

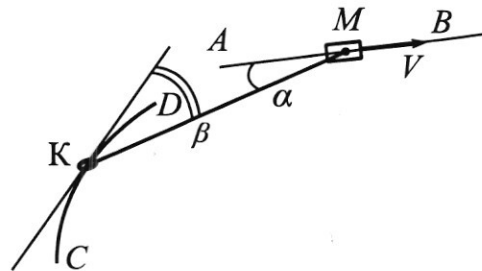
Олимпиада «Физтех» по физике, 11 класс

Вариант 11-02

Класс 11

Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без бланка не принимаются.

1. Муфту M двигают со скоростью $V = 40$ см/с по горизонтальной направляющей AB (см. рис.). Кольцо K массой $m = 1$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1,7$ м. Кольцо и муфта связаны легким тросом длиной $l = 17R/15$. Система находится в одной горизонтальной плоскости. В некоторый момент трос составляет угол α ($\cos \alpha = 3/5$) с направлением движения муфты и угол β ($\cos \beta = 8/17$) с направлением движения кольца.



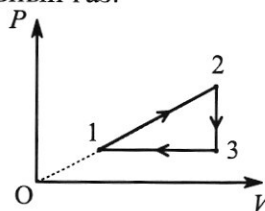
- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения троса в этот момент.

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 количества теплоты, полученной газом, 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. Положительно заряженная частица движется на большом расстоянии к конденсатору по оси симметрии, перпендикулярно обкладкам, влетает в него со скоростью V_1 и останавливается между обкладками на расстоянии $0,2d$ от положительно заряженной обкладки. Удельный заряд частицы $\frac{q}{m} = \gamma$.

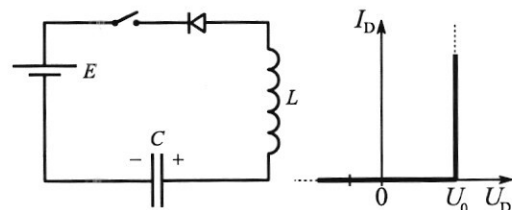
- 1) Найдите продолжительность T движения частицы в конденсаторе до остановки.
- 2) Найдите напряжение U на конденсаторе.
- 3) Найдите скорость V_0 частицы на бесконечно большом расстоянии от конденсатора.

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 $E = 3$ В, конденсатор емкостью $C = 20$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 6$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,2$ 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.

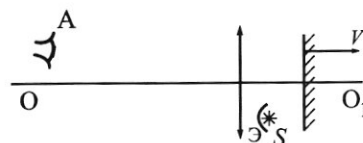


5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана $\mathcal{E}$, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник S находится на расстоянии $8F/15$ от оси OO_1 и на расстоянии плоскости $F/3$ от 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.

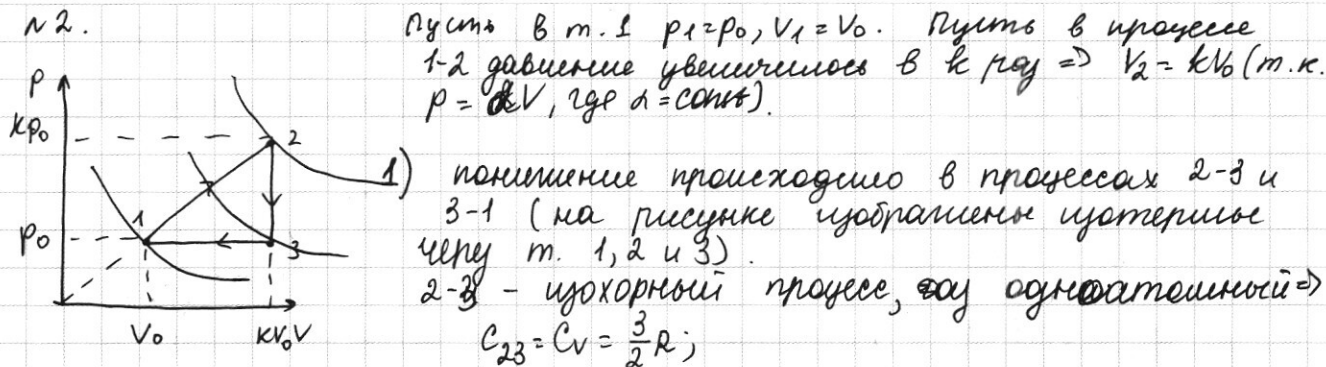
1) На каком расстоянии от плоскости линзы наблюдатель A сможет увидеть в этот момент изображение источника в системе?

2) Под каким углом α к оси OO_1 движется изображение в этот момент? (Найти значение любой тригонометрической функции угла.)

3) Найти скорость изображения в этот момент.



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



3-1 - изобарный процесс, газ одноатомный $\Rightarrow C_{31} = C_p = C_V + R = \frac{5}{2}R$

$\gamma = \frac{C_p}{C_V} = \frac{\frac{5}{2}R}{\frac{3}{2}R} = \frac{5}{3}$

2) $Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12}$ - по первому началу термодинамики

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} (k^2 p_0 V_0 - p_0 V_0) = \frac{3}{2} p_0 V_0 (k^2 - 1)$$

$$A_{12} = + S_{12} p = \frac{1}{2} (p_0 + k p_0) (k V_0 - V_0) = \frac{p_0 V_0}{2} (k^2 - 1)$$

$$Q_{12} = \frac{p_0 V_0 (k^2 - 1)}{2} \cdot 4 = 2 p_0 V_0 (k^2 - 1)$$

$$\frac{Q_{12}}{A_{12}} = \frac{2 p_0 V_0 (k^2 - 1)}{p_0 V_0 (k^2 - 1)} \cdot 2 = 4$$

3) $\eta = \frac{Q_H - Q_X}{Q_H}$; $Q_H = Q_{12}$; $Q_H - Q_X = A_{\Sigma} = A_{12} + A_{31}$ ($A_{23} = 0$, т.к. изохора)

$$\eta = \frac{A_{12} + A_{31}}{Q_{12}} = \frac{1}{4} + \frac{A_{31}}{Q_{12}}$$

$$A_{31} = - S_{31} p = - p_0 V_0 (k - 1)$$

$$\Rightarrow \eta = \frac{1}{4} - \frac{p_0 V_0 (k - 1)}{2 p_0 V_0 (k^2 - 1)} = \frac{1}{4} \left(1 - \frac{1}{k+1} \right)$$

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

3) $\eta = \frac{A_{\Sigma}}{Q_H}$; $Q_H = Q_{12} = 2 p_0 V_0 (k^2 - 1)$

$$\eta = \frac{A_{\Sigma}}{Q_{12}} = \frac{\frac{1}{2} (V_2 - V_1) (p_2 - p_1)}{2 \frac{V_1}{p_1} (p_2^2 - p_1^2)} = \frac{p_2 - p_1}{4 (p_2 + p_1)}$$

$$A_{\Sigma} = \frac{1}{2} S_{12} p = \frac{1}{2} (k V_0 - V_0) (k p_0 - p_0) = \frac{1}{2} p_0 V_0 (k - 1)^2 = \frac{1}{4} p_0 V_0 (k^2 - 1)$$

$$\eta = \frac{\frac{1}{4} p_0 V_0 (k^2 - 1)}{2 p_0 V_0 (k^2 - 1)} = \frac{1}{4} \cdot \frac{(k - 1)}{(k + 1)}$$

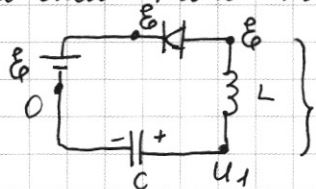
$$\eta \rightarrow \eta_{\max} \text{ при } p_1 \rightarrow 0$$

$$\eta_{\max} = \frac{1}{4} \cdot 100\% = 25\%$$

Ответ: 1) $\frac{5}{3}$; 2) 4 3) 25%.

№4.

- 1) Как то сразу после замыкания ключа напряжение на $\frac{C}{\text{---}}$ и сила тока на --- скачком не изменились $\Rightarrow$
 $U_C = U_1; I_L = 0 \Rightarrow$ тока в цепи нет



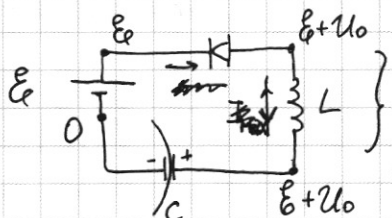
используем метод уловных потенциалов

$U_1 > E_0$, поэтому в следующий момент времени ток потечет вверх через катушку, ток будет расти

$$U_L = L \dot{I}; \quad \dot{I} = \frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{U_L}{L} = \frac{U_1 - E_0}{L} \quad \text{— скорость возрастания тока}$$

$$\dot{I} = \frac{6 - 3}{0,2} = \frac{3 \cdot 10}{2} = 15 \frac{\text{В}}{\text{Гн}} = 15 \frac{\text{А}}{\text{с}}$$

- 2) т.к. ток максимальный, то $U_L = 0$; т.к.



используем метод уловных потенциалов

т.к. ток через диод есть, то $U_C = U_0$

рассмотрим левую обкладку конденсатора; был заряд: $-CU_1$
 стал заряд: $-C(E_0 + U_0)$

$$U_1 > E_0 + U_0 \quad (6 > 4)$$

$$A_{\text{ист}} = -E_0(-C(E_0 + U_0) + CU_1) = -E_0C(U_1 - U_0 - E_0)$$

$A_{\text{ист}} = \Delta W + Q$; $Q = 0$, т.к. резисторов нет

$$A_{\text{ист}} = \Delta W$$

$$-E_0C(U_1 - U_0 - E_0) = \frac{C(E_0 + U_0)^2}{2} + \frac{LI_{\text{max}}^2}{2} - \frac{CU_1^2}{2}$$

$$\frac{CU_1^2}{2} - C(E_0 + U_0)^2 - 2CE_0(U_1 - U_0 - E_0) = LI_{\text{max}}^2$$

$$CU_1^2 - C(E_0 + U_0)^2 - 2CE_0(U_1 - U_0 - E_0) = LI_{\text{max}}^2$$

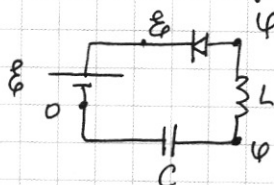
$$C(U_1 - E_0 - U_0)(U_1 + E_0 + U_0) - 2CE_0(U_1 - U_0 - E_0) = LI_{\text{max}}^2$$

$$C(U_1 - U_0 - E_0)(U_1 + U_0 - E_0) = LI_{\text{max}}^2$$

$$I_{\text{max}} = \sqrt{\frac{C}{L}(U_1 - U_0 - E_0)(U_1 + U_0 - E_0)}; \quad I_{\text{max}} = \sqrt{\frac{20 \cdot 10^{-6} (6 - 1 - 3)(6 + 1 - 3)}{0,2}}$$

$$= \sqrt{10^{-4} \cdot 2 \cdot 4} = 2\sqrt{2} \cdot 10^{-2} \text{ А} = 2,8 \cdot 10^{-2} \text{ А} = 0,028 \text{ А}$$

- 3) т.к. процесс установился, то $I_C = 0 \Rightarrow$ тока в цепи нет



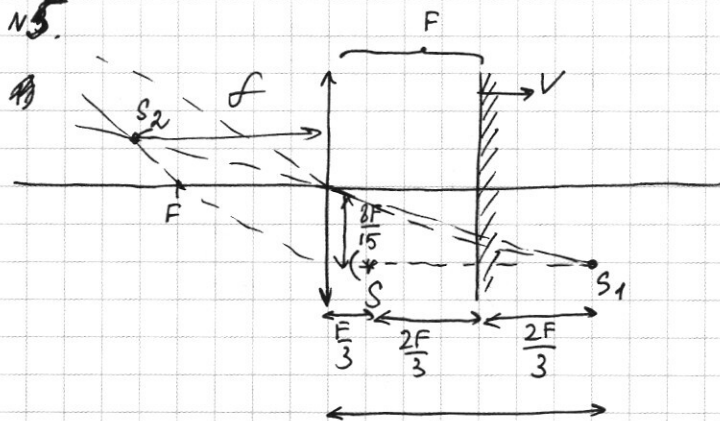
$$\varphi = E_0 + U_0$$

$$U_C = \varphi - 0 = E_0 + U_0; \quad U_C = 4 \text{ В}$$

Ответ: 1) $\dot{I} = 15 \frac{\text{В}}{\text{Гн}}; \quad 2) \quad I_{\text{max}} = \sqrt{\frac{C}{L}(U_1 - U_0 - E_0)(U_1 + U_0 - E_0)} = 0,028 \text{ А}$
 $\dot{I} = \frac{U_1 - E_0}{L}; \quad 3) \quad U_2 = E_0 + U_0 = 4 \text{ В}.$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N5



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

$$\frac{1}{F} = \frac{3}{5F} + \frac{1}{f} \quad 2)$$

1) S_1 - изображение предмета в зеркале;
 S_1 - предмет для линзы F

$$\begin{aligned} d &= \frac{F}{3} + \left(F - \frac{F}{3}\right) \cdot 2 = \\ &= \frac{F}{3} + \frac{4F}{3} = \frac{5F}{3} - \text{расстояние} \end{aligned}$$

от минуса до S_2

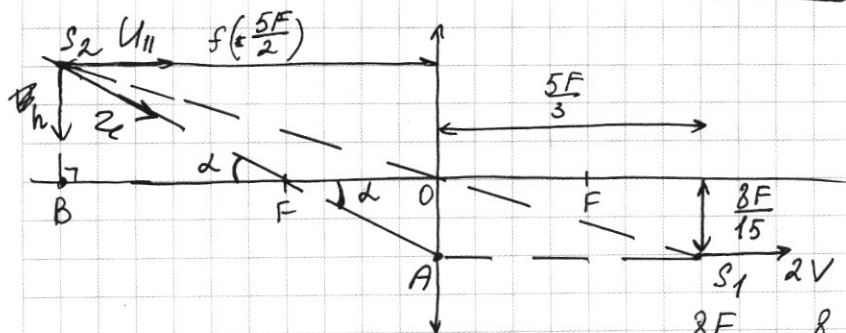
по формуле тонкой линзы:

$f_2 = \frac{5F}{2}$; S_2 — изображение S_1 в системе;

2, 3) ~~т.к.~~ ~~в~~ зеркало двин рассмотри S, S_1 и зеркало:

перейдем в СО зеркала ; S_2 движется влево со скоростью $V \Rightarrow S_1$ движется вправо со скоростью V
перейдем в СО земли:

$$V_{S1} = 2V$$



u - скорость S_2 , изображения в системе

и направлено вдоль $S_2 A$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{AO}{OF}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{8F}{15 \cdot F} = \frac{8}{15}; \quad \cos \alpha = \frac{15}{17}; \quad \sin \alpha = \frac{8}{17}$$

$$\frac{2V}{u''} = R^2; \quad R_4$$

$$\frac{u_H}{2V} = r^2; \quad r = \frac{h}{\frac{8F}{15}}$$

$$BF = f - F = \frac{5F}{2} - F = \frac{3F}{2}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{h}{3F} \cdot 2$$

$$\frac{8}{15} = \frac{2h}{3F}; \quad h = \frac{2 \cdot 3F \cdot 8}{2 \cdot 15} = \frac{4}{5}F$$

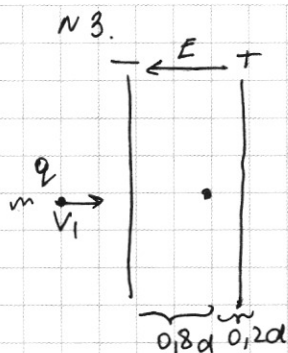
$$P = \frac{4F \cdot 15^3}{58F} = \frac{3}{2}$$

$$u_{11} = u_{\text{cold}} = \frac{15}{17} u;$$

$$\frac{15\Omega}{17.2V} = \frac{9}{4}$$

$$U = V \frac{2 \cdot 9 \cdot 17}{5 \cdot 15 \cdot 42} = \frac{51}{10} V = 5,1 V$$

Omberem: 1) $f = \frac{5F}{2}$; 2) $\tan \alpha = \frac{8}{15}$; 3) $u = 5,1V$.



- 1) т.к. заряд остановился на расстоянии $0,2d$ от положительно заряженной пластины, то знаем, что он прошел путь $S = d - 0,2d = 0,8d$ по 2 закону Ньютона:

$\cancel{F} = qE$ $\alpha = qE$ $\Rightarrow$ движение равноускоренное

$$S = \frac{v_1^2}{2a}; \quad \frac{4}{5}d = \frac{v_1^2}{2a}; \quad a = \frac{5v_1^2}{8d}$$

$$v_1 - aT = 0; \quad \left[T = \frac{v_1}{a} = \frac{8v_1 d}{5v_1^2} = \frac{8d}{5v_1} \right]$$

2) $dE = U; \quad a = qE; \quad a = \frac{5v_1^2}{8d}; \quad E = \frac{5v_1^2}{8d} \Rightarrow U = \frac{5v_1^2}{8}$

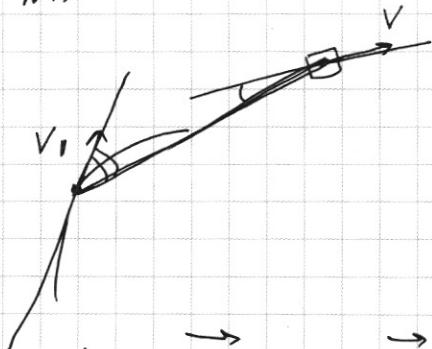
- 3) по закону сохранения э.и.и.:

$$\frac{mv_1^2}{2} + qU = \frac{mv_0^2}{2}; \quad mv_1^2 + 2qU = mv_0^2; \quad v_1^2 + 2 \cdot \frac{5v_1^2}{8} = v_0^2$$

$$v_1^2 + \frac{5v_1^2}{4} = v_0^2; \quad v_0 = \frac{3}{2}v_1$$

Ответ: 1) $T = \frac{8d}{5v_1}$; 2) $U = \frac{5v_1^2}{8}$; 3) $v_0 = \frac{3}{2}v_1$.

№1.

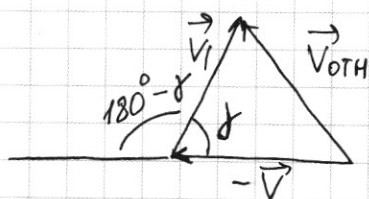


- 1) Так как мурта и коуоу связаны, то их скорости в проекции на трос должны быть равны:

$$V \cos \alpha = v_1 \cos \beta$$

$$v_1 = V \frac{\cos \alpha}{\cos \beta}; \quad v_1 = 40 \cdot \frac{3 \cdot 17}{5 \cdot 8} = 51 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

2) $v_{\text{отн}} = v_1 - V$:

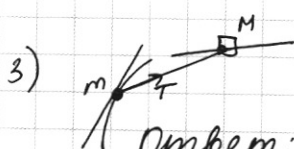


$$\alpha = \alpha + \beta; \quad \sin \alpha = \frac{4}{5}; \quad \sin \beta = \frac{15}{17}$$

по т. косинусов:

$$v_{\text{отн}} = \sqrt{v_1^2 + V^2 - 2 \cos(\alpha + \beta) v_1 V}$$

$$= \sqrt{51^2 + 40^2 - 2 \left(\frac{3}{5} \cdot \frac{8}{17} - \frac{15 \cdot 4}{5 \cdot 17} \right) \cdot 51 \cdot 40} = \sqrt{51^2 + 40^2 + 2 \cdot 51 \cdot 40 \cdot \frac{36}{5 \cdot 17}} = \sqrt{51^2 + 40^2 + 6 \cdot 8 \cdot 36} = \sqrt{5929} = 77 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$



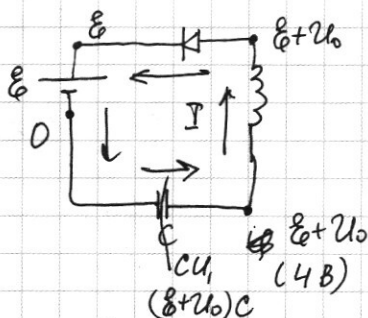
коуоу движется по окружности длиной l

$$T = \frac{m(v_1 \sin \beta)^2}{l}; \quad T = \frac{1 \cdot 51^2 \cdot 10^{-4} \cdot 15^2 \cdot 15}{17^2 \cdot 17 \cdot 17} = 9 \cdot 10^{-3} \left(\frac{15}{17} \right)^3$$

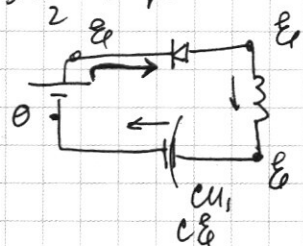
Ответ:

1) $v_1 = V \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} = 51 \frac{\text{см}}{\text{с}}$; 2) $v_{\text{отн}} = 77 \frac{\text{см}}{\text{с}}$; 3) $T = \frac{m(v_1 \sin \beta)^2}{l}$.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV_1^2}{2} + qU$$



$$q = CU_C, \quad U_L = LI_2'$$

$$-EC(U_1 - E - U_0) = \frac{C16}{2} + \frac{LI^2}{2} - \frac{C36}{2}$$

$$-3C(6 - 3 - 1) = 8C + \frac{I^2}{10} - 18C$$

$$-6C = 8C + \frac{I^2}{10} - 18C$$

$$4C = \frac{I^2}{10}$$

$$40C = I^2$$

$$-C(U_1 - E)E = \frac{LI^2}{2} + \frac{CE^2}{2} - \frac{CU_1^2}{2}$$

$$-2C \cdot 3 \cdot 3 = LI^2 + C \cdot 9 - C \cdot 36$$

$$(36 - 9 - 18)C = \frac{I^2}{5}$$

$$45C = \frac{I^2}{5}$$

$$0,3H$$

$$\frac{d\varphi}{dt} = -E$$

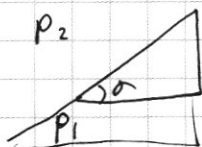
$$d - 0,2d = 0,8d$$

$$0,8d = \frac{V_1^2}{2a}$$

$$1,6d = \frac{V_1^2}{a} = \frac{10}{16} \frac{V_1^2}{d} = \frac{5}{8} \frac{V_1^2}{d}$$

$$V_1 - aT = 0$$

$$T = \frac{V_1}{a} = \frac{5}{8} \frac{V_1}{a} = \frac{5}{8} \frac{V_1}{a}$$



$$ma = Eq$$

$$a = E\gamma$$

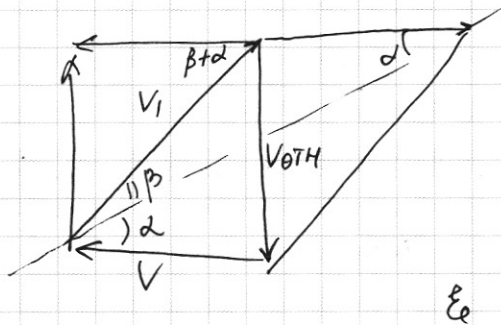
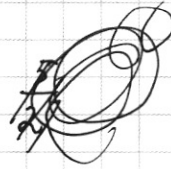
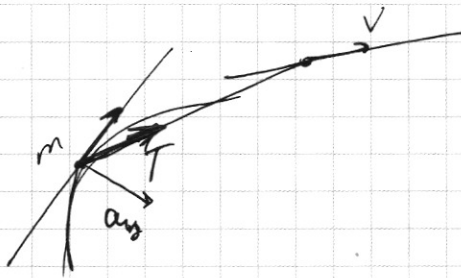
$$\frac{P_1}{V_1} = \frac{P_2}{V_2}$$

$$\eta = \frac{A_{\Sigma}}{Q_{12}}$$

$$Q_{12} = \frac{3}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1) + \frac{P_1 + P_2}{2} (V_2 - V_1) =$$

$$= \frac{1}{2} \frac{(V_2 - V_1)(P_2 - P_1)}{\frac{2V_1}{P_1}(P_2^2 - P_1^2)} = \frac{(P_2 V_1 - P_1 V_1)(P_2 - P_1)}{4(P_2 - P_1)(P_2 + P_1)V_1} = \frac{P_2 - P_1}{4(P_2 + P_1)}$$

$$= \frac{3}{2} \left(\frac{P_2^2 V_1}{P_1} - P_1 V_1 \right) + \frac{(P_1 + P_2)V_1}{2} \left(\frac{P_2}{P_1} - 1 \right) = \frac{3}{2} V_1 \frac{(P_2^2 - P_1^2)}{P_1} + \frac{(P_2^2 - P_1^2)V_1}{2P_1} = 2 \frac{V_1}{P_1} (P_2^2 - P_1^2)$$



$$\frac{1}{4} \frac{(k-1)}{k+1} = \frac{4}{5}$$

$$5k-5 = 16k+16$$

$$(k < 0)$$

$$\frac{15}{17}$$

$$U_c = (E_0 - U_0)$$

$$-E_0(-C(E_0 - U_0) + CU_1) = -CE_0(U_1 - E_0 + U_0)$$

$$-CE_0(U_1 + U_0 - E_0) = \frac{C(E_0 - U_0)^2}{2} + \frac{L I_{max}^2}{2} - CU_1^2$$

$$CU_1^2 - C(E_0 - U_0)^2 - 2CE_0(U_1 + U_0 - E_0) = L I_{max}^2$$

$$C(U_1 + U_0 - E_0)(U_1 + E_0 - U_0) - 2CE_0(U_1 + U_0 - E_0) = L I_{max}^2$$

$$\sqrt{\frac{C(U_1 + U_0 - E_0)(U_1 - U_0 - E_0)}{L}} = I_{max}$$

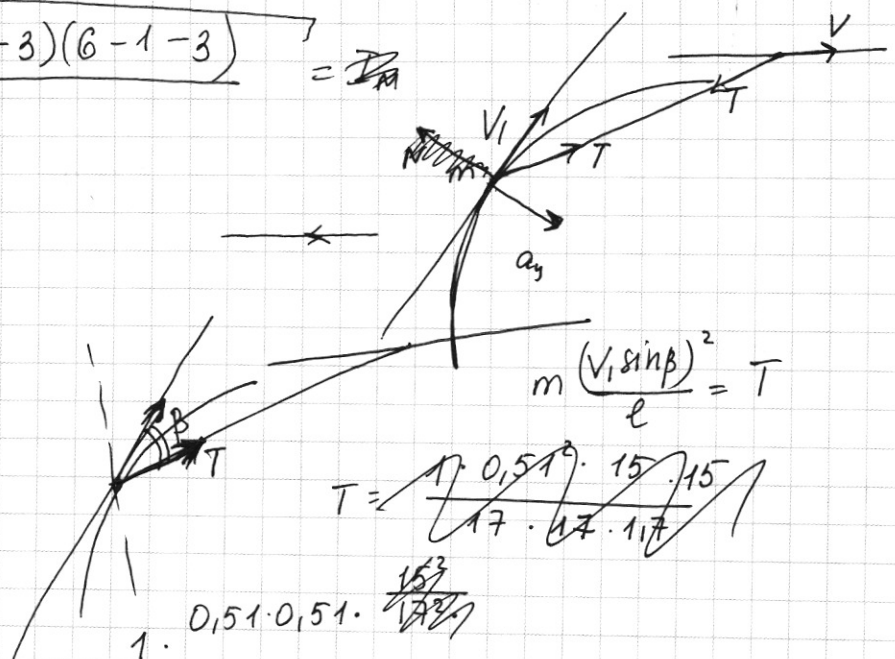
$$\sqrt{\frac{20 \cdot 10^{-6} (6+1-3)(6-1-3)}{0,2}} = I_{max}$$

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

$$1 \cdot \frac{51 \cdot 51 \cdot 10^{-4} \cdot 15^2 \cdot 15}{17^2 \cdot 17 \cdot 1,7} =$$

$$= \frac{15^3 \cdot 9}{17^2} 10^{-3}$$

$$m \cdot \underline{51 \cdot 51 \cdot 10^{-4}}$$



$$T = \frac{1 \cdot 0,51^2 \cdot 15 \cdot 15}{17 \cdot 17 \cdot 1,7}$$

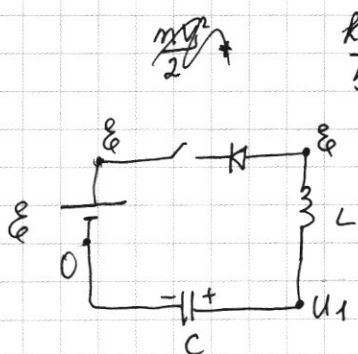
$$1 \cdot 0,51 \cdot 0,51 \cdot \frac{15^3}{17^2 \cdot 1,7}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$k p_0$
 p_0
 V_0 $k V_0$
 $2 k^2 T_0$ (с=3) 2 и 3, 3 и 1 - поперечные τ
 $c = \frac{Q}{\Delta T}$ 2-3 - ширина $\Rightarrow$ $Q_{23} = \Delta U_{23}$
 $Q_{23} = \frac{3}{2} \Delta R \Delta T_{23}$
 $Q_{23} = C_{23} \Delta T_{23} \Rightarrow C_{23} = C_V = \frac{3}{2} R$
 $Q_{31} = \frac{5}{2} \Delta T$ $C_P = \frac{5}{2} R$ $\frac{C_{23}}{C_{31}} = \frac{C_V}{C_P} = \frac{3}{5}$
 $\Delta U = \frac{3}{2} \Delta R (k^2 T_0 - T_0) = \frac{3}{2} \Delta R T_0 (k^2 - 1) = \frac{3}{2} p_0 V_0 (k^2 - 1)$
 $A = \frac{p_0 + k p_0}{2} \cdot V_0 (k - 1) = \frac{p_0 V_0}{2} (k^2 - 1)$
 $\frac{Q}{A} = \frac{\frac{5}{2} p_0 V_0 (k^2 - 1)}{2 \cdot \frac{p_0 V_0}{2} (k^2 - 1)} = 5$

$\eta = \frac{A_{\Sigma}}{Q_H}$; $Q_H = Q_{12} = \frac{5}{2} p_0 V_0 (k^2 - 1)$; $A_{\Sigma} = \frac{1}{2} (k V_0 - V_0) (k p_0 - p_0) = \frac{1}{2} V_0 p_0 (k - 1)^2$

$\eta = \frac{p_0 V_0 (k - 1)^2}{5 p_0 V_0 (k^2 - 1)} = \frac{k - 1}{5(k + 1)}$; $\left(\frac{k - 1}{5(k + 1)} \right)' = \frac{1 \cdot 5(k + 1) - (k - 1) \cdot 5}{25(k + 1)^2}$
 $= \frac{5k + 5 - 5k + 5}{25(k + 1)^2} = \frac{10}{25(k + 1)^2} = \frac{0,2d}{0,3d}$



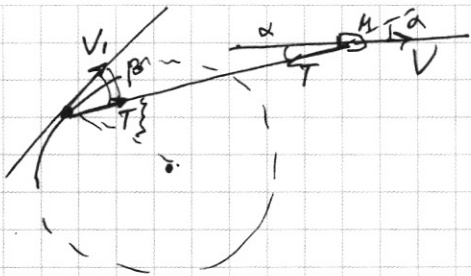
$\frac{k + 1 - 2}{5(k + 1)} = \frac{1}{5} - \frac{2}{5(k + 1)}$

при замыка-
нии ключа
 $U_C = U_1 \Rightarrow$
 $I = \frac{U_1}{L} = \frac{U_1}{20 \cdot 10^{-6}} = \frac{6 \cdot 10^6}{20} = 3 \cdot 10^5$

$q = C U$, $U_L = L I'$
 $I = C U'$, $I' = \frac{\varepsilon - U_1}{L} =$

если ток максимальный $\Rightarrow U_L = 0$
 при этом ток, то $U_2 = U_0$

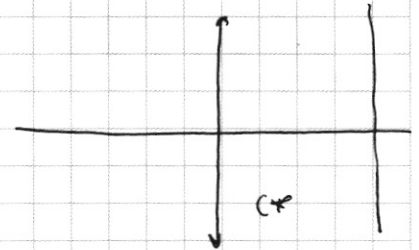
$U_0 = \frac{\varepsilon - U_1}{L}$
 $U_0 = \frac{\varepsilon - U_1}{L}$
 $U_C = U_0 + \varepsilon = U_2 = 4$
 $-\varepsilon C (U_1 - U_2) = \frac{C (U_0 + \varepsilon)^2}{2} + \frac{L I_{\max}^2}{2} - \frac{C U_1^2}{2}$
 $-6 \cdot 20 \cdot 10^{-6} (6 - 4) + \frac{20 \cdot 10^{-6} \cdot 36}{2} - \frac{20 \cdot 10^{-6} \cdot 16}{2} = \frac{L I_{\max}^2}{2}$
 $-6 \cdot 20 \cdot 10^{-6} + 10^{-6} \cdot 360 - 10^{-6} \cdot 160 = 0,1 I_{\max}^2$
 $-120 \cdot 10^{-6} + (360 - 160) \cdot 10^{-6} = \frac{I_{\max}^2}{10}$
 $80 \cdot 10^{-5} = I_{\max}^2$
 $\left(\frac{k - 1}{k + 1} \right)' = \frac{k + 1 - k + 1}{(k + 1)^2} = \frac{1}{4} \left(\frac{k - 1}{k + 1} \right)$



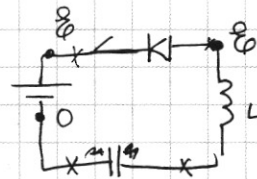
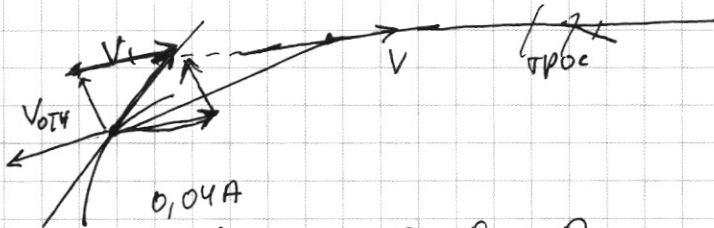
$$V \cos \alpha = V_1 \cos \beta$$

$$40 \cdot \frac{3}{5} \cdot \frac{17}{8} = V_1$$

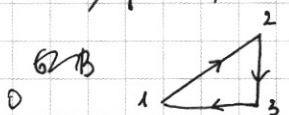
$$V_1 = 51 \frac{\text{cm}}{\text{c}}$$



$$\frac{1}{F} = \frac{3}{5F} + \frac{1}{F}$$



$$U_2 = \frac{8}{5} z?$$



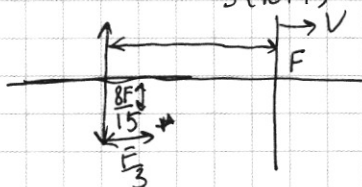
$$y = \frac{Q_{12} - Q_{23} - Q_{31}}{Q_{12}}$$

$$y \cdot \cos \alpha \Rightarrow I = 0$$

$$|A_{31}| = P_0 V_0 (k-1) = \frac{A_{12} - A_{31}}{Q_{12}} = \frac{1}{5} - \frac{A_{31}}{Q_{12}} = 5 - \frac{P_0 V_0 (k-1)}{\frac{5}{2} \cdot P_0 V_0 (k^2-1)}$$

$$Q_{12} = \frac{1}{5} - \frac{2}{5(k+1)} = \frac{1}{5} - \frac{2}{5(k+1)}$$

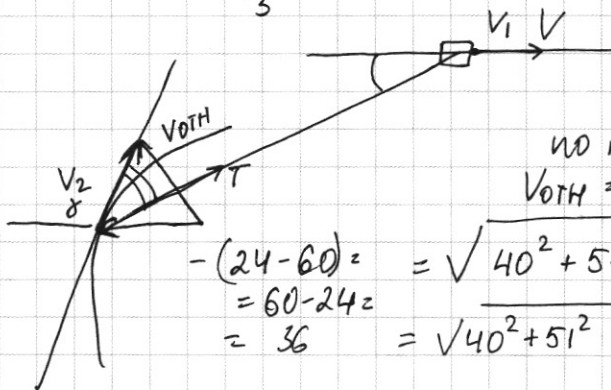
$$\eta_{\max} \rightarrow 20\%$$



$$\vec{V}_{0TH} = \vec{V}_2 - \vec{V}_1$$

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

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



$$\delta = \pi - \alpha - \beta$$

$$180^\circ - \pi - \pi + \alpha + \beta = \alpha + \beta$$

по т. косинусов

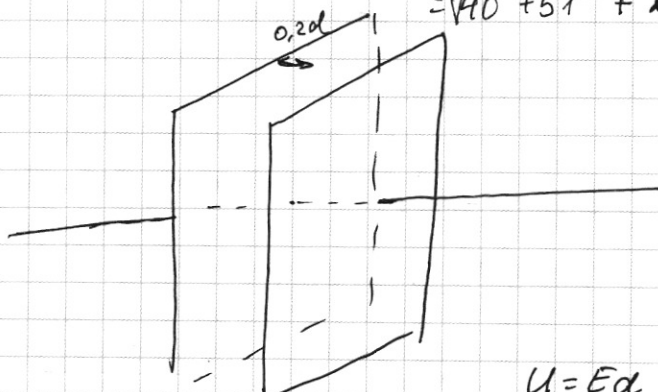
$$V_{0TH} = \sqrt{V_1^2 + V_2^2 - 2 \cos(\alpha + \beta) V_1 V_2}$$

$$-(24-60) = \sqrt{40^2 + 51^2 - 2 \left(\frac{3}{5} \cdot \frac{8}{17} - \frac{15}{17} \cdot \frac{4}{5} \right) \cdot 40 \cdot 51}$$

$$= 60 - 24 = 36$$

$$= \sqrt{40^2 + 51^2 + \frac{2 \cdot 36}{5 \cdot 17} \cdot 40 \cdot 51}$$

$$= \sqrt{40^2 + 51^2 + 8 \cdot 36}$$



$$ma = Eq$$

$$a = \frac{Eq}{m}$$

$$0,2d = \frac{V_1^2}{2a}$$

$$a = \frac{V_1^2}{0,4d} = \frac{10 V_1^2}{4d} = \frac{5 V_1^2}{2d}$$

$$0 = V_1 - at$$

$$t = \frac{V_1}{a} = \frac{2 V_1 d}{5 V_1^2} = \frac{2d}{5 V_1}$$

$$U = Ed$$

$$U = \frac{5 V_1^2}{2d} \cdot d = \frac{5 V_1^2}{2}$$

$$\frac{5 V_1^2}{2d} = E$$

$$E = \frac{5 V_1^2}{2d}$$

$$\frac{m V_1^2}{2} + qU = \frac{m V_0^2}{2}$$

$$m V_1^2 + 2qU = m V_0^2$$

$$V_1^2 + 2 \gamma U = V_0^2; V_1^2 + 2 \gamma \cdot \frac{5 V_1^2}{2d} = V_0^2; V_0 = V_1 \sqrt{6}$$



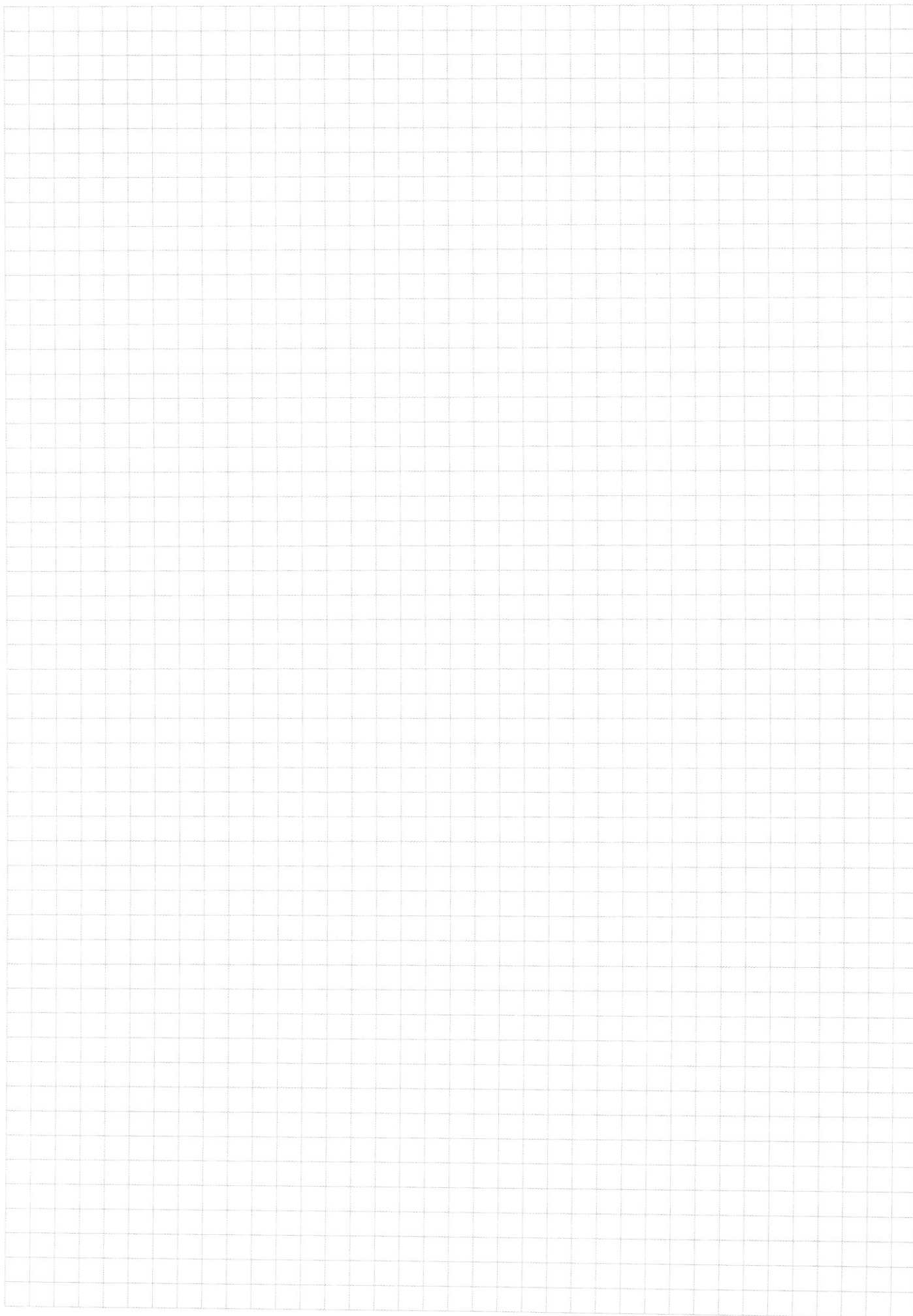
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ)»

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница № ____
(Нумеровать только чистовики)



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)