

Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Вариант 09-01

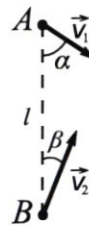
Класс 09

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?

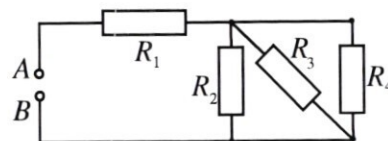
2) На сколько Δt ($^\circ\text{C}$) повысится температура шариков?

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.

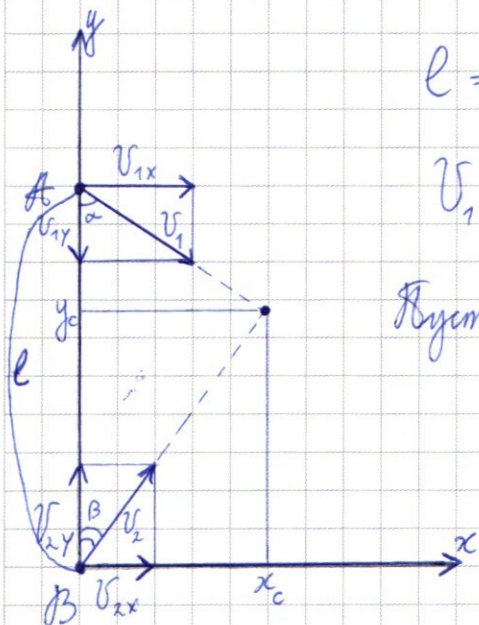
1) Найдите эквивалентное сопротивление R_{AB} цепи.

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



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 1.



$$l = 1 \text{ км} = 1000 \text{ м.}$$

$$U_1 = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}, \quad U_2 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}, \quad \alpha = 60^\circ.$$

Пусть $\vec{U}_1 = \vec{U}_{1x} + \vec{U}_{1y}$, $\vec{U}_2 = \vec{U}_{2x} + \vec{U}_{2y}$. Введем систему координат, как показано на рисунке, обозначим координаты столкновения корабля и торпеды за $(x_c; y_c)$. Тогда в момент столкновения

верны $x_c = x_c$, $U_{1x}t = U_{2x}t$ (t — время, прошедшее от момента, когда расстояние от А до В было $l = 1000 \text{ м}$, и до их столкновения), $U_{1x} = U_{2x}$. Кроме того, $U_{1x} = U_1 \cdot \sin \alpha$, $U_{2x} = U_2 \cdot \sin \beta$. Найдём $\sin \beta$:

$$U_{1x} = U_{2x}.$$

$$U_1 \cdot \sin \alpha = U_2 \cdot \sin \beta.$$

$$\sin \beta = \frac{U_1}{U_2} \cdot \sin \alpha = \frac{10}{20} \cdot \sin 60^\circ = \frac{1}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{\sqrt{3}}{4}.$$

Пусть расстояние от А до В по оси ОХ x_m , по ОУ — y_m . Тогда $S = \sqrt{x_m^2 + y_m^2}$. Обозначим координаты А за $(x_1; y_1)$ и В за $(x_2; y_2)$. Заметим: $x_m = x_1 - x_2 = U_{1x}t - U_{2x}t = U_{1x}t - U_{1x}t = 0$. Тогда $S = y_m$. ~~$y_m = l$~~ $y_m = y_1 - y_2 = (l - U_{1y}t) - U_{2y}t = S$.

$$V_{1y} = V_1 \cos \alpha$$

$$V_{2y} = V_2 \cdot \cos \beta. \quad \cos \beta = \sqrt{1 - \sin^2 \beta} = \sqrt{1 - \frac{3}{16}} = \sqrt{\frac{13}{16}} = \frac{\sqrt{13}}{4}.$$

$$S = y_{\text{ш}} = l - T(V_1 \cos \alpha + V_2 \cos \beta)$$

$$T = \frac{l - S}{V_1 \cos \alpha + V_2 \cos \beta} = \frac{1000 - 770}{10 \cdot \frac{1}{2} + 20 \cdot \frac{\sqrt{13}}{4}} = \frac{230}{5 + 5\sqrt{13}} = \frac{46}{1 + \sqrt{13}} = \frac{46(1 - \sqrt{13})}{-12} =$$

$$= \frac{23(\sqrt{13} - 1)}{3} \text{ с.}$$

Ответы: $\frac{\sqrt{3}}{4}, \frac{23(\sqrt{13} - 1)}{3} \text{ с.}$

✓

$$V_1 = 60 \frac{\text{м}}{\text{с}}, \quad V_2 = 80 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

П.к. скорости шариков перед столкновением взаимно перпендикулярны, скажем, что первый летел по ОХ, второй — по ОУ. Их скорости после столкновения по ОХ обозначим V_x , по ОУ — V_y . Распишем закон сохранения импульса по осям:

$$\text{ОХ: } V_1 \cdot m + 0 \cdot m = V_x \cdot 2m \Rightarrow 2V_x = V_1 \Rightarrow V_x = \frac{1}{2} V_1 = 30 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

$$\text{ОУ: } 0 \cdot m + V_2 \cdot m = V_y \cdot 2m \Rightarrow 2V_y = V_2 \Rightarrow V_y = \frac{1}{2} V_2 = 40 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

$$\text{Следовательно, что } V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2} = \sqrt{30^2 + 40^2} = \sqrt{2500} = 50 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Тогда $R_{AB} = R_1 + R_{234}$, где R_{234} — сопротивление параллельно соединённых R_2 , R_3 и R_4 . Найдём R_{23} — эквивалентное сопротивление параллельно соединённых R_2 и R_3 :

$$R_{23} = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3} = \frac{2\Gamma \cdot 2\Gamma}{2\Gamma + 2\Gamma} = \Gamma.$$

$$R_{234} = \frac{R_{23} \cdot R_4}{R_{23} + R_4} = \frac{\Gamma \cdot 4\Gamma}{\Gamma + 4\Gamma} = \frac{4}{5}\Gamma.$$

$$R_{AB} = R_1 + R_{234} = 3\Gamma + \frac{4}{5}\Gamma = \frac{19}{5}\Gamma = 3,8\Gamma.$$

Найдём I_0 — общий ток при $U = 38 \text{ В}$, и $\Gamma = 10 \text{ Ом}$:

$$I_0 = \frac{U}{R_{AB}} = \frac{5U}{19\Gamma} = \frac{5 \cdot 38}{19 \cdot 10} = 1 \text{ А}.$$

Найдём I_4 — ток, текущий через R_4 , используя свойства параллельного соединения:

$$U_2 = U_3 = U_4.$$

$$I_2 R_2 = I_3 R_3 = I_4 R_4.$$

$$2\Gamma I_2 = 2\Gamma I_3 = 4\Gamma I_4$$

$$I_2 = I_3 = 2 I_4.$$

$$I_0 = I_2 + I_3 + I_4 = 2 I_4 + 2 I_4 + I_4 = 5 I_4.$$

$$I_4 = \frac{1}{5} I_0 = \frac{1}{5} \cdot 1 = 0,2 \text{ А}.$$

Ответы: $3,8\Gamma$; $0,2 \text{ А}$.

Пусть Q — кол-во тепла, которое выделится в результате столкновения. Распишем Закон изменения энергии:

$$\frac{m v_1^2}{2} + \frac{m v_2^2}{2} = Q + \frac{2m \cdot v^2}{2}$$

$$Q = \frac{m v_1^2}{2} + \frac{m v_2^2}{2} - m v^2$$

Кроме того,

$$Q = c \cdot 2m \cdot \Delta t \Rightarrow 2cm \Delta t = \frac{m v_1^2}{2} + \frac{m v_2^2}{2} - m v^2$$

$$4c \Delta t = v_1^2 + v_2^2 - v^2$$

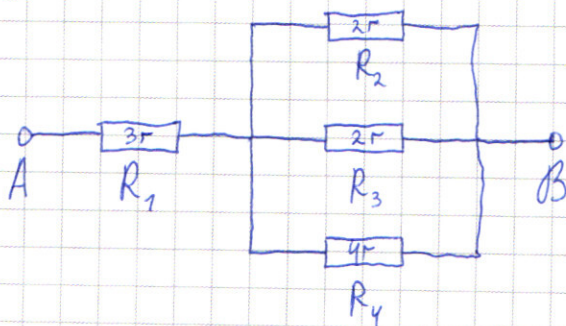
$$\Delta t = \frac{v_1^2 + v_2^2 - v^2}{4c} = \frac{60 \cdot 60 + 80 \cdot 80 - 50 \cdot 50}{4 \cdot 130} = \frac{3600 + 6400 - 2500}{520} =$$

$$= \frac{500}{52} = \frac{125}{13} \approx 10^\circ \text{C}$$

Ответы: $50 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, $\frac{125}{13}^\circ \text{C}$

№5.

Преобразуем схему для упрощения понимания характера цепи:



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№3.

Найдём v_2 . Для этого сначала найдём t падения
математического маятника до соударения из стандартной
формулы расстояния при равноускоренном движении:

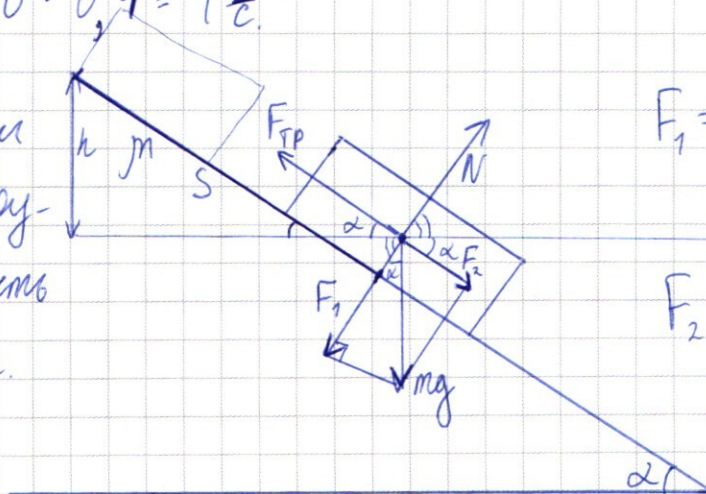
$$h = 0 \cdot t + \frac{g t^2}{2}$$

$$2h = g t^2$$

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{1,6}{10}} = \sqrt{0,16} = 0,4 \text{ с.}$$

$$v_2 = g t = 10 \cdot 0,4 = 4 \frac{\text{м}}{\text{с.}}$$

Рассмотрим
брусок до со-
ударения. Пусть
 $m\vec{g} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$ (см.
рисунк).



$$F_1 = mg \cdot \cos \alpha = N$$

$$F_2 = mg \cdot \sin \alpha$$

μ — коэффициент
трения бруска о
поверхность.

Второй закон Ньютона:

$$ma = F_2 - F_{\text{тр}} = mg \cdot \sin \alpha - \mu N = mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha = mg (\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$$

$$a = g (\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$$

Закон изменения энергии (до самого момента соударения)

$$W_{\text{пк}} - W_{\text{по}} = A_{\text{неп.}}$$

$$W_{nk} = \frac{m v_1^2}{2}$$

$$W_{no} = mgh$$

$$A_{\text{тр}} = F_{\text{тр}} \cdot S \cdot \cos 180^\circ = -\mu N S = -\mu mg \cos \alpha \cdot S$$

$$\frac{m v_1^2}{2} - mgh = -\mu mg S \cos \alpha$$

$$v_1^2 = 2gh - \mu g S \cos \alpha$$

$$\mu = \frac{2gh - v_1^2}{g S \cos \alpha} = \frac{2h}{S \cos \alpha} - \frac{v_1^2}{g S \cos \alpha}$$

$$a = g \left(\sin \alpha - \left(\frac{2h}{S \cos \alpha} - \frac{v_1^2}{g S \cos \alpha} \right) \cdot \cos \alpha \right) = g \left(\sin \alpha - \frac{2h}{S} - \frac{v_1^2}{g S} \right) =$$

$$= g \sin \alpha - \frac{2hg}{S} - \frac{v_1^2}{S} = g \sin \alpha - \frac{2hg + v_1^2}{S}$$

~~Закон сохранения энергии для соударения:~~

$$\cancel{m v_1^2 + m v_x^2 = 0}, \text{ где } v_x \text{ — проекция скорости } v_2 \text{ на}$$

$$\text{ось } v_1, \text{ т.е. } v_x = v_2 \cos \alpha \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \cancel{v_1^2 + v_2^2 \cos^2 \alpha = 0}$$

Для соударения:

- Закон сохранения энергии — не работает, удар неупругий;
- Закон изменения энергии — бесполезен, не поможет;
- Закон сохранения импульса:

$$m v_1 + m v_2 \cos \alpha = 0 \quad (v_2 \cos \alpha \text{ — проекция } v_2 \text{ на ось, ко-ва } v_1)$$

$$\cos \alpha = -\frac{v_1}{v_2} = -\frac{1}{4}$$

$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = \sqrt{1 - \frac{1}{16}} = \frac{\sqrt{15}}{4} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow a = g \left(\frac{\sqrt{15}}{4} + \frac{1}{4} \right) = \cancel{g} \cdot g \Rightarrow \frac{1}{4} g (g + \sqrt{15})$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

~~№3.~~

~~Во время движения (1/3. 2):~~

~~$ma = N_y$~~

~~$N_x = mg$~~

~~$\frac{N_x}{N} = \cos \alpha = \cos 30^\circ = \sqrt{1 - \frac{1}{4}} = \frac{\sqrt{3}}{2}$~~

~~$N_x = \frac{\sqrt{3}}{2} N$~~

~~$mg = \frac{\sqrt{3}}{2} N$~~

~~$m = \frac{\sqrt{3} \cdot N}{2g}$~~

~~$\frac{N_y}{N} = \sin \alpha$~~

~~$N_y = \sin \alpha \cdot N = \frac{1}{2} N$~~

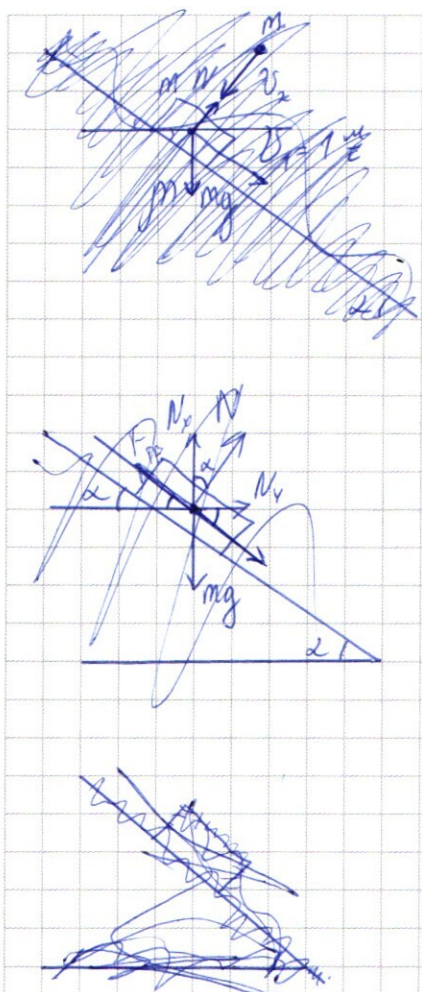
~~$ma = \frac{1}{2} N$~~

~~$a = \frac{2m}{N}$~~

~~$a = \frac{N}{2m} = \frac{N}{2 \cdot \left(\frac{\sqrt{3} N}{2g} \right)} =$~~

~~$= \frac{Ng}{\sqrt{3} N} = \frac{g}{\sqrt{3}} = \frac{g\sqrt{3}}{3} =$~~

~~$= \frac{10\sqrt{3}}{3}$~~



$$v_0 = 0.$$

нч.

$$OX: \quad v_0 \cdot m + v_2 \cdot m = v_x \cdot 2m$$

$$v_2 = 2v_x.$$

$$v_x = \frac{v_2}{2} = \frac{80}{2} = 40 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

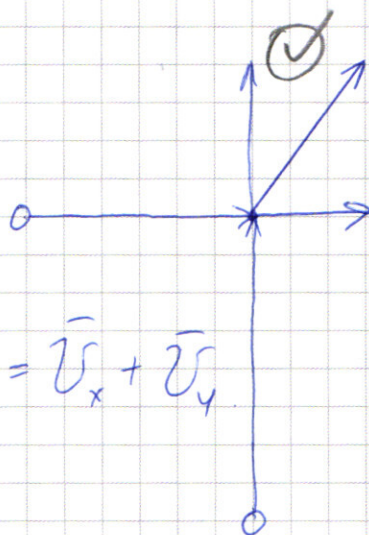
OY:

нч. 33/40

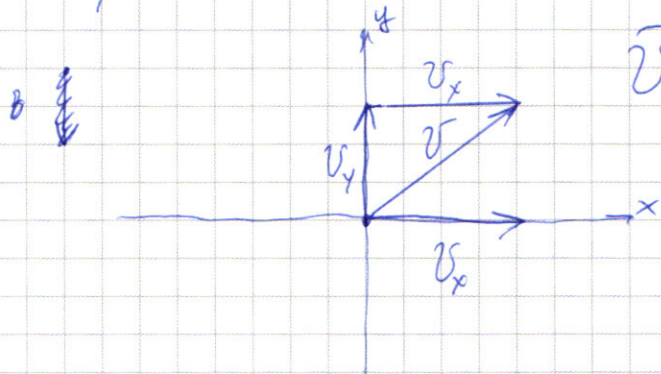
$$v_1 \cdot m + v_0 \cdot m = v_y \cdot 2m.$$

$$v_1 = 2v_y.$$

$$v_y = \frac{v_1}{2} = \frac{60}{2} = 30 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$



$$\vec{v} = \vec{v}_x + \vec{v}_y$$



$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{40^2 + 30^2} = \sqrt{1600 + 900} = \sqrt{2500} = \sqrt{25 \cdot 100} = 50 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

3. н. 2:

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

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

$$Q = Q_1 + Q_2 = c \cdot m \cdot \Delta t + c \cdot m \cdot \Delta t = 2cm\Delta t.$$

$$4cm\Delta t = mv_1^2 + mv_2^2 - 2mv^2$$

$$\Delta t = \frac{v_1^2 + v_2^2 - 2v^2}{4c} = \frac{60 \cdot 60 + 80 \cdot 80 - 50 \cdot 50 \cdot 2}{4 \cdot 1300} =$$

$$= \frac{3600 + 6400 - 5000}{52} = \frac{5000}{52} = \frac{1250}{13} \approx 10^\circ \text{C}.$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

З.С.У.:

$$m v_1 + m v_2 = (m + m) v_3$$

$$m(v_1 + v_2) = v_3 \cdot 2m$$

$$v_1 + v_2 = 2v_3$$

$$v_3 = \frac{v_1 + v_2}{2} = \frac{60 + 80}{2} = \frac{140}{2} = 70 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

З.Э.У.:

$$\frac{m v_1^2}{2} + \frac{m v_2^2}{2} = Q + \frac{2m v^2}{2} \quad | \cdot 2$$

$$m v_1^2 + m v_2^2 = Q + 2m v^2$$

$$Q = m v_1^2 + m v_2^2 - 2m v^2$$

$$Q = Q_1 + Q_2 = c \cdot m \cdot \Delta t + c \cdot m \cdot \Delta t = 2 c m \Delta t$$

$$2 c m \Delta t = m v_1^2 + m v_2^2 - 2m v^2$$

$$\Delta t = \frac{v_1^2 + v_2^2 - 2v^2}{2c} = \frac{60^2 + 80^2 - 2 \cdot 70^2}{2 \cdot 1300} = \frac{3600 + 6400 - 9800}{2600} = \frac{1000}{2600} = \frac{10}{26} = \frac{5}{13} \text{ с}$$

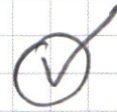
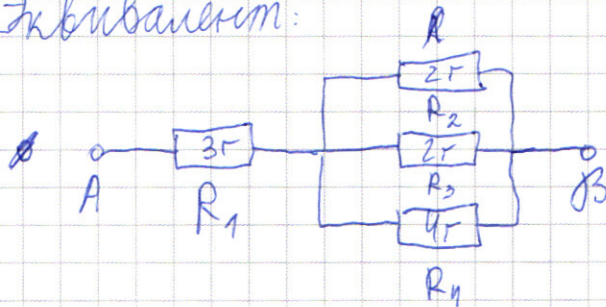
$$= \frac{1000 - 980}{2 \cdot 13} = \frac{20}{26} = \frac{10}{13} \text{ с}$$

н.ч.



НЕВЕРНО!

Эквивалент:



$$R_{AB} = R_1 + R_{\text{пар.}}$$

$$R_{\text{пар.}} = R_{23} \cdot R_4 : (R_{23} + R_4)$$

$$R_{23} = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3} = \frac{2\Omega \cdot 2\Omega}{2\Omega + 2\Omega} = \frac{4\Omega^2}{4\Omega} = 1\Omega$$

$$R_{\text{пар.}} = \frac{R_{23} \cdot R_4}{R_{23} + R_4} = \frac{1\Omega \cdot 4\Omega}{1\Omega + 4\Omega} = \frac{4\Omega^2}{5\Omega} = \frac{4}{5}\Omega$$

$$R_{AB} = R_1 + R_{\text{пар.}} = 3\Omega + \frac{4}{5}\Omega = \frac{(15 + 4)\Omega}{5} = \frac{19}{5}\Omega$$

$$I_0 = \frac{U}{R_{AB}} = \frac{19}{\frac{19}{5}} = \frac{19}{\frac{19}{5}} = \frac{5 \cdot 19}{19} = \frac{5 \cdot 38}{38 \cdot 10} = \frac{10}{10} = 1 \text{ A}$$

$$U_2 = U_3 = U_4 \text{ (II)}$$

$$I_2 R_2 = I_3 R_3 = I_4 R_4$$

$$2 I_2 = 2 I_3 = 4 I_4$$

$$I_2 = I_3 = 2 I_4$$

$$I_2 + I_3 + I_4 = I_0$$

$$2 I_4 + 2 I_4 + I_4 = I_0$$

$$5 I_4 = I_0$$

$$I_4 = \frac{I_0}{5} = \frac{1}{5} \text{ A} = 0,2 \text{ A}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1.

$\vec{v}_1 = \vec{v}_{1x} + \vec{v}_{1y}$
 $\vec{v}_2 = \vec{v}_{2x} + \vec{v}_{2y}$

$\sin 60^\circ = \frac{x\sqrt{3}}{2x} = \frac{\sqrt{3}}{2}$

В момент столкновения:

$x_c = x_c$
 $v_{1x} \tau = v_{2x} \tau$
 $v_{1x} = v_{2x}$

$\frac{v_{1x}}{v_1} = \sin \alpha \Rightarrow v_{1x} = v_1 \sin \alpha = v_1 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$

$\frac{v_{2x}}{v_2} = \sin \beta \Rightarrow \sin \beta = \frac{v_{2x}}{v_2} = \frac{v_{1x}}{v_1} = \frac{v_1 \sin \alpha}{v_2} = \frac{10 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}{20} = \frac{\sqrt{3}}{4}$

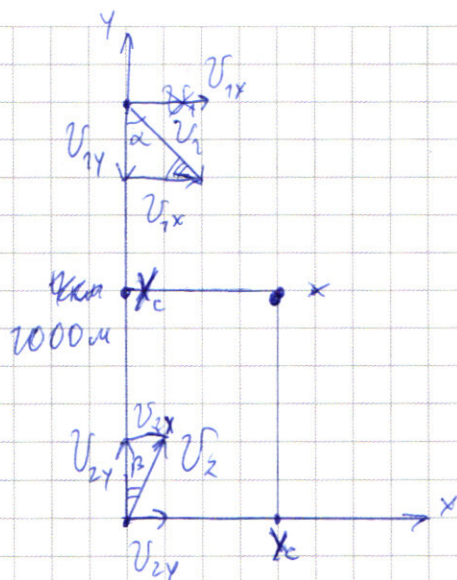
$S = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + y_1^2} \neq$

№ 1.

Пусть столкновение — через τ .
Тогда в момент его:

$$x_1 = x_2, \quad y_1 = y_2.$$

$$\vec{v}_1 = \vec{v}_2$$



$$\vec{v}_1 = \vec{v}_{1y} + \vec{v}_{1x}$$

$$\vec{v}_2 = \vec{v}_{2y} + \vec{v}_{2x}$$

$$\tau = \tau$$

$$l - x_c = \frac{x_c}{v_{1x}} = \frac{x_c}{v_{2x}}$$

$$\frac{x_c}{v_{1y}} = \frac{x_c}{v_{2y}}$$

$$\frac{v_{2y}}{v_2} = \sin \beta$$

$$\frac{v_{1y}}{v_1} = \cos \alpha = \frac{1}{2}$$

$$v_{1y} = v_{2y}$$

$$v_{1y} = \frac{1}{2} v_1 = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\sin \beta = \frac{v_{2y}}{v_2} = \frac{v_{1y}}{v_1}$$

$$\cos \beta = \frac{v_{2x}}{v_2} = \frac{v_{1x}}{v_1} = \frac{5}{20} = \frac{1}{4}$$

$$\sin \beta = \sqrt{1 - \cos^2 \beta} = \sqrt{1 - \frac{1}{16}} = \sqrt{\frac{15}{16}} = \frac{\sqrt{15}}{4}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$v_{1x} = \sin \alpha \cdot v_1$$

$$v_{2x} = \sin \beta \cdot v_2$$

$$v_{1y} = \cos \alpha \cdot v_1$$

$$v_{2y} = \cos \beta \cdot v_2$$

$$v_{1x} = v_{2x}$$

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

$$\sin \beta = \frac{v_1}{v_2} \cdot \sin \alpha = \frac{10}{20} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{10\sqrt{3}}{40} = \frac{1}{4} \sqrt{3} = \frac{\sqrt{3}}{4}$$

$$S = \sqrt{x_m^2 + y_m^2}$$

$$x_m = x_1 - x_2 = v_{1x}T - v_{2x}T = T(v_{1x} - v_{2x}) = T \cdot 0 = 0 \Rightarrow$$

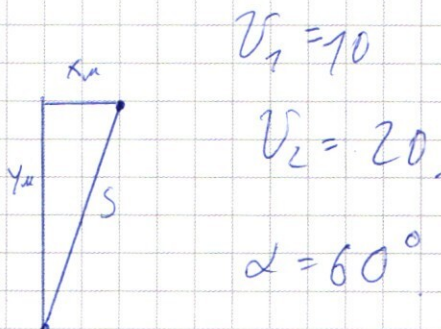
$$\Rightarrow S = y_m$$

$$y_m = l - v_{1y}T - v_{2y}T = l - v_1T \cos \alpha - v_2T \cos \beta =$$

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

$$T = \frac{l - S}{v_1 \cos \alpha + v_2 \cos \beta} = \frac{1000 - 770}{10 \cdot \frac{1}{2} + 20 \cdot \frac{\sqrt{3}}{4}} = \frac{230}{5 + 5\sqrt{3}} = \frac{230}{5(1 + \sqrt{3})} =$$

$$= \frac{46}{1 + \sqrt{3}} = \frac{46(1 - \sqrt{3})}{1 - 3} = \frac{46(1 - \sqrt{3})}{-2} = \frac{23(\sqrt{3} - 1)}{1} \text{ c}$$



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



11.

$$\sin \alpha = \frac{1}{2}$$

$$\cos \alpha = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\sin \beta = \frac{\sqrt{3}}{4}$$

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

$$S = \sqrt{x_m^2 + y_m^2}$$



553 5

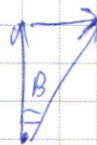
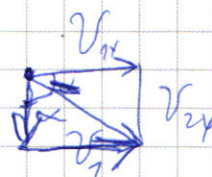
$$y_m = l - (v_{1y} + v_{2y})T$$

$$v_{1x} = \cos \alpha \cdot v_1 = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 10 = 5\sqrt{3}$$

$$\Rightarrow v_{2x} = v_{1x}$$

$$v_{2x} = \cos \beta \cdot v_2 = \frac{\sqrt{13}}{4} \cdot 20 = 5\sqrt{13}$$

$$x_m = v_{2x}T - v_{1x}T$$



$$y_m = l - (v_{1y} + v_{2y})T$$

$$v_{1y} = v_1 \sin \alpha = \frac{1}{2} \cdot 10 = 5$$

$$v_{2y} = v_2 \sin \beta = 20 \cdot \frac{\sqrt{13}}{4} = 5\sqrt{13}$$

$$v_{2y} =$$



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

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

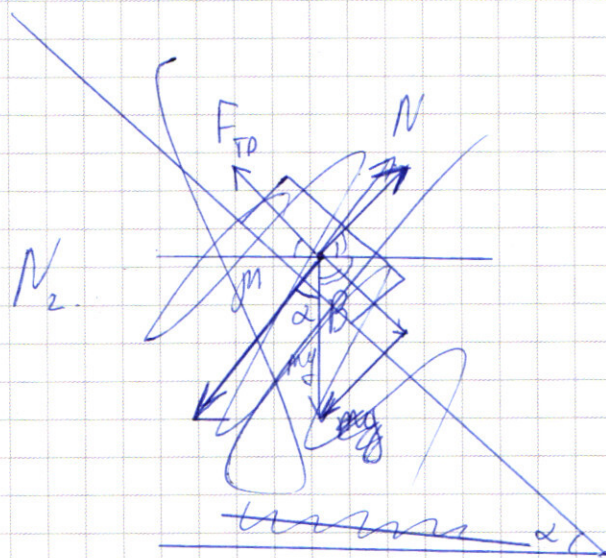
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

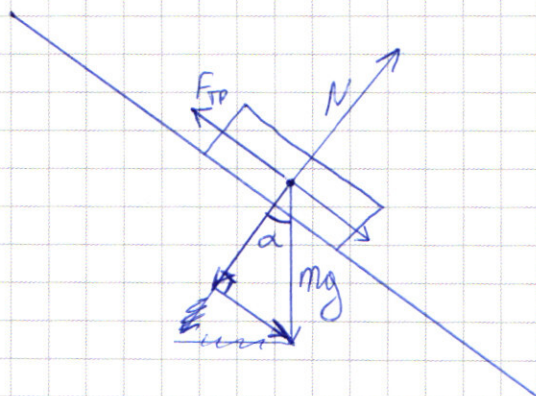
ночке:

$$2mg \cos \alpha = N_2$$



$$\beta = 90^\circ - \alpha$$

$$mg \cos \alpha =$$



до:

$$mg \cos \alpha = N_1$$

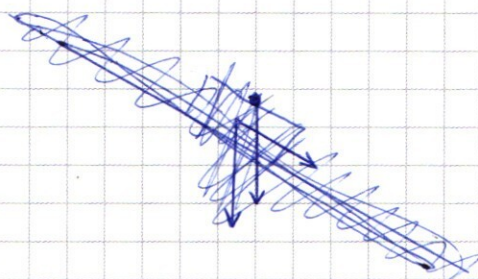
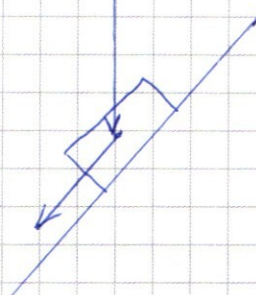
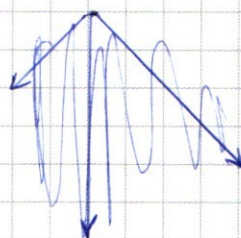
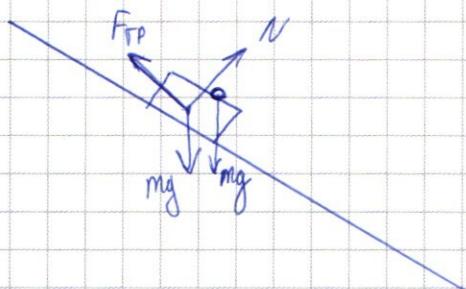
$$m \cdot g - mg \sin \alpha$$

$$(\sin \alpha = m)$$

$$ma = m \cdot g - mg \sin \alpha$$

$$a = g(1 - \sin \alpha)$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$h = v_0 t + \frac{at^2}{2}$$

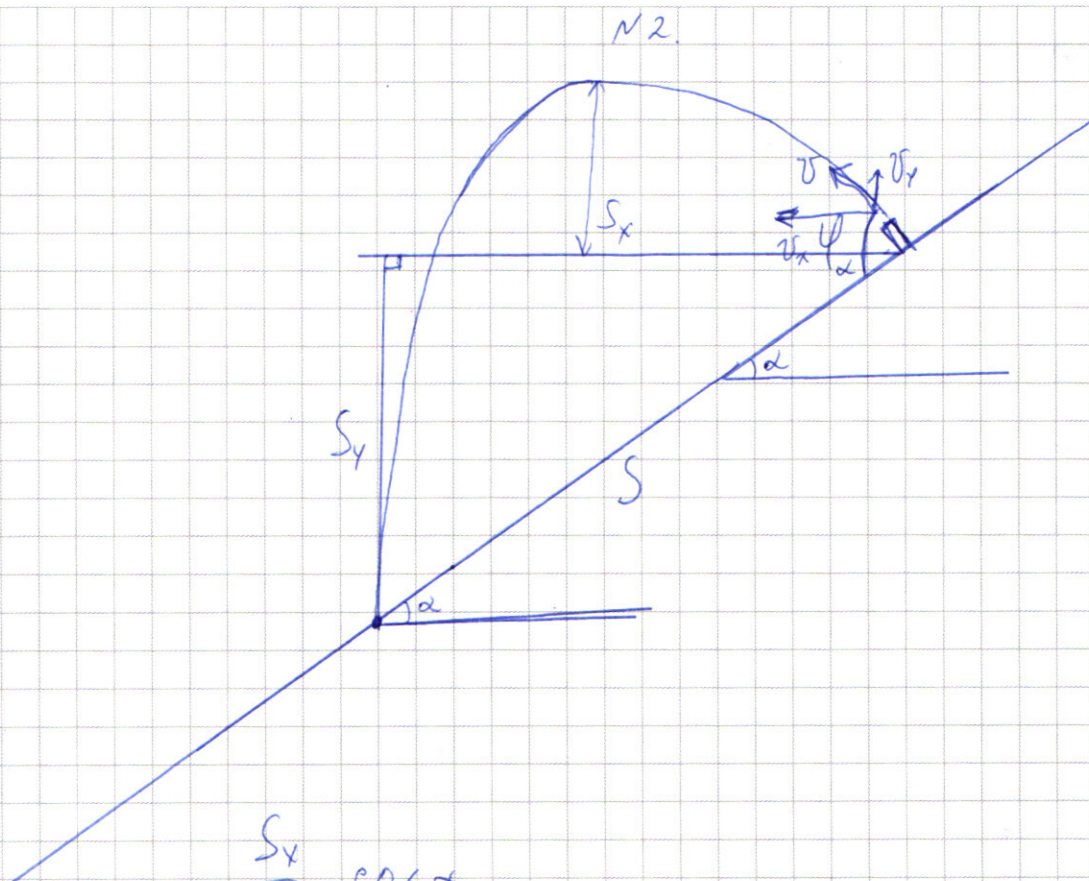
$$0,8 = 0 \cdot t + \frac{10 \cdot t^2}{2}$$

$$0,8 = 5t^2$$

$$t^2 = \frac{0,8}{5} = \frac{8}{50} = \frac{4}{25}$$

$$t = \frac{2}{5} \text{ с} = 0,4$$

$$|v_z| = gt = \frac{2}{5} \cdot 10 = \frac{20}{5} = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$



$$\frac{S_x}{S} = \cos \alpha.$$

$$S_x = S \cos \alpha = S \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{800 \cdot \sqrt{3}}{2} = 400\sqrt{3} \text{ м.}$$

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}.$$

$$S_y = S \cdot \sin \alpha = 800 \cdot \frac{1}{2} = 400 \text{ м.}$$

$$S_x = v_x T.$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

20:

$$W_{\text{пк}} - W_{\text{по}} = A_{\text{неп.}}$$

$$mg \cdot \frac{v^2}{2} - mgh = F_{\text{тр}} \cdot S \cdot (-1).$$

$$mv^2 = 2mgh - mN \cdot S.$$

$$N = \sin \alpha \cdot mg.$$

$$\frac{mg}{N} = \sin \alpha.$$

$$N = \frac{mg}{\sin \alpha}.$$

$$mv^2 = 2mgh - m \frac{mg}{\sin \alpha} \cdot S.$$

$$v^2 = 2gh - \frac{mg}{\sin \alpha} \cdot S.$$

$$v^2 = 2gh - \frac{mg}{mg - g} \cdot S.$$

$$ma = mg - mg \sin \alpha.$$

$$\sin \alpha = \frac{mg}{mg - g}.$$

$$a = g - g \sin \alpha.$$

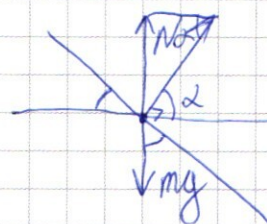
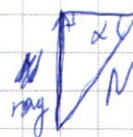
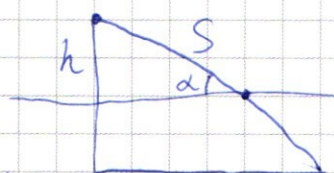
$$\sin \alpha = \frac{mg - g}{g}.$$

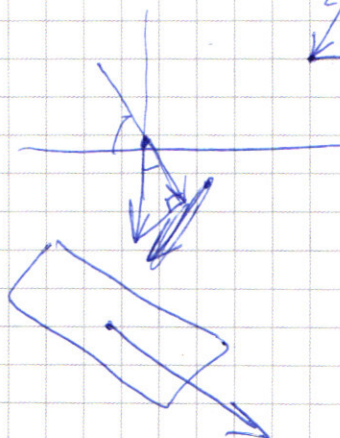
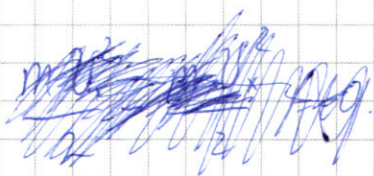
$$v^2 = g \left(2h - \frac{mg}{mg - g} \cdot S \right).$$

$$\frac{h}{S} = \sin \alpha.$$

$$v^2 = 2gh - \frac{mgS}{h} \cdot S.$$

$$v^2 h = 2gh - mgS^2.$$





$$v_x = v_2 \cos \alpha.$$

$$m v_1 + m v_2 \cos \alpha = 0.$$

$$1 + 4 \cos \alpha = 0.$$

$$1 = 4 \cos \alpha.$$