

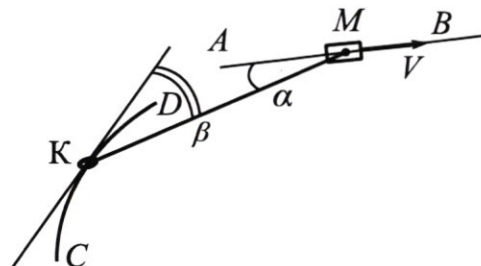
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Вариант 11-01

Класс 11

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.



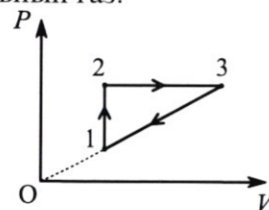
- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения нити в этот момент.

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?

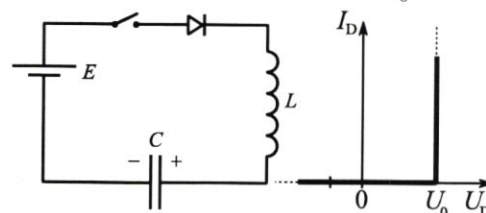
При движении частицы электрическое поле, созданное зарядами конденсатора, считать неизменным, а электрическое поле внутри конденсатора вблизи оси симметрии считать однородным.

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.

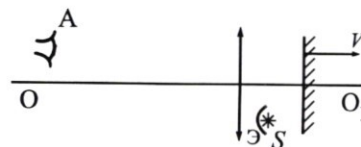


5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник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

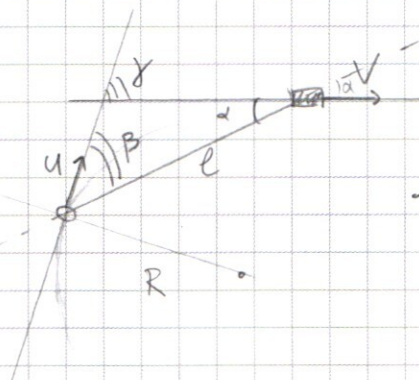


ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 7

$$V = 68 \text{ м/с} \quad R = 1,9 \text{ м} \quad m = 0,1 \text{ кг}$$

$$l = \frac{5R}{3} \quad \cos \alpha = \frac{15}{17} \quad \cos \beta = \frac{4}{5}$$



- 1) Т.к. нить кабану
пр-на V на нить будет равна
пр-ции u (скорости кабана) на нить.

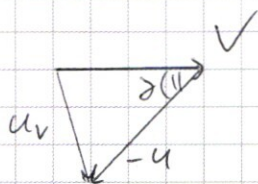
$$V \cdot \cos \alpha = u \cdot \cos \beta$$

$$u = V \cdot \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} = V \cdot \frac{15}{17} \cdot \frac{5}{4} = 68 \cdot \frac{75}{68} = 75 \text{ м/с}$$

2) u_v от u и V (u_v)

$$\vec{u}_v = \vec{V} - \vec{u}$$

угол δ м/с u и $V = \delta + \beta$ (вн-ний угол)



$$u_v^2 = V^2 + u^2 - 2Vu \cdot \cos(\delta + \beta)$$

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

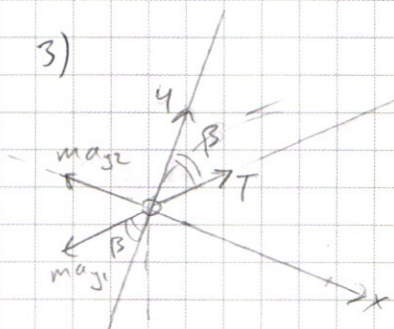
$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = \frac{8}{17} \quad \sin \beta = \sqrt{1 - \cos^2 \beta} = \frac{3}{5}$$

$$\cos(\delta + \beta) = \frac{15}{17} \cdot \frac{4}{5} - \frac{8}{17} \cdot \frac{3}{5} = \frac{36}{85}$$

$$u_v^2 = 75^2 + 68^2 - 2 \cdot 75 \cdot 68 \cdot \frac{36}{85} = 5729$$

$$u_v = \sqrt{5729} \approx 75 \text{ м/с}$$

3)



пер-н-но движению на кабане действует $a_{y1} = \frac{u^2}{R}$

Т.к. кабан не движется пер-но скорости

$$T \cdot \sin \beta - mg = 0 \quad \text{Т.к. действует } a_{y2} = \frac{(u \cdot \sin \beta)^2}{l}$$

$$T = \frac{m u^2}{R}$$

пер-нго $\vec{u}$ кабыо не укоряется из-за $O_K \perp \vec{u}$

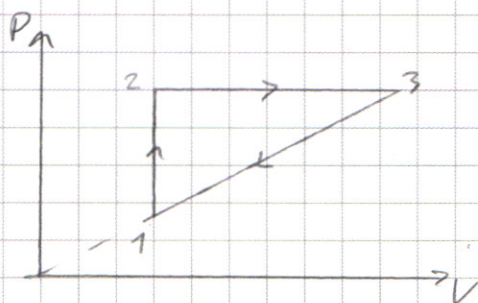
$$m a_{y1} + m a_{y2} \cdot \sin \beta = T \cdot \sin \beta$$

$$m \frac{u^2}{R} + m \frac{u^2 \cdot \sin^2 \beta}{5R} = T \cdot \sin \beta$$

$$T = \frac{m u^2}{\sin \beta R} \left(1 + \frac{3 \sin^2 \beta}{5} \right) = \frac{0,1 \cdot 9,8^2}{\frac{3}{5} \cdot 1,3} \left(1 + \frac{3 \cdot 9^2}{5^3} \right)$$

Ответ: 1) 75 м/с 2) 45 м/с 3)

н 2



1) повышение температуры процесс на уч. 1-2 и 2-3

$$C_{m1} = \frac{Q_{12}}{\Delta T_{12}} \quad Q_{12} = \Delta U_{12}, \quad A_{12} = 0$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{12}$$

$$C_{m1} = \frac{3}{2} R$$

$$C_{m2} = \frac{Q_{23}}{\Delta T_{23}} \quad Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23}$$

$$A_{23} = P_2 \cdot (V_3 - V_2) = \nu R T_3 - \nu R T_2 = \nu R \Delta T_{23}$$

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

$$Q_{23} = \frac{5}{2} \nu R \Delta T_{23}$$

$$C_{m2} = \frac{5}{2} R$$

$$\frac{C_{m2}}{C_{m1}} = \frac{5}{3}$$

2) Q 2-3 изобар процесс

$$Q_{23} = \frac{5}{2} \nu R \Delta T_{23} \quad A_{23} = \nu R \Delta T_{23}$$

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$(nz)$$

$$3) \quad \eta = \frac{A_n}{Q_H} = \frac{|Q_H| + |Q_C|}{|Q_H|} \quad Q_H = Q_{12} + Q_{23} = \frac{3}{2} V R_a T_{12} + \frac{5}{2} V R_a T_{23}$$

$$Q_x = Q_{31} = a U_{31} + A_{31}$$

$$A_{31} = \frac{P_3 + P_1}{2} (V_1 - V_3) = \frac{1}{2} (P_3 V_1 - P_3 V_3 - P_1 V_3 + P_1 V_1)$$

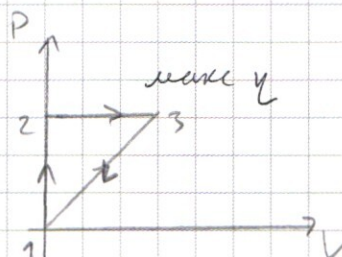
Т.к. 3-й процесс с мин. зав-стью $p = dV$

TO $\frac{P_1}{V_1} = d$ $\frac{P_3}{V_3} = d$ $\frac{P_1}{V_1} = \frac{P_3}{V_3}$ $P_1 V_3 = P_3 V_1$ $P_1 V_3 - P_3 V_1 = 0$

$$A_{31} = \frac{1}{2} (p_1 V_1 - p_3 V_3) = \frac{1}{2} (nRT_1 - nRT_3) = \frac{1}{2} nR \Delta T_{31}$$

$$Q_x = \frac{3}{2} \nu R T_{31} + \frac{1}{2} \nu R T_{31} = 2 \nu R T_{31}$$

$$n = \frac{\frac{3}{2}VR_{AT12} + \frac{5}{2}VR_{AT23} - 2VR_{AT31}}{2VR_{AT31}}$$

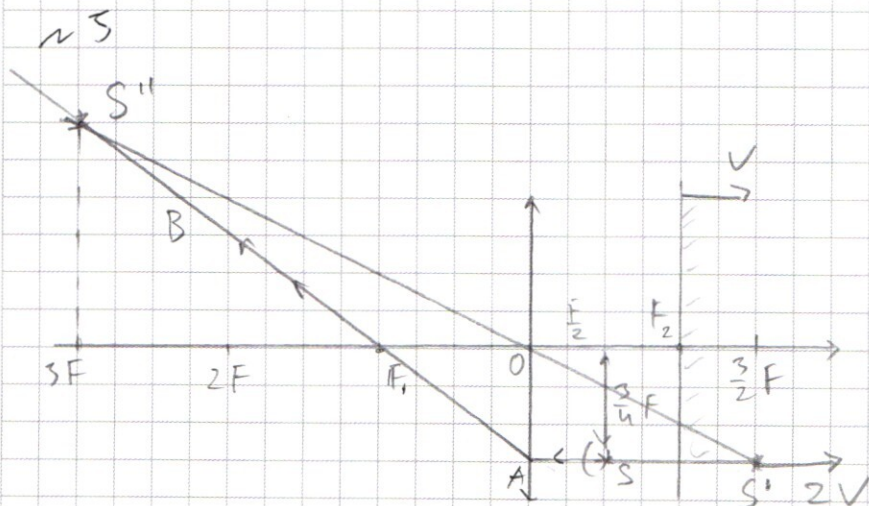


макс и будет когда $T_1 \neq 0$ и $T_2 = 0$

Тогда $\bar{A}_{12} = 0$ и $\bar{A}_{23} = \bar{A}_3$ и $\bar{A}_{31} = \bar{A}_3$

$$\Rightarrow \eta = \frac{\frac{5}{2}T_3 - 2T_3}{2T_3} = \frac{\frac{1}{2}}{2} = \frac{1}{4}$$

Orber: 1) $\frac{5}{3}$ 2) $\frac{1}{2}$ 3) $\frac{1}{4}$



1) изображение S в зеркале будет S'

он находится на расстоянии F от $S \Rightarrow \frac{3}{2}F$ от линзы, $d = \frac{3}{2}F$

Изображение будет наблюдаться будет S''

найдём расстояние d' от S'' до линзы

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{d'} \quad d' = \frac{dF}{d-F} = \frac{\frac{3}{2}F^2}{\frac{1}{2}F} = 3F$$

2) Выбравшим луч $S'A \perp$ линзе он преломится в

луч AF_1 , изображение S'' будет будет на луче AF_1

угол наклона α $\tan \alpha = \frac{AO}{OF_1} = \frac{\frac{3}{4}F}{F} = \frac{3}{4} \Rightarrow \alpha = \arctg \frac{3}{4}$

3) Найдём изменение d' за маленький промежуток времени

$$d' + \Delta d' = \frac{(d + \Delta d)F}{d + \Delta d - F}$$

$$3F + \Delta d' = \frac{(\frac{3}{2}F + \Delta d)F}{\frac{1}{2}F + \Delta d}$$

$$(3F + \Delta d')(\frac{1}{2}F + \Delta d) = (\frac{3}{2}F + \Delta d)F$$

$$\frac{3}{2}F^2 + \frac{1}{2}F\Delta d' + 3F\Delta d + \Delta d'\Delta d = \frac{3}{2}F^2 + \Delta d \cdot F \quad \Delta d'\Delta d - \text{очень малая величина}$$

$$\frac{1}{2}F\Delta d' = -3\Delta d$$

$$\Delta d' = -4\Delta d \quad | : \Delta t$$

$$u' = -4(2V)$$

$$u' = -8V \quad - \text{скорость изобр по вертикали}$$

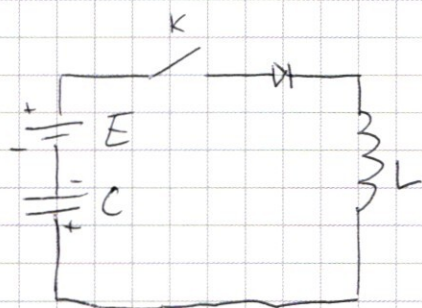
$$u' \cos \alpha = u \quad - \text{скорость изобр} \quad \cos \alpha = \frac{4}{5}$$

$$8V \cdot \frac{5}{4} = 10V$$

Ответ: 1) $3F$ 2) $\arctg \frac{3}{4}$ 3) $10V$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2 ч



$C = 40 \text{ мкФ}$ $U_1 = 5 \text{ В}$ $E = 9 \text{ В}$ $L = 0,1 \text{ Гн}$ $U_0 = 1 \text{ В}$

1) В какой момент времени:

$$E = U_0 + L\dot{I} + U_1 \quad \dot{I} - \text{скорость изменения тока}$$

$$\dot{I} = \frac{E - U_0 - U_1}{L} = \frac{9 - 5 - 1}{0,1} = \frac{3}{0,1} = 30 \text{ А/с}$$

2) Макс ток будет когда $L\dot{I} = 0$

$$E = \frac{q_2}{C} + U_0$$

$$q_2 = (E - U_0)C = 8 \cdot 40 \cdot 10^{-6} = 32 \cdot 10^{-5} \text{ Кл}$$

$$q_1 = U_1 C = 5 \cdot 40 \cdot 10^{-6} = 20 \cdot 10^{-5} \text{ Кл} - \text{ток в начале зарядки}$$

$$\frac{q_1^2}{2C} = \frac{q_2^2}{2C} + \frac{LI_m^2}{2} - E(q_2 - q_1) \quad \text{з.к. - закон сохранения энергии}$$

$$\frac{q_1^2}{2C} - \frac{q_2^2}{2C} + E(q_2 - q_1) = \frac{LI_m^2}{2}$$

$$\frac{1}{2C}(q_1^2 - q_2^2) + E(q_2 - q_1) = \frac{LI_m^2}{2}$$

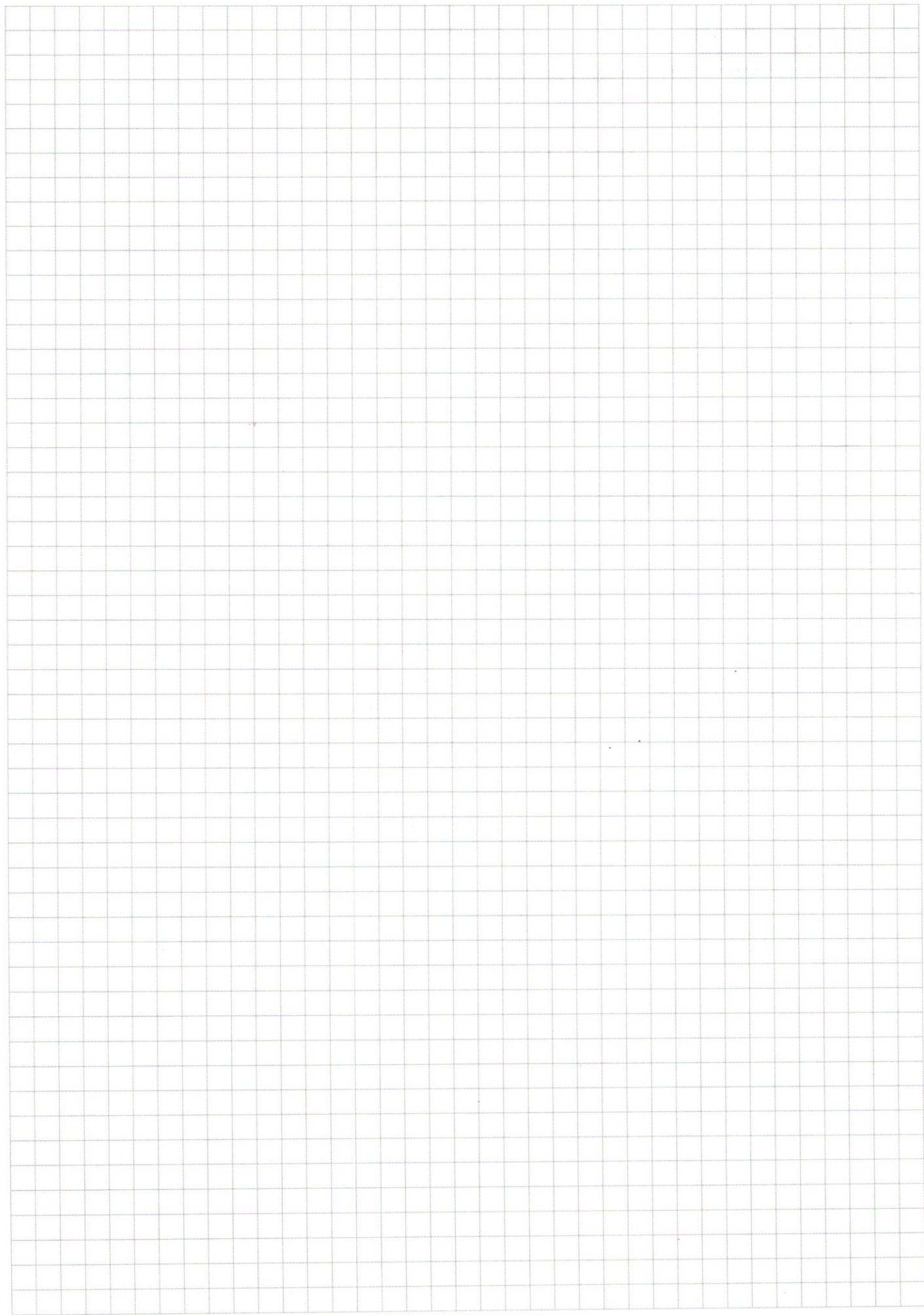
$$I_m = \frac{2}{L} \left(\frac{1}{2C}(q_1^2 - q_2^2) + E(q_2 - q_1) \right) = \frac{2}{0,1} \left(\frac{1}{2 \cdot 40 \cdot 10^{-6}} (32 \cdot 10^{-5} + 20 \cdot 10^{-5}) (20 \cdot 10^{-5} - 32 \cdot 10^{-5}) + 9 \right)$$

3) В установившемся режиме $I = 0$

$$E = U_C + U_1 \quad U_C = 8 \text{ В}$$

Ответ: 1) 30 А/с 2) I_m

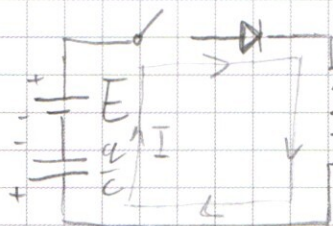
3) 8 В



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

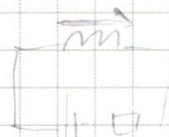


$$\text{const} \quad \text{p.e.m. } E = U_0 + \left(\frac{q}{C} + L \dot{i} \right)$$

$$E - U_0 = \frac{v}{c} + L\ddot{q}$$

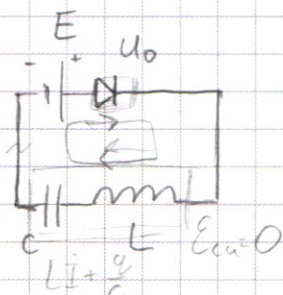
$$q = q' + E \cdot c - U_0 \epsilon \quad \ddot{q} = \ddot{q}'$$

$$\frac{q'}{C} + L \ddot{q}' = 0 \quad \ddot{q}' + \frac{q'}{LC} = 0 \quad \omega^2 = \frac{1}{LC}$$



$$f = \text{LIRI}$$

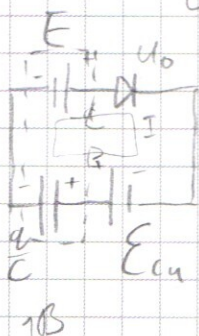
$$E = \frac{a}{c}$$



$$E - \frac{q}{r} = U_0$$

$$\frac{q}{C} = 8 \text{ V}$$

$$E - U_0 = \frac{q}{C}$$



$$E + E_{\text{kin}} = U_0 + \frac{q}{C}$$

$$y + z = 1 + 8$$

$$\frac{\frac{5}{2} \text{ORTS} - 2 \text{ORTS}}{2 \text{VORTS}} = \frac{\frac{1}{2} \text{ORTS}}{2 \text{VORTS}}$$

$$\frac{\text{Cu}^2}{2} = \frac{\text{Li}^+}{1}$$

$$\frac{Cu^{2+}}{2} = \frac{Li^{+}}{1}$$

$$\frac{q}{c} =$$

$$L \dot{I}_0 = E - U_0 - \frac{u}{C}$$

$$\begin{aligned} Q_{12} &= \mathcal{R}(T_2 - I) = 0 \\ Q_{23} &= \frac{1}{2} \mathcal{R}(T_3 - I) \end{aligned}$$

$$Q_{23} = \frac{1}{2} \text{Tr}(\mathbf{T}_3 - \mathbf{T}_1) = \frac{1}{2} \text{Tr} \mathbf{T}_3$$

$\alpha_{13} =$

$$\frac{m v^2}{R} \left(1 + \frac{3 \sin^2 \theta}{5} \right)$$

0.9.0.4

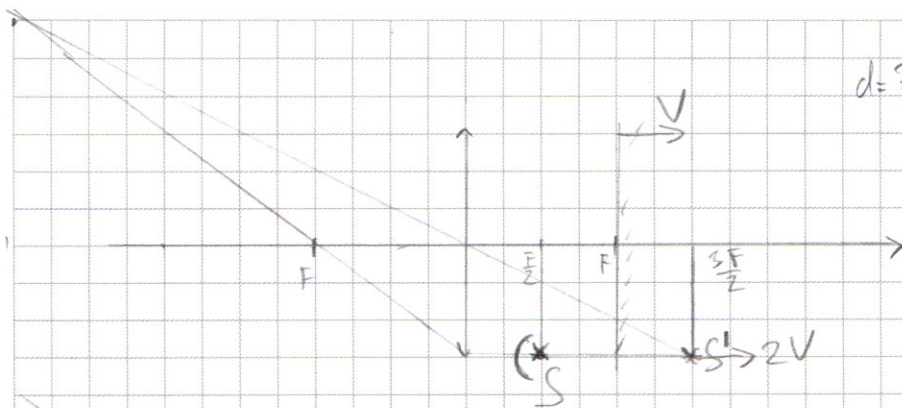
$$P_1, P_2$$

$$P_1 = \alpha V_1$$

$$P^s = \frac{1}{N}$$

4

$$\frac{3}{2}(p_{2V} - p_{1V}) + \frac{5}{2}(p_{1V} - p_{2V})$$

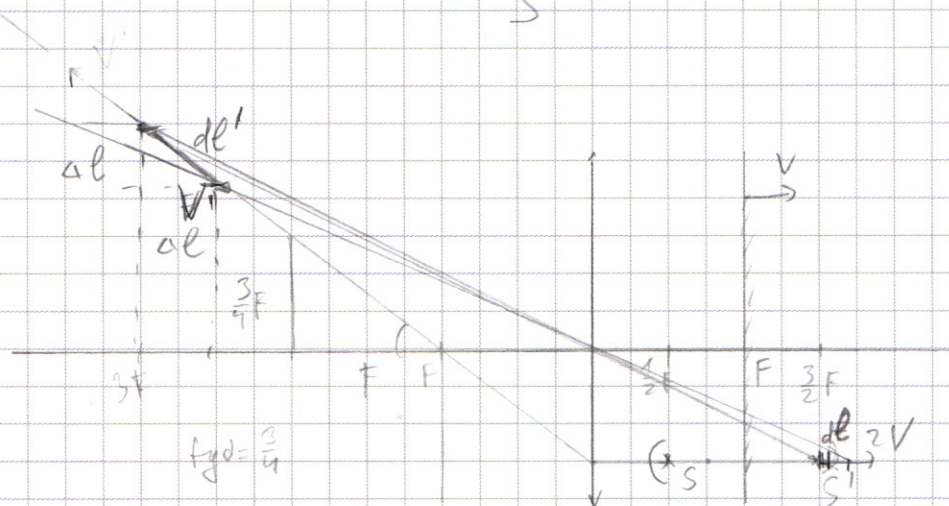


$$d = \frac{3F}{2}$$

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

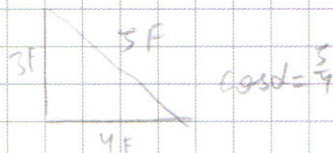
$$\frac{1}{d'} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d}$$

$$d' = \frac{dF}{d-F} = \frac{\frac{3}{2}F^2}{\frac{3}{2}F-F} = \frac{\frac{3}{2}F}{\frac{1}{2}} = 3F$$



$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{d'} \quad \frac{1}{d'} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d} \quad d' = \frac{dF}{d-F} \quad d' = \frac{dF}{d-F} \quad d + dl' = \frac{(d+dl)F}{d+dl-F}$$

$$3F + dl' = \frac{(\frac{3}{2}F + dl)F}{\frac{3}{2}F + dl}$$

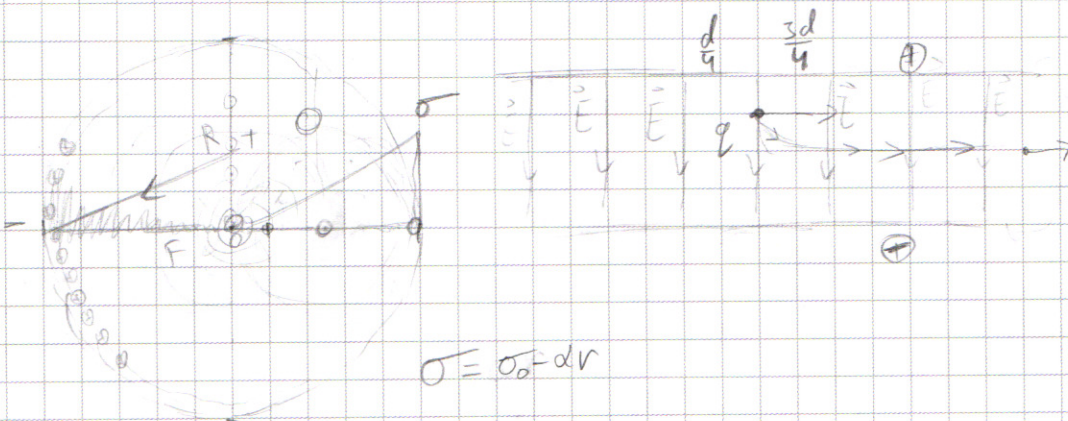


$$(3F + dl')(\frac{1}{2}F + dl) = (\frac{3}{2}F + dl)F$$

$$\frac{3}{2}F^2 + \frac{1}{2}Fdl' + 3Fdl = \frac{3}{2}F^2 + Fdl$$

$$\frac{1}{2}Fdl' = -2Fdl$$

$$dl' = -4dl \quad dS' = dl' : \cos \alpha = dl' \cdot \frac{4}{5}$$



$$\sigma = \sigma_0 - \alpha V$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$R = 1.9 \text{ м}$ $\ell = \frac{SR}{3}$ $\cos d = \frac{15}{17}$ $\sin d = \frac{8}{17}$
 $\cos \beta = \frac{4}{5}$ $\sin \beta = \frac{3}{4}$
 $M = m = 0.1 \text{ кг}$
 $V = 68 \text{ см/с}$

$\vec{u} \cdot \cos \beta = V \cdot \cos d$
 $15 \cdot \frac{4}{5} = V \cdot \frac{15}{17}$

$\vec{u}^2 = \vec{V}^2 + \vec{V}^2 - 2\vec{V}\vec{u} \cos(d+\beta)$
 $\cos(d+\beta) = \cos d \cos \beta - \sin d \sin \beta = \frac{15}{17} \cdot \frac{4}{5} - \frac{8}{17} \cdot \frac{3}{4} = \frac{15 \cdot 4 - 8 \cdot 3}{17 \cdot 5} = \frac{60 - 24}{85} = \frac{36}{85}$

$15^2 = 225$
 $17^2 = 289$
 $289 - 225 = 64$

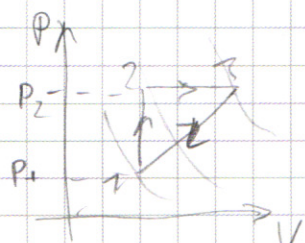
$\frac{15 \cdot 5}{17 \cdot 4} = \frac{75}{68} \cdot 68 = 75$
 $68 = 34 \cdot 2 = 17 \cdot 4$

$T \cdot \sin \beta = ma$
 $T = \frac{m \vec{u}^2}{R \cdot \sin \beta}$

$T_1 - T_2 = 0$
 $1-2: Q = \Delta U = \frac{1}{2} \Delta p \Delta V = \frac{3}{2} \Delta p \Delta V$
 $c = \frac{Q}{\Delta T} = \frac{\frac{3}{2} \Delta p \Delta V}{\Delta T} = \frac{3}{2} \Delta p \Delta V$ $c_{H_2} = \frac{5}{2} R$

$2-3: Q = A + \Delta U$ $A = p \Delta V = p(V_2 - V_1) = \Delta p \Delta V$
 $A = \frac{3}{2} \Delta p \Delta V$
 $Q = \frac{5}{2} \Delta p \Delta V$ $c_{H_2} = \frac{5}{2} R$

$u_V^2 = 75^2 + 68^2 - 2 \cdot 75 \cdot 68 \cdot \frac{36}{85} = 75^2 + 68^2 - \frac{2 \cdot 68 \cdot 36 \cdot 15}{17}$



$$A_n = A_{12} + A_{23} - A_{31} \quad A_{23} = P_2 \Delta V \quad A_{31} = \frac{P_1 + P_2}{2} \Delta V$$

$$A_n = P_2 \Delta V - \frac{P_1 + P_2}{2} \Delta V = P_2 \Delta V - \frac{P_2 \Delta V}{2} - \frac{P_1}{2} \Delta V = \frac{P_2}{2} \Delta V - \frac{P_1}{2} \Delta V$$

$$A_n = \frac{P_1 - P_2}{2} \Delta V$$

$$\eta = \frac{A}{Q_H}$$

$$Q_H = Q_{12} + Q_{23} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) + \frac{5}{2} \nu R (T_3 - T_2)$$

$$Q_X = \Delta U_{13} + A_{13} = \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_3) + \frac{P_1 + P_3}{2} (V_1 - V_3)$$

$$\frac{1}{2} (P_1 V_1 - P_1 V_3 + P_3 V_1 - P_3 V_3) = \frac{1}{2} (P_1 V_1 - P_3 V_3) = \frac{1}{2} \nu R (T_1 - T_3)$$

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

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

$$= \frac{\frac{5}{2} T_3 - \frac{3}{2} T_1 - T_2}{2 T_3 - T_1}$$

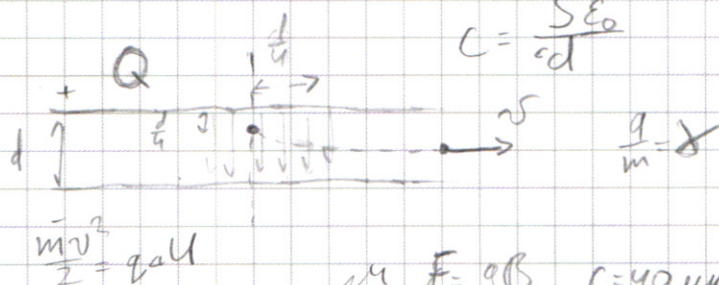
$$\frac{C U_1^2 + C U_2^2}{2} = \frac{C (U_1^2 + U_2^2)}{2}$$

$$1.3 \quad \frac{P}{V} = d$$

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

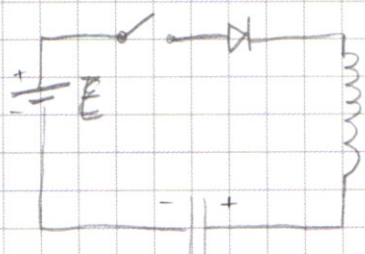
$$S = 4\pi r^2 \quad V = \frac{4}{3}\pi r^3$$

1.3



$$\frac{mv^2}{2} = q\Delta U$$

$$1.4 \quad E = 95 \text{ В} \quad C = 40 \text{ мкФ} \quad U_1 = 5 \text{ В} \quad L = 0.1 \text{ Гн}$$



$$\text{кон:} \quad E - \frac{q}{C} = U_0 + L \dot{i}$$

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

$$\dot{i} = \frac{E - \frac{q}{C} - U_0}{L} = \frac{95 - 5 - 1}{0.1} = \frac{93}{0.1} = 930 \text{ А}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$
 $q = dx^2$
 $F = \frac{q_0 q}{x^2}$
 $dF = \frac{q_0 dx^2}{x^2} dx$
 $dF = q_0 dx$
 $F = \int_R^{2R} q_0 dx$
 $F = q_0 R$
 $dF = \frac{q_0 dx}{x^2}$
 $dF = -\frac{q_0}{x} dx$
 $F = -q_0 \ln x$
 $F = -q_0 \ln 2R + q_0 \ln R = -q_0 \ln 2$
 $F = q_0 \ln 2$
 $F = k \frac{Q q}{x^2}$
 $F = k \frac{q_0 q}{x^2} = k \frac{Q x^2}{R x^2} = k \frac{Q}{R}$
 $ma = F$
 $ma = k \frac{Q q}{R}$
 $a = k \frac{Q q}{R m} = k \frac{Q}{R}$
 $R = \sqrt{\frac{5}{\pi}}$
 $2aR = V_k^2$
 $2 \cdot \frac{2}{72} \sqrt{\frac{5}{\pi}} \cdot \sqrt{\frac{5}{\pi}} = V_k^2$
 $\frac{45}{12\pi} = V_k^2$
 $V_k = \sqrt{\frac{45}{12\pi}}$
 $R = \frac{aT^2}{2}$
 $a = \frac{2R}{T^2} = \frac{2}{T^2} \sqrt{\frac{5}{\pi}}$
 $F = E \cdot x$

$$\eta = \frac{Q_H - Q_K}{Q_H}$$

$$p_1 V_1 = \nu R T_1 \quad \frac{p_1}{V_1} = d \quad \frac{p_2}{V_2} = d$$

$$p_2 V_1 = \nu R T_2 \quad p_1 = \alpha V_1$$

$$p_2 V_2 = \nu R T_3$$

$$A_H = Q_H - Q_K$$

$$Q_H = -A_H - Q_K$$

$$\frac{p_1 V_1}{p_2 V_2} = \frac{T_1}{T_3}$$

$$\frac{\alpha V_1^2}{\alpha V_2^2} = \frac{T_1}{T_3} \quad \frac{V_1^2}{V_2^2} = \frac{T_1}{T_3} \quad T_1 = \frac{V_1^2}{V_2^2} T_3$$

$$\frac{\frac{5}{2} T_3 - \frac{3}{2} \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^2 T_3 - T_2}{2 T_3 - \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^2 T_3}$$

$$\frac{\frac{5}{2} T_3 - \frac{3}{2} \alpha^2 T_3 - \alpha T_3}{2 T_3 - \alpha^2 T_3}$$

$$\frac{\frac{5}{2} T_3}{2 T_3} = Q_K = A_{12} + \alpha T_1$$

$$p = \alpha V$$

$$\frac{p_2 V_1}{p_2 V_2} = \frac{T_2}{T_3}$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_2}{T_3}$$

$$T_2 = \frac{V_1}{V_2} T_3 = \alpha T_3$$

$$\frac{V_1}{V_2} \rightarrow \alpha$$

$$\eta = \frac{Q_H - Q_K}{Q_H}$$

$$Q_H = \Delta U_{12} + \Delta U_{23} + A_{23}$$

$$Q_H - Q_K = A_{23} - A_{32} \quad 2 \cdot 70.5 =$$

$$Q_K = \Delta U_{32} + A_{32}$$

$$(45)^2 = (70+5)^2 = 4900 + 25 + 700 =$$

$$Q_H = \frac{3}{2} \nu R \alpha T_{12} + \frac{5}{2} \nu R \alpha T_{12}$$

$$= 5625$$

$$A_{23} = p_2 \Delta V$$

$$2 \cdot (68)^2 = (70-2)^2 = \frac{4904}{480} = 4424$$

$$= 4900 + 4 - 2 \cdot 70 \cdot 2 =$$

$$= 4904 - 480 = 4424$$

$$\frac{5625}{+4424} = 10049$$

$$F_1 = k \frac{Qq}{r^2 + x^2} \cdot \frac{x}{\sqrt{r^2 + x^2}}$$

$$72$$

$$\frac{2 \cdot 15 \cdot 68 \cdot 36}{17}$$

$$17 \cdot 4 = 40 + 28 = 68$$

$$17 \cdot 3 = 51$$

$$\begin{array}{r} 2 \cdot 68 \\ \times 30 \\ \hline 24 \\ 18 \\ \hline 2040 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} x \cdot 36 \\ \times 2040 \\ \hline 144 \\ 72 \\ \hline 73440 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 73440 \\ - 68 \\ \hline 54 \\ - 51 \\ \hline 34 \\ - 34 \\ \hline 00 \end{array}$$

$$22 = 20 + 2 = 4000 + 4 + 20 \cdot 2 \cdot 2 = 20$$

$$(20)^2 = 4000$$

$$(20.2)^2 = 4000 + 4 + 80 = 4084$$

$$\begin{array}{r} 22 \\ \times 22 \\ \hline 44 \\ 44 \\ \hline 484 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 910 \\ \times 10048 \\ \hline 4320 \\ 5728 \\ \hline 5728 \end{array}$$

$$5729$$

$$70 \cdot 70 = 7 \cdot 100 = 4900$$

$$80 = 6400$$

$$(70+1)^2 = 4900 + 16 + 560 =$$

$$5476$$