

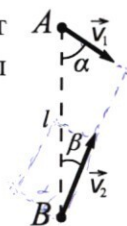
Олимпиада «Физтех» по физике, с

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?

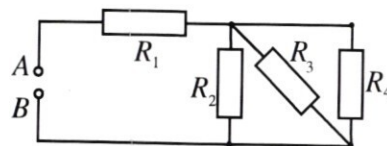
2) На сколько Δt (°C) повысится температура шариков?

Удельная теплоемкость свинца $c = 130$ Дж/(кг·°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

$\sin \beta = ?$ $T = ?$

$$v_1 = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

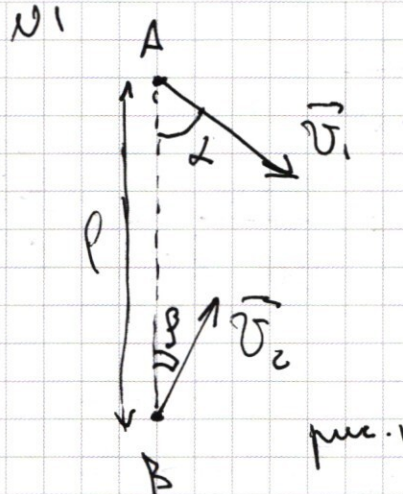
$$v_2 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\alpha = 60^\circ$$

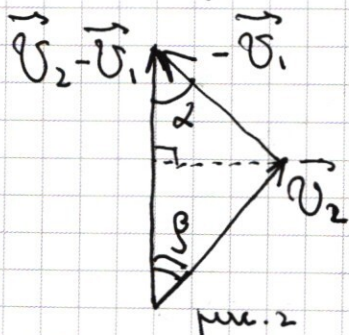
$$r = 1 \text{ км}$$

$$S = 440 \text{ м}$$

$$1000 \text{ м}$$



Перейдем в сист. отсчета, связанную с кораблем; тогда точка А будет покоиться, а скорость В будет состоять из двух векторов, ~~один из которых равен~~ вектор суммы которых ~~равен~~ ~~длине~~ ~~направ-~~ ~~лен~~ из В в А и-к. морского попутки.



Теорема синусов для данного Δ :

$$\frac{v_2}{\sin \alpha} = \frac{v_1}{\sin \beta} \Rightarrow \sin \beta = \frac{v_1}{v_2} \sin \alpha$$

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

$\vec{v} = \vec{v}_2 - \vec{v}_1$ Из рисунка 2 можно заметить, что
 $v = v_1 \cos \alpha + v_2 \cos \beta$

~~$$V_1 \cos \alpha + V_1 \sin \alpha + V_1 (\cos \alpha + \sin \alpha)$$~~

$$S = l - vt \Rightarrow vt = l - S \Rightarrow t = \frac{l - S}{v}$$

~~$$t = \frac{l - S}{v_1 (\cos \alpha + \sin \alpha)}$$~~

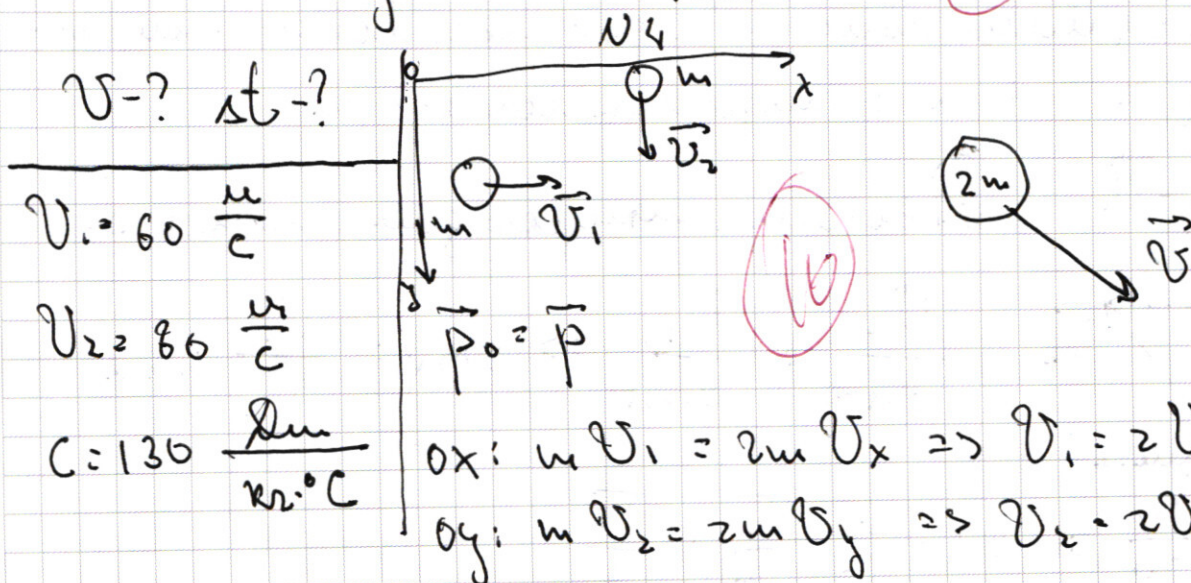
~~$$t = \frac{1000 - 770}{10 \left(\frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{1}{2} \right)} = \frac{230}{10 \cdot \frac{\sqrt{3} + 1}{2}} = \frac{230}{5(\sqrt{3} + 1)} = \frac{46}{\sqrt{3} + 1}$$~~

$$\sin^2 \beta + \cos^2 \beta = 1$$

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

$$t = \frac{l - S}{v_1 \cos \alpha + v_2 \cos \beta} = \frac{1000 - 770}{10 \cdot \frac{1}{2} + 20 \cdot \frac{\sqrt{13}}{4}} = \frac{230}{5 + 5\sqrt{13}} = \frac{46}{1 + \sqrt{13}} \text{ (с)}$$

Ответ: $\sin \beta = \frac{\sqrt{3}}{4}$ $t = \frac{46}{1 + \sqrt{13}} \text{ с.}$



$$v^2 = v_x^2 + v_y^2$$

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$v = \sqrt{\left(\frac{v_1}{2}\right)^2 + \left(\frac{v_2}{2}\right)^2} = \frac{\sqrt{v_1^2 + v_2^2}}{2}$$

ЗСЭ: $E = E_0$

$$\frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2} = 2 \cdot \frac{mv^2}{2} + 2mcs\Delta t$$

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

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

$$v_1^2 + v_2^2 = \sqrt{v_1^2 + v_2^2} + 4cs\Delta t$$

$$\frac{v_1^2 + v_2^2 - \sqrt{v_1^2 + v_2^2}}{4c} = \Delta t$$

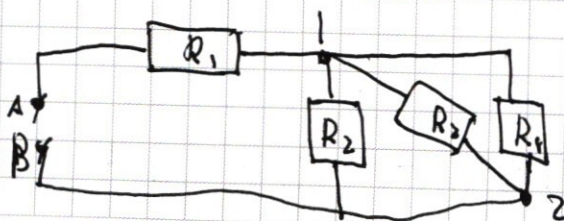
$$v = \frac{\sqrt{60^2 + 80^2}}{2} = \frac{\sqrt{3600 + 6400}}{2} = \frac{100}{2} = 50 \left(\frac{м}{с}\right)$$

$$\Delta t = \frac{10000 - 5000}{4 \cdot 130} = \frac{5000}{4 \cdot 130} = \frac{1250}{130} = \frac{125}{13} \approx 9,6 (^{\circ}C)$$

Ответ: $v = \frac{\sqrt{v_1^2 + v_2^2}}{2} = 50 \frac{м}{с}$ $\Delta t = \frac{v_1^2 + v_2^2 - \sqrt{v_1^2 + v_2^2}}{4c} = 9,6^{\circ}C$

$R_{AB} = ?$ $\gamma = ?$

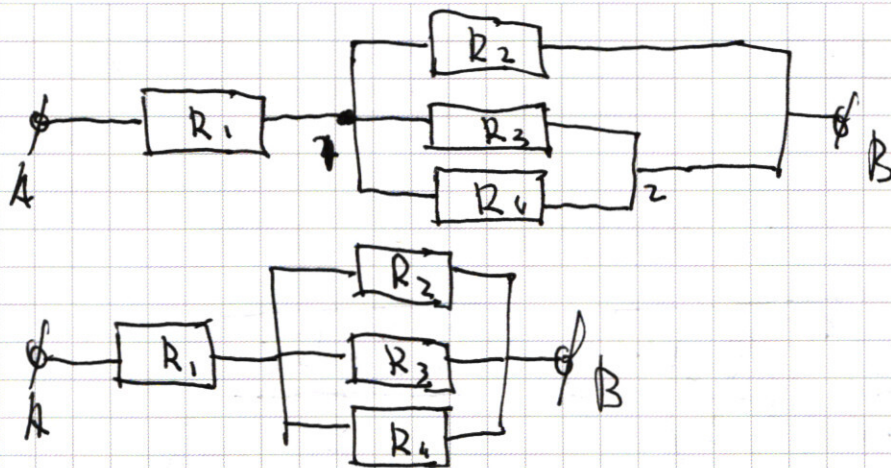
$v = 10 \text{ Ам}$
 $R_2 = R_3 = 2v$



$$R_1 = 3 \text{ r}$$

$$R_4 = 4 \text{ r}$$

$$U = 38 \text{ B}$$



Общий экв-преобразовк, по формуле параллельно.

$$R_{34} = \frac{2 \text{ r} \cdot 4 \text{ r}}{2 \text{ r} + 4 \text{ r}} = \frac{8}{6} \text{ r} = \frac{4}{3} \text{ r}$$

$$R_{234} = \frac{2 \text{ r} \cdot \frac{4}{3} \text{ r}}{\frac{4}{3} \text{ r} + 2 \text{ r}} = \frac{\frac{8}{3} \text{ r}^2}{\frac{10}{3} \text{ r}} = \frac{8}{10} \text{ r}$$

$$R_{AB} = \frac{8}{10} \text{ r} + 3 \text{ r} = 3,8 \text{ r}$$

$$I = \frac{U}{R}$$

$$I_0 = \frac{U}{R_{AB}} = \frac{38}{3,8} = 10 \text{ (A)} \quad I_1 = I_0 = I_2 + I_3 + I_4$$

$$U_2 = U_3 = U_4$$

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

из простых пропорций очевидно, что

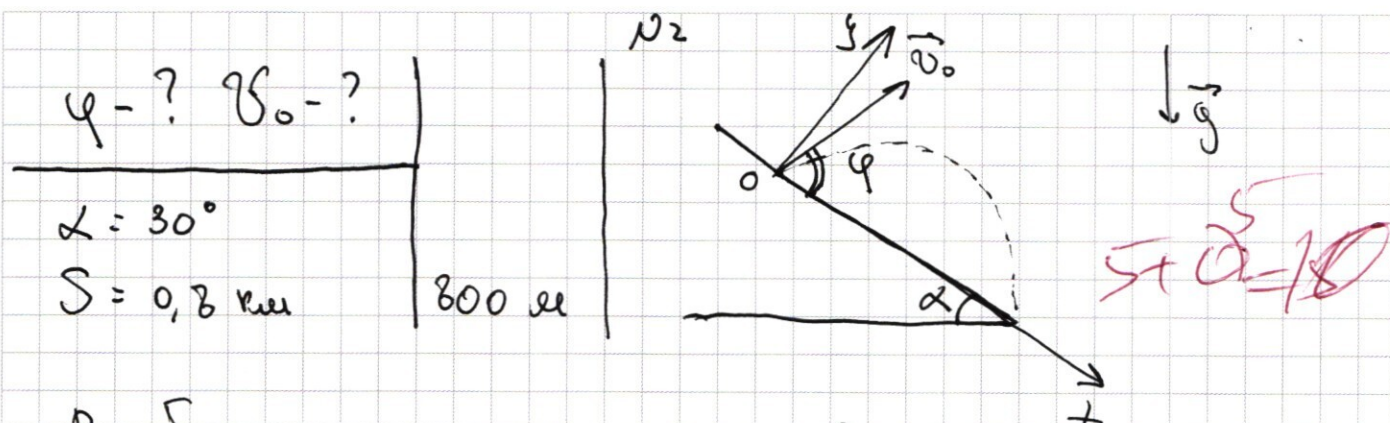
$$I_2 = I_3 = 0,4 \text{ A}$$

$$I_4 = 0,2 \text{ A} = I$$

$$\text{Ответ: } R_{AB} = 3,8 \text{ r} \quad I = 0,2 \text{ A}$$

10

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



Выберем систему отсчета, как показано на рисунке:

$$\vec{S} = \vec{v}_0 t + \frac{\vec{a} t^2}{2} \quad f = 0, \text{ когда найдём решение.}$$

$$Ox: S = v_0 \cos \varphi T + \frac{g \sin \alpha T^2}{2}$$

$$Oy: 0 = v_0 \sin \varphi T - \frac{g \cos \alpha T^2}{2}$$

$$v_0 \sin \varphi = \frac{g \cos \alpha T}{2} \Rightarrow T = \frac{2 v_0 \sin \varphi}{g \cos \alpha}$$

$$T_{\max} \text{ при } \sin \varphi = 1 \Rightarrow \varphi = 90^\circ$$

Далее по принципу суперпозиции м.к. движение разложим.

$$800 = v_0 \cdot 0 \cdot T + \frac{10 \cdot T^2}{2 \cdot 2} = 2,5 T^2 = 2,5 \cdot \frac{4 \cdot v_0^2 \cdot 1}{100 \cdot \frac{3}{4}} =$$

$$= 10 \cdot \frac{v_0^2}{45}$$

$$80 = \frac{v_0^2}{45}$$

$$v_0^2 = 6000 \Rightarrow v_0 = 20 \sqrt{15} \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right)$$

$$\text{Ответ: } \varphi = 90^\circ \quad v_0 = 20 \sqrt{15} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

№12

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$v_2 = ?$ $\alpha = ?$
 $v_1 = 1 \frac{m}{c}$
 $h = 0,8 \text{ м}$
 $g = 10 \frac{m}{c^2}$

$\vec{p} = \vec{p}_0$ $E = E_0$

$mgh = \frac{mv^2}{2}$
 $gh = \frac{v^2}{2}$
 $v_2 = \sqrt{2gh}$

$-m v_2 \sin \alpha + m v_1 \cos \alpha = 0$

$v_2 \sin \alpha = v_1 \cos \alpha$
 $\tan \alpha = \frac{v_1}{v_2} = \frac{v_1}{\sqrt{2gh}} = \frac{1}{\sqrt{2 \cdot 10 \cdot 0,8}} = \frac{1}{4}$

$\vec{F} = m\vec{a}$

$\vec{N} : N = mg \cos \alpha$

4. + 0
 298 мкс
 = 4 м/сек

$$\vec{F}_{\text{тр}}: F_{\text{тр}} = mg \cos \alpha \mu$$

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

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

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

$$\mu \geq \frac{a}{g \cos \alpha} = 2,5 \frac{u}{c^2}$$

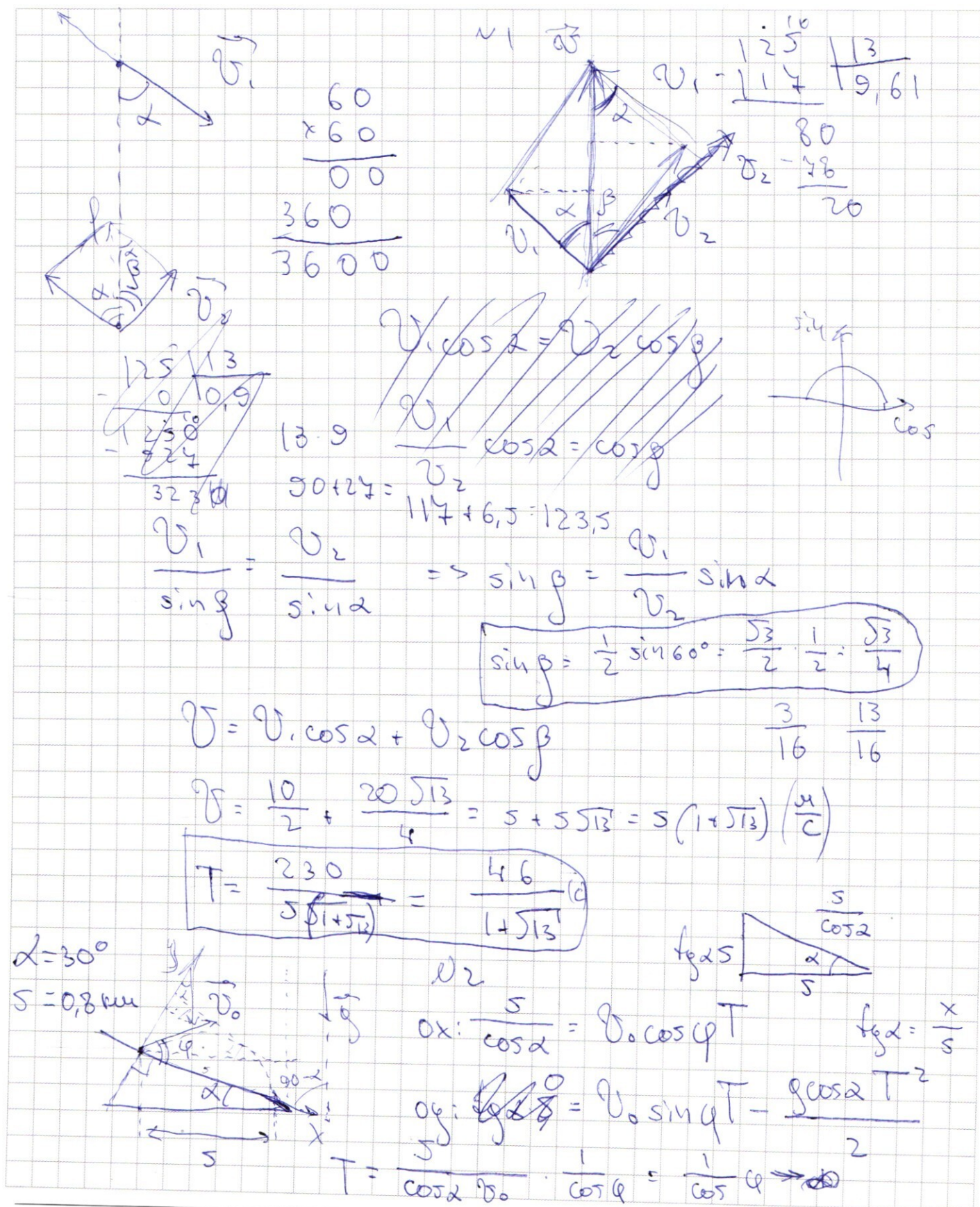
$\mu > \tan \alpha$ м.к. движение равнозам.

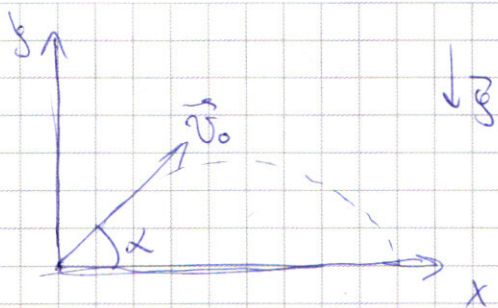
$$a = g(\sin \alpha + \mu - \sin \alpha) = g\mu$$

$$a \geq g \tan \alpha$$

$$\text{Ответ: } V_c = \sqrt{2gh} = 4 \frac{u}{c} \quad a \geq 2,5 \frac{u}{c^2}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА





$$Ox: L = v_0 \cos \alpha t$$

$$Oy: 0 = v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$$

$$v_0 \sin \alpha t = \frac{gt^2}{2}$$

$$v_0 \sin \alpha = \frac{gt}{2}$$

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

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

$$L = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$$

$$\frac{m^2 c^2}{c^2 m} \cdot m$$

$$T = \frac{S}{\cos \alpha v_0} \cdot \frac{1}{\cos \varphi}$$

$$\frac{S}{\cos \alpha} = \frac{v_0^2 \sin 2\varphi}{g}$$

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

$$\frac{S}{\cos \alpha} = v_0 \cos \varphi T$$

$$v_0 \sin \varphi T = \frac{g \cos \alpha T^2}{2}$$

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

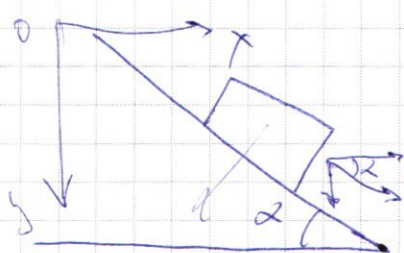
$$v_0 \cos \varphi T = \frac{S}{\cos \alpha}$$

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

$$\tan \varphi T = \frac{S \cdot 2}{\cos \alpha \cdot g \cdot \cos \alpha \cdot T}$$

$$T = \frac{S}{\cos \alpha \cos \varphi} = \frac{2v_0 \sin \varphi}{g \cos \alpha}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$\vec{p} = \vec{p}_0$$

$$\left. \begin{aligned} m_1 v_1 \cos \alpha &= (m_1 + m_2) v \cos \alpha \\ m_2 v_2 + m_1 v_1 \sin \alpha &= (m_1 + m_2) v \sin \alpha \end{aligned} \right\}$$

$$m v_1 \cos \alpha = 2 v m \cos \alpha$$

$$v_1 = 2v$$

$$m v_2 + m v_1 \sin \alpha = (m_1 + m_2) v \sin \alpha$$

$$m(v_2 + v_1 \sin \alpha) = 2m v \sin \alpha$$

$$v_2 = v \sin \alpha - v_1 \sin \alpha$$

$$F_f = m(v - v_0)$$

$$v_2 = \sqrt{2gh}$$

$$\sin \alpha = \frac{v_2}{v_1} = \frac{\sqrt{2gh}}{2\sqrt{2gh}} = \sqrt{2gh} = 1$$

$$F_{fp1} = mg \cos \alpha \mu$$

$$m v_2 + m v_1 \sin \alpha = 2m v \sin \alpha$$

$$-v_2 = v_1 \sin \alpha$$

$$F_{fp2} = 2 mg \cos \alpha \mu = 2 mg \sin \alpha$$

$$2 \cos \alpha \mu = 2 \sin \alpha$$

$$\cos \alpha \mu = \sin \alpha$$

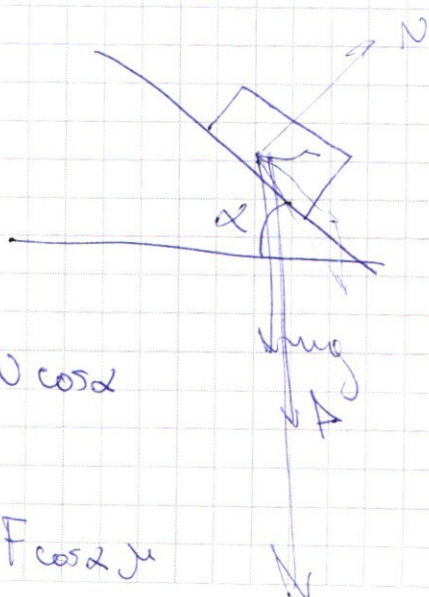
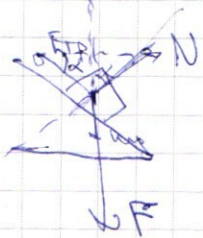
$$\mu = \tan \alpha$$

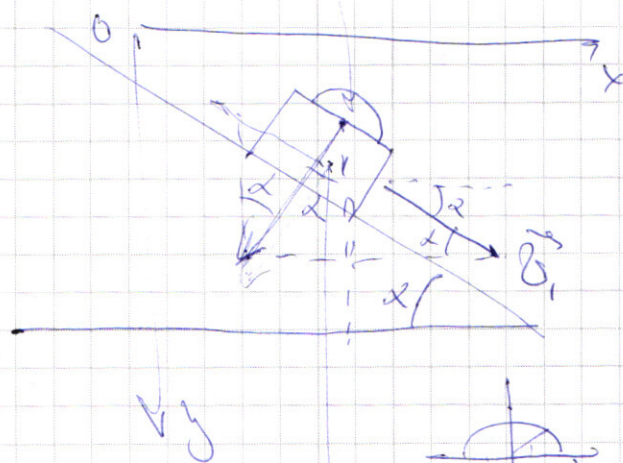
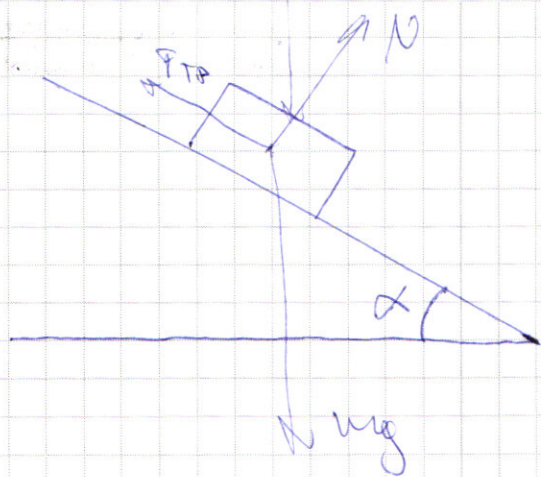
$$(mg + P) \cos \alpha = (N + F_f)^2 = F^2$$

$$F = F_{fp} \sin \alpha + N \cos \alpha$$

$$\alpha = \arctan \mu \cos \alpha = \mu \sin \alpha$$

$$N = F \cos \alpha \quad F_{fp} = F \cos \alpha \mu$$





$$Ox: m V_1 \cos \alpha = 2m V_x$$

$$Oy: m V_1 \sin \alpha + m V_2 = 2m V_y$$

$$V_1 \cos \alpha = V_1 \sin \alpha + V_2$$

$$V_1 (\cos \alpha - \sin \alpha) = V_2$$

$$\cos \alpha - \sin \alpha = \frac{V_2}{V_1}$$

$$\cos \alpha - \sin \alpha = \frac{1}{4}$$

$$\cos 2 - \sqrt{1 - \cos^2 2} = \frac{1}{4}$$

$$4 \cos$$

$$N = mg \cos \alpha$$

$$F_{\text{тр}} = \mu mg \cos \alpha$$

$$\mu g \cos \alpha$$

$$2mg$$

$$\vec{F}t = \Delta \vec{p}$$

$$V_2 \sin \alpha = V_1 \cos \alpha$$

$$\tan \alpha = \frac{V_1}{V_2}$$

$$V_2 \cos \alpha = V_1 \sin \alpha$$

$$mgh = \frac{m V^2}{2}$$

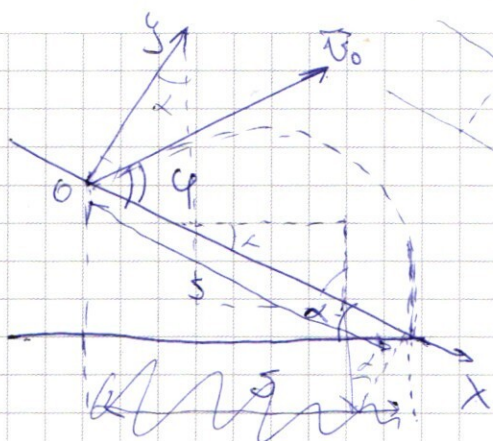
$$gh = \frac{V^2}{2}$$

$$\sqrt{2gh} = V$$

$$\sqrt{2 \cdot 10 \cdot 0,8} =$$

$$\sqrt{16} = 4 \frac{m}{c}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$v_0 = \frac{800 \cdot 10}{2 \cdot 1} = 400 \cdot 10 = 4000 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$20 \sqrt{10} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$v_0 \cos \varphi T = \frac{v_0^2 \cdot \sin 2\varphi}{g \cos \alpha}$$

$$ox: \frac{s}{\cancel{v_0 \cos \varphi}} = v_0 \cos \varphi T + \frac{g \sin \alpha T^2}{2} = \frac{v_0 \cdot 2 \sin \varphi}{g \cos \alpha} = \frac{s}{v_0 \cos \varphi}$$

$$oy: 0 = v_0 \sin \varphi T - \frac{g \cos \alpha T^2}{2} \quad T^2 = \frac{2s}{g \cos \alpha} \quad \varphi \rightarrow 90^\circ$$

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

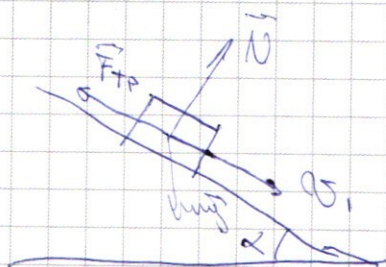
$$T = \frac{2 v_0 \sin \varphi}{g \cos \alpha}$$

$$s = \frac{v_0^2 \cdot \sin 2\varphi}{g \cos \alpha}$$

23

$$v_0 = \sqrt{\frac{s \cdot g \cdot \cos \alpha}{\sin 2\varphi}}$$

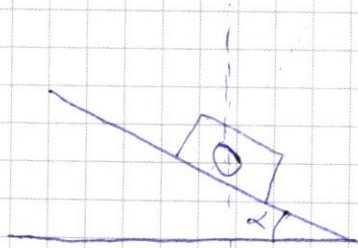
$$\varphi = 90^\circ$$



$$N = mg \cos \alpha$$

$$F_{tr} = \mu mg \cos \alpha$$

$$a = -\mu g \cos \alpha$$



$$mgh = \frac{mv^2}{2}$$

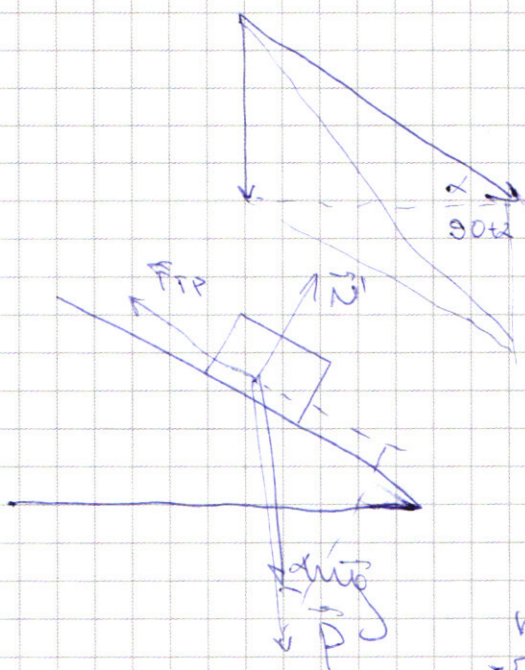
$$gh = \frac{v^2}{2}$$

$$\sqrt{2gh} = v$$

$$m_2 v$$

$$F = m \frac{\Delta v}{t}$$

$$Ft = m \Delta v \Rightarrow Ft = \Delta p$$



$$100 \cdot 5 \cdot 4 = 100 \cdot 0.9 = 6000$$

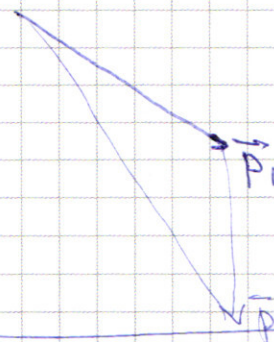
$$\frac{6000}{x} = 5$$

$$N' = (mg + P) \cos \alpha$$

$$F_{\text{тр}} = \mu (mg + P) \cos \alpha$$

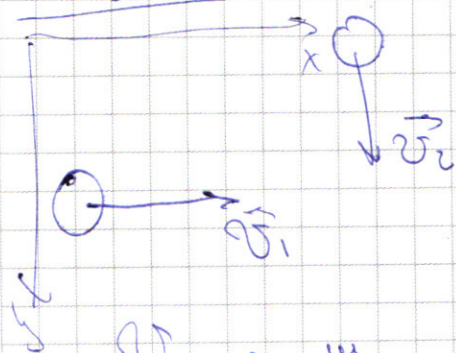
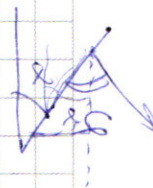
$$\mu (mg + P) \cos \alpha = (mg + P) \sin \alpha$$

$$\mu = \tan \alpha$$



$$S \cos \alpha = \sqrt{P_1^2 + P_2^2}$$

$$S \sin \alpha = \sqrt{P_1^2 + P_2^2}$$



$$v_x = 30 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v_y = 40 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v = 50 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$p_0 = P$$

$$c \Delta t = 5000$$

$$\Delta t = \frac{5000}{130}$$

$$\Delta t = \frac{500}{13} \dots$$

$$dx: m v_1 = 2 m v_x$$

$$dy: m v_2 = 2 m v_y$$

$$m v_1^2 + m v_2^2 = 2 m v_x^2 + 2 m v_y^2$$

$$v_2 = 2 v_y$$

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

$$3600 + 6400 = 5000 + c \Delta t$$