

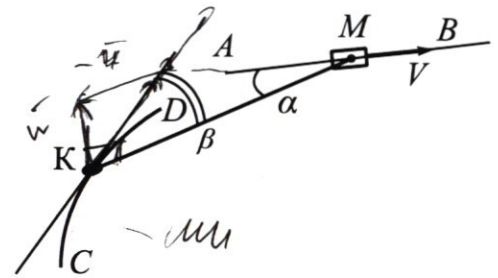
Олимпиада «Физтех» по физике, 11 класс

Вариант 11-01

Класс 11

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

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.

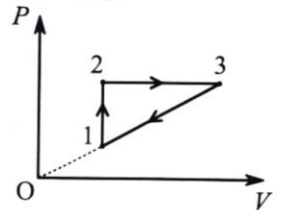


- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
 - 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
 - 3) Найти силу натяжения нити в этот момент.
2. Тепловая машина работает по циклу, состоящему из изохоры, изобары и участка прямо пропорциональной зависимости давления P от объема V (см. рис.). Рабочее 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?

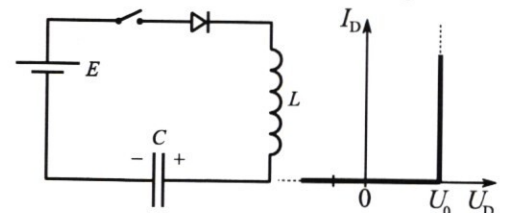
При движении частицы электрическое поле, созданное зарядами конденсатора, считать неизменным, а электрическое поле внутри конденсатора вблизи оси симметрии считать однородным.

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.

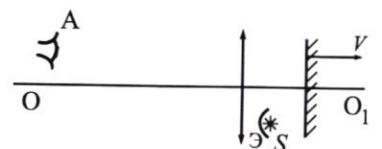


5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник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

№1)

$$v = 68 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

$$m = 0,1 \text{ кг}$$

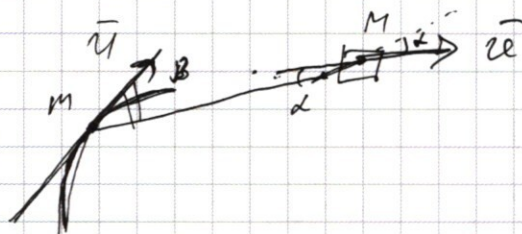
$$R = 1,9 \text{ м}$$

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

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

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

1) $u = ?$ 2) $T = ?$
3) $W = ?$



1) Т.к. к. имеет кинематика и она лежит

$\Rightarrow$ выполняются законы кин. свлз

$\Rightarrow$ найти u - скорость (м) $\Rightarrow$

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

$$= 68 \cdot \frac{\frac{15}{17}}{\frac{4}{5}} = \frac{68 \cdot 15 \cdot 5}{4 \cdot 17} = \boxed{75 \frac{\text{см}}{\text{с}}}$$

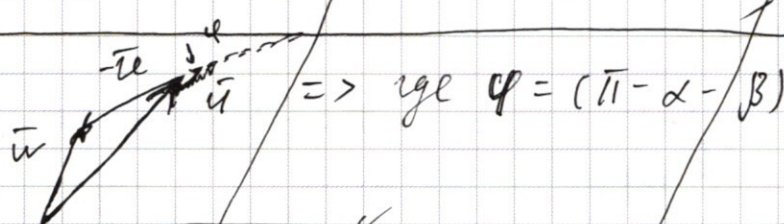
2)

$$\vec{v}_{\text{абс}} = \vec{v}_{\text{отн}} + \vec{v}_{\text{пер}}; \text{ где } v_{\text{абс}} = u; v_{\text{пер}} = v;$$

W - перем.

$$\Rightarrow \vec{u} = \vec{v} + \vec{w} \Rightarrow \vec{w} = \vec{u} + (-\vec{v})$$

$\Rightarrow$ рис.



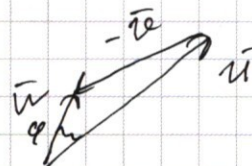
$$\Rightarrow \text{где } \varphi = (\pi - \alpha - \beta)$$

2) В с.о. (M) - тело m движется с $v_{\text{отн}} = w$ по окружности радиусом $l = \frac{5}{3} R$;

$$2) \vec{v}_{\text{абс}} = \vec{v}_{\text{отн}} + \vec{v}_{\text{пер}}; \text{ где } v_{\text{абс}} = u; v_{\text{пер}} = v; v_{\text{отн}} = w$$

$$\Rightarrow \vec{w} = \vec{u} + (-\vec{v})$$

$\Rightarrow$ рис.



(т.к. в с.о. M - m движется по окр.)
 $\Rightarrow \varphi + \beta = 90^\circ \Rightarrow \boxed{\varphi = 90 - \beta}$

$$\Rightarrow \text{По Тл. кос: } W^2 + u^2 - 2u \cdot W \cdot \sin(\beta) = u^2;$$

$$W^2 - 2u \cdot \sin \beta \cdot W + u^2 - u^2 = 0;$$

$$\text{т.к. } \cos \beta = \frac{4}{5} \Rightarrow \sin \beta = \frac{3}{5}$$

$$\Rightarrow W^2 - 2 \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} \cdot W + u^2 - u^2 = 0;$$

$$W^2 - 2 \cdot \frac{12}{25} \cdot W + (75 - 68) (75 + 68) = 0;$$

$$W^2 - 2 \cdot 45 \cdot W + 7 \cdot 143 = 0;$$

$$\Rightarrow D_0 = 2025 - 143 \cdot 7 = 224 \Rightarrow \sqrt{D_0} = 32$$

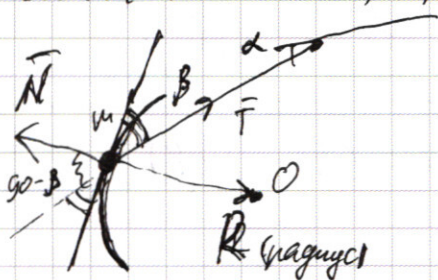
$$\Rightarrow W_1 = \frac{45 + 32}{1}; \quad W_2 = \frac{45 - 32}{1};$$

$$\Rightarrow \left[W_1 = 77 \frac{\text{см}}{\text{с}}; \quad W_2 = 13 \frac{\text{см}}{\text{с}} \right] \Rightarrow \boxed{W_1 = W = 77 \frac{\text{см}}{\text{с}}}$$

3) В с.о. (M) -м - движется по окружности с скоростью;

В с.о. земли по окружности R с угловой скоростью

$\Rightarrow$ силы на (M);



$$a): T - N \cdot \sin \beta = m \frac{w^2}{r}$$

$$b): -N + T \cdot \sin \beta = m \cdot \frac{u^2}{R};$$

$$\Rightarrow \left. \begin{aligned} T - \frac{mw^2 \cdot 3}{5R} &= N \cdot \sin \beta \\ T \cdot \sin \beta - m \frac{u^2}{R} &= N \end{aligned} \right\}$$

$$\Rightarrow T - \frac{3mw^2}{5R} = T \cdot \sin^2 \beta - \frac{mu^2}{R} \cdot \sin \beta$$

$$T(1 - \sin^2 \beta) = \frac{3mw^2}{5R} - \frac{mu^2}{R} \cdot \sin \beta$$

$$\Rightarrow T = \left(\frac{3mw^2}{5R} - \frac{mu^2}{R} \cdot \sin \beta \right) / \cos^2 \beta$$

$$T = \frac{m}{R \cdot \cos^2 \beta} \left(\frac{3}{5} w^2 - u^2 \cdot \sin \beta \right) = \frac{0.125}{1.9 \cdot 16} \left(\frac{3}{5} \cdot 77^2 - 68^2 \cdot \frac{3}{5} \right)$$

$$T = \frac{0.125 \cdot 3}{1.9 \cdot 16 \cdot 5} \cdot \frac{9 \cdot 145}{100 \cdot 100} = \frac{5 \cdot 9 \cdot 145 \cdot 3}{19 \cdot 16 \cdot 100 \cdot 100} \approx \boxed{8.7 \text{ Н}}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Дано: $U = 75 \frac{\text{см}}{\text{с}}$; $W = \frac{77 \text{ см}}{\text{с}}$; $T = 8,7 \text{ мкс}$.

№2

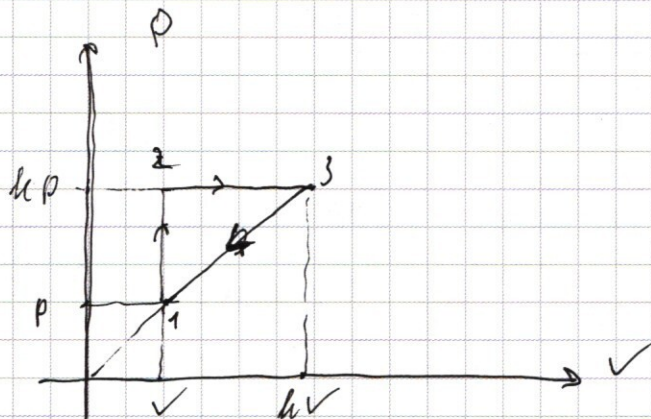
1-2: $P = \alpha V$;

$\bar{\epsilon} = 3$;

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

2) $\frac{Q_{12}}{A_{23}} = ?$

3) $b_{\text{полн}} = ?$



1) из условия $T_1 = T \Rightarrow T_3 = k^2 \cdot T$; $T_2 = kT$;

(по закону $M-k$).

$$\Rightarrow Q_{12} = C_{12} \cdot V \cdot \Delta T_{12}; \quad Q_{23} = C_{23} \cdot V \cdot \Delta T_{23}$$

$$\Rightarrow \frac{Q_{12}}{Q_{23}} = \frac{C_{12} \cdot \Delta T_{12}}{C_{23} \cdot \Delta T_{23}}; \Rightarrow \frac{C_{12}}{C_{23}} = \frac{Q_{12} \cdot \Delta T_{23}}{Q_{23} \cdot \Delta T_{12}}$$

$$Q_{12} = \frac{3}{2} V R \Delta T_{12}; \quad Q_{23} = \frac{3}{2} V R \Delta T_{23} + A_{23}; \quad A_{23} = V R \Delta T_{23}$$

$$\Rightarrow Q_{23} = \frac{5}{2} V R \Delta T_{23} \Rightarrow \frac{C_{12}}{C_{23}} = \frac{\frac{3}{2} V R \Delta T_{12} \cdot \Delta T_{23}}{\frac{5}{2} V R \Delta T_{23} \cdot \Delta T_{12}} = \boxed{\frac{3}{5}}$$

2) $Q_{23} = \frac{5}{2} A_{23} = \frac{5}{2} \cdot kP \cdot V(k-1)$;

$$A_{23} = kP \cdot V(k-1) \Rightarrow \frac{Q_{23}}{A_{23}} = \frac{\frac{5}{2} kP V(k-1)}{kP V(k-1)} = \frac{5}{2}$$

3) $b = \frac{Q_{12} + Q_{23}}{A_2} \Rightarrow \frac{\frac{3}{2} V R (k-1) T + \frac{5}{2} k(k-1) \cdot V R T}{V R T \cdot \frac{1}{2} \cdot (k-1)^2} \Rightarrow$

$$\Rightarrow \eta = \frac{\frac{3}{2} + k \cdot \frac{5}{2}}{\frac{1}{2}(k-1)} = \frac{(3+5k)T}{2(k-1)} \Rightarrow \eta' = 0$$

$$\Rightarrow \frac{(3+5k)' \cdot (2k-1) - (2k-2)' \cdot (3+5k)}{4(k-1)^2} = 0;$$

$$5 \cdot (2k-2) - 2(3+5k) = 0$$

$$10k - 5 = 6$$

$$\Rightarrow \frac{(3+5k)'(k-1) + (k-1)' \cdot (3+5k)}{(k-1)^2} = 0$$

$$\Rightarrow 10k - 2 \Rightarrow k = \frac{1}{5} \Rightarrow \eta_{\max} = \frac{3 + 5 \cdot \frac{1}{5}}{\frac{1}{5} - 1}$$

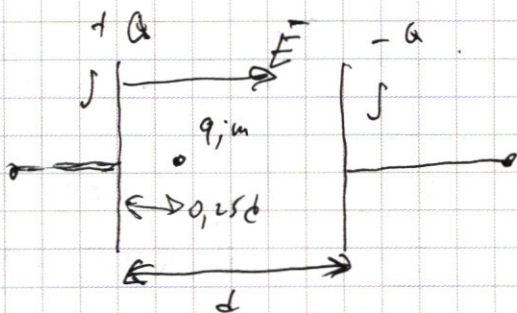
$$S) \eta = \frac{A_2}{Q_{12}} = \frac{(4-k)}{(3+5k)}; \quad Q_{12} = Q_{12} + Q_{23} = \frac{3}{2} \nu R T \cdot (k-1) + \frac{5}{2} \nu R T \cdot k(k-1)$$

$$A_2 = \frac{1}{2}(k-1)^2 \cdot \nu R T; \quad \eta' = 0 \Rightarrow k = \frac{1}{5} \Rightarrow \eta_{\max} = \frac{4}{55}$$

Ответ: $\frac{C_{12}}{C_{23}} = \frac{3}{5}; \quad \frac{Q_{12}}{A_{23}} = \frac{5}{2}; \quad \eta_{\max} = \frac{4}{55};$

N3)

$\vec{J}, d, T$
 $\frac{q}{m} = f$
 u_1, u_2
 $u_2 = ?$



$$1) F_2 = qE; E = \omega u_2 \Rightarrow \text{З.Н.: } qE = ma$$

$$\Rightarrow a = \omega u_2 \Rightarrow u_1 = aT; \quad a = \frac{q}{m} \cdot E$$

$$2) L = u_0 T + \frac{aT^2}{2}; \text{ где } L = 0,75d; \quad a = \frac{u_1}{T} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow L = \frac{u_1 \cdot T}{2} \Rightarrow u_1 = \frac{2L}{T} = \frac{2 \cdot 0,75d}{T} = \boxed{\frac{1,5d}{T}}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3) $E = \frac{2Q}{2\omega S}$; $E = q \cdot \frac{m}{q}$; $2qL = \mathcal{U}_1^2$; $\Rightarrow q = \frac{\mathcal{U}_1^2}{2 \cdot 0,75d}$
 $\Rightarrow E = \frac{m}{q} \cdot \frac{\mathcal{U}_1^2}{1,5d} = \frac{2Q}{2\omega S} \Rightarrow Q = \frac{m \mathcal{U}_1^2 \cdot \omega S}{1,5d \cdot q}$
 $\Rightarrow Q = \frac{\omega \cdot S \cdot (1,5d)^2}{f \cdot 1,5d \cdot T^2} = \boxed{\frac{\omega S \cdot 1,5d}{f \cdot T^2}}$

4) По 3.С.З.: $q \cdot \varphi_1 = \frac{m \mathcal{U}_1^2}{2}$; φ_1 - потенциал в
кв ($0,25d$)
 $\Rightarrow \mathcal{U}_1 = \sqrt{\frac{2q \cdot \varphi_1^2}{m}}$

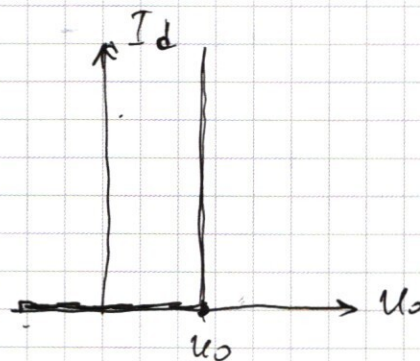
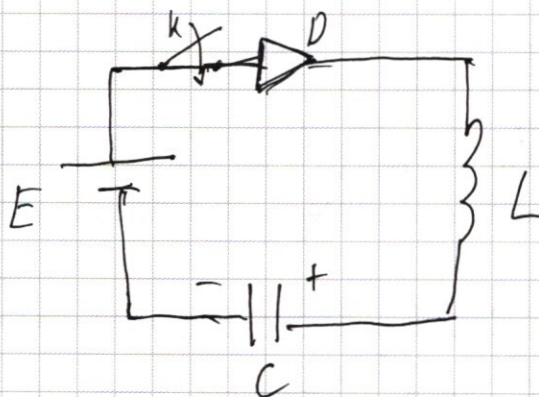
$\varphi_1 = E \cdot 0,25d$; $E = \frac{Q}{\omega S} \Rightarrow \mathcal{U}_1 = \sqrt{\frac{2q \cdot Q}{m \cdot \omega S} \cdot 0,25d}$

$\mathcal{U}_1 = \sqrt{2 \cdot f \cdot \frac{\omega \cdot S \cdot 1,5d}{f \cdot T^2 \omega S} \cdot 0,25d} = \sqrt{\frac{0,75d^2}{T^2}} = \boxed{\frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{d}{T}}$

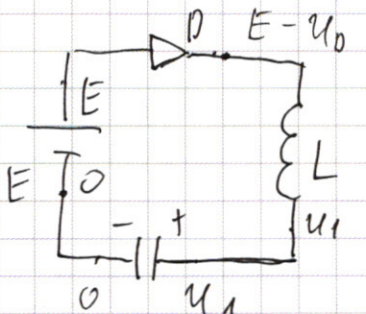
$\Rightarrow$ Ответ: $\mathcal{U}_1 = \frac{1,5d}{T}$; $\mathcal{U}_2 = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{d}{T}$; $Q = \frac{\omega S \cdot 1,5d}{f \cdot T^2}$

№41

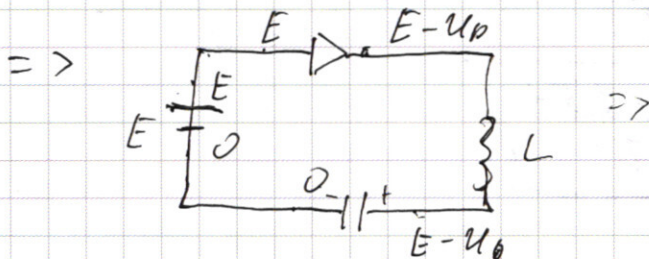
$E = 9B$;
 $C = 100 \text{ мкФ}$;
 $\mathcal{U}_1 = 5B$;
 $L = 0,1 \text{ Гн}$;
 $\mathcal{U}_0 = 1B$



1) сразу после замыкания ключа ток течет
только через D (т.к. обнуляется) $\Rightarrow \mathcal{U}_D = \mathcal{U}_0 \Rightarrow$

$E - U_0 \Rightarrow \text{м. ч. п. (метод узла. по теореме)}$

 $\Rightarrow U_L = L \cdot I_L'; \Rightarrow I_L = \frac{U_L}{L}$
 $\Rightarrow I_L' = \frac{E - U_0 - U_1}{L} = \frac{9 - 5 - 1}{0,1} = \boxed{30 \frac{\text{A}}{\text{с}}}$

2) III. ч. $I_{\text{max}} \Rightarrow \text{м. ч. п.}$; $\Rightarrow U_L = 0$



$\Rightarrow \text{по 3. с. 2: } \Delta \phi = W_{\text{изл}} - W_{\text{пол}} + Q^{\text{по}}$

$\Rightarrow W_C(t_1) = \frac{1}{2} C (E - U_0)^2; \quad W_C(t_0) = \frac{1}{2} C U_1^2$
 $W_L(t_1) = \frac{1}{2} L I_m^2 \quad W_L(t_0) = 0$

$\Rightarrow \Delta \phi = E \cdot \Delta q; \quad \Delta q = \text{заряд}$
 $\Rightarrow \Delta \phi = +E \cdot (-C \cdot U_1 + C \cdot (E - U_0)) = -EC(E - U_0 - U_1)$

$\Rightarrow -EC(E - U_0 - U_1) = \frac{1}{2} C (E - U_0)^2 + \frac{1}{2} L I_m^2 - \frac{1}{2} C U_1^2$

$\Rightarrow (+2E(E - U_0 - U_1) - (E - U_0)^2 + U_1^2) \cdot C = L I_m^2$

$(+2E^2 + 2EU_0 + 2EU_1 - E^2 + 2EU_0 - U_0^2 + U_1^2) \cdot C = L I_m^2$

$\Rightarrow I_m^2 = \sqrt{\frac{C}{L}} \cdot (4E \cdot U_0 - 3E^2 + 2EU_1 - U_0^2 + U_1^2)$

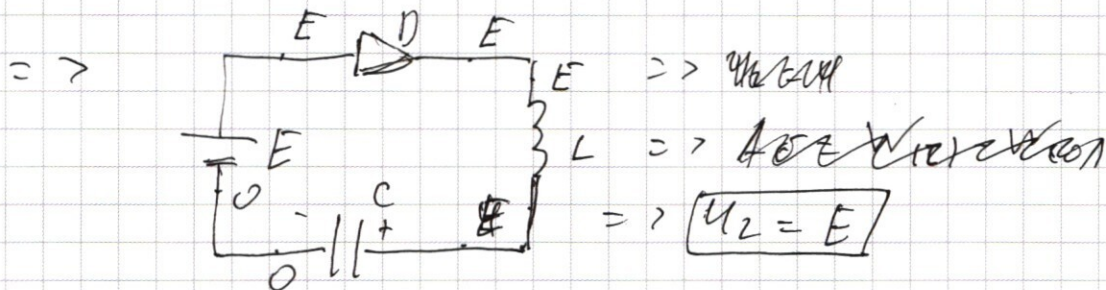
$\Rightarrow I_m = \frac{40 \cdot 10^{-6}}{0,1} (4 \cdot 9 \cdot 1 - 3 \cdot 81 + 2 \cdot 9 \cdot 5 - 1 + 25)$

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

$I_m = \sqrt{\frac{C}{L}} \cdot (E - U_1)^2 - U_0^2 = \sqrt{\frac{40 \cdot 10^{-6}}{0,1}} ((9-5)^2 - 1) = \boxed{2 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{15} \text{ A}}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3) П.к. $T_{ус} \Rightarrow I_c = 0 \Rightarrow I_L = 0 \Rightarrow I_D = 0 \Rightarrow U_D = 0$



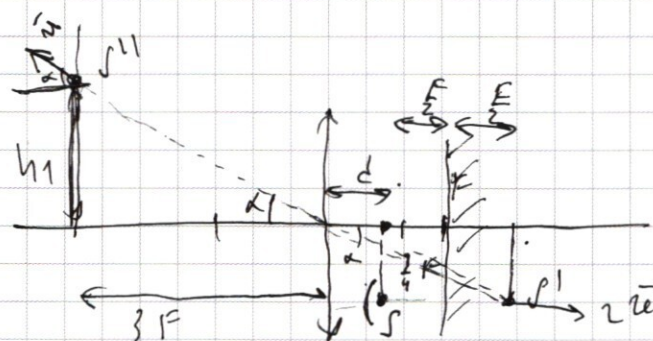
Ответ: $I_L' = 30 \frac{A}{C}$; $I_m = 2 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{15} A$; $U_2 = E = 9 B$

№5

F ; $X = \frac{3}{4} F$;

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

$d_1 = ?$



$$\Rightarrow 4 \cdot 2U = U \cdot \frac{\sqrt{5}}{5} \Rightarrow \boxed{U = \frac{40}{\sqrt{5}} \cdot U}$$

$$\Rightarrow \underline{\text{Ответ:}} \quad f_1 = 3F; \quad \operatorname{tg} \alpha = \frac{1}{2}; \quad U = \frac{40}{\sqrt{5}} \cdot U$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$U = Ed; \quad C = \frac{Q}{U} = \frac{Q \epsilon S}{d} \quad \epsilon E = 2E_0; \quad E_0 =$$

$$\Rightarrow \frac{\epsilon Q}{Ed} = \frac{\epsilon S}{d} \Rightarrow Q =$$

$$U = Ed; \quad C = \frac{Q}{U}; \quad \frac{\epsilon S}{d} = \frac{Q}{Ed} \Rightarrow E = \frac{Q}{\epsilon S}$$

$$Q \cdot \varphi_1 = \frac{m v_2^2}{2} \quad \frac{75}{100} = \frac{15 \cdot 5}{100} \quad \frac{15}{65} \quad \text{мм}$$

$$\frac{15}{78}$$

$$\frac{3 \cdot 5 \cdot 5}{4 \cdot 20 \cdot 5}$$

$$h = 0.01 \text{ м}; \quad U_0 = 0 \text{ В}; \quad I = 0.1 \text{ А}$$

мм

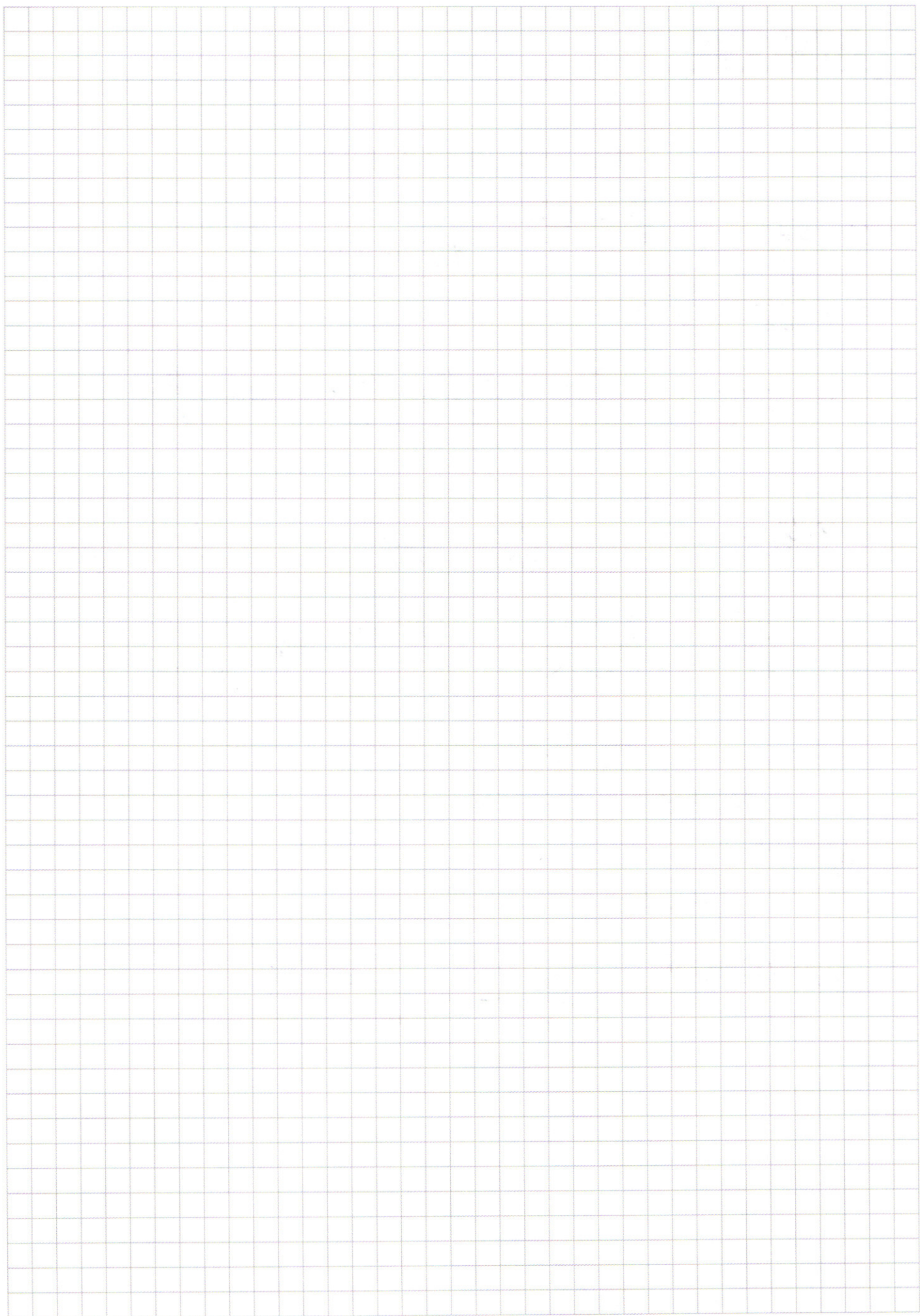
$$M_L = E \cdot I \cdot L$$

$$36 + 90 \quad 18 \quad 45$$

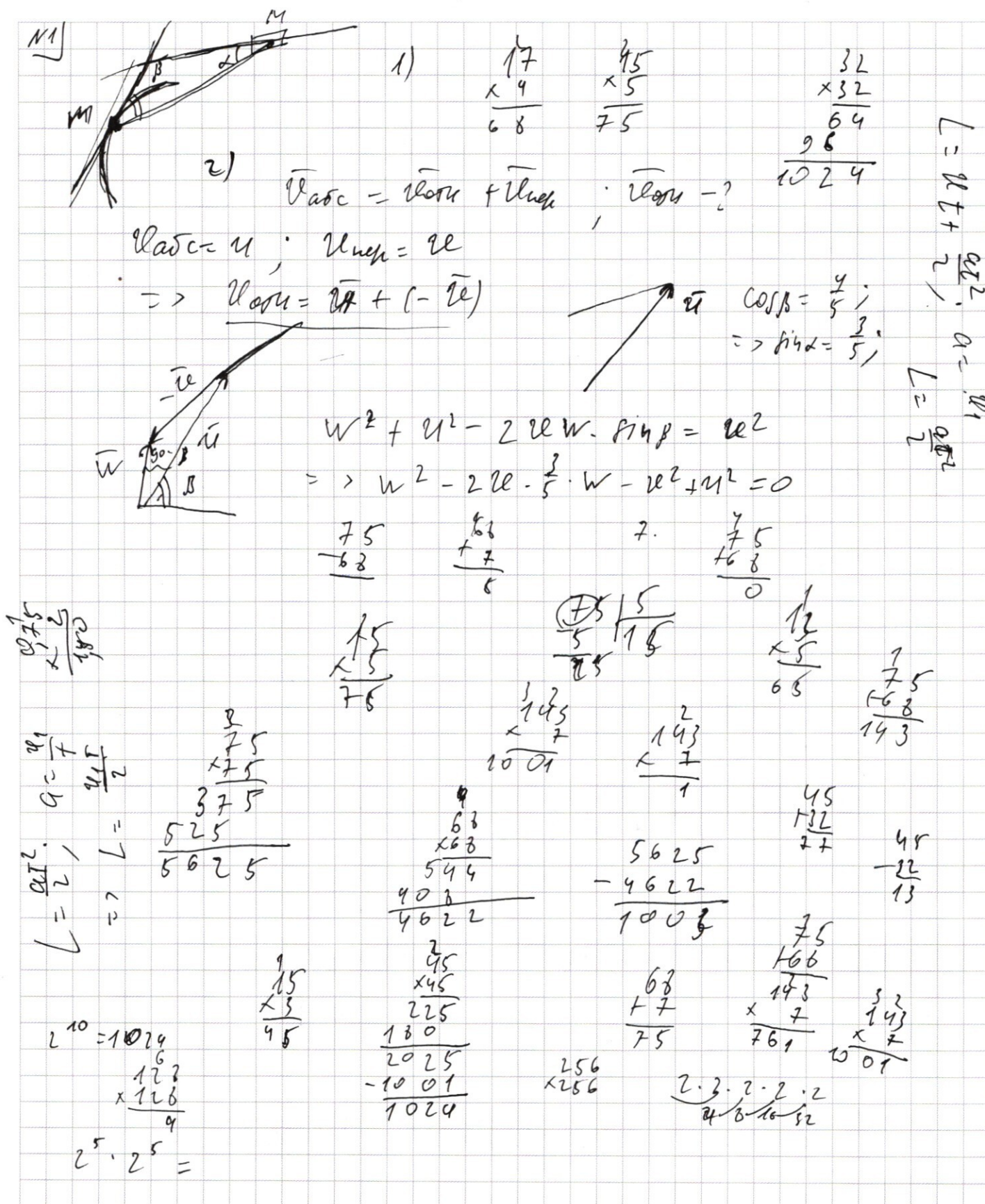
$$\frac{81}{243} + 25 \quad 81 + 25 = 1 - 2.9 - 5$$

$$40 \cdot 15 \cdot 10^{-7}$$

$$\frac{40 \cdot 15}{10^7} = \frac{4 \cdot 15}{10^6}$$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



77-66

$$\begin{array}{r} 77 \\ +68 \\ \hline 145 \end{array}$$

77

$$\begin{array}{r} 68 \\ +5 \\ \hline 73 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 77 \\ +68 \\ \hline 145 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 19 \\ \times 5 \\ \hline 95 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 198 \\ \times 5 \\ \hline 990 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 25 \\ \times 3 \\ \hline 75 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 5 \cdot 8 \cdot 9 \cdot 195 \\ \hline 19 \cdot 56 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2 \cdot 5 \cdot 29 \\ \hline 29 \end{array}$$

NY

$$Q_{12} = \frac{3}{2} V R \Delta T_{12}$$

$$Q_{23} = \frac{3}{2} V R \Delta T_{23}$$

$$A = k p \cdot (k-1) \cdot V$$

$$k p \cdot V = V R T_2$$

$$k^2 p V = V R T_3$$

$$\Rightarrow k p (k-1) \cdot V = V R \Delta T_{12}$$

$$A_2 = p(k-1) \cdot V(k-1)$$

$$Q_{23} = \frac{5}{2} V R \Delta T_{23} = k p (k-1) \cdot V \cdot \frac{5}{2}$$

$$Q_{12} = \frac{3}{2} V R (k-1) T \quad k p \cdot V$$

$$Q_{23} \quad A_{23} = \frac{1}{2} \cdot (3+5k) \cdot (k-1) - (3+5k) \cdot (k-1)' = 0$$

$$5 \cdot (k-1) + 3 + 5k \cdot 1$$

$$Q_{23} = \frac{3}{2} V R (k-1) T + \frac{5}{2} k (k-1) \cdot V R T$$

$$A_{23} = \frac{1}{2} \cdot (k-1)^2 \cdot V R T; \quad (3+5k) - 1 =$$

$$5k - 5 + 3 + 5k \quad 1(3+5k) - 5(k-1)$$

$$3 - 5 = 0 \quad \checkmark$$

$$k p V \quad \frac{3}{2} V R \Delta T_{12} = \frac{3}{2} V R T (k-1)$$

$$+ \frac{5}{2} V R k (k-1) T + k p \cdot (k-1) V R T = \frac{5}{2} k (k-1) \cdot V R T$$

$$d = 0,25 \quad d = 0,75 d$$

$$\frac{u_k^2 - u_{k-1}^2}{2a}$$

$$\frac{u_k + u_{k-1}}{2} = L$$

$$L = \frac{2a}{g}$$

L =

$$\frac{1}{2} (k p - p) \cdot (k V - V)$$

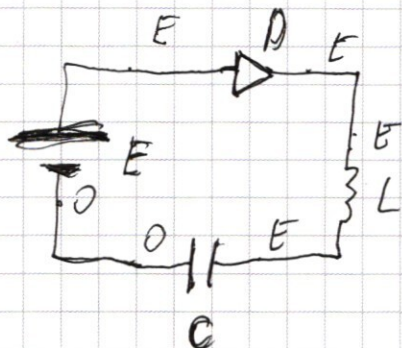
$$\frac{1}{2} V R T (k-1)^2$$

$$\frac{4}{3+4} \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{4}{5}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3) III. к. уст: режим $\Rightarrow I_C = 0 \Rightarrow I_L = 0$

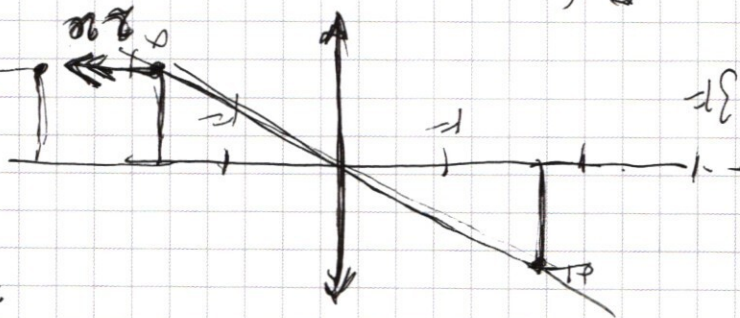
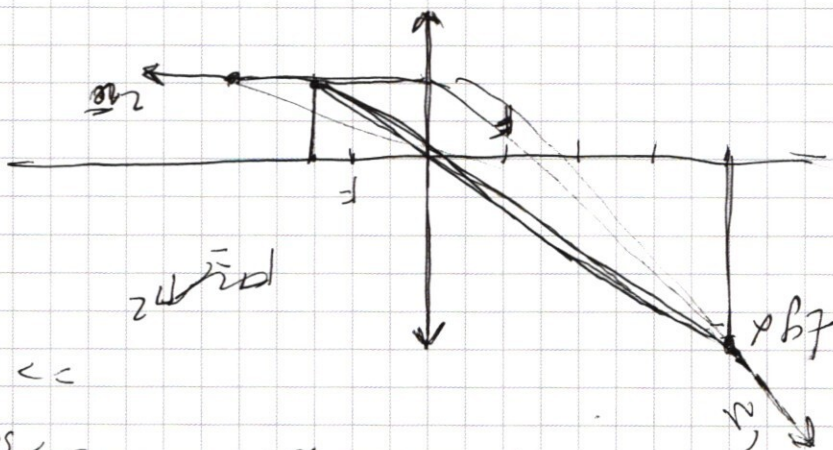
二


$$\Rightarrow \underline{I_D = 0 \Rightarrow U_D = 0}$$

$\Rightarrow \boxed{M_2 = VE}$

$$c = \frac{h}{f} = \frac{2.248 \cdot 10^{-18} \text{ J}}{2.248 \cdot 10^{14} \text{ s}^{-1}}$$

Aufgaben: $T_L = 30^\circ \text{C}$; $I_m \approx 2 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{15} \text{ A}$; $U_2 = E$;



$$\frac{\delta}{\beta} = \text{negl} < \epsilon$$

$$A_2 9,4 - 2 = A_2 9,4 \eta \text{ c} =$$

$$\frac{1}{2} = \frac{2248 - 1}{2248}$$

$$A_{\text{sol}} = A_{\text{lyz}} < \infty$$

$$\frac{1}{2} = \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha}$$

$$x \cos \eta = x_b \quad \hookrightarrow \quad \frac{x^2}{x_b^2} = 1 \quad \hookrightarrow \quad 1 = \frac{f}{f}$$

