

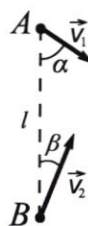
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 09

Вариант 09-02

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

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. Пластиновый 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 пластины 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.

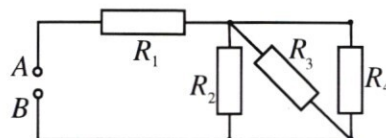
5. Четыре резистора соединены как показано на рисунке. Сопротивления резисторов $R_1 = 2 \cdot r$,

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

1) Найдите эквивалентное сопротивление R_{AB} цепи.

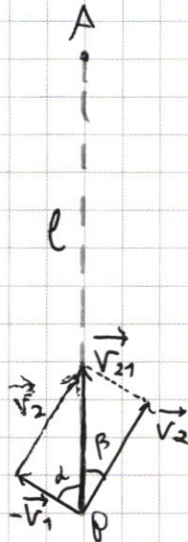
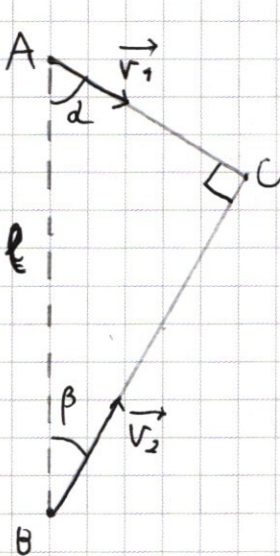
2) Какая суммарная мощность P будет рассеиваться на резисторах R_2 ,

R_3 и R_4 при $r = 6$ Ом?



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 1



$$l = 0,8 \text{ км} = 800 \text{ м}, v_1 = 8 \text{ м/с}, \quad \begin{array}{|l} v_2 - ? \\ S_0 - ? \end{array}$$

$$\alpha = 60^\circ, \beta = 30^\circ, T = 25 \text{ с}$$

Заметим, что так как $\alpha + \beta = 90^\circ$, то морская и корабль встретятся под прямым углом. Пусть же время движения равно τ , а корабль и морская встретились в точке C. Тогда из прямоугольного

треугольника ABC:

$$AB = AC / \sin \beta = BC / \sin \alpha; \quad l = v_1 \tau / \sin \beta;$$

$$= v_2 \tau / \sin \alpha \Rightarrow v_1 = \frac{v_2 \sin \beta}{\sin \alpha} = \frac{v_2}{\sqrt{3}} \approx \frac{8\sqrt{3}}{3} \text{ м/с},$$

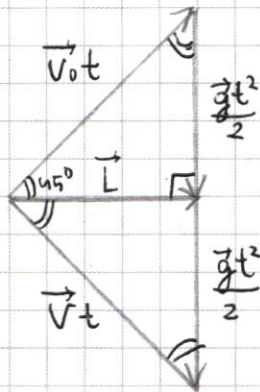
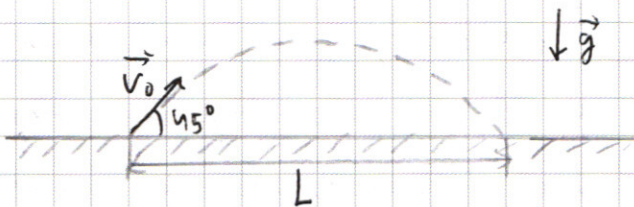
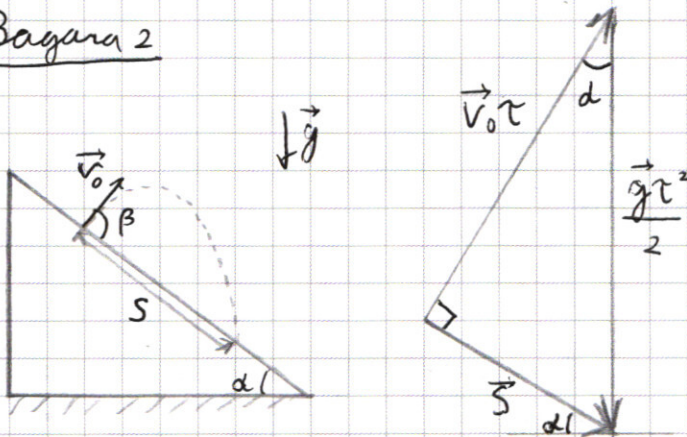
$$\text{полное время движения } \tau = \frac{l \sin \beta}{v_1} = 50\sqrt{3} \text{ с},$$

$\tau > T \Rightarrow$ через время T встреча еще не произойдет.

Для удобства перенесем в С.О. морская. $\vec{v}_{21}$ — скорость корабля относительно морская; т.к. они встретились, то $\vec{v}_{21}$ направлен от т.В к т.А. Из прямоугольного треугольника скоростей: $|\vec{v}_{21}|^2 = |\vec{v}_1|^2 + |\vec{v}_2|^2$; $|\vec{v}_{21}| = \sqrt{|\vec{v}_1|^2 + |\vec{v}_2|^2}$; $v_{21} = \frac{16\sqrt{3}}{3} \text{ м/с}$. Тогда за время T морская и корабль движется на $x = v_{21} \cdot T = \frac{400\sqrt{3}}{3}$, и расстояние между ними станет $S_0 = l - x = (800 - \frac{400\sqrt{3}}{3}) \text{ м} = \frac{2400 - 400\sqrt{3}}{3} \text{ м}$.

$$\text{Ответ: } v_2 = \frac{8\sqrt{3}}{3} \text{ м/с}, S = \frac{2400 - 400\sqrt{3}}{3} \text{ м}.$$

Задача 2



$$\sin \alpha = 0,6, S = 1,8 \text{ км} = 1800 \text{ м} \quad \left| \begin{array}{l} \beta = ? \\ L = ? \end{array} \right.$$

Известно факты, что время полета максимально, если стрелять по углом 45° к поверхности, а дальность полета максимальна, если стрелять по углом 45° к поверхности. Отсюда

сразу находим β : $\beta = 90^\circ$.

Нарисуем векторный треугольник перемещений. Найдем t - время полета:

$$S = \frac{gt^2}{2} \sin \alpha$$

$$t = \sqrt{\frac{2S}{g \sin \alpha}} = 10\sqrt{6} \text{ с.}$$

Теперь найдем начальную скорость v_0 :

$$v_0^2 t^2 = \frac{g^2 t^4}{4} - S^2$$

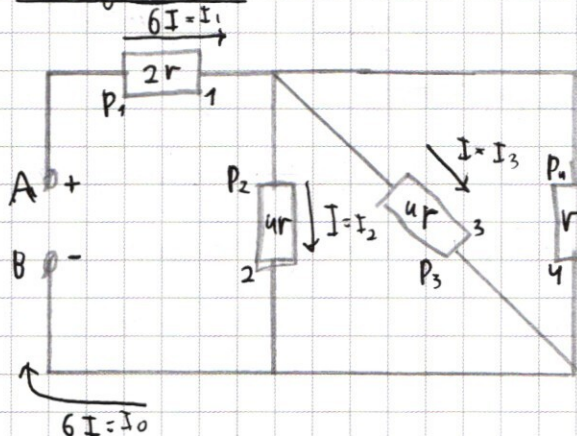
$$v_0 = \sqrt{\frac{g^2 t^2}{4} - \frac{S^2}{t^2}} = 40\sqrt{6} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

На горизонтальной поверхности начальная скорость такая же. Тогда нарисуем треугольник перемещений, а также наложим на него треугольник скоростей. Легко видеть, что время полета $t = \frac{\sqrt{2} v_0}{g}$, тогда $L = \frac{gt^2}{2} = \frac{v_0^2}{g} = 1080 \text{ м}$

Ответ: $\beta = 90^\circ$; $L = 1080 \text{ м}$.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 5.



$$U = 8\text{В}, r = 6\text{Ом} \quad | \quad R_{AB} = ? \quad P = ?$$

Поставим токи в цепи с учетом разности потенциалов, обратно пропорционально сопротивлению параллельно ветвей и по закону сохранения заряда. Тогда

ток через первый резистор $I_1 = 6I$,
через второй резистор $I_2 = I$, через третий — $I_3 = I$, четвертый — $I_4 = 4I$, суммарный ток в цепи равен

$I_0 = 6I$, суммарное напряжение — $U_0 = 6I \cdot 2r + 4Ir = 16Ir$.

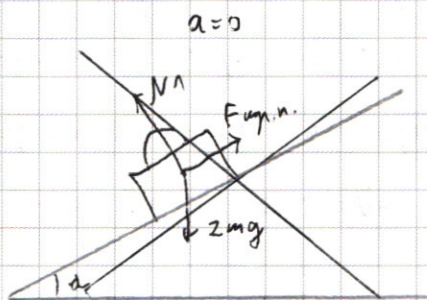
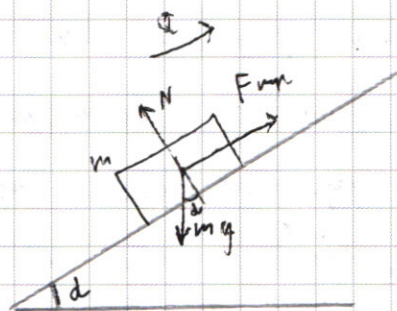
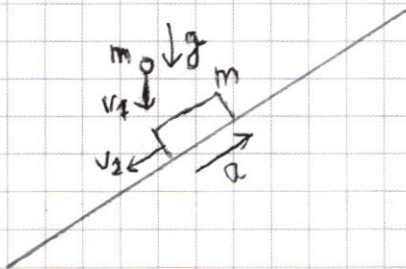
Тогда $R_{AB} = \frac{U_0}{I_0} = \frac{16Ir}{6I} = \frac{8}{3}r$.

Найдем ток I : $6I = I_0 = \frac{U_0}{R_{AB}} = \frac{8\text{В}}{\frac{8}{3} \cdot 6\text{Ом}} = 0,5\text{А} \Rightarrow I = \frac{1}{12}\text{А}$. Найдем

мощности на каждом резисторе по формуле $P_i = I_i^2 R$: $P_1 = (6I)^2 \cdot 2r = 3\text{Вт}$, $P_2 = I^2 \cdot 4r = \frac{1}{6}\text{Вт}$, $P_3 = I^2 \cdot 4r = \frac{1}{6}\text{Вт}$, $P_4 = (4I)^2 \cdot r = \frac{2}{3}\text{Вт}$. Тогда $P = P_2 + P_3 + P_4 = 1\text{Вт}$.

Ответ: $R_{AB} = \frac{8}{3}r$, $P = 1\text{Вт}$

Задача 3



$$a = 2 \frac{m}{c}; T = 0,2c; g = 10 \frac{m}{c^2} \quad | \quad v_1 = ? \quad v_2 = ?$$

Скорость шарика перед соударением можно найти по кинематической формуле $v_1 = v_0 + gT$, v_0 - начальная скорость шарика, равная нулю; тогда $v_1 = gT = 2 \frac{m}{c}$. Углы при касании плоскости равен 2. Разставим силы на шарик до соударения. По II закону Ньютона:

$$ma = -mg \sin \alpha + F_{тр}, F_{тр} = \mu N = \mu mg \cos \alpha \Rightarrow ma = \mu mg \cos \alpha - mg \sin \alpha$$

$$a = g(\mu \cos \alpha - \sin \alpha), \mu \cos \alpha - \sin \alpha = 0,2$$

Разставим силы на шарик после соударения. По II закону Ньютона:

$$0 = -2mg \sin \alpha + F_{тр.н.};$$

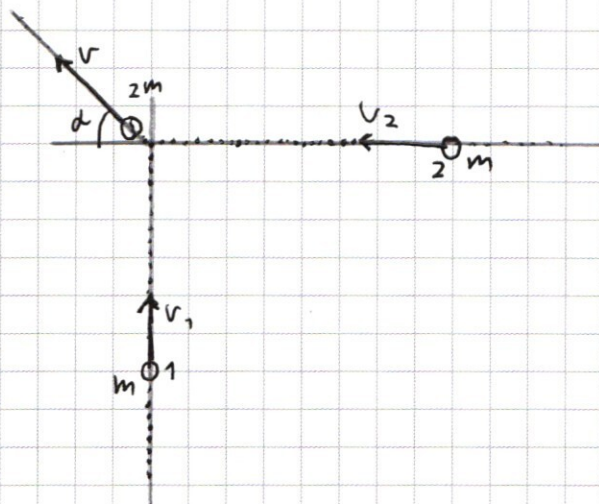
$$F_{тр.н.} = 2mg \sin \alpha, F_{тр.н.} = \mu N_1 = \mu 2mg \cos \alpha \Rightarrow \mu 2mg \cos \alpha = 2mg \sin \alpha$$

$$\mu \cos \alpha = \sin \alpha$$

Ответ: $v_1 = 2 \frac{m}{c}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 4



$$V_1 = 30 \frac{\text{м}}{\text{с}}, v = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}}, \Delta t = 1,35^\circ \text{C} \quad \left| \begin{array}{l} V_2 = ? \\ c = ? \end{array} \right.$$

Пусть после столкновения шарик массой $2m$ пойдёт под углом α к направлению движения второго шарика. По закону сохранения импульса:

$$mV_1 = 2mV \sin \alpha$$

$$mV_2 = 2mV \cos \alpha$$

$$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$$

$$\frac{V_1^2}{4V^2} + \frac{V_2^2}{4V^2} = 1$$

$$V_1^2 + V_2^2 = 4V^2$$

$$V_2 = \sqrt{4V^2 - V_1^2} = 40 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

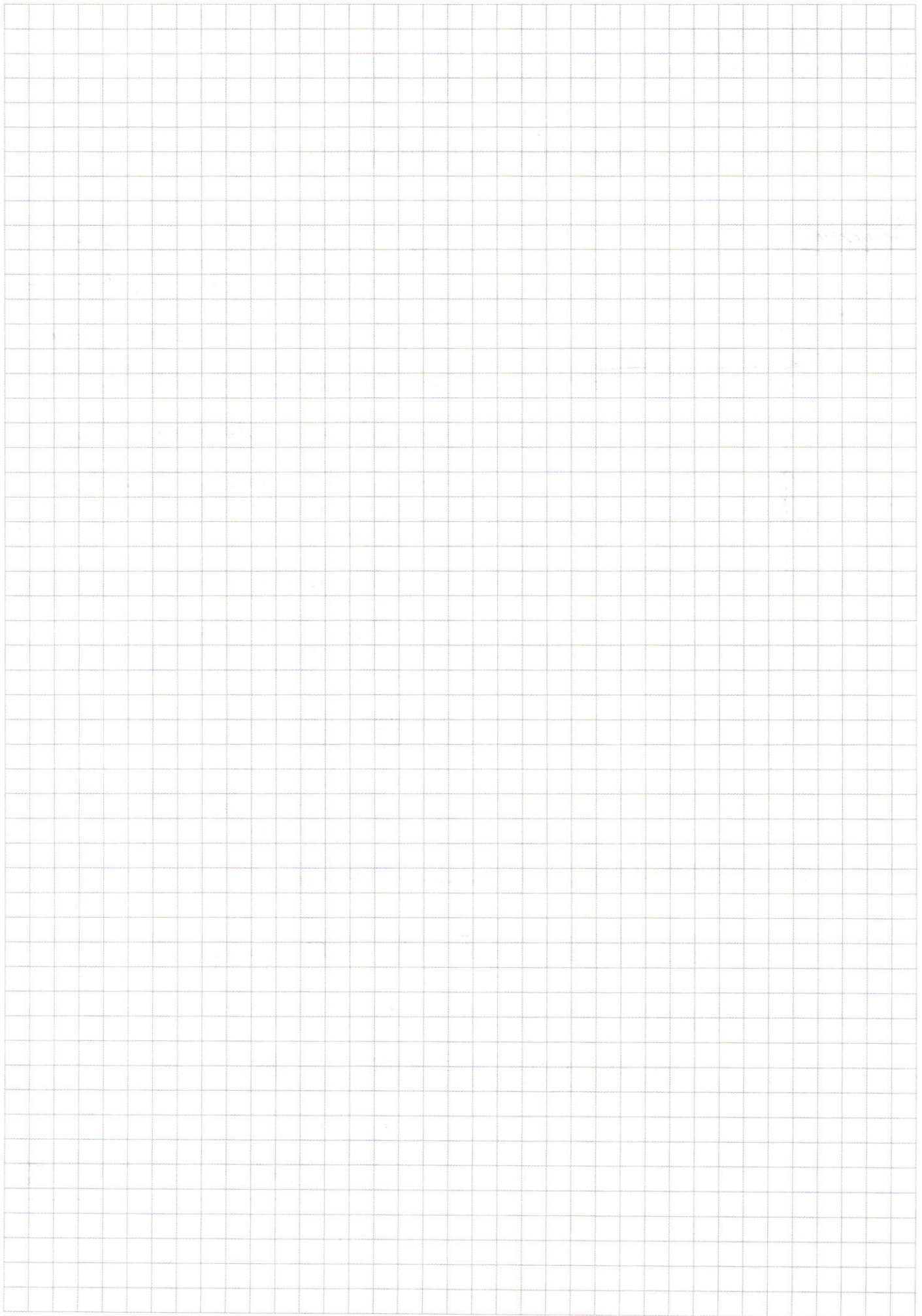
По закону сохранения энергии:

$$\frac{mV_1^2}{2} + \frac{mV_2^2}{2} = \frac{2mV^2}{2} + Q, \quad Q = 2m\epsilon t$$

$$mV_1^2 + mV_2^2 = 2mV^2 + 4m\epsilon t$$

$$c = \frac{V_1^2 + V_2^2 - 2V^2}{4\epsilon t} = \frac{6250}{27} \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \approx 231 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

Ответ: $V_2 = 40 \frac{\text{м}}{\text{с}}, c = 231 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)



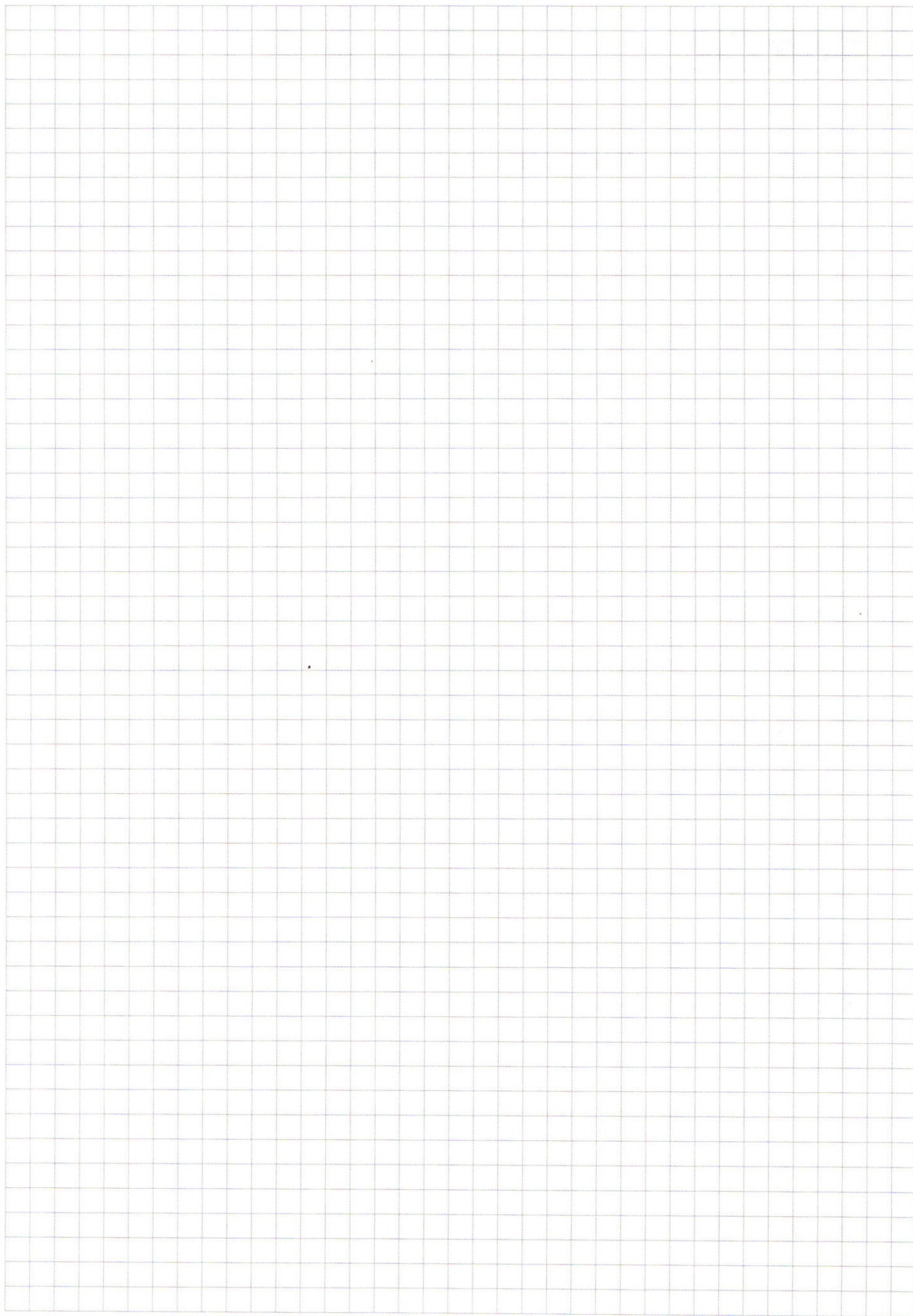
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

«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)



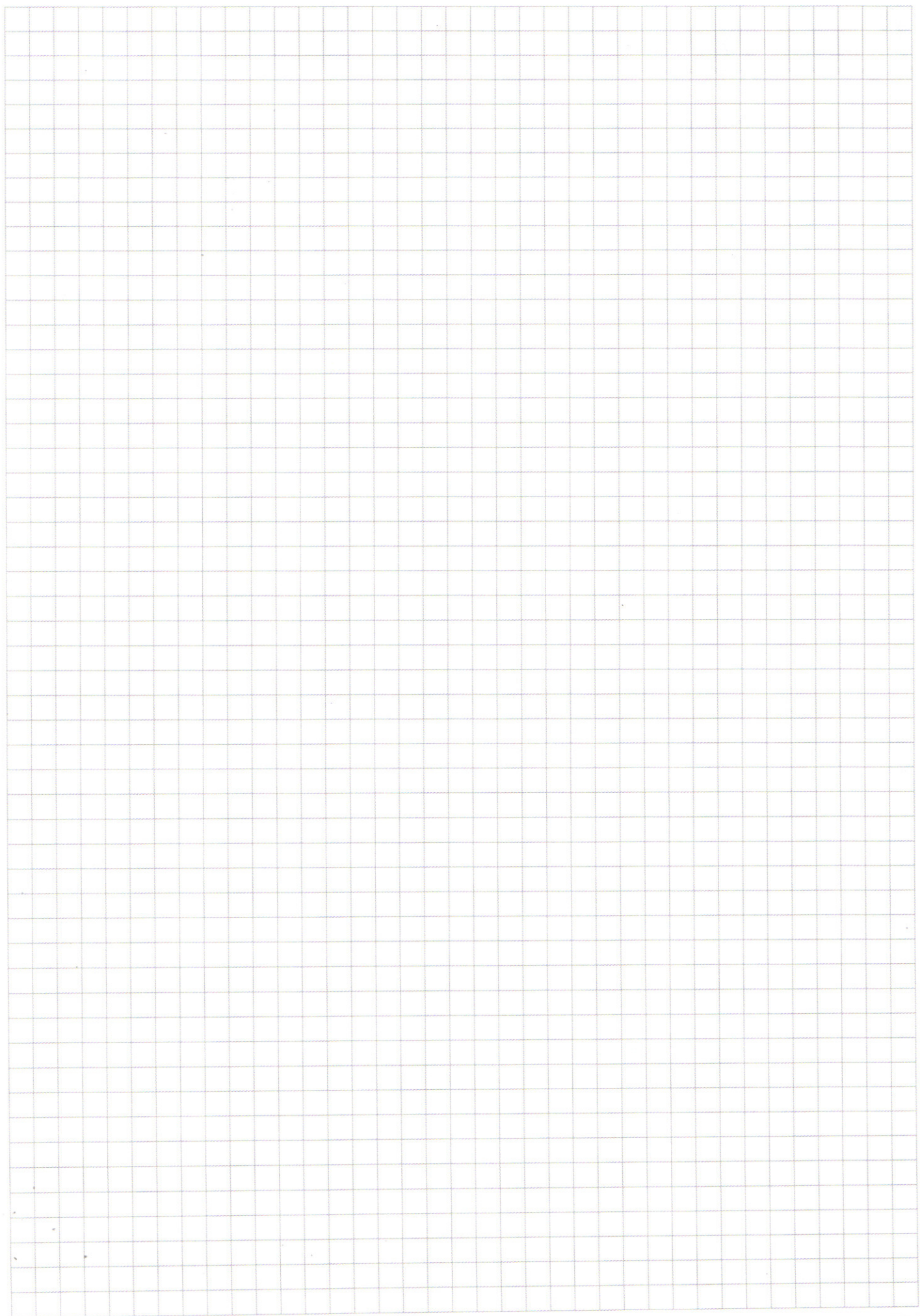
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

«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)