

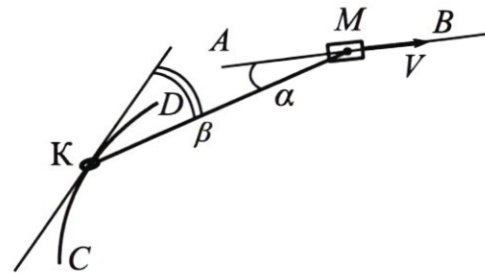
Олимпиада «Физтех» по физике, (

Класс 11

Вариант 11-02

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

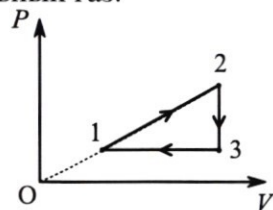
1. Муфту M двигают со скоростью $V = 40$ см/с по горизонтальной направляющей AB (см. рис.). Кольцо K массой $m = 1$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1,7$ м. Кольцо и муфта связаны легким тросом длиной $l = 17R/15$. Система находится в одной горизонтальной 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.

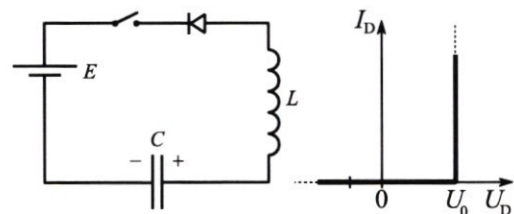


3. Обкладки конденсатора – квадратные металлические сетки, сторона квадрата во много раз больше расстояния d между обкладками. Положительно заряженная частица движется на большом расстоянии к конденсатору по оси симметрии, перпендикулярно обкладкам, влетает в него со скоростью V_1 и останавливается между 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.

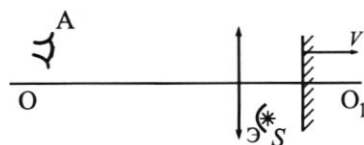
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 3$ В, конденсатор емкостью $C = 20$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 6$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,2$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$ 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

~ 1

Ох:

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

$$u = v \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} = 40 \cdot \frac{3}{8} \cdot \frac{17}{8} = 51 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

$$u_{\text{отн}}^2 = v^2 + u^2 - 2uv \cos(\alpha + \beta)$$

$$u_{\text{отн}} = \sqrt{v^2 + u^2 \left(\frac{\cos \alpha}{\cos \beta} \right)^2 - 2v^2 \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} \cdot (\cos \alpha \cdot \cos \beta - \sin \alpha \cdot \sin \beta)} = 40 \cdot \sqrt{1 + \frac{51}{40} \left(\frac{51}{40} - 2 \cdot \frac{51}{40} \cdot \frac{3 \cdot 17}{8 \cdot 8} \right)}$$

$$= 40 \sqrt{1 + \frac{51}{40} \left(\frac{51}{40} + \frac{24 \cdot 3}{17 \cdot 5} \right)} = 40 \sqrt{1 + \frac{51}{40} \cdot \frac{51^2 + 12^2 \cdot 20}{40 \cdot 51}} = 40 \sqrt{1 + \frac{5481}{1600}} = \sqrt{7081} \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

$\vec{a}_{\text{конуса}} = \vec{a}_y + \vec{a}_k$
 $a_y = \frac{u^2}{R} = a_{\text{конуса}} \cdot \sin \beta$
 $a_{\text{конуса}} = \frac{u^2}{R \sin \beta}$

$T = ma = \frac{mu^2}{R \sin \beta} = \frac{1 \cdot 51^2}{170 \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{8}{17} \right)^2}} = \frac{8 \cdot 17^2}{170 \cdot \frac{15}{17}} = \frac{3 \cdot 17^2}{50} = \frac{1734}{100} = 17,34 \text{ Н}$

Омвем: 1) 51 см/с
2) $\sqrt{7081}$ см/с
3) 17,34 Н

~ 2

1-2: $\frac{p_1}{V_1} = \frac{p_2}{V_2}$ $Q_{12} = A + \Delta U = \frac{1}{2}(V_2 - V_1)(p_2 + p_1) + \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{12} = \frac{p_2 V_2 + V_2 p_1 - V_1 p_2 - p_1 V_1}{2} + \frac{3}{2}(p_2 V_2 - p_1 V_1) = 2(p_2 V_2 - p_1 V_1)$
 $V \uparrow \Rightarrow A > 0$
 $T \uparrow \Rightarrow \Delta U > 0 \Rightarrow Q_{12} > 0$ $Q_{12} = Q_H$ $\frac{Q_{12}}{A_{12}} = \frac{2(p_2 V_2 - p_1 V_1)}{\frac{1}{2}(p_2 V_2 - p_1 V_1)} = 4$

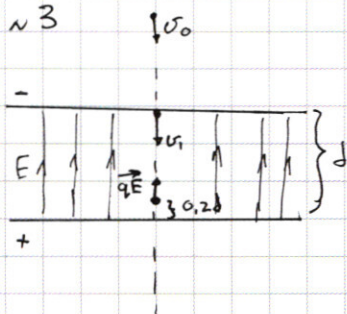
2-3: $V = \text{const}$ $A = 0$ $Q_{23} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{23} = \frac{3}{2}(p_1 V_2 - p_1 V_1)$ $C_{23} = \frac{Q_{23}}{\nu \Delta T_{23}} = \frac{\frac{3}{2} \nu R \Delta T_{23}}{\nu \Delta T_{23}} = \frac{3}{2} R$
 $p \uparrow \Rightarrow T \downarrow \Rightarrow \Delta U < 0$ $p_3 V_3 = \nu R T_3$ $p_1 V_2 = \nu R T_3$

3-1: $p = \text{const}$ $Q_{31} = A + \Delta U = p \Delta V_{12} + \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{31} = \nu R \Delta T_{31} \cdot \frac{5}{2} = \frac{5}{2}(p_1 V_1 - p_1 V_2)$
 $V \downarrow \Rightarrow A < 0$
 $T \downarrow \Rightarrow \Delta U < 0$ $C_{31} = \frac{Q_{31}}{\nu \Delta T_{31}} = \frac{\frac{5}{2} \nu R \Delta T_{31}}{\nu \Delta T_{31}} = \frac{5}{2} R$

$\eta = 1 + \frac{Q_x}{Q_H} = 1 + \frac{Q_{23} + Q_{13}}{Q_{12}} = 1 + \frac{\frac{3}{2}(p_1 V_2 - p_2 V_2) + \frac{5}{2}(p_1 V_1 - p_1 V_2)}{2(p_2 V_2 - p_1 V_1)} = 1 + \frac{5p_1 V_1 - 3p_2 V_2 - 2p_1 V_2}{4(p_2 V_2 - p_1 V_1)}$
 $= 1 + \frac{-5(p_2 V_2 - p_1 V_1) + 2(p_2 V_2 - p_1 V_2)}{4(p_2 V_2 - p_1 V_1)} = 1 - \frac{5}{4} + \frac{p_2 V_2 - p_1 V_2}{2(p_2 V_2 - p_1 V_1)} = -\frac{1}{4} + \frac{p_1 V_2 (p_2 V_2 - p_1 V_1)}{2(p_2 V_2 - p_1 V_1)(p_1 V_2 + p_1 V_1)} = -\frac{1}{4} + \frac{1}{2 + 2 \frac{V_1}{V_2}} = -\frac{1}{4} + \frac{3}{5} = 0,35$

Омвем: 1) $C_{23} = \frac{3}{2} R$; $C_{31} = \frac{5}{2} R$
2) 4
3) 35%

~ 3



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

$$S = \frac{v_1}{2} \cdot T$$

$$0,8d = \frac{v_1}{2} \cdot T$$

$$T = \frac{v_1}{1,6d}$$

$$qE = ma$$

$$a = \frac{q}{m} E = \gamma E$$

$$S = \frac{v_1^2}{2a} ; 0,8d = \frac{v_1^2}{2\gamma E}$$

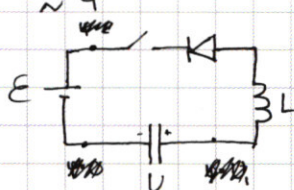
$$E = \frac{v_1^2}{1,6\gamma d}$$

$$U = Ed = \frac{v_1^2}{1,6\gamma} \cdot \gamma = \frac{v_1^2}{1,6\gamma}$$

Вне конденсатора нет поля, значит до того, как частица влетела в него на нее ничего не действовало, значит $U_0 = U_1$

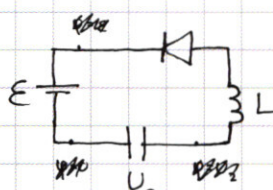
- Ответ: 1) $T = \frac{v_1}{1,6d}$
2) $U = \frac{v_1^2}{1,6\gamma}$
3) $U_0 = U_1$

~ 4



$$\frac{LI_m^2}{2} = \frac{CU_1^2}{2} - \frac{CU_2^2}{2}$$

$$I_m = \sqrt{\frac{C}{L}(U_1^2 - U_2^2)} = \sqrt{\frac{20 \cdot 10^{-6}}{0,2} \cdot (36 - 4)} = 10^{-2} \cdot 4\sqrt{3} = 0,04\sqrt{3} \text{ A}$$



$$|E_s| = |L \frac{\Delta I}{\Delta t}| \quad U_1 - E_s = U_0$$

$$E_s = L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$L \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t} = U_1 - U_0$$

$$\frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{U_1 - U_0}{L} = \frac{6 - 1}{0,2} = \frac{5}{0,2} = 25 \frac{\text{A}}{\text{с}}$$

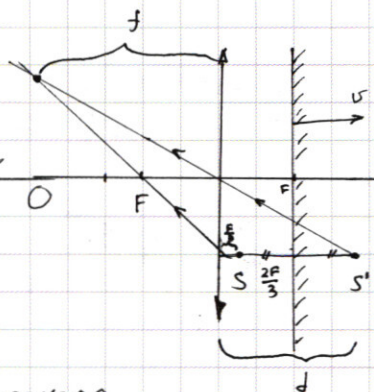
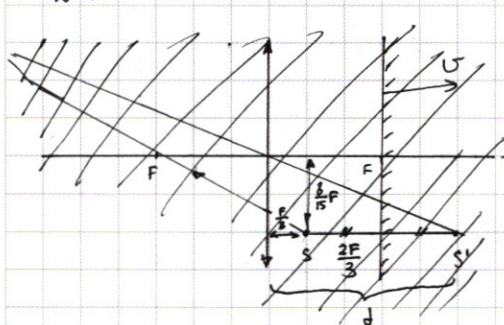
$$E - U_2 = U_0$$

$$U_2 = E - U_0 =$$

$$= 36 - 1 = 2 \text{ В}$$

- Ответ: 1) $25 \frac{\text{A}}{\text{с}}$
2) 2 В
3) $0,04\sqrt{3} \text{ A}$

~ 5



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

$$\frac{1}{f} = \frac{d - F}{dF}$$

$$f = \frac{dF}{d - F} = \frac{\frac{5}{3} F^2}{\frac{5}{3} F - F} = \frac{\frac{5}{3} F}{\frac{2}{3}} = \frac{5}{2} F$$

Т.к. зеркало перпендикулярно оп. оси и его скорость

Т.к. зеркало движется вдоль оп. оси

Если в след. момент времени зеркало сдвинется на Δx , то изображение сдвинется на $2\Delta x$ за то же время

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} ; v_{из} = \frac{2\Delta x}{\Delta t} = 2v$$

Т.к. зеркало в процессе движения остается перпендикулярно оп. оси, изображение движется только параллельно оп. оси, а значит угол $\alpha = 0^\circ$, $\sin \alpha = 0$

- Ответ: 1) $\frac{5}{2} F$
2) $\cos \alpha = 0$
3) $2v$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

~ 1

Ох: $u_x = u \cos \alpha$ $u_x = u \cos \beta$
 $u \cos \alpha = u \cos \beta$

$u = \frac{u \cos \alpha}{\cos \beta} = \frac{40 \cdot 3 \cdot 12}{5 \cdot 8} = 51 \frac{\text{см}}{\text{с}}$

$u_{\text{отн}}^2 = v^2 + u^2 - 2vu \cos(\alpha + \beta) = v^2 + u^2 \left(\frac{\cos \alpha}{\cos \beta} \right)^2 - 2v \frac{u \cos \alpha}{\cos \beta} \cos(\alpha + \beta) =$
 $= v^2 \left(1 + \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} \left(\frac{\cos \alpha}{\cos \beta} - 2 \cos(\alpha + \beta) \right) \right) = v^2 \left(1 + \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} \frac{\cos \alpha - 2 \cos \alpha \cos \beta + 2 \sin \alpha \sin \beta \cos \beta}{\cos \beta} \right)$
 $u_{\text{отн}} = v$

~ 2

$P: AV_2 = P_2 V_1$

$1-2: \frac{P_1}{P_2} = \frac{V_2}{V_1}$

$Q = A + \Delta U = \frac{V_2 - V_1}{2} (P_2 + P_1) + \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{1}{2} (\Delta V) \cdot (P_1 + P_2) + \frac{3}{2} (\Delta(PV))$

$2-3: V = \text{const} \quad A = 0$
 $P \downarrow \Rightarrow T \downarrow$
 $Q_{23} \Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{23} = \frac{3}{2} V_2 (P_1 - P_2)$

$C_p = \frac{Q}{\nu \Delta T}$ $P_1 V_1 = \nu R T_1$ $P_2 V_2 = \nu R T_2$ $P_1 V_2 = \nu R T_3$

$3-1: p = \text{const}$
 $V \uparrow \Rightarrow T \uparrow$
 $Q_{31} = A + \Delta U = p \Delta V + \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{31} = \nu R \Delta T_{31} \left(1 + \frac{3}{2} \right) = \frac{5}{2} p_1 (V_1 - V_2)$

$\eta = \frac{Q_{12}}{Q_{31}} = \frac{Q_{12} - Q_{23}}{Q_{31}} = 1 - \frac{Q_{23} + Q_{31}}{Q_{12}} = 1 - \frac{\frac{3}{2} V_2 (P_1 - P_2) + \frac{5}{2} p_1 (V_1 - V_2)}{\frac{1}{2} (P_1 + P_2) (V_2 - V_1)} = 1 - \frac{3}{5} \frac{T_3 - T_2}{T_1 - T_3}$

$A_{12} = \frac{1}{2} (V_2 - V_1) (P_2 + P_1) = \frac{P_2 V_2 + \frac{1}{2} P_1 V_2 - \frac{1}{2} P_2 V_1 - P_1 V_1}{2} = \frac{P_2 V_2 - P_1 V_1}{2}$
 $\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1)$
 $Q_{12} = \frac{P_2 V_2 - P_1 V_1}{2} + \frac{3}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1) = 2(P_2 V_2 - P_1 V_1)$

~ 3

$q = \gamma$
 $E = E_0 = \frac{\sigma}{\epsilon_0} = \frac{q}{\epsilon_0 S}$

~ 4

$\epsilon = 38$
 $C = 26 \text{ мкФ}$
 $L = 0,2 \text{ Гн}$
 $U_0 = 16 \text{ В}$
 $U_1 = 26 \text{ В}$

$\varphi = E$
 $\varphi_1 = U_1$
 $\varphi_2 = U_2$
 $U_1 - E_s = U_0$
 $E_s = U_1 - U_0$

$E - U_1 = E_s$
 $|E - U_1| = L \cdot \frac{dI}{dt}$
 $U_2 = |E - U_1|$

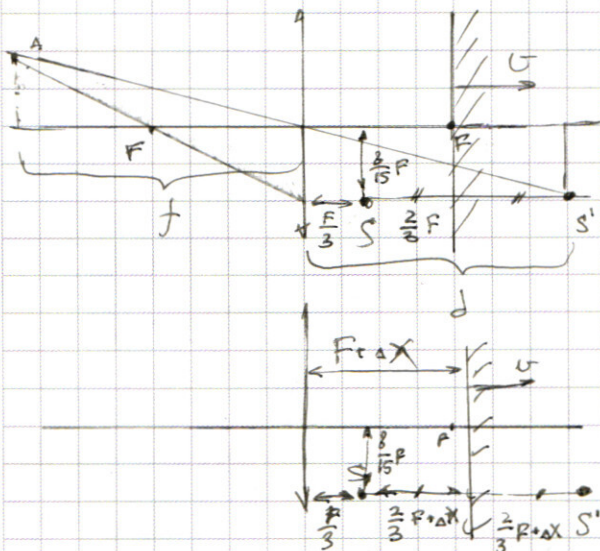
$\frac{L I_m^2}{2} = \frac{C U_1^2}{2} - \frac{C U_2^2}{2}$
 $L I_m^2 = C (U_1^2 - U_2^2)$
 $I_m = \sqrt{\frac{C}{L} (U_1^2 - U_2^2)} = \sqrt{\frac{26 \cdot 10^{-6}}{0,2} (36 - 4)} = \sqrt{10^{-4} \cdot 16 \cdot 2} = 0,04 \sqrt{2} \text{ А}$

$U = \frac{6-3}{0,2} = \frac{3}{\frac{1}{5}} = 15 \frac{\text{А}}{\text{с}}$

$U = \frac{6-1}{0,2} = \frac{5}{\frac{1}{5}} = 25 \frac{\text{А}}{\text{с}}$

$E_s = U_0 = L \frac{dI}{dt}$
 $\frac{1}{0,2} = \frac{dI}{dt} = 5$

~5



$$d = F + \frac{2}{3}F = F(1 + \frac{2}{3}) = \frac{5}{3}F$$

$$h = \frac{4}{15}F$$

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

$$\frac{1}{P} = -\frac{1}{d} + \frac{1}{f}$$

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

$$f = \left(\frac{F+d}{Fd} \right)^{-1}$$

$$f = \frac{Fd}{d-F} = \frac{F \cdot \frac{5}{3}F}{\frac{5}{3}F - F} = \frac{5}{3} \cdot \frac{F^2}{\frac{2}{3}F} = \frac{5}{2}F$$

У.М.О.А. и зеркало $\perp$ ОО₁, значит угол
ОО₁ $\uparrow$ У.М.О.А. равен 0

Расст. от S до S', увеличивается на 2Δx

$$\frac{\Delta x}{\Delta t} = U$$

$$u = \frac{2\Delta x}{\Delta t} = 2U$$

$$f = \frac{Fd}{d-F} = \frac{\frac{5}{3}F^2}{\frac{8}{3}F} = \frac{5}{8}F = 1$$

~3

1) $S = d - 0,2d = 0,8d$

3) $qE = ma$
 $a = \frac{qE}{m} = \gamma E$
 $S = \frac{v_1^2}{2a} = \frac{v_1^2}{2\gamma E}$

2) $S = \frac{v_1 + 0}{2} \cdot T$
 $0,8d = \frac{v_1}{2} T$
 $T = \frac{v_1}{1,6d}$

$$0,8d = \frac{v_1^2}{2\gamma E}$$

$$E = \frac{v_1^2}{1,6\gamma d}$$

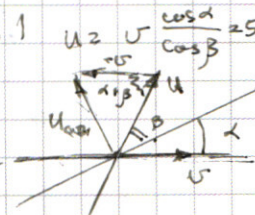
$$U = Et = \frac{v_1^2}{1,6\gamma} \cdot K = \frac{v_1^2}{1,6\gamma}$$

Т.к. в.к. конденсатор
нет напряженности, то

$$V_0 = U_1$$

$$(17-6)(0,8) \cdot 9,25 \sqrt{\frac{289-64}{289}} = \frac{15}{17}$$

~1



$$u_{\text{отн}} = \vec{u} - \vec{v}$$

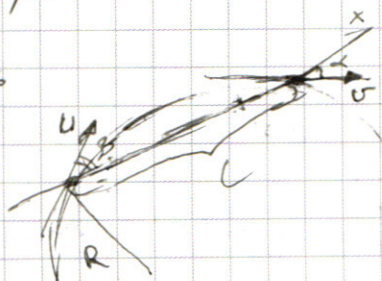
$$u_{\text{отн}} = \sqrt{u^2 + v^2 - 2uv \cos(\alpha + \beta)} = \sqrt{1600 + 2601 + 2 \cdot 2046 \cdot \frac{24}{85}} = \sqrt{4201 + 2 \cdot 40 \cdot 51 \cdot \frac{36}{5 \cdot 17}}$$

$$K: a_y = \frac{u^2}{R}$$

$$a_x =$$

$$\vec{F} = m\vec{a} = m(\vec{a}_y + \vec{a}_x)$$

$$\begin{array}{r} 51 \\ 51 \\ 51 \\ 255 \\ + 1601 \\ \hline 4201 \end{array}$$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\eta = 1 - \frac{Q_{\text{х}}}{Q_{\text{н}}} = 1 - \frac{Q_{23} + Q_{13}}{Q_{12}} = 1 - \frac{\frac{3}{2}(p_2 V_1 - p_1 V_2)}{\frac{5}{2}(p_1 V_1 - p_1 V_2)} = 1 - \frac{3}{5} \cdot \frac{T_3 - T_2}{T_1 - T_3} = 1 - \frac{3}{5} \cdot \frac{p_2}{p_1}$$

$$p_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$p_2 V_2 = \nu R T_2$$

$$p_1 V_2 = \nu R T_3$$

$$\left(\frac{p_1}{p_2} \right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}} = \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}} \cdot \frac{T_1}{T_2}$$

$$\frac{T_3}{T_2} = \frac{p_1 V_1}{p_2 V_2}$$

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{p_1 V_1}{p_2 V_2}$$

$$\frac{T_1}{T_2} = \left(\frac{p_1}{p_2} \right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}}$$

$$T_3^2 = T_1 T_2$$

$$T_3 = \left(\frac{p_1}{p_2} \right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}} T_2$$

$$T_1 = \left(\frac{p_1}{p_2} \right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}} T_2$$

$$\frac{T_3 - T_2}{T_1 - T_3} = \frac{\left(\frac{p_1}{p_2} \right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}} T_2 - T_2}{\left(\frac{p_1}{p_2} \right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}} T_2 - \left(\frac{p_1}{p_2} \right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}} T_2} = \frac{\left(\frac{p_1}{p_2} \right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}} - 1}{\left(\frac{p_1}{p_2} \right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}} - 1} = \frac{p_2}{p_1}$$

$$\eta = 1 - \frac{Q_{\text{х}}}{Q_{\text{н}}}$$

$$1-2: \frac{p_1}{p_2} = \frac{V_1}{V_2} \quad Q = Q_{\text{н}} = 2(p_2 V_2 - p_1 V_1)$$

$$2-3: V = \text{const} \quad A = 0 \quad Q = \frac{3}{2}(p_1 V_2 - p_2 V_2)$$

$$3-1: p = \text{const} \quad Q = \frac{5}{2}(p_1 V_1 - p_1 V_2)$$

$$Q_{\text{х}} = \frac{3 p_1 V_2 - 3 p_2 V_2 + 5 p_1 V_1 - 5 p_1 V_2}{2} = \frac{5 p_1 V_1 - 3 p_2 V_2 - 2 p_1 V_2}{2}$$

$$p_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$p_2 V_2 = \nu R T_2$$

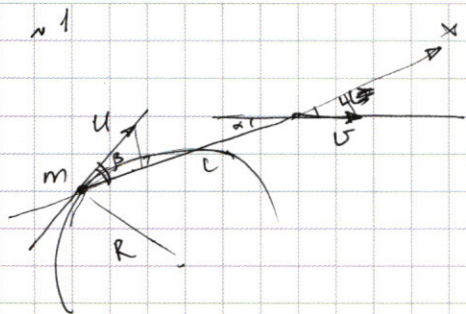
$$p_1 V_2 = \nu R T_3$$

$$\frac{Q_{\text{х}}}{Q_{\text{н}}} = \frac{5 p_1 V_1 - 3 p_2 V_2 - 2 p_1 V_2}{2(p_2 V_2 - p_1 V_1)} = \frac{1}{4} \cdot \frac{5(T_1 - T_2) + 2(T_2 - T_3)}{T_2 - T_1} = \frac{1}{4} \cdot (-5) \cdot 2 = -\frac{5}{2}$$

$$\eta = 1 - \frac{Q_{\text{х}}}{Q_{\text{н}}} = 1 - \left(-\frac{5}{2} \right) = \frac{7}{2}$$

$$Q_{23} + Q_{13} = \frac{\nu R}{2} (3 \Delta T_{23} + 5 \Delta T_{13})$$

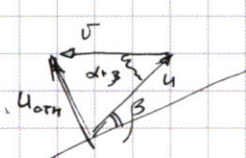
$$3 p_1 V_2 - 3 p_2 V_2 + 5 p_1 V_1 - 5 p_1 V_2 = \frac{\nu R}{2} (3 T_3 - 3 T_2 + 5 T_1 - 5 T_3) = \frac{\nu R}{2} (5 T_1 - 3 T_2 - 2 T_3)$$



$$1) u \cos \alpha = u \cos \beta$$

$$u = v \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} = 40 \cdot \frac{3}{5} \cdot \frac{17}{8} = 51 \text{ cm/c}$$

2)



$$u_{\text{tot}} = \sqrt{u^2 + v^2 - 2uv \cos(\alpha + \beta)}$$

$$= v \sqrt{1 + \left(\frac{\cos \alpha}{\cos \beta}\right)^2 - 2 \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} \cdot (\cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta)}$$

$$= 40 \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{3 \cdot 17}{5 \cdot 8}\right)^2 - 2 \cdot \frac{3 \cdot 17}{5 \cdot 8} \cdot \left(\frac{3 \cdot 8}{5 \cdot 17} - \frac{4 \cdot 15}{5 \cdot 17}\right)}$$

$$= 40 \sqrt{1 + \frac{51}{40} \left(\frac{51}{40} - 2 \cdot \frac{12}{17} \left(\frac{2}{5} - 1\right)\right)}$$

$$= 40 \sqrt{1 + \frac{51}{40} \cdot \left(\frac{51}{40} + \frac{24 \cdot 3}{17 \cdot 5}\right)}$$

$$= 40 \sqrt{1 + \frac{51}{40} \cdot \frac{51^2 + 24 \cdot 3 \cdot 40}{40 \cdot 51}}$$

$$= 40 \sqrt{1 + \frac{51^2 + 12^2 \cdot 20}{40^2}}$$

$$\begin{array}{r} 51 \\ \times 51 \\ \hline 51 \\ 510 \\ \hline 2601 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 16015 \\ \times 18629 \\ \hline 144135 \\ 108910 \\ 288380 \\ 288380 \\ \hline 2988109 \end{array}$$

3) ~~u = 40~~: $\vec{a} = \vec{a}_y + \vec{a}_x$

$$a_y = \frac{u^2}{R} = a \cdot \sin \beta$$

$$a_x = \frac{u^2}{R \cdot \sin \beta}$$

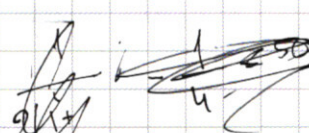
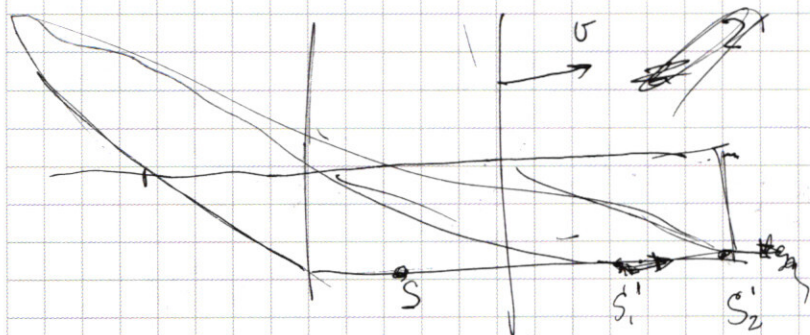
$$T = mg = m \frac{u^2}{R \cdot \sin \beta}$$

$$= \frac{1 \cdot 40^2}{170 \cdot \frac{15}{17}} = \frac{1600 \cdot 17}{170 \cdot 15} = \frac{160}{15} = \frac{32}{3} \text{ H}$$

$$= \frac{1 \cdot 51^2}{170 \cdot \frac{15}{17}} = \frac{8 \cdot 17^2}{150} = \frac{3 \cdot 17^2}{50} = \frac{6 \cdot 17^2}{100} = 17,34 \text{ H}$$

$$\begin{array}{r} 7081 \\ \times 9 \\ \hline 63729 \end{array}$$

$$L = \frac{2p_2V_2 - 2p_1V_1 + 5p_1V_1 - 3p_2V_2 - 2p_1V_2}{2(p_2V_2 - p_1V_1)}$$



$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{1}{3}$$

$$\begin{array}{r} 12 \\ - 5 \\ \hline 7 \end{array} \quad \begin{array}{r} 20 \\ - 20 \\ \hline 0 \end{array}$$



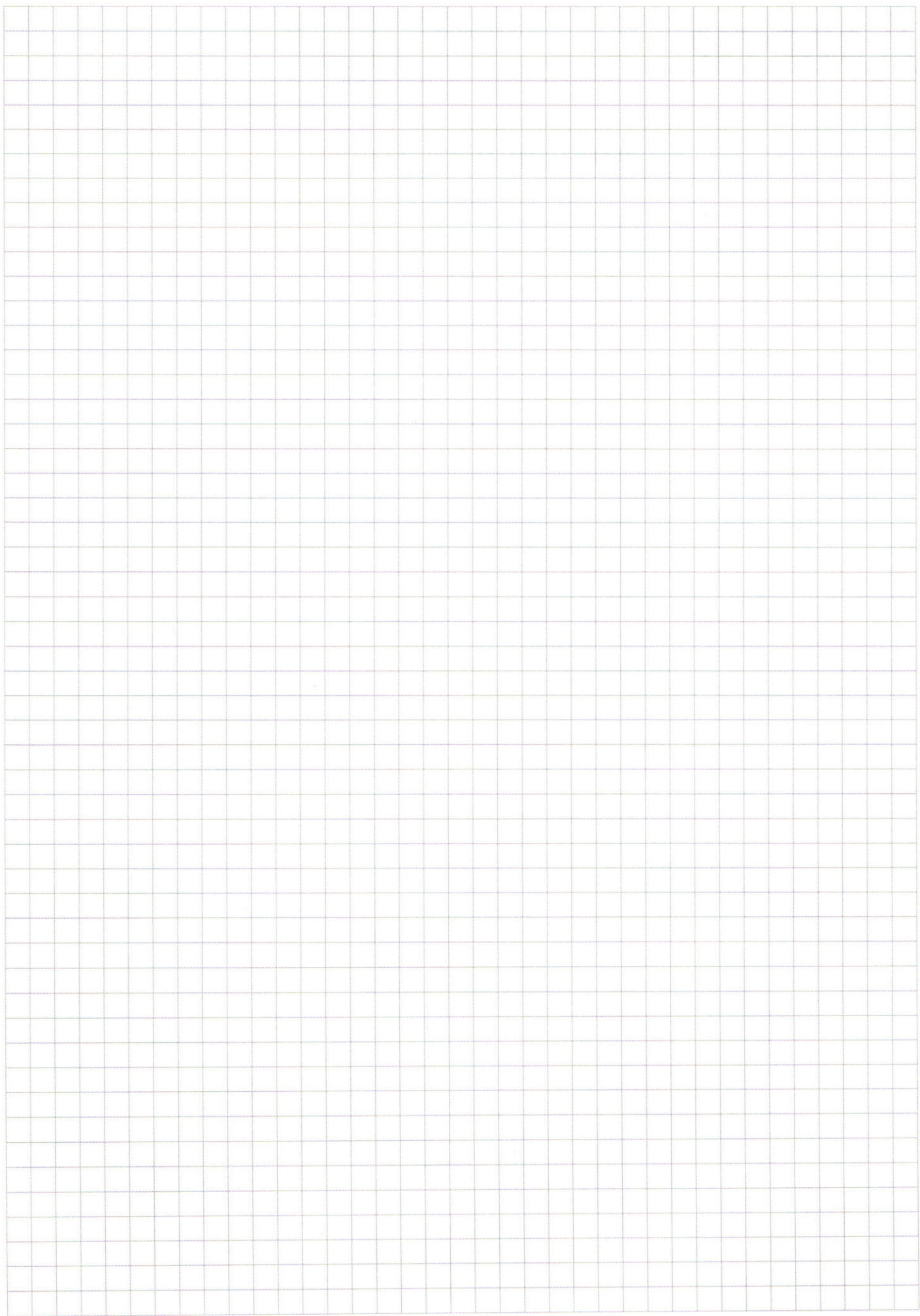
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)





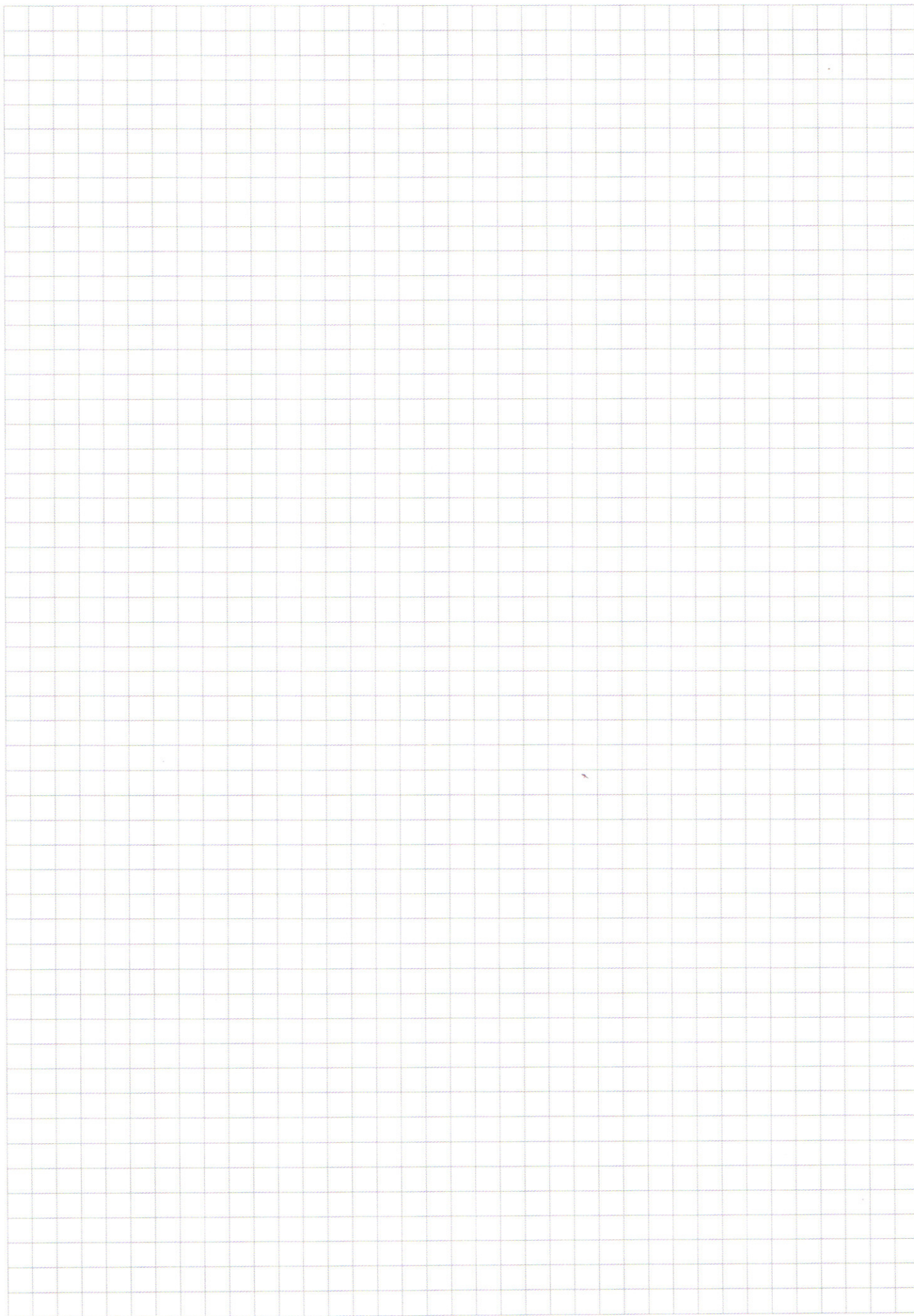
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

«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)