

Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Вариант 09-01

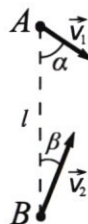
Класс 09

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?

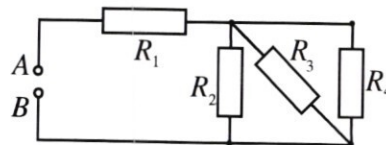
2) На сколько Δt ($^\circ\text{C}$) повысится температура шариков?

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

ЗЗ.

Дано

$$v_1 = 30 \text{ м/с}$$

$$v_2 = 20 \text{ м/с}$$

$$\alpha = 60^\circ$$

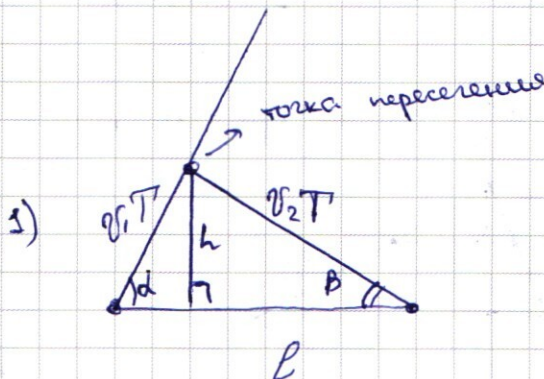
Найти

$$\sin \beta = ?$$

$$L = ?$$

$$S = 770 \text{ м}$$

$$L = 1000 \text{ м}$$



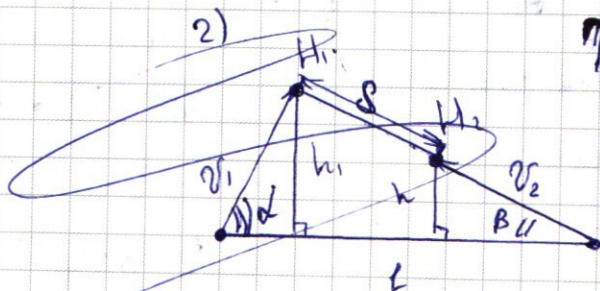
1) проверим высоту h

$$2) \sin \alpha = \frac{h}{v_1 T} ; \sin \beta = \frac{h}{v_2 T}$$

$$3) \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{v_2 T}{v_1 T} = \frac{v_2}{v_1} = \frac{20}{30} = \frac{2}{3} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 2 \sin \beta = \sin \alpha$$

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



Продолжение ~~ЗЗ~~ ЗЗ на
стр. 7.

Пусть H_1 и H_2 - точки между которыми $S = 770 \text{ м}$, тогда
высоты из этих точек соответственно h_1 и h_2

$$\sin \alpha = \frac{h_1}{v_1 T}$$

$$\sin \beta = \frac{h_2}{v_2 T}$$

$$\Rightarrow \frac{2h_1}{v_1 T} = \frac{h_2}{v_2 T}$$

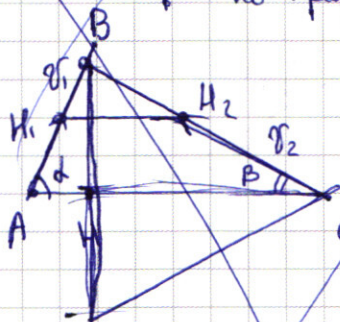
$$\sin \alpha = 2 \sin \beta \Rightarrow$$

Продолжение решения 13.

$$\Rightarrow \frac{2h_2}{v_2} = \frac{h_1}{v_1}, \text{ т.к. } t - \text{одинаковое (} t - \text{время } g, \text{ через которое} \\ \text{меху } g \text{ объектами } S \text{.)}$$

$$\frac{2h_2}{v_2} = \frac{h_1}{v_1} \Rightarrow \frac{2h_2}{20} = \frac{h_1}{10} \Rightarrow h_2 = h_1 = H_1 H_2 // t \Rightarrow$$

$\Rightarrow \triangle H_1 B H_2 \sim \triangle ABC$ по признаку подобия $\Rightarrow$



$$\frac{H_1 H_2}{L} = \frac{S}{L} = \frac{BH_1}{AB}$$

$AB = v_1 T$, где T - время до встречи

$$BH_1 = v_1 T - v_1 t = v_1 (T - t)$$

1) BH - высота $BH = h \Rightarrow$

$$AB^2 = BH^2 + AH^2$$

2) Аналогично $BC^2 = CH^2 + BH^2$

$$AB^2 + BC^2 = AH^2 + HC^2 + 2BH^2, \text{ но}$$

$$BH = \sqrt{AH \cdot HC}, \text{ по св. Птол.} \Rightarrow 2BH^2 = 2AH \cdot HC \Rightarrow$$

$$AB^2 + BC^2 = AH^2 + 2AH \cdot HC + HC^2 = AC^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow AH \Rightarrow v_1^2 T^2 + v_2^2 T^2 = 1000000 L^2$$

$$100 T^2 + 400 T^2 = 1000000$$

$$500 T^2 = 1000000$$

$$T^2 = \frac{10000}{5} = 2000$$

$$T = 10\sqrt{20} = 20\sqrt{5} \text{ с}$$

$$3) \frac{S}{L} = \frac{77}{100} = 0,77$$

$$\frac{BH_1}{AB} = 0,77$$

$$BH_1 = 0,77 AB$$

$$v_1 (T - t) = 0,77 v_1 T$$

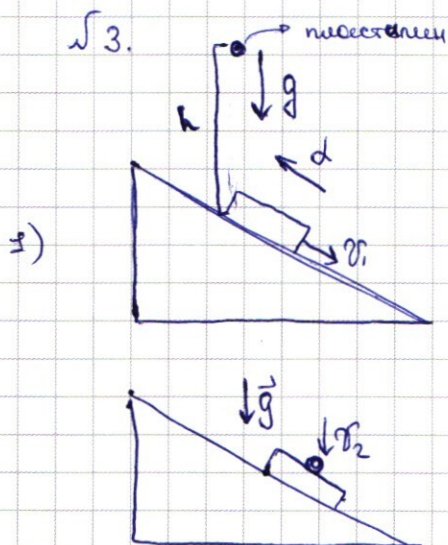
$$T - t = 0,77 T$$

$$t = 0,23 T = 4,6\sqrt{5} \text{ с}$$

$$\text{Ответ: } \sin B = \frac{1}{2} \sin \alpha$$

$$t = 4,6\sqrt{5} \text{ с}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



Дано

$$h = 0,8 \text{ м}$$

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$\alpha = ?$$

$$v_1 = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$v_2 = ?$$

$$v_0 = 0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$v_1' = 0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

1) Рассмотрим шарик:

$$h = \frac{gt^2}{2} + v_0 t = \frac{gt^2}{2} \Rightarrow \sqrt{\frac{2h}{g}} = t = t_2$$

$$v_2 = v_0 + gt_2$$

$$v_2 = \sqrt{\frac{2h}{g}} \cdot g = \sqrt{\frac{1,6}{10}} \cdot 10 = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}}; t = t_2 = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{1,6}{10}} = 0,4 \text{ с}$$

2) Заметим, что как только шарик упиался в брусок остановился $\Rightarrow t_1 = t_2 = t$

$$v_1' = v_1 - at$$

$$at = v_1$$

$$a = \frac{v_1}{t} = \frac{10}{4} = 2,5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Ответ: $v_2 = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$
 $a = 2,5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

54

Dano

$$v_1 = 60 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

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

$$m_1 = m_2$$

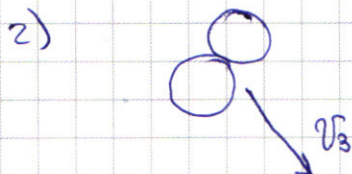
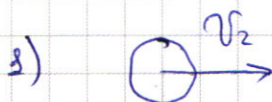
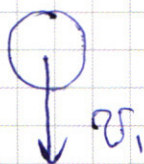
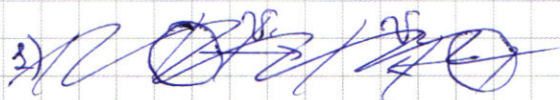
Найти

$$v_3 = ?$$

$$\Delta t = ?$$

$$\Delta t = ?$$

$$C = 130 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$



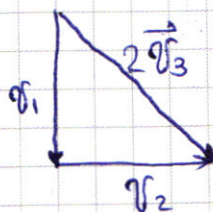
ЗУ:

$$\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{p}_3$$

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

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

по правилу сложения



$$4v_3^2 = v_1^2 + v_2^2 = 10000 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2} \quad (1)$$

$$4v_3^2 = 10000 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}$$

$$v_3^2 = 2500 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2} \Rightarrow v_3 = 50 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

ЗЭ:

$$\vec{E}_1 + \vec{E}_2 = \vec{Q} + E_3$$

$$v_1^2 + v_2^2 = 4C\Delta t + 2v_3^2$$

$$\frac{m v_1^2}{2} + \frac{m v_2^2}{2} = 2mC\Delta t + \frac{2m v_3^2}{2} \Rightarrow$$

$$\text{из (1)} \Rightarrow 4C\Delta t = 2v_3^2 = 5000$$

$$C\Delta t = 1250$$

$$\Delta t = \frac{2v_3^2}{2C} = \frac{1250}{130} = \frac{125}{13} \approx 9,6^\circ\text{C}$$

$$\text{Ответ: } \Delta t \approx 9,6^\circ\text{C}; v_3 = 50 \text{ м/с}$$

☐ черновик

☒ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница № 4

(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задание

Дано

$$R_1 = 3r$$

$$R_2 = R_3 = 2r$$

$$R_4 = 4r$$

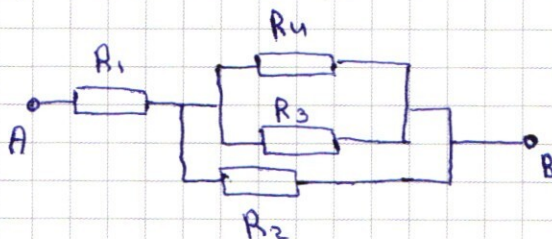
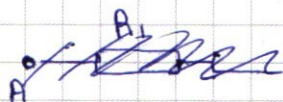
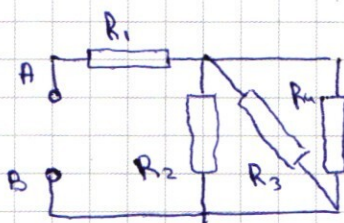
$$U = 38В$$

Найти

$$R_{общ} = ?$$

$$I_4 = ?$$

$$r = 10 \Omega$$



$$1) R_{34} = \frac{R_3 \cdot R_4}{R_3 + R_4} = \frac{8r^2}{6r} = \frac{8}{6}r = \frac{4}{3}r$$

$$2) R_{234} = \frac{R_{34} \cdot R_2}{R_{34} + R_2} = \frac{\frac{8}{3}r^2}{\frac{10}{3}r} = 0,8r$$

$$3) R_{1234} = R_1 + R_{234} = 3,8r = R_{общ}$$

$$4) r = 10 \Omega; U = 38В \Rightarrow I_{общ} = \frac{U}{R_{общ}} = 1A$$

$$R_{общ} = 38 \Omega$$

$$I_1 = I_{234} = I_{общ}; U_1 + U_{234} = U$$

$$U_1 = I_1 R_1 = 30В \Rightarrow U_{234} = 8В$$

$$U_{234} = 8 \text{ В}$$

$$U_2 = U_{34} = U_{234}$$

$$R_{234} = 8 \text{ Ом}$$

$$I_2 + I_{34} = I_{234} = I$$

$$I_2 = \frac{U_2}{R_2} = \frac{U_{234}}{R_2} = \frac{8}{20} = 0,4 \text{ А}$$

$$I_{34} = I - I_2 = 0,6 \text{ А}$$

$$U_{34} = 8 \text{ В}$$

$$U_3 = U_4 = U_{34}$$

$$I_3 + I_4 = I$$

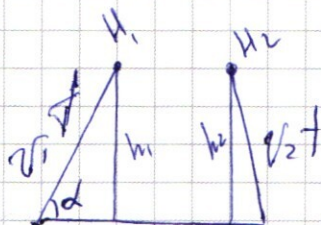
$$I_4 = \frac{U_4}{R_4} = \frac{8}{40} = 0,2 \text{ А}$$

Ответ: $R_{общ} = 3,8 \text{ Ом}; I_4 = 0,2 \text{ А}.$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Продолжение $\S 1$.

2)



3) Пусть H_1 и H_2 - точки между которыми S , тогда высоты соответственно h_1 и $h_2 \Rightarrow \sin \alpha = \frac{h_1}{v_1 t} \Rightarrow \frac{2h_2}{v_2 t} = \frac{h_1}{v_1 t}$, так как $\sin \beta = \frac{h_2}{v_2 t}$

$$\sin \beta = \frac{h_2}{v_2 t} \Rightarrow \frac{2h_2}{v_2 t} = \frac{h_1}{v_1 t}, \text{ т.к. } \sin \alpha = 2 \sin \beta \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{2h_2}{v_2} = \frac{h_1}{v_1}, \text{ т.к. } t - \text{одинаковое (} t - \text{время, через которое между объектами расстояние } S \text{)}$$

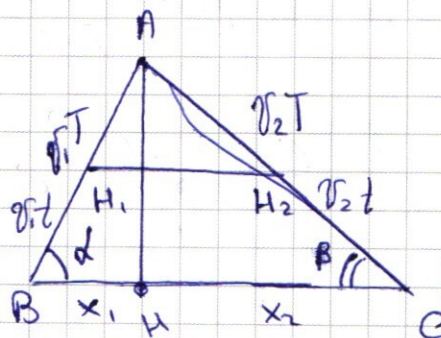
$$h_1 = h_2 \Rightarrow H_1 H_2 \parallel \ell \Rightarrow$$

2) $\triangle ABC \sim \triangle AH_1 H_2 \Rightarrow$

$$\frac{BC}{H_1 H_2} = \frac{AB}{AH_1} = \frac{l}{S}$$

$$AB = v_1 T \text{ и } AH_1 = v_1 (T - t) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{AB}{AH_1} = \frac{T}{T - t}$$



3) AH - высота ; $BH = x_1$

$$AH = v_1 T \cdot \sin \alpha \quad \text{по теореме Пифагора для } \triangle ABH$$

$$AH^2 = v_1^2 T^2 - x_1^2, \text{ где } x_1 = BH$$

$$v_1^2 T^2 \sin^2 \alpha = v_1^2 T^2 - x_1^2$$

$$x_1 = \sqrt{v_1^2 T^2 (1 - \sin^2 \alpha)}$$

$$x_1 = v_1 T \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}$$

4) AH - высота

$$CH = x_2$$

$$AH = \sin B \cdot \sqrt{2}T$$

По теореме Пифагора для $\triangle AHC \Rightarrow$

$$AH^2 = \sqrt{2}T^2 - x_2^2$$

$$AH = \sqrt{\sqrt{2}T^2 - x_2^2} = \sin B \sqrt{2}T$$

$$x_2 = \sqrt{\sqrt{2}T^2 (1 - \sin^2 B)}$$

$$x_2 = \sqrt{2}T \sqrt{1 - \sin^2 B}$$

5) из 3) и 4) $\Rightarrow$

$$x_1 + x_2 = l = \sqrt{2}T (\sqrt{1 - \sin^2 \alpha} + \sqrt{1 - \sin^2 \beta})$$

$$T = \frac{l}{\sqrt{1 - \sin^2 \alpha} + \sqrt{1 - \sin^2 \beta}}$$

Поскольку $\sqrt{1 - \sin^2 \alpha} + \sqrt{1 - \sin^2 \beta} = A$

$$T = \frac{l}{A} \Rightarrow \text{из 2)} \Rightarrow \frac{l}{T-t} = \frac{l}{s}$$

$$\frac{T}{T-t} = \frac{l}{s}$$

$$\frac{l \cdot l}{A} = \frac{l^2}{A} - l t$$

$$\frac{l s}{A} = \frac{l^2}{A} - l t$$

$$\frac{l}{A} (l - s) = l t$$

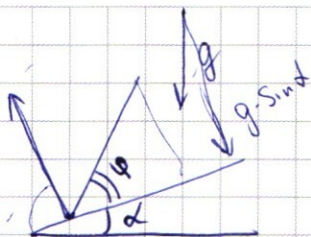
$$t = \frac{l - s}{A} \Rightarrow \text{в формуле все известно.}$$

Ответ: $\sin B = \frac{l}{2} \sin \alpha$

$$t = \frac{l - s}{\sqrt{1 - \sin^2 \alpha} + \sqrt{1 - \sin^2 \beta}}$$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



52.

Дано

$t_{\max}$

$\alpha = 30^\circ$

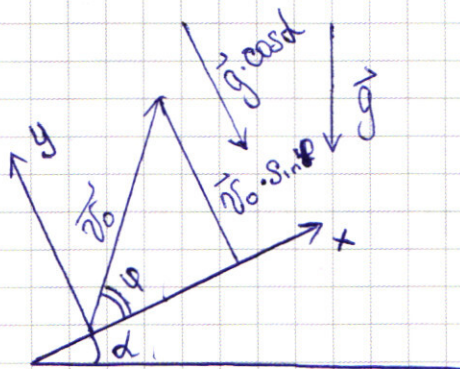
$S = 0,8 \text{ км}$

Найти

$\varphi = ?$

$v_0 = ?$

$g = 10 \text{ м/с}^2$



$$1) v_0 \cdot \sin \varphi - g t = v_k$$

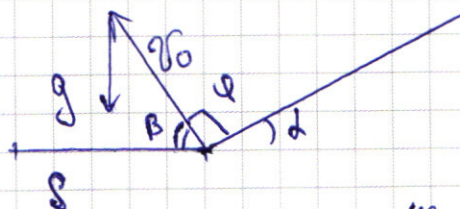
$$v_k = 0 \Rightarrow$$

$$v_0 \cdot \sin \varphi = g t \cdot \cos \alpha$$

$$t = \frac{v_0 \cdot \sin \varphi}{g \cdot \cos \alpha}, \text{ т.к. } \frac{v_0}{g \cdot \cos \alpha} = \text{const} \Rightarrow$$

$$\sin \varphi = \max \Rightarrow \varphi = 90^\circ, \text{ тогда}$$

2)



$$L = S = v_0 \cdot t \cdot \sin \alpha$$

$$\text{из 1)} \Rightarrow t = \frac{v_0 \cdot \sin \varphi}{g \cdot \cos \alpha} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_0 \cdot v_0 \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha = S$$

~~$$\frac{v_0 \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha}{g} = S$$~~

$$S = \frac{v_0^2 \cdot \sin 30^\circ \cdot \cos 30^\circ}{g}$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{S g}{\sin 30^\circ \cdot \cos 30^\circ}} \Rightarrow \text{в формуле все известно}$$

Ответ: $\varphi = 90^\circ$

$$v_0 = \sqrt{\frac{S g}{\sin 30^\circ \cdot \cos 30^\circ}} \text{ м/с}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

A $\sin \alpha \cdot v \cdot T = BH$

$$\sin^2 v^2 T^2 = v^2 T^2 - x^2$$

$$2,5 - 6,25; 2 \text{ полн.}$$

$$BH = \sqrt{v^2 T^2 - x^2} (\sin^2 \alpha - 1) v^2 T^2 = -x^2$$

$$x_1^2 = (1 - \sin^2 \alpha) v^2 T^2$$

$$mv_1 + mv_2 = m(v_1 + v_2)$$

9,6

$$E_1 = \frac{mv_1^2}{2}$$

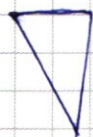
$$E_1 + E_2 = Q + E_3$$

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

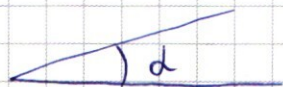
$$v_1^2 + v_2^2 = 2 \cos T + v^2$$

$$v_1^2 + v_2^2 - v^2 = 2 \cos T$$

$$\Delta T = \frac{v_1^2 + v_2^2 - v^2}{2C}$$



$$x_1 = v \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}$$

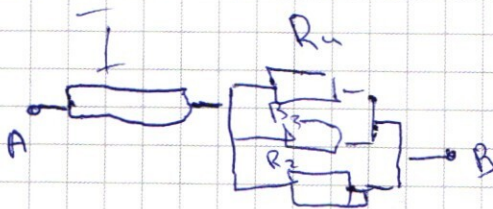


$$x_2 = v_2 + \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}$$



3R

$$l = \frac{1}{2}(v_1 + v_2)$$



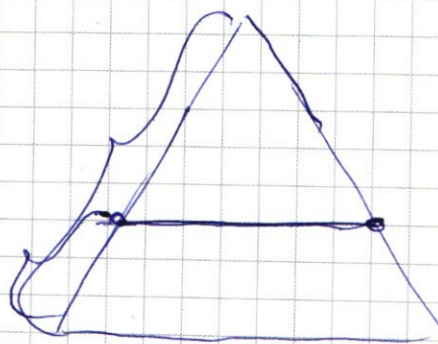
$$4 \cdot 2 = \frac{8}{6} = \frac{4}{3} R$$

$$\frac{\frac{8}{3} R^2}{\frac{10}{3} R^2} = 0,8 R$$

$$\frac{10}{3} R^2$$

$$A^2 \rightarrow A$$

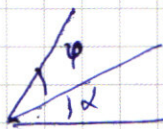
$$v_1^2 + v_2^2$$



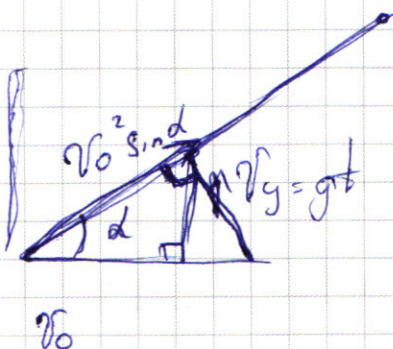
$$\alpha = 30^\circ$$



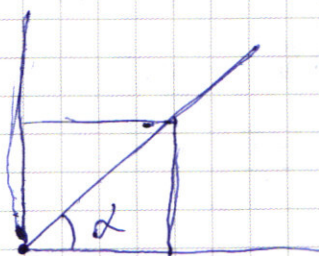
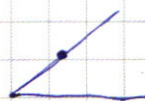
$$v_y = gt$$



$$v_0 \sin \alpha = 0$$



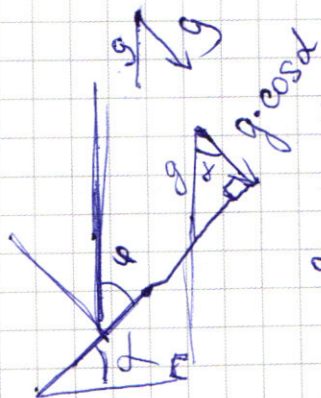
$$\frac{x}{v_0} = \sin$$



$$\sin \alpha = \frac{v_y}{v_0}$$

$$\cos(90 - \alpha) = \sin \alpha$$

$$v_0 \sin \alpha$$



$$v_0 \sin \alpha = v_y = g \cos \alpha \cdot t$$

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

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

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$\frac{125}{13} \div \frac{104}{8} = \frac{125}{13} \cdot \frac{8}{104} = \frac{125}{13} \cdot \frac{1}{13} = \frac{125}{169}$

$\sin 60^\circ = \frac{\text{против}}{\text{гип}} = \frac{2}{\sqrt{3}}$

$\frac{125}{13} \div \frac{117}{0.98} = \frac{125}{13} \cdot \frac{0.98}{117} = \frac{125}{13} \cdot \frac{1}{117} = \frac{125}{1521}$

$2^2 + 2^2 = 2.2^2$

$\frac{8}{4\sqrt{5}} = \frac{2}{\sqrt{5}} \approx \frac{2}{2.2}$

$4^2 + 16^2 = 64 + 256 = 320 = \sqrt{320} = \sqrt{20} = 4\sqrt{5}$

$\sin \alpha = \frac{h}{v_1 t}$

$\sin B = \frac{h}{v_2 t}$

$\frac{\sin \alpha}{\sin B} = \frac{v_2 t}{v_1 t}$

$\frac{4}{4\sqrt{5}} = \frac{1}{\sqrt{5}} \approx \frac{1}{2}$

$\sin B v_2 = \sin \alpha v_1$

$\sin B = \sin 60^\circ \cdot 2$

$S = \frac{h}{v_1 t} = \sin \alpha \Rightarrow \frac{2\sqrt{5}}{5} = 0.4\sqrt{5}$

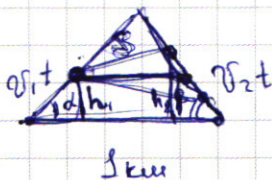
$\frac{h}{v_2 t} = \sin B$

$\frac{h}{\sin B} = v_2 t$

$S_3 = \frac{h}{\sin \alpha} T$

$v_1 t = \frac{h}{\sin \alpha}$

$2S_2 = v_2 T = \frac{h}{2 \sin \alpha} T$



t

$$\sin \alpha = \frac{h_1}{v_1 t}$$

$$\sin \beta = \frac{h_2}{v_2 t}$$

$$2 \sin \alpha = 2 \sin \beta$$

$$\frac{2h_1}{v_1 t} = \frac{2h_2}{v_2 t}$$

$$h_1 = h_2$$

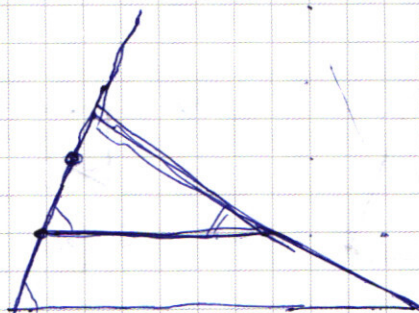


$$\sin \alpha = \frac{h_1}{v_1 t}$$

$$\sin \beta = \frac{h_2}{v_2 t}$$

$$\sin \alpha = 2h_1$$

$$\frac{2h_1}{v_1} = \frac{h_2}{2v_1}$$

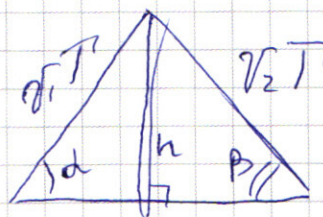


$$h_1 = h_2$$

$$\sin \alpha = \frac{h_1}{v_1 t}$$

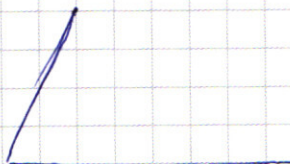
$$\sin \beta = \frac{h_2}{v_2 t}$$

$$v_1^2 t^2 = v_1^2 t^2 + v_2^2 t^2 =$$



$$v_1^2 t^2$$

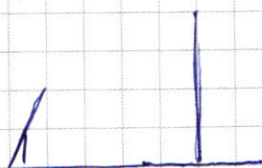
$$5v_1^2 t^2$$



$$\sin \alpha = \frac{h}{v_1 t}$$

$$\sin \beta = \frac{h}{v_2 t} = \frac{h}{2v_1 t}$$

$$\sin \alpha = 2 \sin \beta$$



$$S_1^2 + S_2^2 = (S_1 + S_2)^2$$