

Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Вариант 09-01

Класс 09

Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без влс

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?

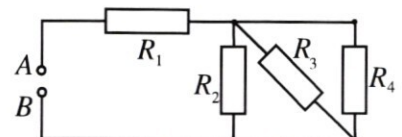
2) На сколько Δt (°C) повысится температура шариков?

Удельная теплоемкость свинца $c = 130$ Дж/(кг·°C). Температуры шариков перед слипанием одинаковы.

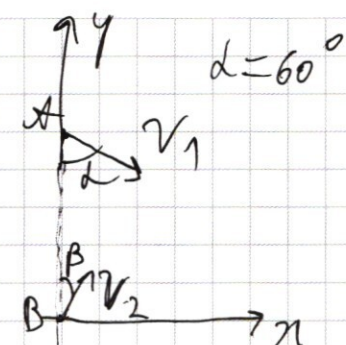
5. Четыре резистора соединены как показано на рисунке. Сопротивления резисторов $R_1 = 3 \cdot r$, $R_2 = R_3 = 2 \cdot r$, $R_4 = 4 \cdot r$. На вход АВ схемы подают напряжение $U = 38$ В.

1) Найдите эквивалентное сопротивление R_{AB} цепи.

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



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$v_1 = 20 \text{ м/с}$$

$$v_2 = 20 \text{ м/с}$$

$$l = 1000 \text{ м} \quad S = 770 \text{ м}$$

И.к. $x_{1_0} = x_{2_0}$ и тогда $x_{1_k} = x_{2_k} \Rightarrow$
попада в цель, но $x_{1_k} = x_{2_k} \Rightarrow$

$$\Rightarrow v_{1x} = v_{2x} \Rightarrow v_1 \sin \alpha = v_2 \sin \beta$$

$$\sin \beta = \frac{v_1 \sin \alpha}{v_2} = \frac{20}{20} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{\sqrt{3}}{2} \approx 0,93$$

$$\cos^2 \beta + \sin^2 \beta = 1 \Rightarrow \cos \beta = \sqrt{1 - \sin^2 \beta} = \sqrt{1 - \frac{3}{4}} = \frac{\sqrt{1}}{2} \approx 0,9$$

S (расстояние между кораблями) изменяется
только по оси y . $\Rightarrow$

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

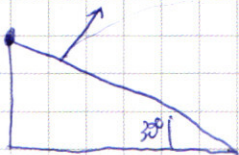
$$770 = 1000 - T(20 \cdot \frac{1}{2} + 20 \cdot 0,9)$$

$$23T = 230$$

$$T = \frac{230}{23} = 10 \text{ (с.)}$$

$$\left(T = \frac{l - S}{v_1 \cos \alpha + v_2 \cos \beta} \right)$$

Ответ: $\sin \beta = 0,93$, $T = 10 \text{ с.}$



$$x = v_0 \cos \alpha \cdot t$$

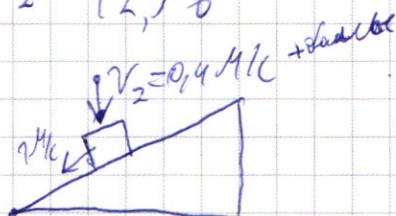
$$y = v_0 \sin \alpha \cdot t + \frac{gt^2}{2}$$

$$\sqrt{x^2 + y^2} = 800 = 100 \cdot 8$$

$$x^2 + y^2 = 640000$$

$$\frac{3,6}{4} \approx 0,9$$

$$\begin{array}{r} 3,5 \\ 7,5 \\ 17,5 \\ 70,5 \\ 72,2 \end{array} \quad \begin{array}{r} 3,6 \\ 7,6 \\ 12,6 \\ 20,8 \\ 72,9,6 \end{array}$$

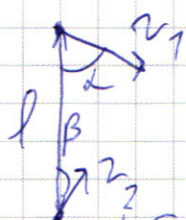


$$S + 18 = 23$$

$$\cos \beta = \sqrt{1 - \sin^2 \beta} =$$

$$= \sqrt{1 - \frac{3}{16}} = \sqrt{\frac{13}{16}} = \frac{\sqrt{13}}{4} \approx 0,9$$

$$\frac{1,3}{4} \approx 0,32$$



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

$$\sin \beta = \frac{v_1 \cdot \sin \alpha}{v_2} = \frac{10}{20} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{\sqrt{3}}{4} \approx 0,43$$

↑ ↓
Σ движется только по y

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

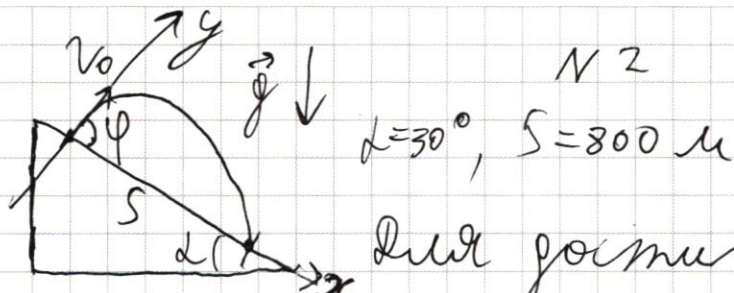
$$770 = 1000 - t(v_1 \cos \alpha + v_2 \cos \beta)$$

$$t(v_1 \cos \alpha + v_2 \cos \beta) = 230$$

$$23t = 230$$

$$t = 10 \text{ c}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



N 2

$$\alpha = 30^\circ, S = 800 \text{ м}$$

Для достижения максимальной дальности полёта угол φ должен быть равен 90° .

$$x(t) = v_0 \cos \varphi t + \frac{g \sin 2\varphi t^2}{2} = \frac{gt^2}{4} \Rightarrow 800 = \frac{gt^2}{4} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{4 \cdot 800}{g}}$$

$$y(t) = v_0 \sin \varphi t - \frac{g \cos 2\varphi t^2}{2}$$

$$0 = v_0 \cdot 1 \cdot t - \frac{g \cos 2\varphi t^2}{2}$$

$$v_0 = \frac{g \cos 2\varphi t}{2} = \frac{10}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \sqrt{320} = \frac{5}{2} \sqrt{960} = 20\sqrt{15} \approx 78 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Ответ: $\varphi = 90^\circ, v_0 = 78 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

N 3

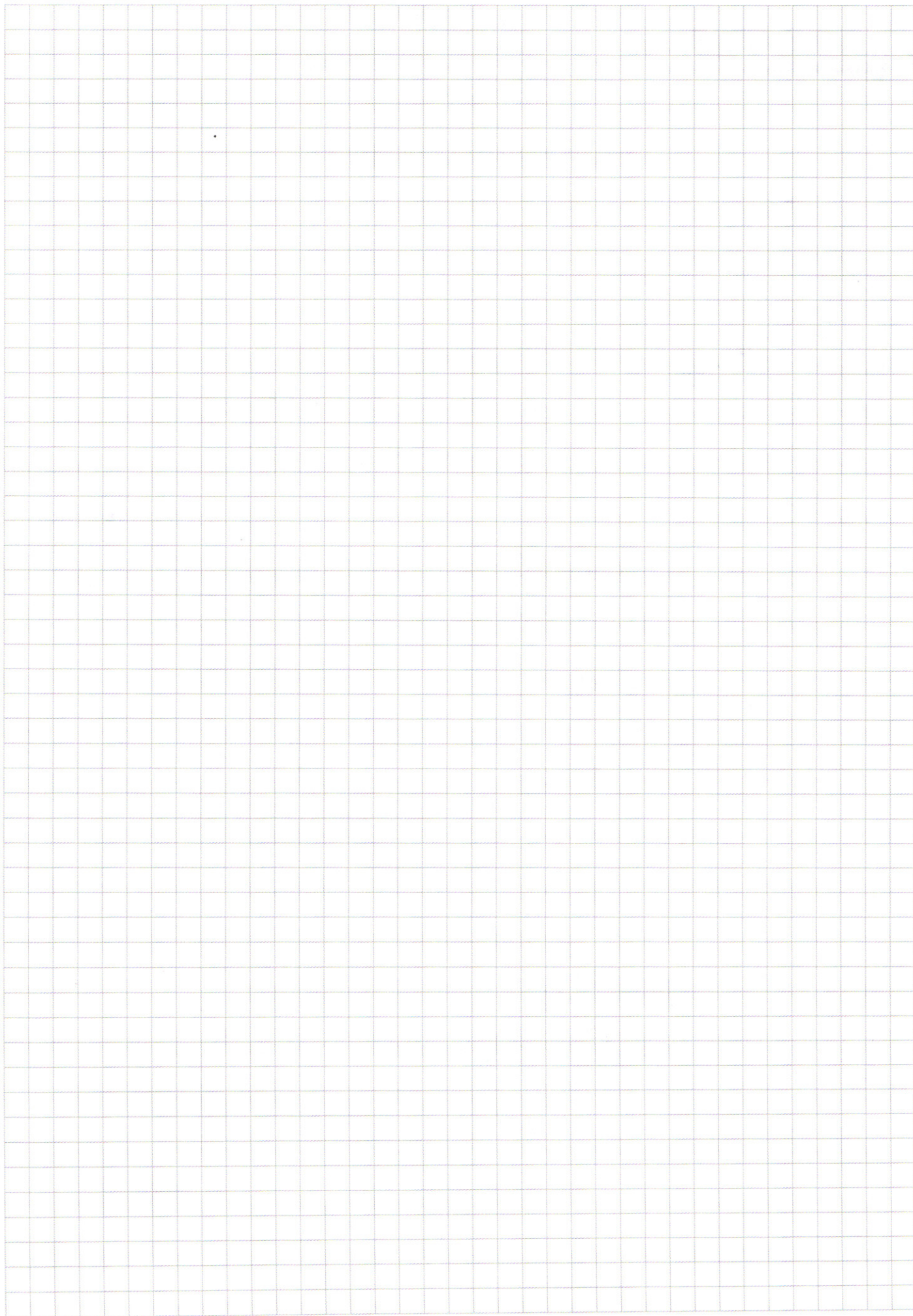
$$v_1 = 7 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$h = 0,8 \text{ м}$$

$$v_{02} = 0$$

$$h = \frac{v_1^2}{2g} \Rightarrow v_1 = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 0,8} = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$v_2 = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$



☒ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

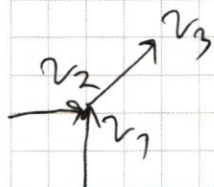
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$v_1 = 60 \frac{\text{м}}{\text{с}} \quad c = 730 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \quad \sim 4$$

$$v_2 = 80 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$m v_1 + m v_2 = 2m v_0$$

$$v_0 = \frac{m v_1 + m v_2}{2m} = \frac{v_1 + v_2}{2} = 70 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$



$$Q = \Delta E_k \quad \Delta E_k = E_{k3} - E_{k1} - E_{k2}$$

E_{k1}, E_{k2} — энергии шариков до столкновения, E_{k3} — после

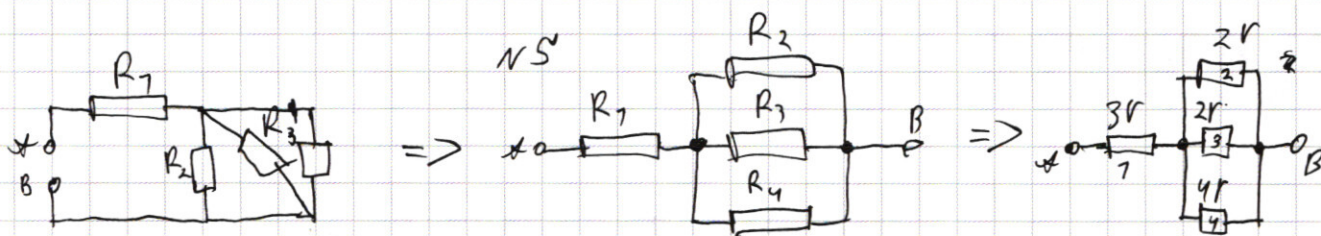
$$\Delta E_k = \frac{2m v_0^2}{2} - \frac{m v_1^2}{2} - \frac{m v_2^2}{2} = \frac{1}{2} m (2v_0^2 - v_1^2 - v_2^2)$$

$$Q = cm \Delta t \Rightarrow \Delta t = \frac{Q}{cm} = \frac{\Delta E_k}{cm} = \frac{\frac{1}{2} m (2v_0^2 - v_1^2 - v_2^2)}{2cm} =$$

$$= \frac{\frac{1}{2} (2v_0^2 - v_1^2 - v_2^2)}{2c} = \frac{(2 \cdot 70^2 - 60^2 - 80^2)}{260} = \frac{(9800 - 10000)}{260} = \frac{200}{260}$$

$$= \frac{10}{13} \approx 0,8^\circ\text{C}$$

Ответ: $v_0 = 70 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, $\Delta t = 0,8^\circ\text{C}$



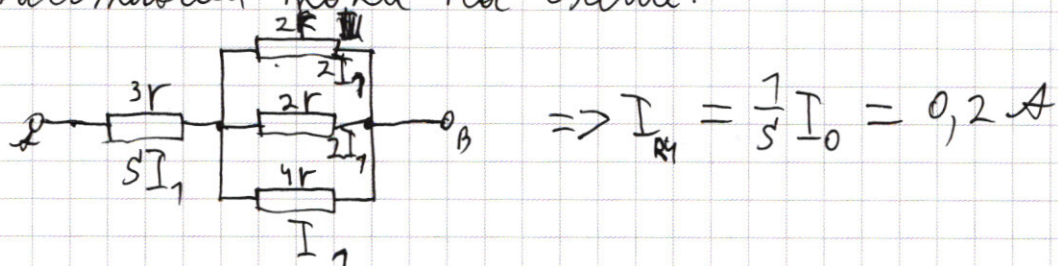
$$R_{AB} = 3r + R_{234}$$

$$R_{234} = \frac{R_{23} \cdot R_4}{R_{23} + R_4} = \frac{\frac{R_2}{2} \cdot R_4}{\frac{R_2}{2} + R_4} = \frac{4r^2}{5r} = 0,8r \Rightarrow \underline{R_{AB} = 3,8r}$$

$$U = 38 \text{ В} \quad r = 10 \text{ Ом}$$

$$R_{AB} = 3,8r = 38 \text{ Ом} \Rightarrow I_0 = \frac{U}{R} = \frac{38}{38} = 1 \text{ А}$$

Расставим токи на схеме:



Ответ: $R_{AB} = 3,8r$, $I_{R_4} = 0,2 \text{ А}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

найдите путь, пройденный телом до момента остановки

угол наклона 30°

$\mu mg \cos \alpha$

$x: F_{тр} - mg \sin \alpha = ma$ $\rho(\mu g \cos \alpha - g \sin \alpha) = a$

$y: H = \frac{v^2}{2\rho}$ $v = \sqrt{2\rho H} = 4 \text{ м/с}$ $\cos = \mu g \cos \alpha$ $700 \cdot 800 \cdot 10^{-6} = 48$

$x_0:$ $S_x = S \cos \alpha = 400 \text{ м}$ $S_y = S \sin \alpha = 680 \text{ м}$

$x(t) = v_0 \cos(\varphi - \alpha) t - \frac{g t^2}{2}$

$y(t) = v_0 \sin(\varphi - \alpha) t - \frac{g t^2}{2}$

$400 = v_0 \cos(\varphi - 30^\circ) t$

$-680 = v_0 \sin(\varphi - 30^\circ) t - \frac{g t^2}{2}$

$800 = v_0 \sin(\varphi - 30^\circ) t - \frac{g t^2}{2}$

$v_0 \cos(\varphi - 30^\circ) = \frac{400}{t}$

$t = \frac{2 v_0 \cos \varphi}{g \sin \alpha}$ $t = \frac{400}{v_0 \cos(\varphi - 30^\circ)}$

$-680 = v_0 \sin(\varphi - 30^\circ) \cdot \frac{400}{v_0 \cos(\varphi - 30^\circ)} - \frac{g}{2} \cdot \frac{400^2}{v_0^2 \cos^2(\varphi - 30^\circ)}$

$$\beta = 60^\circ$$

$$t = \frac{400}{v_0 \cos \beta}$$

$$400 = v_0' \cos \beta t$$

$$-680 = v_0 \sin \beta t - \frac{gt^2}{2}$$

$$x(t) = v_0 \cos \beta t$$

$$y(t) = v_0 \sin \beta t - \frac{gt^2}{2}$$

$$v_0 = \frac{400}{\cos \beta t}$$

$$v_0 = \frac{400}{\cos \beta t}$$

$$v_0 = \frac{800}{t}$$



10/1

$$400 = 64 \cdot 75$$

$$\sqrt{960} = 8 \sqrt{30}$$

$$-680 = v_0 \sin \beta \cdot 400 - \frac{g \cdot 400^2}{2 \cdot v_0^2 \cos^2 \beta}$$

$$x(t) = v_0 \cos \beta t + \frac{g \sin^2 \beta t^2}{2} = \frac{g \sin^2 \beta t^2}{2} = \frac{gt^2}{4}$$

$$y(t) = v_0 \sin \beta t - 680 = \frac{0.85 \cdot 800}{v_0^2} - \frac{4.5 \cdot 400^2}{v_0^2}$$

y(t)

$$-680 - 0.85 \cdot 800 = \frac{20 \cdot 400^2}{v_0^2}$$

$$1600 = 5t^2$$

$$t^2 = 320 \text{ s}$$

$$t = \sqrt{320} = 17.89 \text{ s}$$

$$x = 800 \cdot 0.85 = 680 \text{ m}$$

$$y = 400 \text{ m}$$

$$680 \text{ m}$$

$$684 \text{ m}$$

$$736 \text{ m}$$

$$20 \text{ m}$$

$$\sqrt{68}$$

$$50$$

$$50$$

$$50$$

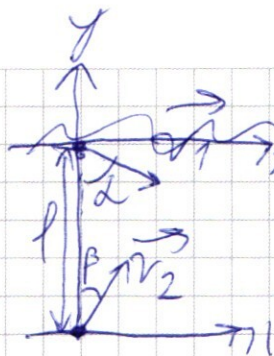
$$50$$

$$50$$

$$50$$

$$50$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$v_1 = 10 \text{ м/с}$$

$$v_2 = 20 \text{ м/с}$$

$$\sin \beta = ?$$

$$v_1 \cos \alpha = 5 \text{ м/с}$$

$$v_1 \sin \alpha = 8,5 \text{ м/с}$$

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

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

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

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

$$x_1(t) = v_1 \sin \alpha t$$

$$y_1(t) = l + v_1 \cos \alpha t$$

$$x_2(t) = v_2 \sin \beta t$$

$$y_2(t) = v_2 \cos \beta t$$

чмоооо поперек
поперек в глас

$$v_{1\sin} = v_2 \sin \beta$$

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

$$x_1 - x_2 = v_1 \sin \alpha t + v_2 \sin \beta t$$

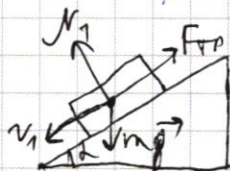
$$x_1 - x_2 = \frac{l(v_1 \sin \alpha + v_2 \sin \beta)}{v_1 \cos \alpha + v_2 \cos \beta}$$

$$(y_1 - y_2)(t) = l + v_1 \cos \alpha t + v_2 \cos \beta t$$

$$l + (v_1 \cos \alpha + v_2 \cos \beta) t = l - \mu mg \cos \alpha t = m a$$

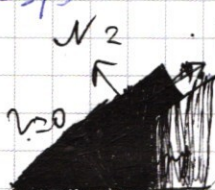
$$2 mg \sin \alpha = \mu$$

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

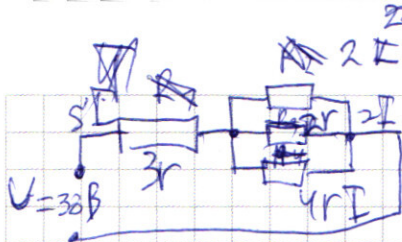


$$\mu = \frac{mg \sin \alpha}{N}$$

$$N = mg \cos \alpha$$



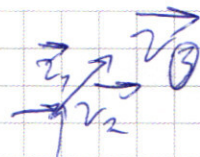
$$F_{тр. n.} = 2 mg \sin \alpha$$



$$v = \sqrt{\frac{56}{10}} = \sqrt{0,76} = 0,4 \text{ м/с}$$

$$v_1 = 60 \text{ м/с}$$

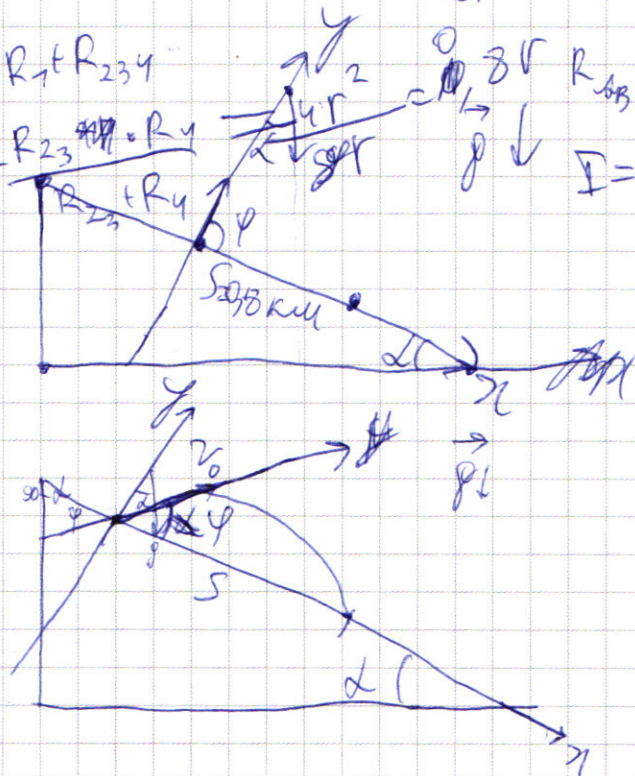
$$v_2 = 80 \text{ м/с}$$



$$v_0 = \sqrt{v_1^2 + v_2^2} = 100 \text{ м/с}$$

$$R_{AB} = R_1 + R_{234}$$

$$R_{234} = R_{23} \parallel R_4$$



$$\Delta E_k = E_{k3} - (E_{k1} + E_{k2})$$

$$\Delta E_k = \left(\frac{mv_0^2}{2} \right) - (m \dots)$$

$$\alpha \sim 30^\circ$$

$$S = 800 \text{ м}$$

$$\sqrt{60^2 + 80^2} = 100$$

$$\frac{2 \cdot 4900 - 3600 - 6400}{2} = 800$$

$$120^\circ - 90^\circ + \alpha - \varphi$$

$$90^\circ - (\varphi - \alpha)$$

$$p_y = g \cos \alpha$$

$$p_x = g \sin \alpha$$

$$x(t) = v_0 \cos \varphi t + \frac{g \sin \alpha t^2}{2}$$

$$y(t) = v_0 \sin \varphi t - \frac{g \cos \alpha t^2}{2}$$

$$m_1 v_1 + m v_2 = 2m v_0$$

$$v_3 =$$

$$\frac{m \cdot 60^2}{2} + \frac{m \cdot 80^2}{2} = 6S$$

$$800 = v_0 \cos \varphi t + \frac{g \sin \alpha t^2}{2}$$

$$v_0 \sin \varphi = \frac{1}{2} g \cos \alpha t$$

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

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

$$800 = \frac{2v_0^2 \sin \varphi \cos \varphi}{g \cos \alpha} + \frac{g \sin \alpha v_0^2 \sin^2 \varphi}{g^2 \cos^2 \alpha}$$

$$800 = \frac{v_0^2 \sin 2\varphi}{g \cos \alpha} + \frac{v_0^2 \sin^2 \varphi \sin \alpha}{g \cos^2 \alpha}$$