

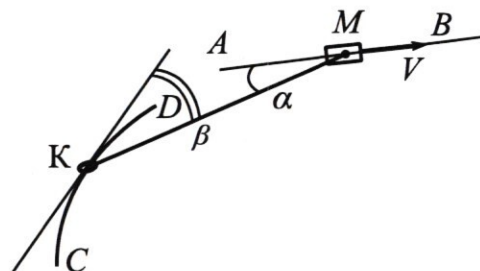
Олимпиада «Физтех» по физике, фс

Класс 11

Вариант 11-04

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

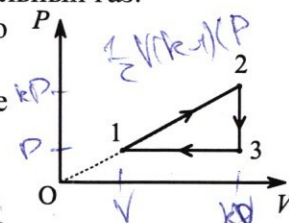
1. Муфту М двигают со скоростью $V = 2$ м/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 0,4$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1,9$ м. Кольцо и муфта связаны легким тросом длиной $l = 17R/15$. Система находится в одной горизонтальной 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.



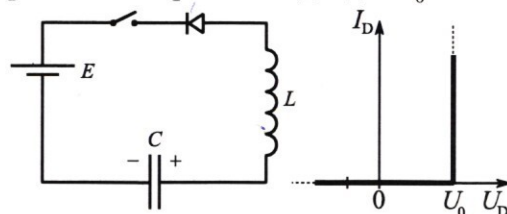
3. Обкладки конденсатора – квадратные металлические сетки, сторона квадрата во много раз больше расстояния d между обкладками. Напряженность на конденсаторе U . Отрицательно заряженная частица движется на большом расстоянии к конденсатору по оси симметрии, перпендикулярно обкладкам, влетает в него со 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.

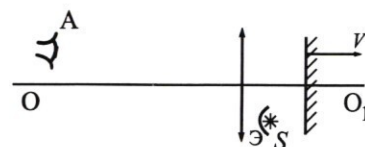
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 6$ В, конденсатор емкостью $C = 10$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 9$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,4$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$ 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

N/1 Dano:

$$V = 2^{\frac{24}{2}}$$

$$m = 24 \text{ kg}$$

$$R = 1,9 \text{ m}$$

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

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

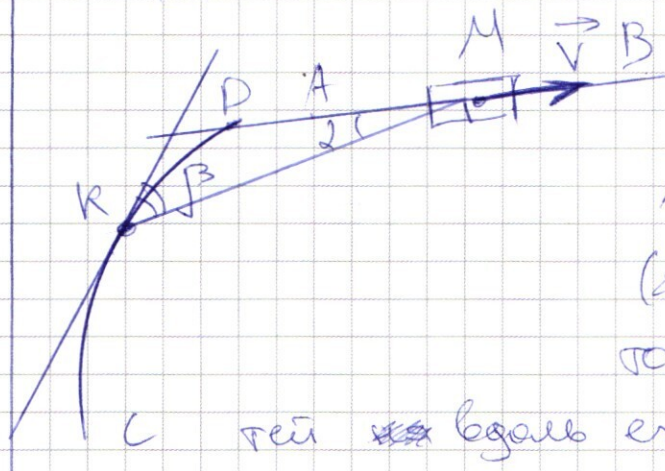
$$\omega_{sp} = \frac{\omega}{T}$$

1) ~~V~~-?

2) $U_{отн}$ - ?

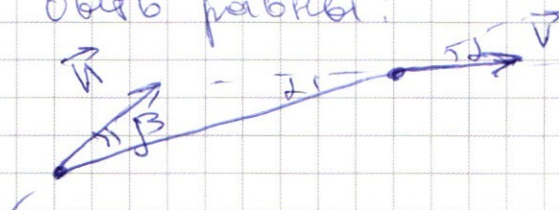
3) $\uparrow - ?$

Решение:



1) Т.к. ~~список~~^{спрос} катенер,
то проекции спроса
его функции должны

Быть равны:



$$\Rightarrow \begin{bmatrix} u = v \cdot \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} \end{bmatrix} \Rightarrow$$

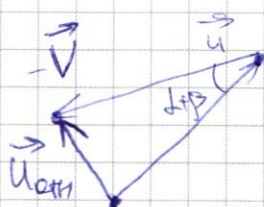
$$\Rightarrow u = 2 \frac{14}{20} = \frac{17}{10} \cdot 2 \frac{3}{10} = 3,4 \frac{3}{10}$$

$$2) \vec{V}_{ges} = \vec{V}_{orn} + \vec{V}_{rep}$$

→ где невозв. СО - Земля,
а подвижное СО - мантия:

$$\vec{V}_{\text{avg}} = \vec{V}_{\text{osc}} + \vec{V}_{\text{rep}} = \vec{V}_{\text{osc}} + (-V_{\text{rep}})$$

$$\vec{u}_{\text{opt}} = \vec{u} + (-\vec{v})$$



→ по th косинусов:

$$u_{\text{Water}}^2 = V^2 + u^2 - 2 \cdot u \cdot V \cdot \cos(\alpha + \beta)$$

$$\cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta, \quad \sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = \frac{3}{5}$$

$$= \frac{48}{517} - \frac{315}{517} = \frac{32-45}{85} = -\frac{13}{85}$$

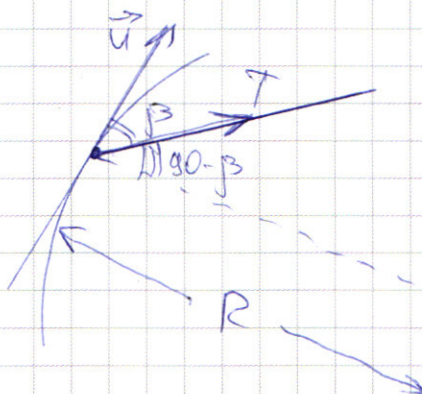
$$\sin \beta = \sqrt{1 - \cos^2 \beta} = \frac{\sqrt{5}}{5}$$

$$= \sqrt{v^2 + v^2 \frac{\cos^2 \beta}{\cos^2 \beta} - 2v^2 \frac{\cos \beta}{\cos \beta} \cdot \cos(\beta + \beta)} = v \cdot \sqrt{1 + \frac{\cos^2 \beta}{\cos^2 \beta} - 2 \frac{\cos \beta}{\cos \beta} \cdot \cos(\beta + \beta)} = v \cdot \sqrt{4 \cdot 1} = v \cdot 2 = 2v$$

3) Рассчитаем

кабеля P ;

Заменим $23H$
на $17H$!



$$T \cdot \cos(90 - \beta) = m \frac{v^2}{R}$$

$$T \cdot \sin \beta = \frac{mv^2}{R}$$

$$T = \frac{mv^2}{R \sin \beta} = \frac{m}{R \sin \beta} \cdot v^2 \cdot \frac{\cos^2 \beta}{\cos^2 \beta}$$

$$= \frac{0,4 \cdot 4 \cdot 1,7^2}{1,9 \cdot 15 \cdot 100} = \frac{1,6 \cdot 289 \cdot 17}{1,9 \cdot 15 \cdot 10} = \frac{17^3 \cdot 1,6}{(17^2 - 4) \cdot 10} = \frac{17^3 \cdot 1,6}{285 \cdot 10} \approx \frac{17 \cdot 1,6}{10}$$

$$= \frac{0,4 \cdot 4 \cdot 1,7^3}{1,9 \cdot 15 \cdot 100}$$

$$= \frac{1,6 \cdot 289 \cdot 17}{1,9 \cdot 15 \cdot 10}$$

$$= \frac{17^3 \cdot 1,6}{(17^2 - 4) \cdot 10} = \frac{17^3 \cdot 1,6}{285 \cdot 10} \approx \frac{17 \cdot 1,6}{10}$$

$$= \frac{1,7 \cdot 1,6}{10} = \frac{17 \cdot (17-1)}{100} = 2,72 H$$

$$T \approx 2,72 H$$

$$T \approx 0,72 H \Rightarrow T \approx 0,3 H$$

$$\text{Дано: } 1) u = 3,4 \frac{m}{c};$$

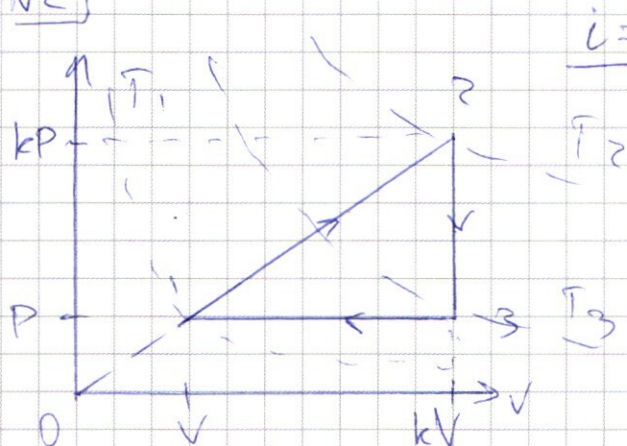
$$2) u_{max} = 4,2 \frac{m}{c}$$

$$3) \text{ ~~0,3 H~~ } T \approx 2,72 H.$$

Указание: скорость кабеля u в этот момент направлена по касательной к окружности.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2)



$i=3$

1) Отн.-це

сд на графике

$T \uparrow \downarrow (L)$

2) 1-2: $\frac{\Delta U_{12}}{A_{12}} = ? (\beta)$

3) $\eta_{max} = ?$

1) Пусть в п.1 давление и объем газа равны P и V , тогда, если на участке 1-2 давление увеличилось в k раз, объем также ув-ся в k раз ($P_2 = kP$, $V_2 = kV$)

2) Запишем уравне Менделеева-Клапейрона для каждого из состояний: 1, 2, 3

$$1: PV = \nu RT_1$$

$$2: PV \cdot k^2 = \nu RT_2$$

$$3: kPV = \nu RT_3$$

$$\text{Пусть } T_1 = T \Rightarrow T_2 = T \cdot k^2$$

$$\Rightarrow T_3 = T \cdot k$$

Тогда можно сделать вывод, (т.к. $k > 1$)

то на участке 1-2: температура увеличилась в k^2 раз; на участке 2-3: уменьшилась в k раз. То есть надо найти отношение мол. теплоемкостей на участках 2-3 и 3-1

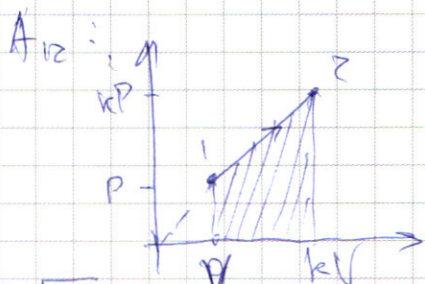
$$2) \quad 2 \rightarrow 3: \text{ изохора } \Rightarrow C_D = \frac{i}{2} R = \frac{3R}{2} = C_V = C_{23}$$

$$3 \rightarrow 1: \text{ изобара } \Rightarrow C_P = C_V + R = \frac{5R}{2} = C_{31}$$

$$\rightarrow \left[L = \frac{Q_{23}}{C_{31}} = \frac{\frac{3R}{2} P V}{\frac{5R}{2}} = \frac{3}{5} = 0.6 \right]$$

3) Рассмотрим $1 \rightarrow 2$:

$$\Delta U_{12} = \frac{i}{2} \nu R \Delta T = \frac{i}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1) = \frac{3}{2} \cdot (k^2 P V - P V) = \frac{3}{2} P V (k^2 - 1)$$



$$A_{12} = \frac{1}{2} (kP \cdot kV - PV) = \frac{1}{2} P V (k^2 - 1)$$

$$\Rightarrow \left[\beta = \frac{\Delta U_{12}}{A_{12}} = \frac{\frac{3}{2} P V (k^2 - 1)}{\frac{1}{2} P V (k^2 - 1)} = 3 \right]$$

4) $\eta = 1 - \frac{Q_{\text{н}}}{Q_{\text{к}}} = \frac{A_{\text{з}}}{Q_{\text{к}}}$, где $A_{\text{з}}$ - полная работа газа за цикл (состав. площади отнесенной или фигуры)

$Q_{\text{к}} = Q_{12}$, т.к. только на этом участке тепло подводится

(на $2 \rightarrow 3$: $A=0$, $\Delta U < 0$, т.к. $T \downarrow$ в k раз)
или $3 \rightarrow 1$ $A < 0$, $\Delta U < 0$, аналогично $\uparrow$)

$$Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} = \frac{3}{2} P V (k^2 - 1) + \frac{1}{2} P V (k^2 - 1) = 2 P V (k^2 - 1)$$

$A_{\text{з}} = +S_{\text{цикла}}$, т.к. по часовой стрелке.

$$S_{\text{цикла}} = \frac{1}{2} (V(k-1) \cdot P(k-1)) = \frac{1}{2} P V (k-1)^2$$

$$\rightarrow \eta = \frac{\frac{1}{2} P V (k-1)^2}{2 P V (k^2 - 1)} = \frac{1}{4} \frac{(k-1)^2}{k^2 - 1}$$

$$\eta = \frac{\frac{1}{2} P V (k-1)^2}{2 P V (k^2 - 1)} = \frac{1}{4} \cdot \frac{(k-1)^2}{k^2 - 1} = \frac{1}{4} \frac{(k-1)^2}{(k+1)(k-1)} = \frac{1}{4} \cdot \frac{k-1}{k+1} =$$

$$= \frac{1}{4} \cdot \frac{k+1-2}{k+1} = \frac{1}{4} \left(1 - \frac{2}{k+1} \right), \text{ при } k \rightarrow \infty \Rightarrow \eta = \eta_{\text{max}}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Значит, $\eta_{\max} = \frac{1}{4} = (25\%)$

Ответ: 1) $L = 0,6$

2) $\beta = 3$

3) $\eta_{\max} = \frac{1}{4} (25\%)$

N 5

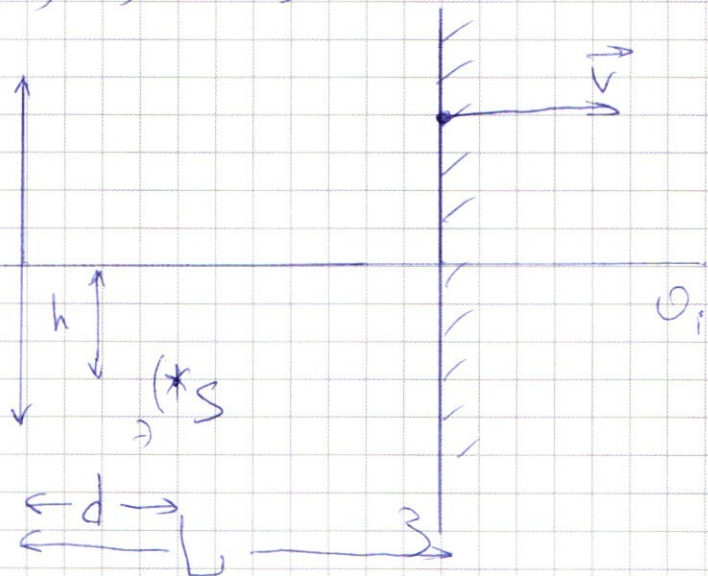
$F, h = \frac{8F}{15}, d = \frac{3}{5}F, V, L = \frac{6F}{5}$



1) $f_2 = ?$

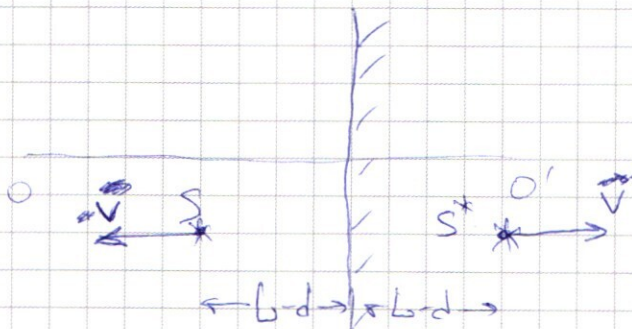
2) $L = ?$

3) $u = ?$



1) Когда изображение источника S в зеркале

В СО зеркале. По закону сохранения скорости: S движется влево со скоростью V .



Тогда его изображение S' движется симметрично относительно зеркала $\Rightarrow$

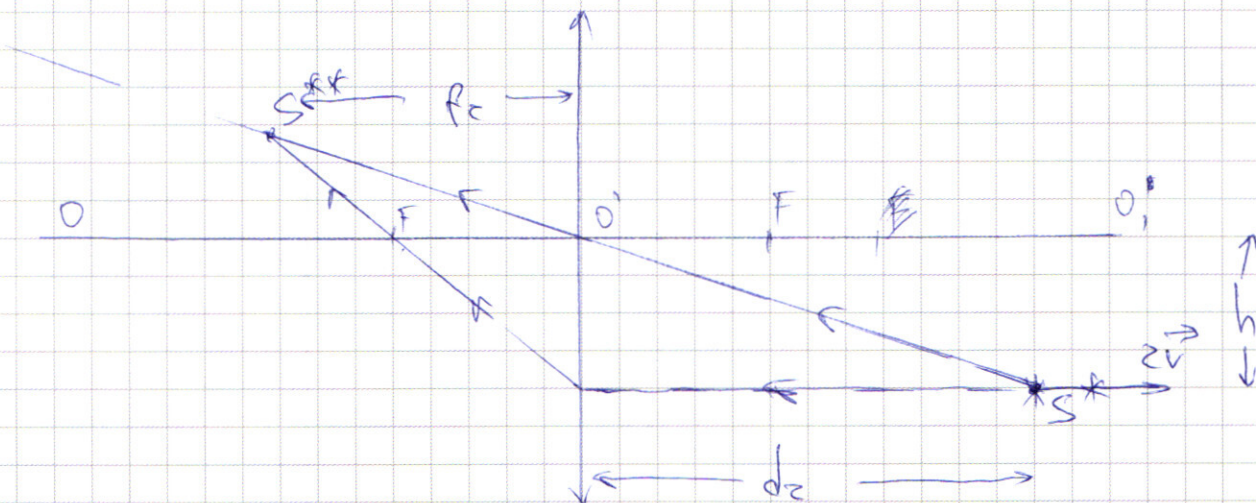
вправо с той же скоростью V (и таким же расстоянием $(L-d)$)

2) Перейдем в СД земли:

$$\vec{V}_{S^*acc} = \vec{V}_{отн} + \vec{V}_{пер} = \vec{V} + \vec{V} = 2\vec{V}, \text{ так как } \vec{V}$$

Значит, в этой СД изображение S^* движется вправо со скоростью $2V$:

3) Найдем его изображение в линзе:



$$d_2 = d + 2(L - d) = 2L - d = 2 \cdot \frac{6F}{5} - \frac{3F}{5} = \frac{9F}{5}$$

По формуле тонкой линзы:

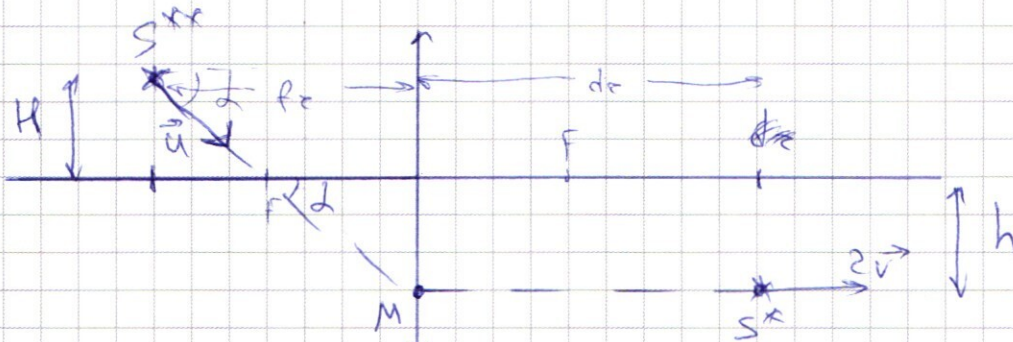
$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d_2} + \frac{1}{f_2}, \text{ т.к. } d_2 > F$$

$$\rightarrow \left[f_2 = \frac{d_2 \cdot F}{d_2 - F} = \frac{\frac{9F}{5} \cdot F}{\frac{9F}{5} - F} = \frac{\frac{9}{5} F^2}{\frac{4}{5} F} = \frac{9}{4} F \right] \Rightarrow \left[\Gamma = \frac{f}{d} = \frac{\frac{9F}{4}}{\frac{9F}{5}} = \frac{5}{4} \right]$$

4) Т.к. скорость S^* не // -а перпенд. линзе, то продолжение скорости S^* и S^{**} должны пересечься ~~на~~ в точке, принадл. линзе. Также их продольные составляющие должны быть направлены в одну сторону $\Rightarrow S^{**}$ движется к линзе.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

5) Так скорость S^* горизонтальна, то её продолжение пересечёт ось OO_i на высоте h от оси OO_i .

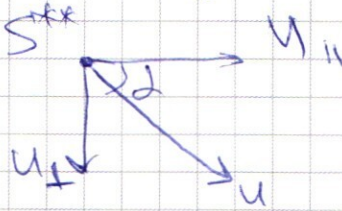


$\vec{u}$ — скорость нагнели α :

$$\tan \alpha = \frac{h+H}{r_2}, \text{ так как } H = \Gamma \cdot h,$$

$$\left[\tan \alpha = \frac{h(\Gamma+1)}{r_2} = \frac{\frac{8F}{15} \cdot \frac{17}{4}}{\frac{10F}{4}} = \frac{8}{15} \Rightarrow \cos \alpha = \sqrt{\frac{1}{1+\tan^2 \alpha}} = \frac{15}{17} \right]$$

6) Найти u :



$$u = \frac{u_{||}}{\cos \alpha}$$

$$\text{так } u_{||} = \Gamma^2 \cdot v_{||} =$$

$$= \Gamma^2 \cdot 2v =$$

$$= \frac{16}{15} \cdot 2v =$$

$$= \frac{32}{15} v =$$

$$u_{||} = 2v \cdot \frac{25}{16} =$$

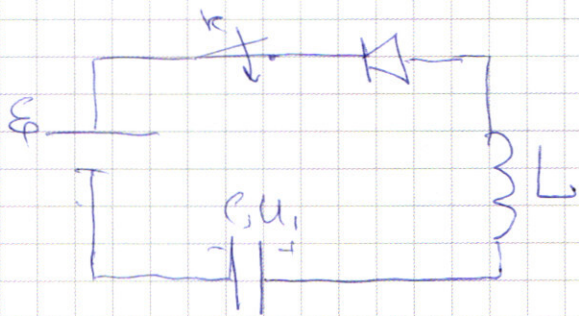
$$= \frac{25v}{8}$$

$$u = \frac{\frac{25v}{8}}{\frac{15}{17}} = \frac{25 \cdot 17}{8 \cdot 15} v =$$

$$\Rightarrow u = \frac{85}{24} v$$

Ответ: 1) $r_2 = \frac{9F}{4}$ 2) $\tan \alpha = \frac{8}{15}$
3) $u = v \cdot \frac{85}{24}$

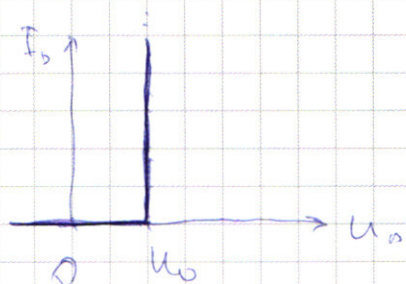
№4) $\mathcal{E} = \mathcal{E}_0, C, L, U_0, U_1$



1) $\frac{dI}{dt} = ?$ (сразу после замыкания)

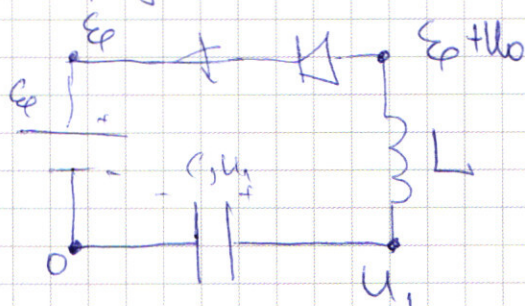
2) $I_{\max} = ?$

3) $U_C = ?$ (в любой момент)



1) Сразу после замыкания ключа напряжение на конденсаторе скачком не изменилось $\Rightarrow U_C(0) = U_1$.

A) Предположим, что диод открыт:



Вопызуемие переходы узлов потенциалов (МХМ)

Напряжение на L :

$$U_L = L \frac{dI}{dt} = U_1 - (\mathcal{E} + U_0) \quad (\text{т.к. ток течёт от } \mathcal{E} \text{ к } U_1)$$

$$\Rightarrow \boxed{\frac{dI}{dt} = \frac{U_1 - \mathcal{E} - U_0}{L} = \frac{9\text{В} - 6\text{В} - 3\text{В}}{0.01\text{Гн}} = 5 \frac{\text{А}}{\text{с}}} \quad \text{против каковой стрелки}$$

(т.к. противоречий нет, то по следствию из единственности это и будет происходить).

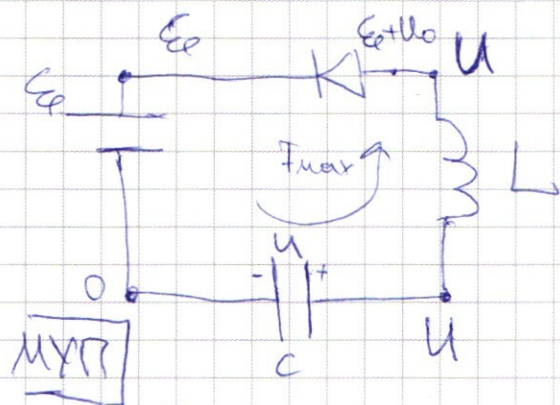
2) $I_{\max} = ?$; $\rightarrow$ когда ток максимален, то $t = T$

т.к. ток через катушку максимален, то $U_L = 0$.

Запишем энергию цепи в начале: $W_{\text{сб}} = \frac{CU_1^2}{2} + \frac{LI_0^2}{2}$
 $\Rightarrow W_{\text{сб}} = \frac{CU_1^2}{2}$

т.е. в начале $I_0 = 0$, ток через L до этого отсутствовал.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$W(T) = \frac{CU^2}{2} + \frac{LI_{\max}^2}{2}$$

Ток будет расти до тех пор, пока диод не закроется.

Запишем ЗЭЭ:

$$W_{\text{св}} \neq A_{\text{св}} = W(T)$$

$$A_{\text{св}} = -CE(U_1 - U)$$

$$W(T) = \frac{CU^2}{2} + \frac{LI_{\max}^2}{2}$$

$$L \rightarrow \frac{LI_{\max}^2}{2} + \frac{CU^2}{2} = \frac{CU_1^2}{2} - CE(U_1 - U) \quad (*)$$

$$\text{Но в } t=T: (U + U_0 = U) \rightarrow \text{в } (*)$$

$$I_{\max}^2 = \frac{C}{L} (U_1^2 - U^2) - \frac{2CE}{L} (U_1 - U) =$$

$$= \frac{C}{L} (U_1^2 - U^2 - U_0^2 - 2EU_0) - \frac{2CE}{L} (U_1 - U_0)$$

$$I_{\max}^2 = \frac{C}{L} (U_1^2 - U^2 - U_0^2 - 2EU_0 - 2EU_1 + 2E^2 + 2EU_0)$$

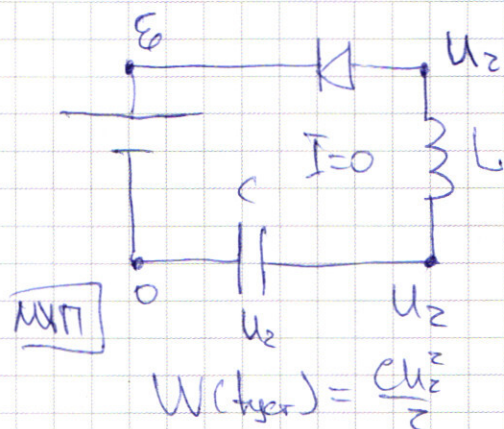
$$= \frac{C}{L} (U_1^2 + E^2 - U_0^2 - 2EU_1) = \frac{C}{L} ((E - U_1)^2 - U_0^2)$$

$$\Rightarrow \boxed{I_{\max} = \sqrt{\frac{C}{L} ((U_1 - E)^2 - U_0^2)}} \approx 1,41 \cdot 10^{-2} \text{ A} = 14,1 \text{ mA}$$

$$3) \text{ В } t=t_{\text{зар}}: I_{\text{с}} = 0 \Rightarrow I = 0$$

$$U_0 = 0$$

$$U_0 = U_2$$



$$W(г) = \frac{CU_2^2}{2}$$

Заменим ЗСЭ:

$$W(с) + A'_\delta = W(г) \quad (*)$$

$$A'_\delta = -C\varepsilon(U_1 - U_2)$$

$$W(г) = \frac{CU_2^2}{2} \rightarrow \text{б}^{\text{д}} (*):$$

$$\frac{dU_1^2}{2} + C\varepsilon(U_1 - U_2) = \frac{dU_2^2}{2}$$

~~Или~~ ~~$U_1^2 - 2\varepsilon U_1 + 2\varepsilon U_2 = U_2^2$~~

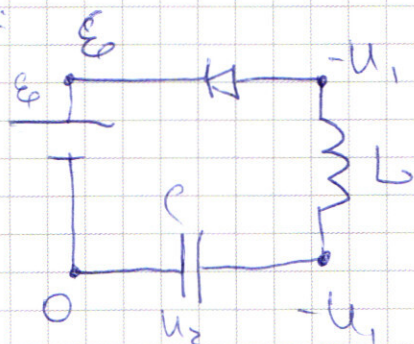
$$U_1^2 - 2\varepsilon U_1 + 2\varepsilon U_2 = U_2^2;$$

$$U_2^2 - 2\varepsilon U_2 - (U_1^2 - 2\varepsilon U_1) = 0$$

$$D/U = \varepsilon^2 + U_1^2 + 2\varepsilon U_1 = (U_1 + \varepsilon)^2$$

$$U_2 = \frac{\varepsilon \pm (U_1 + \varepsilon)}{1} \Rightarrow \begin{cases} U_2 = -U_1 & (a) \\ U_2 = 2\varepsilon + U_1 & (b) \end{cases}$$

(a):



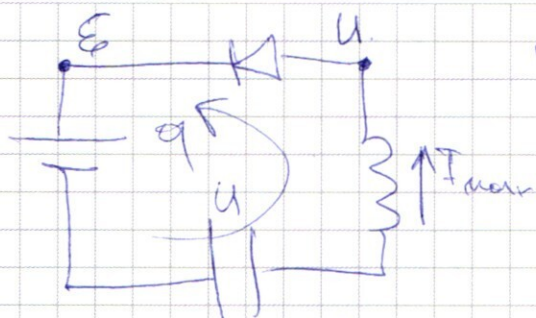
- диод закрыт $\rightarrow I=0$
противоречий нет.

(b): $U_2 = 2\varepsilon + U_1 > U_1 \rightarrow$ такого быть не может,
потому что из-за диода,
конденсатор может
только разряжаться, что
противоречит тому, что $U_2 \geq U_1$.

$$|U_2| = |U_1| = 9\text{В}$$

Ответ: 1) $\frac{dI}{dt} = 5 \frac{\text{А}}{\text{с}}$; 2) $I_{\text{max}} = 14,1 \text{ мА}$.
3) $U_2 = 9\text{В}$ (когда конденсатор полностью разрядится)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

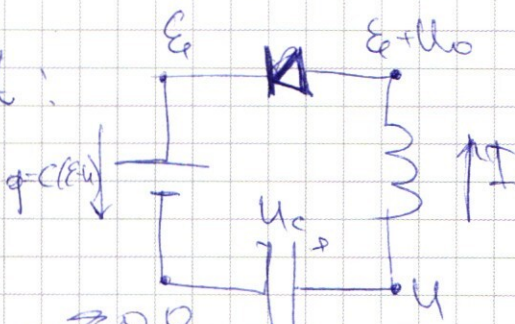


Прот № 3, стр. 10к

тебе не м. $\Rightarrow$ только
разрешается.

$$q = C(\mathcal{E} - U)$$

$T_{max} \gg t$



$$U = \frac{dI}{dt} \cdot L = \mathcal{E} \cdot \frac{U_0}{U_0}$$

$$W(\omega) + \Delta S = W_p + Q \rightarrow 0$$

$$W_{re} = \frac{CU^2}{2}$$

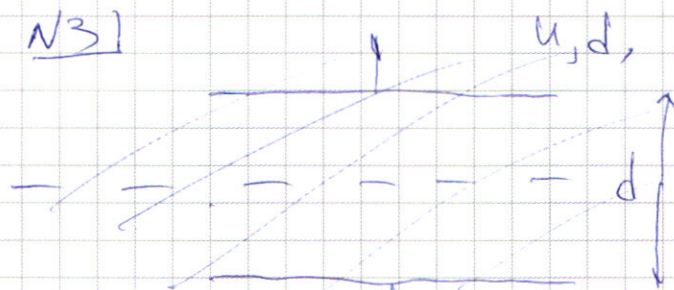
$$\frac{CU^2}{2} + \frac{LI^2}{2} = \frac{\mathcal{E}U^2}{2} + C\mathcal{E}(U_1 - U)$$

$$I^2 = \frac{CU^2 - U^2}{L} - \frac{2C\mathcal{E}(U_1 - U)}{L}$$

$$\frac{5 \cdot 10^{-3}}{2} \cdot (9 - 1) = \frac{40}{2} \cdot 10^{-5} = 2 \cdot 10^{-4}$$

$$= \frac{10^{-5}}{0.4} \cdot 80 = \sqrt{2} \cdot 10^{-4} = 1.4 \cdot 10^{-4}$$

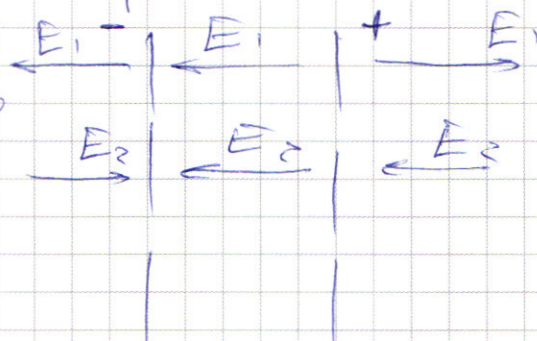
N31



U, d, v_1

Q - заряд на обкл. конд-ра.

Рассмотрим конденсатор:



конденсатор создает эл. поле:

создает эл. поле:

$$E_1^+ = \frac{1 \cdot Q}{2\epsilon_0 S}$$

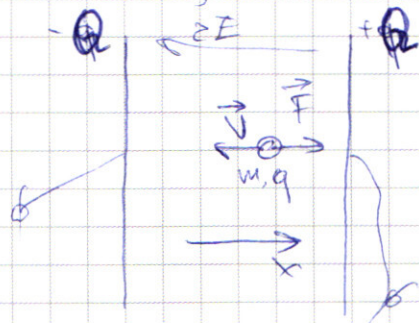
электр. поле:

$$E_2^- = \frac{1 \cdot Q}{2\epsilon_0 S} - E_1^+ = E$$

2) По принципу суперпозиции полей, вне конденсатора поле нет, а внутри его $E = 2E_1 = \frac{Q}{\epsilon_0 S}$, где Q - заряд конденсатора, а S - площадь обкладки.

3) Тогда, т.к. частица отрицательна, зарядов нет, то на нее будет действовать сила $F = E \cdot q = \frac{qQ}{\epsilon_0 S}$, направленная к обкладке с положительным зарядом.

Поэтому, она пролетит $x = \frac{ud}{5}$ в поле конд-ра.



234: (на ось x)

$$F = ma = \text{const, т.к. } F = \frac{qQ}{\epsilon_0 S}$$

$$\rightarrow \frac{qQ}{\epsilon_0 S} = m \cdot a_x, \quad a_x = \frac{v_n^2 - v_1^2}{2s_x} = \frac{0 - v_1^2}{-x} \Rightarrow a_x = \frac{5v_1^2}{4d}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Значит, $\frac{qQ}{\epsilon_0 S} = m \cdot \frac{5v_1^2}{4d}$ $\frac{q}{m} = \frac{5v_1^2}{4d} \cdot \frac{\epsilon_0 S}{Q}$

Напряженность E $\rightarrow$ $U = \frac{Q}{\epsilon_0 S} \cdot d \Rightarrow \frac{\epsilon_0 S}{Q} = \frac{d}{U}$

$$\boxed{\frac{q}{m} = f = \frac{5v_1^2}{4d} \cdot \frac{d}{U} = \frac{5v_1^2}{4U}}$$

4) Возьмем ур-е равноиск. движения

Ох:

$$\frac{V_{Kx} - (V_1)}{T} = a_x, \text{ т.к. сила со стороны электрического поля}$$

$$\frac{2V_1}{T} = a_x \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T = \frac{2V_1}{a_x} = \frac{2V_1}{\frac{5v_1^2}{4U}} \cdot d = \frac{8}{5} \frac{d}{V_1}$$

потенциала, то $V_{Kx} = V_1$,
т.к. частица вернется
в ту же точку, в которую
и влетела

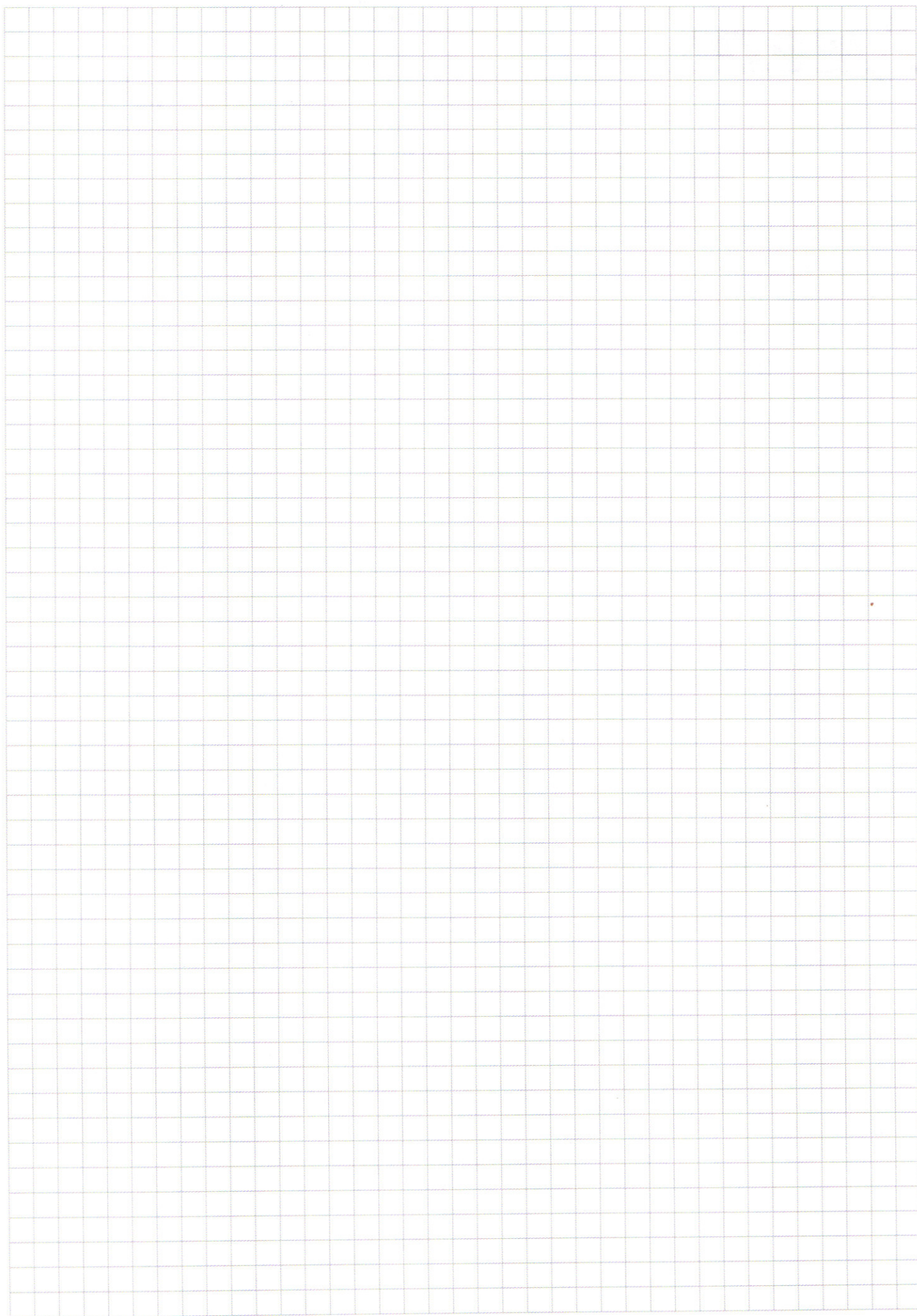
5) т.к. вна однородного поля нет, то
никакие силы на частицу не

действуют $\Rightarrow$ по ЗСЭ: $\frac{mv_1^2}{2} = \frac{mV_0^2}{2} \Rightarrow \boxed{V_1 = V_0}$

Ответ: 1) $f = \frac{5v_1^2}{4U}$;

2) $T = \frac{8}{5} \frac{d}{V_1}$;

3) $V_1 = V_0$.



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

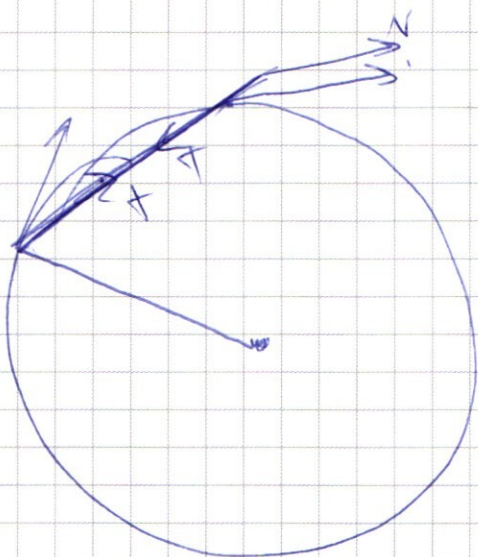
Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$1 + 7,89 + 2 \cdot 1,7 \cdot \frac{13}{85} = 3,89 + \frac{2 \cdot 13 \cdot 17 \cdot 2}{10 \cdot 17 \cdot 5 \cdot 2} = 3,89 + \frac{52}{100}$$

$$= 3,89 + 0,52 = 4,41 \rightarrow 1,7$$

(2,1)



$$\frac{mv^2}{R \cdot \sin \beta} \left(\frac{\cos^2 \alpha}{\cos \beta} \right)^2$$

$$\frac{0,4 \cdot 4}{1,9 \cdot 15} \cdot 17 \cdot (1,7)^2$$

$$= \frac{0,4 \cdot 4}{1,9 \cdot 15} \cdot \frac{1,7 \cdot 1,7 \cdot 1,7}{10}$$

$$= \frac{1,6 \cdot 17}{19 \cdot 15 \cdot 10^3} = \frac{17 \cdot 1,6}{1000}$$

$$\frac{17 \cdot 1,6}{1000} = \frac{2,72}{1000} = 0,00272$$

$$\frac{0,4 \cdot 4}{1,9 \cdot 15} \cdot 17 \cdot \left(\frac{17}{1000} \right)^2$$

$$= \frac{1,6}{19 \cdot 15} \cdot \frac{17^3}{1000} = \frac{17 \cdot 1,6}{1000}$$

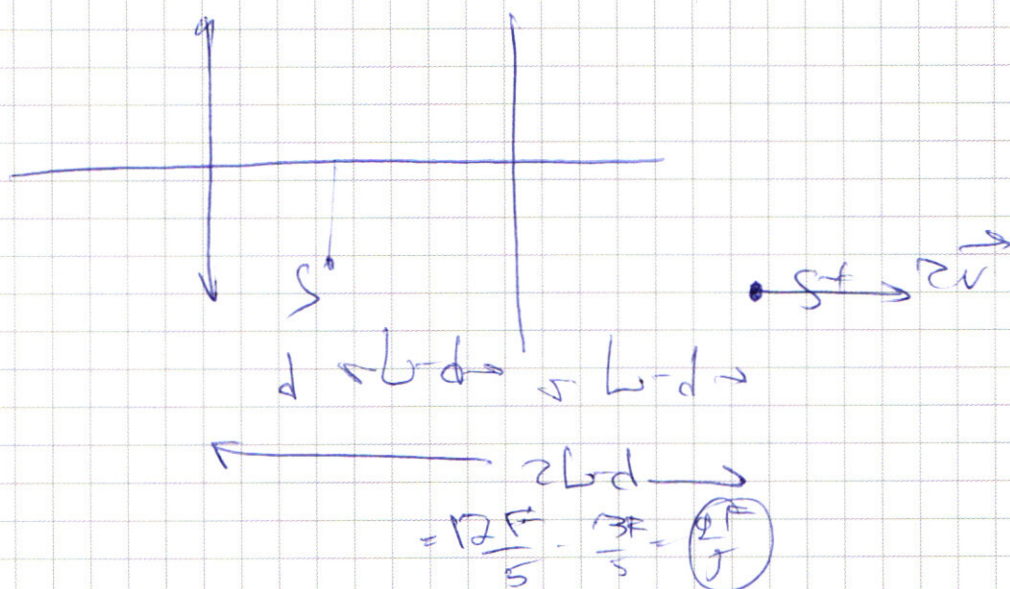
$$\frac{2,84}{0,17} = 2,72$$

$$\frac{0,4 \cdot 4}{1,9 \cdot 15} \cdot 17 \cdot 1,7 \cdot 1,7 =$$

$$\frac{1,6}{19 \cdot 15} \cdot \frac{17 \cdot 17 \cdot 17}{1000} = \frac{16 \cdot 17}{1000}$$

$$\frac{\frac{iR}{2}}{\frac{iR}{2} + R} = \frac{1}{1 + \frac{2}{3}} = \frac{1}{\frac{5}{3}} = \frac{3}{5}$$

или



$$\frac{1}{F} = \frac{1}{9F}$$

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

$$\Gamma = \frac{5}{4} \quad \Gamma^2 = \frac{25}{16}$$

$$h+h = h(P+1) = \frac{9}{4} \cdot \frac{8F}{15} = \frac{6F}{5}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\frac{6F}{5}}{\frac{9F}{4}} = \frac{24}{45} = \frac{8}{15}$$

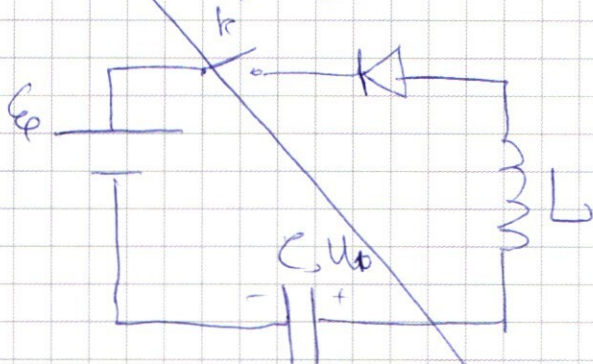
$$\cos \alpha = \frac{15}{17}$$

$$u_n = \Gamma^2 \cdot v = 2v \cdot \frac{25}{16} = \frac{25v}{8}$$

$$\frac{25 \cdot 17}{16 \cdot 8} v = \frac{85v}{32}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№4 $E = \mathcal{E}$, C , L , U_0 , U_1



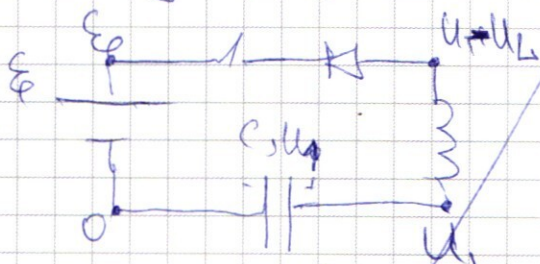
1) $\frac{dI}{dt} = ?$ (ч. после $\downarrow$)

2) $I_{\max} = ?$

3) U_C в $t_{\text{уст}} = ?$

1) Сразу после замыкания ключа напряжение на конденсаторе скачком не изменится $\Rightarrow U_C(0) = U_1$.

а) Предположим, диод закрыт (в $t=0$) тогда $I=0$:



Используем метод узловых потенциалов (МХМ)

Значит, $\mathcal{E} - (U_1 + U_L) \geq U_0$

~~$\mathcal{E} - U_1 + U_L \geq U_0$, но этого быть не может, т.к.~~

~~$U_1 > \mathcal{E}$, и $U_L < 0 \Rightarrow$ левая часть отрицательна,~~

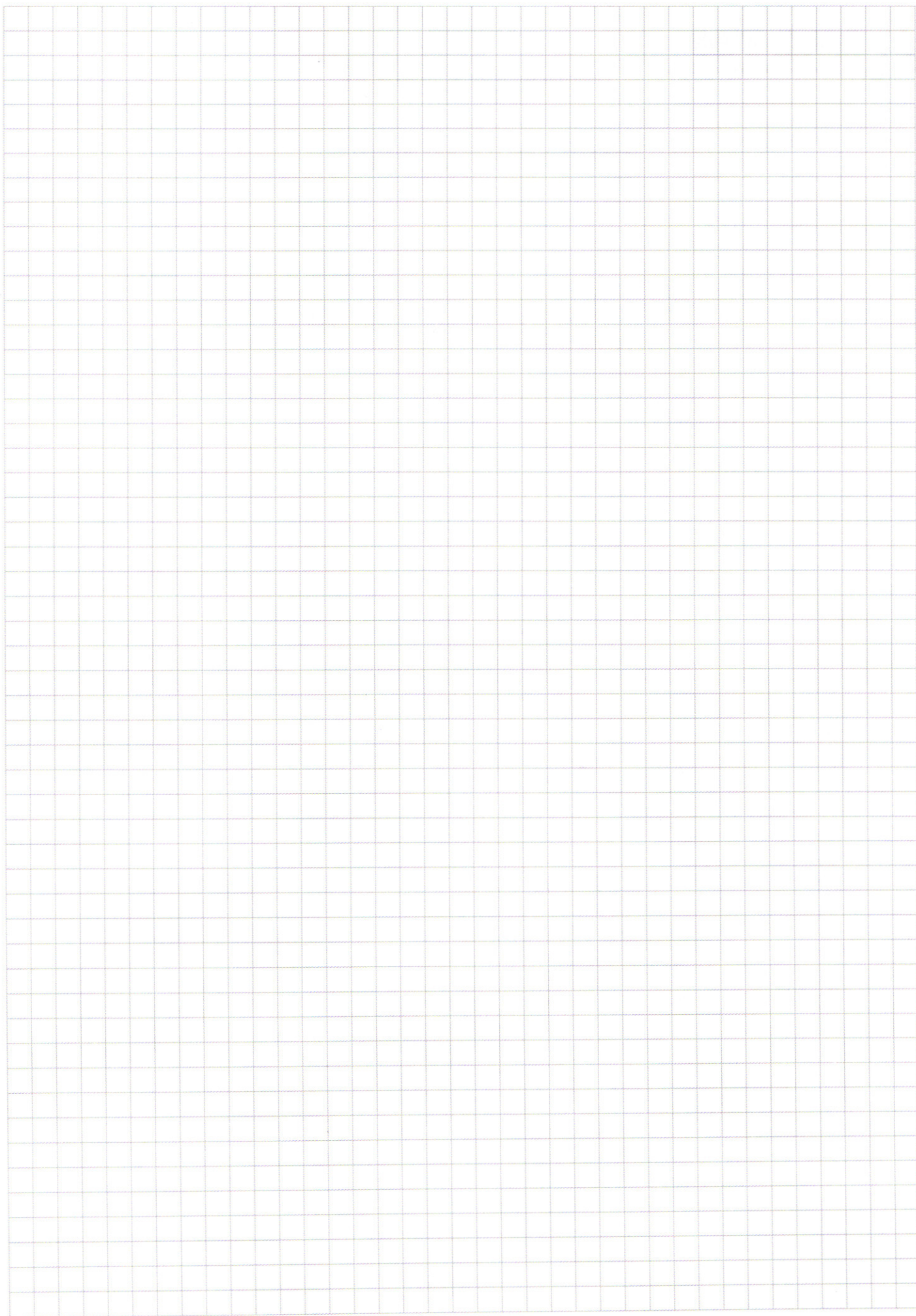
~~а $U_0 > 0 \Rightarrow$ противоречие $\Rightarrow$ диод открыт.~~

~~Значит, $\mathcal{E} = U_L + U_1 \Rightarrow U_L = L \cdot \frac{dI}{dt} = \mathcal{E} - U_1$~~

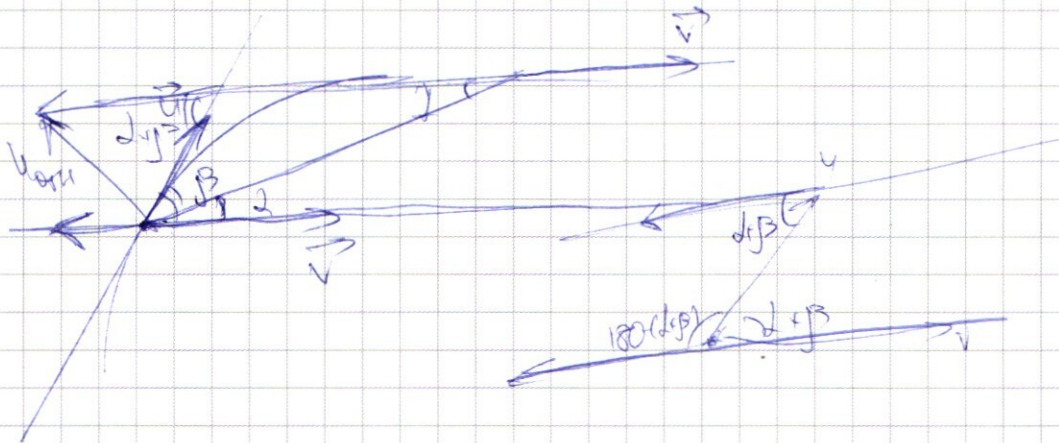
~~$\Rightarrow \mathcal{E} > U_1 + U_0 - U_L$, но т.к. ток течет не~~

~~будет, то $U_L = L \cdot \frac{dI}{dt} = 0 \Rightarrow$ Противоречие, т.к.~~

~~$\mathcal{E} < U_1 + U_0$~~



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$\sqrt{1 + \frac{16}{64}} = \sqrt{1 + (1,7)^2 + 2 \cdot 1,7 \cdot \frac{13,2}{17 \cdot 5,2}} = \sqrt{4,41}$$

$$= 1 + 2,89 + 0,52$$

$$\frac{v}{5} = \frac{17}{17}$$

$$= 2,89$$

$$\frac{1}{2,89} = \frac{1}{0,52}$$

$$\left(\frac{f}{g}\right)' =$$

$$= \frac{f'g - g'f}{g^2}$$

$$\gamma \cdot \sin \beta = m$$

$$\frac{1}{2} \rho V (k-1)^2$$

$$\frac{3 \rho V (k-1)}{2 \rho V (k(k-1))} = \frac{1}{5} \frac{(k-1)}{k}$$

$$\boxed{k \rightarrow \infty}$$

$$\frac{\frac{1}{2} (k-1)^2}{\frac{3}{2} (k-1) + \frac{5}{2} k (k-1)} = \left(\frac{k-1}{3+5k} \right)$$

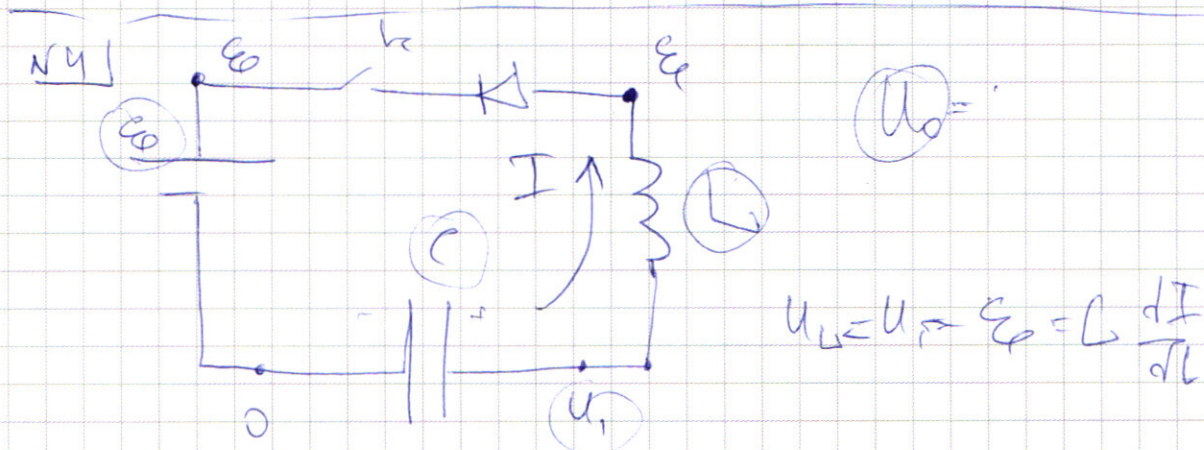
$$= \frac{k + \frac{3}{5}}{5k+3} \approx \frac{1}{5} (1 - \frac{1}{5})$$

$$\eta_{\text{max}} = \frac{1}{5}$$

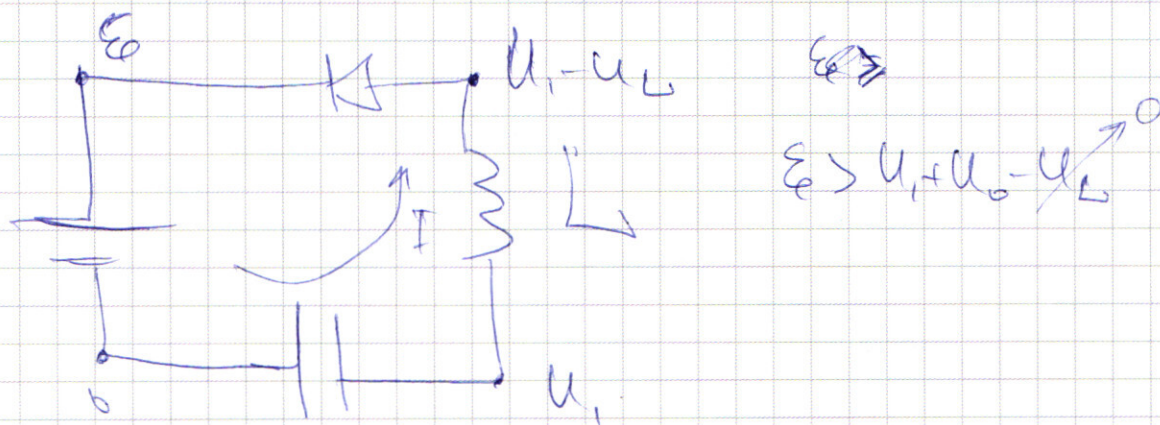
$$u = g$$

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

$$Q_+ = Q_{r2} = \dots$$



Предположим, $\swarrow$ открыт;
т.е. $\swarrow$ закрыт:



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

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

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

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

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

$$\frac{Ud}{S} = \frac{5v_1^2}{m}$$

$$m \cdot \frac{5v_1^2}{m} = \frac{Qq}{\epsilon_0 S}$$

$$\frac{q}{m} = \frac{\epsilon_0 S}{Q} \cdot \frac{5v_1^2}{m} = \frac{d}{U} \cdot \frac{5v_1^2}{m} = \frac{5v_1^2}{Ud}$$

$$T: \frac{2v_1}{Q} = \frac{2v_1}{5v_1^2} \cdot Ud = \frac{2}{5} \frac{d}{U}$$

$$\varepsilon_c \rightarrow \varepsilon_{eff} = U_i$$

$$\varepsilon_{eff} = U_c \frac{dF}{dt} = 0$$

$$\parallel$$

$$= 7'$$

$$\varepsilon_{eff} = U_c - U_b$$