

Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 09

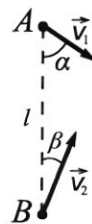
Вариант 09-01

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?

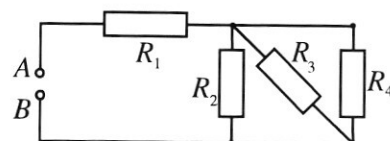
2) На сколько Δt ($^\circ\text{C}$) повысится температура шариков?

Удельная теплоемкость свинца $c = 130$ Дж/(кг $\cdot^\circ\text{C}$). Температуры шариков перед слипанием одинаковы.

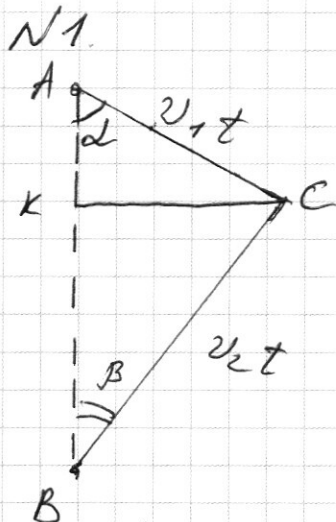
5. Четыре резистора соединены как показано на рисунке. Сопротивления резисторов $R_1 = 3 \cdot r$, $R_2 = R_3 = 2 \cdot r$, $R_4 = 4 \cdot r$. На вход АВ схемы подают напряжение $U = 38$ В.

1) Найдите эквивалентное сопротивление R_{AB} цепи.

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



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

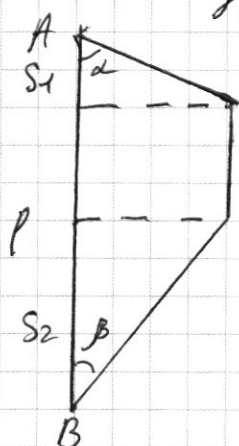


C-столкновение

$$1) KC = v_1 \cdot t \cdot \sin \alpha = v_2 \cdot t \cdot \sin \beta$$

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

2) т.к. за одно и то же время сойдутся и порознь должны пройти KC для столкновения, то их горизонтальные проекции ~~должны~~ должны быть равны $\Rightarrow$ в любой момент времени их удаление от AB равно.



$$S_1 + S_2 = l - S$$

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

$$10 \cdot T \cdot \frac{1}{2} + 20 \cdot \frac{\sqrt{13}}{4} \cdot T = 230$$

$$T = \frac{230}{5 + 5\sqrt{13}} = \frac{46}{1 + \sqrt{13}} = \frac{46}{4,6} = 10 \text{ секунд}$$

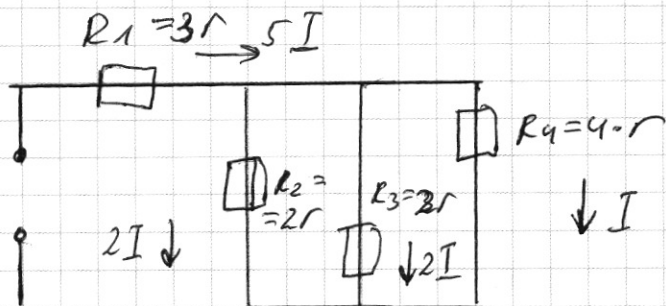
$$\sqrt{13} \approx 3,6$$

Отв: $T = 10 \text{ секунд}$

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

N 5.

1) Перерисуй схему, немого преобразуй её



2) Рассчитай ток

$$I_{\text{схем}} = 5I$$

$$U_{\text{схем}} = 15Ir + 4Ir = 19Ir$$

$$R_{\text{схем}} = \frac{19}{5}r$$

3) $r = 10 \text{ Ом}$

$$U = 38 \text{ В}$$

$$19 \cdot I \cdot 10 = 38$$

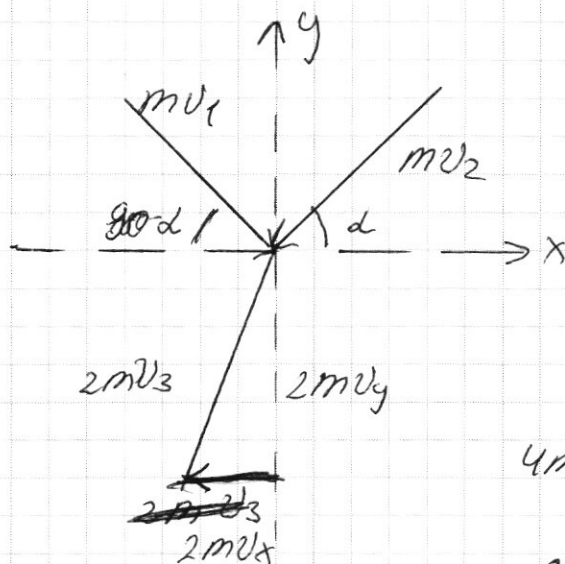
$$I = 0,2 \text{ А} \Rightarrow I_{R4} = 0,2 \text{ А}$$

Отв: $R_{\text{схем}} = \frac{19}{5}r$

$$I_{R4} = 0,2 \text{ А}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№4.



$$v_2 > v_1$$

$$4m^2 v_3^2 = 4m^2 v_x^2 + 4m^2 v_y^2$$

$$v_3^2 = v_x^2 + v_y^2$$

по x з.с.ц.

$$-mv_2 \cos \alpha + mv_1 \sin \alpha = 2mv_x$$

$$v_x = \frac{v_2 \cos \alpha - v_1 \sin \alpha}{2}$$

$$\text{Ответ: } v_3 = 50 \text{ м/с}$$

$$\alpha = 9,6^\circ$$

по y з.с.ц.

$$\cos \alpha \cdot mv_1 + mv_2 \sin \alpha = 2mv_y$$

$$v_y = \frac{v_1 \cos \alpha + v_2 \sin \alpha}{2}$$

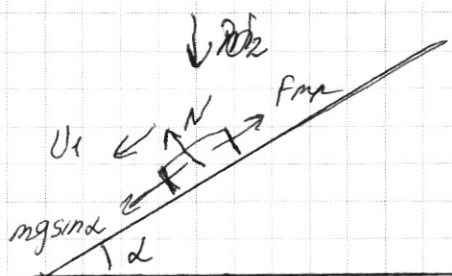
$$\cos \alpha \sin \alpha v_1 v_2$$

$$v_y^2 + v_x^2 = v_3^2 = \frac{v_2^2 \cos^2 \alpha + v_1^2 \sin^2 \alpha - 2v_1 v_2 \sin \alpha \cos \alpha + v_2^2 \sin^2 \alpha + v_1^2 \cos^2 \alpha}{4}$$

$$= \frac{v_2^2 + v_1^2}{4} = \frac{3600 + 6400}{4} = 2500 \Rightarrow v_3 = 50 \text{ м/с}$$

$$2) \text{ з.с.ц. } \frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2} = \frac{2mv_3^2}{2} + Q \quad Q = m \cdot 2 \cdot c \cdot \alpha, \alpha = 9,6^\circ$$

N 3.



1) Найти v_2

$$h = \frac{v_2^2 - 0^2}{2g}$$

$$v_2 = \sqrt{2gh} = 4 \text{ м/с}$$

2) Рассмотрим момент удара.

$$\begin{cases} T \cdot N \cdot \mu = m v_1 + m v_2 \cdot \sin \alpha & , \text{ где } T \text{ время удара} \\ T \cdot N = m v_2 \cdot \cos \alpha & , \text{ где } N - \text{ сила реакции опоры} \\ a_{\text{фр}} = -mg \sin \alpha + \mu g \cos \alpha & , \text{ где } a_{\text{фр}} - \text{ торможение блока} \end{cases}$$

$$\mu = \frac{v_1 + v_2 \cdot \sin \alpha}{v_2 \cdot \cos \alpha} \Rightarrow \mu \cos \alpha = \frac{v_1 + v_2 \cdot \sin \alpha}{v_2}$$

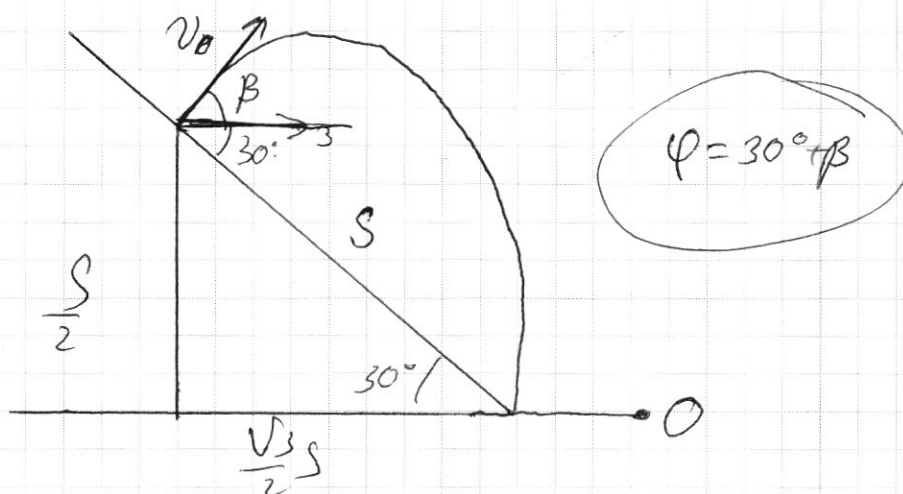
$$a_{\text{фр}} = g \cdot \frac{v_1 + v_2 \cdot \sin \alpha}{v_2} - g \cdot \sin \alpha = g \cdot \left(\frac{v_1 + v_2 \cdot \sin \alpha - v_2 \cdot \sin \alpha}{v_2} \right) =$$

$$= g \cdot \frac{v_1}{v_2} = 10 \cdot \frac{1}{4} = 2,5 \text{ м/с}^2$$

Отв: $v_2 = 4 \text{ м/с}$

$a_{\text{фр}} = 2,5 \text{ м/с}^2$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



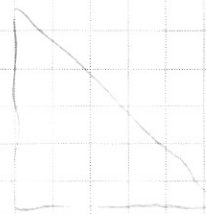
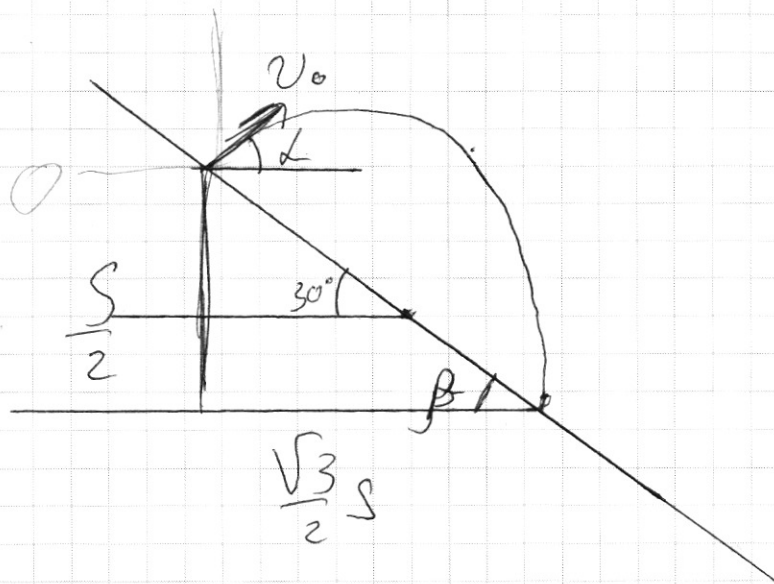
$$\begin{cases} 0 = \frac{S}{2} + v_0 \cdot \sin \beta \cdot t - \frac{gt^2}{2} \\ \frac{\sqrt{3}}{2} S = v_0 \cdot \cos \beta \cdot t \Rightarrow v_0 t = \frac{\sqrt{3} S}{2 \cos \beta} \end{cases}$$

$$\frac{gt^2}{2} = \frac{S}{2} + \tan \beta \cdot S \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$t = \sqrt{\frac{S}{g} \cdot (\tan \beta + 1)} \Rightarrow \angle \beta \rightarrow 90^\circ$$

$$2) v_0 \cdot t = S$$

$$v_0 = \frac{S}{t} = \frac{S}{\sqrt{\frac{S}{g} (\tan \beta + 1)}}$$

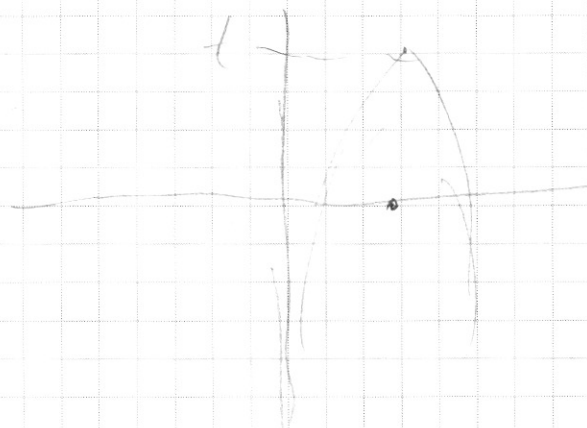


$$\cos 90^\circ = 0$$

$$\sin 90^\circ = 1$$

$$-\frac{gt^2}{2} + v \sin \beta t + \sin \alpha S = 0$$

$$v_0 t \cos \alpha = \frac{\sqrt{3}}{2} S$$



$\gamma b =$

$$\alpha \rightarrow 90^\circ$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2} = \frac{2mv_3^2}{2} + Q$$

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

$$\cos \alpha \cdot v_1 \cdot t + \cos \beta \cdot v_2 \cdot t = 1000$$

$$\begin{array}{r} 14 \\ \times 14 \\ \hline 56 \\ + 140 \\ \hline 196 \end{array}$$

$$t \cdot (\sin \alpha - 2 \sin \beta) = 0$$

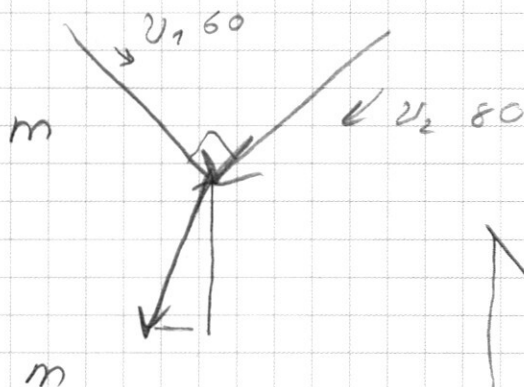
$$t \cdot (\cos \alpha + 2 \cos \beta) = 1000$$

$$Q = 2m \cdot C \cdot \Delta t$$

$$\Delta t = \frac{1000 \text{ m}}{2m \cdot 130} = \frac{5}{13}$$

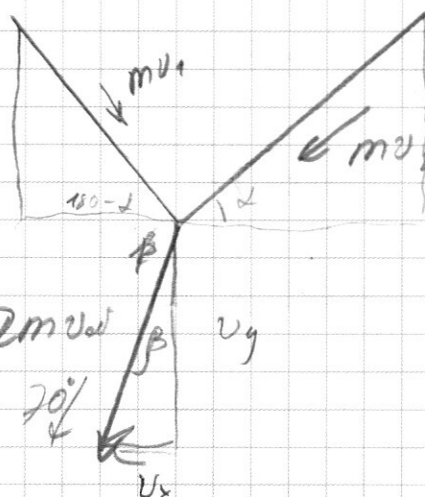
$$v_x^2 = (\cos \alpha \cdot v_2 + \cos \alpha \cdot v_1)^2$$

$$v_y^2 = (\sin \alpha \cdot v_2 + \sin \alpha \cdot v_1)^2$$



$$10000 - 9800 =$$

$$\begin{array}{r} 16 \\ \times 16 \\ \hline 96 \\ + 160 \\ \hline 256 \end{array}$$

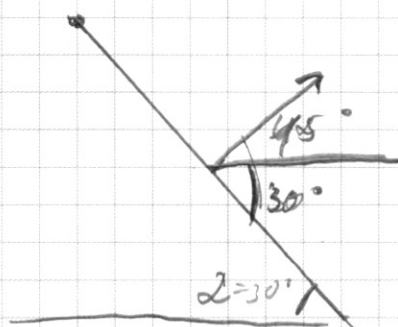


$$\cos \alpha \cdot mv_2 - \cos \alpha \cdot mv_1 = 2mv_x$$

$$\sin \alpha \cdot mv_2 + \sin \alpha \cdot mv_1 = 2mv_y$$

$$Q = \frac{m}{2} \cdot (v_1^2 + v_2^2 - 2v_3^2) = \frac{m}{2} \cdot (3600 + 6400 - 2 \cdot 4900) = 100 \text{ m}$$

$$\sin 2\alpha (v_0^2 \cdot \sin 2\alpha + 2gS) = 0$$

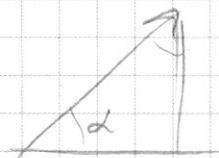


$$Q = 2500 \text{ m}$$

$$t_0 = \frac{2v_0 \cdot \sin \alpha}{g}$$

$$at = \frac{Q}{2mc} = \frac{2500}{260} = \frac{250}{26} =$$

$$y = 0 + v_0 \cdot \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2}$$



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

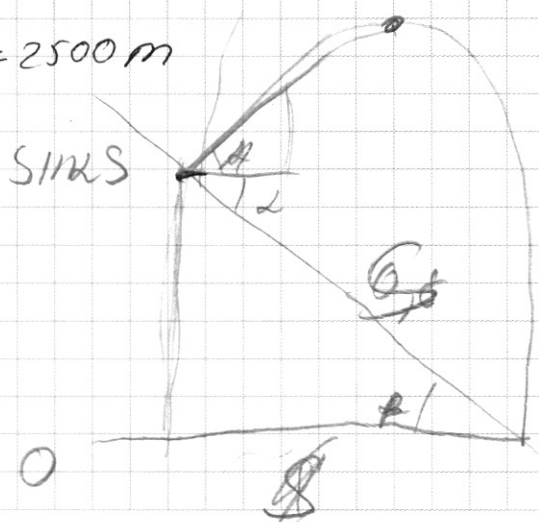
$$t = \frac{2v_0 \cdot \sin \alpha}{g}$$

$$\begin{array}{r|l} 250 & 26 \\ -234 & \\ \hline 160 & 9,6 \\ -156 & \\ \hline 4 & \end{array}$$

$$Q = \frac{m}{2} \cdot (v_1^2 + v_2^2 - v_3^2)$$

$$0 = \sin 2\alpha \cdot S + v_0 \cdot \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2}$$

$$\frac{5000 \text{ m}}{2} = 2500 \text{ m}$$

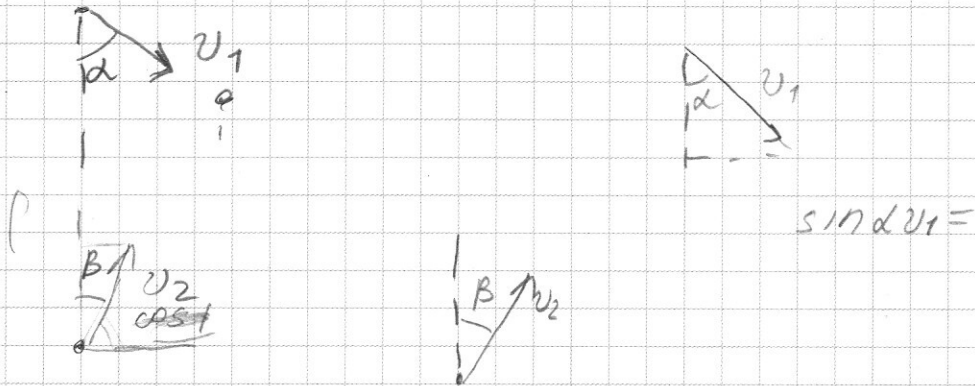


$$\frac{gt^2}{2} - v_0 \cdot \sin \alpha \cdot t - \sin 2\alpha S = 0$$

$$D = v_0^2 \cdot \sin^2 \alpha + 2g \cdot \sin \alpha S = 0$$

S.

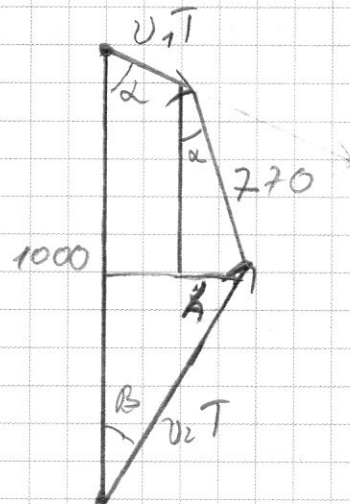
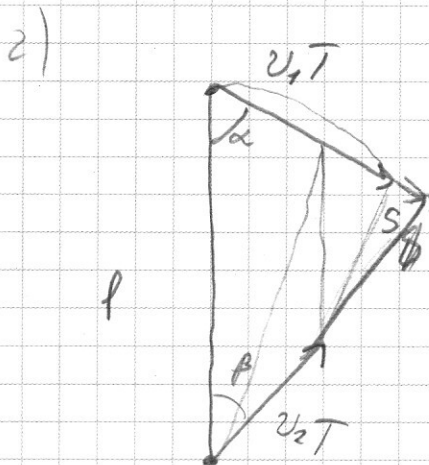
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



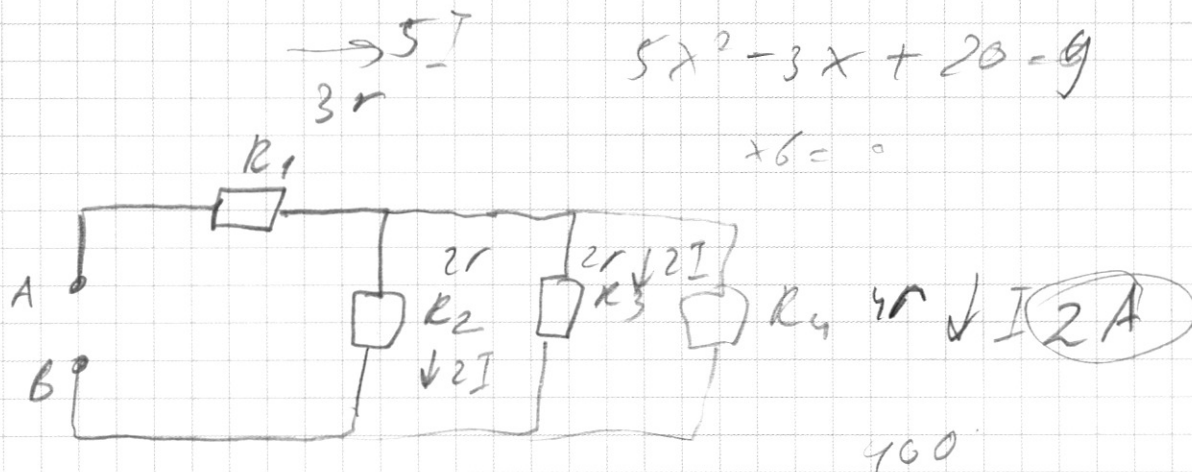
1) $\sin \alpha v_1 \cdot t = \sin \beta \cdot v_2 \cdot t$
 $\cos \beta \cdot v_2 \cdot t = l \cos \alpha \cdot v_1 = l$

$\alpha = 60^\circ$

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



$$h = \sin \beta v_2 T - \sin \alpha v_1 T = \left(20 \cdot \frac{\sqrt{3}}{4} - \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 10 \right) T =$$



$5I$

$$I_{\text{total}} = 5I$$

$$V_{\text{total}} = 15IR + 4IR = 19IR$$

$$R_{\text{total}} = \frac{V_{\text{total}}}{I_{\text{total}}} = \frac{19}{5}r$$

$\sqrt{\frac{3}{2}}$

$$5I = \frac{38}{\frac{19}{5}r}$$

$$\frac{1}{r} + \frac{1}{4r}$$

$$\frac{5}{4}$$

$$3r + \frac{4}{5}r$$

$$-\frac{5}{2} = 0 + V_0$$

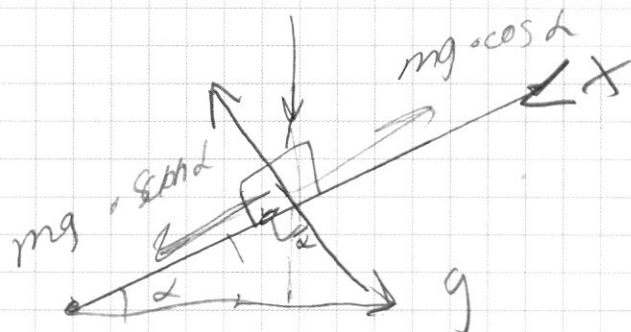
$$\frac{2500m}{266} - \frac{256}{\sqrt{2}} = \frac{38 \cdot 5}{19 \cdot 5} = 2$$

$$\sqrt{\frac{19600}{4}} = \frac{140}{2} = 70$$

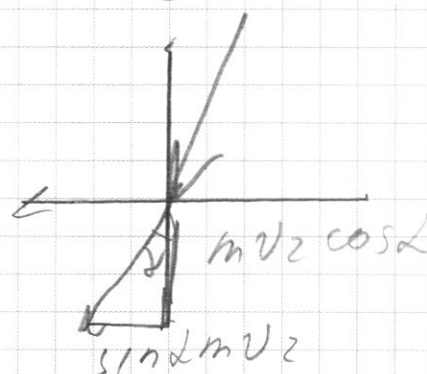
$$V_{\text{total}}^2 = 8\delta^2 \cos^2 \alpha + \cos^2 \alpha V_1 + 2 \cos^2 \alpha V_1 V_2 + \sin^2 \alpha V_2 + \sin^2 \alpha V_1 + 2 \sin^2 \alpha V_1 V_2$$

$$V_{\text{total}} = \sqrt{\frac{V_2^2 + V_1^2 + 2V_1V_2}{4}} = \sqrt{\frac{3600 + 6400 + 2 \cdot 4800}{4}}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



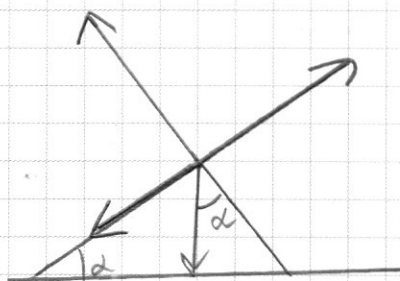
$$h = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g}$$



$$\frac{gt^2}{2} = h$$

$$gt = v$$

$$v_2 = \sqrt{\quad}$$



$$h =$$

$$v_2 = \sqrt{2gh} = 4$$

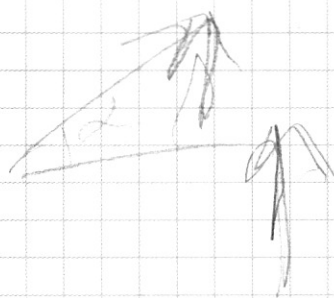
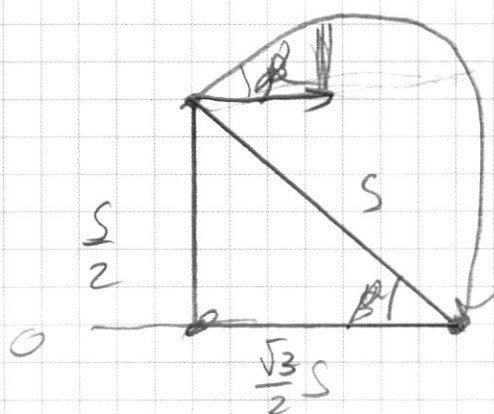
$$t \cdot m g \cos \alpha = m v_1 + m v_2 \sin \alpha$$

$$t \cdot N = m v_2 \cos \alpha$$

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

$$a = g \frac{v_1 + v_2 \sin \alpha}{v_2} - g \sin \alpha = g \left(\frac{v_1}{v_2} \right) = 2,5 \text{ m/s}^2$$

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



$$0 = \frac{S}{2} + v_0 \cdot t \cdot \sin \alpha - \frac{gt^2}{2}$$

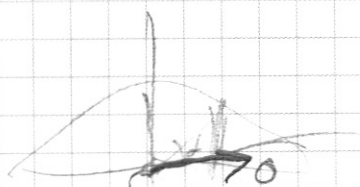
$$v_0 \cdot \cos \alpha \cdot t = \frac{\sqrt{3}}{2} S$$

$$0 = v_0^2 \cdot \sin^2 \alpha + Sg$$

$$\frac{gt^2}{2} - v_0 t \cdot \sin \alpha - \frac{S}{2} = 0$$

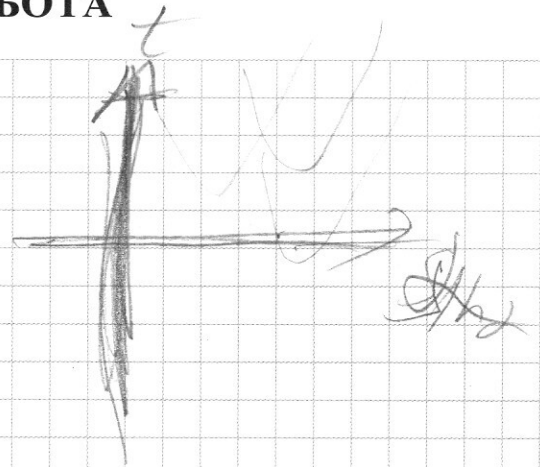
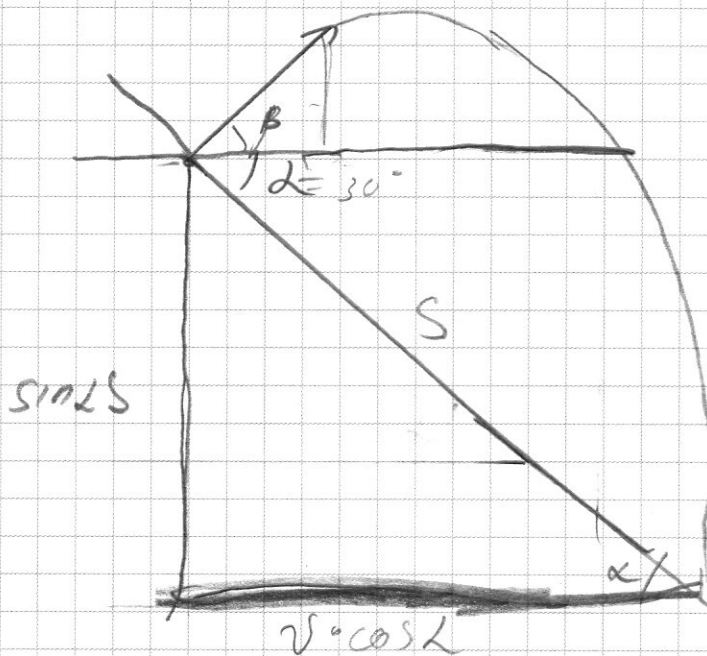
$$\frac{gt^2}{2} - \lg \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} S - \frac{S}{2} = 0$$

$$t = \sqrt{\frac{S}{g} (\sqrt{3} \lg + 1)}$$



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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$D = v_0^2 \sin^2 \alpha = Sg = 0$$

$$Sg = v_0^2 \sin^2 \alpha$$

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

$$v_0 \cos \alpha \cdot t = \cos \alpha \cdot S, \quad v_0 t = \frac{\sqrt{3} \cdot S}{2 \cos \alpha}$$

$$\frac{gt^2}{2} - v_0 \sin \alpha \cdot t + \frac{S}{2} = 0$$

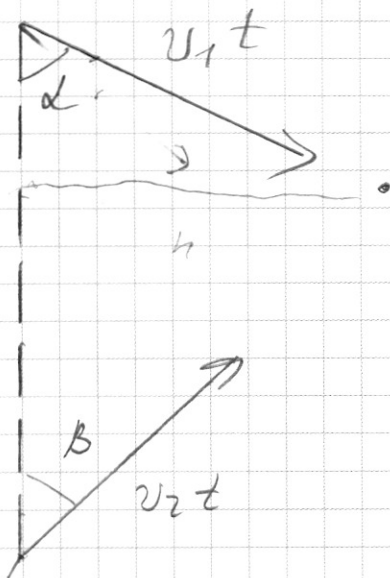
$$t = \sqrt{\frac{S}{g} (\tan \alpha \sqrt{3} + 1)}$$

$$\frac{gt^2}{2} - \frac{\sqrt{3} S}{2} \cdot \tan \alpha + \frac{S}{2} = 0$$

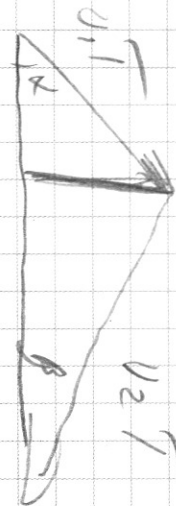
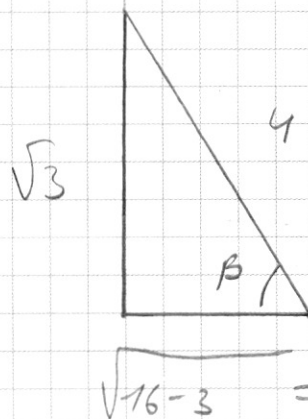
$$D = \frac{3}{4} S^2 \cdot \tan^2 \alpha - Sg = 0$$

$$D = \frac{3}{4} S^2 \quad t = \sqrt{\frac{S}{g} (\tan \alpha \sqrt{3} + 1) \cdot \frac{2}{g}}$$

$$\tan \alpha = \frac{4}{3}$$



$$h = 5\sqrt{3}$$

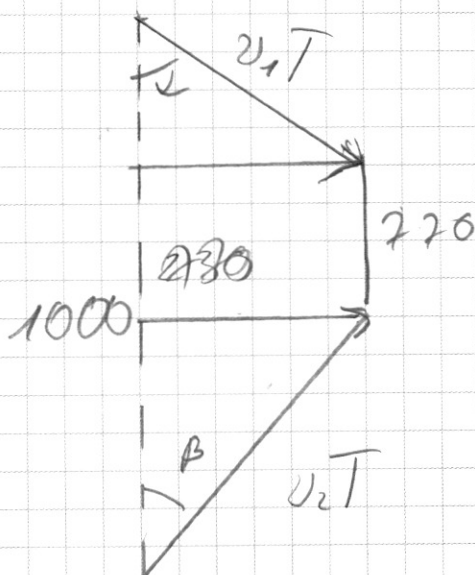


$$v_1 t \cdot \sin \alpha = v_2 t \cdot \sin \beta$$

$$\cos \beta = \frac{\sqrt{13}}{4}$$

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

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



$$\cos \alpha \cdot v_1 T + \cos \beta \cdot v_2 T = 230$$

$$T_0 \left(\frac{\sqrt{13}}{2} \cdot 10 + \frac{\sqrt{13}}{4} \cdot 20 \right) = 230$$

$$T_0 = \frac{230}{5\sqrt{3} + 5\sqrt{13}} = \frac{230}{5(\sqrt{3} + \sqrt{13})}$$

$$= \frac{46}{\sqrt{3} + \sqrt{13}} = \frac{46}{5,3} = \frac{460}{53} = 8,7$$

$$\begin{array}{r} 16 \\ \times 16 \\ \hline 96 \\ + 160 \\ \hline 256 \end{array} \quad \begin{array}{r} 12 \\ \times 12 \\ \hline 144 \\ + 120 \\ \hline 264 \end{array}$$

$$1,7 + 3,6$$