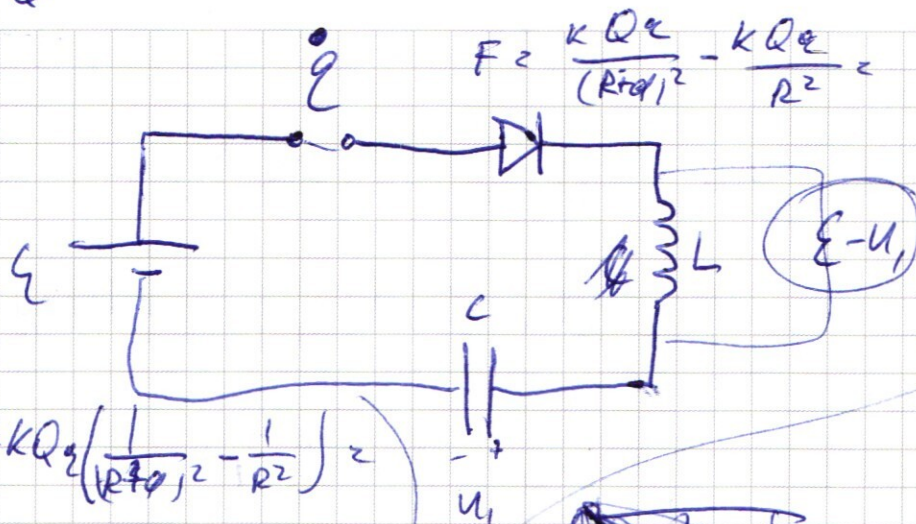
$$\Rightarrow \sqrt{\frac{2}{5}} = \frac{3 \cdot 0,75 d}{d} = 2,25$$

$$\Delta \varphi_2 = E \cdot l = \frac{U}{Q}$$

$$\Delta W = E \cdot 0,75 d \cdot Q$$

$$\Delta W = \frac{m v_1^2}{2} \Rightarrow v_1^2 = \frac{2 E \cdot 0,75 d \cdot Q}{m}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$\Rightarrow E_2 = KQ \left(\frac{1}{R_1^2} - \frac{1}{R_2^2} \right) =$$

$2kQq$

$$\mathcal{E}_k \approx -L \dot{I}$$

$$dW_c = \int_0^R \left(\frac{1}{(R+d)^2} - \frac{1}{R^2} \right) dR =$$

$$z = \frac{1}{1 - \frac{1}{R}}$$

$$\mathcal{E} + \mathcal{E}_K \rightarrow \mathcal{U}_1 \subseteq \mathbb{R}$$

$$l=0 \Rightarrow$$

$$E + E_K - U_1 = 0$$

$$E-L\dot{I}-U, \text{ zo}$$

$$LI = \varepsilon - u,$$

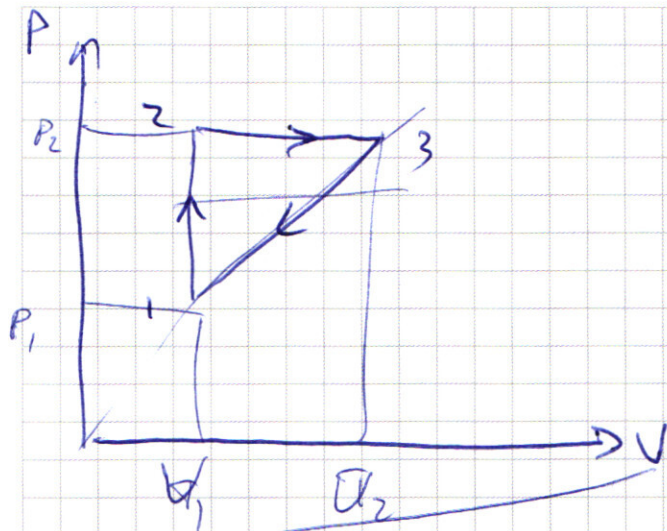
$$\bar{I} = \frac{I - u_1}{L} =$$

$$z^{-1}$$

$$\Gamma = \frac{f}{d} = \frac{3F}{2F} = 2$$

$$\frac{1}{x} \Big|_0^{+\infty} - \frac{1}{x+d} \Big|_0^{+\infty} = \frac{x+d-x}{x(x+d)} \Big|_0^{+\infty} =$$

~~$$\frac{3-5}{0,1} = \frac{4}{0,1} = 40 \quad \frac{\Delta u}{L} = \frac{d}{l_0 + l_{\text{eff}}} =$$~~



$$\eta = \frac{|Q_{in}| - |Q_{out}|}{|Q_{in}|} = \frac{A}{Q_{in}}$$

$$Q_{in} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1)$$

$$Q_{in} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) +$$

$$A + \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2) + \frac{1}{2} \nu R (T_3 - T_2)$$

$$A_2 = \Delta P \cdot \Delta V \cdot \frac{1}{2}$$

$$\eta = \frac{(T_2 - T_1) \cdot \frac{1}{2} \cdot (A_2 + P_1) \cdot \frac{\nu R \Delta T}{V_1}}{\frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) + \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2)}$$

$$|Q_{out}| = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_1) + A$$

$$\alpha + \beta =$$

$$\frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) + \frac{3}{2} (T_3 - T_2) \nu R =$$

$$\eta = \frac{(T_2 - T_1) \cdot \frac{1}{2} \cdot (A_2 + P_1) \cdot \frac{\nu R \Delta T}{V_1}}{3(T_2 - T_1) + (T_3 - T_2)}$$

$$= \frac{\nu R}{2} (3(T_2 - T_1) + 5(T_3 - T_2)) =$$

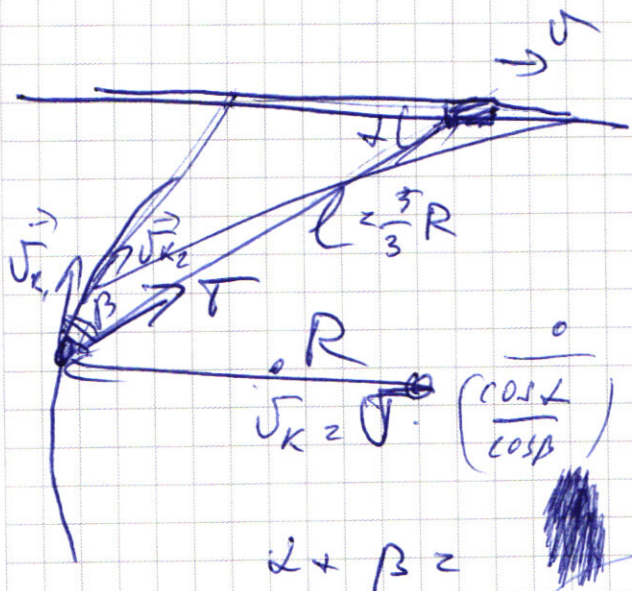
$$= \frac{\nu R}{2} (3T_2 - 3T_1 + 5T_3 - 5T_2) =$$

$$= (5T_3 - 2T_2 - 3T_1) \cdot \frac{\nu R}{2}$$

$$Q_{out} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_1) +$$

$$+ \frac{P_3 + P_1}{2} \Delta V = \frac{P_3 \Delta V + P_1 \Delta V}{2}$$

$$= \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_1) +$$



$$\alpha + \beta =$$