

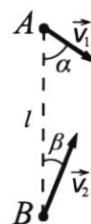
# Олимпиада «Физтех» по физике, ф

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  $\alpha$ ,  $\sin \alpha = 0,6$ . Из миномета, расположенного на склоне, производят выстрел, под таким углом  $\beta$  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  $\beta$  к поверхности склона произведен выстрел?

2) Найдите максимальную дальность  $L$  стрельбы из такого миномета на горизонтальной поверхности. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Сопротивление воздуха пренебрежимо мало.

3. Вниз по шероховатой наклонной плоскости равнозамедленно движется брусок. Величина ускорения бруска  $a = 2$  м/с<sup>2</sup>. 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/с<sup>2</sup>. Сопротивление воздуха пренебрежимо мало.

Быстрые процессы торможения бруска и деформации пластины 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  $\Delta t = 1,35$  °С. Температуры шариков перед слипанием одинаковы.

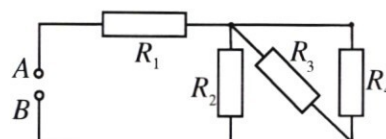
5. Четыре резистора соединены как показано на рисунке. Сопротивления резисторов  $R_1 = 2 \cdot r$ ,

$R_2 = R_3 = 4 \cdot r$ ,  $R_4 = r$ . На вход АВ схемы подают напряжение  $U = 8$  В.

1) Найдите эквивалентное сопротивление  $R_{AB}$  цепи.

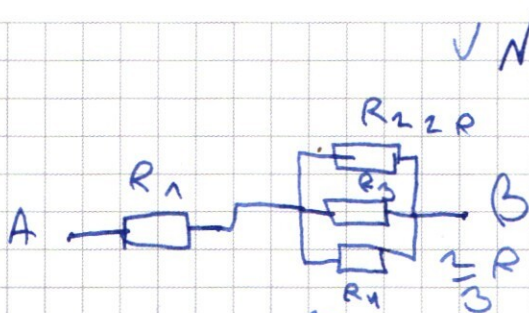
2) Какая суммарная мощность  $P$  будет рассеиваться на резисторах  $R_2$ ,

$R_3$  и  $R_4$  при  $r = 6$  Ом?





## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

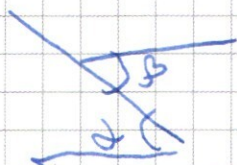


$$2R + \frac{2}{3}R = 2\frac{2}{3}R$$

$$\cancel{n_1 \cos \alpha} = \cancel{n_2 \cos \beta}$$

27.10.2022

$\sqrt{2}$



$$L = r_1 \cdot \cos \alpha \cdot t + r_2 \cdot \cos \beta \cdot t$$

$$\sqrt{1} \cdot \sin \alpha = \sqrt{2} \cdot \sin \beta$$

$$n_2 = n_1 \cdot \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}}{\frac{1}{2}} = \sqrt{3} n_1$$

$$= 8\sqrt{3} =$$

$$\sqrt{1} \cdot \text{CPSA} \cdot 25 + \sqrt{1} \cdot \text{CPSB} \cdot 25 =$$

$$= 100 + 8 \cdot \sqrt{3} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 25 = 400 \text{ m}$$

$$l = 40 \mu = 400 \mu$$

$$Q = \frac{\ln(r_1^2 + r_2^2) - 2\ln r^2}{2}$$

$\sqrt{4} \text{ V}$

$$1. \frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2} = \frac{2mv^2}{2} + Q$$

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

$$C \cdot \Delta t = \frac{(\tau_1^2 + \tau_2^2) - 2\tau_1 \tau_2}{2}$$

py:  $\ln \sqrt{1} = 2 \ln \sqrt{m \times}$

$$v_x = \frac{27}{2} = 13.5 \frac{m}{s}$$

Ox:  $h\nu_{\text{ex}} = 2h\nu_{\text{in}}$

$$r_y = \sqrt{r^2 - r_x^2} = \sqrt{625 - 225} = 20 \frac{m}{s}$$

$$\sqrt{x^2 + y^2} = r$$

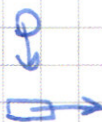


$MN_1$

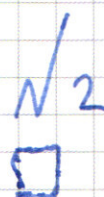
$\sqrt{3}$

$$g \cdot \sin \alpha = 2 \frac{m}{s^2}$$

$$v = g \cdot t = 2 \frac{m}{s} \text{ (магнит)}$$



$$1,5 \cdot 0,75 =$$

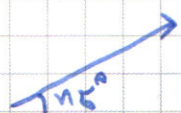


$$0,75 + 0,5 = 1,25$$

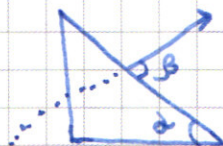
$$0 = v \cdot \sin \alpha - 0 \cdot t \cdot \sin \beta - \alpha$$

$$t = \frac{2v \cdot \sin \alpha}{g}$$

0,4



$$x = \frac{2v \cdot \sin \alpha}{g} \cdot v \cdot \cos \alpha$$



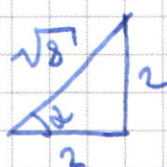
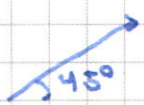
$$\alpha + 45^\circ$$

$\sin \alpha \cdot \cos \alpha$  - გამოცემის მოდელირება

$$\Rightarrow \alpha = 45^\circ$$

$$\Rightarrow \beta = \alpha + 45^\circ$$

$$Q = 4v \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha$$

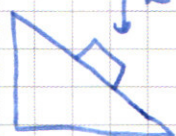


$$\sin 45^\circ = \frac{2}{\sqrt{2}} = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$\cos 45^\circ = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

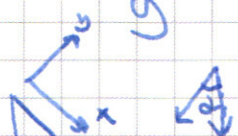
$$\text{ყველა } \sin \alpha = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$\frac{\sqrt{2}}{4} + \frac{3}{2} \cdot 0,75$$



$$S = \frac{2v^2 \cdot \sin \beta - \alpha \cdot \cos \beta - \alpha}{g} = \frac{v^2}{g} = 5$$

$$\sqrt{5} \cdot \sqrt{5} \cdot 5 = \sqrt{12500} =$$



$$y: g \cos \alpha$$

$$x: 0 \cdot \sin \alpha$$

$$Q = v_0 \cdot \sin \alpha - g \cdot \cos \alpha \cdot t$$

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

$$x = \frac{2v_0^2 \cdot \sin \beta \cdot \cos \beta}{g \cdot \cos \alpha} + \frac{2 \sin \alpha \cdot v_0 \cdot \sin \beta}{g \cdot \cos \alpha} \cdot t = v_0 \cdot \cos \alpha \cdot t + \frac{2v_0^2 \cdot \sin \beta}{g \cdot \cos \alpha}$$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$x = \frac{2v_0^2 \cdot \sin \beta \cdot \cos \beta}{g \cdot \cos^2 \alpha} + \frac{2v_0^2 \cdot \sin^2 \beta}{2 \cdot g \cdot \cos^2 \alpha} =$$

$$\frac{2v_0^2 \sin \beta \cdot \cos \beta + \text{tg} \alpha \cdot 2v_0^2 \cdot \sin^2 \beta}{g \cdot \cos^2 \alpha} = x$$

$\sin \beta = \frac{\sqrt{3}}{2} \quad \cos \beta = \frac{1}{2}$   
 $\sin \beta = \frac{1}{\sqrt{2}} \quad \cos \beta = \frac{1}{\sqrt{2}}$

$$\text{tg} \alpha = \frac{8}{6}$$

$$x = \frac{2v_0^2 \cdot \sin \beta (\cos \beta + \text{tg} \alpha \cdot \sin \beta)}{g \cdot \cos^2 \alpha}$$

$\frac{\sqrt{3}}{2} \left( \frac{\sqrt{3} \cdot 8}{12} + \frac{1}{2} \right) =$   
 $= \frac{3 \cdot 8}{24} + \frac{1}{2} = 1,5$   
 $\frac{1}{\sqrt{2}} \left( \frac{1}{\sqrt{2}} + \frac{8}{6 \cdot \sqrt{2}} \right) =$   
 $= \frac{1}{2} + \frac{8}{6} = \frac{11}{6}$

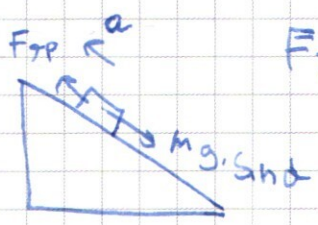
$\beta = 60^\circ$

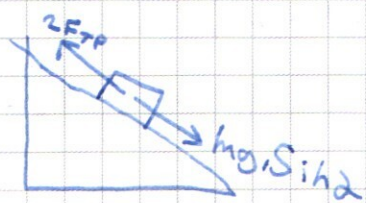
$$x = 2v_0^2 \cdot 1,5 = 3 \cdot v_0^2$$

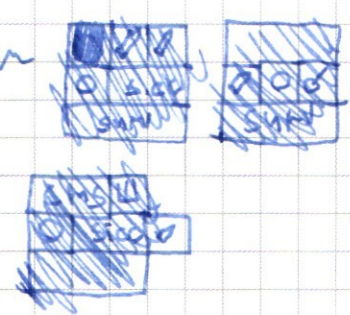
$$\sqrt{\frac{x}{3}} \cdot g \cdot \cos^2 \alpha = 6000 \cdot 8 \Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{x}{3}} = \sqrt{600} =$$

$$= \sqrt{1800} = 2\sqrt{150}$$

$$S = \frac{2 \cdot v_0^2 \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha}{g} = \frac{2 \cdot 600 \cdot \frac{1}{2}}{10} = 60 \text{ м}$$

1.   $F_{Tp} = mg \cdot \mu \cdot \cos \alpha$   
 $\mu_n = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

2.   $\frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2} = Q$

  
 $x: mv \sin \alpha + mv \cos \alpha = 0$   
 $y: mv \cos \alpha = 0$

$$-\frac{\sqrt{3}}{4} + \frac{3}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{8} = \frac{\sqrt{3}}{4} + \frac{9}{16} = 0,4 + 0,5625 = 0,9625$$

$$2\left(\frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{1}{2} \cdot \frac{6}{8}\right) = \frac{\sqrt{3}}{1} + \frac{3}{8} = 1,74$$

$$0,36 + \frac{9}{8}$$

$$\frac{1}{\sqrt{2}}\left(\frac{1}{\sqrt{2}} + \frac{6}{8\sqrt{2}}\right) = \frac{1}{2} + \frac{6}{16} = \frac{10}{8}$$

$$\frac{\sqrt{3}}{2}\left(\frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{6}{8}\right) = \frac{\sqrt{3}}{4} + \frac{9}{16} = 0,54 + 0,5625 = 1$$

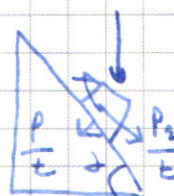
| S | I | F |
|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 0 |

$$\frac{1}{2}\left(\frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{1}{2} \cdot \frac{6}{8}\right) = \frac{\sqrt{3}}{4} + \frac{6}{16}$$

$$\frac{1}{\sqrt{2}}\left(\frac{1}{\sqrt{2}} + \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{6}{8}\right) = \frac{1}{2} + \frac{6}{16} = \frac{4+3}{8} = \frac{7}{8}$$

$$m \cdot \frac{m}{c}$$

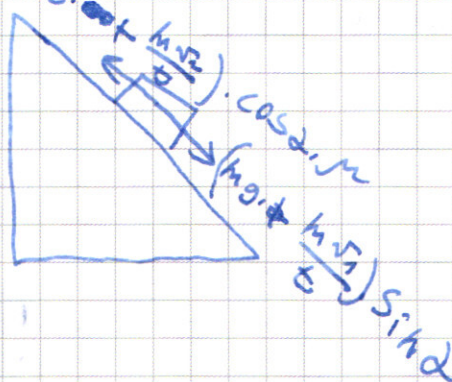
$$\frac{p}{t}$$



$$\frac{m\sqrt{g}}{t} \cdot \sin \alpha$$

$$\frac{m\sqrt{g}}{t} \cdot \cos \alpha \cdot m$$

$$\frac{m\sqrt{g}}{t} + \frac{m\sqrt{g}}{t} = 0$$



$$m a_1 = \left(mg + \frac{m\sqrt{g}}{t}\right) \cdot \cos \alpha \cdot m - \left(mg + \frac{m\sqrt{g}}{t}\right) \cdot \sin \alpha$$

$$0 = \sqrt{2} - a_1 \cdot t$$

$$\sqrt{2} = g t \cdot \cos \alpha \cdot m + \frac{m\sqrt{g}}{t} \cdot \cos \alpha \cdot m - g t \cdot \sin \alpha - \frac{m\sqrt{g}}{t} \cdot \sin \alpha$$

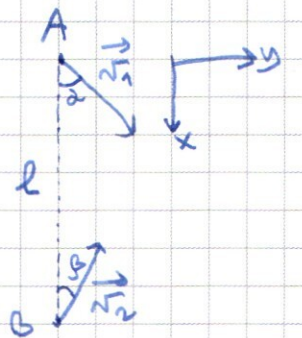
$$\sqrt{2} = \left(g t + \frac{m\sqrt{g}}{t}\right) (\cos \alpha \cdot m - \sin \alpha)$$

$$\frac{t}{1} = \frac{\sqrt{2}}{a_1} = \frac{a_1 t + \frac{g}{g} \cdot \sqrt{2}}{\left(g + \frac{\sqrt{2}}{t}\right) \cdot \frac{a}{g}}$$

$$a_1 t + \frac{g}{g} \cdot \sqrt{2} = a_1 t + \sqrt{2} \cdot \frac{a}{g}$$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1



1. Это ось y ось вертикальная одновременно, поэтому с помощью этого  $v_2$

ОУ:  $v_1 \cdot \sin \alpha \cdot t = v_2 \cdot \sin \beta \cdot t$

$$v_2 = \frac{v_1 \cdot \sin \alpha}{\sin \beta} = v_1 \cdot \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = 8 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 2 = \boxed{8\sqrt{3}}$$

2. Так как ось y ось вертикальная, будем рассматривать только ось x

ОХ:  $L = v_1 \cdot \cos \alpha \cdot T + v_2 \cdot \cos \beta \cdot T$

$$S = l - L = l - v_1 \cdot \cos \alpha \cdot T - v_2 \cdot \cos \beta \cdot T = 800 - 8 \cdot \frac{1}{2} \cdot 25 - 8\sqrt{3} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 25$$

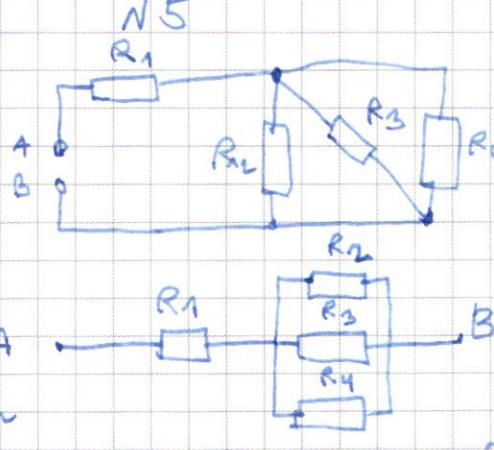
$$= 800 - 100 - 300 = \boxed{400} \text{ м}$$

Ответ:  $v_2 = 8\sqrt{3} \text{ м/с} \approx 14 \text{ м/с}$   
 $S = 400 \text{ м}$

№5

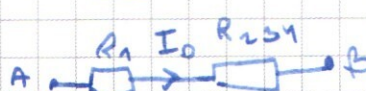
$R_1 = 2 \text{ к}$   
 $R_2 = R_3 = 4 \text{ к}$   
 $R_4 = 1 \text{ к}$

$R_2, R_3, R_4$  соединены вместе, можно их за  $R_{234} = \frac{2}{3} \text{ к}$



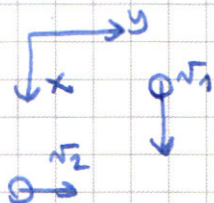
Перепишем схему

$$R_{AB} = 2 \text{ к} + \frac{2 \text{ к} \cdot 1 \text{ к}}{3 \text{ к}} = \boxed{2\frac{2}{3} \text{ к}}$$

$$I_0 = \frac{U}{R_{AB}} = \frac{1}{2} \text{ А}$$


$$P = I^2 \cdot R = \frac{1}{4} \cdot \frac{2 \cdot 6}{3} = \boxed{1 \text{ Вт}}$$

Ответ:  $R_{AB} = 2\frac{2}{3} \text{ к}$   
 $P = 1 \text{ Вт}$



№4

$$1: \frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2} = \frac{2mv^2}{2} + Q$$

$$Oy: mv_2 = 2mv_y$$

$$Ox: mv_1 = 2mv_x; v_x = \frac{v_1}{2} = 15 \frac{m}{c}$$

$$v^2 = v_x^2 + v_y^2; v_y = \sqrt{v^2 - v_x^2} = \sqrt{625 - 225} = 20 \frac{m}{c}$$

$$v_2 = \frac{2mv_y}{m} = 2v_y = 40 \frac{m}{c}$$

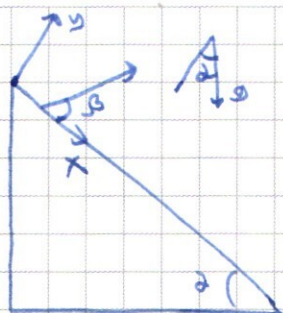
$$Q = \frac{mv_1^2 + mv_2^2 - 2mv^2}{2}$$

$$2 \cdot C \cdot m \cdot \Delta t = \frac{mv_1^2 + mv_2^2 - 2mv^2}{2}; C = \frac{v_1^2 + v_2^2 - 2v^2}{4 \cdot \Delta t} \Rightarrow$$

$$= \frac{900 + 1600 - 1250}{5,4} = \frac{1250}{5,4} \approx 231,4 \frac{m}{c}$$

Ответ:  $v_2 = 40 \frac{m}{c}$   
 $C = 231,4 \frac{m}{c}$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$\sqrt{2}$   $t_0 = 2t$

$$0 = v_0 \cdot \sin \beta - g \cdot \cos \alpha \cdot t$$

$$t = \frac{v_0 \cdot \sin \beta}{g \cdot \cos \alpha}; t_0 = \frac{2v_0 \cdot \sin \beta}{g \cdot \cos \alpha}$$

$$S = v_0 \cdot \cos \beta \cdot t_0 + \frac{gt_0^2}{2} = \frac{2v_0^2 \cdot \sin \beta \cdot \cos \beta}{g \cdot \cos \alpha} + \frac{2 \cdot v_0^2 \cdot \sin^2 \beta \cdot g \cdot \sin \alpha}{2 \cdot g \cdot \cos^2 \alpha}$$

$$= \frac{2v_0^2 \cdot \sin \beta \cdot \cos \beta}{g \cdot \cos \alpha} + \frac{2v_0^2 \cdot \sin^2 \beta \cdot \sin \alpha}{g \cdot \cos^2 \alpha} = \frac{2v_0^2 \cdot \sin \beta (\cos \beta + \sin \beta \cdot \tan \alpha)}{g \cdot \cos \alpha}$$

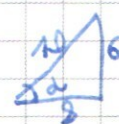
$$\sin \beta (\cos \beta + \sin \beta \cdot \tan \alpha)$$

при  $\beta = 60^\circ$  достигается мак-  
симальное значение этой величины

достигает максимальное значе-  
ние этой величины

если  $\sin \alpha = \frac{6}{10}$

$$S = \frac{2v_0^2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \left( \frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{6}{8} \right)}{g \cdot \cos \alpha} = \frac{2v_0^2 (0,36 + 0,55)}{g \cdot \cos \alpha}$$



$$\sqrt{100-36} = 8$$

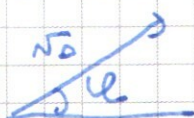
$$\text{то } \tan \alpha = \frac{6}{8}$$

$$\cos \alpha = \frac{8}{10}$$

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

$$v_0 = \sqrt{\frac{S \cdot g \cdot \cos \alpha}{2}} = \sqrt{\frac{18000 \cdot 0,8}{2}} = \sqrt{7200}$$

2:



$$t_1 = 2t$$

$$0 = v_0 \cdot \sin \varphi - g \cdot t$$

$$t = \frac{v_0 \cdot \sin \varphi}{g}; t_1 = \frac{2v_0 \cdot \sin \varphi}{g}$$

$$L = t_1 \cdot v_x = t_1 \cdot v_0 \cdot \cos \varphi = \frac{2v_0^2 \cdot \cos \varphi \cdot \sin \varphi}{g} - \text{найдем максимум}$$

$\cos \varphi \cdot \sin \varphi$  - математическая функция ( $\varphi = 45^\circ$ )

$\sqrt{2}$  (гипотенуза)

$$L = \frac{2\sqrt{2} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}}{g} = \frac{\sqrt{2}}{g} = \frac{7200}{10} = 720 \text{ м}$$

Ответ:  $\beta = 60^\circ$   
 $L = 720 \text{ м}$

$T = 0,2 \text{ с}$

$v_1 = g \cdot T = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

Найти координаты на  
спуске с наклонной;

x:  $\frac{mv_1}{t} \cdot \sin \alpha$

y:  $\frac{mv_1}{t} \cdot \cos \alpha$

t - время торможения  
или  
время

Ответ:  $v_1 = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

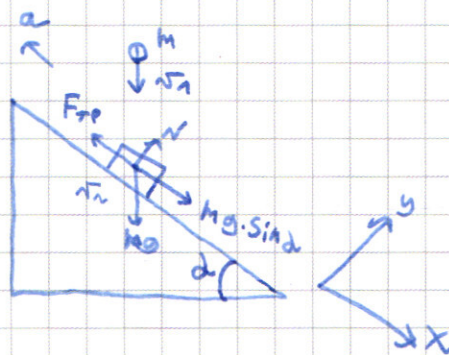
$v_2 = at + \frac{a}{g} \cdot v_1$

$0 = v_2 - a_1 \cdot t$

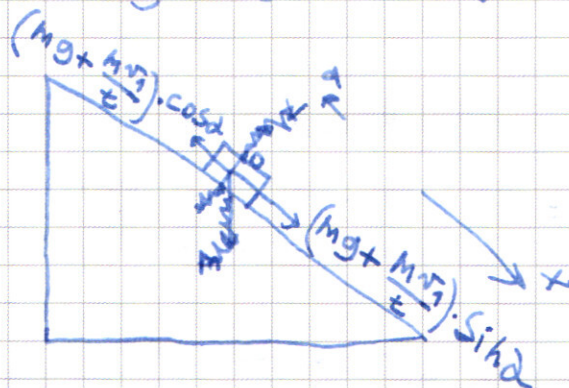
$v_2 = a_1 \cdot t = (gt + mv_1) (\cos \alpha \cdot \mu - \sin \alpha)$

Подставляем из 1-го  
уравнения

$v_2 = (gt + v_1) \cdot \frac{a}{g} = at + \frac{a}{g} \cdot v_1$



Ох:  $mg (\sin \alpha - \cos \alpha \cdot \mu) = -ma$



$(mg + \frac{mv_1}{t}) (\cos \alpha \cdot \mu - \sin \alpha) = -ma_1$



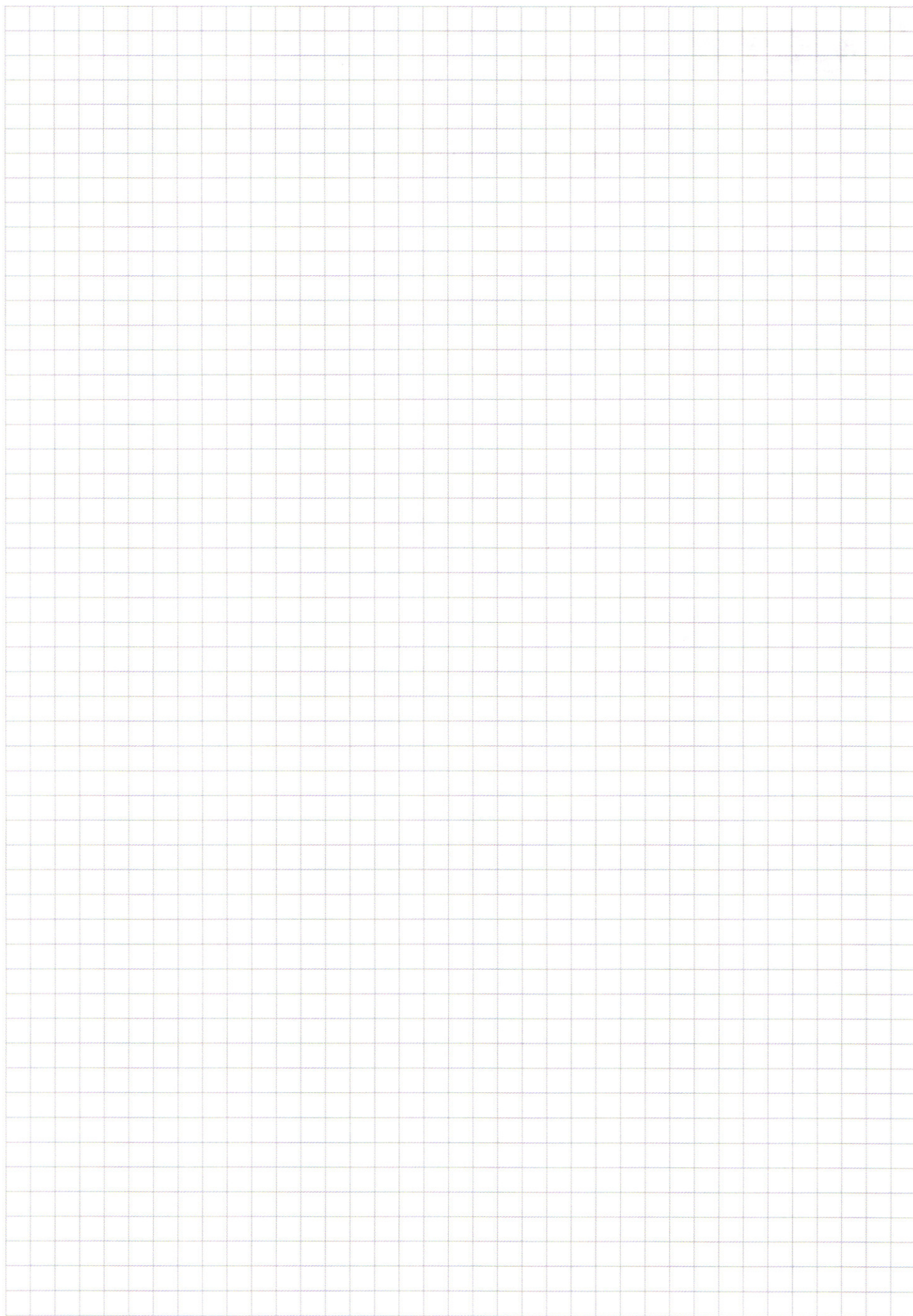
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ

«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)