

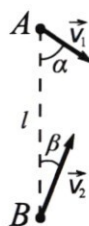
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 09

Вариант 09-02

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

1. Корабль A и торпеда B в некоторый момент времени находятся на расстоянии $l = 0,8$ км друг от друга (см. рис.) Скорость корабля $V_1 = 8$ м/с, угол $\alpha = 60^\circ$, угол $\beta = 30^\circ$. Скорость V_2 торпеды такова, что торпеда попадет в цель.



1) Найдите скорость V_2 торпеды.

2) На каком расстоянии S будут находиться корабль и торпеда через $T = 25$ с?

2. Плоский склон горы образует с горизонтом угол α , $\sin \alpha = 0,6$. Из миномета, расположенного на склоне, производят выстрел, под таким углом β к поверхности склона, что продолжительность полета мины наибольшая. Мина падает на склон на расстоянии $S = 1,8$ км от точки старта.

1) Под каким углом β к поверхности склона произведен выстрел?

2) Найдите максимальную дальность L стрельбы из такого миномета на горизонтальной поверхности. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха пренебрежимо мало.

3. Вниз по шероховатой наклонной плоскости равнозамедленно движется брусок. Величина ускорения бруска $a = 2$ м/с². Пластилиновый шарик, движущийся по вертикали, падает на брусок и прилипает к нему, а брусок останавливается. Продолжительность полета шарика до соударения $T = 0,2$ с. Начальная скорость шарика нулевая.

1) Найдите скорость V_1 шарика перед соударением.

2) Найдите скорость V_2 бруска перед соударением.

Движение шарика до соударения – свободное падение. Массы бруска и шарика одинаковы.

Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха пренебрежимо мало.

Быстрые процессы торможения бруска и деформации пластилина заканчиваются одновременно. В этих процессах действие сил тяжести считайте пренебрежимо малым.

4. Два одинаковых шарика движутся по взаимно перпендикулярным прямым и слипаются в результате абсолютно неупругого удара. После слипания скорость шариков $V = 25$ м/с. Скорость одного из шариков перед слипанием $V_1 = 30$ м/с.

1) С какой скоростью V_2 двигался второй шарик перед слипанием?

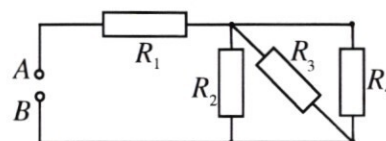
2) Найдите удельную теплоемкость c материала, из которого изготовлены шарики, если известно, что в результате слипания температура шариков повысилась на $\Delta t = 1,35$ °С. Температуры шариков перед слипанием одинаковы.

5. Четыре резистора соединены как показано на рисунке. Сопротивления резисторов $R_1 = 2 \cdot r$,

$R_2 = R_3 = 4 \cdot r$, $R_4 = r$. На вход АВ схемы подают напряжение $U = 8$ В.

1) Найдите эквивалентное сопротивление R_{AB} цепи.

2) Какая суммарная мощность P будет рассеиваться на резисторах R_2 , R_3 и R_4 при $r = 6$ Ом?



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Дано:

$$v_1 = 8 \text{ м/с}$$

$$\alpha = 60^\circ$$

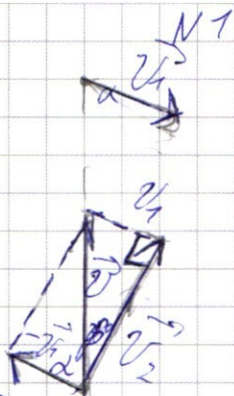
$$\beta = 30^\circ$$

$$l = 0,8 \text{ км}$$

$$t = 25 \text{ с}$$

$$v_2 = ?$$

$$S = ?$$



~~Рассмотрим движение торпеды, отнесённое к системе отсчёта, связанную с кораблём.~~
Корабль в системе отсчёта, связанную с кораблём.

Скорость торпеды в этой СО равна v .
Но чтобы торпеда попала в цель $\Rightarrow$
 $\Rightarrow$ скорость $\vec{v}$ должна быть направлена к кораблю.

Найдём v

$$v = \frac{v_1}{\cos \beta}$$

$$v = \frac{8 \text{ м/с}}{0,5} = 16 \text{ м/с}$$

$$v_2^2 + v_1^2 = v^2$$

$$v_2 = \sqrt{v^2 - v_1^2} \quad v_2 = 8\sqrt{3} \text{ м/с}$$

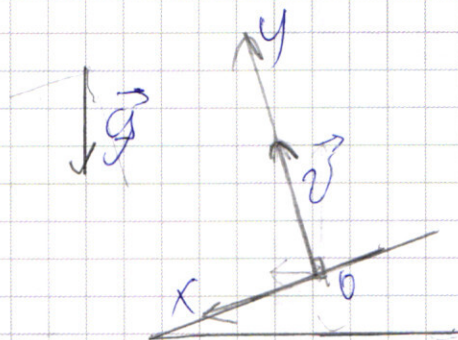
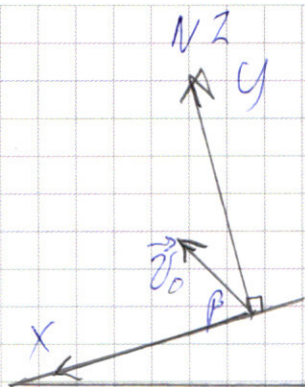
Найдём расстояние l_1 , которое пройдёт торпеда за 25 с в этой же системе отсчёта

$$l_1 = v t; \quad l_1 = 16 \text{ м/с} \cdot 25 \text{ с} = 400 \text{ м} = 0,4 \text{ км}$$

$$\text{Получим } S = l - l_1; \quad S = 800 \text{ м} - 400 \text{ м} = 400 \text{ м}$$

$$\text{Ответ: } S = 400 \text{ м} \quad v_2 = 8\sqrt{3} \text{ м/с}$$

$\beta -$
 $L -$



скорости v_0

достигает уровня движения микр.

$$y_0 = y = y_0 + 2by + \frac{ay^2}{2}$$

$$0 = 0 + V_0 \sin \beta - \frac{g \cos \alpha}{2}$$

$$2\sqrt{6} \sin \beta = g \cos \alpha + \frac{2}{3}$$

$$t = \frac{2V_0 \sin \beta}{g}$$

По условию $\sin \beta = 1$, $\beta = 90^\circ$

Уравнение движения мины по оси V

$$\sum S = 0 \quad + V_0 \cos \beta = 0 \quad + \frac{g \sin \alpha \cdot t^2}{2}$$

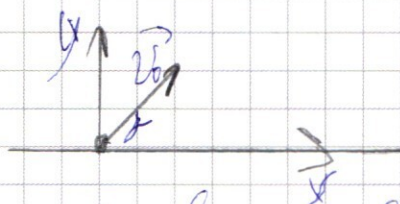
$$r^2 = \frac{25}{9 \sin^2 \theta}$$

$$f^2 = \frac{7800 \text{ m} \cdot 2}{10^4 \pi^2 \cdot 0.6} = 600 \text{ s}^2 \quad f = 10 \sqrt{6} \text{ s}$$

$$V_0 = \frac{g \cos \alpha}{2 \sin \beta} ; V_0 = \frac{10 \text{ m/s}^2 \cdot 0,8 \cdot 10 \sqrt{6} \text{ s}}{2} = 40 \sqrt{6} \text{ m/s}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Рассмотрим горизонтальную
поверхность



Уравнение движения

$$L = 0 + v_0 \cos \alpha t$$

$$0 = 0 + v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$$

$$v_0 \sin \alpha = \frac{gt}{2}$$

$$2v_0 \sin \alpha = gt$$

$$t = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$$

$$L = \frac{2v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g} = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$$

Расстояние максимальное, когда $\sin 2\alpha = 1$,

$$\alpha = 45^\circ$$

$$L = 960 \text{ м}$$

$$\text{Ответ: } L = 960 \text{ м } \alpha = 45^\circ$$

Дано:

$$V = 25 \text{ м/с}$$

$$V_1 = 30 \text{ м/с}$$

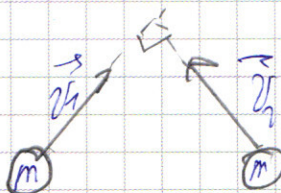
$$\alpha = 90^\circ$$

$$m_1 = m_2 = m$$

$$\beta = 135^\circ$$

$$V_2 = ?$$

$$C = ?$$



Запишем закон сохранения импульса для этих шариков

$$\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{p}$$

$$m_1 \vec{V}_1 + m_2 \vec{V}_2 = m \vec{V}$$

$$m_1 \vec{V}_1 + m_2 \vec{V}_2 = (m_1 + m_2) \vec{V}$$

$m_1 = m_2 = m$ (Шарики одинаковые)

$$m \vec{V}_1 + m \vec{V}_2 = 2m \vec{V}$$

Угол между скоростями $90^\circ \Rightarrow$

$$\Rightarrow V_2 = \sqrt{(2V)^2 - V_1^2}$$

$$V_2 = \sqrt{2500 \text{ м}^2/\text{с}^2 - 900 \text{ м}^2/\text{с}^2} = 40 \text{ м/с}$$

$$E_{\text{до}} = Q = E_{\text{посл.}}$$

$$\Delta E_k = Q \quad E_k = \frac{mv^2}{2}$$

$$Q = \frac{m(V_1^2 + V_2^2)}{2} - \frac{2mV^2}{2}$$

$$Q = (m\alpha) = \frac{m(V_1^2 + V_2^2 - 2V^2)}{2}$$

$$C = \frac{V_1^2 + V_2^2 - 2V^2}{2}$$

$$C = \frac{2500 \text{ м}^2/\text{с}^2 - 625 \text{ м}^2/\text{с}^2}{2,40} = \frac{1875 \text{ Дж/кг}}{2,4}$$

$$C = \frac{2500 \text{ м}^2/\text{с}^2 - 1250 \text{ м}^2/\text{с}^2}{2,40} = \frac{1250 \text{ Дж/кг}}{2,4}$$

$$\text{Ответ: } V_2 = 40 \text{ м/с} \quad C = \frac{1250 \text{ Дж/кг}}{2,4}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Дано:

$$R_1 = 2R$$

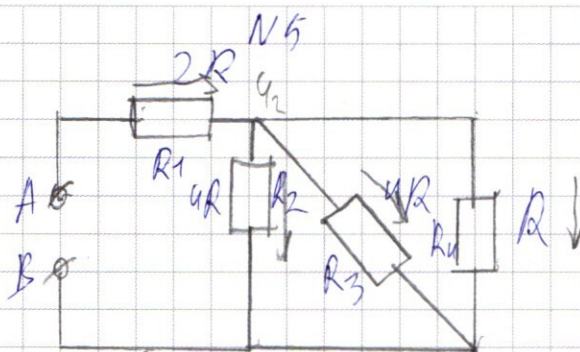
$$R_2 = R_3 = 4R$$

$$R_4 = R$$

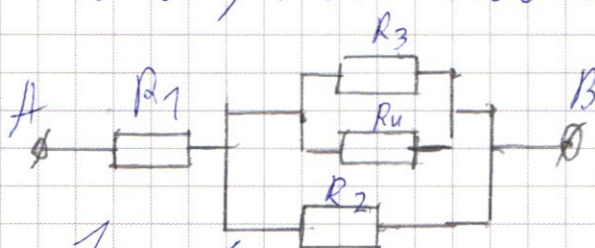
$$U = 8V$$

$$R = 6 \Omega$$

$$R_{AB} \quad R_2, R_3, R_4$$



Начертим эквивалентную схему



$$\frac{1}{R_{34}} = \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}$$

$$R_{34} = \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4} \quad R_{34} = \frac{4R^2}{5R} = \frac{4}{5}R$$

$$\frac{1}{R_{234}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_{34}}$$

$$\frac{1}{R_{234}} = \frac{R_2 R_{34}}{R_2 + R_{34}}$$

$$R_{234} = \frac{4R \cdot \frac{4}{5}R}{4R + \frac{4}{5}R} = \frac{\frac{16}{5}R^2}{\frac{24}{5}R} = \frac{2}{3}R$$

$$R_{AB} = R_1 + R_{234}; \quad R_{AB} = 2\frac{2}{3}R; \quad R_{AB} = 16 \Omega$$

$$I_1 = I_{234}; \quad I_1 = \frac{U}{R_1}; \quad I_1 = \frac{8V}{12\Omega} = \frac{2}{3}A$$

$$P_{234} = I_{234}^2 R_{234}$$

$$P_{234} = \left(\frac{2}{3}A\right)^2 \cdot 16\Omega = \frac{16}{9}W$$

$$\text{Ответ: } P_{234} = \frac{16}{9}W, \quad R_{AB} = 16 \Omega$$

$$I_{AB} = \frac{U}{R_{AB}}$$

$$I_{AB} = \frac{8V}{16\Omega} = 0,5A = I_{234}$$

$$P = I^2 R$$

$$P_{234} = I_{234}^2 \cdot R_{234}$$

$$P_{234} = 0,5^2 A^2 \cdot 16\Omega = 4W$$

$$\text{Ответ: } R_{AB} = 16\Omega \quad P_{234} = 4W$$

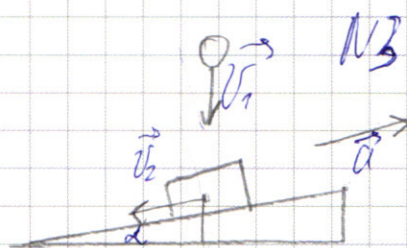
Дано:

$$a = 2 \text{ м/с}^2$$

$$T = 0,2 \text{ с}$$

$$V_1 = ?$$

$$V_2$$



$$\text{ОУ: } V_1 = V_2 + gT$$

$$V_1 = 10 \text{ м/с}^2 \cdot 0,2 \text{ с} = 2 \text{ м/с}$$

$$m_1 = m_2 = m$$

$$\Delta V_1 m_1 + \Delta V_2 m_2 = 0$$

$$\Delta V_1 = -\Delta V_2$$

$$\Delta V_1 = \frac{g \sin \alpha}{T}$$

$$\Delta V_2 = \frac{a}{T}$$

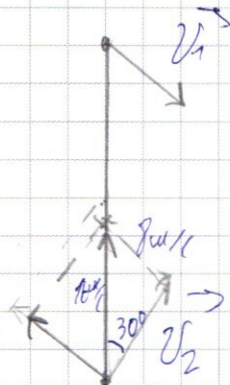
$$g \sin \alpha = a$$

$$\sin \alpha = \frac{a}{g}$$

$$\sin \alpha = \frac{2 \text{ м/с}^2}{10 \text{ м/с}^2} = 0,2$$

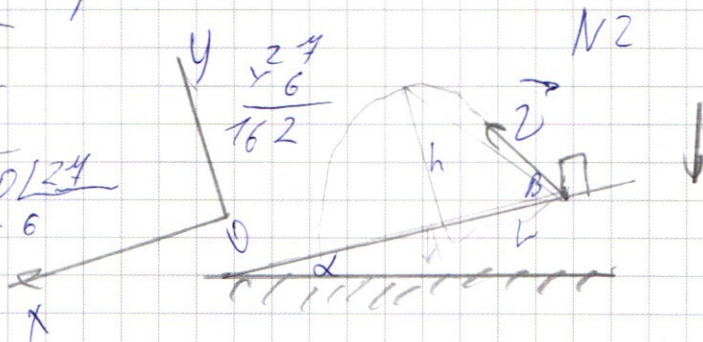
$$\text{Ответ: } V_1 = 2 \text{ м/с}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$\frac{m v_1^2}{2} + \frac{m v_2^2}{2} + Q = m \frac{g m / c}{\gamma} = 0,5$$

$$E_{\text{go}} + A = E_{\text{nocell}} \quad X = 76 \text{ mV}$$



$$\cos \alpha = 0,8$$

$$V_{s \text{ in } \beta} = \frac{g \cos \alpha t}{2}$$

$$\mu = v \sin \beta t - \frac{g \cos \beta t^2}{2}$$

$$0 = \cancel{g} + v \sin \beta t - \frac{g \cos \alpha t^2}{2}$$

$$1,8 = 0 + v \cos \beta \quad | : \cos \beta = 1,8$$

$$v \sin \beta = \frac{g \cos \alpha}{2}$$

$\nu_{\text{resp}} = 1,8$

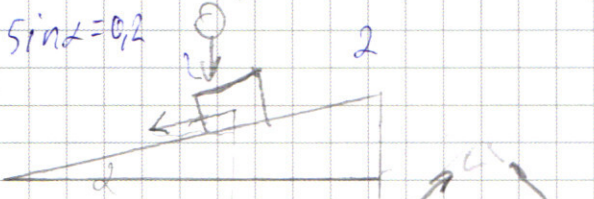
$$25 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{g \cos \alpha \sqrt{3}}{4}$$

$$2 \frac{v \sin \beta}{\gamma} = g \cos \alpha$$

$$\frac{v_2}{8} = \sqrt{3}$$

$$v_1 \sin \alpha + 2v_2 = 0$$

$$\sin \alpha = 0.2$$



$$F_{tr} = mg$$

$$F_{tr} = mg \sin \alpha$$

$$N - mg \cos \alpha = 0$$

$$N = mg \cos \alpha$$

$$F_{tr} = \mu mg \cos \alpha$$

$$\mu mg \cos \alpha - mg \sin \alpha = ma$$

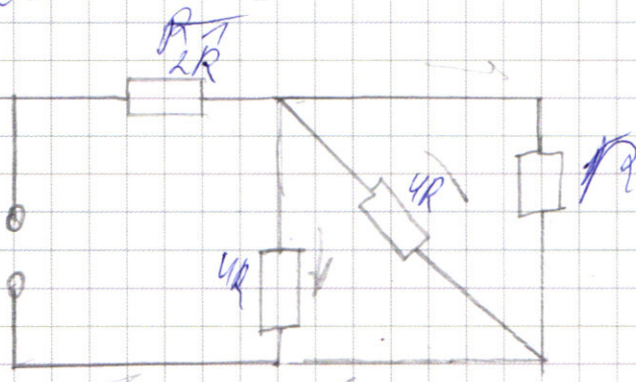
$$\vec{v}_1 + \vec{v}_2 = 2\vec{v}$$

$$v_1 - v_2 = 0$$

$$v_1 + v_2 = 0$$

$$v_1 \sin \alpha = 2v_2 \sin \alpha$$

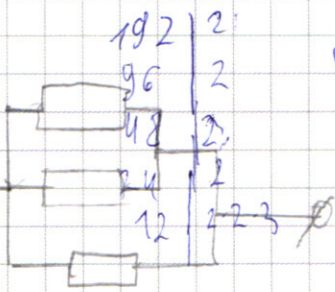
$$\sin \alpha = 0.2$$



$$\begin{array}{r|l} 1525 & 5 \\ 305 & 5 \\ 61 & 1 \end{array}$$

$$p = 0$$

$$\begin{array}{r} 16 \\ \times 16 \\ \hline 96 \\ + 160 \\ \hline 256 \\ + 160 \\ \hline 416 \\ + 160 \\ \hline 576 \\ + 160 \\ \hline 736 \\ + 160 \\ \hline 896 \\ + 160 \\ \hline 1056 \\ + 160 \\ \hline 1216 \\ + 160 \\ \hline 1376 \\ + 160 \\ \hline 1536 \end{array}$$



$$\begin{array}{r} 6 \\ \times 160 \\ \hline 960 \end{array}$$

$$2m/c$$

$$2m/c \cos \alpha = 0$$



$$m v_1 + m v_2 = 2m v$$

$$\begin{array}{r} 64 \\ \times 3 \\ \hline 192 \\ + 60 \\ \hline 252 \end{array}$$

$$2m/c$$

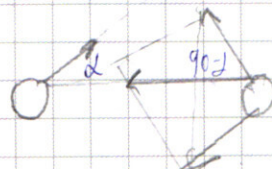
$$\begin{array}{r} 900 \\ \times 1600 \\ \hline 144000 \end{array}$$

$$\alpha = 90^\circ$$

$$\begin{array}{r} 900 \\ \times 625 \\ \hline 562500 \end{array}$$

$$2m/c \cos \alpha \sin \alpha$$

$$\begin{array}{r} 1600 \\ + 900 \\ \hline 2500 \end{array}$$



$$G = \cos \alpha$$

$$K = K_1 = \frac{mv_1^2}{2}, \frac{mv_2^2}{2}$$

$$= cm \alpha t$$

$$v_1^2 + v_2^2 = 2at$$

$$c = \frac{v_1^2 + v_2^2}{2at}$$

$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = 2m \vec{v}$$

$$\vec{v}_1 + \vec{v}_2 = 2\vec{v}$$

$$v_1 + v_2$$

$$1600$$

$$\begin{array}{r} 160 \\ \times 6 \\ \hline 960 \end{array}$$



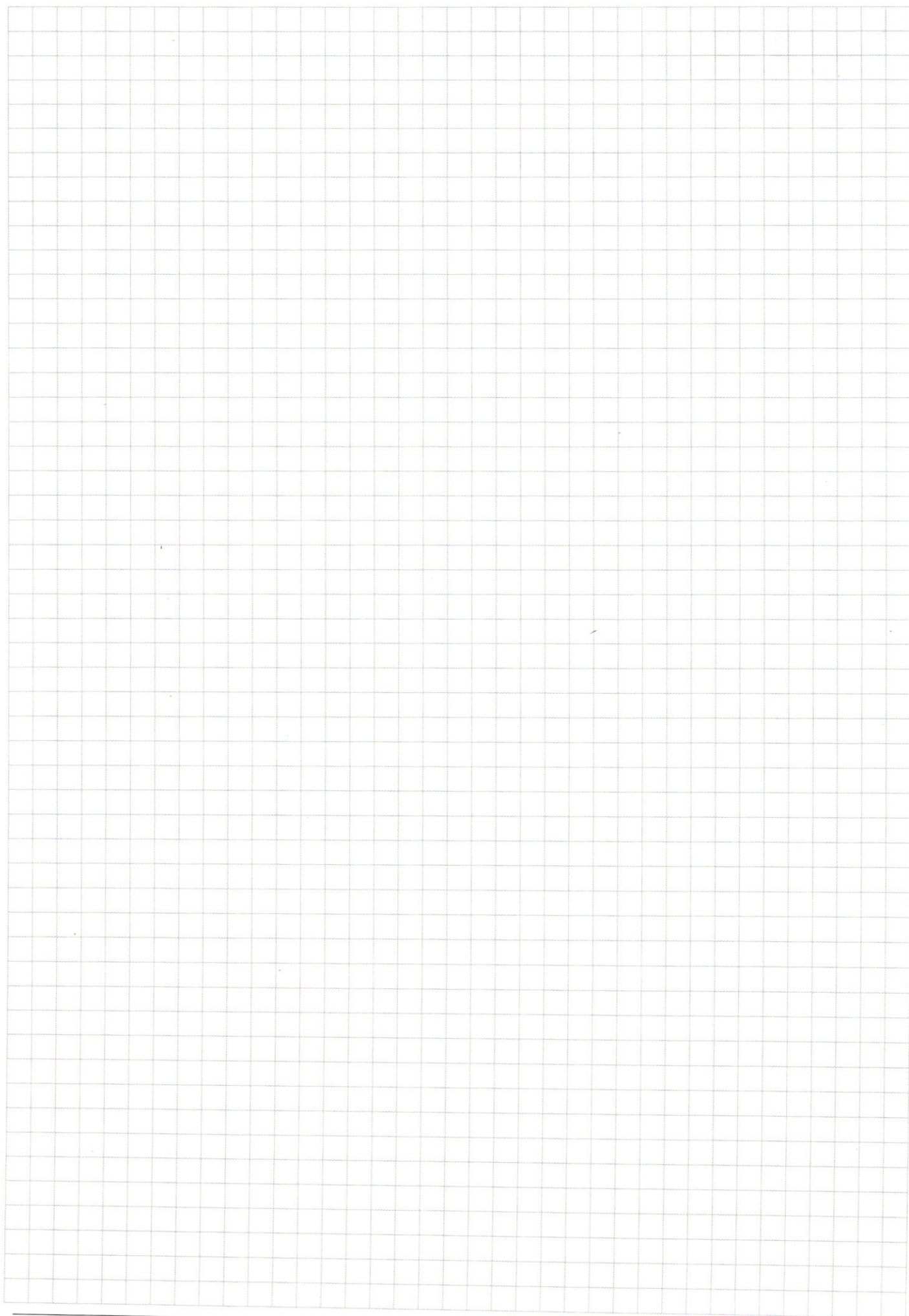
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

☒ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница № ____
(Нумеровать только чистовики)



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)