

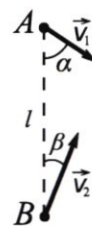
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 09

Вариант 09-02

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

1. Корабль A и торпеда B в некоторый момент времени находятся на расстоянии $l = 0,8$ км друг от друга (см. рис.) Скорость корабля $V_1 = 8$ м/с, угол $\alpha = 60^\circ$, угол $\beta = 30^\circ$. Скорость V_2 торпеды такова, что торпеда попадет в цель.



1) Найдите скорость V_2 торпеды.

2) На каком расстоянии S будут находиться корабль и торпеда через $T = 25$ с?

2. Плоский склон горы образует с горизонтом угол α , $\sin \alpha = 0,6$. Из миномета, расположенного на склоне, производят выстрел, под таким углом β к поверхности склона, что продолжительность полета мины наибольшая. Мина падает на склон на расстоянии $S = 1,8$ км от точки старта.

1) Под каким углом β к поверхности склона произведен выстрел?

2) Найдите максимальную дальность L стрельбы из такого миномета на горизонтальной поверхности. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха пренебрежимо мало.

3. Вниз по шероховатой наклонной плоскости равнозамедленно движется брусок. Величина ускорения бруска $a = 2$ м/с². Пластилинный шарик, движущийся по вертикали, падает на брусок и прилипает к нему, а брусок останавливается. Продолжительность полета шарика до соударения $T = 0,2$ с. Начальная скорость шарика нулевая.

1) Найдите скорость V_1 шарика перед соударением.

2) Найдите скорость V_2 бруска перед соударением.

Движение шарика до соударения – свободное падение. 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 одинаковых шарика движутся по взаимно перпендикулярным прямым и слипаются в результате абсолютно неупругого удара. После слипания скорость шариков $V = 25$ м/с. Скорость одного из шариков перед слипанием $V_1 = 30$ м/с.

1) С какой скоростью V_2 двигался второй шарик перед слипанием?

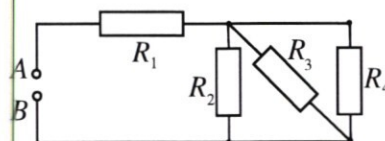
2) Найдите удельную теплоемкость c материала, из которого изготовлены шарики, если известно, что в результате слипания температура шариков повысилась на $\Delta t = 1,35$ °С. Температуры шариков перед слипанием одинаковы.

5. Четыре резистора соединены как показано на рисунке. Сопротивления резисторов $R_1 = 2 \cdot r$,

$R_2 = R_3 = 4 \cdot r$, $R_4 = r$. На вход АВ схемы подают напряжение $U = 8$ В.

1) Найдите эквивалентное сопротивление R_{AB} цепи.

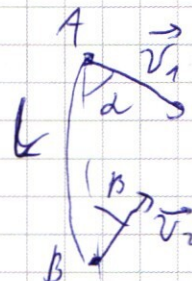
2) Какая суммарная мощность P будет рассеиваться на резисторах R_2 , R_3 и R_4 при $r = 6$ Ом?



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1

Дано: $v_1 = 8 \text{ м/с}$
 ~~L~~ $L = 0,3 \text{ км}$
 $\alpha = 60^\circ$
 $\beta = 30^\circ$



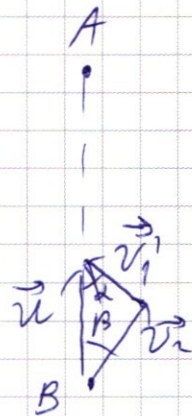
$$\begin{array}{r} 10 \\ - 4 \\ \hline 155 \\ 14 \\ \hline 289 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 12 \\ \wedge 8 \\ \hline 136 \end{array}$$

- 1) $v_2 - ?$
- 2) $T = 25L$
 $S - ?$

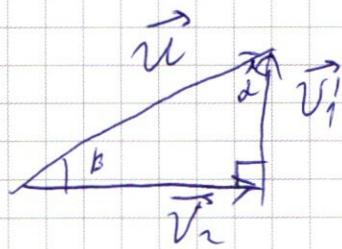
1) перейдем в систему отсчета корабля

$$\sqrt{3} \approx 1,7$$



$$\vec{v}_1' = -\vec{v}_1$$

$$\vec{u} = \vec{v}_2 + \vec{v}_1' = \vec{v}_2 - \vec{v}_1$$



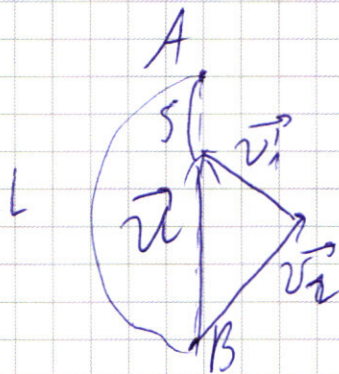
$\alpha + \beta = 90^\circ \Rightarrow$ ~~треугольник~~ ~~прямоугольный~~ $\Rightarrow$

$$\Rightarrow v_2 = v_1 \cdot \text{tg } \alpha$$

$$v_2 = v_1 \cdot \sqrt{3} \approx 8 \text{ м/с} \cdot 1,7 = 13,6 \text{ м/с}$$

$$u = \frac{v_1'}{\cos \alpha} = 2v_1 = 16 \text{ м/с}$$

21



$$S = u \cdot T =$$

$$= 16 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 25 \text{ s} =$$

$$= 400 \text{ m}$$

Ответ: 1) $v_2 \approx 13.6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
2) $S = 400 \text{ m}$

$$S = L - u \cdot T =$$

$$= 800 \text{ m} - 16 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 25 \text{ s} =$$

$$= 400 \text{ m}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Дано:

$$\sin \alpha = 0,6$$

$T - \text{man}$

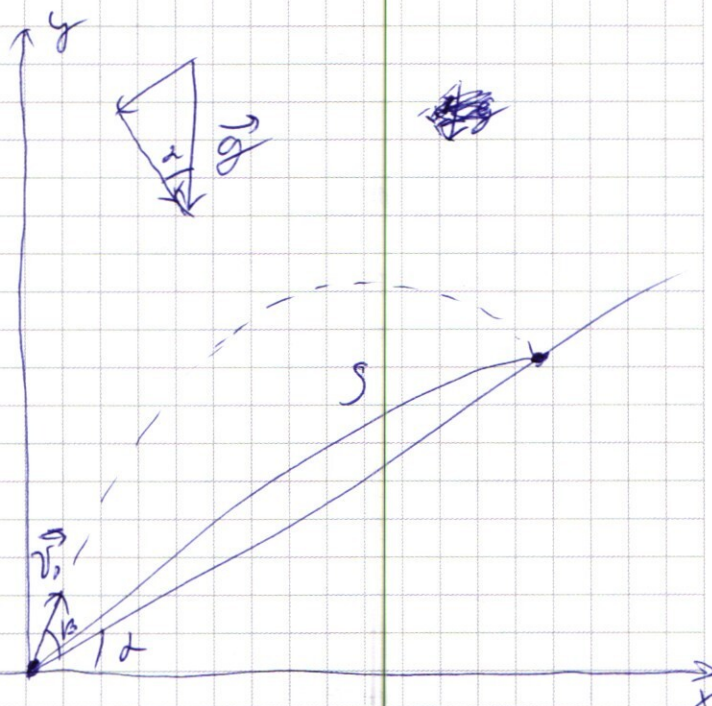
$$S = 1,8 \text{ km}$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

1) $\beta - ?$

2) $L_{\text{man}} - ?$

$$\sin \alpha = 0,6 \Rightarrow \cos \alpha = 0,8$$



$$x(t) = v_0 \cdot \cos \beta \cdot t - g \cdot \sin \alpha \cdot t^2$$

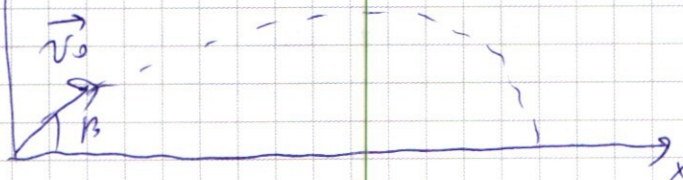
$$y(t) = v_0 \cdot \sin \beta \cdot t - \frac{g \cdot \cos \alpha \cdot t^2}{2}$$

$$v_x(t) = v_0 \cdot \cos \beta - g \cdot \sin \alpha \cdot t$$

$$v_y(t) = v_0 \cdot \sin \beta - g \cdot \cos \alpha \cdot t$$

$$g \cdot \sin \alpha$$

$$g \cdot \cos \alpha$$



$$y=0$$

$$V_0 \cdot \sin \beta \cdot t = \frac{g \cdot t^2 \cdot \cos \alpha}{2}$$

$$V_0 = \frac{g \cdot t}{2} \cdot \frac{\cos \alpha}{\sin \beta}$$

$$\cos \alpha = 0,8$$

$$\sin \alpha = 0,6$$

$$S = \frac{g \cdot t^2}{2} \left(\frac{\cos \alpha \cdot \cos \beta}{\sin \beta} - \sin \alpha \right)$$

$$\left. \begin{array}{l} t - \text{max} \\ S - \text{const} \\ g - \text{const} \end{array} \right\} \Rightarrow \left(\frac{\cos \alpha \cdot \cos \beta}{\sin \beta} - \sin \alpha \right) - \text{min}$$

$$\min \left(\frac{1}{5} \operatorname{ctg} \beta - \frac{3}{5} \right) = 0 \Rightarrow \operatorname{ctg} \beta = \frac{3}{4}$$

Т. к. в условии не указана начальная скорость ~~пути~~, выстреливаемая из миномёта,
 снаряда

то можно предположить, что она бесконечно большая, и в этом случае мы можем попасть в любую точку на склоне, и в этом случае нам нужно будет стрелять вертикально вверх относительно горизонта.

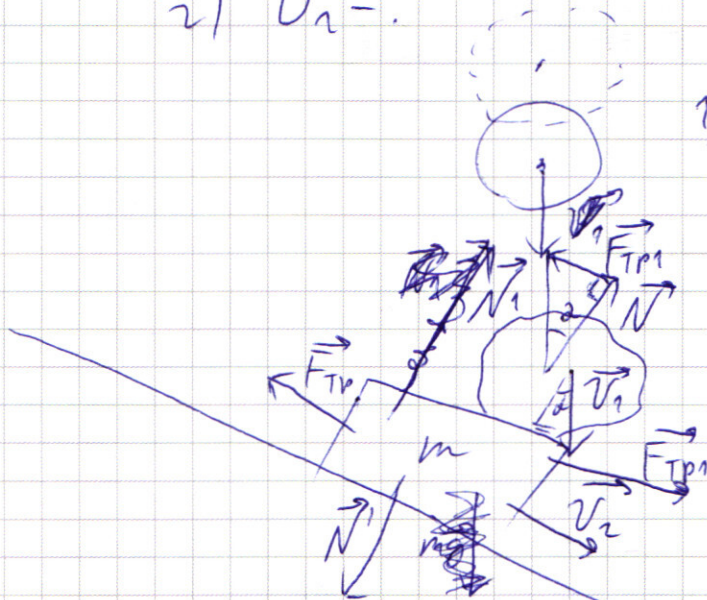
Это будет выполняться тогда, когда $\beta = \operatorname{arctg} \left(\frac{3}{4} \right)$,

что естественно при бесконечно большой ^{начальной} скорости у нас бесконечно большая дальность

$\sqrt{3}$

Дано: $a = 2 \text{ м/с}^2$
 $T = 0,2 \text{ с}$

- 1) $V_1 - ?$
2) $V_2 - ?$



1)

$$V_1 = g \cdot T = 10 \text{ м/с}^2 \cdot 0,2 \text{ с} = 2 \text{ м/с}$$

~~$N_1 = N + mg \cdot \cos \alpha$~~

$$N_1 = N + mg \cdot \cos \alpha$$

2) $N' = -N$

2)

$$F_{\text{тр}1} = N \cdot \mu \cdot g \cdot 2$$

$$V_1 \cdot \cos \alpha = \frac{N}{m} \cdot T$$

$$T = \frac{V_1 \cdot \cos \alpha \cdot m}{N} \quad F_{\text{тр}2} = mg \cdot \sin \alpha$$

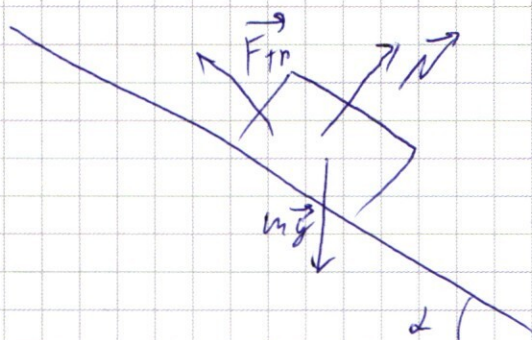
$$N = mg \cdot \cos \alpha$$

$$V_2 = \left(\frac{N \cdot \mu}{m} - g \cdot \sin \alpha \right) \cdot \frac{V_1 \cdot \cos \alpha \cdot m}{N} = V_1 \cdot (\cos \alpha \cdot \mu - \sin \alpha)$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

~~$$\frac{F_{\text{тр}2} \cdot \sin \alpha + N_2 \cdot \sin \alpha - g m}{m} \cdot t = v_1$$~~

~~$$\frac{F_{\text{тр}2} - g \cdot \sin \alpha \cdot m}{m} \cdot t = v_2$$~~



$$N = m g \cdot \cos \alpha$$

$$F_{\text{тр}} = N \cdot \mu$$

$$\vec{N} + m\vec{g} + \vec{F}_{\text{тр}} = m\vec{a}$$

$$m g \cdot \sin \alpha + m g \cdot \cos \alpha \cdot \mu = -m a$$

$$a = g (\cos \alpha \cdot \mu + \sin \alpha)$$

$$\begin{cases} m g \cdot \sin \alpha - F_{\text{тр}} = -m a \\ N - m g \cdot \cos \alpha = 0 \end{cases}$$

$$\cos \alpha \cdot \mu - \sin \alpha = 0,2$$

~~$$v_1 = v_2$$~~

$$v_2 = v_1 (\cos \alpha \cdot \mu - \sin \alpha) =$$

$$= v_1 \cdot 0,2 = 0,4 \text{ м/с}$$

Ответ: 1) $v_1 = 2 \text{ м/с}$ 2) $v_2 = 0,4 \text{ м/с}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Решо:

$V_1 = 30 \text{ м/с}$
 $V = 25 \text{ м/с}$

1) $V_2 = ?$
2) $\Delta t = 1.35^\circ \text{C}$
 $C = ?$

Закон сохранения импульса

1) $m \vec{V}_1 + m \vec{V}_2 = 2m \vec{V}$
 $\vec{V}_1 + \vec{V}_2 = 2\vec{V}$
 $\vec{V}_2 = 2\vec{V} - \vec{V}_1$

Закон сохранения энергии

$\frac{m V_1^2}{2} + \frac{m V_2^2}{2} = \frac{2m V^2}{2} + Q$

$Q = C m \Delta t$

$V_1^2 + V_2^2 = 2V^2 + 4C \Delta t$

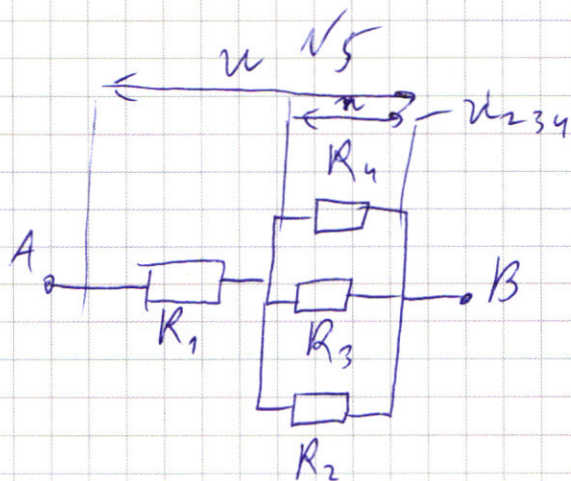
$C = \frac{V_1^2 + V_2^2 - 2V^2}{4 \Delta t}$

$C = \frac{(900 + 1600 - 1250) \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}{5.4^\circ \text{C}}$

$C = \frac{1250}{5.4} \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{C}}$

$C \approx 231 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{C}}$

Отв: 1) $V_2 = 40 \text{ м/с}$
2) $C \approx 230 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{C}}$



Дано:

$$R_1 = 2r$$

$$R_2 = R_3 = 4r$$

$$R_4 = r$$

$$U = 8 \text{ В}$$

1) $R_{AB} = ?$

$$1) R_{234} = (R_4^{-1} + R_3^{-1} + R_2^{-1})^{-1} =$$

$$= r \left(1 + \frac{1}{4} + \frac{1}{4} \right)^{-1} =$$

$$= r \cdot \frac{2}{3} = \frac{2}{3} r$$

$$2) U = 6 \text{ В}$$

$$P_2 = ?$$

$$P_3 = ?$$

$$P_4 = ?$$

$$R_{AB} = R_1 + R_{234} = 2r + \frac{2}{3}r = \frac{8}{3}r$$

$$2) U_{234} = \frac{U \cdot R_{234}}{R_{AB}} = \frac{U \cdot \frac{2}{3}r}{\frac{8}{3}r} = \frac{U}{4} = 2 \text{ В}$$

$$P_2 = \frac{U_{234}^2}{R_2} = \frac{4 \text{ В}^2}{24 \Omega} = \frac{1}{6} \text{ Вт} \approx 0,16 \text{ Вт}$$

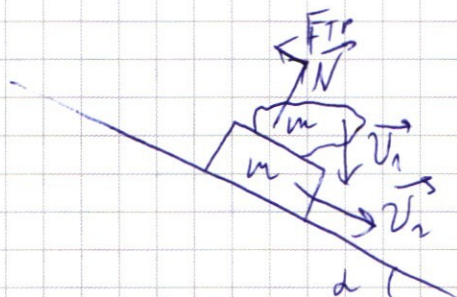
$$P_3 = \frac{U_{234}^2}{R_3} = \frac{4 \text{ В}^2}{24 \Omega} \approx 0,16 \text{ Вт}$$

$$P_4 = \frac{U_{234}^2}{R_4} = \frac{4 \text{ В}^2}{6 \Omega} = \frac{2}{3} \text{ Вт} \approx 0,66 \text{ Вт}$$

Отв. 1) $R_{AB} = \frac{8}{3}r$

2) $P_2 \approx 0,16 \text{ Вт}$
 $P_3 \approx 0,16 \text{ Вт}$
 $P_4 \approx 0,66 \text{ Вт}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



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

$$N = m \cdot a_1$$

$$\frac{N}{\cos \alpha \cdot m} \cdot T_1 = v_1$$

$$(g (\cos \alpha \cdot \mu - \sin \alpha) + a_1) T_1 = v_2$$

$$\frac{a_1}{\cos \alpha} \cdot T_1 = v_1$$

$$(a + a_1 \cdot \mu) \cdot T_1 = v_2$$

$$\frac{a_1 \cdot v_2}{\cos \alpha (a + a_1 \cdot \mu)} = v_1$$

$$\cos \alpha \cdot \mu - \sin \alpha = 0,2$$

$$F_{\text{тр}2} = N_2 \cdot \mu$$

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

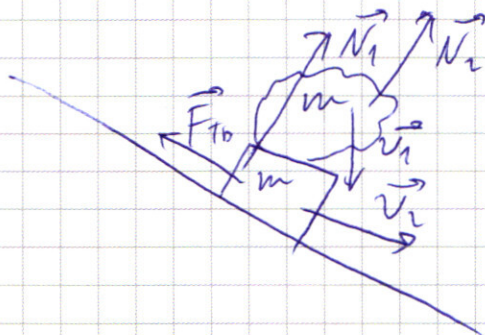
$$\cancel{mg \sin \alpha} + F_{\text{тр}2} - F_{\text{тр}1} =$$

$$= \cancel{mg \sin \alpha} - F_{\text{тр}2}$$

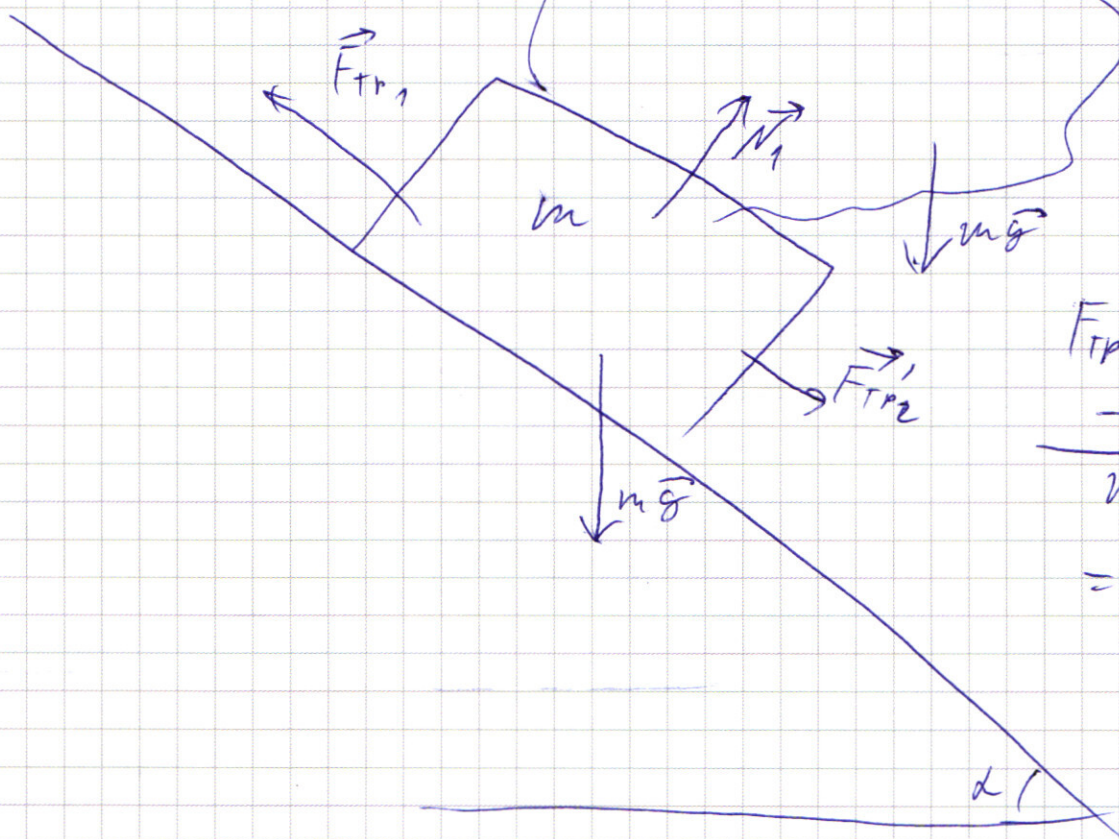
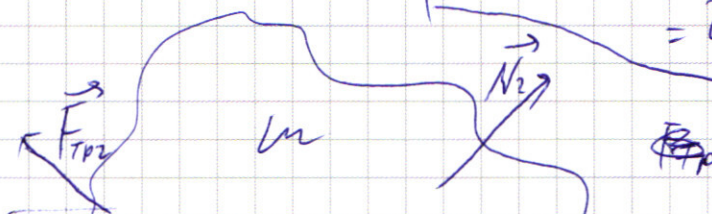
$$2 F_{\text{тр}2} = F_{\text{тр}1}$$

$$\frac{\vec{F}_{\text{тр}2} + \vec{N}_2 + m\vec{g}}{m} \cdot \tau =$$

$$= v_1$$



~~W1~~



$$\frac{F_{\text{тр}1} - F_{\text{тр}2} - mg \sin \alpha}{m} =$$

$$= \frac{v_2}{\tau}$$

$$200 \text{ km} + 450 \text{ km} = 650 \text{ km}$$

$$v_{\text{ср}} = \frac{g \cdot \cos \alpha \cdot t}{2 \cdot \sin \beta}$$

$$\frac{g \cdot \cos \alpha \cdot \cos \beta \cdot t^2}{2 \cdot \sin \beta} =$$

$$- \frac{g \cdot \sin \alpha \cdot t^2}{2} = S$$

$$\frac{g t^2}{2} \left(\frac{\cos \alpha \cdot \cos \beta}{\sin \beta} - \sin \alpha \right) = S$$

$$\cos \beta \cdot 0,8 - 0,6 = 0$$

$$\cos \beta = \frac{3}{4}$$

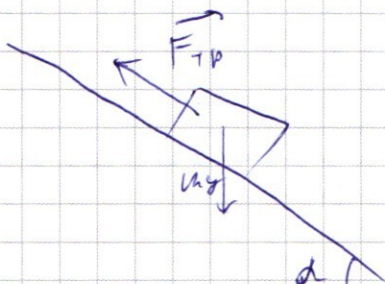
$$\begin{array}{r} 12500 \\ - 108 \\ \hline 142 \\ - 162 \\ \hline 80 \\ - 54 \\ \hline 60 \\ - 54 \\ \hline 6 \end{array} \quad \begin{array}{r} 22 \\ \hline 462,2 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 12500 \\ - 108 \\ \hline 142 \\ - 162 \\ \hline 80 \\ - 54 \\ \hline 260 \\ - 216 \\ \hline 54 \end{array} \quad \begin{array}{r} 54 \\ \hline 237,41 \end{array}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\begin{aligned}
 0 &= V_0 \cdot \sin \beta \cdot t - \frac{g \cdot \cos \alpha \cdot t^2}{2} \\
 g \cdot \sin \alpha \cdot t &= 2 V_0 \cdot \sin \beta \\
 \cos \beta &= \frac{g \cdot \sin \alpha \cdot t}{2 V_0} \\
 t &= \frac{2 V_0 \cdot \cos \beta}{g \cdot \sin \alpha} \\
 0 &= V_0 \cdot \sin \beta \cdot t - \frac{g \cdot \cos \alpha \cdot t^2}{2} \\
 2 V_0 \cdot \sin \beta &= g \cdot \cos \alpha \cdot t \\
 t &= \frac{2 V_0}{g} \cdot \frac{\sin \beta}{\cos \alpha} \quad \text{— ман} \\
 S &= \frac{2 V_0^2}{g} \cdot \frac{\cos \alpha \cdot \cos \beta}{\cos \alpha} = \frac{\cos \beta \cdot \sin \beta}{\cos \alpha} = \frac{2 V_0^2 \cdot \sin \alpha \cdot \sin^2 \beta}{2 g \cdot \cos^2 \alpha} \\
 S &= \frac{V_0^2}{g} \left(\frac{2 \cos \beta \cdot \sin \beta}{\cos \alpha} - \frac{2 \sin \alpha \cdot \sin^2 \beta}{\cos^2 \alpha} \right) \\
 V_0 \sin \beta &= \text{ман} \\
 \begin{array}{r} 5 \\ 27 \\ \times 8 \\ \hline 216 \end{array} & \quad \begin{array}{r} 500 \\ -27 \\ \hline 230 \\ -216 \\ \hline 140 \\ -135 \\ \hline 50 \\ -27 \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{r} 22 \\ \overline{) 18,5} \\ 44 \\ \hline 185 \\ 370 \\ \hline 185 \\ \hline 50 \\ 27 \\ \hline \end{array}
 \end{aligned}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



~~$F_{tr} = m \cdot g$~~

Дано: $a = 2 \text{ м/с}^2$

$T = 2,2 \text{ с}$

$g = 10 \text{ м/с}^2$

1) $V_1 - ?$

2) $V_2 - ?$

~~$F_{tr} = m \cdot g$~~

$$m g \cdot \sin \alpha - F_{tr} = - m \cdot a$$

$$F_{tr} = m (g \cdot \sin \alpha + a)$$

$$g \cdot \sin \alpha + a = g \cdot \cos \alpha \cdot \mu$$

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

$$V_1 = g \cdot T = 2 \text{ м/с}$$



$$V_2 + V_1 \cdot \sin \alpha = \frac{F}{2m} (\cos \alpha \cdot \mu - \sin \alpha)$$

$$\frac{g \cdot \sin \alpha \cdot t^2}{2} - V_0 \cdot \cos \beta \cdot t + S = 0$$

$$V_0 = \frac{g \cdot \cos \alpha \cdot t}{2 \cdot \sin \beta}$$

$$\frac{g \cdot \sin \alpha \cdot t^2}{2} - \frac{g \cdot \cos \alpha \cdot \cos \beta \cdot t^2}{2 \cdot \sin \beta} + S = 0$$

$$\frac{g \cdot t^2}{2} \left(\sin \alpha - \frac{\cos \alpha \cdot \cos \beta}{\sin \beta} \right) = -S$$

$$\frac{g \cdot t^2}{2} \left(\frac{\cos \alpha \cdot \cos \beta}{\sin \beta} - \sin \alpha \right) = S$$

$$\min \left(\frac{\cos \alpha \cdot \cos \beta}{\sin \beta} - \sin \alpha \right) = \frac{S}{g}$$

~~$$\frac{4}{3} \cos \beta = 2,6 \quad \text{откуда } \frac{4}{3} = \text{или } \frac{3}{5}$$~~