

Олимпиада «Физтех» по физике, с

Класс 09

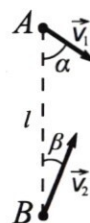
Вариант 09-02

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 $\Delta t = 1,35$ °C. Температуры шариков перед слипанием одинаковы.

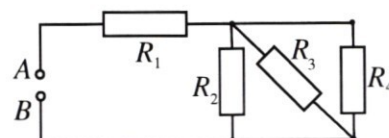
5. Четыре резистора соединены как показано на рисунке. Сопротивления резисторов $R_1 = 2 \cdot r$,

$R_2 = R_3 = 4 \cdot r$, $R_4 = r$. 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 $S = \frac{v_1^2 - v_2^2}{2a}$ y

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

$\alpha = 60^\circ$
 $v_1 = 8 \text{ м/с}$ $l = 0,8 \text{ м}$
 $v_0 \sin \alpha - g t = -v_0 \sin \beta = 30$
 $2v_0 \sin \alpha = g t$ $t = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$

$y = l$
 $y_1 = l - v_1 t \cos \alpha$ $y_2 = v_2 t \cos \beta$
 $x_1 = v_1 t \sin \alpha$ $x_2 = v_2 t \sin \beta$

$l - v_1 t \cos \alpha = v_2 t \cos \beta$
 $v_1 t \sin \alpha = v_2 t \sin \beta$
 $v_2 = \frac{l - v_1 \cos \alpha}{\cos \beta}$
 $v_2 = v_1 \frac{\sin \alpha}{\cos \beta} = 8 \cdot \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}}{0,5} = 8\sqrt{3}$

$240 : 5 = 40 + 8 = 48 \text{ мм}$
 $11 \cdot 49 + 48 \text{ мм} = 12 \cdot 37$

$l - v_1 t \cos \alpha = v_2 t \cos \beta$
 $v_1 t \sin \alpha = v_2 t \sin \beta$

$v_2 =$

$\sin \alpha = 0,6$

$l = 1,8 \text{ м}$
 $\sin \alpha = 0,6$
 $0 = v_2$
 $g + \frac{v}{r}$
 $g \cos \alpha (g + \frac{v}{r})$
 $g \sin \alpha (g + \frac{v}{r})$
 $g \cos \alpha - \sin \alpha$

51.

Реш:

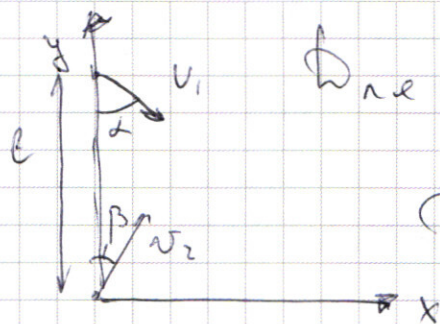
$$\alpha = 60^\circ$$

$$\beta = 30^\circ$$

$$v_1 = 8 \text{ м/с}$$

$$l = 0,8 \text{ км} = 800 \text{ м}$$

$$v_2 = ?$$



Для первого: (подробно)

$$y_1 = l - v_1 t_1 \cos \alpha$$

$$x_1 = v_1 t_1 \sin \alpha$$

Для второго:

$$y_2 = v_2 t_2 \cos \beta$$

$$x_2 = v_2 t_2 \sin \beta$$

При встрече координаты их совпадают, значит $t_1 = t_2$.

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

откуда упр-ние (где x) исключим.

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

$$= \frac{8 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}{\frac{1}{2}} = 8\sqrt{3}$$

$$v_2 = 8\sqrt{3} \text{ м/с}$$

Через $T = 25 \text{ с}$ находим:

$$y_1 = l - v_1 T \cos \alpha$$

$$y_1 = 800 - 8 \cdot 25 \cdot \frac{1}{2} \Rightarrow y_1 = 700$$

$$x_1 = v_1 T \sin \alpha$$

$$x_1 = 8 \cdot 25 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$x_1 = 100\sqrt{3}$$

Аналогично:

$$y_2 = v_2 T \cos \beta$$

$$y_2 = 8\sqrt{3} \cdot 25 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$y_2 = 400 \cdot 3 \quad y_2 = 300$$

$$x_2 = v_2 T \sin \beta$$

$$x_2 = 8\sqrt{3} \cdot 25 \cdot \frac{1}{2}$$

$$x_2 = 100\sqrt{3}$$

$$S = \sqrt{(y_1 - y_2)^2 + (x_1 - x_2)^2} = \sqrt{(700 - 300)^2 + (100\sqrt{3} - 100\sqrt{3})^2} =$$

$$= \sqrt{400^2 + 0} = 400 \text{ м}$$

55.

$$U = 8 \text{ В}$$

$$R_1 = 2 \text{ р}$$

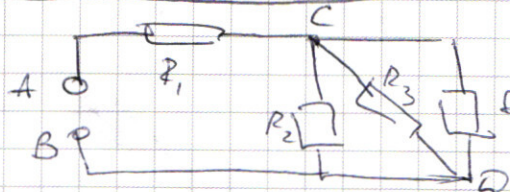
$$R_2 = R_3 = 4 \text{ р}$$

$$R_4 = 4 \text{ р}$$

$$U = 8 \text{ В}$$

$$1) R_{AB} = ?$$

$$2) P_{2+3+4} = ?$$



R_2, R_3, R_4 соединены параллельно.

$$R_{3+4} = R_{CD} = \frac{1}{\frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}} = \frac{1}{\frac{1}{4} + \frac{1}{4}} = 2 \text{ р}$$

$$\frac{1}{R_{CD}} = \frac{1}{4} + \frac{1}{4} + \frac{1}{2} \quad \frac{1}{R_{CD}} = \frac{1}{2} + \frac{1}{2}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{1}{R_{сд}} = \frac{1}{2r} + \frac{2}{2r} \quad \frac{1}{R_{сд}} = \frac{3}{2r} \quad R_{сд} = \frac{2}{3}r$$

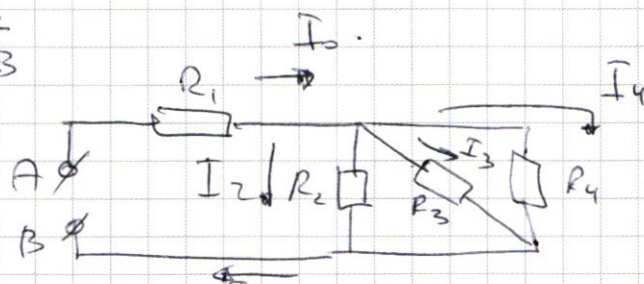
$$R_{AB} = R_1 + R_{сд} = 2r + \frac{2}{3}r = \frac{8}{3}r$$

$$2) U_0 = I_0 \cdot R_{AB} \quad I_0 = \frac{U_0}{R_{AB}}$$

$$P_2 = I_2^2 R_2$$

$$P_3 = I_3^2 R_3$$

$$P_4 = I_4^2 R_4$$



$$I_0 = \frac{U_0}{R_{AB}} = \frac{8}{\frac{8}{3} \cdot 6} = \frac{8}{16} = \frac{1}{2} \text{ A}$$

$$\begin{cases} I_0 = I_2 + I_3 + I_4 \\ I_2 R_2 = I_3 R_3 \\ I_2 R_2 = R_4 I_4 \end{cases}$$

$$\begin{cases} I_0 = I_2 + I_3 + I_4 \\ I_2 \cdot 4r = I_3 \cdot 4r \\ I_2 \cdot 4r = 2 \cdot 4r \cdot I_4 \end{cases}$$

$$\begin{cases} I_0 = I_2 + I_3 + I_4 \\ I_2 = I_3 \\ 4I_2 = I_4 \end{cases}$$

$$I_0 = I_2 + I_2 + 4I_2$$

$$6I_2 = \frac{1}{2}$$

$$I_2 = \frac{1}{12} \text{ A}$$

$$I_3 = I_2 \quad I_3 = \frac{1}{12} \text{ A}$$

$$I_4 = \frac{4}{12} \text{ A} = \frac{1}{3} \text{ A}$$

$$P_2 = \frac{1}{12 \cdot 12} \cdot 4 \cdot 6 = P_2 = \frac{1}{12 \cdot 12} \cdot 4 \cdot 6^2 \quad P_2 = \frac{2}{3} \text{ Вт} \quad P_2 = \frac{2}{3}$$

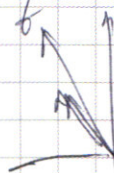
$$P_3 = \frac{1}{12 \cdot 12} \cdot 4 \cdot 6 \quad P_3 = \frac{2}{3} \text{ Вт} \quad P_3 = \frac{2}{3}$$

$$P_4 = \frac{4 \cdot 4}{12 \cdot 12} \quad P_4 = \frac{1}{3 \cdot 3} \cdot 6 \quad P_4 = \frac{2}{3} \text{ Вт} \quad P_4 = \frac{2}{3}$$

$$P_0 = P_2 + P_3 + P_4 = \frac{2}{3} + \frac{2}{3} + \frac{2}{3} = \frac{6}{3} = 2$$

$$P_0 = 2 \text{ Вт}$$

$$y = v_0 \cos \beta t$$

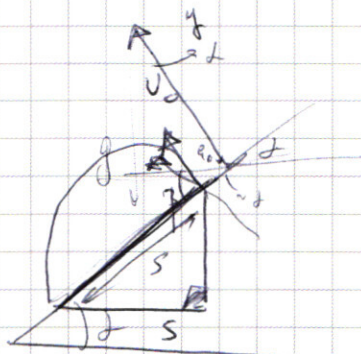


$$y = v_0 t \sin \beta - \frac{g \cos \alpha t^2}{2}$$

$$-v_0 \cos \beta + \frac{g \cos \alpha t}{2} = 0$$

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

y



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

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

y =

$$v_0^2 t^2$$

$$v_0^2 t^2 \sin^2 \beta - g \cos \alpha t^2 \cdot v_0 t \sin \beta + \frac{g^2 \cos^2 \alpha t^4}{4} +$$

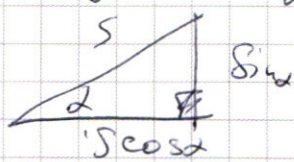
$$+ v_0^2 t^2 \cos^2 \beta +$$

$$+ \frac{g^2 \sin^2 \alpha t^4}{4} = S$$

$$v_0^2 t^2 - g \cos \alpha \sin \beta v_0 t^3 + \frac{g^2 \cos^2 \alpha t^4}{4} = S$$

$$+ \frac{g^2 \sin^2 \alpha t^4}{4} = S$$

$$\frac{t^4 g^2}{4}$$



$$v_0^2 t^2 + g v_0 t^3 (\cos \beta \sin \alpha - \cos \alpha \sin \beta) + \frac{t^4 g^2}{4} = S$$

$$\sin(\alpha - \beta)$$

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

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

$$S \sin \alpha$$

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

$$0 = v_0 \sin \beta - \frac{g \cos \alpha t}{2} + \frac{1}{2}$$

$$0 = 2 v_0 \sin \beta - g \cos \alpha t$$

$$\sin \beta = 1$$

$$\beta = 90^\circ$$

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\lg 2 \cdot v \cos \beta + \frac{g \sin^2 2}{2 \cos 2} = v \sin \beta - \frac{g \cos 2}{2} \quad \text{3. max}$$

$$t \left(\frac{p \sin^2 \alpha}{2 \cos \alpha} + \frac{p \cos \alpha}{2} \right) = V \sin \beta - \frac{V \cos \beta}{g}$$

$$t_2 \quad t \left(\frac{q \sin^2 \alpha + q \cos^2 \alpha}{2 \cos \alpha} \right) = V (\sin \beta - \tan \alpha \cdot q \cos \beta)$$

$$\begin{array}{r} \overline{12500} \\ - 120 \\ \hline 500 \\ - 486 \\ \hline 14 \end{array}$$

$$t \cdot \frac{g}{2 \cos \alpha} = v \left(\sin \beta - \underbrace{f g \cos \beta}_{\text{max}} \right) \quad \text{max.}$$

~~HP - hyd corp.~~

$$-\cos \beta - \frac{1}{2} \sin \beta = 0 \quad | : \sin \beta$$

$$-\frac{1}{f_2} - \frac{1}{f_3} - \frac{1}{f_4} = 0$$

$$\frac{1}{f_3} = -\frac{1}{f_2}$$

$$\begin{array}{r} \cancel{1500} \\ 135 \\ \times 4 \\ \hline 540 \\ 9 \end{array}$$

$$\sin \beta - \frac{1}{2} \cos \beta$$

$$\sin \beta_{\max} = 1$$

$$\cos \beta_{\min} = -1$$

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

$$\sin \beta \geq \lg 2 \sqrt{\sin \beta}$$

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

$$\sin' \beta = \sin \beta$$

$$\frac{f(x+\Delta x) - f(x)}{\Delta x} = \frac{\sin(\beta + \Delta x) - \sin \beta}{\Delta x}$$

$$\sin \beta \cos \alpha + \cos \beta \sin \alpha = \sin \alpha$$

$$= \frac{\sin \beta (\cos 2 - 1) + \cos \beta \sin 2}{\Delta x}$$

~~$$-\sin \theta_B + \cos \theta_B$$~~

$$\begin{array}{r} 12 \\ \times 1,35 \\ \hline 5,40 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ 25 \\ \times 50 \\ \hline 1250 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ 125 \cdot 10 \\ \hline 4 \end{array}$$

22.

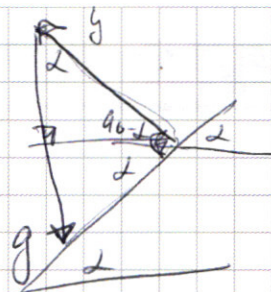
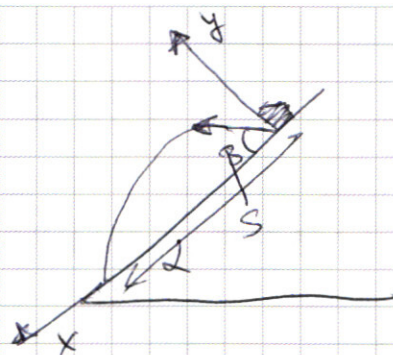
$$\sin \alpha = 0,6$$

$$S = 1,8 \text{ м}$$

t_{max}

1) $\beta = ?$

2) $L = ? (\alpha = 0)$



ка оу:

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

ка ох:

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

В момент

когда унах:

$$\begin{cases} 0 = v_0 t \sin \beta - \frac{g \cos^2 \alpha t^2}{2} \\ S = v_0 t \cos \beta + \frac{g \sin^2 \alpha t^2}{2} \end{cases}$$

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

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

т.е. $t = 0$ или $t = \frac{2 v_0 \sin \beta}{g \cos^2 \alpha}$ — это не интересно.

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

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

т.е. t максимально $\Rightarrow$

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

максимально:

$2, v_0, g, \cos^2 \alpha$ — постоянны.

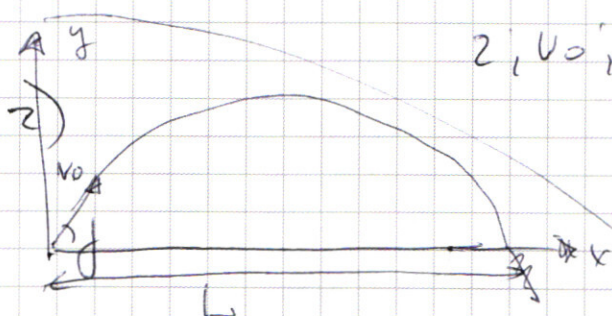
$$\frac{2 v_0 \sin \beta}{g \cos^2 \alpha}$$

максимально, когда

$2 v_0 \sin \beta$ — макс. $\Rightarrow$

$$\Rightarrow \sin \beta = 1$$

$$\beta = 90^\circ$$



$$\text{оу: } y = v_0 t \sin \beta - \frac{g t^2}{2}$$

$$\text{ох: } x = v_0 t \cos \beta$$

В момент

когда унах:

$$\begin{cases} 0 = v_0 t \sin \beta - \frac{g t^2}{2} \\ L = v_0 t \cos \beta \end{cases}$$

когда унах, то $v_{\text{ог}}$

$$v_{\text{ог.у}} = -v_{\text{ог}}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2-ой закон Ньютона во времени применен к телу:

$$Ox: ma' = F'_{\text{тр}} - mg \sin \alpha - F_x$$

$$Oy: N = mg \cos \alpha + F_y$$

$$F'_{\text{тр}} = \mu N \quad F'_{\text{тр}} = \mu (mg \cos \alpha + F_y)$$

$$ma' = \mu mg \cos \alpha + \mu F_y - mg \sin \alpha - F_x$$

т.к. тело остановилось за время τ и в конце ускорение a' , то:

$$V_2 = 0 \quad 0 = V_2 - a' \tau$$

Везде τ (одинаково все время) по условию.

$$F_y = \frac{mV \cos \alpha}{\tau} \quad F_x = \frac{mV \sin \alpha}{\tau}$$

$$ma' = \mu mg \cos \alpha + \mu \frac{mV \cos \alpha}{\tau} - mg \sin \alpha - \frac{mV \sin \alpha}{\tau}$$

$$a' = \mu \cos \alpha \left(g + \frac{V}{\tau} \right) - g \sin \alpha \left(g + \frac{V}{\tau} \right)$$

$$a' = \left(g + \frac{V}{\tau} \right) (\mu \cos \alpha - \sin \alpha) \quad a' = \left(g + \frac{V}{\tau} \right) \cdot \frac{a}{g}$$

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

$$\mu \cos \alpha - \sin \alpha = \frac{a}{g}$$

$$a' = a + \frac{Va}{\tau g}$$

$$0 = V_2 - \left(a + \frac{Va}{\tau g} \right) \tau \quad 0 = V_2 - a\tau + \frac{V}{g}$$

$$0 = V_2 - a\tau + \frac{V}{g}$$

V - скорость мяча перед соударением

$$0 = V_2 - \left(a + \frac{Va}{\tau g} \right) \tau$$

$$V_2 = a\tau + \frac{Va}{g}$$

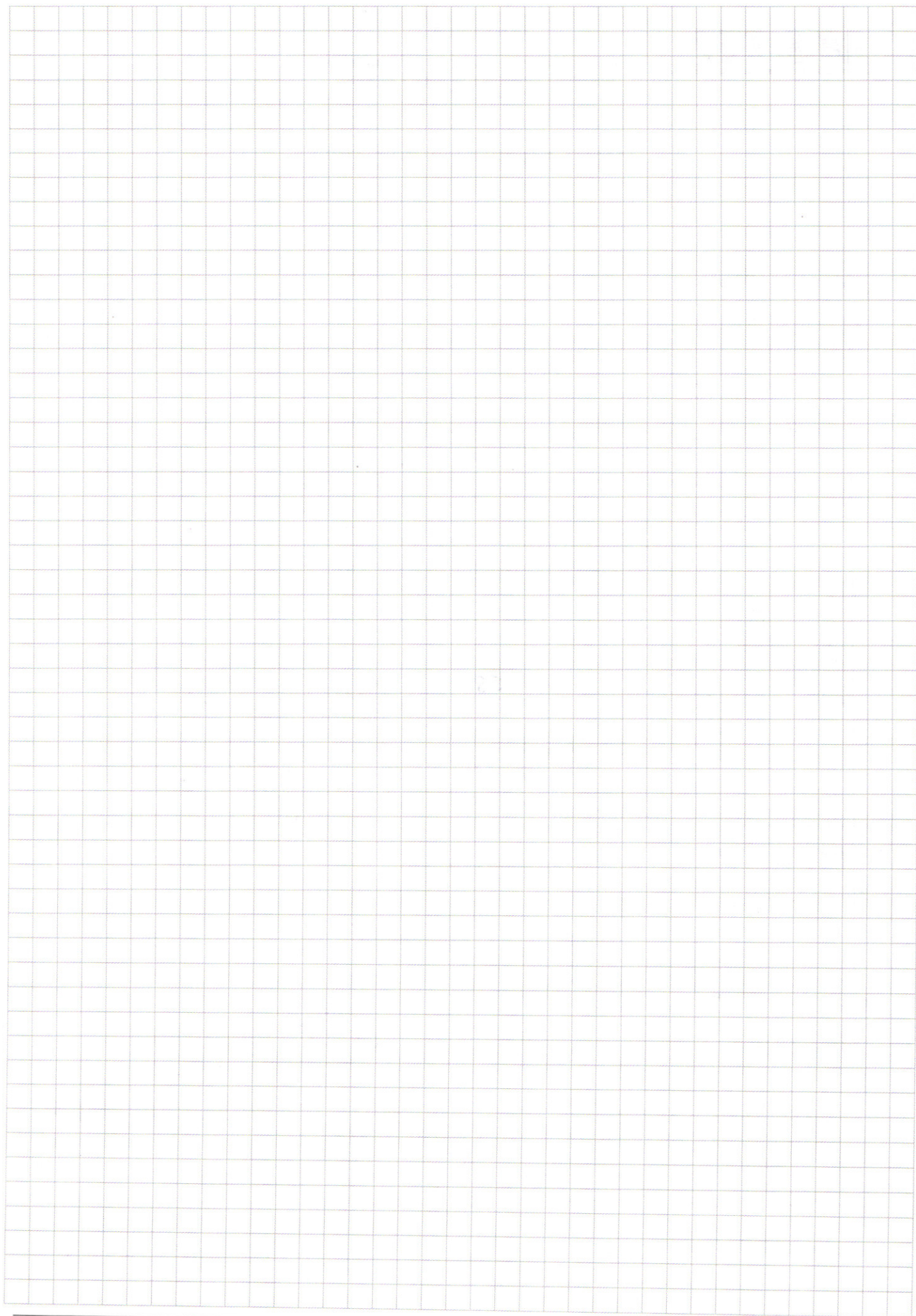
$$a\tau = 0$$

$$V_2 = \frac{Va}{g} \quad V_2 = 0,2 \text{ м/с}$$

$$V_2 = \frac{Va}{g}$$

$$V_2 = \frac{2 \cdot 2}{10} \quad V_2 = 0,4 \text{ м/с}$$

V - скорость мяча перед соударением



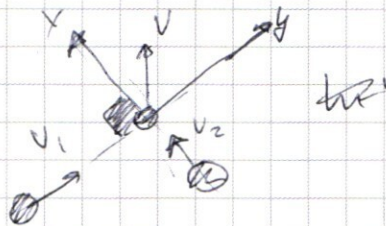
☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

54

$$\begin{aligned} V &= 25 \text{ м/с} \\ m_1 &= m_2 \\ V_1 &= 30 \text{ м/с} \\ \Delta t &= 135 \cdot 10^{-9} \text{ с} \\ V_2 &= ? \end{aligned}$$



$$\begin{cases} 2mV_x = mV_2 \cdot \cos \alpha \\ 2mV_y = mV_1 \cdot \sin \alpha \end{cases} \text{ закон сохр. импульса на оси.}$$

$$V_x^2 + V_y^2 = V^2$$

$$\begin{cases} 2V_x = V_2 \\ 2V_y = V_1 \\ V_x^2 + V_y^2 = V^2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 4V_x^2 = V_2^2 \\ 4V_y^2 = V_1^2 \\ V_x^2 + V_y^2 = V^2 \end{cases}$$

$$\begin{aligned} 4(V_x^2 + V_y^2) &= V_2^2 + V_1^2 \\ 4V^2 &= V_2^2 + V_1^2 \end{aligned}$$

$$V_2 = \sqrt{4V^2 - V_1^2}$$

$$V_2 = \sqrt{4 \cdot 25^2 - 30^2}$$

$$V_2 = \sqrt{(2 \cdot 25 - 30)(2 \cdot 25 + 30)}$$

$$V_2 = \sqrt{20 \cdot 80}$$

$$V_2 = \sqrt{100 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2}$$

$$V_2 = 40 \text{ м/с}$$

$$V_2 = 40 \text{ м/с или } V_2 = -40 \text{ м/с}$$

$$E_0 = E_1 + E_2 + Q_{\text{выд}}$$

$$\frac{2mV^2}{2} = \frac{mV_1^2}{2} + \frac{mV_2^2}{2} + Q_{\text{выд}}$$

$$\frac{m(2V^2 - V_1^2 - V_2^2)}{2} = Q_{\text{выд}}$$

также:

$$Q_{\text{выд}} = 2m c \Delta t$$

т.к. два шарика за
счёт выд. тепла на-
греваются на Δt .

$$\frac{m(2V^2 - V_1^2 - V_2^2)}{2} = 2m c \Delta t$$

$$c = \frac{|2V^2 - V_1^2 - V_2^2|}{4 \Delta t}$$

V_2 - проекция на OX , но $\cos \alpha$ ~~знак~~
и выбран ось, которая сонаправлена
с направлением скорости, $\Rightarrow$ проекция
скорости $> 0 \Rightarrow V_2 = 40 \text{ м/с}$

$$C = \frac{12V^2 - V_1^2 - V_2^2}{4 \cdot 0.1}$$

$$C = \frac{12 \cdot 25 \cdot 25 - 30 \cdot 30 - 40 \cdot 40}{4 \cdot 0.1}$$

$$C = \frac{150 \cdot 25 - 900 - 1600}{4 \cdot 0.1}$$

$$C = \frac{2500 - 1250}{4 \cdot 0.1}$$

$$C = \frac{1250}{4 \cdot 1.35}$$

$$C = \frac{125 \cdot 10}{4 \cdot 1.35}$$

$$C = \frac{1250}{5.4} \approx$$

$$\begin{array}{r} 12500 \\ 108 \\ \hline 140 \\ - 162 \\ \hline 80 \\ - 54 \\ \hline 260 \end{array} \quad \begin{array}{r} 54 \\ 231,48 \end{array}$$

$$C = 231,5 \text{ Дж/с} \cdot \text{кг}$$

$$\begin{aligned} r_1 &= r_2 \\ t &= 0,2 \text{ с} \\ a &= 2 \text{ м/с}^2 \\ m_1 &= m_2 \\ v_1 &=? \\ v_2 &=? \end{aligned}$$

УЗ

$$v_x = aT$$

$$v_x = gT$$

$$v_x = 10 \cdot 0,2$$

$$v_x = 2 \text{ м/с}$$

$$v_1 = 2 \text{ м/с}$$

$$v_x = 2 \text{ м/с}$$



2-ой закон

Ньютона в проекции на:

на:

$$Ox: F_{тр} = mg$$

$$Oy:$$

$$Ox: ma = F_{тр} - mg \sin \alpha$$

$$Oy: N = mg \cos \alpha$$

$$F_{тр} = \mu N$$

$$\mu a = \mu mg \cos \alpha - mg \sin \alpha$$

т.к. шар может, то $F_{тр} > mg \sin \alpha$

Когда шар прижимает к брусу, то:

$$m v_x = F_x \cdot T$$

$$m v_y = F_y \cdot T$$

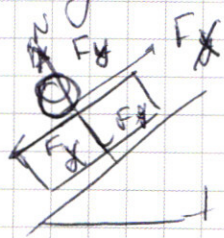
$$v_x = v \sin \alpha$$

$$v_y = v \cos \alpha$$

$$m v \sin \alpha = F_x T$$

$$m v \cos \alpha = F_y T$$

f_{тр}



По 3-ему закону Ньютона на шарик действует на

брусок вращает силами F_x и F_y , а значит $M = M_A F_x$, а

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

13

14

$Q = E$

$Q = m c^2$

$\frac{2m v_x^2}{2} =$

25

$8 + 17 =$
 $= 10 + 7 + 8 =$
 $= 10 + 2 + 5 + 8 =$
 $= 25$

$15 + 10 = 25$

$a = 2m/c^2$

$$\begin{cases} 0 = v_0 t \sin \alpha - \frac{gt^2}{2} \\ L = v_0 t \cos \alpha \end{cases} \quad \text{т.к. время } t \rightarrow 0 \text{ нас не интересует.}$$

$$v_0 \sin \alpha - \frac{gt}{2} = 0$$

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

$$L = v_0 \cdot \frac{2v_0 \sin \alpha}{g} \cdot \cos \alpha \quad L = \frac{2v_0^2 \cdot \sin \alpha \cos \alpha}{g}$$

$$L = 2v_0^2$$

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

Сматривая, что g и v_0 — конст.

~~L~~ L будет максимален

на, когда $\sin(2\alpha)$ будет максимален $\Rightarrow \sin(2\alpha) = 1$

$$2\alpha = 90^\circ \quad \alpha = 45^\circ$$

Вернёмся к:

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

$$t_{\max} = \frac{2v_0}{g \cos \alpha}$$

$$\beta = 90^\circ \Rightarrow \sin \beta = 1, \quad \cos \beta = 0.$$

$$\begin{cases} 0 = v_0 t - \frac{g \cos \alpha t^2}{2} \\ S = 0 + \frac{g \sin \alpha t^2}{2} \end{cases}$$

$$S = \frac{g \cdot \sin \alpha \cdot (2v_0)^2}{2(g \cos \alpha)^2}$$

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

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

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

$$\begin{aligned} \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha &= 1 \\ \cos^2 \alpha &= \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} \\ \cos \alpha &= 0.8 \end{aligned}$$

$$v_0^2 = \frac{3.8 \cdot 10 \cdot 0.64}{2 \cdot 0.64} = 960$$

$$L_{\max} = \frac{v_0^2}{g}$$

$$L_{\max} =$$

$$v_0^2 = \frac{1000 \cdot 10 \cdot 0.64}{2 \cdot 0.64}$$

$$v_0^2 = 15 \cdot 0.64 \cdot 1000 = 960 \text{ м}^2/\text{с}^2$$

$$L_{\max} = \frac{v_0^2}{g} = \frac{960}{10} = 96 \text{ м}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

U3.

Diagram 1: A block on an inclined plane with angle α . Forces shown: Normal force N perpendicular to the plane, friction force F_{mp} up the plane, weight mg vertically down, and component of weight $mg \sin \alpha$ down the plane.

Diagram 2: A pulley system with a block on an inclined plane. The pulley is at the top of the incline. A rope is attached to the block, goes up the incline, over the pulley, and then down. The block is moving up the incline with velocity v_1 . The pulley is moving down with velocity v_2 .

Diagram 3: A block on an inclined plane with angle α . Forces shown: Normal force N perpendicular to the plane, friction force F_{mp} up the plane, weight mg vertically down, and component of weight $mg \sin \alpha$ down the plane.

Equations:

$$F_{mp} - mg \sin \alpha = ma$$

$$F_{mp} = \mu N$$

$$N = mg \cos \alpha$$

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

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

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

$$\mu \cos \alpha - \sin \alpha = \frac{a}{g}$$

$$v = v_0 - at$$

$$m v_1 = F \cdot r$$

$$0 = v - a' r$$

$$F_{mp} \mu (F_1 + mg \cos \alpha) - mg \sin \alpha = ma'$$

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

$$0 = v - a' \frac{m v_1}{F}$$

$$\mu F = ma' - \frac{F}{m a'}$$

$$\mu F = ma' - \frac{F}{m a'}$$

$$\mu F = ma' - \frac{F}{m a'}$$

23

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

$$\begin{cases} m v_{1x} = F_x \tau \\ m v_{1y} = F_y \tau \end{cases}$$

$$\begin{aligned} (F_y + N) (\mu - mg \sin \alpha) - F_x &= ma' \\ -F_x &= ma' \end{aligned}$$

$$\begin{cases} F_y \mu - F_x = ma' - ma \\ 0 = v_2 - a' \tau \end{cases}$$

$$F_x \tau = m v_{1x}$$

$$m v_{1y} = F_y \tau$$

$$\begin{aligned} \tau &= \frac{m v_{1x}}{F_x} \\ \tau &= \frac{m v_{1y}}{F_y} \end{aligned}$$

$$\frac{m v_{1y}}{\tau} - \frac{m v_{1x}}{\tau} = ma' - ma \quad | \cdot \tau$$

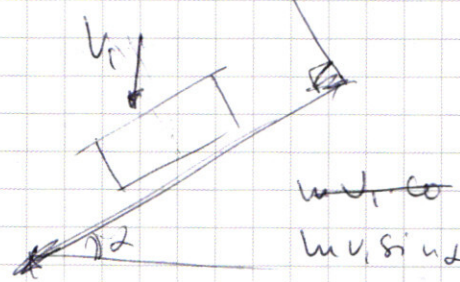
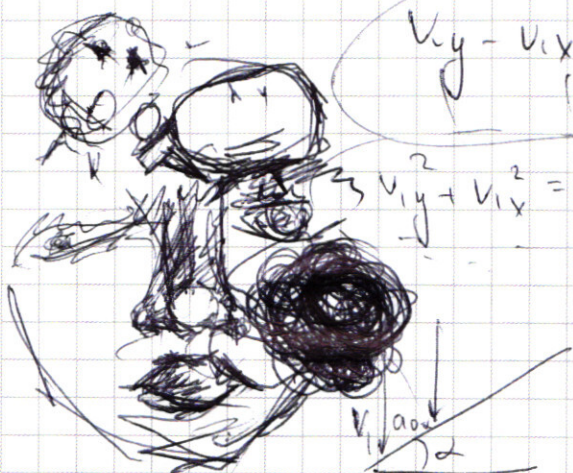
$$0 = v_2 - a' \tau$$

$$\mu v_{1y} - \mu v_{1x} = \tau a' \mu - \mu a \tau$$

$$v_{1y} - v_{1x} + a \tau = a' \tau$$

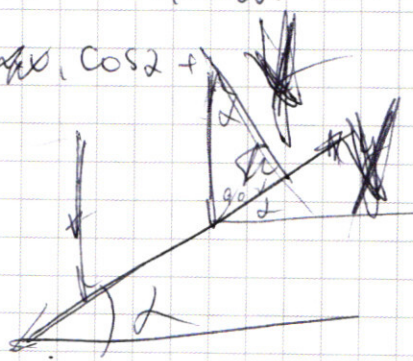
$$0 = v_2 - a' \tau$$

$$v_{1y}^2 + v_{1x}^2 = v_1^2$$



$$\mu v_1 \sin \alpha - \mu v_1 \cos \alpha + a \tau = a' \tau$$

$$\mu v_1 \sin \alpha - \mu v_1 \cos \alpha +$$



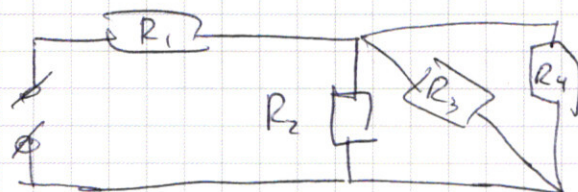
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$\sin \alpha = 0,6$
 $180 - \beta - 90 + \alpha = 90 - \beta + \alpha$
 $\tan \alpha = \frac{h}{s}$
 $x = vt \cos \beta + \frac{g \sin^2 \alpha}{2} t^2$
 $y = vt \sin \beta - \frac{g \cos^2 \alpha}{2} t^2$
 $S = vt \cos \beta + \frac{g \sin^2 \alpha}{2} t^2$
 $stg \alpha = vt \sin \beta - \frac{g \cos^2 \alpha}{2} t^2$
 $x = vt \cos(90 - \beta + \alpha) - \frac{gt^2}{2}$
 $x = vt \sin(90 - \beta + \alpha)$
 $v = \frac{x}{t \sin(90 - \beta + \alpha)}$
 $v = \frac{x}{y}$

3) $a = 2 \text{ м/с}^2$
 $v_i = gt$
 $v_i = 10 \cdot 0,2 = 2 \text{ м/с}$

$15 \cdot 0,64 =$
 $\begin{array}{r} 15 \\ \times 0,64 \\ \hline 60 \\ + 960 \\ \hline 9,60 \end{array}$
 $\begin{array}{r} 15 \\ \times 0,64 \\ \hline 60 \\ + 960 \\ \hline 9,60 \end{array}$

У5



$$\sin(\alpha + \alpha) = \frac{2 \sin \alpha \cos \alpha}{\sin 2\alpha}$$

$$1) R_{AB} = R_1 + \frac{1}{\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}} = R_1 + \frac{1}{\frac{1}{4r} + \frac{1}{4r} + \frac{1}{r}} =$$

$$= R_1 + \frac{1}{\frac{2}{24r} + \frac{1}{r}} = R_1 + \frac{1}{\frac{1}{2r} + \frac{1}{r}} = R_1 + \frac{R_5}{1+2} =$$

$$= 2r + \frac{2r}{3} = \frac{6r+2r}{3} = \frac{8}{3}r \quad t \cdot \frac{g}{2 \cos \alpha} = v(\sin \beta - \text{tg} \alpha \cos \beta)$$

У2

$$\sqrt{1 - \cos^2 \beta} - \text{tg} \alpha \cos \beta$$

$$\sin \beta - \text{tg} \alpha \cos \beta$$

$$-\cos \beta - \text{tg} \alpha \cos \beta = 0$$

$$-\text{ctg} \beta = \text{tg} \alpha$$

$$\begin{cases} y = v_0 t \sin \alpha - \frac{gt^2}{2} \\ x = v_0 t \cos \alpha \end{cases}$$

$$v_0 = \frac{x}{t \cos \alpha} \quad t = \frac{x}{v_0 \cos \alpha} \quad v_0 = \frac{x}{t \cos \alpha}$$

$$y = \frac{x}{t \cos \alpha} \cdot t \sin \alpha - \frac{gt^2}{2} \quad y = x \text{tg} \alpha - \frac{gt^2}{2}$$

$$\frac{gt^2}{2} = y - x \text{tg} \alpha$$

$$gt^2 = 2y - 2x \text{tg} \alpha$$

$$t_{\max} = \sqrt{\frac{2y - 2x \text{tg} \alpha}{g}}$$

(g) - const

$$\text{tg} \alpha = 0$$

$$\text{tg} \alpha = \frac{0,6}{0,8} =$$

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

$$\text{tg} \beta = -\frac{3}{4}$$

$$\sin \alpha = 0,6 \quad \cos \alpha = 0,2 \quad \cos \alpha = 0,8$$

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

$$0,36 + 0,64 = 1$$

$$-\frac{1}{\text{tg} \beta} = \text{tg} \alpha$$