

Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Вариант 09-01

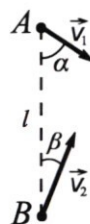
Класс 09

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?

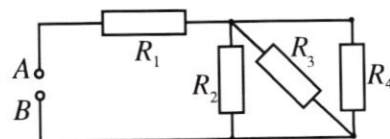
2) На сколько Δt ($^\circ\text{C}$) повысится температура шариков?

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.

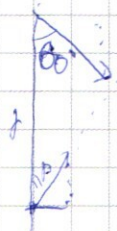
2) Какой силы I ток будет течь через резистор R_4 при $r = 10$ Ом?



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N1

1) проекция скорости на ось, ~~1~~ ~~не~~ ~~к~~
орбиты



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

$$\sin \beta = \frac{v_1 \sin \alpha}{v_2} = \frac{1 \cdot \sqrt{3}}{2 \cdot 2} = \frac{\sqrt{3}}{4}$$

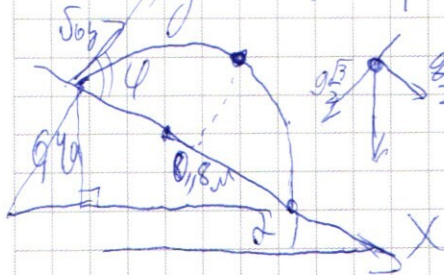
2) $t = \frac{(v_1 \cos \alpha + v_2 \cos \beta) t}{v_1 + v_2} = l_1$, где $l = 1000 \text{ м}$, $l = 770 \text{ м}$

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

$$t = \frac{l_2 - l_1}{v_1 \cos \alpha + v_2 \cos \beta} = \frac{1000 - 770}{5 + 20 \cdot \frac{\sqrt{13}}{4}} = \frac{230}{5(1 + \sqrt{13})} = \frac{46}{1 + \sqrt{13}} \approx \frac{46}{4,8} = 10 \text{ с}$$

Ответ: 1) $\frac{\sqrt{3}}{4}$

2) 10 с



$$v_0 t = g \frac{t^2}{2} + \frac{2v_0 g}{g \sqrt{3}}$$

$$\text{время полета} - 2t = \frac{4v_0 g}{g \sqrt{3}}$$

$$v_0 g = v_{0x} \tan \alpha$$

$$S = \frac{4v_{0x}^2 \tan^2 \alpha}{g \sqrt{3}} + \frac{4v_{0x}^2 \tan^2 \alpha}{g \sqrt{3}}$$

$$3gS = 4v_{0x}^2 \tan^2 \alpha + 4v_{0x}^2 \tan^2 \alpha$$

$$v_{0x} = \frac{3gS}{\sqrt{3} \tan^2 \alpha + \tan^2 \alpha}$$

$$\frac{\sqrt{3} \tan \alpha}{\cos \alpha} + \frac{\tan^2 \alpha}{\cos^2 \alpha} = \frac{\sqrt{3} \sin \alpha \cos \alpha + \sin^2 \alpha}{\cos^2 \alpha}$$

$v_{0x}^2 = \text{min}$

Подождём, что $\varphi \neq 0$ при $\varphi = 90^\circ$, тогда
 $\cos \varphi = 0$, $\sin \varphi = \sin \varphi_{\max}$:

То и время отсчёта и времени отсчёта
 от $\cos 0^\circ$

$$\frac{g}{2} \frac{t^2}{2} = S \Rightarrow t = \frac{\sqrt{4S}}{g} = \frac{\sqrt{4 \cdot 0,9}}{10} = \frac{\sqrt{3,6}}{10}$$

$$\approx 0,42 \Rightarrow \sin \varphi = \sin \varphi = \frac{t}{2} = 40 \cdot 0,22 = 2,84$$

$$= 2,84 / \text{с}$$

Ответ: ~~$0,42 = 0,44 = 0,5 \in 90^\circ$~~ , $\sin = 2,84 / \text{с}$

$$1) R_{\text{общ}} = R_1 + \frac{R_2 R_3 R_4}{R_2 R_3 + R_3 R_4 + R_4 R_2} = R_1 + \frac{R_2 R_3 R_4}{R_2 R_3 + R_3 R_4 + R_4 R_2}$$

$$= 3r + \frac{r^3 \cdot 16}{4r^2 + 8r^2 + 8r^2} = 3,8r$$

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

$$I_2 : I_3 : I_4 = \frac{1}{R_2} : \frac{1}{R_3} : \frac{1}{R_4}$$

$$= U - U_{R_1} = U_6 - I R_1 = 6 \text{ В}$$

Ответ: 1) $3,8r$

2) 2 В

У нас разветвление

$$R_1 = \frac{U_{\text{на разв}}}{I} = \frac{6}{4} = 1,5 \text{ В}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

0,8

$\sqrt{3}$

$v_2 = 0,8 \frac{m}{s}$

$mgh = \frac{mv_2^2}{2} + mgh$

1) $v_2 = gt$ $h = g \frac{t^2}{2}$ $t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,8}{10}} = 0,4 \text{ c}$

$d_2 = gt = 4 \text{ м/с}$

2) $m v_1 \sin \alpha = m_2 v_2 \sin \alpha \Rightarrow \sin \alpha = \frac{v_2}{v_1}$

~~А) по механическим интересам~~

~~не можно.~~

~~$\mu \cdot 2mg \cos \alpha = 2mg \sin \alpha$~~

$m v_1 + m v_2 \cos \alpha = 2mg \cos \alpha t = 0$

$t = \frac{v_1 + v_2 \sin \alpha}{2g \cos \alpha}$

~~$\mu \cdot 2mg \cos \alpha = 2mg \sin \alpha$~~

~~$t = \frac{v_2}{2g}$~~

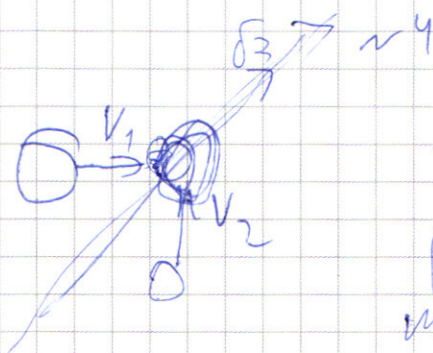
~~$-mg \sin \alpha + 2mg \cos \alpha = 0$~~

$m v_2 \cos \alpha = 2mg \cos \alpha$

$\frac{v_2}{2g} = \frac{v_1 + v_2 \sin \alpha}{2g}$

$m \cos \alpha v_2 = v_1 + v_2 \sin \alpha$

$v_2 (\mu \cos \alpha - \sin \alpha) = v_1$



1) Закон сохранения импульса

~~$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = 2m \vec{v}_3$$~~

$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = 2m \vec{v}_3$$

Сложим по 1. модулю: $m^2(v_1^2 + v_2^2) = 4m^2 v_3^2$

$$v_3^2 = \frac{v_1^2 + v_2^2}{4} = \frac{100^2}{4} = 50^2 \Rightarrow v_3 = 50 \text{ м/с}$$

~~$$2) \frac{m v_1^2}{2} = \frac{m v_3^2}{2} + C \Delta t_1$$~~

~~$$\frac{2m v_3^2}{2} = C \Delta t_1$$~~

~~$$\Delta t_1 = \frac{v_3^2}{2C} = \frac{50^2}{2 \cdot 130} = \frac{250}{13}$$~~

~~$$= \frac{10^2}{13} = 0,55^{\circ}\text{C}$$~~

~~$$\text{Ответ: } 50 \text{ м/с} \cdot 19,5^{\circ}\text{C}$$~~

~~$$2) \frac{m v_1^2}{2} \neq \frac{m v_3^2}{2} + C \Delta t_1 m$$~~

$$\frac{m v_2^2}{2} = \frac{m v_3^2}{2} + C \Delta t_1 m \quad \Delta t_1 = \frac{v_1^2 - v_3^2}{2C}$$

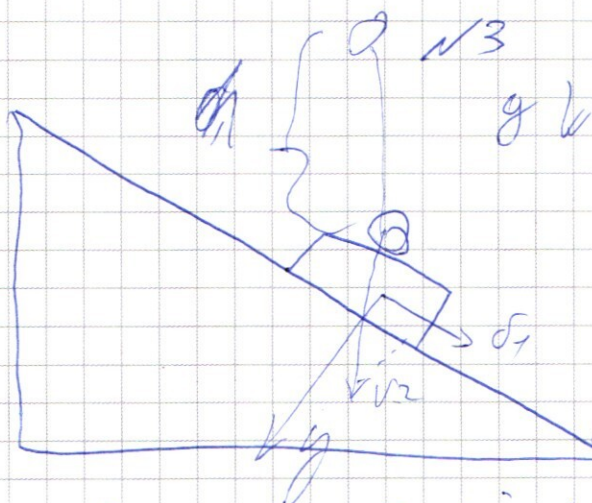
$$\Delta t_2 = \frac{v_1^2 + v_2^2}{2C} = \frac{m v_3^2}{2} + C \Delta t_1 + C \Delta t_1$$

$$\Delta T = \frac{\Delta t_1 + \Delta t_2}{2} = \frac{v_1^2 + v_2^2 - 2v_3^2}{4 \cdot 130} = \frac{100^2 - 50^2}{4 \cdot 130} =$$

$$\text{Ответ} = \frac{50^2 \cdot 2}{4 \cdot 130} = \frac{50^2}{2 \cdot 130} = \frac{250}{260} = 0,9^{\circ}\text{C}$$

Ответ: $0,9^{\circ}\text{C}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



1) $\sin \alpha$

$$\frac{t^2}{2} = 5$$

$$t = \sqrt{\frac{25}{g}}$$

$$v_2 = g \sqrt{\frac{25}{g}} = \sqrt{25g} =$$

$$= \sqrt{25 \cdot 10} = 5 \sqrt{10} \approx 15.8 \text{ (m/s)}$$

$$F_x = m v_2 \sin \alpha + m F_f = \mu \cos \alpha \cdot \cos \alpha \cdot t$$

$$F_y = \frac{m v_2 \cos \alpha}{\Delta t} = \mu \cos \alpha \cdot \cos \alpha \cdot t$$

$$v_2 \sin \alpha + v_1 = \mu v_2 \cos \alpha$$

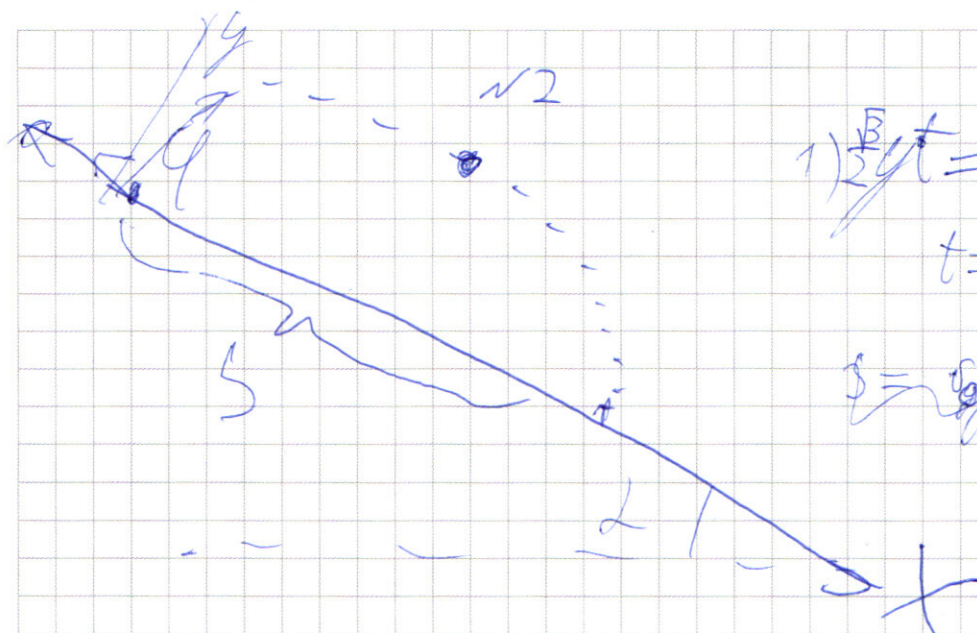
$$\mu v_2 \cos \alpha - \sin$$

$$v_1 = v_2 (\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$$

$$2mg \sin \alpha - 2\mu mg \cos \alpha = -ma$$

$$a = \frac{2mg \sin \alpha - 2\mu mg \cos \alpha}{2m} = g (\sin \alpha - \mu \cos \alpha) = 10 \cdot \frac{1}{4} =$$

$$= 2.5 \text{ m/s}^2$$



$$1) \frac{v}{2} t = 50y$$

$$t = \frac{100y}{g\sqrt{3}}$$

$$s = \frac{50y^2 \cot 4 + 4\sqrt{3}}{g}$$

$$s = 50y^2 t + \frac{g}{2} \frac{24t^2}{2} = \frac{50y^2 \cot 4}{g} \frac{4}{\sqrt{3}} +$$

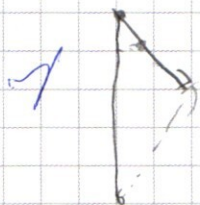
$$+ 2 \frac{50y^2 \cdot 4}{g\sqrt{3}} \Rightarrow s = \frac{4\sqrt{3}y^2 + 40y^2 \cot 4 \cdot \sqrt{3}}{3g}$$

$$4\sqrt{3}y^2 + 40y^2 \cot 4 = 3gs$$

$$50y^2 = \frac{3gs}{4(\sqrt{3} + \cot 4)}$$

$$\cot 4 - \tan 4 =$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



r



$2Mg$

$$\sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha} = \sqrt{g}$$

$$\alpha \rightarrow 90^\circ$$

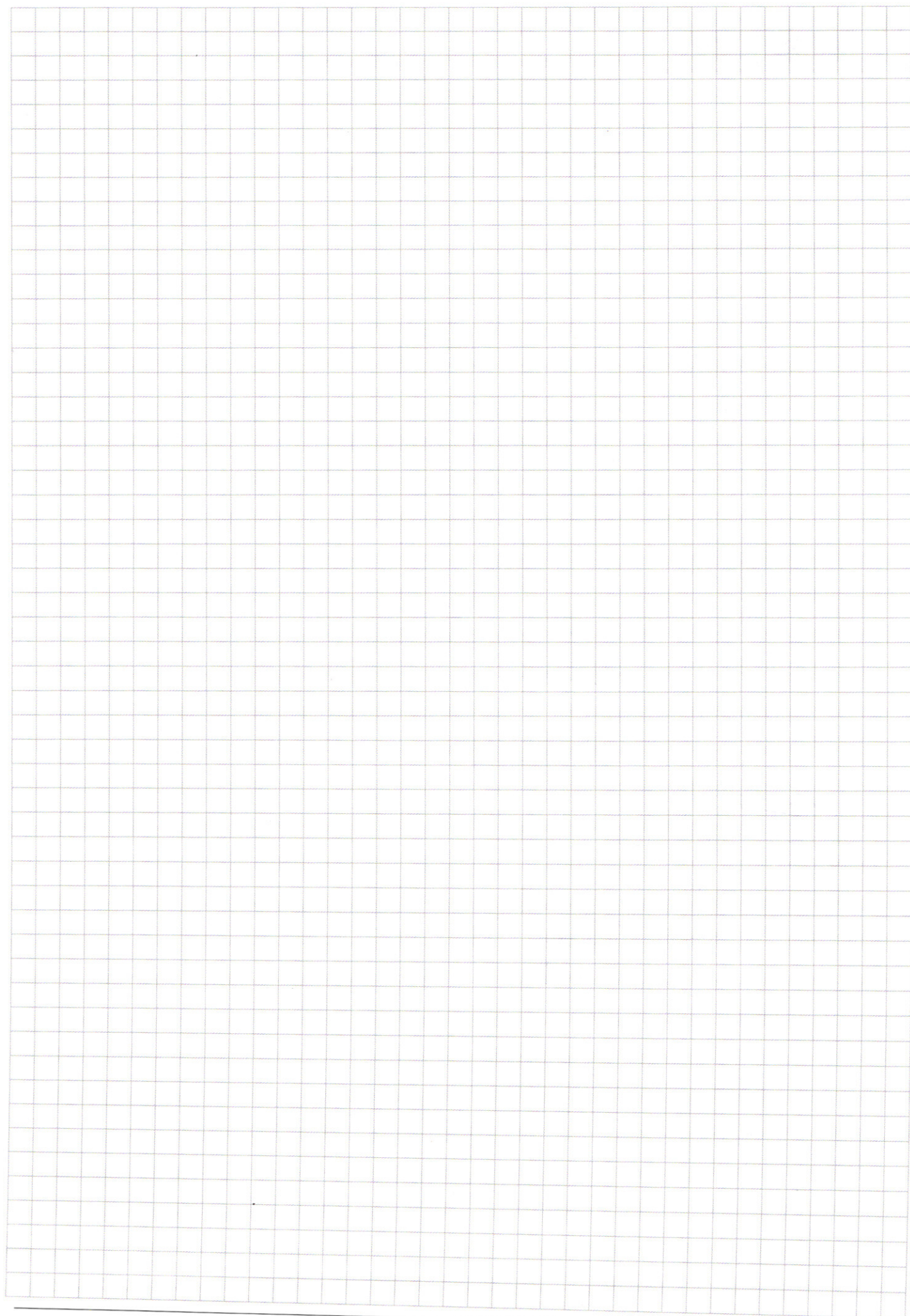
$$\sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha} = g \frac{v_0^2}{2} t \quad \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha} = t = \frac{2\sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha}}{g}$$

$$\sqrt{v_0^2 \cos^2 \alpha} t + \frac{g t^2}{2} = S = 0$$

$$D = v_0^2 \cos^2 \alpha + g S$$

$$\sqrt{v_0^2 \cos^2 \alpha} = \sqrt{v_0^2 \cos^2 \alpha + g S} \quad \text{Но } \sqrt{a^2 + b^2} = a > b$$

$$\cos \alpha \rightarrow 180^\circ$$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)



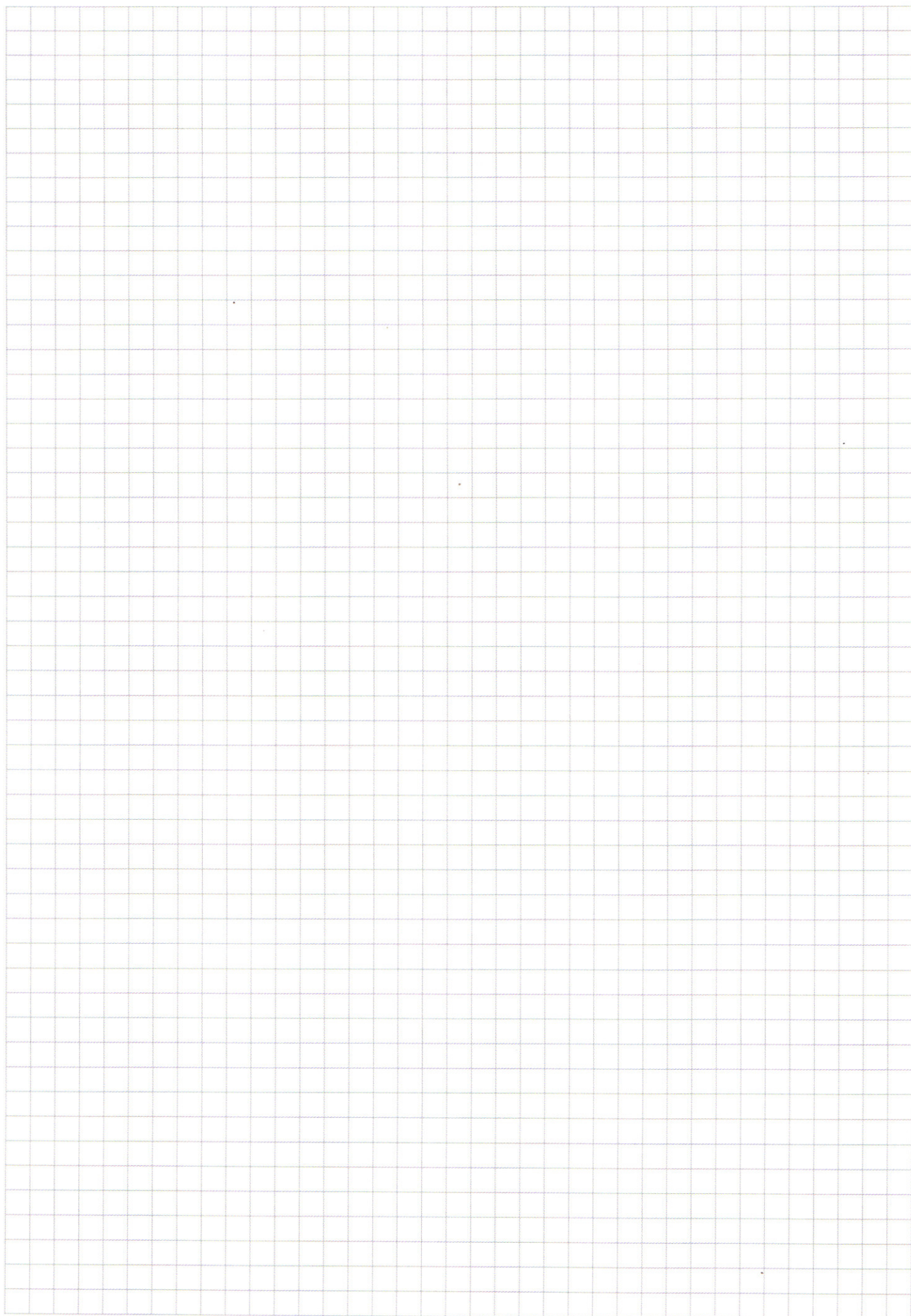
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

«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)