

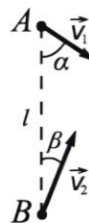
Олимпиада «Физтех» по физике, фс

Класс 09

Вариант 09-01

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

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?

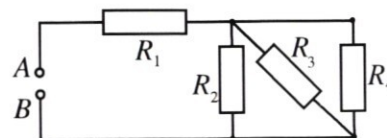
2) На сколько Δt ($^\circ\text{C}$) повысится температура шариков?

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

№1

чтобы моргада вращалась в мордабы скорости
по оси x и y как должна была одаривать

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

$$\sin \beta = \frac{v_1 \cdot \sin \alpha}{v_2} = \frac{\sqrt{3}}{4}$$

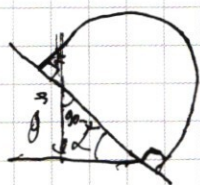
$$\sin^2 \beta + \cos^2 \beta = 1 \Rightarrow \cos \beta = \sqrt{1 - \sin^2 \beta} = \frac{\sqrt{3}}{4}$$

тогда у них скорости по x равны, значит
расстояние будет меняться мало по y $\Rightarrow$

$$\Rightarrow \ell - s = T(v_1 \cdot \cos \alpha + v_2 \cdot \cos \beta)$$

$$T = \frac{\ell - s}{v_1 \cdot \cos \alpha + v_2 \cdot \cos \beta} = \frac{230}{5 + 5\sqrt{3}} = \frac{46}{14\sqrt{3}} \text{ с}$$

Ответ: 1) $\sin \beta = \frac{\sqrt{3}}{4}$ 2) $T = \frac{46}{14\sqrt{3}} = \frac{\ell - s}{v_1 \cdot \cos \alpha + v_2 \cdot \cos \beta}$



переходим в xy координаты где
 Ox это слева, а Oy - перпендикуляр
справа. Скорости свободного падения

действуют на обе оси $\Rightarrow$ так

будет двигаться при угле наклона $-90^\circ = \alpha$

$$x: \frac{g \cdot \sin \alpha \cdot t^2}{2} = s \quad \text{где } t - \text{время движения}$$

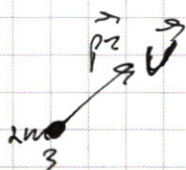
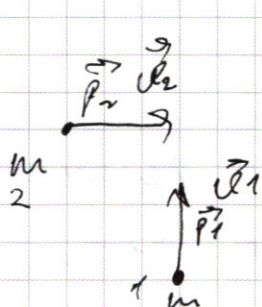
$$t = \frac{2v_0}{g \cdot \cos \alpha} \quad s = \frac{g \cdot \sin \alpha \cdot t^2}{2} = \frac{2v_0^2 \sin \alpha}{g \cdot \cos^2 \alpha}$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{s \cdot g \cdot \cos^2 \alpha}{2 \sin \alpha}} = \sqrt{\frac{800 \cdot 10 \cdot 4^2}{2 \cdot \frac{1}{2} \cdot 2}} = \sqrt{\frac{8000 \cdot 3}{4}} = 20\sqrt{3}$$

ответ: 1) $\angle \varphi = 90^\circ$

2) $V_0 = \sqrt{\frac{5 \cdot g \cdot \cos \alpha}{2 \cos \alpha}}$ 2) $V_0 = \sqrt{\frac{5 \cdot g \cdot \cos \alpha}{2 \cos \alpha}} > 20 \sqrt{15}$

н.ч.



m - масса свинцового шарика

где p_i - импульс, i - номер шарика.

Реш

~~$p_1 + p_2 = p_3$~~

$\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{p}_3$, т.к. шары склеились по импульсу 3-го

равен сумме импульсов 1-го и 2-го

$p_3 = p_1 + p_2$

$2mV = mV_1 + mV_2$

$V = \frac{V_1 + V_2}{2} = 40 \text{ м/с}$

~~$\frac{mV_1^2}{2} + \frac{mV_2^2}{2} - \frac{mV^2}{2} = 2m\Delta t$~~

~~$\frac{V_1^2 + V_2^2 - V^2}{2} = 4\Delta t$~~

~~$\Delta t = \frac{V_1^2 + V_2^2 - V^2}{4\Delta t}$~~

энергия введенная на нагрев: $\frac{mV_1^2 + mV_2^2 - 2mV^2}{2}$

энергия на нагрев: $mc\Delta t$

$\frac{mV_1^2 + mV_2^2 - 2mV^2}{2} = 2m\Delta t$

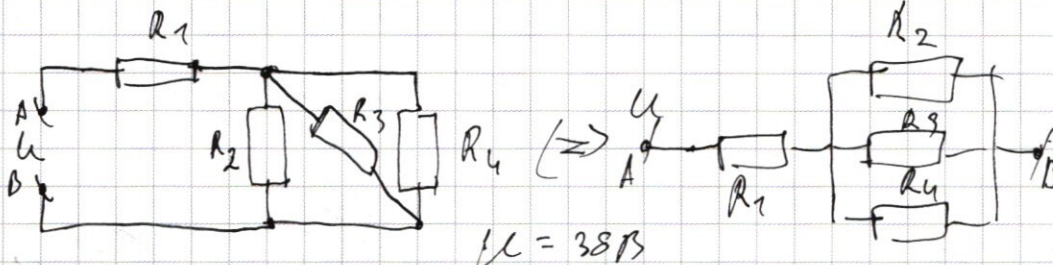
$\frac{V_1^2 + V_2^2 - V^2}{4\Delta t} = \Delta t$

ответ: $\Delta t = \frac{V_1^2 + V_2^2 - V^2}{4\Delta t}$

ответ: $V = 40 \text{ м/с}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N5



1) $R_1 = 3 \text{ Ohm}$ $R_2 = R_3 = 2 \text{ Ohm}$ $R_4 = 4 \text{ Ohm}$ $R_{AB} = ?$

2) $U = 10 \text{ Volts}$, $I_4 = ?$

I_4 - сила тока на резисторе
под номером 4

1) $R_{AB} = R_1 + R_{2,3,4}$

$$\frac{1}{R_{2,3,4}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} = \frac{1}{2 \text{ Ohm}} + \frac{1}{2 \text{ Ohm}} + \frac{1}{4 \text{ Ohm}} = \frac{5}{4 \text{ Ohm}}$$

$R_{2,3,4} = \frac{4}{5} \text{ Ohm}$

$R_{AB} = 3 \frac{4}{5} \text{ Ohm}$

2) $I_{\text{общ}} = \frac{U}{R_{AB}} = 10 \text{ A}$

$I_1 = I_{2,3,4} = 10 \text{ A}$

$$\frac{I_2}{I_3} = \frac{2}{2} \Rightarrow 2I_4 = I_2 = I_3$$

$I_{2,3,4} = I_2 + I_3 + I_4 = 2I_4 + 2I_4 + I_4 = 10 \text{ A}$

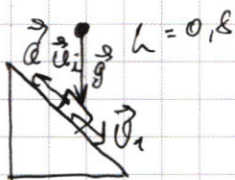
$5I_4 = 10 \text{ A}$

$I_4 = 2 \text{ A}$

Ответ: 1) $R_{AB} = 3 \frac{4}{5} \text{ Ohm}$

2) $I_4 = 2 \text{ A}$

вс.



$$h = \frac{gt^2}{2} \quad t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = 0,4 \text{ c}$$

$$v_2 = gt = 4 \text{ м/с.}$$

~~Решение: $v_2 = 4 \text{ м/с.}$~~

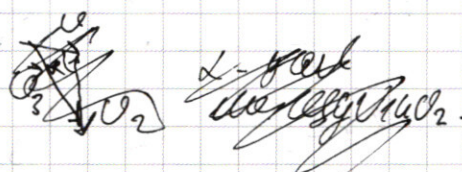
$$\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{p}_3$$

$$p_3 = p_1 + p_2$$

$$2mv_3 = mv_1 + mv_2$$

$$v_3 = \frac{v_1 + v_2}{2} = 2,5 \text{ м/с.}$$

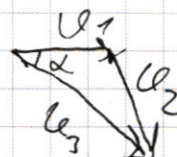
p_i - импульс тела.
 m_i - масса.



~~Решение: $v_3 = v_1 + v_2 - 2v_1v_2 \cos \alpha$.~~

$$\cos \alpha = \frac{v_1^2 + v_2^2 - v_3^2}{2v_1v_2} = \frac{1 + 4 - 6,25}{2 \cdot 1 \cdot 2} = 0,25$$

$$\begin{array}{r} 2,3 \\ + 2,3 \\ \hline 4,6 \\ + 1,5 \\ \hline 6,1 \end{array}$$



α - угол.

$$v_2^2 = v_1^2 + v_3^2 - 2v_1v_3 \cos \alpha$$

$$\cos \alpha = \frac{v_1^2 + v_3^2 - v_2^2}{2v_1v_3} = \frac{1 + 6,25 - 4}{2 \cdot 1 \cdot 2,5} = \frac{3,25}{5} = 0,65$$

$$2ma - t = v_3 \cdot \cos \alpha$$

$$\text{ответ: } v_2 = 4 \text{ м/с.}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\alpha: v_1 \cdot \gamma \cdot \sin \alpha = v_2 \cdot \sin \beta$$

$$\sin \beta = \frac{v_1 \cdot \sin \alpha}{v_2} = \frac{10 \cdot \sqrt{3}}{2 \cdot 20} = \frac{\sqrt{3}}{4}$$

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

$$T = \frac{l}{v_1 \cos \alpha + v_2 \cos \beta} = \frac{1000}{5 + 5\sqrt{3}} = \frac{200}{1+\sqrt{3}} \text{ с}$$

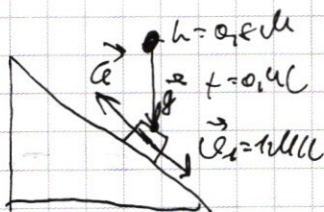
$\sqrt{3}$

$$h = 0,8$$

$$h = \frac{gt^2}{2}$$

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = 0,4 \text{ с.}$$

$$V_2 = 4 \text{ м/с}$$



$$m_{\text{обр}} = m_{\text{мш.}}$$

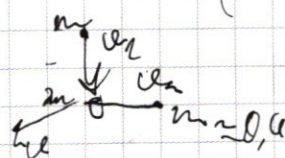
$$p_1 = mv_1 \quad p_2 = mv_2$$

$$\left(\frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2} = 2m \text{ с.т.} \right)$$

$$p_1 + p_2 = p_3$$

$$m(v_1 + v_2) = 2m v_3$$

$$V = \frac{v_1 + v_2}{2} = 70 \text{ м/с}$$



$$\frac{v_1^2 + v_2^2}{2} = 2 \text{ с.т.}$$

$$\Delta t = \frac{v_2^2 + v_3^2}{2} \approx 0,4 \text{ с}$$

$$3600 + 6400 - 2800 = 7200$$

$$\frac{7200}{4 \cdot 10^3} = 1,8$$

$$\alpha = \frac{U_0 \cdot \cos \varphi \cdot 2U_0 \sin \varphi}{g \cdot \cos \alpha} + \frac{g \cdot \sin \alpha \cdot \mu_0^2 \cdot \sin \varphi}{x \cdot g \cdot \cos \alpha}$$

$$\sqrt{0,64 - 0,16} = \sqrt{0,48}$$

$$\frac{0,2\sqrt{12}}{2} = 0,4\sqrt{3}$$

$$\frac{g \cos \alpha \cdot U_0 \cdot \sin \varphi}{2} = \frac{48}{2}$$

$$\frac{122}{612}$$

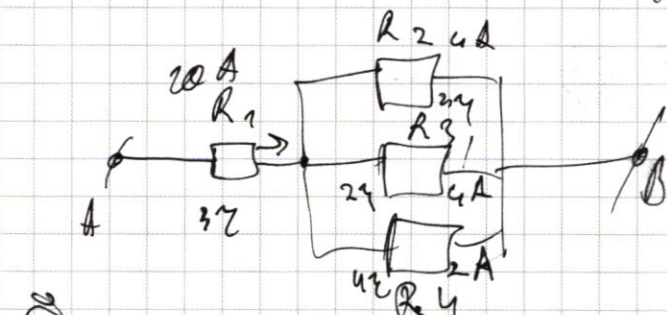
$$\alpha = U_0 \cdot \cos \varphi \cdot \frac{g \cdot \sin \alpha}{2}$$

$$b = U_0 \cdot \sin \varphi \cdot t - \frac{g \cdot \cos \alpha \cdot t^2}{2}$$

$$\frac{g \cos \alpha \cdot t^2}{2} = U_0 \cdot \sin \varphi \cdot t$$

$$1) \frac{3}{5} \text{ м}$$

$$2) \text{ м.}$$



$$\alpha = \frac{1}{\frac{1}{2\Omega} + \frac{1}{2\Omega} + \frac{1}{4\Omega}} = \frac{1}{\frac{5}{4\Omega}} = \frac{4}{5} \Omega$$

$$R_{\text{экв}} = \frac{4}{5} \Omega + 3\Omega = \frac{19}{5} \Omega$$

$$\frac{28^2 \cdot 5}{19} = 10$$

$$\alpha = g \sin \alpha$$

$$U_0 \cdot \cos \varphi \cdot t = \frac{g \cdot \sin \alpha \cdot t^2}{2}$$

$$P_{\text{экв}} = 800$$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{2U_0^2 \cdot \sin 2\varphi + 2U_0^2 \cdot \cos \alpha \cdot \sin 2\varphi}{g} = \frac{4000\sqrt{3}}{8000}$$

$$2U_0^2 \cdot \sin 2\varphi (1 + \cos \alpha) = 400\sqrt{3}$$

$$2U_0^2 \cdot \sin 2\varphi = \frac{400\sqrt{3}}{1 + \frac{1}{\sqrt{3}}} = \frac{41200}{\sqrt{3} + 1}$$

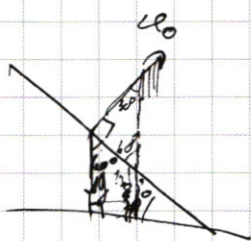
$$2: U_0^2 \cdot \sin 2\varphi = \frac{600}{\sqrt{3} + 1}$$

$$g: \frac{U_0 \cdot \sin \varphi \cdot t \cdot 2U_0 \cdot \sin \varphi}{g \cdot \cos \alpha} = \frac{g \cdot \cos \alpha \cdot 2U_0^2 \cdot \sin^2 \varphi}{2 \cdot g^2 \cdot \cos^2 \alpha}$$

$$\frac{2U_0^2 \cdot \sin 2\varphi}{g \cdot \cos \alpha} = \frac{2U_0^2 \cdot \sin^2 \varphi}{g \cdot \cos^2 \alpha}$$

$$2U_0 \cdot \sin \varphi \cdot t = \frac{g \cdot \cos \alpha \cdot t}{2}$$

$$\begin{cases} 2U_0 \cdot \sin \varphi = g \cdot \cos \alpha \cdot t \\ U_0^2 \cdot \sin 2\varphi = \frac{600}{\sqrt{3} + 1} \end{cases}$$



$$\frac{g \sin \alpha}{2} = 500$$

$$\sin \alpha = \frac{2u_0}{g \cos \alpha}$$

$$\frac{g \sin \alpha \cdot u_0}{g \cos \alpha} = 500$$

$$\frac{u_0 \sin \alpha}{\cos \alpha} = 500$$

$$u_0 \tan \alpha = 500$$

$$u_0 = \frac{500}{\tan \alpha}$$

$$u_0 = \sqrt{2000} = 44.72$$

$$\alpha = 90^\circ$$

$$\frac{2000}{4.5} = 444$$



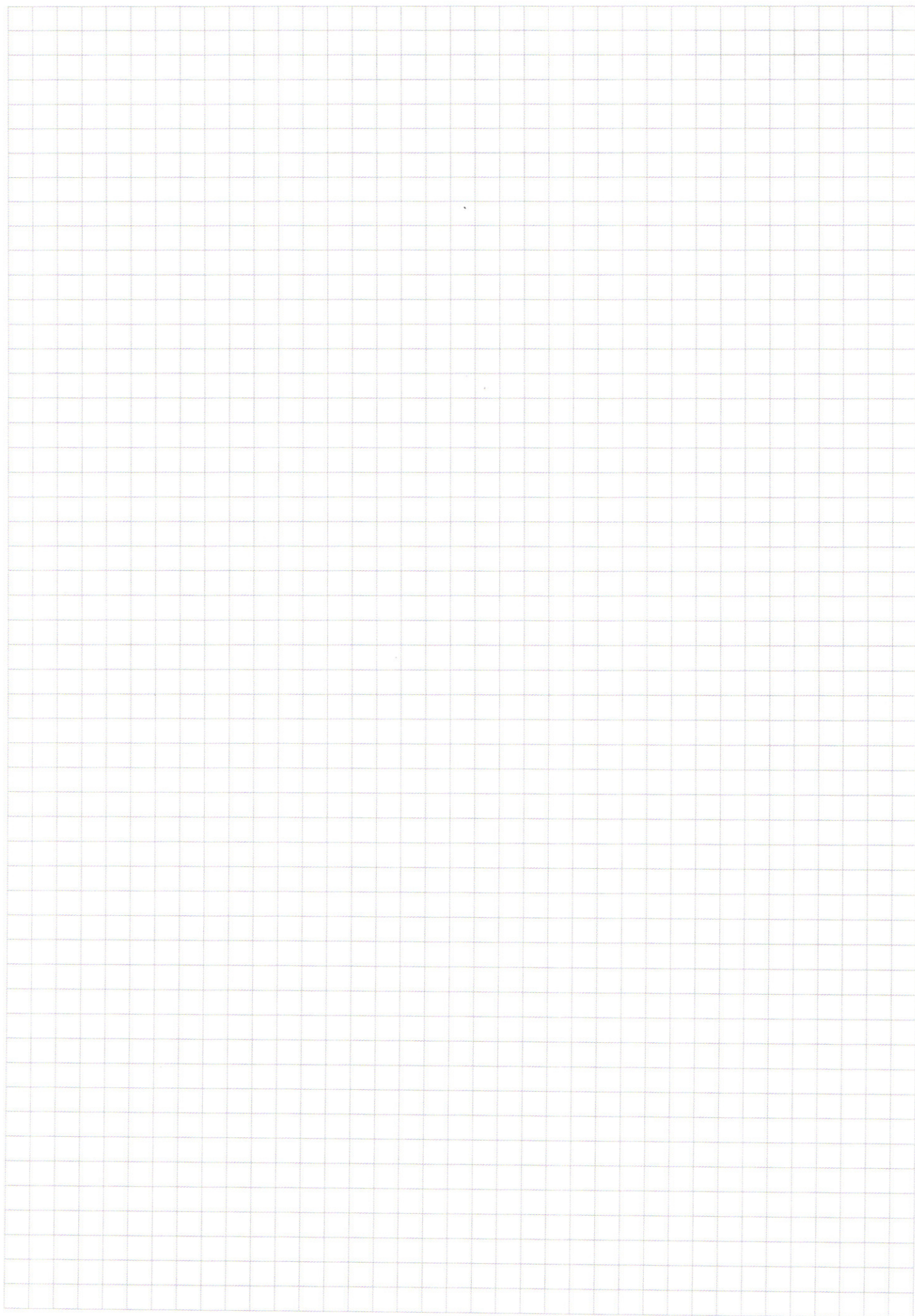
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

«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)