

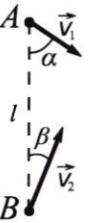
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 09

Вариант 09-02

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

1. Корабль A и торпеда B в некоторый момент времени находятся на расстоянии $l = 0,8$ 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. Пластиновый 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 пластины 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.

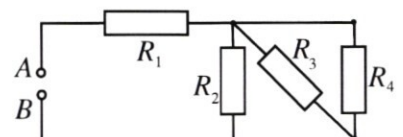
5. Четыре резистора соединены как показано на рисунке. Сопротивления резисторов $R_1 = 2 \cdot r$,

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

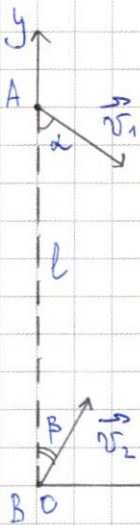
1) Найдите эквивалентное сопротивление R_{AB} цепи.

2) Какая суммарная мощность P будет рассеиваться на резисторах R_2 ,

R_3 и R_4 при $r = 6$ Ом?



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



№1.

Дано: $l = 0,8 \text{ км} = 800 \text{ м}$, $v_1 = 8 \text{ м/с}$,
 $\alpha = 60^\circ$, $\beta = 30^\circ$, $T = 25 \text{ с}$

Найти: 1) v_2 ; 2) S (через время T)

Решение.

1) Введем систему координат.

$$\underline{A:} \quad y_A(t) = -v_1 \cos \alpha t + l$$

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

$$\underline{B:} \quad y_B(t) = v_2 \cos \beta t$$

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

Пусть до столкновения катер и торпеда шли $t = t_{\text{столк.}}$.
В момент столкновения катер и торпеда прошли одинаковое расстояние по оси Ox . Поэтому:

$$x_A(t_{\text{столк.}}) = x_B(t_{\text{столк.}})$$

$$v_1 \sin \alpha t_{\text{столк.}} = v_2 \sin \beta t_{\text{столк.}}$$

$$v_2 = \frac{v_1 \sin \alpha t_{\text{столк.}}}{\sin \beta t_{\text{столк.}}} = v_1 \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$$

$$v_2 = 8 \cdot \frac{\sin 60^\circ}{\sin 30^\circ} = 8 \cdot \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}}{\frac{1}{2}} = 8\sqrt{3} \text{ (м/с)}$$

$$2) \quad 1. \quad y_A(T) = -v_1 \cos \alpha T + l = -8 \cdot \cos 60^\circ \cdot 25 + 800 = -200 \cdot \frac{1}{2} + 800 = 700 \text{ (м)}$$

$$x_A(T) = v_1 \sin \alpha T = 8 \cdot \sin 60^\circ \cdot 25 = 200 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 100\sqrt{3} \text{ (м)}$$

$$2. \quad y_B(T) = v_2 \cos \beta T = 8\sqrt{3} \cdot \cos 30^\circ \cdot 25 = 200\sqrt{3} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 300 \text{ (м)}$$

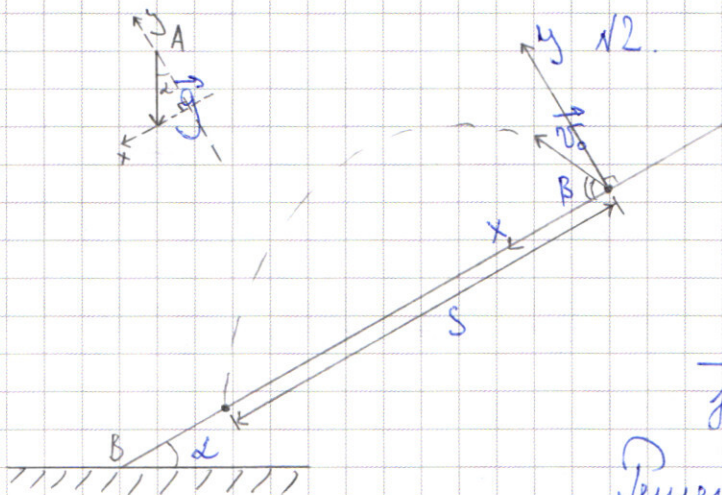
$$x_B(T) = v_2 \sin \beta T = 8\sqrt{3} \cdot \sin 30^\circ \cdot 25 = 200\sqrt{3} \cdot \frac{1}{2} = 100\sqrt{3} \text{ (м)}$$

Через время T катер и торпеды прошли одинаковый путь по оси $Ox \Rightarrow$ расстояние S между ними равно:

$$S = y_A(T) - y_B(T) = 700 - 300 = 400 \text{ (м)}$$

Отметим: 1) $v_z = 8\sqrt{3} \text{ м/с}$

2) $S = 400 \text{ м}$



Дано: $\sin \alpha = 0,6$, $S = 1,8 \text{ км} = 1800 \text{ м}$, $g = 10 \text{ м/с}^2$, t_n (время полёта) — максимум

Найти: 1) β ; 2) L

Решение.

1) Введём систему координат.

Пусть начальная скорость шара равна v_0 .

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

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

($\angle A = \angle B = \alpha$, т.к. это углы с взаимно перпендикулярными сторонами)

$$y(t_n) = v_0 \sin \beta t_n - g \cos \alpha \frac{t_n^2}{2} = 0$$

$$v_0 \sin \beta - g \cos \alpha \frac{t_n}{2} = 0$$

$$v_0 \sin \beta = g \cos \alpha \frac{t_n}{2}$$

$$t_n = \frac{2v_0 \sin \beta}{g \cos \alpha} = \frac{2v_0}{g \cos \alpha} \sin \beta$$

t_n зависит от β , т.к. $\frac{2v_0}{g \cos \alpha}$ постоянно (где этой задали). Т.к. у нас t_n максимум, значит, $\sin \beta$ тоже максимален: $-1 \leq \sin \beta \leq 1 \Rightarrow \sin \beta = 1 \Rightarrow \beta = 90^\circ$.

Найдём v_0 :

$$1. \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha = 1 \Rightarrow \cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \sqrt{1 - 0,6^2} =$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$= \sqrt{1 - 0,36} = \sqrt{0,64} = 0,8.$$

$$2. \quad t_n = \frac{2v_0}{g \cos \alpha} \cdot \sin \beta = \frac{2v_0}{10 \cdot 0,8} \cdot \sin 90^\circ = \frac{2v_0}{8} \cdot 1 = \frac{v_0}{4}$$

$$3. \quad x(t_n) = v_0 \cos \beta t_n + g \sin \alpha \frac{t_n^2}{2} = S$$

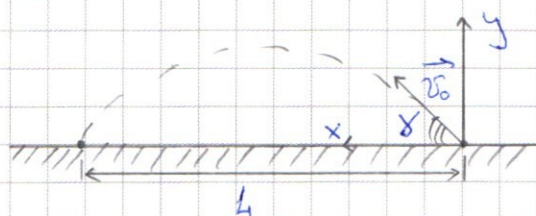
$$v_0 \cos 90^\circ t_n + g \sin \alpha \frac{(v_0/4)^2}{2} = S$$

$$v_0 \cdot 0 \cdot t_n + g \sin \alpha \frac{v_0^2}{16} = 2S$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{32S}{g \sin \alpha}}$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{32 \cdot 1800}{10 \cdot 0,6}} = \sqrt{32 \cdot 300} = \sqrt{16 \cdot 2 \cdot 100 \cdot 3} = 40\sqrt{6} \text{ (м/с)}$$

2)



Введем систему координат.
Пусть взлет происходит
под углом α к горизонту.
Обозначим время полета за
 t_n .

$$x(t) = v_0 \cos \alpha t_n$$

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

$$y(t_n) = v_0 \sin \alpha t_n - g \frac{t_n^2}{2} = 0$$

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

$$2v_0 \sin \alpha = g t_n \Rightarrow t_n = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$$

$$x(t_n) = v_0 \cos \alpha t_n = \frac{2v_0^2}{g} \sin \alpha \cos \alpha = L$$

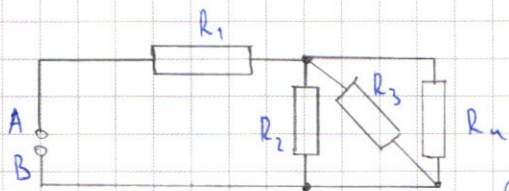
Наибольшая дальность полета будет при $\alpha = 45^\circ$.

$$L = \frac{2 \cdot (40\sqrt{6})^2}{10} \cdot \sin 45^\circ \cdot \cos 45^\circ = \frac{1600 \cdot 6}{5} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 320 \cdot 6 \cdot \frac{2}{4} = 960 = 960 \text{ (м)}.$$

Омлем: 1) ~~1) $\beta = 90^\circ$~~

2) $L = 960 \text{ м}$

NS.



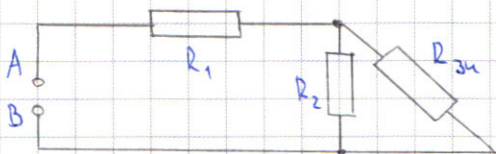
Дано: $R_1 = 2r$, $R_2 = R_3 = 4r$, $R_4 = r$, $U = 8 \text{ В}$

Найти: 1) R_{AB} ; 2) $P_{\text{пот}}$ (если $r = 6 \text{ Ом}$)

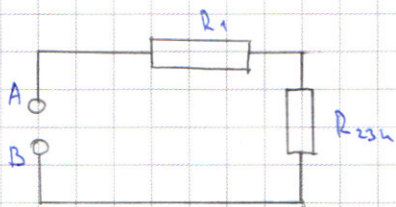
Решение.

1) $R_{34} = \frac{R_3 \cdot R_4}{R_3 + R_4} = \frac{4r \cdot r}{4r + r} = \frac{4r^2}{5r} = \frac{4}{5}r$ (т.к. R_3 и R_4 соединены параллельно)

2) $R_{234} = \frac{R_2 \cdot R_{34}}{R_2 + R_{34}} = \frac{4r \cdot \frac{4}{5}r}{4r + \frac{4}{5}r} = \frac{\frac{16}{5}r^2}{\frac{24}{5}r} = \frac{16}{24}r = \frac{2}{3}r$ (т.к. R_2 и R_{34} соединены параллельно)



3) $R_{AB} = R_1 + R_{234} = 2r + \frac{2}{3}r = \frac{8}{3}r$ (т.к. R_1 и R_{234} соединены последовательно)



2) $I_{AB} = \frac{U}{R_{AB}} = \frac{8}{\frac{8}{3}r} = \frac{3}{r} = \frac{3}{6} = \frac{1}{2} \text{ (А)}$

$I_1 = I_{234} = I_{AB}$ (т.к. R_1 и R_{234} соединены последовательно)

$U_1 = I_1 R_1 = I_{AB} R_1 = \frac{1}{2} \cdot 2r = 1 \cdot r = 6 \text{ (В)}$

$U_1 + U_{234} = U$ (т.к. R_1 и R_{234} соединены последовательно)

$U_{234} = U - U_1 = 8 - 6 = 2 \text{ (В)}$

$P_{\text{пот}} = I_{234} \cdot U_{234} = I_{AB} U_{234} = \frac{1}{2} \cdot 2 = 1 \text{ (Вт)}$

Омлем: 1) ~~1) $R_{AB} = \frac{8}{3}r$~~

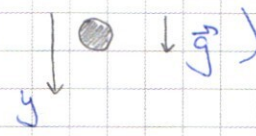
2) $P = 1 \text{ Вт}$

NS.

Дано: $a = 2 \text{ м/с}^2$, $g = 10 \text{ м/с}^2$, $T = 0,2 \text{ с}$, v_0 (начальная скорость шарика) $= 0 \text{ м/с}$ | Найти: 1) v_1 ; 2) v_2 .

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Решение.

1) $v(t) = gt$ (где шарика )

$$v(T) = gT = 10 \cdot 0,2 = 2 \text{ (м/с)}$$

2) Ответ: 1) 2 м/с.

№4.

Дано: $v_1 = 30 \text{ м/с}$, $v = 25 \text{ м/с}$, $m_1 = m_2 = m$ (масс шариков одинаковы), $t_{01} = t_{02} = t_0$ (начальный температуры шариков одинаковы), $\Delta t = 1,35 \text{ } ^\circ\text{C}$.

Найти: 1) v_2 ; 2) c .

Решение.

Кинетическая энергия первого шарика: $E_{k1} = \frac{mv_1^2}{2}$

Кинетическая энергия второго шарика: $E_{k2} = \frac{mv_2^2}{2}$

Кинетическая энергия после столкновения: $E_k = \frac{2mv^2}{2} = mv^2$

По закону сохранения энергии:

$$E_{k1} + E_{k2} = E_k + Q$$

Импульс первого шарика: $p_1 = mv_1$

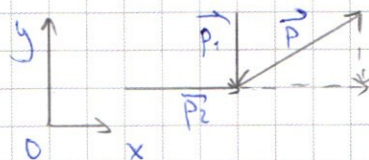
Импульс второго шарика: $p_2 = mv_2$

Импульс после столкновения: $p = \sqrt{m^2 v_1^2 + m^2 v_2^2} = m \sqrt{v_1^2 + v_2^2} = mv$

По закону сохранения импульса:

$$p_1 + p_2 = p$$

$$mv_1 + mv_2 = m \sqrt{v_1^2 + v_2^2} = mv$$



$$v^2 = v_1^2 + v_2^2$$

$$v_2^2 = |v^2 - v_1^2| = |25^2 - 30^2| = 275 = 25 \cdot 11 \quad (\text{скорость отрицательна, т.к. направлена против оси } O_1x_1 \Rightarrow \text{имеем берём модуль})$$

$$v_2 = \sqrt{25 \cdot 11} = 5\sqrt{11} \text{ (м/с)}.$$

$$\textcircled{1}: E_{k1} + E_{k2} = E_k + Q$$

$$\frac{m}{2} v_1^2 + \frac{m}{2} v_2^2 = mv^2 + cm\Delta t$$

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

$$30^2 + (5\sqrt{11})^2 = 2 \cdot 25^2 + 2c \cdot 1,35$$

$$900 + 275 = 1250 + 2,7c$$

$$2,7c = |1175 - 1250| = 75$$

$$c = \frac{75}{2,7} = \frac{750}{27} = \frac{250}{9} \quad \left(\frac{\text{Дж} \cdot \text{кг}}{\text{с}} \right).$$

$$\text{Ответ: } 1) v_2 = 5\sqrt{11} \text{ м/с}$$

$$2) c = \frac{250}{9} \frac{\text{Дж} \cdot \text{кг}}{\text{с}}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N 4.

$p_{1x} = mv_1$
 $p_{1y} = 0$
 $p_{2x} = 0$
 $p_{2y} = mv_2$
 $p_{1x} = p_{2x}$
 $p_{1y} = p_{2y}$
 $p_1 = 2mv$
 $Q_1 = E_{k1} = \frac{mv_1^2}{2}$, $E_{k2} = \frac{mv_2^2}{2} = Q_2$
 $Q_1 + Q_2 = Q_{\text{общ.}}$
 $\frac{m}{2} (v_1^2 + v_2^2) = c \cdot 2m \Delta t$
 $v_1^2 + v_2^2 = 4c \Delta t$
 $c = \frac{v_1^2 + v_2^2}{4 \Delta t} = \frac{30^2 + 25^2}{4 \cdot 1,35} = \frac{1300}{5,4}$
 $\frac{12500}{54} = \frac{6250}{27}$

$\frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2} = \frac{2mv^2}{2}$
 $v_1^2 + v_2^2 = 2v^2$
 $v_2^2 = 2 \cdot 625 - 900 = 1250 - 900 = 350 = 5 \cdot 70 = 5 \cdot 5 \cdot 14$
 $v_2 = 5\sqrt{14}$

$R_{34} = \frac{R_3 \cdot R_4}{R_3 + R_4} = \frac{4r \cdot r}{4r + r} = \frac{4r^2}{5r} = \frac{4}{5} r$
 $R_{234} = \frac{R_2 \cdot R_{34}}{R_2 + R_{34}} = \frac{4r \cdot \frac{4}{5} r}{4r + \frac{4}{5} r} = \frac{\frac{16}{5} r^2}{\frac{24}{5} r} = \frac{16}{24} r = \frac{2}{3} r$
 $R_{\text{общ.}} = R_1 + R_{234} = 2r + \frac{2}{3} r = \frac{8}{3} r$
 $I = \frac{U}{R} = \frac{8}{\frac{8}{3} \cdot 6} = \frac{1}{2} (A)$

$P = IU = \frac{1}{2} \cdot 8 = 4 (Вт)$

$I_1 = I_{234} = \frac{1}{2} A \Rightarrow U_1 = I \cdot 2r = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 6 = 6 В$

$U_{234} = U - U_1 = 2 В$

$P_{234} = I_{234} \cdot U_{234} = \frac{1}{2} \cdot 2 = 1 (Вт)$

$$\textcircled{2}: \textcircled{e}_y: -F_T \cos \alpha - P + N' = 0$$

$$\textcircled{0}x: -F_T \sin \alpha + F_{T0} = 0$$

$$-mg \sin \alpha + \mu (mg \cos \alpha + mg) = 0$$

$$-\sin \alpha + \mu (\cos \alpha + 1) = 0$$

$$\mu = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha + 1} = \frac{2 + g \sin \alpha}{g \cos \alpha}$$

$$g \sin \alpha \cos \alpha = 2 \cos \alpha + 2 + g \sin \alpha \cos \alpha + g \sin \alpha$$

$$2 \cos \alpha + g \sin \alpha + 2 = 0$$

$$\cos \alpha + \frac{g}{2} \sin \alpha = -1$$

$$\cos \alpha = -1 - 5 \sin \alpha$$

$$\sin^2 \alpha + 1 + 5 \sin \alpha + 10 \sin \alpha = 1$$

$$26 \sin^2 \alpha + 10 \sin \alpha = 0$$

$$26 \sin \alpha + 10 = 0$$

$$\sin \alpha = -\frac{10}{26}$$

5

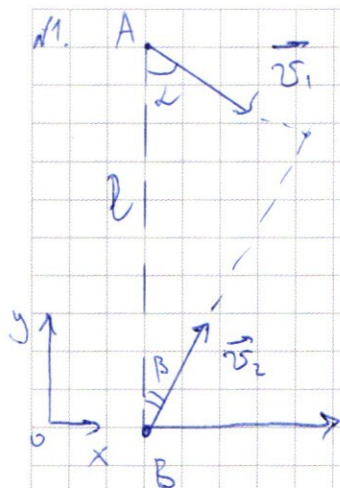
$$mv = \sqrt{m^2 v_1^2 + m^2 v_2^2}$$

$$\textcircled{1} \textcircled{0}y: -F_T \cos \alpha + N - P = 0$$

$$\textcircled{0}x: -F_T \sin \alpha = 0$$

$$\begin{array}{r} 250 \\ 15 \overline{) 375} \\ \underline{300} \\ 75 \end{array}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



A. $y(t) = -v_1 \cos \alpha t + l$

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

B. $y(t) = v_2 \cos \beta t$

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

$\begin{cases} l - v_1 \cos \alpha t_n = v_2 \cos \beta t_n \\ v_1 \sin \alpha t_n = v_2 \sin \beta t_n \end{cases}$

$v_2 = \frac{v_1 \sin \alpha}{\sin \beta} = v_1 \frac{\sin 60^\circ}{\sin 30^\circ} = 8 \cdot \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}}{\frac{1}{2}} = 8\sqrt{3}$

$t_n = T = 25 \text{ c}$

A. $y(T) = l - v_1 \cos \alpha T = 800 - 8 \cdot \cos 60^\circ \cdot 25 = 800 - 200 \cdot \frac{1}{2} = 800 - 100 = 700$

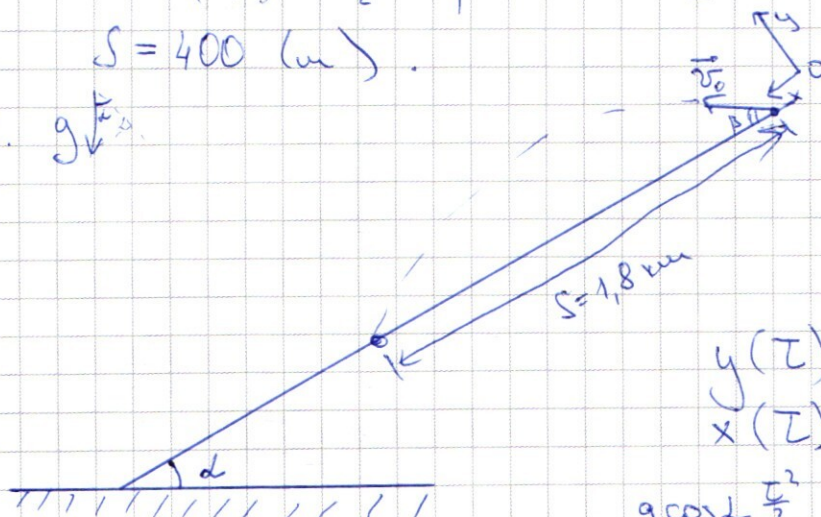
$x(T) = v_1 \sin \alpha T = 8 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 25 = 100\sqrt{3}$

B. $y(T) = v_2 \cos \beta T = 8\sqrt{3} \cdot \frac{1}{2} \cdot 25 = 100\sqrt{3}$
 $x(T) = v_2 \sin \beta T = 8\sqrt{3} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 25 = 300$

$x(T) = v_2 \sin \beta T = 8\sqrt{3} \cdot \frac{1}{2} \cdot 25 = 100\sqrt{3}$

$S = 400 \text{ (m)}$

12. $g \downarrow$



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

$T - \text{max}$

$y(T) = v_0 \sin \beta T - g \cos \alpha \frac{T^2}{2} = 0$

$x(T) = v_0 \cos \beta T + g \sin \alpha \frac{T^2}{2} = 1800$

$\frac{g \cos \alpha \frac{T^2}{2}}{\sin \beta T} = \frac{1800 + g \sin \alpha \frac{T^2}{2}}{\cos \beta T}$

$T = \frac{2 v_0 \sin \beta}{g \cos \alpha} = \frac{2 v_0 \sin \beta}{8 \cos \alpha} = \frac{v_0 \sin \beta}{4}$

$$\frac{g \cos \alpha T}{2 \sin \beta} = \frac{1800}{\cos \beta T} + \frac{g \sin \alpha T}{2 \cos \beta}$$

$$\frac{g \cos \alpha T \cos \beta - g \sin \alpha T \sin \beta}{2 \sin \beta \cos \beta} = \frac{1800}{\cos \beta T}$$

$$\frac{g T (\cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta)}{1800} = \frac{2 \sin \beta}{T}$$

$$\frac{g \cos \alpha T \cos \beta T}{2 \sin \beta} - g \sin \alpha \frac{T^2}{2} = 1800$$

$$\frac{g \cos \alpha T^2}{2} \operatorname{ctg} \beta - \frac{g \sin \alpha T^2}{2} = 1800$$

$$g T^2 (0,8 \operatorname{ctg} \beta - 0,6) = 3600$$

$$T^2 = \frac{3600}{0,8 \operatorname{ctg} \beta - 0,6}$$

$$\frac{1}{0,8 \operatorname{ctg} \beta - 0,6} = \frac{\sin \beta}{0,8 \cos \beta - 0,6 \sin \beta}$$

$$0,8 \cos \beta - 0,6 \sin \beta = \sin \beta (0,8 \frac{\cos \beta}{\sin \beta} - 0,6)$$

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

НЗ. макс: $y(t) = h - g \frac{t^2}{2}$

$$v(t) = gt \rightarrow v_1 = 10 \cdot 0,2 = 2 \text{ (м/с)}$$

$$p_1 = mv_1, p_2 = mv_2, p_{12} = 0$$

$$p_1 = mv_1, p_2 = mv_2, p_{12} = 0$$

$$O_y: p_{1y} = mv_1, p_{2y} = -mv_2 \sin \alpha, p_{12y} = 0$$

$$O_x: p_{1x} = 0, p_{2x} = -mv_2 \cos \alpha, p_{12x} = 0$$

$$p_2 = -\sqrt{m^2 v_1^2 \sin^2 \alpha + m^2 v_2^2 \cos^2 \alpha} = -mv_2$$

$$\textcircled{1}: O_y: -F_r \cos \alpha + N = 0$$

$$O_x: -F_r \sin \alpha + F_{rp} = ma$$

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

$$-g \sin \alpha + g \operatorname{ctg} \alpha \cos \alpha = a$$

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

$$\mu = \frac{2 + g \sin \alpha}{g \cos \alpha}$$

$$\textcircled{1}: O_y: -F_r \cos \alpha = -mg \cos \alpha$$

$$F_r = mg$$

$$\textcircled{1-2}: O_y: 2F_r \cos \alpha + N = 0$$

$$O_x: -2F_r \sin \alpha + F_{rp} = 0$$

$$-2mg \sin \alpha + 2mg \cos \alpha \mu = 0$$

$$-\sin \alpha + \cos \alpha \mu = 0 \Rightarrow \mu = \operatorname{tg} \alpha$$

$$x(t_n) = v_0 \cos \alpha t_n$$

$$y(t_n) = v_0 \sin \alpha t_n - \frac{g t_n^2}{2} = 0$$

$$40\sqrt{6} \sin \alpha - 5 t_n^2 = 0$$

$$t_n = \frac{40\sqrt{6} \sin \alpha}{5} = 8\sqrt{6} \sin \alpha$$

$$x(t_n) = 320 \cdot 6 \sin \alpha \cos \alpha = 1920 \sin \alpha \cos \alpha$$

$$L = 1920 \cdot \sin 45^\circ \cdot \cos 45^\circ = 1920 \cdot \left(\frac{\sqrt{2}}{2}\right)^2 =$$

$$L = 1920 \cdot \frac{1}{2} = 960 \text{ (м)}$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \sqrt{1 - 0,36} = \sqrt{0,64} = 0,8$$

$$T^2 (\cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta) = 360 \sin \beta \operatorname{tg} \beta$$

$$T^2 = \frac{360 \sin \beta}{0,8 \cos \beta - 0,6 \sin \beta}$$

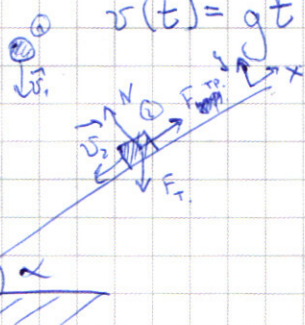
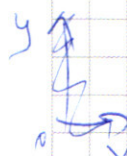
$$* = \frac{420}{4} \cdot \sin \beta$$

$$\text{П.к. } T - \max, \mu \sin \beta - \max \Rightarrow \sin \beta = 1 \Rightarrow \beta = 90^\circ \Rightarrow T = \frac{v_0}{4}$$

$$x(T) = +g \sin \alpha \frac{v_0^2}{16} = 1800$$

$$\mu \cdot \frac{v_0^2}{32} = 1800 \Rightarrow \frac{3}{16} v_0^2 = 1800 \Rightarrow v_0^2 = 600 \cdot 16$$

$$v_0 = \sqrt{100 \cdot 16 \cdot 6} = 40\sqrt{6}$$



$$\textcircled{1}: O_y: -F_r \cos \alpha + N = 0$$

$$O_x: -F_r \sin \alpha + F_{rp} = ma$$

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

$$-g \sin \alpha + g \operatorname{ctg} \alpha \cos \alpha = a$$

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

$$\mu = \frac{2 + g \sin \alpha}{g \cos \alpha}$$

$$\textcircled{1}: O_y: -F_r \cos \alpha = -mg \cos \alpha$$

$$F_r = mg$$

$$\textcircled{1-2}: O_y: 2F_r \cos \alpha + N = 0$$

$$O_x: -2F_r \sin \alpha + F_{rp} = 0$$

$$-2mg \sin \alpha + 2mg \cos \alpha \mu = 0$$

$$-\sin \alpha + \cos \alpha \mu = 0 \Rightarrow \mu = \operatorname{tg} \alpha$$

$$x(t_n) = v_0 \cos \alpha t_n$$

$$y(t_n) = v_0 \sin \alpha t_n - \frac{g t_n^2}{2} = 0$$

$$40\sqrt{6} \sin \alpha - 5 t_n^2 = 0$$

$$t_n = \frac{40\sqrt{6} \sin \alpha}{5} = 8\sqrt{6} \sin \alpha$$

$$x(t_n) = 320 \cdot 6 \sin \alpha \cos \alpha = 1920 \sin \alpha \cos \alpha$$

$$L = 1920 \cdot \sin 45^\circ \cdot \cos 45^\circ = 1920 \cdot \left(\frac{\sqrt{2}}{2}\right)^2 =$$

$$L = 1920 \cdot \frac{1}{2} = 960 \text{ (м)}$$