

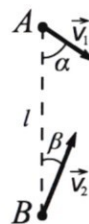
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

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 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.

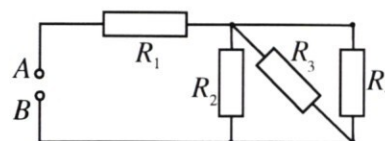
5. Четыре резистора соединены как показано на рисунке. Сопротивления резисторов $R_1 = 2 \cdot r$,

$R_2 = R_3 = 4 \cdot r$, $R_4 = r$. 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

$$L = \frac{2\sigma_0^2 \sin^2 \alpha}{g} - \text{дальность полета.}$$

$$L_{\max} = \frac{2\sigma_0^2}{g} \quad \text{т.к.} \quad \sin^2 \alpha = 1 \Rightarrow$$

$$L_{\max} = \frac{2 \cdot (40 \sqrt{6})^2}{10 \text{ м/с}^2} = \frac{2 \cdot 1600 \cdot 6}{10} \cdot \text{м} = 1920 \text{ м.}$$

$$L_{\max} = 1920 \text{ м.}$$

$$\text{Ответ:} \quad \beta = 45^\circ \quad L_{\max} = 1920 \text{ м.}$$

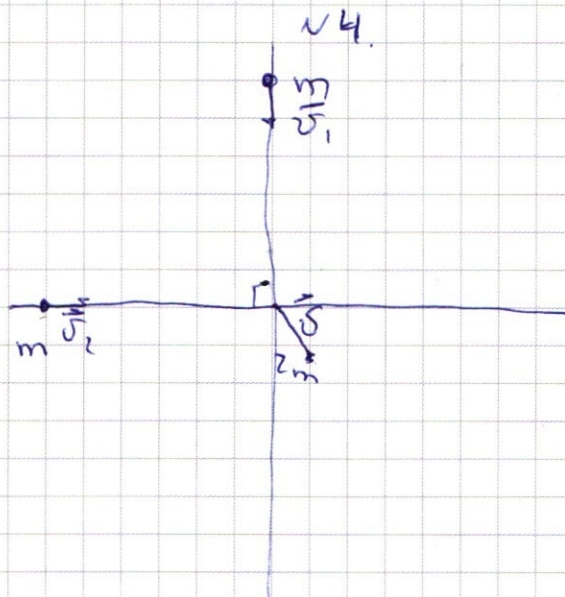
$$\sigma = 25 \text{ м/с.}$$

$$\sigma_1 = 30 \text{ м/с.}$$

$$\sigma_2 = ?$$

$$\alpha = ?$$

$$\alpha = 135^\circ$$

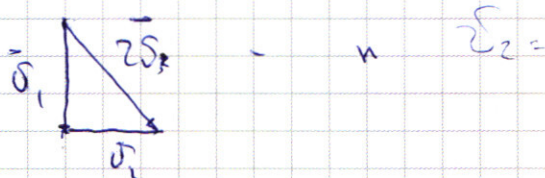


Запишем закон
сохранения импульса
т.к. внешние
силы на
систему не
действуют (система -
2 шарика) -

$$m\vec{\sigma}_1 + m\vec{\sigma}_2 = 2m\vec{\sigma}_3$$

$$\vec{\sigma}_1 + \vec{\sigma}_2 = 2\vec{\sigma}_3$$

Или иначе: векторы треугольные.



Гипотенуза $2v = 50 \text{ м/с}$.

$$v_1 = 30 \text{ м/с} \Rightarrow$$

$$v_2 = \sqrt{(2v)^2 - v_1^2} = 40 \text{ м/с}.$$

$$v_2 = 40 \text{ м/с}$$

625

$$1250 - 900 = 350$$

625

$$\begin{array}{r} 1250 \\ - 1080 \\ \hline 170 \end{array}$$

Затем теория кинетическая энергия

Т.е. изменение энергии системы и изменение

изменения кинетической энергии равно изменению внутренней энергии $\Rightarrow$

$$\Delta W_{\text{к}} = \Delta Q$$

$$\left| \frac{2mv^2}{2} - \left(\frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2} \right) \right| = \Delta Q$$

$$\left| 2mv^2 - \left(m(v_1^2 + v_2^2) \right) \right| = C m \Delta t$$

$$C = \frac{\left| 2v^2 - \frac{v_1^2 + v_2^2}{2} \right|}{\Delta t} = 40 \text{ м/с}^2$$

5.25

$$C = \frac{\left| 2v^2 - (v_1^2 + v_2^2) \right|}{2 \Delta t}$$

$$\frac{|-2v^2|}{2 \Delta t}$$

$$C = \frac{v^2}{\Delta t}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$C = \frac{(25 \text{ мВ/}^\circ\text{C})^2}{1,55^\circ\text{C}} = \frac{1250}{27} \frac{\text{мВ}}{\text{мВ} \cdot ^\circ\text{C}}$$

Ответ:

$$\sigma_2 = 40 \text{ мВ/}^\circ\text{C}$$

$$C = \frac{1250}{27} \frac{\text{мВ}}{\text{мВ} \cdot ^\circ\text{C}}$$

N5.

$$U = 8 \text{ В}$$

$$R_1 = 2 \text{ В}$$

$$R_2 = R_3 = 4 \text{ В}$$

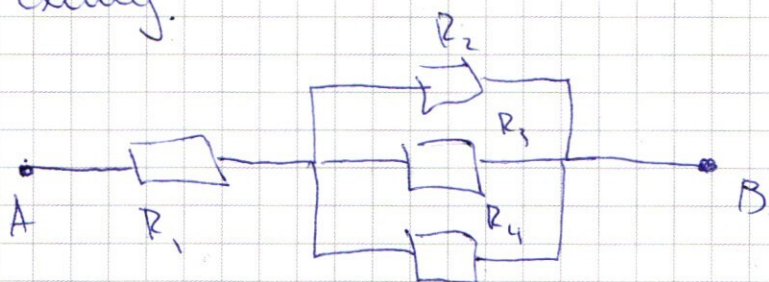
$$R_4 = 1 \text{ В}$$

$$V = 6 \text{ Ом}$$

$$R_{AB} = ?$$

$$P = ?$$

Преобразовать данную эквивалентную
схему.



$$R_{23} = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} = \frac{4 \text{ В} \cdot 4 \text{ В}}{8 \text{ В}} = 2 \text{ В} \quad \text{— т.к. соединены параллельно}$$

$$R_{234} = \frac{R_{23} \cdot R_4}{R_{23} + R_4} = \frac{2 \text{ В} \cdot 1 \text{ В}}{2 \text{ В} + 1 \text{ В}} = \frac{2}{3} \text{ В}$$

т.к. соединены параллельно.

$$R_{AB} = R_1 + R_{234} \quad \text{— т.к. соединены последовательно.}$$

$$R_{AB} = 2 \text{ В} + \frac{2}{3} \text{ В} = \frac{8}{3} \text{ В}$$

$$I_{\text{доп}} = \frac{U}{R_{AB}}$$

$$I_{\text{доп}} = \frac{3}{8} \cdot \frac{4}{V} = \frac{3}{8} \cdot \frac{8 \text{ В}}{6 \text{ Ом}} = \frac{3}{5} \cdot \frac{4 \text{ В}}{12 \text{ Ом}} = 0,5 \text{ А}$$

Напряжение на R_2 , R_3 и R_4 равно.

$$R_{234} \cdot I_{\text{доп}} = U_{234}$$

$$\frac{2}{3} V \cdot 0,5 \text{ А} = U_{234}$$

$$U_{\text{доп}} \cdot 0,5 \text{ А} = \frac{2 \text{ В}}{3} \Rightarrow$$

$$P_2 = \frac{U_{234}^2}{R_2} - \text{мощность на } R_2$$

$$P_3 = \frac{U_{234}^2}{R_3} - \text{мощность на } R_3$$

$$P_4 = \frac{U_{234}^2}{R_4} - \text{мощность на } R_4$$

$$P = P_2 + P_3 + P_4 = U_{234}^2 \left(\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} \right) = \frac{1}{R_{234}}$$

$$\frac{U_{234}^2}{R_{234}}$$

$$P = \frac{\left(\frac{2}{3} \text{ В} \right)^2}{4 \text{ Ом}} = \frac{1}{3} \text{ Вт}$$

Ответ: $R_{AB} = \frac{8}{3} V = 16 \text{ Ом}$, при $V = 6 \text{ Ом}$.

$P = \frac{1}{3} \text{ Вт}$, при $V = 6 \text{ Ом}$.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 3.

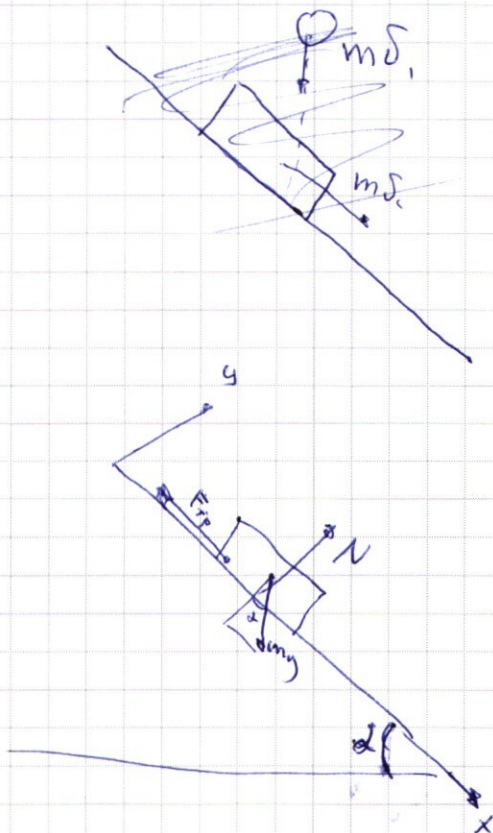
$$a = 2 \text{ м/с}^2$$

$$T = 0,2 \text{ с.}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$v_1 = ?$$

$$v_2 = ?$$



$$Ox: mgsin \alpha - F_{тр} = ma$$

$$Oy: N = mgcos \alpha$$

$$F_{тр} = \mu N = \mu mgcos \alpha$$

$$mgsin \alpha - \mu mgcos \alpha = ma$$

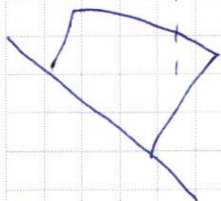
$$g(\sin \alpha - \mu cos \alpha) = a \quad - \text{учитывая } a.$$

$$\textcircled{1} \downarrow g$$

$$v_y = gt$$

$$v_1 = gt - \text{т.к. свободное падение}$$

$$v_1 = 10 \text{ м/с} \cdot 0,2 \text{ с} = 2 \text{ м/с.}$$



Задание 3. У. У. на ось ОУ: гл. части (шарик + пружина).

$$N \cdot \Delta t_1 = 0 - (-mg \cdot \Delta, \cos \alpha)$$

$$N \cdot \Delta t_1 = m_1 \Delta, \cos \alpha$$

3. У. У. на ось ОУ: гл. части (шарик + пружина).

$$-F_{\text{пр}} \Delta t = 0 - (m \Delta_2 + m \Delta_1 \sin \alpha)$$

$$F_{\text{пр}} \Delta t_2 = m \Delta_2 + m \Delta_1 \sin \alpha$$

$$\text{T.v. } \Delta t_1 = \Delta t_2 \text{ по условию} \Rightarrow$$

$$m \Delta_1 \cos \alpha = m \Delta_2 + m \Delta_1 \sin \alpha \Rightarrow$$

$$\Delta_2 = \Delta_1 (\sin \alpha - \mu \cos \alpha) = \frac{a}{g}$$

$$\Delta_2 = \frac{\Delta_1 a}{g}$$

$$\Delta_2 = \frac{2 \text{ м/с} \cdot 2 \text{ м/с}^2}{10 \text{ м/с}^2} = 0,4 \text{ м/с}$$

$$\text{Ответ: } \Delta_1 = 2 \text{ м/с}$$

$$\Delta_2 = 0,4 \text{ м/с}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$v_2 = v_1 \cdot \tan \beta$$

$$v_2 = v_1 \cdot \tan 60^\circ$$

$$v_2 = v_1 \sqrt{3}$$

$$v_2 = 8\sqrt{3} \text{ м/с}$$

$$v_{\text{абс}} = 2v_1, \quad \text{т.к.} \quad \text{угол } \beta = 30^\circ \Rightarrow$$

$$v_{\text{абс}} = 16 \text{ м/с} \Rightarrow \text{корабль и торпеда движутся}$$

со скоростью 16 м/с

$$S = l - v_{\text{абс}} \cdot T$$

$$S = 0,8 \cdot 800 \text{ м} - 16 \text{ м/с} \cdot 25 \text{ с} = 400 \text{ м}$$

Ответ:

$$v_2 = 8\sqrt{3} \text{ м/с}; \quad S = 400 \text{ м}$$

~ 2.

Дано:

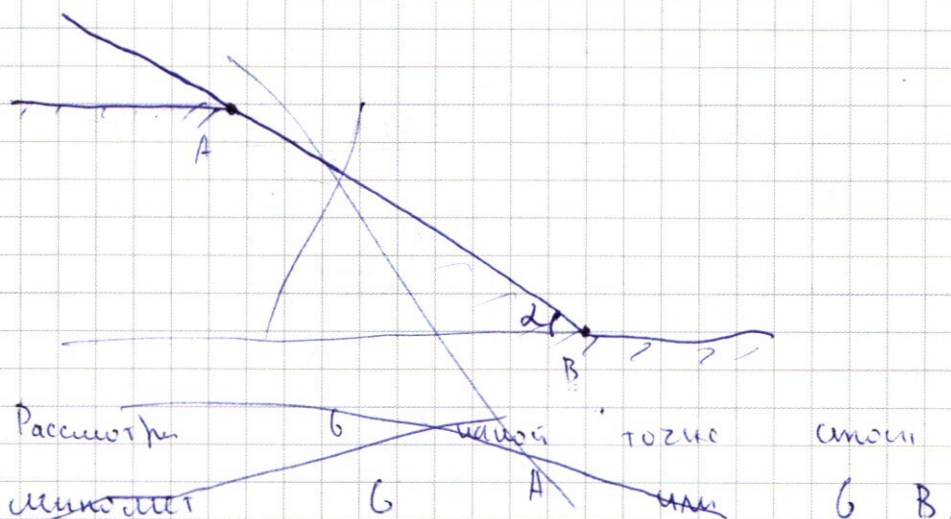
$$\sin \alpha = 0,6$$

$$t_{\text{max}} - t - \text{max}$$

$$S = 1,8 \text{ км}$$

$\beta = ?$

$L_{\text{max}} = ?$



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

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

$$t_{\max} \quad \text{когда} \quad \sin \beta = 1 \Rightarrow$$

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

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

Тело падает вниз.

$$x_k = v_0 \cos \beta t + \frac{g \cos \alpha t^2}{2} \Rightarrow$$

$\parallel$
0

$$S = \frac{g \cos \alpha t^2}{2} \Rightarrow$$

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

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

$$t = \sqrt{\frac{3,6 \text{ км}}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \cos \alpha \sin \alpha}}$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = 0,8$$

$$t = \sqrt{\frac{3,6 \text{ км}}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 0,8 \sin \alpha}} = \sqrt{\frac{3600 \text{ м}}{8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \sin \alpha}} = \frac{300}{\sqrt{\sin \alpha}} \text{ с} = \sqrt{600} \text{ с}$$

$$t = 150\sqrt{2} \text{ с} \Rightarrow t = 10\sqrt{6} \text{ с}$$

$$\frac{2v_0}{g \cos \alpha} = 10\sqrt{6} \text{ с}$$

$$2v_0 = \frac{10\sqrt{6} \text{ с} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 0,8}{2} = 40\sqrt{6} \text{ м/с}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1

Дано:

$$l = 0,8 \text{ км}$$

$$v_1 = 8 \text{ ч/с}$$

$$\alpha = 60^\circ$$

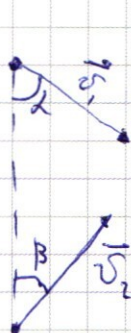
$$\beta = 30^\circ$$

$$T = 25 \text{ с}$$

$$v_2 = ?$$

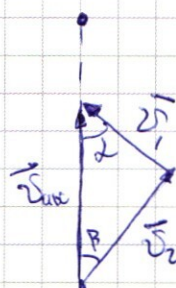
$$S = ?$$

1) Перейдем в систему отсчета, связанную с кораблем. Корабль не движется $\rightarrow$ берег движется со скоростью v_1 .



$$-v_1$$

В С.О. корабля



Вектор скорости течения прибавляется к скорости корабля. Вектор скорости корабля - берег движется со скоростью v_1 .

$$\vec{v}_{\text{акт}} = \vec{v}_1 + \vec{v}_2$$

$\vec{v}_{\text{акт}}$ лежит на прямой соединяющей торец и корабль, т.е. известно, что торец попадет в цель $\Rightarrow$

векторный треугольник прямоугольный т.е.

$$\vec{v}_1, \vec{v}_2, \vec{v}_{\text{акт}} \quad \alpha = 60^\circ \quad \beta = 30^\circ \Rightarrow$$

Дано:

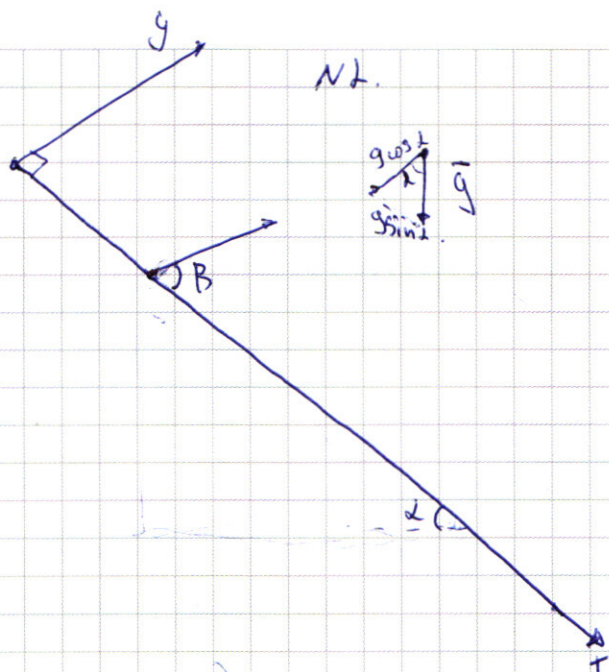
$$\sin \alpha = 0,6$$

$$S = 1,8 \text{ м.}$$

t - max.

$\beta = ?$

$L_{\text{max}} = ?$



Т.к. минимален

на силе $\Rightarrow$ на горизонтали

представи это

Запишем уравнение по

β -вектор

мгновенно

координаты x, y

тангу

, что

x -

скал

лежит на

силе

и

y -

перпендикулярно силе

$\Rightarrow$

$$x_k = v_0 \cos \beta t - \frac{g \sin \alpha t^2}{2}$$

$$y_k = v_0 \sin \beta t - \frac{g \cos \alpha t^2}{2}$$

$\left. \begin{array}{l} x_k \\ y_k \end{array} \right\} g \text{ проецируется на две оси} \Rightarrow$

илие
т.к. танг
нагнет
близ.

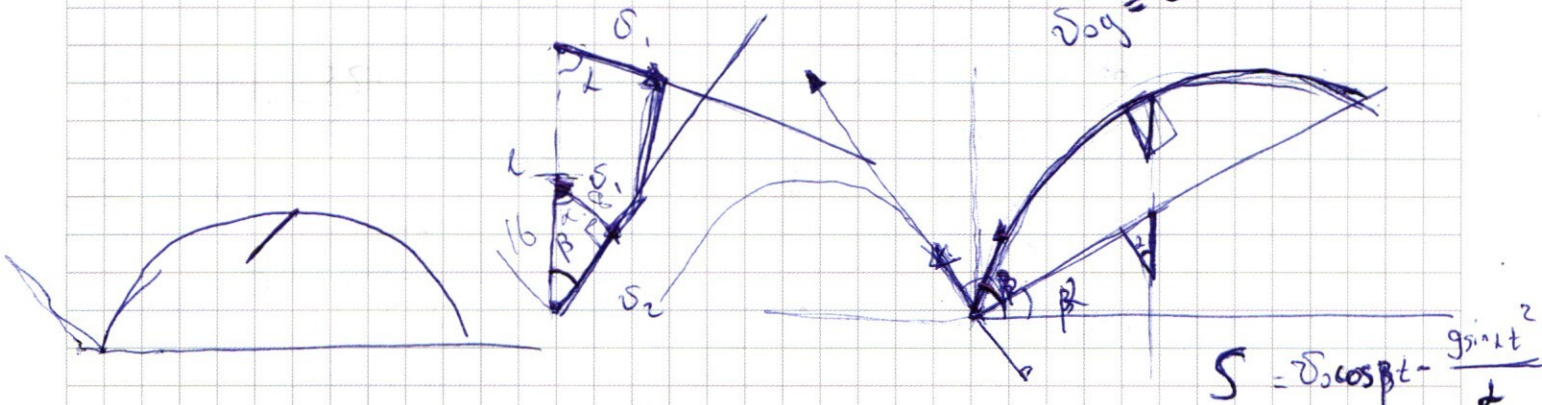
$$y_k = 0 \Rightarrow y_{\text{кал.}}$$

$$v_0 \sin \beta t - \frac{g \cos \alpha t^2}{2} = 0$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$y = x \operatorname{tg} \beta - x^2 \frac{g}{2v_0^2 \cos^2 \alpha}$$

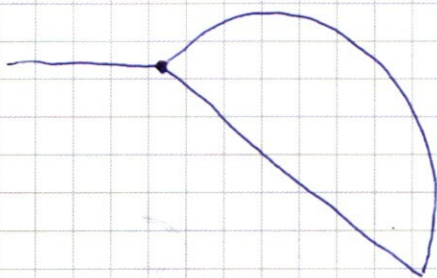
$$\begin{aligned} S_{ox} &= v_0 \cos \alpha \sin \alpha t \\ S_{oy} &= v_0 \sin \alpha - g \cos \alpha t \end{aligned}$$



$$\frac{S}{\sqrt{3}} \text{ м/с}$$

$$S = v_0 \cos \beta t - \frac{g \sin^2 \alpha}{2}$$

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



$$16 \cdot 25 = 400$$

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

$$g \sin^2 \alpha - 2v_0 \cos \beta t + 2S = 0$$

$$\sin \alpha = \frac{v_0 \cos \beta - 2S \sin \alpha}{2v_0 \sin \beta}$$

$$\operatorname{tg} 2\alpha = x \operatorname{tg} \beta - x^2 \frac{g}{2v_0^2 \cos^2 (\alpha + \beta)}$$

$$x = \frac{2v_0^2 \cos^2 (\alpha + \beta) (\operatorname{tg} \alpha - \operatorname{tg} (\alpha + \beta))}{g}$$

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

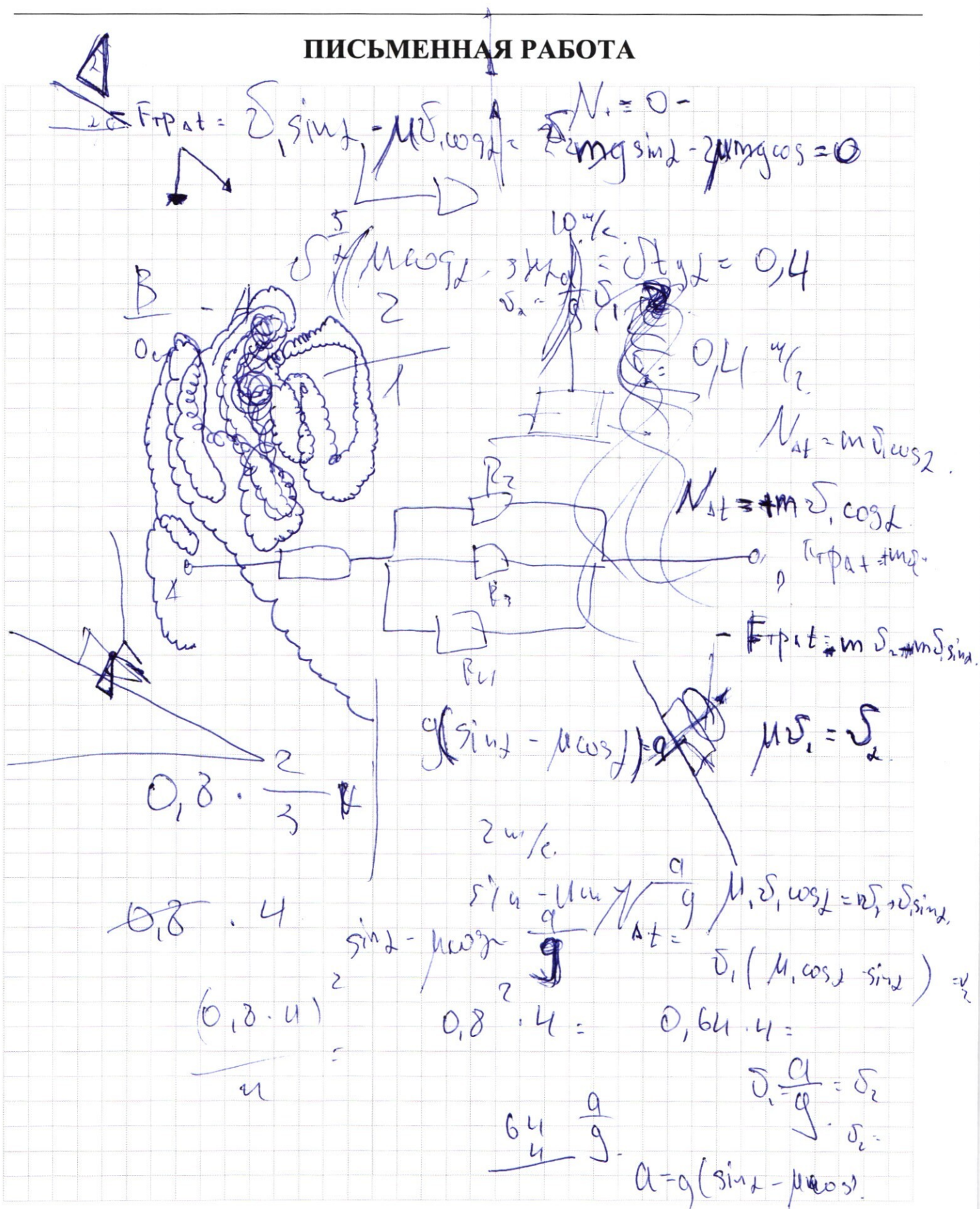
$$y = v_0 \sin \beta t - \frac{g \cos \beta t^2}{2}$$

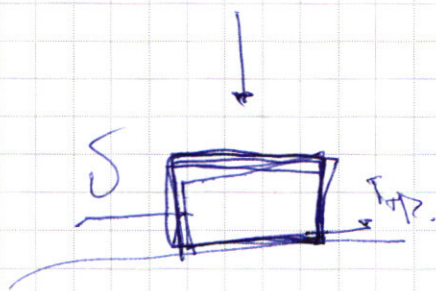
$$t = \frac{v_0 \sin \beta}{g \cos \alpha}$$

$$S = \frac{2v_0^2 \sin^2 \beta}{g \cos \alpha} - \frac{g \sin \alpha}{2} \cdot \frac{4v_0^2 \sin^2 \beta}{g^2 \cos^2 \alpha}$$

$$S = \frac{2v_0^2 \sin^2 \beta}{g \cos \alpha} - \frac{2v_0^2 \sin^2 \beta \operatorname{tg} \alpha}{g \cos \alpha}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА





$$N_{\text{ст}} = m \sigma,$$

$$F_{\text{тр.ст}} = m \sigma$$