

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

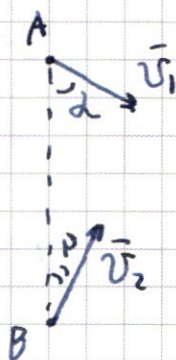
Задача 1.

$$V_1 = 8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

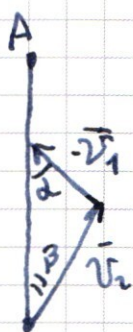
$$\alpha = 60^\circ$$

$$\beta = 30^\circ$$

$$V_2 = ?$$



- 1) Перейдём в систему отсчёта относительно корабля. В такой системе отсчёта скорости корабля равно 0, а скорость торпеды направлена вдоль прямой, соединяющей точки A и B.



Тогда по теореме синусов

$$\frac{V_1}{\sin \beta} = \frac{V_2}{\sin \alpha} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_2 = V_1 \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = 8 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot \frac{\sin 60^\circ}{\sin 30^\circ} = 8 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}}{\frac{1}{2}} = 8\sqrt{3} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\approx 13,92 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

2) Тогда скорость торпеды в СД относительно корабля
(u)
равна:

$$u^2 = V_1^2 + V_2^2 - 2V_1V_2 \cos(\varphi_0 - \alpha - \beta)$$

||
90°

$$u^2 = V_1^2 + V_2^2$$

$$u = \sqrt{V_1^2 + V_2^2} = \sqrt{8^2 + 8^2 \cdot 3^2} = 16 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Расстояние L , которое прошла торпеда в СД отн.
корабля равно:

$$L = u \cdot T$$

$$T = 25 \text{ с}$$

$$\text{Тогда } S = \ell - L = \ell - uT = 0,8 \text{ км} - 16 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 25 \text{ с} =$$

$$= 800 \text{ м} - 400 \text{ м} = 400 \text{ м}$$

$$\text{Ответ: } V_2 = 13,92 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$S = 400 \text{ м}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2) Известно, что максимальное расстояние формирования
кольца шарящего выстрелен под углом 45° .

В верхней точке $v_y = 0 \Rightarrow$

$$\alpha' = 45^\circ$$

$$\Rightarrow v_0 \sin \alpha' - g t = 0$$

$$t = \frac{v_0 \sin \alpha'}{g}$$

$$T = 2t$$

$$\Delta = v_0 \cos \alpha' T = \frac{2 v_0^2 \sin \alpha' \cos \alpha'}{g} = \frac{v_0^2}{g} = \frac{6 \cdot 1600}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = 960 \text{ м}$$

$$L = v_0 \cos \alpha' T = \frac{2 v_0^2 \sin \alpha' \cos \alpha'}{g}$$

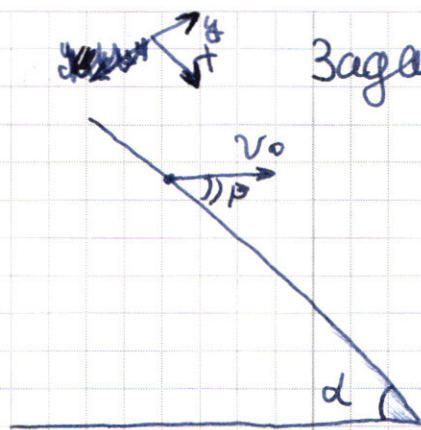
$$= \frac{v_0^2}{g} = \frac{58(1 - \sin^2 \alpha)}{2g \sin \alpha} =$$

$$= \frac{1800 \text{ м} \cdot 0,64}{2 \cdot 0,6} = \frac{1800 \text{ м} \cdot 64}{2 \cdot 60} = 30 \cdot 32 \text{ м} = 960 \text{ м}$$

Ответ: $\beta = 90^\circ$

~~1111111111~~
~~1111111111~~

$$L = 960 \text{ м}$$



Задача 2.

v_0 - нач.
скорость

Разложим g на составляющие g_x и g_y .

$$g_x = g \sin \alpha$$

$$g_y = g \cos \alpha$$

Тогда:

$$\begin{cases} v_x = v_0 \cos \beta + g_x t \\ v_y = v_0 \sin \beta - g_y t \end{cases} \quad \begin{cases} x = v_0 \cos \beta t + \frac{g_x t^2}{2} \\ y = v_0 \sin \beta t - \frac{g_y t^2}{2} \end{cases}$$

В верхней точке $v_y = 0 \rightarrow v_0 \sin \beta = g_y t$
 $t = \frac{v_0 \sin \beta}{g_y}$

1) Общее время полета $T = 2t = \frac{2v_0 \sin \beta}{g_y} = \frac{2v_0 \sin \beta}{g \cos \alpha}$

$T_{\max} \Rightarrow \sin \beta = 1 \Rightarrow \beta = 90^\circ$

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

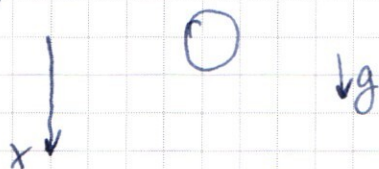
$$\frac{2g \cos^2 \alpha \cdot S}{4 \sin \alpha} = v_0^2$$

~~$$v_0 = \sqrt{\frac{g \cos^2 \alpha \cdot S}{4 \sin \alpha}} = \sqrt{\frac{g S (1 - \sin^2 \alpha)}{2 \sin \alpha}} = 1$$~~

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 3.

1)

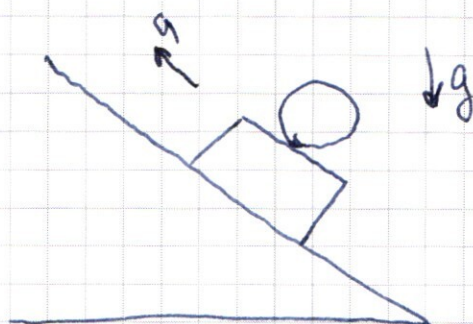


$$v_x = v_0 + g t$$

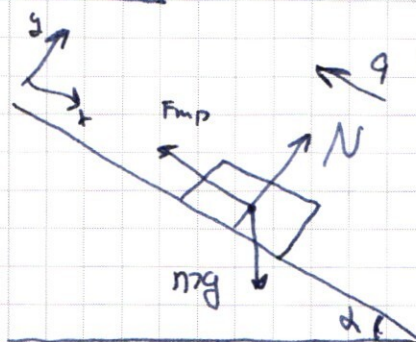
$$\Downarrow$$

$$v_1 = g t = 2 \frac{m}{c}$$

2)



Перед софрежением:



- II закон Ньютона на ось x :

$$mg \sin \alpha - F_{тр} = -ma$$

- II закон Ньютона по оси y :

$$-mg \cos \alpha + N = 0$$

- закон Ампера - Кельвина :

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

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

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

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

После сокращения :

- II закон Ньютона на ось x :

$$2mg \sin \alpha - \mu N = 0$$

- II закон Ньютона на ось y :

$$-2mg \cos \alpha + N = 0 \quad -2mg \cos \alpha + N = 0$$

$$2mg \sin \alpha = \mu 2mg \cos \alpha$$

$$\sin \alpha = \mu \cos \alpha$$

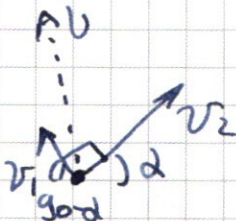
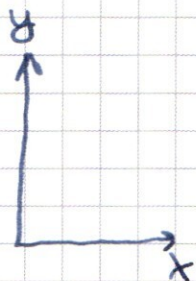
$$\mu = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}$$

$$V_2 = a \cdot T = 2 \frac{m}{c} \cdot 0,2 c$$

Ответ: $V_1 = 2 \frac{m}{c}$
 $V_2 = 0,4 \frac{m}{c}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 4.



После столкновения полностью куде направление скорости V , поэтому разложим её на проекции V_x и V_y

Импульс сохраняется, тогда:

$$\begin{cases} \text{ось } x: -mV_1 \cos(90-d) + mV_2 \cos d = 2mV_x \\ \text{ось } y: mV_1 \sin d + mV_2 \sin d = 2mV_y \\ V^2 = V_x^2 + V_y^2 \end{cases}$$

Возведём обе части в квадраты и сложим.

$$m^2 V_1^2 \sin^2 d - 2m^2 V_1 V_2 \sin d \cos d + m^2 V_2^2 \cos^2 d + m^2 V_1^2 \cos^2 d + \\ + 2m^2 V_1 V_2 \sin d \cos d + m^2 V_2^2 \sin^2 d = 4m^2 (V_x^2 + V_y^2) = 4m^2 V^2$$

Т.к. $\sin^2 d + \cos^2 d = 1$, то

$$m^2 V_1^2 + m^2 V_2^2 = 4m^2 V^2$$

$$V_1^2 + V_2^2 = 4V^2 \rightarrow V_2^2 = 4V^2 - V_1^2 \rightarrow V_2 = \sqrt{4V^2 - V_1^2} = \\ = \sqrt{4 \cdot 25^2 \frac{m^2}{s^2} - 30^2 \frac{m^2}{s^2}} = 40 \frac{m}{s}$$

По закону сохранения энергии:

$$\begin{cases} \frac{mV_1^2}{2} + \frac{mV_2^2}{2} = \frac{2mV^2}{2} + E \\ E = 2mc\Delta t \end{cases}$$

E - энергия, из-за которой нагревается шарик

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

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

$$c = \frac{V_1^2 + V_2^2 - 2V^2}{4\Delta t} = \frac{300 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2} + 1600 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2} - 1250 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}{5,4^\circ\text{C}} =$$

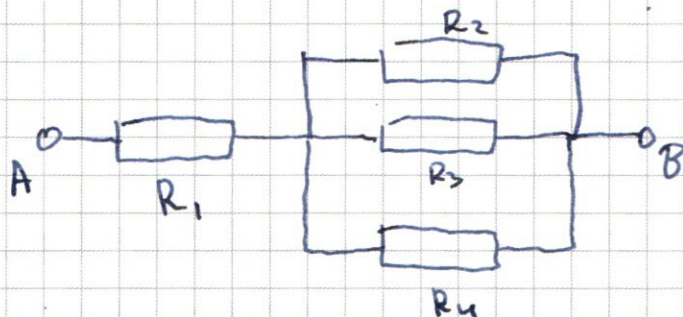
$$= \frac{1250 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}{5,4^\circ\text{C}} = 231,5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

Ответ: $V_2 = 40 \frac{\text{м}}{\text{с}}$
 $c = 231,5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 5.

Схема эквивалентная схеме из условия:



1) Из правил последовательного и параллельного соединений

$$R_{AB} = R_1 + \frac{R_4 \left(\frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} \right)}{R_4 + \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}} =$$

$$= 2r + \frac{r \left(\frac{4r \cdot 4r}{4r + 4r} \right)}{r + \frac{4r \cdot 4r}{4r + 4r}} = 2r + \frac{r \cdot 2r}{r + 2r} = 2r + \frac{2}{3}r =$$

$$= \frac{8}{3}r$$

2) Заменить участок цепи из 3 параллельно подключенных резисторов или резистор с сопротивлением R_x , где

$$R_x = \frac{R_4 \left(\frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} \right)}{R_4 + \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}} = \frac{2}{3}r$$

Обозначим ~~ток~~ U_x ток, который течет через резистор с сопротивлением R_x .

Тогда через резистор с сопротивлением R_1 течет ток ~~U_x~~ , где $U_x - U_x$

Обозначим U_x напряжение на резисторе с сопр. R_x . Тогда напряжение на резисторе с сопр. R_1 равно $U - U_x$.

Т.к. ток, который течет через R_1 равен току, который течет через R_x , по закону Ома:

$$\frac{U_x}{R_x} = \frac{U - U_x}{R_1}$$

$$U_x R_1 = U R_x - U_x R_x$$

$$U_x (R_1 + R_x) = U R_x$$

$$U_x = U \frac{R_x}{R_1 + R_x} = U \cdot \frac{\frac{2}{3}r}{2r + \frac{2}{3}r} = U \frac{\frac{2}{3}r}{\frac{8}{3}r} = \frac{U}{4} = 2\text{ В}$$

$$P = \frac{U_x^2}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{U_x^2}{r + 4r + 4r} = \frac{U_x^2}{9r} = \frac{4\text{ В}^2}{54\text{ Ом}}$$

$$P = P_2 + P_3 + P_4 = U_2 I_2 + U_3 I_3 + U_4 I_4 = \frac{U_2^2}{R_2} + \frac{U_3^2}{R_3} + \frac{U_4^2}{R_4} =$$

$$= \frac{U_x^2}{R_2} + \frac{U_x^2}{R_3} + \frac{U_x^2}{R_4} = U_x^2 \left(\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} \right) = 4\text{ В}^2 \left(\frac{1}{4 \cdot 6\text{ Ом}} + \frac{1}{4 \cdot 6\text{ Ом}} + \frac{1}{1 \cdot 6\text{ Ом}} \right) =$$

$$= 4\text{ В}^2 \cdot \frac{1}{4\text{ Ом}} = 1\text{ В} \cdot \text{А}$$

$$\text{Ответ: } R_{AB} = \frac{8}{3}\text{ Г}$$

$$P = 1\text{ В} \cdot \text{А}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$U = \sqrt{V_1^2 + V_2^2} = \sqrt{8^2 + 8^2 \cdot 3} = 2 \cdot 8 = 16 \text{ м/с}$$

$$L = 16 \cdot 25 \text{ м} = 400 \text{ м}$$

$$S = v_0 \cos \varphi t$$

$$\begin{array}{r} 1,4 \\ 1,4 \\ \hline 56 \\ 14 \end{array}$$

$$\frac{2}{36} = \frac{174}{174 \cdot 8} = \frac{174}{1392}$$

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{r_1}{r_2} = \frac{U_2}{r_2}$$

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{r_1}{r_2} =$$

$$\frac{1800 \cdot 10 \cdot 0,64}{1,2} =$$

$$\frac{600}{1800 \cdot 64} = \frac{16}{12}$$

$$\frac{1800 \cdot 0,64}{2 \cdot 0,6} = \frac{30 \cdot 1800 \cdot 64}{2 \cdot 60}$$

$$\begin{array}{r} 1,4 \\ 1,74 \\ \hline \end{array}$$

$$\frac{64}{8 \cdot 62} = 4$$

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

$$\frac{18 \cdot 64}{2 \cdot 0,6} = \frac{30 \cdot 1800 \cdot 64}{8 \cdot 2}$$

$$\begin{array}{r} 174 \\ 14 \\ \hline 696 \\ 174 \\ \hline 2,136 \end{array}$$

$$\frac{2}{27}$$

$$\frac{2}{24} + \frac{1}{6} = \frac{6}{24} = \frac{1}{4}$$

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

$$\frac{1800 \cdot 0,64 \cdot 10}{2 \cdot 10 \cdot 0,6}$$

$$\frac{27}{0,03}$$

$$\begin{array}{r} 2,4 \\ 40 \\ \hline 24 \\ 4 \\ \hline 96 \end{array}$$

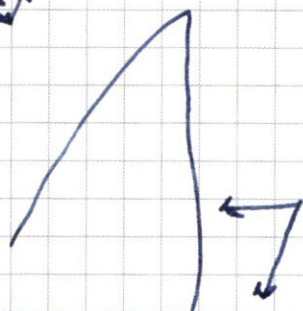
$$\frac{64}{8 \cdot 3} = \frac{24}{4} = 6$$

$$\frac{24}{4} = 6$$

$$\frac{24}{9}$$

$$\frac{36}{12} = 3$$

$$96$$



$$v_0 \cos \varphi + g \sin \alpha$$

$$7 \cos \alpha - 4 \sin \alpha$$

$$\frac{g \cos \alpha}{v_0 \sin \alpha} = 1$$

$$\begin{array}{r} 12500 \mid 54 \\ 109 \mid 231,4 \\ 170 \\ 109 \\ 80 \\ 54 \\ \hline 260 \end{array}$$

$$109 \cdot 4 \cdot 24 = 100 \cdot 10 \cdot 6$$

$$40 \sqrt{6}$$



$$\frac{mV_1^2}{2} + \frac{mV_2^2}{2} = \frac{2mV_3^2}{2} + E \quad V_2 = at \quad \frac{18000 \cdot 0,64}{12}$$

$$\uparrow E = 2mc \Delta t$$

$$2mc \Delta t = \frac{mV_1^2}{2} + \frac{mV_2^2}{2} - \frac{2mV_3^2}{2} =$$

$$= \frac{m}{2} (V_1^2 + V_2^2 - 2V_3^2)$$

$$4mc \Delta t = m(V_1^2 + V_2^2 - 2V_3^2)$$

$$c = \frac{V_1^2 + V_2^2 - 2V_3^2}{4\Delta t} = \frac{30^2 + 40^2 - 2 \cdot 25^2}{4 \cdot 1} = \frac{1600 \cdot 3}{10}$$

$$mV_1 + mV_2 = 2mV_3 \quad \frac{900 + 1600 - 2 \cdot 625}{4 \cdot 1,35} = \frac{1250 - 1250}{4 \cdot 1,35} =$$

$$V_3 - at = 0 \quad = \frac{1250}{5,4} \quad \frac{18000 \cdot 10 \cdot 0,64}{1,2} \quad + = \frac{2250 \sin \beta}{g \cos \beta}$$

$$t = \frac{V_3}{a}$$

Равн

$$\begin{array}{r} 12500 \quad | \quad 54 \\ -108 \quad | \quad 250 \\ \hline 170 \quad | \quad 31,48 \\ -162 \quad | \\ \hline 80 \\ -54 \\ \hline 260 \\ -216 \\ \hline 44 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 125000 \quad | \quad 135 \\ \hline 12500 \quad | \quad 27 \quad 9600 \\ -208 \quad | \quad 4 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 6 \cdot 40 \cdot 60 \\ \hline 20 \quad 24 \\ \hline 40 \\ \hline 360 \end{array}$$

$$2V_0^2 (\sin \beta \cos \beta + \sin \beta \sin \beta) = S g \cos \beta$$

$$\begin{array}{r} 231 \\ 54 \\ \hline 924 \\ 2155 \\ \hline 12474 \end{array}$$

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

$$\begin{array}{r} 1800 \cdot 6,4 \\ \hline 1 \cdot 1,2300 \quad 16 \\ \hline 1100 \cdot 64 \\ \hline 24 \\ \hline 6 \end{array}$$

$$2V_0 \cos \beta + \frac{2V_0^2 \sin \beta \cos \beta}{g \cos \beta} + \frac{g \sin \beta \cdot 4V_0^2 \sin \beta}{g^2 \cos^2 \beta} = S$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

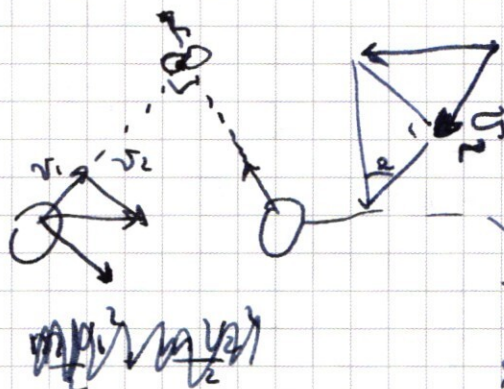
①

$$\begin{array}{r} 1,7 \\ 1,7 \\ \hline 11,9 \\ 17 \\ \hline 29 \end{array}$$

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

$$\begin{array}{r} 1,75 \\ 1,75 \\ \hline 8,75 \\ 125,5 \\ 175 \\ \hline 309,25 \end{array}$$

или



$$\begin{array}{r} 1,8 \\ 1,8 \\ \hline 14,4 \\ 18 \end{array}$$

$$v_2 = v_1 \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = 8 \frac{4}{5} \cdot \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}}{\frac{1}{2}} = 8\sqrt{3} \frac{4}{5}$$

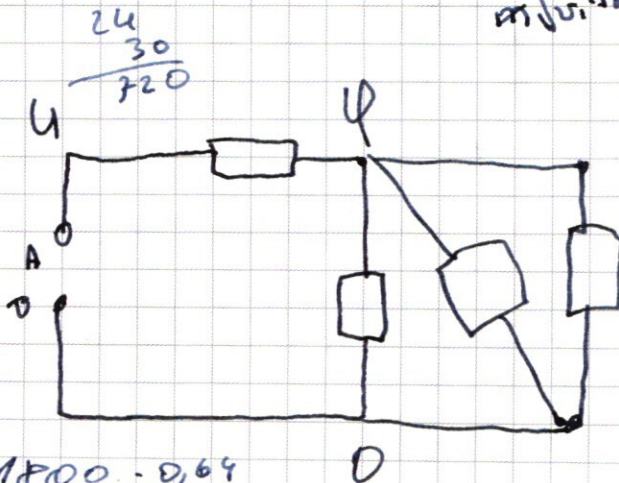
$$250 \cdot 8\sqrt{3} \frac{4}{5} = 2000\sqrt{3} \text{ м}$$

$$\begin{array}{r} 1,74 \\ 1,74 \\ \hline 6,96 \\ 121,8 \\ 174 \\ \hline 3,0276 \end{array}$$

$$v_1 \sin \alpha + v_2 \sin \alpha = 2v_1 \sin \alpha$$

⑤

$$\begin{array}{r} 24 \\ 30 \\ \hline 720 \\ 180 \cdot 64 \\ 2 \cdot 1,2 \end{array}$$



$$v_1^2 + v_2^2 = 4v_1^2$$

$$v_2 = \sqrt{4v_1^2 - v_1^2} = \sqrt{3}v_1$$

$$= \sqrt{4 \cdot 225 + 900}$$

$$v_2 = 6$$

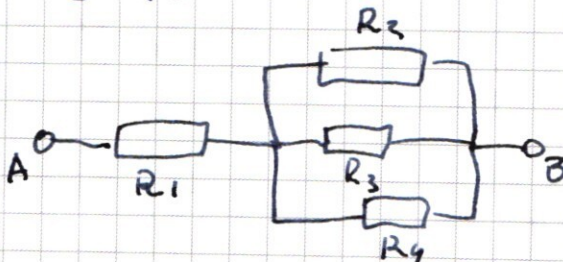
$$R_2 \cos \alpha = R_1 + \frac{R_2 \left(\frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4} \right)}{R_2 + \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4}}$$

$$R_2 \cos \alpha = R_1 + \frac{R_2 \left(\frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4} \right)}{R_2 + \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4}}$$

$$v_1 \sin \alpha + v_2 \sin \alpha = 0$$

$$\begin{array}{r} 180 \cdot 64 \\ 2 \cdot 1,2 \\ \hline 3 \\ 1,74 \\ 8 \\ \hline 13,92 \end{array}$$

$$\frac{1800 \cdot 0,64}{2 \cdot 1,2}$$



$$= 2r + \frac{4r \left(\frac{4r^2}{5r} \right)}{4r + \frac{4r^2}{5r}} = 2r + \frac{\frac{16}{5}r}{\frac{24}{5}} = 2r + \frac{16}{24}r = 2r + \frac{2}{3}r = \frac{8}{3}r$$

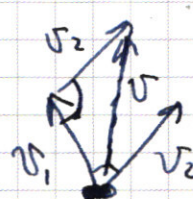
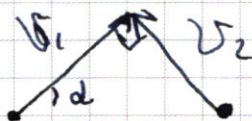
$$\frac{mV_1^2}{2} + \frac{mV_2^2}{2} = \frac{2mV_3^2}{2} + E$$

$$\begin{array}{r} 30 \\ 32 \\ \hline 30 \\ 960 \end{array}$$

$$m \frac{(V_1^2 + V_2^2 - 2V_3^2)}{2} = E$$

$$E = m \frac{(1600 + 625 - 1800)}{2} = 425 \text{ м}$$

$$\begin{array}{r} 12500 \\ -108 \\ \hline 120 \\ -108 \\ \hline \end{array}$$



$$9600$$

$$10 \cdot 4 \cdot 6$$

$$4V_1^2 = V_1^2 + V_2^2$$

$$3V_1^2 = V_2^2$$

$$V_1 = \frac{5}{3} V_2$$

$$\frac{425 \text{ м}}{2} = 2 \text{ м} \cot$$

$$425 = 4 \cot$$

$$\begin{array}{r} 30 \quad 32 \\ 180 \cdot 64 \\ \hline 2 \cdot 6 \end{array}$$

$$\begin{aligned} mV_1 \cos \alpha - \\ mV_1 \sin \alpha \end{aligned}$$

$$V^2 = V_1^2 + V_2^2$$

$$c = \frac{425}{401}$$

$$V_1^2 = V_2^2 + V_3^2$$

$$\begin{array}{r} 4250 \quad 54 \quad 500 \\ -328 \quad 77 \\ \hline 430 \quad 600 \quad 16 \\ -4 \quad 1800 \cdot 64 \\ \hline 12 \cdot 2 \\ -4 \end{array}$$

$$8^2 + 8^2 \cdot 3$$

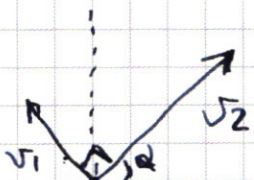
$$\frac{1800 \cdot 10 \cdot 0,88}{1,2 \cdot 2}$$

$$\begin{array}{r} 4250 \quad 27 \\ -27 \quad 15 \\ \hline 155 \quad 135 \\ \hline 700 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 25 \\ 25 \\ \hline 125 \\ 50 \\ \hline 625 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 625 \\ 4 \\ \hline 2500 \end{array}$$

$$\frac{V_0 \sin \alpha}{28}$$



$$\begin{array}{r} 174 \\ 40 \\ \hline 70,80 \end{array}$$

$$\begin{cases} -mV_1 \sin \alpha + mV_2 \cos \alpha = 2mV_x \\ mV_1 \cos \alpha + mV_2 \sin \alpha = 2mV_y \end{cases}$$

$$2500 - 300 = 2100$$

$$V_2 = 40 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$-V_1 \sin \alpha + V_2 \cos \alpha = 2V_x$$

$$V_1 \cos \alpha + V_2 \sin \alpha = 2V_y$$

$$V_2^2 \cos^2 \alpha - 2V_1 V_2 \sin \alpha \cos \alpha + V_1^2 \sin^2 \alpha + V_1^2 \cos^2 \alpha + 2V_1 V_2 \sin \alpha \cos \alpha + V_2^2 \sin^2 \alpha = V_2^2 + V_1^2 = 4V^2$$

$$V_2 = \sqrt{4V^2 - V_1^2} = \sqrt{4 \cdot 25^2 - 30^2}$$

