

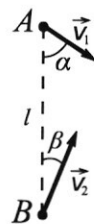
Олимпиада «Физтех» по физике, 9 класс

Вариант 09-01

Класс 09

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

1. Корабль A и торпеда B в некоторый момент времени находятся на расстоянии $l = 1$ 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?

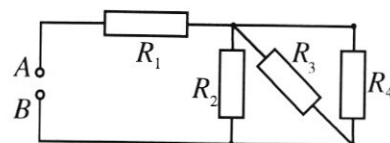
2) На сколько Δt ($^\circ\text{C}$) повысится температура шариков?

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

Dano:

621000 m

$$V_1 = 10 \text{ m/c}$$

$$V_2 = 20 \text{ m/c}$$

$\alpha = 60^\circ$

1) $\sin \beta = ?$

2) $S = 770 \text{ m}$

$\mathcal{T} - ?$

V_{ix} - проекция скорости V на ось Ox

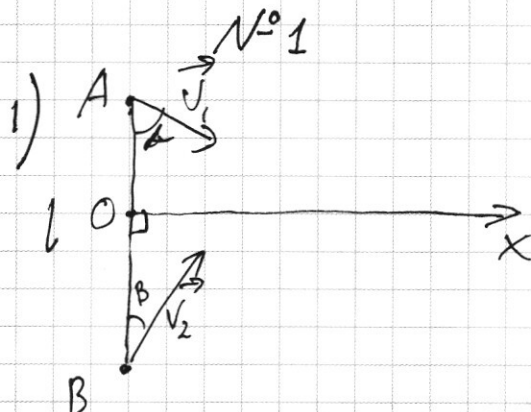
V_{2x} - hydrolytic character (2)

V_2 на ось O_x

V_{14} - критическая скорость

V_2 при $0 \leq \theta_g$

V_{2g} - угловые скорости
 V_2 на ось Oy

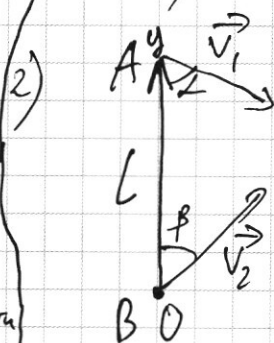


Скорости точек их скоростей
на ось Ox должны быть равны (т.к. в
любой момент времени их координаты отличаются от Ox
на $V = V$ // $\sin \alpha = V \sin \varphi$ (равны))

$$V_{1x} = V_{2x}$$

$$V_1 \sin \alpha = V_2 \sin \beta$$

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



Введём ось Oy.

Тогда скорость ~~вращения~~
сбалансированного бюджета тогда ко
по оси Oy (т.к. по Ox они

всегда в одной и той же координате). $\Rightarrow$

$$V_{CDN} = V_{CDNy} = V_1 \cos \alpha + V_2 \cos \beta = V_1 \sin(90 - \alpha) +$$

$$+ V_2 \cdot \sqrt{1 - \sin^2 \beta} \quad T = \frac{L - S}{V \cos \alpha} = \frac{L - S}{V_1 \sin(\theta_0 - L) + V_2 \cdot \sqrt{1 - \sin^2 \beta}}$$

$$= \frac{230 \text{ m}}{5 \text{ m/c} + 20 \text{ m/c} \cdot \sqrt{\frac{12}{16}}} = \frac{230 \text{ m}}{5 \text{ m/c} + 5\sqrt{3} \text{ m/c}} = \frac{46 \text{ c}}{1 + \sqrt{3}}$$

$$= 10 \text{ C}$$

Ans: $\sin \beta = \frac{\sqrt{3}}{4}$ $T = 10 \text{ c}$

Дано:

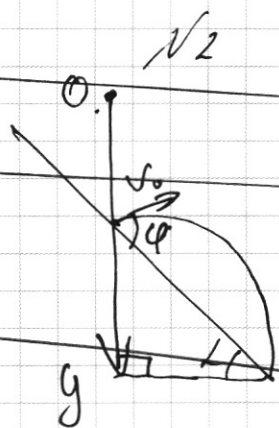
$L = 30^\circ$

$t = \max$

$S = 0, \text{ см}$

$\varphi = ?$

$V_0 = ?$



Черновик

Вектор ось Oy .

Тогда зафиксируем условие

соприкосновения земли

и тела в данный момент

времени t .

$t \cdot V_0 \cdot \cos(\varphi - L) \cdot \sin L$

— координата земли в момент

времени t (здесь, которое равно по координате по оси Oy)

$gt^2/2 - V_0 \sin(\varphi - L)t$ — координата тела (по оси Oy)

$t V_0 \cos(\varphi - L) \cdot \sin L = gt^2/2 - V_0 \sin(\varphi - L)t$

$V_0 (\cos(\varphi - L) \cdot \sin L + \sin(\varphi - L)) = gt/2$

$\frac{2V_0}{g} \left(\frac{\cos(\varphi - L)}{2} + \sqrt{1 - \cos^2(\varphi - L)} \right) = t$ т.к. $\frac{2V_0}{g}$ не зависит от угла, то чтобы

не зависит от

угла, то чтобы

было максимальным

нужно, чтобы $\left(\frac{\cos(\varphi - L)}{2} + \sqrt{1 - \cos^2(\varphi - L)} \right)$ было

максимальным. $\left(\frac{\cos(\varphi - L)}{2} + \sqrt{1 - \cos^2(\varphi - L)} \right) = x$

$x^2 - x \cos(\varphi - L) = \frac{1}{4} \cos^2(\varphi - L) + \frac{1}{4} = 1$

$x^2 - x \cos(\varphi - L) + \frac{1}{4} \cos^2(\varphi - L) - 1 = 0$

$0 = 4 - 4 \cos^2(\varphi - L) \Rightarrow \left(\frac{\cos(\varphi - L)}{2} + \sqrt{1 - \cos^2(\varphi - L)} \right) = x$

$x = \cos(\varphi - L) + 2 \sin(\varphi - L)$

$\cos \beta + 2 \sin \beta = 2x$

$x = \cos(\varphi - L) + 2 \sin(\varphi - L)$

конечно

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Дано:

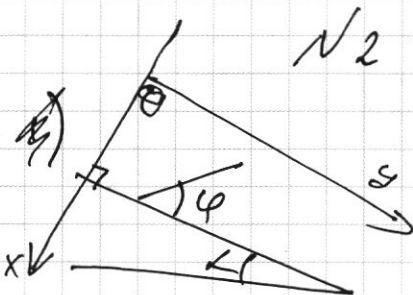
$$\alpha = 30^\circ$$

$t - \text{max}$

$$S = 0,8 \text{ м}$$

1) $\varphi - ?$

2) $V_0 - ?$



1) Введём ось Ox ^{вертикаль}
силы.

Тогда:

Запишем условие пружинности:

$$V_0 t \sin \varphi - (gt^2/2) \cdot \cos \alpha = 0$$

$$\frac{gt}{2} = \frac{V_0 \sin \varphi}{\cos \alpha}$$

$$t = \frac{2V_0}{(\cos \alpha)g} \cdot \sin \varphi$$

Для того, чтобы t было максимальным

$\sin \varphi - \text{максимальный} = 1 \quad \varphi = 90^\circ$

2) Введём Oy запишем условие того, что тело пролетело S .

$$S = \frac{gt^2}{2} \sin \alpha + V_0 \cos \varphi \cdot t - (gt^2/2) \sin \alpha$$

$$t = \sqrt{\frac{2S}{(\sin \alpha)g}}$$

Запишем условие

$$\sqrt{\frac{2S}{(\sin \alpha)g}} = \frac{2V_0}{(\cos \alpha)g} \quad V_0 = \frac{\sqrt{2S} \cdot \cos \alpha}{\sin \alpha} \cdot g$$

$$= \frac{\sqrt{\frac{1600}{5}} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 10}{\frac{\sqrt{3}}{2}} = \sqrt{320} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 5 = 20\sqrt{15} = 78 \text{ м/с}$$

$$\text{Ответ: } \varphi = 90^\circ ; V_0 = 78 \text{ м/с}$$

Дано:

$$V_{\text{изг}} = 1 \text{ м/с}$$

$$h = 0,5 \text{ м}$$

$m - \text{масса шара/брусья}$

1) $V_{\text{изг}} - ?$

2) $a - ?$

$$1) \frac{m V_{\text{изг}}^2}{2} = mgh \quad V_{\text{изг}} = \sqrt{2gh} = 1 \text{ м/с}$$

2) Рассмотрим малое время Δt за которое

Остановившие шарик. $V_{22} m = N \Delta t + N = \frac{V_2 m}{\Delta t}$

За это же время останавливается
пружина. $V_2 m = (F_2 - F_3) \Delta t$

$$V_2 m = \left(mg + \frac{V_{22} m}{\Delta t} \right) M \cos \alpha \Delta t - \left(mg + \frac{V_{22} m}{\Delta t} \right) \sin \alpha \Delta t$$

$$V_2 = g \Delta t + \frac{V_{22}}{\Delta t} M \cos \alpha - (g \Delta t + \frac{V_{22}}{\Delta t}) \sin \alpha$$

$$V_{22} = V_2 M \cos \alpha - V_{22} \sin \alpha \quad (\text{т.к. сказано, что}$$

$$\frac{V_{22}}{V_2} = M \cos \alpha - \sin \alpha$$

силы там есть можно не учитывать)

M - коэффициент трения
спружин о наклон

α - угол наклона

$$a = g(M \cos \alpha - \sin \alpha) \quad a = g \frac{V_{22}}{V_2} = 2,5 \text{ м/с}^2$$

$$\text{Ответ: } V_2 = 4 \text{ м/с} \quad a = 2,5 \text{ м/с}^2$$

Замнем

ЗСН на

ось Oy

$$(Oy \parallel \vec{V}_2; Ox \parallel \vec{V}_1)$$

$$m V_2 (\cos 0^\circ) + m V_1 (\cos 90^\circ) = 2 m V_{0y}$$

$$V_2 (\cos 0^\circ) + V_1 (\cos 90^\circ) = 2 V_{0y}$$

$$V_{0y} = \frac{V_2}{2}$$

Замнем ЗСН на ось Ox :

$$V_2 (\cos 0^\circ) + V_1 (\cos 90^\circ) = 2 V_{0x}$$

$$V_{0x} = \frac{V_1}{2}$$

$$V^2 = V_x^2 + V_y^2 \quad V = 2 \sqrt{V_{0x}^2 + V_{0y}^2} =$$

Дано:

$$V_1 = 60 \text{ м/с}$$

$$V_2 = 80 \text{ м/с}$$

$$\vec{V}_1 \perp \vec{V}_2$$

$$|\vec{V}| = ?$$

$$\Delta t = ?$$

$$V_{1x}, V_{1y}, V_{2x}, V_{2y}$$

проекции скорости
 $\vec{V}_1, \vec{V}_2$ на ось
 Ox, Oy
проекции скорости
 $\vec{V}_1, \vec{V}_2$ на ось

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$= \sqrt{\left(\frac{V_1}{2}\right)^2 + \left(\frac{V_2}{2}\right)^2} = \sqrt{900 + 1600} = 50 \text{ м/с} \quad \boxed{\text{Ответ: } 50 \text{ м/с}}$$

д) По 3сЗ

$$E_1 = E_2 + Q$$

$$E_1 = \frac{m V_1^2 + m V_2^2}{2} = \frac{m}{2} (V_1^2 + V_2^2)$$

$$E_2 = \frac{2m V_1^2}{2} = m V_1^2$$

$$Q = cm \Delta t$$

$$\frac{m}{2} (V_1^2 + V_2^2) = m V_1^2 + cm \Delta t$$

$$\left(\frac{V_1^2 + V_2^2}{2} - V_1^2 \right) = \Delta t$$

$$\frac{3600 + 1600}{2} - 2500$$

$$130$$

$$= \Delta t =$$

$$= \frac{250}{13} \approx 19,23 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\boxed{\text{Ответ: } 19,23 \text{ } ^\circ\text{C}}$$

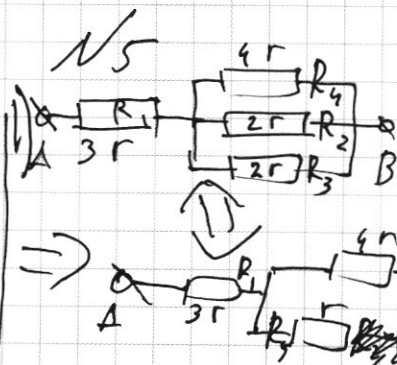
Дано:

$$R_1 = 3r$$

$$R_2 = R_3 = 2r$$

$$R_4 = 4r$$

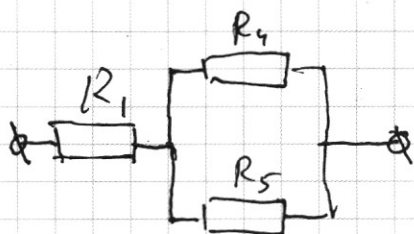
$R_{AB} = ?$
 $r = 10 \text{ Ом}$



объединим резистора R_2 и R_3

$$\frac{2r \cdot 2r}{4r} = r \Rightarrow$$

$$R_{AB} = R_1 + \frac{R_4 \cdot R_5}{R_4 + R_5} = 3,8r$$



R_5 - резистор эквивалентный R_2 и R_3

На всей схеме суммарный ток

$$\frac{U}{3,8r} = 1A \quad \text{на резисторе } R_5$$

Суммарный ток

$$\frac{R_5}{R_4 + R_5} \cdot \frac{U}{3,8r} = \frac{r}{5r} \cdot \frac{U}{3,8r} = 0,2A$$

Ответ: $3,8r$

Ответ: $R_{AB} = 3,8r$; $I_{R_4} = 0,2A$

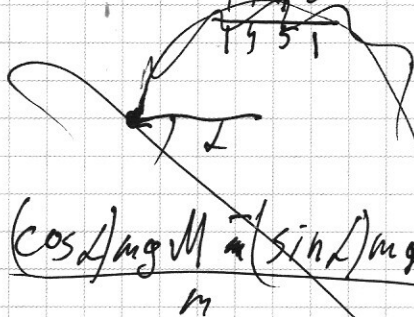
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\begin{array}{r} 3,3 \\ \times 3,3 \\ \hline 99 \\ 99 \\ \hline 1089 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3,9 \\ \times 3,9 \\ \hline 136 \\ 1020 \\ \hline 1156 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 250 \overline{)13} \\ \underline{120} \\ 10 \\ \underline{90} \\ 10 \\ \underline{90} \\ 10 \\ \underline{90} \\ 10 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3,9 \\ \times 3,9 \\ \hline 136 \\ 1020 \\ \hline 1156 \end{array}$$



$$\frac{(\cos \alpha)mg + (\sin \alpha)mg}{m}$$

$$mV_m = N \Delta t$$

$$mV_s = (N_n + N) \Delta t$$

$$V_0 \cos(\varphi - \alpha) \cdot \sin \alpha = \frac{g + \frac{g}{2}}{2} - V_0 \sin(\varphi - \alpha)$$

$$\frac{g + \frac{g}{2}}{2} = V_0 (\cos(\varphi - \alpha) \cdot \sin \alpha + \sin(\varphi - \alpha))$$

$$39.2 = \varphi = 120^\circ$$

$$\varphi - \alpha = 90$$

$$V_0 \cos(\varphi - \alpha) \cdot \sin \alpha = V_0 \sin(\varphi - \alpha) - \frac{g}{2} t^2$$

$$-\frac{g}{2} t^2 + V_0 (\cos(\varphi - \alpha) \cdot \sin \alpha) + V_0 \sin(\varphi - \alpha)$$

$$D = V_0^2 (\cos(\varphi - \alpha) \cdot \sin \alpha)^2 + 2g V_0 \sin(\varphi - \alpha)$$

$$\frac{g}{2} = V_0 (\sin(\varphi - \alpha) - \cos(\varphi - \alpha) \cdot \sin \alpha)$$

$$t = \frac{2V_0 (\sin(\varphi - \alpha) - \cos(\varphi - \alpha) \cdot \sin \alpha)}{g}$$

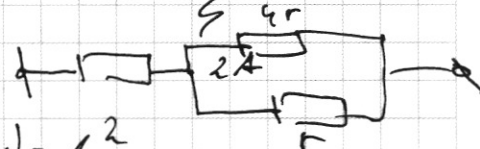
$$\frac{\cos(\varphi - L)}{2} + \sqrt{1 - \sin^2(\varphi - L)} = x$$

$$1 - \sin^2(\varphi - L) = x^2 - x \cos(\varphi - L) + \frac{\cos^2(\varphi - L)}{4}$$

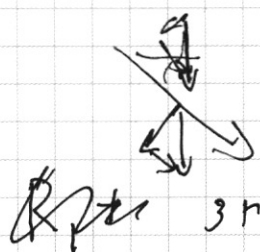
$$x^2 - x \cos(\varphi - L) - \frac{3 \cos^2(\varphi - L)}{4} = 0$$

$$D = \cos^2(\varphi - L) + 3 \cos^2(\varphi - L) = 4 \cos^2(\varphi - L)$$

$$\cos(\varphi - L) = 1 \quad (a^2 + 1) = b^2$$



30 Ohm 1 A

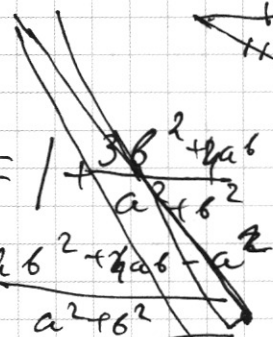


$$\varphi - L = 0$$

$$\varphi = 30^\circ$$

$$\frac{2b + a}{\sqrt{a^2 + b^2}} \cdot \frac{1}{2}$$

$$\frac{4b^2 + 4ab + a^2}{a^2 + b^2} = 1 + \frac{4ab}{a^2 + b^2}$$



$$\frac{4ab - a^2}{a^2 + b^2} = \frac{4a\sqrt{a^2 - b^2} - a^2}{a^2 + b^2}$$

$$\frac{(a+b)^2 - b^2 - 2ab}{a^2 + b^2}$$

$$(\sin \varphi) V_0 t - \frac{g t^2}{2} \cos L = 0$$

$$\cos \beta + 2 \sin \beta \frac{(b^2 - 1)a}{a^2 + b^2}$$

$$\frac{(a+b)^2 - (b-a)^2 - a^2}{a^2 + b^2}$$

$$\frac{a + 2b}{c}$$

$$\frac{a}{c} + \frac{2b}{c}$$

$$b = \sqrt{c^2 - a^2}$$

$$16c^2 - 19a^2$$

$$\frac{\sqrt{c^2 - b^2} + 2b}{c} \sin \varphi$$

$$(a+b-b)(a+b) = a^2$$

$$t = \frac{2V_0 \sin \varphi}{g \cos L}$$

$$D = 4c^2(c^2 - b^2)$$

$$c^2 - b^2 = x^2 c^2 - 4bxc + 4b^2$$

$$a^2 + c^2 - a^2 + 4a\sqrt{c^2 - a^2}$$

$$D = 16b^2 c^2 - 20c^2 + 4c^4$$

$$a(4\sqrt{c^2 - a^2} - 3a)$$

$$x^2 c^2 - 4x + 4b^2 - c^2 = 0$$



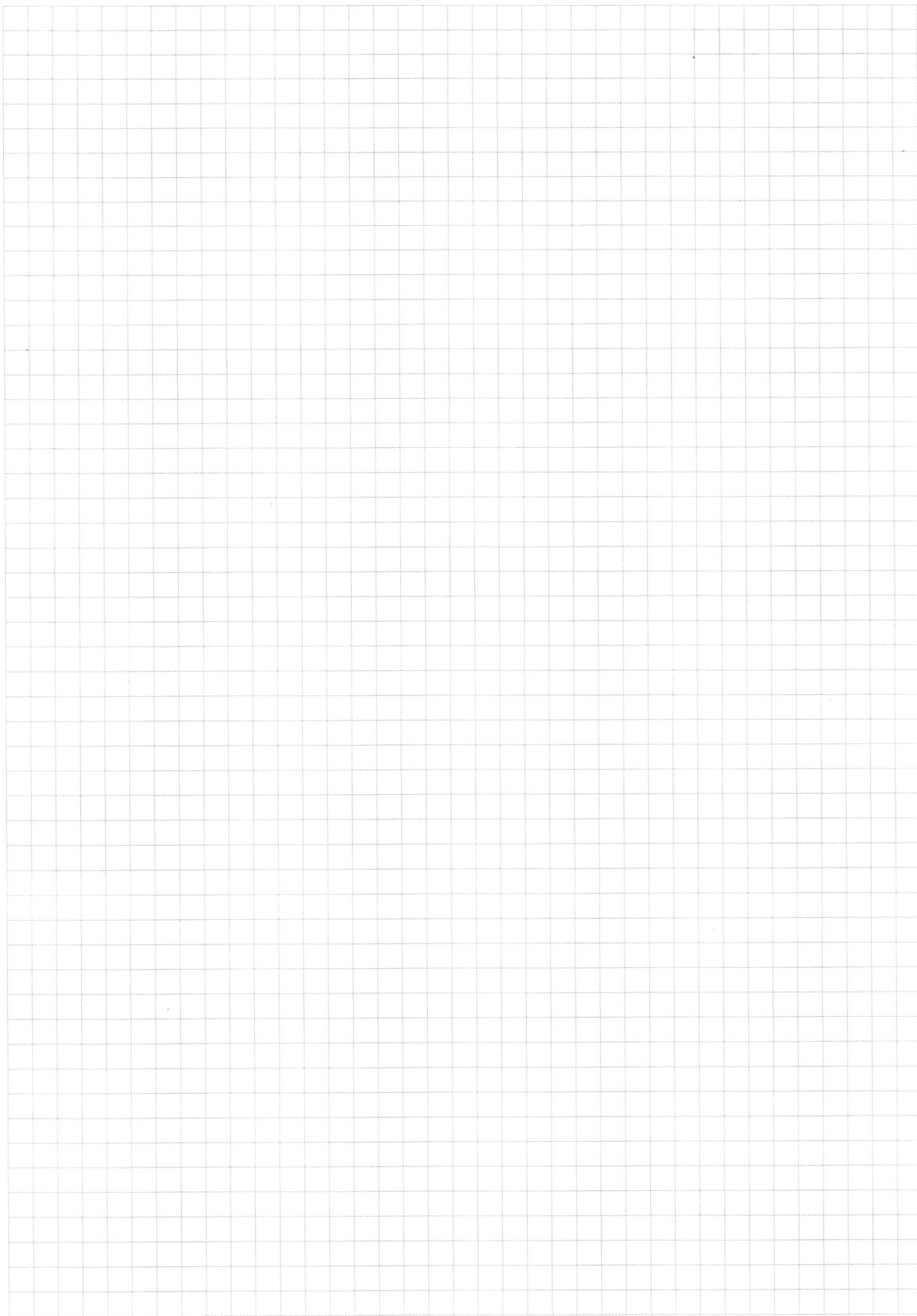
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

«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)