

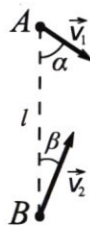
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

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 пластина 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?

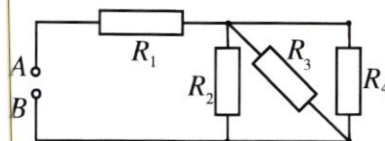
2) Найдите удельную теплоемкость c материала, из которого изготовлены шарики, если известно, что в результате слипания температура шариков повысилась на $\Delta t = 1,35$ °C. Температуры шариков перед слипанием одинаковы.

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.

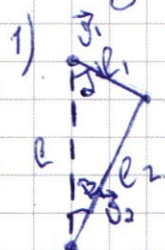
1) Найдите эквивалентное сопротивление R_{AB} цепи.

2) Какая суммарная мощность P будет рассеиваться на резисторах R_2 , R_3 и R_4 при $r = 6$ Ом?



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 1



$$\begin{cases} (v_1 \cos \alpha + v_2 \cos \beta) \tau = l \\ l^2 = (v_1^2 + v_2^2) \tau^2 - 2 v_1 v_2 \tau^2 \cos(180 - \alpha - \beta) \end{cases}$$

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

Дано:

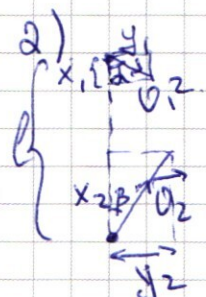
$$\alpha = 60^\circ, \beta = 30^\circ, l = 0,8 \text{ км}$$

$$v_1 = 8 \text{ м/с}$$

$$v_2^2 - 16\sqrt{3} v_2 + 192 = 0$$

$$v_2 = 8\sqrt{3} \approx 13,68 \text{ м/с}$$

1) v_2 2) S



$$y_1 = v_1 \sin \alpha \tau = 100\sqrt{3}$$

$$y_2 = v_2 \sin \beta \tau = 100\sqrt{3}$$

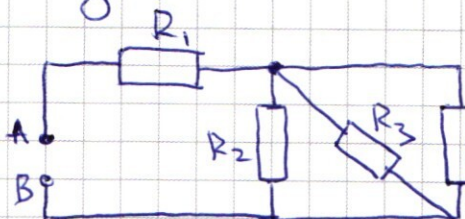
$$x_1 = v_1 \cos \alpha \tau = 100$$

$$x_2 = v_2 \cos \beta \tau = 300$$

$$S = \sqrt{\Delta y^2 + (l - x_1 - x_2)^2} = 400 \text{ м}$$

Ответ: 1) $v_2 \approx 13,68 \text{ м/с}$ 2) $S = 400 \text{ м}$.

Задача 5

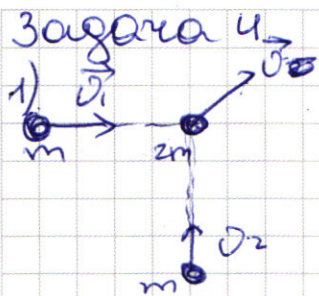


1) резисторы R_2, R_3, R_4 параллельны
а с R_1 последовательно.

$$R_{AB} = \frac{8}{3} r = 16 \text{ Ом}$$

$$2) P_{234} = \frac{U^2}{R_{234}} = \frac{U^2}{\frac{8}{3} r} = \frac{64}{4} = 16 \text{ Вт}$$

Ответ: 1) $R_{AB} = 16 \text{ Ом}$ 2) $P = 16 \text{ Вт}$.



$$\begin{cases} 2mv_x = mv_1 \\ 2mv_y = mv_2 \\ v_x^2 + v_y^2 = v^2 \end{cases} \Rightarrow v_x = 15 \text{ м/с}$$

$$v_y = \sqrt{25^2 - 15^2} = 20 \text{ м/с}$$

$$\boxed{v_2 = 40 \text{ м/с}}$$

$$v_1 = 30 \text{ м/с}$$

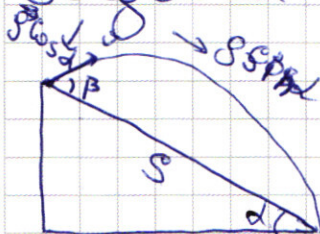
$$v = 25 \text{ м/с}$$

$$2) \frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2} = 2mcat + \frac{2mv^2}{2}$$

$$c = \frac{v_1^2 + v_2^2 - 2v^2}{4\Delta t} = 462,9 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{}^\circ\text{C)}$$

Ответ: 1) $v_2 = 40 \text{ м/с}$ 2) $c = 462,9 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{}^\circ\text{C)}$

Задача 2



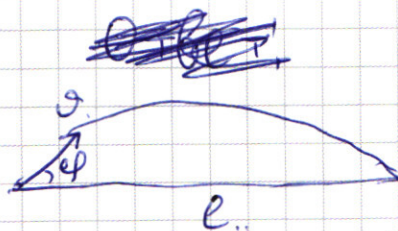
$$t = \frac{2v \sin \beta}{g \cos \alpha} \rightarrow \max$$

$$t_{\max} = \max \text{ Косинус}(\sin \beta) = \max = 1$$

$$\boxed{\beta = 90^\circ}$$

$$s = \frac{g \sin \alpha t^2}{2} = \frac{2 \sin \alpha}{g \cos^2 \alpha} v^2$$

$$v = \sqrt{1800 \cdot \frac{10 \cdot 0,64}{2 \cdot 0,6}} \approx 30\sqrt{10} \approx 90 \text{ м/с}$$



$l = \max$ тогда когда $\varphi = 45^\circ$

$$l = v \cos 45^\circ \cdot \frac{v \sin 45^\circ}{g} = \frac{v^2 \sin^2 45^\circ}{g}$$

$$l = \frac{9000 \cdot \frac{1}{2}}{10} = \boxed{450 \text{ м}}$$

Ответ: 1) $\beta = 90^\circ$ 2) $l = 450 \text{ м}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

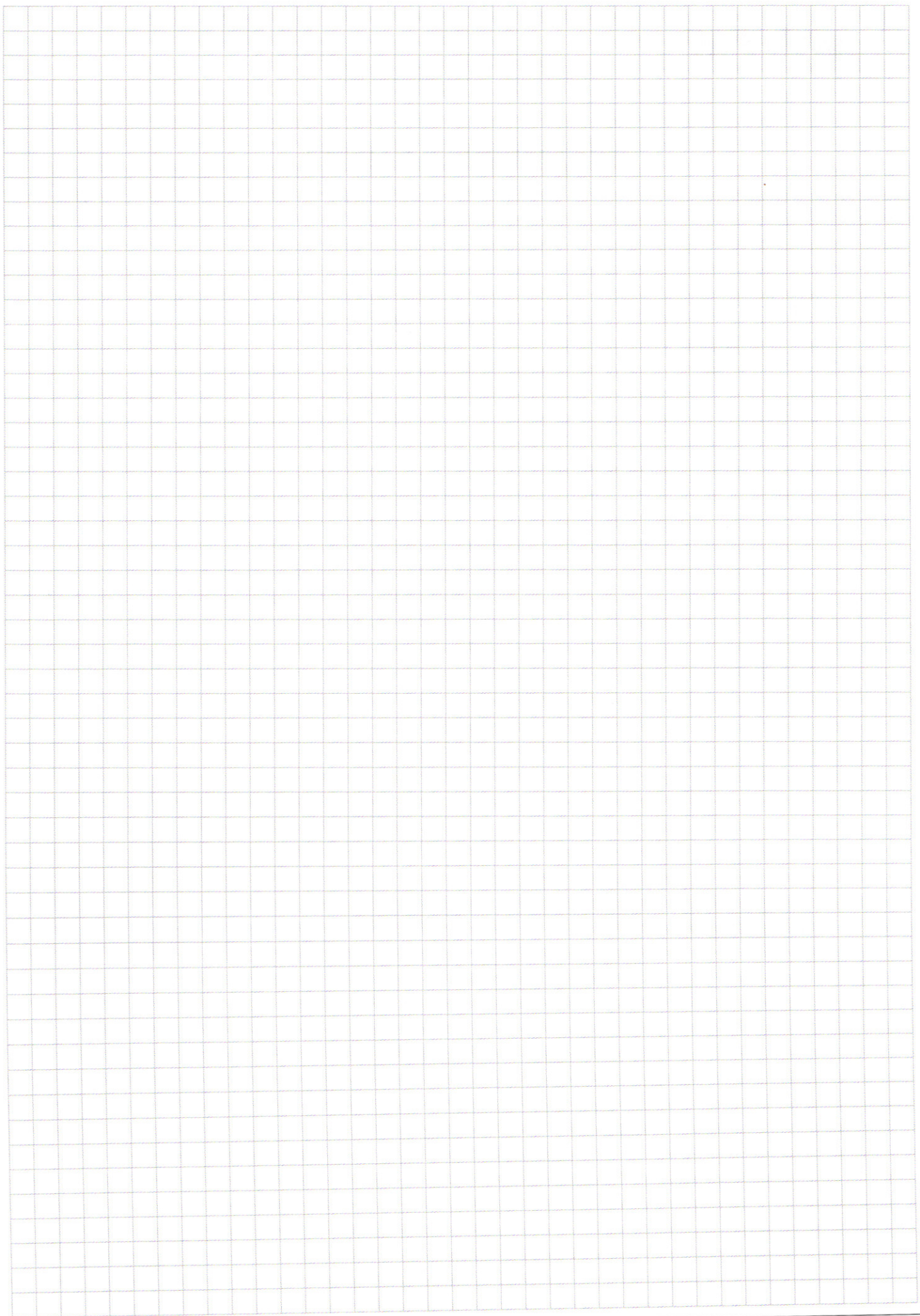
Задача 3

1) $v_1 = gT = 2 \text{ м/с}$

2) $m v_1 = m v_2 \sin \alpha$ $\Rightarrow v_2 = \frac{v_1}{\sqrt{1 - \cos^2 \alpha}} \approx 2,2 \text{ м/с}$
 $\cos \alpha = \frac{a}{g}$

Ответ: 1) $v_1 = 2 \text{ м/с}$

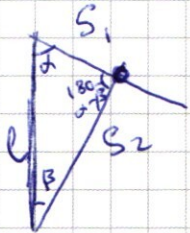
2) $v_2 \approx 2,2 \text{ м/с}$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$(v_1 \cos \alpha + v_2 \cos \beta) T = l$$

$$l^2 = (v_1^2 + v_2^2) T^2 - 2 v_1 v_2 T^2 \cos(180 - \alpha - \beta)$$

$$l = T \sqrt{v_1^2 + v_2^2 - 2 v_1 v_2 \cos(180 - \alpha - \beta)} \quad | 180 - \alpha - \beta = 90^\circ$$

$$v_1 \cos \alpha + v_2 \cos \beta = \sqrt{v_1^2 + v_2^2 - 2 v_1 v_2 \cos(180 - \alpha - \beta)}$$

$$v_1 \cdot \frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3}}{2} v_2 = \sqrt{v_1^2 + v_2^2}$$

$$\cancel{v_2^2} + \cancel{v_2} + 180 = \cancel{v_2^2} \quad \frac{v_1^2}{4} + \frac{3}{4} v_2^2 + \frac{\sqrt{3}}{2} v_1 v_2 = v_1^2 + v_2^2$$

$$\cancel{v_2^2} - \frac{1}{4} v_2^2 - 4\sqrt{3} v_2 + 48 = 0$$

$$\cancel{v_2^2} - 16\sqrt{3} v_2 + 64 \cdot 3 = 0$$

$$(v_2 - 8\sqrt{3})^2 = 0 \quad | v_2 = 8\sqrt{3}$$

$$\begin{array}{r} 5 \\ 1,71 \\ 8 \\ \hline 13,68 \end{array}$$

$$8\sqrt{3} \cdot 25 = 100\sqrt{3}$$

$$8\sqrt{3} \cdot \frac{1}{2} \cdot 25$$

$$y_1 = v_1 \sin \alpha T$$

$$y_2 = v_2 \sin \beta T$$

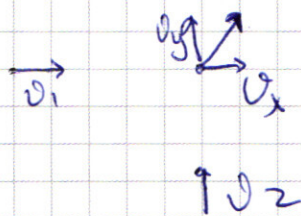
$$x_1 = v_1 \cos \alpha T$$

$$x_2 = v_2 \cos \beta T$$

$$S = \Delta y^2 + (x_1 + x_2)^2 =$$

$$= 0 + (800 - 4 \cdot 25 - 4 \cdot 3 \cdot 25) = 400$$

$$\frac{64}{192}$$



$$mv_1 = 2mv_x \quad v_x = v_1/2 = 15 \text{ мс}$$

$$mv_2 = 2mv_y \quad v_y = v_2/2$$

$$v_y = \sqrt{v^2 - v_x^2} = \sqrt{25^2 - 15^2} = 20$$

$$v_2 = 2v_y = \boxed{40}$$

$$\frac{mv^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2} - \frac{mv_2^2}{2} = C \cdot 2\pi \Delta t$$

$$-v^2 + \frac{v_1^2 + v_2^2}{2} = 2C \Delta t$$

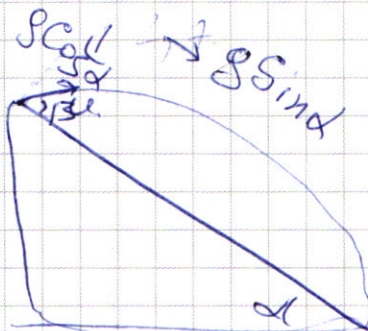
$$\frac{625 \times 2}{1250}$$

$$\begin{array}{r} 900 + \\ 1600 \\ 2500 \\ 1250 \\ \hline 1250 \\ 2 \cdot 1,35 \end{array}$$

$$C = \frac{12500}{27}$$

$$\begin{array}{r} 125,00 \\ 108 \quad 27 \\ \hline 170 \\ 162 \\ \hline 80 \\ 54 \\ \hline 260 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 125,00 \\ 108 \quad 27 \\ \hline 170 \\ 162 \\ \hline 80 \\ 54 \\ \hline 260 \end{array}$$



$$S = v_x t + \frac{g \sin \alpha t^2}{2}$$

$$t = \frac{2v}{g \cos \alpha} = \frac{2v}{g \cos \alpha} \quad \beta = 90^\circ$$

$$y = v \sin \beta t - \frac{g \cos \alpha t^2}{2}$$

$$\frac{16,6}{6}$$

$$S = \frac{g \sin \alpha \cdot 4v^2}{2g^2 \cos^2 \alpha} = 2 \frac{\sin \alpha}{g \cos^2 \alpha} v^2$$

$$1,8 = 2 \cdot \frac{9,8}{9,8^2} \cdot v^2$$

$$\frac{0,6 \cdot 16}{1,8 \cdot 64} = 0,2$$

$$v = 4 \sqrt{0,6}$$

$$\frac{0,23}{0,23} = 1$$

$$\frac{3}{5} = \frac{1,7}{2,24}$$

$$\begin{array}{r} 2,24 \\ 23 \\ \hline 469 \end{array}$$

$$\frac{1,7}{2,24}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

~~$ma = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha$~~

2



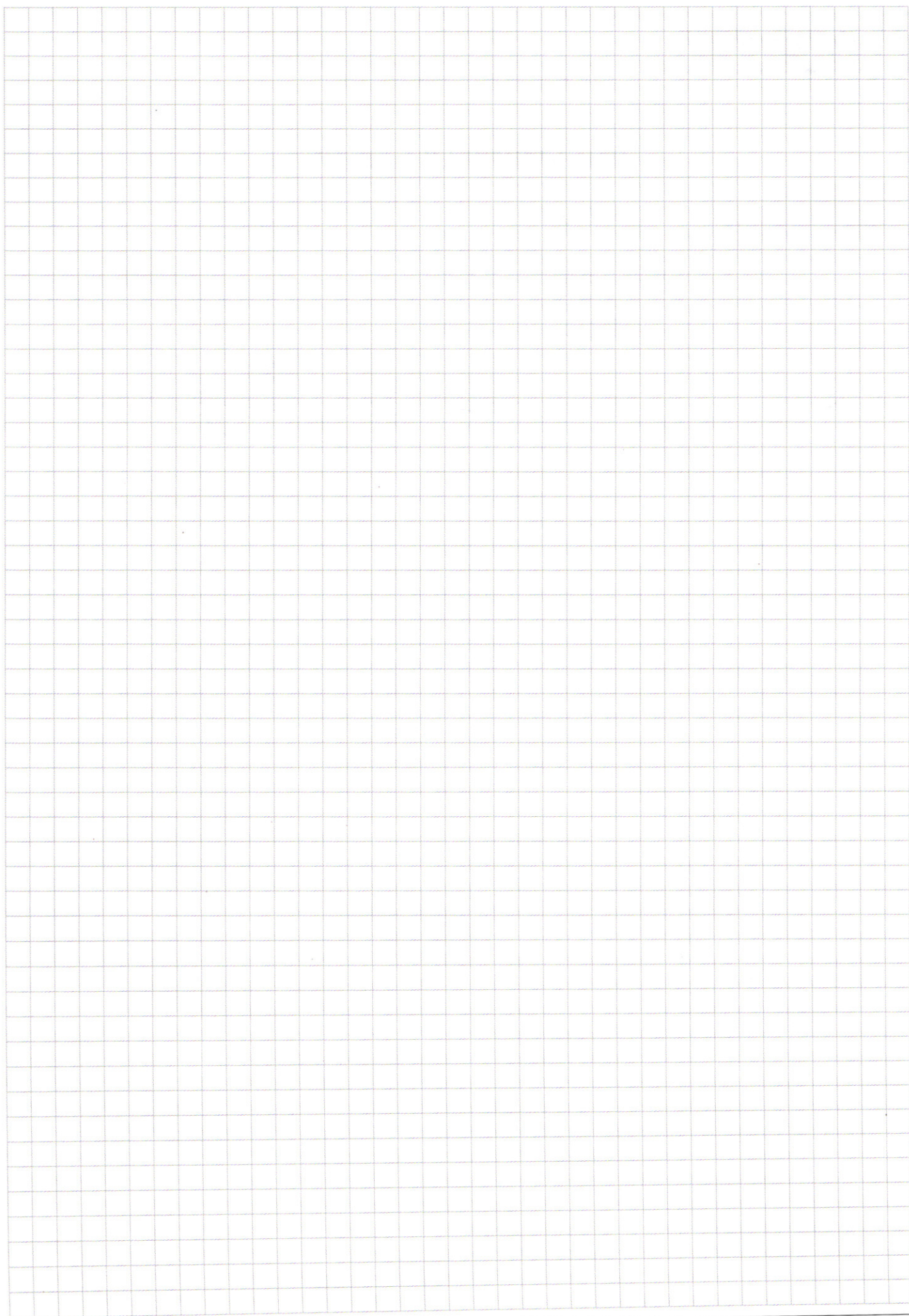
$$\cos \alpha = \frac{a}{g} = 0,2$$

$$v_1 = v_2 \sin \alpha$$

$$\frac{96}{32} \cdot \frac{3}{5}$$

2,4

$$v_2 = \frac{2}{\sqrt{0,86}} = \frac{20}{\sqrt{96}} = \frac{20^5}{\sqrt{96}} = \frac{5}{\sqrt{6}} \approx 2,1$$





ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

