

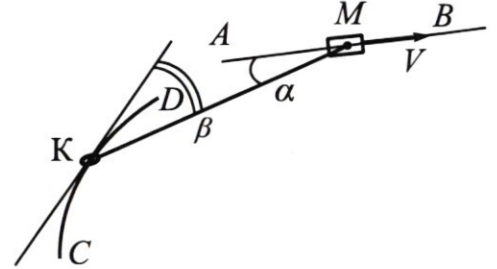
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Вариант 11-02

Класс 11

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

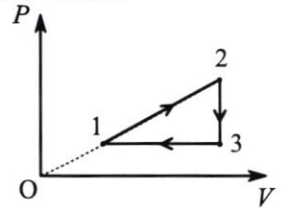
1. Муфту М двигают со скоростью $V = 40$ см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 1$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1,7$ м. Кольцо и муфта связаны легким тросом длиной $l = 17R/15$. Система находится в одной горизонтальной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

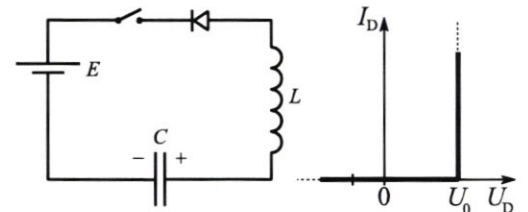


3. Обкладки конденсатора – квадратные металлические сетки, сторона квадрата во много раз больше расстояния d между обкладками. Положительно заряженная частица движется на большом расстоянии к конденсатору по оси симметрии, перпендикулярно обкладкам, влетает в него со скоростью V_1 и останавливается между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

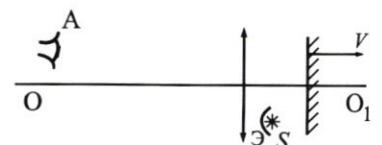
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 3$ В, конденсатор емкостью $C = 20$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 6$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,2$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$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



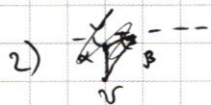
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N=1

1) $V \cdot \cos \alpha = v \cdot \cos \beta$

$v = \frac{V \cos \alpha}{\cos \beta}$

$v = \frac{40 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot \frac{3}{5}}{\frac{8}{17}} = 51 \frac{\text{м}}{\text{с}}$



$V_{\text{сумм}} = \sqrt{V^2 + v^2 - 2Vv \cos(\beta - \alpha)}$

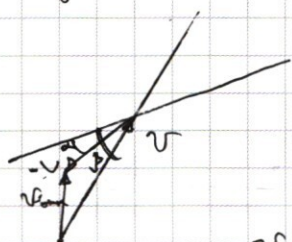
$\sin \alpha = \frac{4}{5}$

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

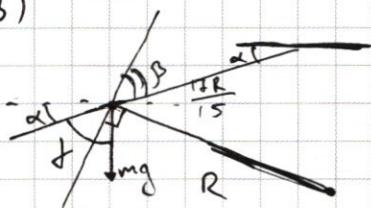
$\cos(\beta - \alpha) = \frac{3 \cdot 8}{17 \cdot 5} + \frac{15 \cdot 4}{17 \cdot 5} =$

$= \frac{12 \cdot (7)}{17 \cdot 5} = \frac{84}{17 \cdot 5}$

$V_{\text{сумм}} = \sqrt{51^2 + 40^2 - 2 \cdot 51 \cdot 40 \cdot \frac{84}{17 \cdot 5}} = \sqrt{2601 + 1600 - 2012} =$
 $= \sqrt{2189} \frac{\text{м}}{\text{с}}$



3)



$T = mg \cos \beta$

$\beta = 90^\circ - \alpha$

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

$T = 8 \text{ Н}$

Ответ: $v = 51 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; $V_{\text{сумм}} = \sqrt{2189} \frac{\text{м}}{\text{с}}$; $T = 8 \text{ Н}$

N=2

1) $\frac{C_{23}}{C_{31}} = \frac{Q_{23}(T_2 - T_1)}{Q_{13}(T_2 - T_3)}$

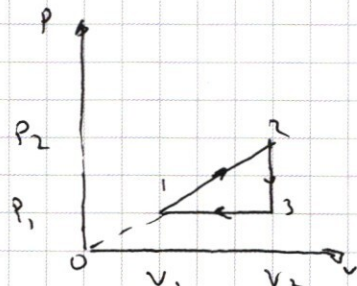
$Q_{23} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2)$

$Q_{33} = \frac{5}{2} \nu R (T_3 - T_1)$

$\frac{C_{23}}{C_{31}} = \frac{3}{5}$

2) $\frac{Q_{23}}{Q_{33}} = \frac{A_{23}}{A_{33}}$
 $= \frac{3 \nu R (T_3 - T_2)}{5 \nu R (T_3 - T_1)} = \frac{3(T_3 - T_2)}{5(T_3 - T_1)}$
 $= \frac{3 \nu K (\alpha^2 - 1) T_1}{5 \nu K (\alpha^2 - 1) T_1} + 1 = 4$

$\frac{\frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) + \frac{1}{2} P (V_2 - V_1)}{\frac{5}{2} \nu R (T_2 - T_1) + \frac{P_1 + P_2}{2} (V_2 - V_1)} =$
 $\frac{P_1 + P_2}{2} (V_2 - V_1)$



$P_2 = \alpha P_1$
 $P_1 V_1 = \nu R T_1$
 $P_2 V_2 = \nu R T_2$
 $T_2 = \alpha^2 T_1$
 $T_3 = \alpha T_1$

$$3) \quad \eta = \frac{A}{Q_1} = \frac{\frac{1}{2}(\alpha-1)^2 PV}{\frac{1}{2} PV (\alpha^2 - 1)} = \frac{\alpha-1}{2(\alpha+1)} \quad \text{при } \alpha \rightarrow \infty \quad \eta = \frac{1}{2}$$

Ответ: 1) $\frac{3}{5}$; 2) 4; 3) $\frac{1}{2}$

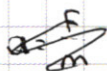
$\kappa = 3$

2) ~~at = gt~~

$$\frac{kqQ}{(0,2d)^2} - k \frac{qQ}{(0,3d)^2} = mg$$

$$E = U/d = \frac{kqQ}{R^2}$$

$$U = \frac{0,64 d^3 g}{15 \epsilon \epsilon_0 S k f}$$



$$Q = \frac{0,64 d^2 g}{15 k f}$$

$$U = \frac{kqQ}{(0,2d)^2}$$



S - площадь одной конг.

$$a = \sqrt{S}$$

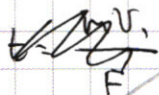
$$U = \frac{0,64 d^2 g}{15 k f}$$

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

$$F(d) = \frac{kqQ}{R^2} \cdot \frac{mg}{2}$$

$$= \frac{kqQ}{4d} - 0,2mgd$$

max, $\leftarrow \rightarrow t$



$$t \left(\frac{kqQ}{4d} - 0,2gd \right) = U_1$$

$$t = \frac{U_1}{kq 0,19gd}$$

$$\int_d^{0,3d} F(R) \cdot R = - \frac{kqQ}{0,2d} + \frac{kqQ}{0,3d} = 0,2mgd$$

$$U_1 = at = \frac{Ft}{m}$$

$$F(x) = kqQ \left(\frac{1}{(d-x)^2} + \frac{1}{x^2} \right) - mg$$

1) $\int$

Ответ: ; $U = \frac{0,64 d^3 g}{15 \epsilon \epsilon_0 S k f}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$N=4$

$$1) U = LI' \quad I' = \frac{U}{L} \quad U = U_1 - \varepsilon - U_0$$

$$I' = 10 \frac{A}{c}$$

$$2) \frac{LI_{max}^2}{2} = \frac{c(U_1 - \varepsilon - U_0)^2}{2} \quad I_{max} = (U_1 - \varepsilon - U_0) \sqrt{\frac{c}{L}} \quad I_{max} = 0,2 \text{ mA}$$

$$3) U_2 = \varepsilon + U_0 = 4 \text{ В} \quad (\text{ток перестанет течь})$$

Ответ: $I' = 10 \frac{A}{c}$; $I_{max} = 0,2 \text{ mA}$; $U_2 = 4 \text{ В}$

$N=5$

$$1) \delta' \text{ на рисунке: } \frac{5F}{3} \text{ от центра справа}$$

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

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

$$f = \frac{\frac{5}{3}F}{\frac{2}{3}} = \frac{5}{2}F - \text{слева от центра}$$

$$2) \Gamma = \frac{H}{h} = \frac{F}{d} \quad \frac{H}{F} = \frac{h}{d}$$

$$H_b = \frac{fh}{d} = \frac{\frac{5}{2} \cdot \frac{3}{15} F}{\frac{5}{3}} = \frac{4}{5} F \quad \Gamma = \frac{3}{2}$$

$$d_1 = \frac{5}{3} F + 2Vdt$$

$$f_1 = \frac{\frac{5}{3} F + 2Vdt}{\frac{2}{3}} = \frac{5}{2} F + 3Vdt$$

$$H_1 = \frac{(\frac{5}{2} F + 3Vdt) \frac{3}{15} F}{\frac{5}{3} F + 2Vdt}$$

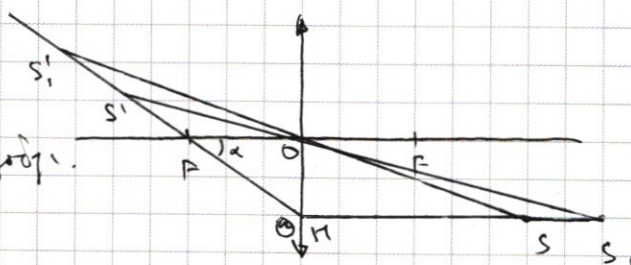
$$H_1 = \frac{(\frac{5}{2} F + 3Vdt) \frac{3}{15} F}{\frac{5}{3} F + 2Vdt}$$

$$\tan \alpha = \frac{H_1 - H}{f_1 - f} =$$

из перм. треуго, что видно.

будет эквив. будет 0,1 F

$$\tan \alpha = \frac{0,1 F}{F} = \frac{1}{10}$$



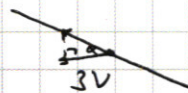
$$3) d = \frac{5}{3} F + 2Vdt$$

$$f = \frac{5}{2} F + \frac{2Vdt}{\text{— скорости } \text{где } 00,}$$

$$U = \frac{3V}{\cos \alpha}$$

$$\cos \alpha = \frac{HF}{OF} = \frac{0.5}{HF} = \frac{15}{17}$$

$$HF = \sqrt{\frac{64}{225} + 1} = \frac{17}{15}$$



$$U = \frac{17V}{5}$$

$$\text{Ответ: } \frac{5}{2} F ; \arctg \frac{8}{15} ; \frac{17V}{5}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$PV = IR \cdot I$$

$$Q = CM \cdot \Delta t$$

$$LI' = U \quad I' = \frac{U}{L}$$

$$\frac{LI'^2}{2} + \frac{CU'^2}{2} = \frac{CU^2}{2}$$

$$1600 + 589$$

$$\frac{kqQ}{d^2}$$

$$\frac{1}{2}(\alpha-1)(\alpha-1)PV$$

$$PV(\alpha-1)$$

$$E = Ud$$

$$E = \frac{kqQ}{R^2}$$

$$F = QE$$

$$Q = cm \Delta t$$

$$m = M \eta$$

$$\frac{c_m}{c_m} = \frac{Q_{22}(T_2 - T_3)}{Q_{12}(T_3 - T_1)}$$

$$1 - \frac{1}{Q_r} = 1 - \frac{Q_c}{Q_r}$$

$$Q = A + aU$$

$$1.5U = \frac{2}{3}IR \Delta T = 0$$

$$\begin{array}{r} 3 \\ \times 34 \\ \hline 652 \\ 136 \\ \hline 2012 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 17 \\ \times 17 \\ \hline 119 \\ 17 \\ \hline 289 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 51 \\ \times 51 \\ \hline 51 \\ 255 \\ \hline 2601 \end{array}$$

$$kqQ \left(\frac{1}{0.04} + \frac{1}{0.64} \right) \times \frac{47}{47} = \frac{17}{964d^2}$$

$$\begin{array}{r} 329 \\ \times 47 \\ \hline 138 \\ \hline 2203 \end{array}$$

$$225$$

$$\Sigma m = 8.5$$

$$\frac{1}{2}PV(\alpha^2 - 2\alpha + 1)$$

$$\frac{1}{2}PV(\alpha^2 - 2\alpha + 1 - 2 + 2\alpha)$$

$$= \frac{1}{2}PV(\alpha^2 - 1)$$

$$\alpha + 1 + \alpha + 1 = 2$$

$$\frac{1}{6} \quad \frac{1}{4}$$

$$\frac{\sqrt{2 \cdot 10^{-8}}}{2 \cdot 10^{-2}} = 10^{-4} = 0.3 \text{ mA}$$

$$F = \frac{kqQ}{R^2}$$

$$\int \dots = -\frac{kqQ}{0.8d} + \frac{kqQ}{d} = \frac{1.8kqQ}{0.8d} = \frac{9kqQ}{4d}$$

$$d = \frac{11}{3}F$$

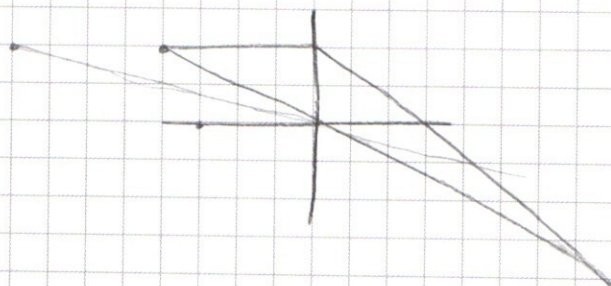
$$f = \frac{11}{2}F$$

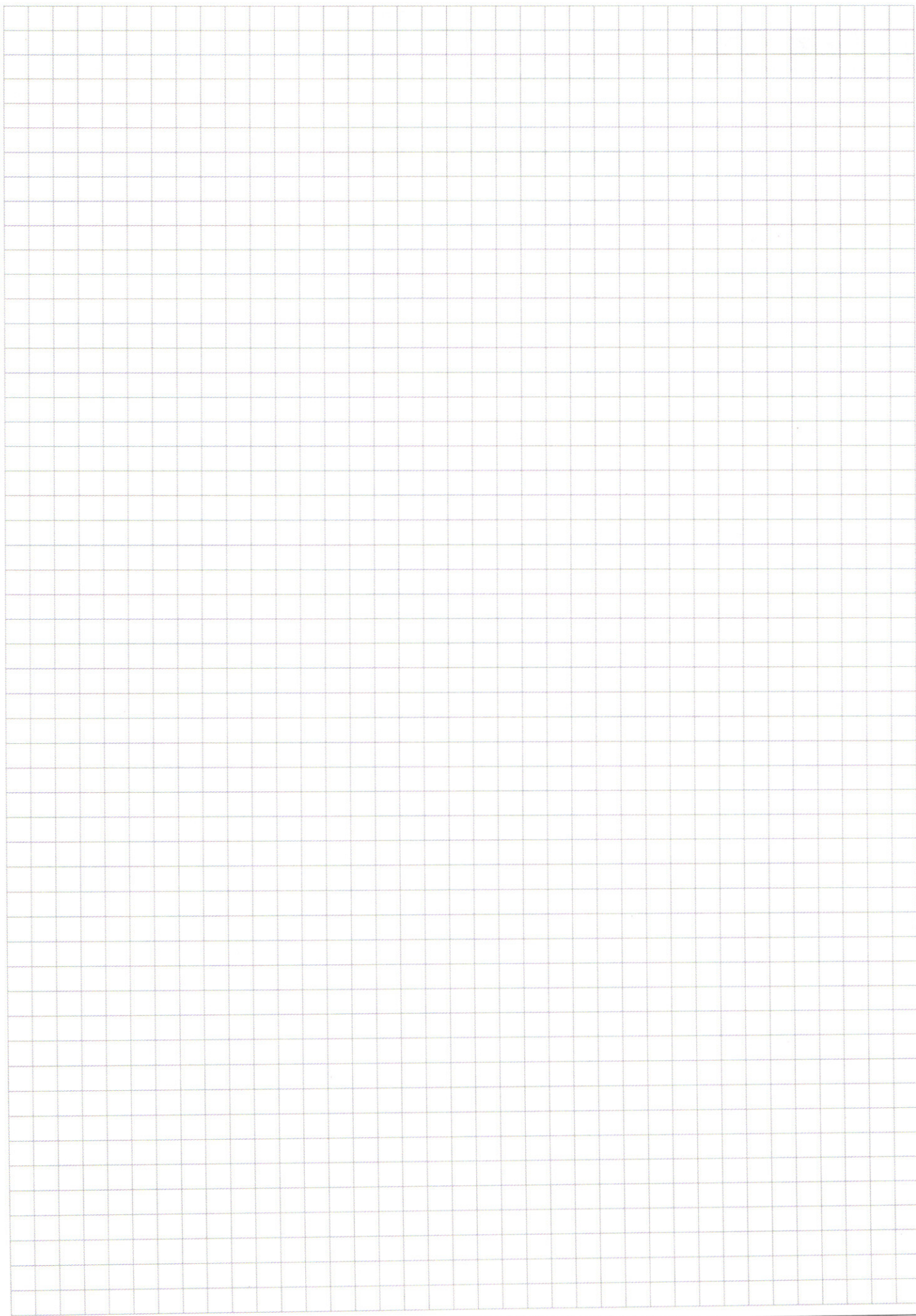
$$\frac{11}{2}F$$

$$H =$$

$$\frac{kq \cdot 0.61}{0.61d} d \tau q$$

$$kq \cdot 4d$$





☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №
(Нумеровать только чистовики)



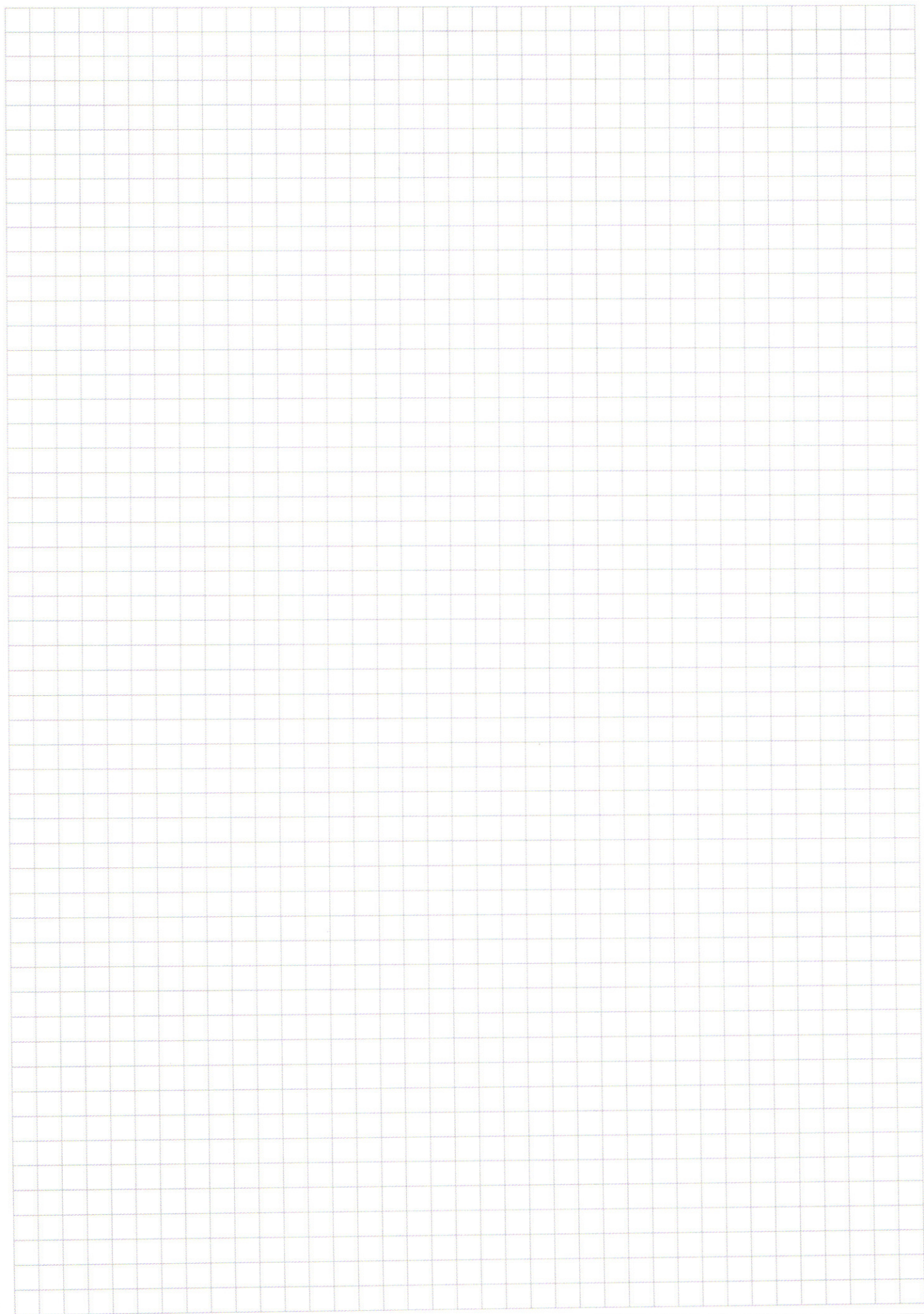
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

«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)

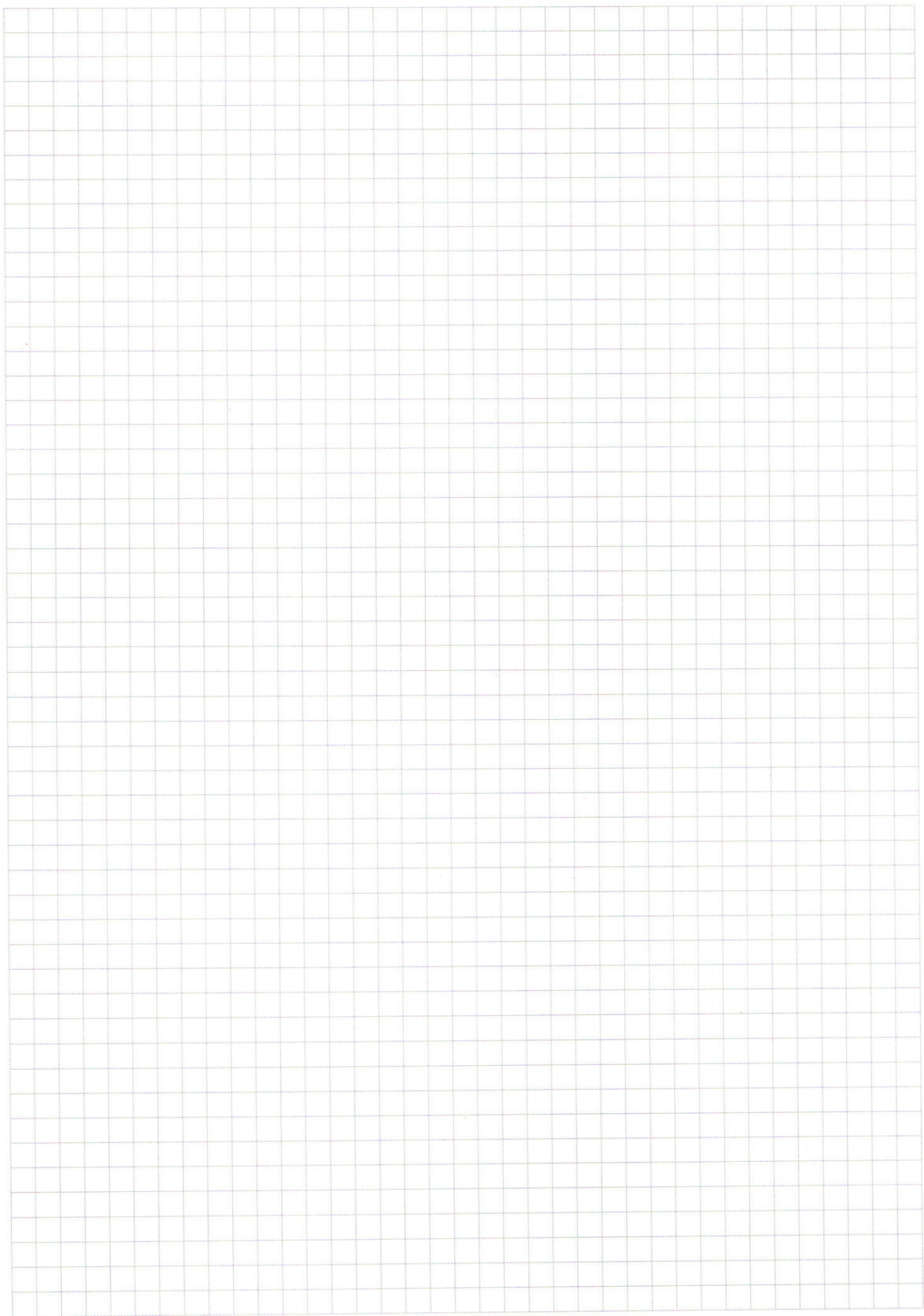


ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ)»

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №
(Нумеровать только чистовики)