

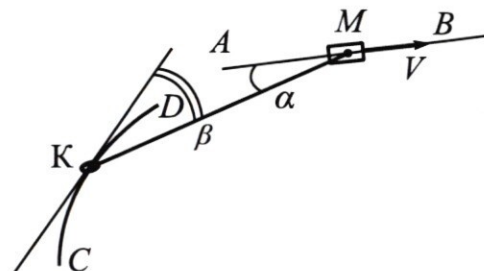
Олимпиада «Физтех» по физике, 11 класс

Вариант 11-04

Класс 11

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

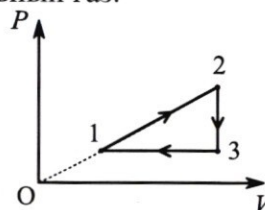
1. Муфту М двигают со скоростью $V = 2$ м/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 0,4$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1,9$ м. Кольцо и муфта связаны легким тросом длиной $l = 17R/15$. Система находится в одной горизонтальной плоскости. В некоторый момент трос составляет угол α ($\cos \alpha = 4/5$) с направлением движения муфты и угол β ($\cos \beta = 8/17$) с направлением движения кольца.



- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения троса 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 понижение температуры газа.
- 2) Найти для процесса 1-2 отношение изменения внутренней энергии газа к работе газа.
- 3) Найти предельно возможное максимальное значение КПД такого цикла.



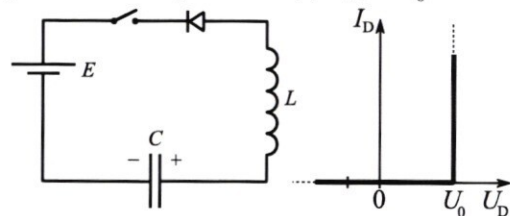
3. Обкладки конденсатора – квадратные металлические сетки, сторона квадрата во много раз больше расстояния d между обкладками. Напряжение на конденсаторе U . Отрицательно заряженная частица движется на большом расстоянии к конденсатору по оси симметрии, перпендикулярно обкладкам, влетает в него со скоростью V_1 и останавливается на расстоянии $0,2d$ от отрицательно заряженной обкладки.

- 1) Найдите удельный заряд частицы $\gamma = \frac{|q|}{m}$.
- 2) Через какое время T после влета в конденсатор частица вылетит из него?
- 3) Найдите скорость V_0 частицы 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.

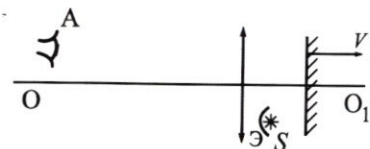
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 6$ В, конденсатор емкостью $C = 10$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 9$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,4$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$ 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 $8F/15$ от оси OO_1 и на расстоянии $3F/5$ от плоскости линзы. Линза и источник неподвижны, а зеркало движется со скоростью V вдоль оси OO_1 . В некоторый момент зеркало оказалось на расстоянии $6F/5$ 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

$$\boxed{N_2}$$

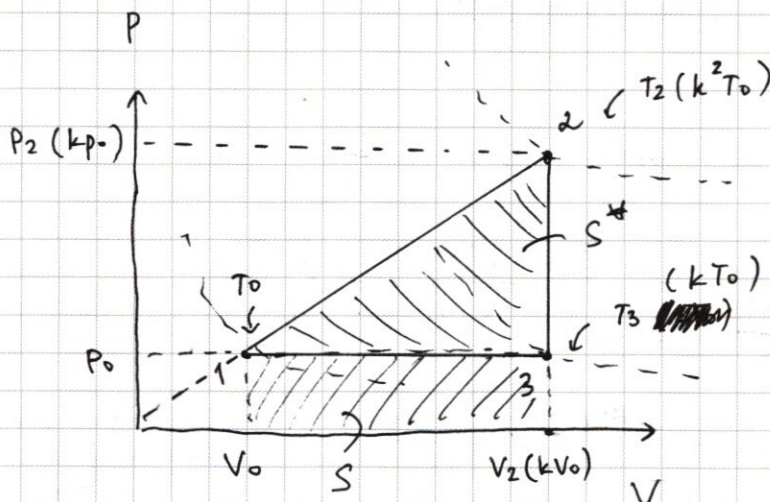
Dano:

$$i = 3$$

1) $\frac{C_{23}}{C_{31}} - ?$

$$2) \frac{\Delta u_{12}}{A_{12}}$$

3) $\gamma_{\max} - ?$



нах-?

1) Обозначим давление, объем и температу-
ру газа в точке 1 газ P_0, V_0, T_0 соответст-
венно. Пусть в процессе 1-2 давление ~~увелич~~ увелич.
в k раз $\Rightarrow$ т.к. процесс 1-2 - прямая пропорциональ-
ность, то объем увеличился во столько же
раз $\Rightarrow P_2 = k \cdot P_0, V_2 = k \cdot P_0$.

2) ур-уе ллeng.-країнерона;

точка: $P_0 V_0 = \nu R T_0 \Rightarrow \frac{P_0 V_0}{\nu R} = T_0 \quad (1)$

дмочка: $k p_0 \cdot k V_0 = D R T_2 \Rightarrow \frac{p_0 V_0}{p R} = \frac{T_2}{k_2} \quad (2)$

3 точка: $p_0 \cdot k U_0 = \nu R T_3 \Rightarrow \frac{p_0 U_0}{\nu R} = \frac{T_3}{T_1} \quad (3)$

$$(1) = (2): T_0 = \frac{T_2}{k^2} \Rightarrow [T_2 = k^2 T_0]$$

$$(1) = (5) : T_0 = \frac{T_3}{k} \Rightarrow T_3 = k T_0$$

м.к. $k > 1$, то $T_0 < kT_0 < k^2T_0 \Rightarrow$

$\Rightarrow$ температура уменьшалась на участках
2-3 и 3-1.

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

$A_{23} = 0$, м.к. это изохора $\Rightarrow$

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

$$C_{31} = \frac{Q_{31}}{\Delta T_{31}} = \frac{\Delta U_{31} + A_{31}}{\Delta T_{31}} = \frac{\frac{3}{2} \nu R \Delta T_{31} + A_{31}}{\Delta T_{31}}$$

$$A_{31} = -S = -(kV_0 - V_0) \cdot p_0 = p_0 V_0 (1 - k)$$

$$\text{т.к. } p_0 V_0 = \nu R T_0, \text{ то } A_{31} = \nu R T_0 (1 - k) =$$

$$= \nu R T_0 - \nu R \cdot k T_0 = \nu R \cdot T_1 - \nu R T_3 = [\nu R \Delta T_{31} = A_{31}]$$

$$C_{31} = \frac{\frac{3}{2} \nu R \Delta T_3 + \nu R \Delta T_{31}}{\Delta T_{31}} = \frac{5}{2} \nu R$$

$\Downarrow$

$$\frac{C_{23}}{C_{31}} = \frac{\frac{3}{2} \nu R}{\frac{5}{2} \nu R} = \frac{3}{5}$$

$$3) \Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} \nu R (k^2 T_0 - T_0) =$$

$$= \frac{3}{2} \nu R T_0 (k^2 - 1)$$

$$A_{12} = S + S^* = \frac{p_0 + k p_0}{2} \cdot (kV_0 - V_0) = \frac{p_0 V_0}{2} \cdot (k^2 - 1)$$

$$\text{т.к. } p_0 V_0 = \nu R T_0, \text{ то } A_{12} = \frac{\nu R T_0}{2} (k^2 - 1)$$

$$\frac{\Delta U_{12}}{A_{12}} = \frac{\frac{3}{2} \cdot \frac{\nu R T_0}{2} (k^2 - 1)}{\frac{\nu R T_0}{2} (k^2 - 1)} = 3$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$4) \quad \eta = \frac{A}{Q^+}$$

$$A = S^* = \frac{(kP_0 - P_0)(kV_0 - V_0)}{2} = \frac{P_0 V_0}{2} (k-1)^2 = \frac{pRT_0}{2} (k-1)^2$$

$$Q^+ = Q_{12} = \Delta u_{12} + A_{12} = \frac{3}{2} pRT_0 (k^2 - 1) + \frac{1}{2} pRT_0 (k^2 - 1) =$$

$$= 2 pRT_0 (k^2 - 1)$$

$$\eta = \frac{A}{Q^+} = \frac{\frac{pRT_0}{2} (k-1)^2}{2 pRT_0 (k-1)(k+1)} =$$

$$= \frac{1}{4} \cdot \frac{k-1}{k+1} = \frac{1}{4} \cdot \frac{1 - \frac{1}{k}}{\frac{1}{k} + 1}$$

$$\eta = \eta_{\max} \quad \text{при} \quad k \rightarrow \infty$$

$$\eta_{\max} = \frac{1}{4} \cdot \frac{1 - \frac{1}{k}}{1 + \frac{1}{k}}, \quad \text{при} \quad k \rightarrow \infty, \quad \frac{1}{k} \rightarrow 0 \Rightarrow$$

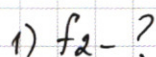
$$\Rightarrow \eta_{\max} = \frac{1}{4} \cdot \frac{1-0}{1+0} = \frac{1}{4} = 0,25$$

Ответ: 1) $\frac{C_{23}}{C_{31}} = \frac{3}{5}$

2) $\frac{\Delta u_{12}}{A_{12}} = 3$

3) $\eta_{\max} = 0,25$

~~David~~



2) $\alpha - 2$

3) u_- ?

$$\left. \begin{aligned} 1) \quad d_1 &= \frac{6F}{5} - \frac{3F}{5} = \frac{3F}{5} \\ 2) \quad l_1 &= d_1 = \frac{3F}{5} \end{aligned} \right\} \text{зеркало}$$

$$2) f_1 = c_1 = 3F/5$$

3) $\left[d_2 = 6F/5 + f_1 = \frac{9F}{5} \right] > F \Rightarrow$ изобр. действ. предмета
 S^* в нем будет действительным

Формула тонкой линзы:

$$\frac{1}{d_2} + \frac{1}{f_2} = \frac{1}{F} \Rightarrow \frac{1}{f_2} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d_2} = \frac{d_2 - F}{d_2 \cdot F} \Rightarrow$$

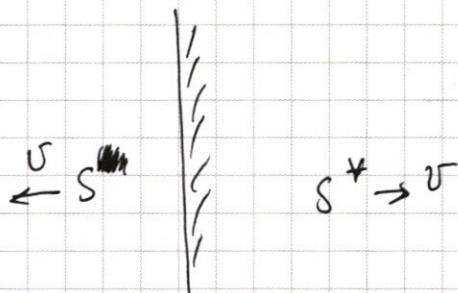
$$\Rightarrow f_2 = \frac{d_2 \cdot F}{d_2 - F} = \frac{\frac{9F}{5} \cdot F}{\frac{9F}{5} - F} = \frac{9F^2}{5} \cdot \frac{5}{4F} = \frac{9}{4} F$$

$$\left[f_2 = \frac{9}{4} F \right]$$

4) Т.к. предмет, являющийся оптич. центром и изобр. лежит на одной прямой, то S^{*x} лежит на прямой $OS^{\#}$.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

- 5) Найдите значение скорости u :
Перейдем в СО зеркала :



в СО зеркала предмет S движется влево со скоростью u , а его изобр. вправо с той же скоростью. $\Rightarrow$ $v_{\text{отн. изобр.}} = u$

Перейдем назад в СО земли, $|\vec{v}_{\text{абс}}| = u$,

$$\vec{v}_{\text{абс}} = \vec{v}_{\text{зер}} + \vec{v}_{\text{отн}} \quad , \quad |\vec{v}_{\text{зер}}| = v_{\text{зеркала}} = v$$

$$\begin{array}{c} \vec{v}_{\text{зер}} \quad \vec{v}_{\text{отн}} \\ \longrightarrow \quad \longrightarrow \\ \hline \vec{v}_{\text{абс}} \end{array} \Rightarrow v_{\text{абс}} = v_{\text{зер}} + v_{\text{отн}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow [u_1 = v + v = 2v]$$

- 6) т.к. вектора скорости изобр. и предмета либо // либо $\perp$ линзе, либо пересекаются в одной точке на линзе, то в нашем случае и направлено вдоль прямой SS^* к K , где K — т. пересечения SS^* и линзы.

$$7) OK = \frac{8F}{15} \quad (\text{по условию})$$

$$\Delta KOS^*: \operatorname{tg} \beta = \frac{d_2}{OK}$$

~~Пусть N - основание перпендикуляра,~~

Пусть N - основание ~~перпендикуляра~~ опущенного из S^{**} на плоскость линзы:

$$\Delta ONS^{**}: \operatorname{tg} \beta = \frac{f_2}{ON}$$

$$\begin{aligned} \frac{d_2}{OK} = \frac{f_2}{ON} &\Rightarrow ON = \frac{f_2}{d_2} \cdot OK = \frac{\frac{9}{4}F}{\frac{9}{5}F} \cdot \frac{8}{15}F = \\ &= \frac{5}{4} \cdot \frac{8}{15}F = \left[\frac{2}{3}F = ON \right] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 8) \quad \operatorname{tg} \alpha &= \frac{NK}{f_2} = \frac{NO + OK}{f_2} = \frac{\frac{2}{3}F + \frac{8}{15}F}{\frac{9}{4}F} = \frac{\frac{18}{15}}{\frac{9}{4}} = \frac{18^2}{9} \cdot \frac{4}{15} = \frac{8}{15} \end{aligned}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{8}{15} \Rightarrow \sin \alpha = \frac{8}{17}, \quad \cos \alpha = \frac{15}{17}$$

9) ~~Умножить~~ т.к. продольные скорости предмета и изобр. в линзе связаны след. соотношением ($u = \Gamma^2 \cdot v$, где u - прод. скор. изобр.; а v - прод. скор. предмета), то $u_{||} = u_1 \cdot \Gamma^2 = u_1 \cdot \left(\frac{f_2}{d_2} \right)^2$

$$u_{||} = u \cdot \cos \alpha \Rightarrow u \cdot \cos \alpha = 2v \cdot \left(\frac{\frac{9F}{4}}{\frac{9F}{5}} \right)^2 \Rightarrow u \cdot \cos \alpha = 2v \cdot \left(\frac{5}{4} \right)^2$$

$$\left[u = \frac{2v \cdot 25}{16 \cdot \cos \alpha} = \frac{50}{16} \cdot \frac{v \cdot 17}{15} = \frac{5 \cdot 2 \cdot 5 \cdot 17 \cdot v}{2 \cdot 8 \cdot 5 \cdot 3} = \frac{85}{24} v \right]$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

(к задаче №5)

Ответ:

$$1) f_2 = \frac{9}{4} F$$

$$2) \alpha = \arcsin\left(\frac{8}{17}\right)$$

$$3) u = \frac{85}{24} v$$

N3

Дано:

u, d, v_1

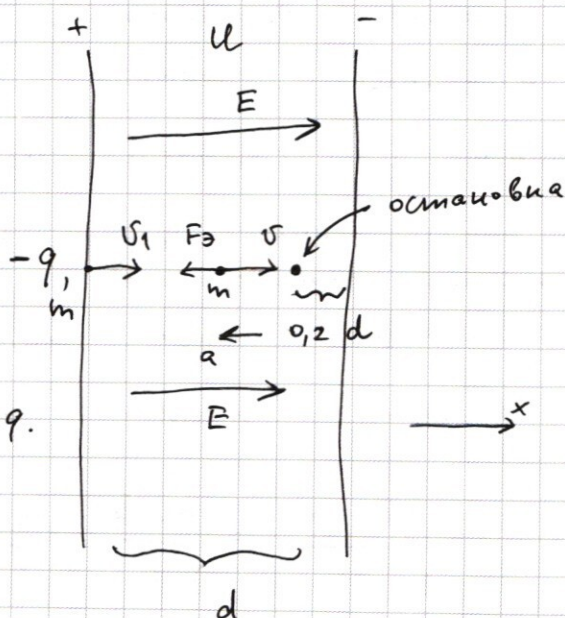
~~NA/NA/NA~~

$$1) f = \frac{|q|}{m} - ?$$

$$2) T - ?$$

$$3) v_0 - ?$$

1) Т.к. частица тормозит, то
что F_3 её тормозила, $\vec{E}$ должно
быть сонаправлено $\vec{v}_1 \Rightarrow$ частица нахо-
дится нах. около $+'$ своей обкладки



2) Пусть модуль
заряда частицы $= q$.

$$\vec{F}_3 = \vec{E} \cdot (-q) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow [F_3 = E \cdot q]$$

$$3) m \cdot ax = -F_3 \Rightarrow ax = -\frac{F_3}{m}, \text{ пусть } ax = -a \Rightarrow$$

$$\Rightarrow a = \frac{F_3}{m} = \frac{E \cdot q}{m}$$

4) пусть от момента вылета до останова
прошло время t , тогда

$$v_1 - at = 0 \Rightarrow \left[t = \frac{v_1}{a} = \frac{v_1 \cdot m}{E \cdot q} \right]$$

$$v_1 \cdot t - \frac{a \cdot t^2}{2} = d - 0,2d = 0,8d = \frac{4}{5}d$$

$$v_1 \cdot \frac{v_1 \cdot m}{E \cdot q} - \frac{E \cdot q}{m} \cdot \frac{v_1^2 \cdot m^2}{E^2 \cdot q^2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{4}{5}d$$

$$\frac{v_1^2}{2} \cdot \frac{m}{E \cdot q} = \frac{4}{5}d \Rightarrow \frac{5}{8} \frac{v_1^2}{E \cdot d} = \frac{q}{m} = j$$

$$j = \frac{5}{8} \frac{v_1^2}{E \cdot d}$$

$$E \cdot d = U \Rightarrow \left[j = \frac{5}{8} \frac{v_1^2}{U} \right]$$

5) т.к. ускорение осталось то же, только
теперь частица начнет движение в
др. сторону, то ^{она} выйдет из конденсатора
после останова через то же время
(движение симметрично),
 $t \Rightarrow$ суммарно после вылета в конденсатор
и до вылета прошло время $2t$

$$T = 2t = \frac{2 \cdot v_1 \cdot m}{E \cdot q} = \frac{2 \cdot v_1}{j \cdot E} = \frac{2 \cdot v_1}{j \cdot \frac{U}{d}} = \frac{2 \cdot v_1 \cdot d}{j \cdot U} =$$

$$= \frac{2 \cdot v_1 \cdot d \cdot 8j}{U \cdot 5 v_1^2} = \frac{16}{5} \frac{d}{v_1}$$

$$6) \frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v_1^2}{2} \Rightarrow v_0 = v_1$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

к задаче 3

Ответ:

$$J = \frac{5}{8} \frac{v_1^2}{u}$$

$$T = \frac{16}{5} \frac{d}{v_1}$$

$$v_0 = v_1$$

N1

$$v = 2 \text{ м/с}$$

$$m = 0,4 \text{ кг}$$

$$R = 1,9 \text{ м}$$

$$l = \frac{17R}{15}$$

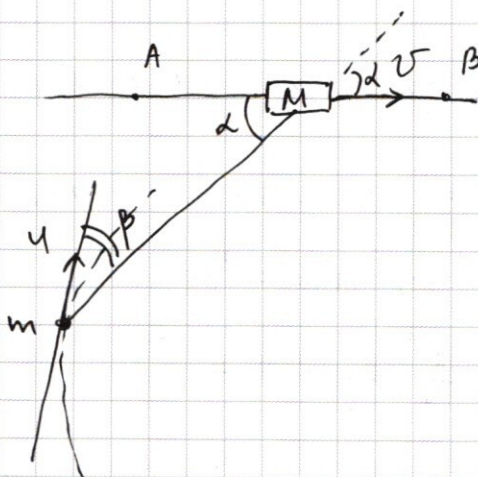
$$\cos \alpha = \frac{4}{5}$$

$$\cos \beta = \frac{8}{17}$$

1) u - ?

2) $u_{\text{отн}}$ - ?

3) T - ?

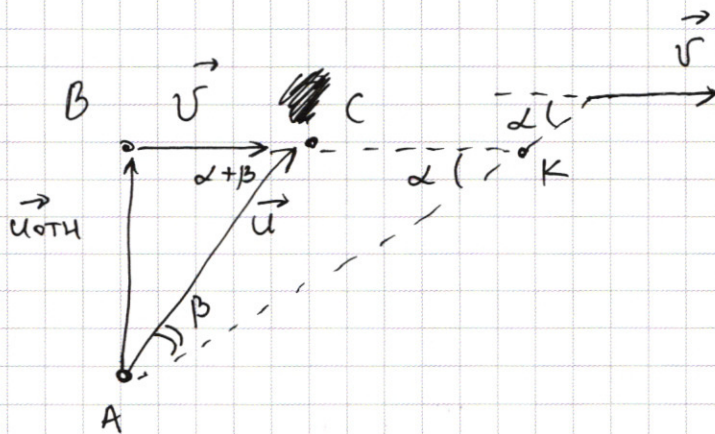


1) Т.к. трос нерастяжимый,
то проекции скоростей на
него равны $\Rightarrow$

$$u \cdot \cos \beta = v \cdot \cos \alpha \Rightarrow u = \frac{v \cdot \cos \alpha}{\cos \beta} = v \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{17}{8}$$

$$\left[u = \frac{17}{10} v = 3,4 \text{ м/с} \right]$$

2) $\vec{u} = \vec{u}_{\text{отн}} + \vec{v}$ (Т.к. $\vec{v}_{\text{абс}} = \vec{v}_{\text{отн}} + \vec{v}_{\text{пер}}$)



- из ска скорости ABC:

$$(u_{отн})^2 = v^2 + u^2 - 2|v||u| \cdot \cos(\angle BCA)$$

$$\angle BCA = \angle CAK + \angle ACK = \alpha + \beta$$

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

$$\cos \alpha = \frac{4}{5} \Rightarrow \sin \alpha = \frac{3}{5}$$

$$\cos \beta = \frac{8}{17} \Rightarrow \sin \beta = \frac{15}{17}$$

$$\cos(\alpha + \beta) = \frac{4}{5} \cdot \frac{8}{17} - \frac{3}{5} \cdot \frac{15}{17} = \frac{32 - 45}{5 \cdot 17} = -\frac{13}{5 \cdot 17}$$

$$u_{отн}^2 = v^2 + (1,7)^2 v^2 + 2 \cdot 1,7 v^2 \cdot \frac{13}{5 \cdot 17}$$

$$u_{отн}^2 = v^2 + 2,89 v^2 + v^2 \cdot \frac{2 \cdot \cancel{17}}{5 \cdot \cancel{10}} \cdot \frac{13}{5 \cdot \cancel{17}} =$$

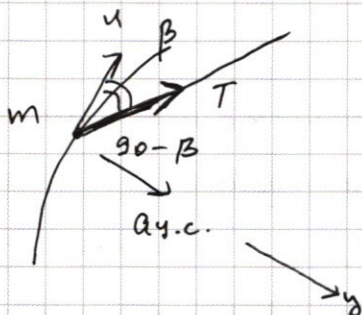
$$= v^2 \left(1 + 2,89 + \frac{13}{25} \right) = v^2 (1 + 2,89 + 0,52) = v^2 \cdot 4,41 =$$

$$= (2,1v)^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow [u_{отн} = 2,1v = 4,2 \text{ м/с}]$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3)



• Из Н: o_y :

$$m \cdot a_{y.c.} = T \cdot \sin \beta$$

$$a_{y.c.} = \frac{u^2}{R}$$

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

$$T = \frac{0,4 \cdot 1,7^2 \cdot 2^2 \cdot 17}{1,9 \cdot 15} \text{ Н} =$$

$$= \frac{4}{10} \cdot \frac{10}{19} \cdot \frac{2,89 \cdot 4}{15} \cdot 17 \text{ Н} = \frac{289}{100} \cdot \frac{16 \cdot 17}{19 \cdot 15} \text{ Н} = \frac{289 \cdot 272}{100 \cdot 285} \text{ Н}$$

$$\begin{array}{r} 16 \\ 17 \\ \hline 112 \\ 16 \\ \hline 272 \end{array} \quad \begin{array}{r} 15 \\ 19 \\ \hline 135 \\ 15 \\ \hline 285 \end{array}$$

$$T \approx 2,72 \text{ Н}$$

$$\begin{array}{r} 289 \quad 285 \\ \hline 12800 \quad 101 \\ \hline 400 \end{array}$$

$$T = 2,7 \text{ Н}$$

Ответ: $u = 3,4 \text{ м/с}$

$u_{отн} = 4,2 \text{ м/с}$

$T = 2,7 \text{ Н}$

N4

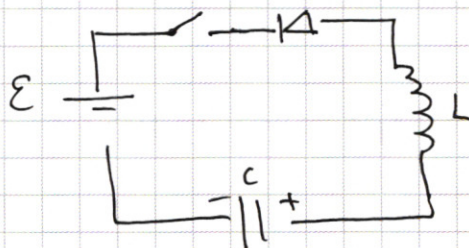
$$\mathcal{E} = 6 \text{ В}$$

$$C = 10 \text{ мкФ}$$

$$U_1 = 3 \text{ В}$$

$$L = 0,4 \text{ Гн}$$

$$U_0 = 1 \text{ В}$$



1) $I'(0) - ?$

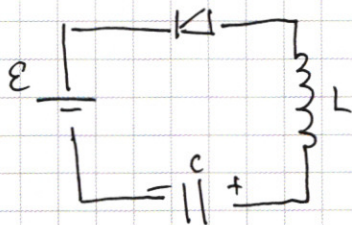
2) $I_{\text{max}} - ?$

3) $U_2 - ?$

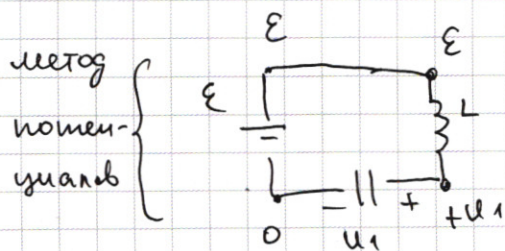
1) Сразу после замыкания ключа ток через катушку и напряжение на конденсаторе скачком не изменяется $\Rightarrow I(0) = 0, U_C(0) = U_1$

2) Т.к. сразу после замыкания ключа $I(0) = 0$, то диод закрыт

Рассм. цепь сразу после замык. ключа:



т.к. диод закрыт, то ~~можно~~ его можно заменить проводом



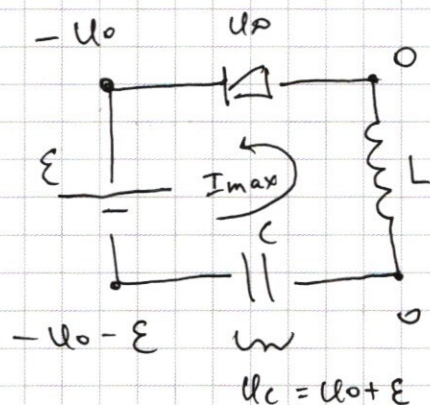
$$U_L = U_1 - \mathcal{E} \Rightarrow I'(0) = \frac{U_1 - \mathcal{E}}{L}$$

$$U_L = L \cdot I'(0)$$

$$\left[I'(0) = \frac{3 \text{ В}}{0,4 \text{ Гн}} = \frac{30}{4} \frac{\text{В}}{\text{Гн}} = 7,5 \frac{\text{В}}{\text{Гн}} \right]$$

3) когда $I = I_{\text{max}}$, то $U_L = L \dot{I}_{\text{max}} = 0$,
еще течет ток I_{max} , но диод открыт,
 $U_2 = U_0$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

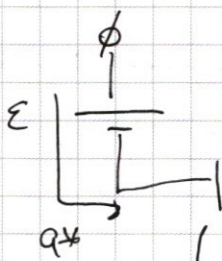
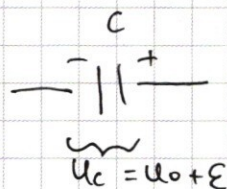


ЗСЭ:

$$A\delta = W_2 - W_1 + Q$$

т.к. резисторов нет, то $Q = 0$

$$A\delta = W_2 - W_1$$



было: $-CU_1$

стало: $-C(U_0 + \epsilon)$

$$U_1 > (U_0 + \epsilon) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow -CU_1 < -C(U_0 + \epsilon)$$

применяем заряд $q^* = -CU_0 - C\epsilon + CU_1 =$

$$= C(U_1 - U_0 - \epsilon)$$

$$A\delta = -q^* \cdot \epsilon = C\epsilon(\epsilon + U_0 - U_1)$$

$$W_1 = \frac{CU_0^2}{2} + \frac{L(I_0)^2}{2}$$

$$W_2 = \frac{C \cdot (U_0 + \epsilon)^2}{2} + \frac{L I_{\max}^2}{2}$$

$$A\delta = W_2 - W_1$$

$$CE(\varepsilon + U_0 - U_1) = \frac{C(U_0 + \varepsilon)^2}{2} + \frac{LI_{\max}^2}{2} - \frac{CU_1^2}{2}$$

$$\frac{LI_{\max}^2}{2} = \frac{CU_1^2}{2} - \frac{C(U_0 + \varepsilon)^2}{2} + CE(\varepsilon + U_0 - U_1)$$

$$\frac{LI_{\max}^2}{2} = \frac{C}{2}(U_1^2 - U_0^2 - \varepsilon^2 - 2U_0\varepsilon + 2\varepsilon^2 + 2\varepsilon U_0 - 2\varepsilon U_1)$$

$$LI_{\max}^2 = C(U_1^2 - U_0^2 + \varepsilon^2 - 2\varepsilon U_1)$$

$$I_{\max} = \sqrt{\frac{C}{L}(U_1^2 - U_0^2 + \varepsilon^2 - 2\varepsilon U_1)}$$

$$I_{\max} = \sqrt{\frac{10 \cdot 10^{-6}}{4 \cdot 10^{-1}}(81 - 1 + 36 - 54)} \text{ A}$$

$$\frac{LI_{\max}^2}{2} = \frac{C}{2}(81B^2 - 49B^2 - 24B^2) = \frac{C}{2} \cdot 8B^2$$

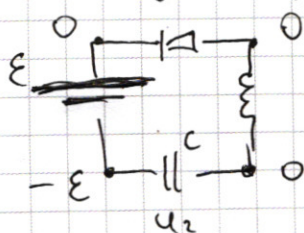
$$LI_{\max}^2 = C \cdot 8B^2$$

$$I_{\max} = \sqrt{\frac{C}{L} \cdot 8B^2} = \sqrt{\frac{10 \cdot 10^{-6}}{0,4} \cdot 8} \text{ A} =$$

$$= \sqrt{10^{-4} \cdot 2} \text{ A} = 10^{-2} \cdot \sqrt{2} \text{ A}$$

$$[I_{\max} \approx 14,1 \text{ mA}]$$

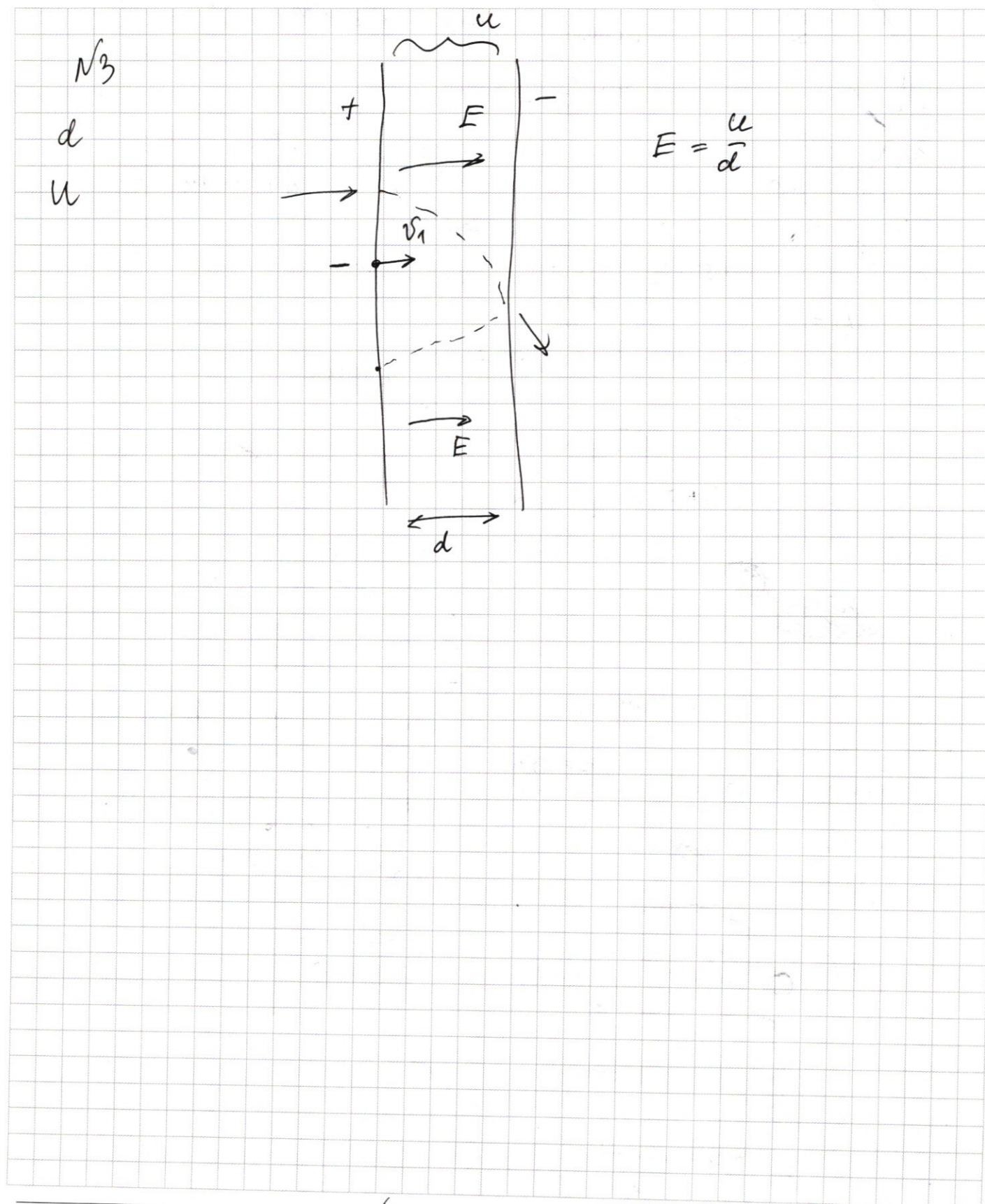
4) в уст. режиме $I=0$, $U_L=0$, диод закрыт



метод потенциалов $\Rightarrow$
 $\Rightarrow \frac{U_2}{-E} \Rightarrow U_2 = E$

Ответ: $I(0) = 7,5 \frac{B}{\mu s}$
 $I_{\max} = 14,1 \text{ mA}$
 $U_2 = 6 \text{ B}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

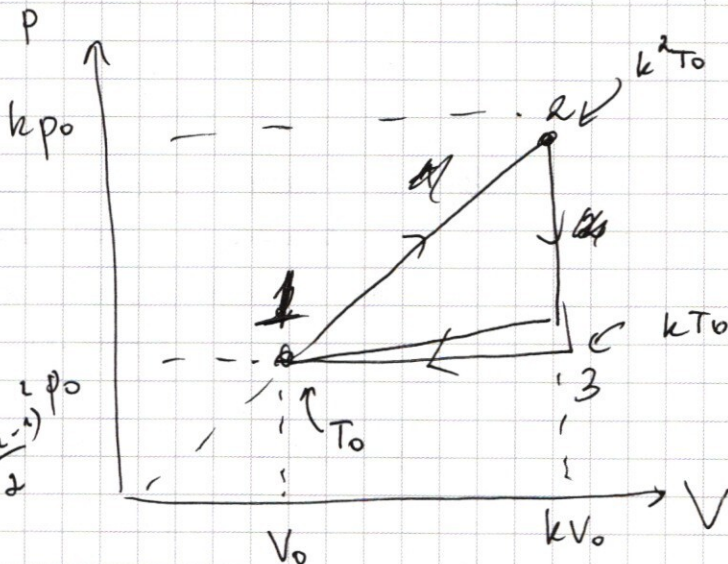
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2

1) $\frac{c_{23}}{c_{31}}$

2) $\frac{\Delta u_{12}}{A_{12}}$

3) $\eta - ?$



3) $A = p_0 V_0 \frac{(k-1)}{2} = p_0 V_0 \frac{(k-1)}{2}$
 $Q_+ = 2 p_0 V_0 \frac{(k-1)}{2} = p_0 V_0 (k-1)$
 $\eta = \frac{A}{Q_+} = \frac{p_0 V_0 \frac{(k-1)}{2}}{p_0 V_0 (k-1)} = \frac{1}{2}$
 $\eta = \frac{1}{2} \frac{k-1}{k+1} = \frac{1}{4}$
 $1 - \frac{1}{k} = 25\%$
 $\frac{1}{1 + \frac{1}{k}} = \frac{1}{4}$
 $\frac{1}{1 + \frac{1}{k}} = \frac{1}{4} \Rightarrow 1 + \frac{1}{k} = 4 \Rightarrow \frac{1}{k} = 3 \Rightarrow k = \frac{1}{3}$
 $c_{23} = \frac{Q_{23}}{\Delta T_{23}} = \frac{\Delta u_{23} + A_{23}}{\Delta T_{23}} = \frac{\frac{3}{2} p_0 V_0 \frac{\Delta T_{23}}{\Delta T_{23}}}{\Delta T_{23}} = \frac{3}{2} p_0 V_0$
 $c_{31} = \frac{Q_{31}}{\Delta T_{31}} = \frac{A_{31} + \Delta u_{31}}{\Delta T_{31}} = \frac{-p_0 V_0 (k-1) + \frac{3}{2} p_0 V_0 \frac{\Delta T_{31}}{\Delta T_{31}}}{\Delta T_{31}} = \frac{-p_0 V_0 (k-1) + \frac{3}{2} p_0 V_0}{\Delta T_{31}}$
 $\eta = \frac{A}{Q_+} = \frac{p_0 V_0 (1-k) + \frac{3}{2} p_0 V_0 \frac{\Delta T_{31}}{\Delta T_{31}}}{\Delta T_{31}} = \frac{p_0 V_0 (1-k) + \frac{3}{2} p_0 V_0}{\Delta T_{31}}$

2) $\Delta u_{12} = \frac{3}{2} p_0 V_0 (k^2 - 1) T_0 = \frac{3}{2} p_0 V_0 (k^2 - 1) T_0$
 $\Delta T_{31} = \frac{5}{2} p_0 V_0$

$A_{12} = \frac{k p_0 + p_0}{2} (k V_0 - V_0) = \frac{c_{23}}{c_{31}} = \frac{\frac{3}{2} p_0 V_0}{\frac{5}{2} p_0 V_0} = \frac{3}{5}$
 $= \frac{(k^2 - 1) p_0 V_0}{2} = \frac{p_0 V_0}{2} (k^2 - 1)$

$\frac{\Delta u_{12}}{A_{12}} = \frac{\frac{3}{2} p_0 V_0 (k^2 - 1)}{\frac{p_0 V_0}{2} (k^2 - 1)} = 3$

$\eta = \frac{A}{Q_+} = \frac{p_0 (k-1) V_0 (k-1)}{2}$
 $Q_{12} =$

N4

$$\mathcal{E} = 6 \text{ В}$$

$$C = 10 \text{ мкФ}$$

$$U_1 = 9 \text{ В}$$

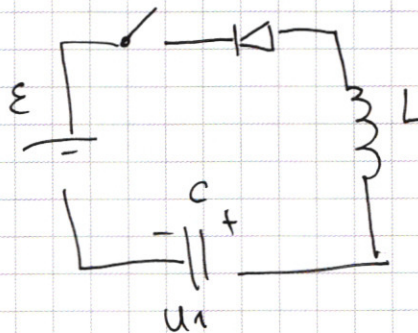
$$L = 0,4 \text{ Гн}$$

$$U_0 = 1 \text{ В}$$

1) $I' - ?$

2) $I_{\text{max}} - ?$

3) $U_2 - ?$

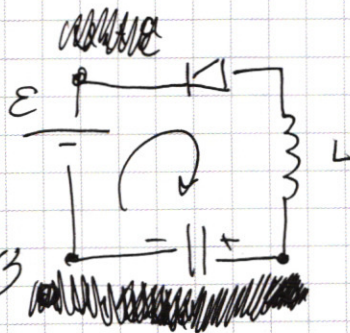


~~Сразу~~ 1) Сразу после замыкания
ключа ток на катушке
и напр. на канд. скачка не
будет $\Rightarrow$

$$\Rightarrow I(0) = 0, U_C(0) = U_1 = 9 \text{ В}$$

(1)

т.к. $I_0 = 0$, то диод закрыт



$$I' = \frac{\mathcal{E} + U_1}{L} - ? \times 3$$

2)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$ay.c = \frac{u^2}{R}$ $m \cdot ay.c = T \cdot \sin \alpha \Rightarrow$

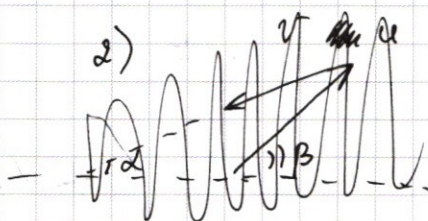
$\cos \alpha = \frac{4}{5}$ $\sin \alpha = \frac{3}{5}$

$\cos \beta = \frac{8}{17}$ $\sin \beta = \frac{15}{17}$

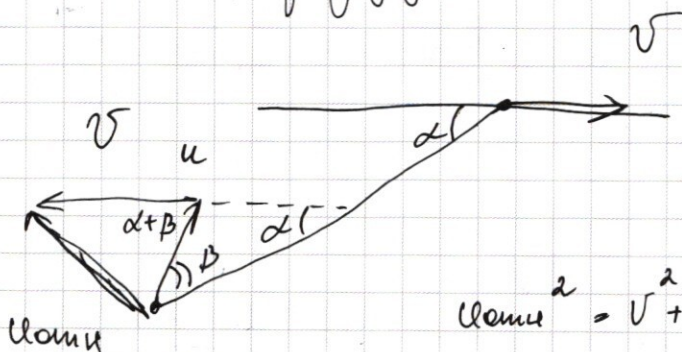
$T = \frac{m \cdot u^2}{12 \cdot \sin \beta}$

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

1) $u = v \cdot \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} = v \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{17}{8} = 1,7 v = 3,4 \text{ м/с}$



$$\begin{array}{r} 1689 \\ 563 \overline{) 1689} \\ \underline{563} \\ 563 \\ \underline{563} \\ 0 \end{array}$$



~~cos(20+60)~~

$$\begin{array}{r} 1,7 \\ 1,7 \\ \hline 1,7 \\ 1,7 \\ \hline 1,7 \end{array}$$

$$w^2 = v^2 + u^2 - 2 \cdot u \cdot v \cdot \cos(\alpha + \beta)$$

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

$= \frac{4 \cdot 8}{5 \cdot 17} - \frac{3 \cdot 15}{5 \cdot 17} = \frac{32 - 45}{5 \cdot 17} = \frac{-13}{85}$

$w^2 = v^2 + 2,89 u^2 + 2 \cdot 1,7 \cdot v \cdot \frac{13}{85}$

$w^2 = v^2 \left(1 + 2,89 + \frac{2 \cdot 1,7 \cdot 13}{5 \cdot 17} \right) = v^2 \cdot 16,89$

$w = v \cdot \sqrt{16,89}$

$2 \cdot 4,1$
 $8,2 \text{ м/с}$

☒ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

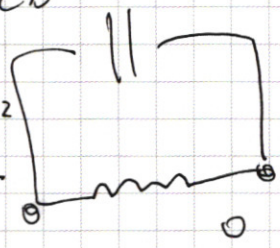
2.54
108
108
126
81 - 1
80 + 36

$$-12B^2 \cdot C = \frac{LI_{\max}^2}{2} + \frac{C \cdot 49B^2}{2} - \frac{C \cdot 81B^2}{2}$$

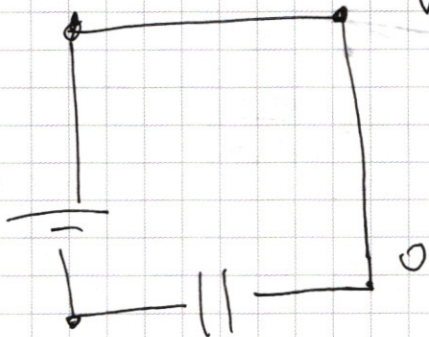
$$\frac{LI_{\max}^2}{2} = -\frac{24}{2} - \frac{49}{2} + \frac{81}{2} CB^2$$

$$LI_{\max}^2 = 81B \cdot C \cdot B^2$$

$$-U_0 \quad I_{\max} = 0 \quad \sqrt{\frac{8C}{L}}$$



6.9
54
80 + 36 - 54



$$U_C + U_L = 0$$

$$\frac{q}{C} + LI' = 0$$

$$q + \frac{L}{C} \ddot{q} = 0$$

126 - 54
72

-9
-7

$$2B \cdot C$$

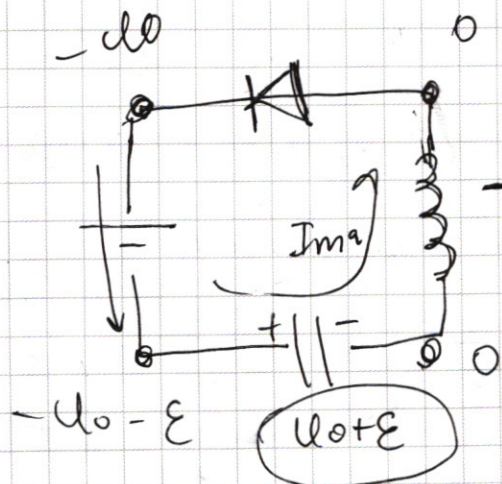
$$-12B^2 \cdot C$$

$$U_0 + \mathcal{E}$$

$$q + \frac{L}{C}$$

$$\left(\frac{q}{C} + L \cdot \ddot{q}\right) = 0$$

80 - 18
62



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

16.6
96.2
192

$$LI_{\max}^2 = U_1^2 C - (U_0 + \mathcal{E})^2 C - 2\mathcal{E}C(U_1 + U_0 + \mathcal{E})$$

$$I_{\max} = \frac{C}{L} (U_1^2 - U_0^2 - \mathcal{E}^2 - 2U_0\mathcal{E} - 2\mathcal{E}^2)$$

81 - 1 - 36 - 12

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

~~Дано:~~
 ~~$\omega = 0.4 \text{ кГц}$~~
 ~~$R = 10 \text{ Ом}$~~
 ~~$L = 10 \text{ мГн}$~~
 ~~$C = 10 \text{ мкФ}$~~
 ~~$U_0 = 10 \text{ В}$~~
 ~~$\cos \varphi = 0.8$~~

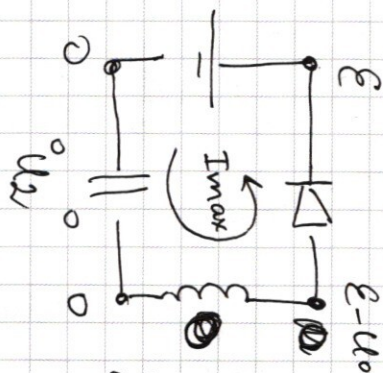
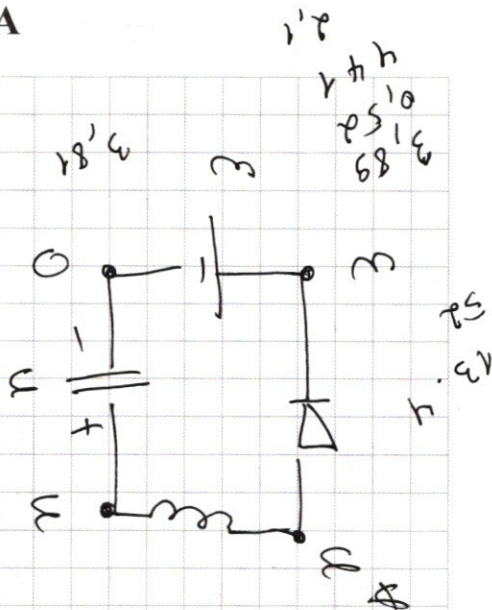
$$\varepsilon - u_0 = u_C - u_L$$

$$\varepsilon - u_0 = -u_L$$

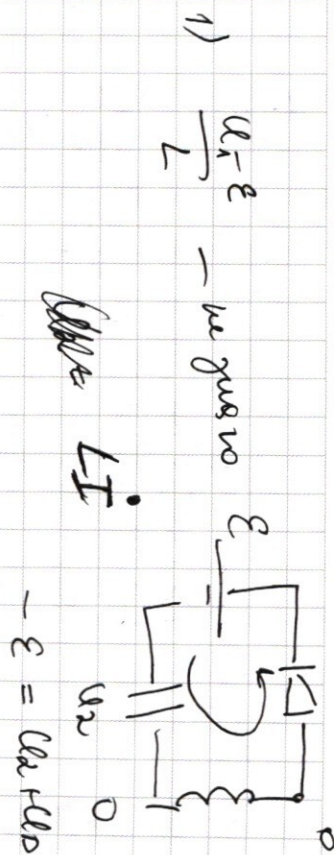
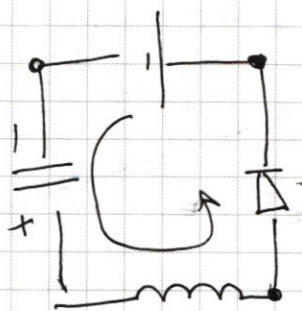
$$- \varepsilon = -u_C + u_L + u_0$$

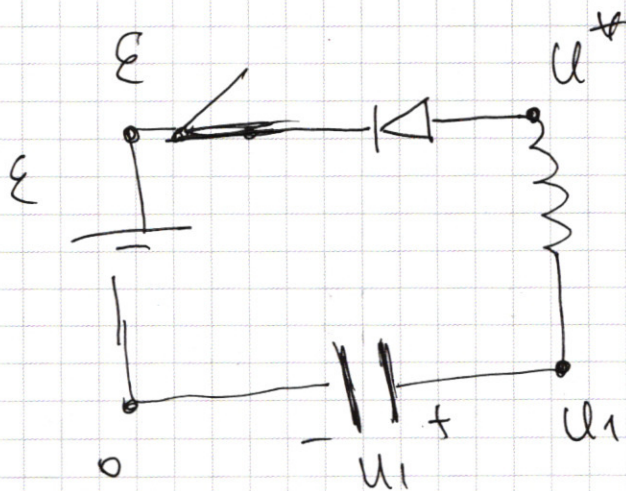
$$0 = (\omega L - \frac{1}{\omega C}) I + \varepsilon - u_0$$

$$0 = 6.7 - 7.6$$



$$I = I_{\max}, \text{ when } u_C = 0$$





$$\begin{array}{r} 85 \overline{) 24} \\ 72 \overline{) 3,54} \\ \underline{130} \\ \underline{120} \\ ? \\ \underline{100} \\ 94 \end{array}$$

$$\frac{U_1 - E}{L} = ?$$

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \beta &= \frac{8}{15} \\ \sin \beta &= \frac{8}{17} \\ \cos \beta &= \frac{15}{17} \end{aligned}$$

$$\frac{g}{4h} = \frac{g \cdot 3}{8}$$

$$h = \frac{2}{5}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{18}{15} \cdot \frac{4}{9} = \frac{8}{15}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{8F}{18 \cdot 3} \cdot \frac{8}{9F} = \frac{8}{27}$$

$$h = \frac{8F}{4} \cdot \frac{8}{27 \cdot 3} = \frac{2}{3} F$$

$$U \cdot \cos \beta = 2U \cdot \frac{15}{17}$$

$$\begin{array}{r} 225 \\ 81 \\ \hline 1800 \\ 18225 \\ \hline 3240 \end{array}$$

$$U = \frac{2U \cdot 15}{17} = \frac{2U \cdot 25}{16}$$

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{\frac{2}{3} F + \frac{8}{15} F}{\frac{9F}{4}} = \frac{18}{15} \cdot \frac{4}{9} = \frac{8}{15}$$

$$\begin{array}{r} 21465 \\ 1944 \\ \hline 23409 \end{array}$$

$$\frac{18}{15} + \frac{9}{4} = \frac{324}{225} + \frac{81}{16} = \frac{3240 + 324 \cdot 6 + 81 \cdot 225}{15^2 \cdot 4^2}$$

$$\begin{array}{r} 23409 \\ 2601 \\ 2799 \\ \hline 31 \end{array}$$

$$\frac{27 \sqrt{31}}{6020}$$

$$= 3240 + 1944 + 18225$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1/5

F

0 01

$6F/5$

$\frac{8F}{15}$

$\frac{3F}{5}$

(F)

$1M/c$

$1M$ $1M$

$2M$ $2M$

$2V$

дважды умнож.

1) $\frac{3}{4}F$

2) $\tan \alpha = \frac{8F}{15} \cdot \frac{4}{9F} = \frac{32}{135}$

3) $u \cos \alpha = \Gamma \cdot 2V$

$\Gamma = \frac{9F}{5} \cdot \frac{4}{9F} = \frac{4}{5}$

$u \cos \alpha = \frac{16}{25} \cdot 2V = \frac{32}{25}V$

$u = \frac{32}{25}V$

$\frac{9}{4}F$

$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d} = \frac{d-F}{Fd} \Rightarrow f = \frac{Fd}{d-F} = \frac{F \cdot 9F}{8 \cdot 4F} =$

$9F/5$

$d = 9F/5$

$9/4 F$

$6F/5$

$8F/15$

$3F/5$

$3F/5$

$2V$

u

$1) S$

$9/4 F$

$8F/15$

$8F/15$

$3F/5$

$3F/5$

$2V$

u

$9F/5$

$d = 9F/5$

$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d} = \frac{d-F}{Fd} \Rightarrow f = \frac{Fd}{d-F} = \frac{F \cdot 9F}{8 \cdot 4F} =$

d · 6 · 2

50 + 23 73

$$2 \cdot C \cdot 6 \cdot (-2) = C \cdot 49 + LI_{\max}^2 - 81C$$

$$-20C - C \cdot 49 + 81C = LI_{\max}^2$$

$$-73 + 81$$

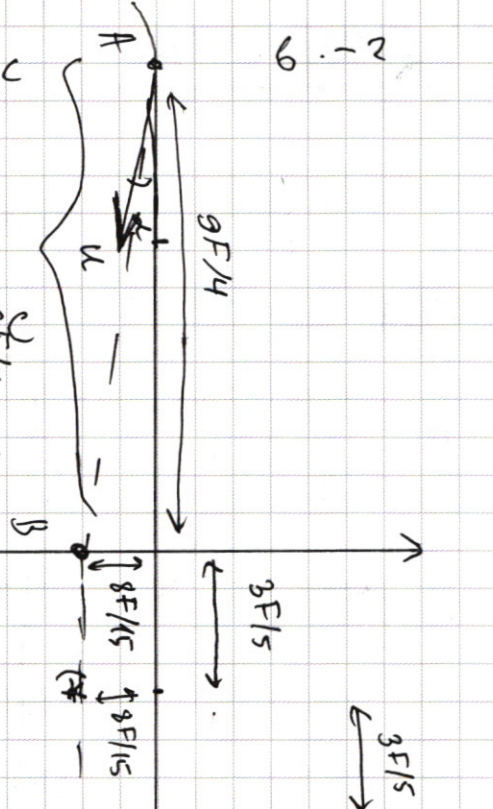
1,41

8

$$\frac{C \cdot 81}{2} - \frac{C \cdot 49}{2} + \frac{C \cdot 16}{4}$$

$$\frac{32}{2} (F)$$

$$16 - 12 \cdot 4$$



$$\cos \alpha = \frac{9F}{4} \cdot \frac{4F}{45} = \frac{1}{5}$$

$$u \cdot \cos \alpha = T^2 \cdot 25$$

$$T = \frac{9F}{4} \cdot \frac{5}{3F} = \frac{5}{4}$$

$$\Rightarrow u = \frac{T^2 \cdot 25}{\cos \alpha} = \frac{25}{16} \cdot 25 \cdot 5 = \frac{125}{8}$$

$$AB = \sqrt{\left(\frac{81F^2}{16} + \frac{64F^2}{225}\right)^2}$$

$$= \sqrt{225 \cdot 81 + 64 \cdot 16} F$$

$$= \frac{25 \cdot 27}{4 \cdot 15} F = \frac{45}{4} F$$

$$fd - fF = dF$$

$$f = \frac{9F \cdot F}{8 \cdot \frac{4F}{5}} = \frac{9}{4} F$$

$$\frac{8 \cdot 3}{15} = \frac{8}{5} \text{ см} = 1,6 \text{ см}$$

$$d = \frac{9F}{5}$$

$$f = \frac{Fd}{d - F}$$

$$\frac{9}{5} \text{ см}$$

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

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

$$\frac{5 \cdot 3}{2 \cdot 3}$$

$$T = \frac{f}{d} = \frac{d - F}{d}$$

$$\frac{1800}{225} = 8$$

$$\frac{18225}{3645} = 5$$

$$\frac{729}{3} = 243$$