

Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Вариант 09-01

Класс 09

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

1. Корабль A и торпеда B в некоторый момент времени находятся на расстоянии $l = 1$ км друг от друга (см. рис. 1) Скорость корабля $V_1 = 10$ м/с, угол $\alpha = 60^\circ$. Скорость торпеды $V_2 = 20$ м/с. Угол β таков, что торпеда попадет в цель.



1) Найдите $\sin \beta$.

2) Через какое время T расстояние между кораблем и торпедой составит $S = 770$ м?

2. Плоский склон горы образует с горизонтом угол $\alpha = 30^\circ$. Из миномета, расположенного на склоне, производят выстрел, под таким углом φ к поверхности склона, что продолжительность полета мины наибольшая. Мина падает на склон на расстоянии $S = 0,8$ км от точки старта.

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

2) Найдите величину V_0 начальной скорости мины.

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

3. Вниз по шероховатой наклонной плоскости равнозамедленно движется брусок. В тот момент, когда скорость бруска равна $V_1 = 1$ м/с, на брусок падает пластилиновый шарик и прилипает к нему, а брусок останавливается. Движение шарика до соударения – свободное падение с высоты $h = 0,8$ м с нулевой начальной скоростью.

1) Найдите скорость V_2 шарика перед соударением.

2) Найдите величину a ускорения бруска перед соударением.

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 свинцовых шарика одинаковой массы, летящие со скоростями $V_1 = 60$ м/с и $V_2 = 80$ м/с, слипаются в результате абсолютно неупругого удара. Скорости шариков перед слипанием взаимно перпендикулярны.

1) С какой по величине скоростью V движутся слипшиеся шарики?

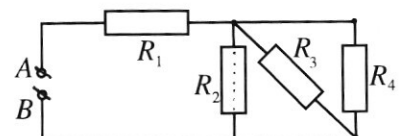
2) На сколько Δt ($^\circ\text{C}$) повысится температура шариков?

Удельная теплоемкость свинца $c = 130$ Дж/(кг $\cdot^\circ\text{C}$). Температуры шариков перед слипанием одинаковы.

5. Четыре резистора соединены как показано на рисунке. Сопротивления резисторов $R_1 = 3 \cdot r$, $R_2 = R_3 = 2 \cdot r$, $R_4 = 4 \cdot r$. На вход АВ схемы подают напряжение $U = 38$ В.

1) Найдите эквивалентное сопротивление R_{AB} цепи.

2) Какой силы I ток будет течь через резистор R_4 при $r = 10$ Ом?



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача №1.

Выберем систему отсчёта, как показана на рисунке.

t равнолось нулю когда движение началось.

$$\vec{v} = \frac{\vec{S}}{t} \Rightarrow \vec{S} = \vec{v}t \quad \vec{v}_{\text{сдл}} = v_1 + v_2$$

Дано:

$$S = 440 \text{ м}$$

$$v_1 = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\alpha = 60^\circ$$

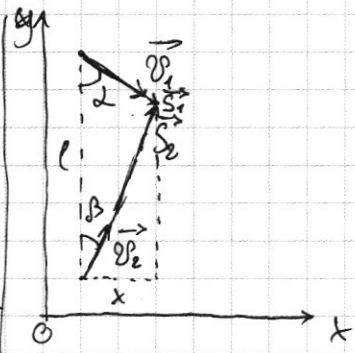
$$l = 1000 \text{ м}$$

$$v_2 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Найти:

$$\sin \beta - ?$$

$$t' - ?$$



$$Oy: v_1 \cos \alpha + v_2 \cos \beta = v_1 \cos \alpha + v_2 \cos \beta$$

$$l = v_{\text{сдл}} t$$

$$t = \frac{l}{v_1 \cos \alpha + v_2 \cos \beta}$$

$$Ox: x = v_1 \sin \alpha t$$

$$x = v_2 \sin \beta t$$

$$v_1 \sin \alpha = v_2 \sin \beta$$

$$\sin \beta = \frac{v_1 \sin \alpha}{v_2}$$

$$\sin \beta = \frac{10 \cdot \sin 60^\circ}{20} = \frac{\sqrt{3}}{4}$$

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

$$\cos^2 \beta = 1 - \frac{3}{16} = \frac{13}{16} \Rightarrow \cos \beta = \frac{\sqrt{13}}{4}$$

$$Oy: S' = l - S$$

$$S' = v_{\text{сдл}} t'$$

$$t' = \frac{S'}{v_{\text{сдл}}} = \frac{l - S}{v_1 \cos \alpha + v_2 \cos \beta}$$

$$[t'] = \frac{m - m}{\frac{m}{c} + \frac{m}{c}} = \frac{m \cdot c}{m} = c$$

$$t' = \frac{1000 - 440}{10 \cdot 0.5 + 20 \cdot \frac{\sqrt{13}}{4}} = \frac{230}{5(1 + \sqrt{13})} = \frac{46}{1 + \sqrt{13}} \approx 10 \text{ (с)}$$

$$\text{Ответ: } \sin \beta = \frac{v_1 \sin \alpha}{v_2} = \frac{\sqrt{3}}{4}$$

$$t' = \frac{l - S}{v_1 \cos \alpha + v_2 \cos \beta} = 10 \text{ с}$$

Задача №2.

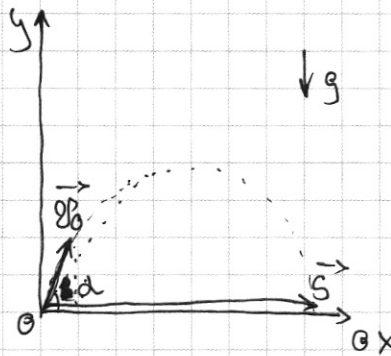
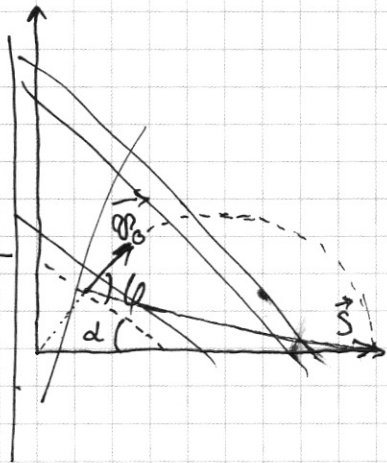
Дано:
 $g = 10 \frac{м}{с^2}$
 $\alpha = 30^\circ$

$S = 800 м$

Найти:

$v_0 = ?$

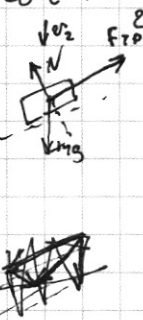
$\varphi = ?$



Выберем систему отсчёта как показано на рисунке. т.е. равнол. к углу, когда движение началось.

1. к. движение равнопеременное

$$\vec{S} = \vec{v}_0 t + \frac{\vec{a} t^2}{2}$$



$$N = mg \cos \alpha$$

$$F_{тр} = \mu mg \cos \alpha$$

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

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

$$Ox: S = v_0 \cos \alpha t$$

$$Oy: 0 = v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} \quad (t \neq 0)$$

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

$$0 = v_0 - at$$

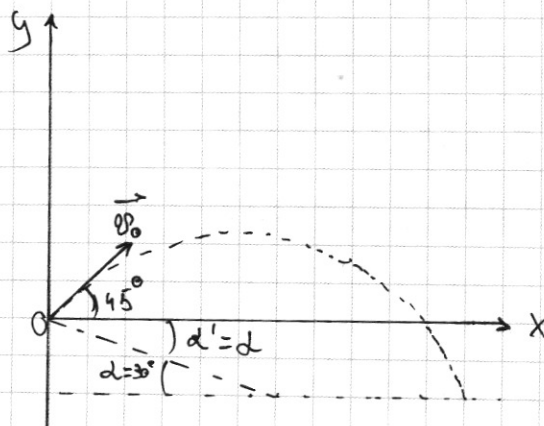
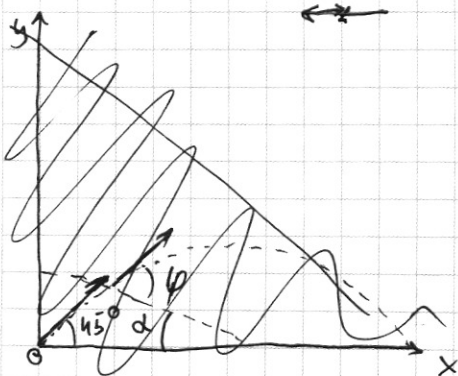
$$v_0 \sin \alpha = \frac{gt}{2}$$

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

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

длина полёта

Полёт максимальный, когда $\cos \alpha \sin \alpha$ - максимально $\Rightarrow \alpha = 45^\circ$.



$$\alpha' + 45^\circ = \varphi$$

$$\varphi = 30^\circ + 45^\circ = 75^\circ$$

$$1800 м + 3200 м$$

$$5000 м$$

$$2500 м$$

$$2500 м = C_{max}$$

$$\Delta T = \frac{2500}{130} = \frac{250}{13} \approx 19$$



черновик



чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №

(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача №2.

Дано:

$$S = 800 \text{ м}$$

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

Найти:

$$\varphi - ?$$

$$v_0 - ?$$

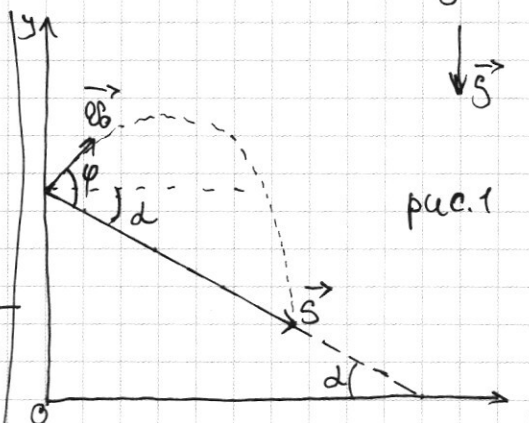


рис.1

Выберем систему отсчета, как показано на рисунке.

t равнялось нулю, когда движение началось.

Т.к. движение равнопеременное

$$\vec{S} = \vec{v}_0 t + \frac{g t^2}{2}$$

$$x: S \cos \alpha = v_0 \cos(\varphi - \alpha) t$$

$$y: S \sin \alpha = v_0 \sin \varphi t - \frac{g \cos \alpha t^2}{2}$$

(рис.2) $0y: 0 = v_0 \sin \varphi t - \frac{g \cos \alpha t^2}{2} \quad (t \neq 0)$

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

$$t = \frac{2 v_0 \sin \varphi}{g \cos \alpha} \Rightarrow t \text{ максимальна, когда } \sin \varphi \text{ макс.}$$

$$\sin \varphi \text{ максимален} \Rightarrow \varphi = 90^\circ$$

$x: S \cos \alpha = v_0 \cos(\varphi - \alpha) t$

$$S \cos \alpha = \frac{2 v_0^2 \sin \varphi \cos(\varphi - \alpha)}{g \cos \alpha}$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{S g \cos^2 \alpha}{2 \sin \varphi \cos(\varphi - \alpha)}}$$

$$[v_0] = \sqrt{\frac{\text{м} \cdot \text{м}}{\text{с}^2}} = \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{800 \cdot 10 \cdot \frac{3}{4}}{2 \cdot 1 \cdot 0,5}} = \sqrt{2000 \cdot 3} = \sqrt{6000} = 10 \sqrt{60} = 20 \sqrt{15} \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right)$$

Ответ: $\varphi = 90^\circ$, $v_0 = \sqrt{\frac{S g \cos^2 \alpha}{2 \sin \varphi \cos(\varphi - \alpha)}} = 20 \sqrt{15} \frac{\text{м}}{\text{с}}$

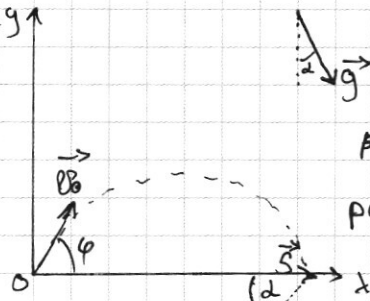


рис.2

Дано:

$$R_1 = 3n$$

$$R_2 = R_3 = 2n$$

$$R_4 = 4n$$

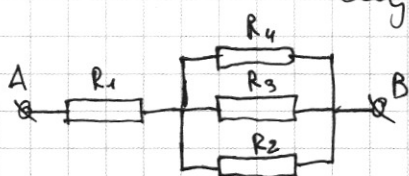
$$U = 38 \text{ В}$$

Найти:

$$R_{AB} = ?$$

$$I_1 = ?$$

Задача №5.



$$R_{34} = \frac{R_3 \cdot R_4}{R_3 + R_4} = \frac{2n \cdot 4n}{2n + 4n} = \frac{8n^2}{6n} = \frac{4}{3}n$$

$$R_{234} = \frac{R_{34} \cdot R_2}{R_{34} + R_2} = \frac{\frac{4}{3}n \cdot 2n}{\frac{4}{3}n + 2n} = \frac{\frac{8}{3}n^2}{\frac{10}{3}n} = \frac{4}{5}n$$

$$R_{234} = \frac{R_{23} \cdot R_4}{R_{23} + R_4} = \frac{n \cdot 4n}{n + 4n} = \frac{4n^2}{5n} = 0,8n$$

$$R_{AB} = R_1 + R_{234} = 3n + 0,8n = 3,8n$$

$$R_{AB} = 3,8 \cdot 10 = 38 (\Omega)$$

$$I = \frac{U}{R}$$

$$I_0 = \frac{U}{R_{AB}} = \frac{38}{38} = 1 (\text{А})$$

$$I_0 = I_1 = I_{234} = 1 (\text{А})$$

$$U_{234} = I_{234} \cdot R_{234} = 1 \cdot 8 = 8 (\text{В})$$

$$I = \frac{U}{R} \Rightarrow U = IR$$

$$U_{234} = I_{234} \cdot R_{234} = 1 \cdot 8 = 8 (\text{В})$$

$$U_4 = U_{234} = 8 (\text{В})$$

$$R_4 = 4 \cdot 10 = 40 (\Omega)$$

$$I_4 = \frac{U_4}{R_4} = \frac{8}{40} = 0,2 (\text{А})$$

Ответ: $R_{AB} = 38 \Omega$; $I_4 = 0,2 \text{ А}$

Задача №4

Дано:

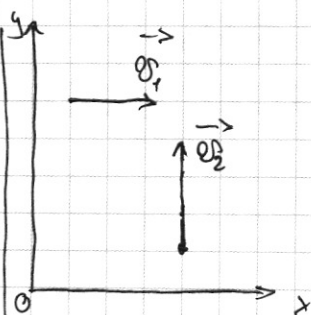
$$v_1 = 60 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$v_2 = 80 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Найти:

$$v = ?$$

$$\Delta t = ?$$



$$\vec{p}_0 = \vec{p}$$

$$\vec{p}_0 = \vec{p}_1 + \vec{p}_2$$

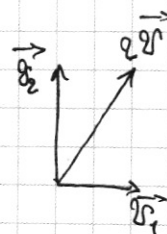
$$\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2$$

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

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

$$2v = \sqrt{v_1^2 + v_2^2}$$

$$v = \frac{\sqrt{v_1^2 + v_2^2}}{2}$$



$$v = \frac{\sqrt{3600 + 6400}}{2} = \frac{100}{2} = 50 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right)$$

$$E_0 = E_{k1} + E_{k2} = \frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2}$$

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2$$

$$\Delta E = Q$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$E_0 - E_k = Q$$

$$\frac{m(v_1^2 + v_2^2)}{2} - mv^2 = cm\Delta T$$

$$\frac{v_1^2 + v_2^2}{2} - v^2 = c\Delta T$$

$$\Delta T = \frac{v_1^2 + v_2^2 - 2v^2}{2c}$$

$$\Delta T = \frac{60^2 + 80^2 - 2 \cdot 50^2}{2 \cdot 130} = \frac{5000}{2 \cdot 130} = \frac{250}{13} \approx 19 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Ответ: $\Delta T = \frac{v_1^2 + v_2^2 - 2v^2}{2c} \approx 19^\circ\text{C}$; $v = \frac{\sqrt{v_1^2 + v_2^2}}{2} = 50 \frac{\text{м}}{\text{с}}$
13.

Дано: θ

$$v_1 = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$h = 0.8 \text{ м}$$

Найти:

v_2 - ?

a - ?



Выберем систему отсчета, как показано на рисунке
 t равнялось нулю, когда движение началось
т.к. движение равнопеременное $\vec{S} = \vec{v}_0 t + \frac{\vec{a} t^2}{2}$

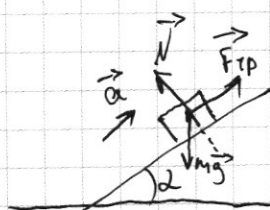
$$\text{от: } h = \frac{g t^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

$$\vec{v}_k = \vec{v}_0 + \vec{a} t$$

$$v_y = v_2 = g \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{2gh}$$

$$[v_2] = \sqrt{\frac{\text{м} \cdot \text{м}}{\text{с}^2}} = \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$v_2 = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 0.8} = \sqrt{16} = 4 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right)$$



Рассмотрим силы действующие на блок.

$$\sum \vec{F} = m\vec{a}$$

$$\vec{N}: N - mg \cos \alpha = 0 \quad (\alpha = 0)$$

$$N = mg \cos \alpha$$

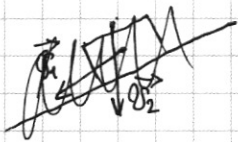
$$F_{\text{тр}} = \mu N$$

$$\vec{a}: F_{\text{тр}} - mg \sin \alpha = ma$$

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

$$\mu g \cos \alpha - g \sin \alpha = a$$

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





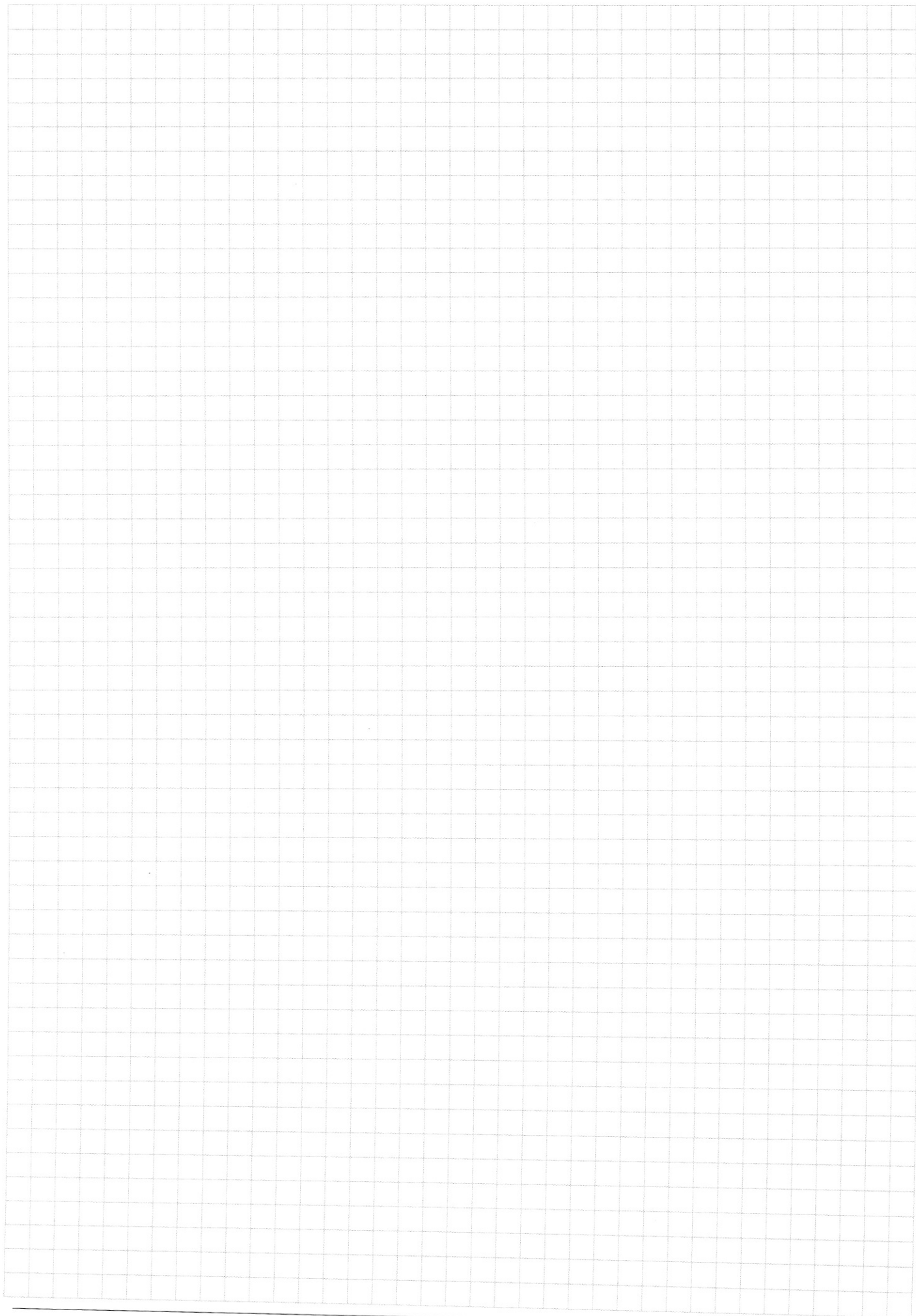
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

«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)



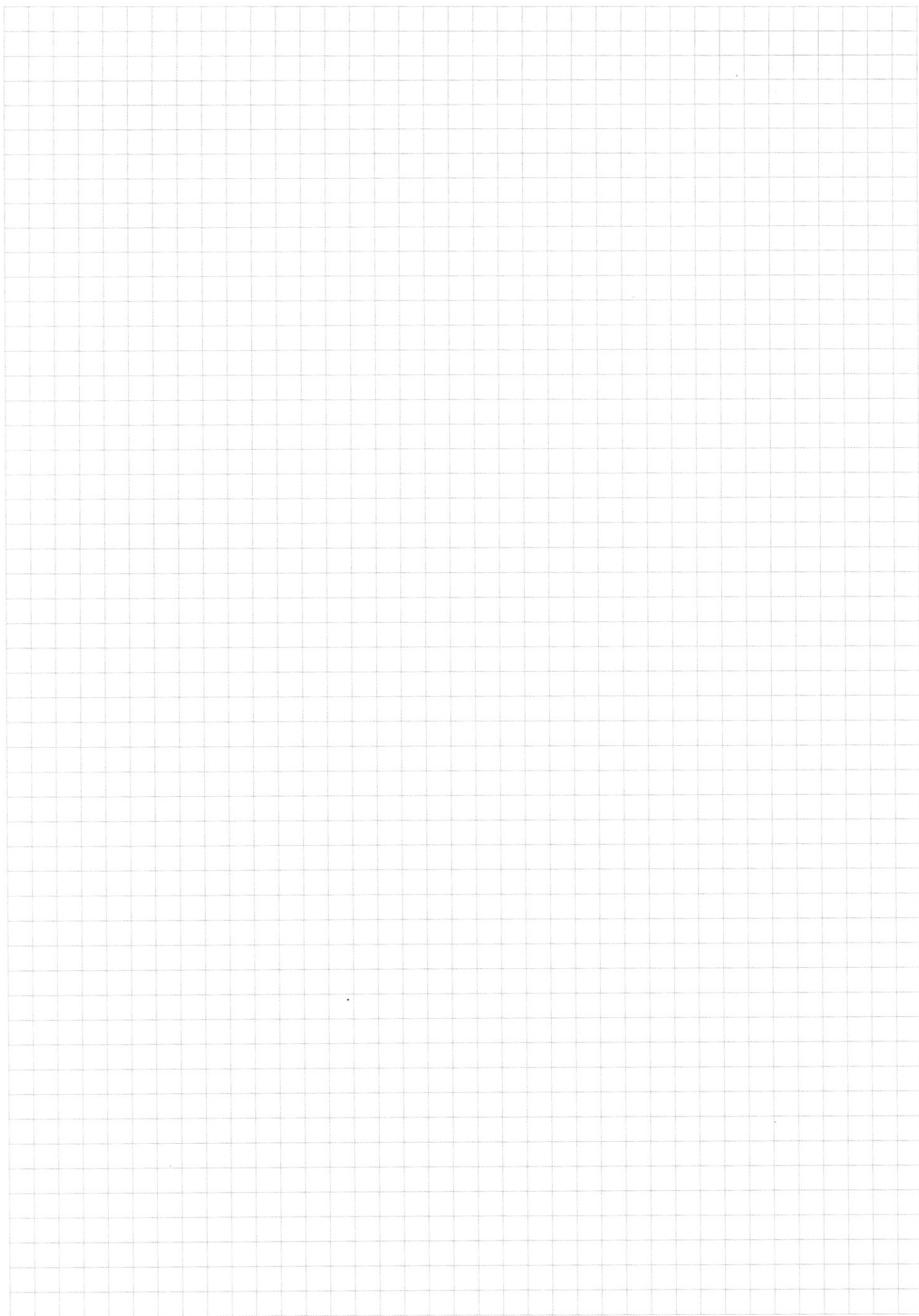
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

«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)