

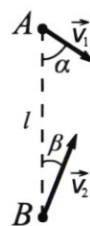
# Олимпиада «Физтех» по физике, ф

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  $\alpha$ ,  $\sin \alpha = 0,6$ . Из миномета, расположенного на склоне, производят выстрел, под таким углом  $\beta$  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  $\beta$  к поверхности склона произведен выстрел?

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

3. Вниз по шероховатой наклонной плоскости равнозамедленно движется брусок. Величина ускорения бруска  $a = 2$  м/с<sup>2</sup>. 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/с<sup>2</sup>. 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?

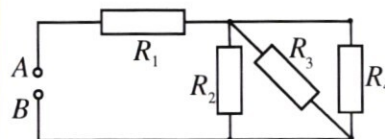
2) Найдите удельную теплоемкость  $c$  материала, из которого изготовлены шарики, если известно, что в результате слипания температура шариков повысилась на  $\Delta t = 1,35$  °C. Температуры шариков перед слипанием одинаковы.

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?

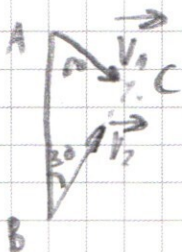




## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

(N1)

С- точка встречи.



$$AB = 1$$

$$BC = 1 \cdot \cos 30$$

$$AC = 1 \cdot \cos 60$$

$$t_n = \frac{1 \cdot \cos 60}{V_1} = \frac{1 \cdot \cos 30}{V_2}$$

$$V_1 \cdot \cos 30 = V_2 \cdot \cos 60$$

$$1) \quad V_2 = \frac{V_1 \cdot \cos 30}{\cos 60} = 8\sqrt{3} \text{ м/с}$$

$$\frac{mV^2}{2} = Q$$

$$mV^2 = 2Q$$

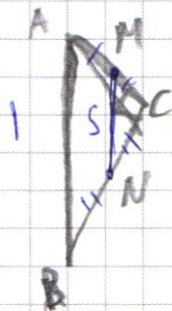
$$mV^2 = 2 \text{ Дж}$$

$$\Rightarrow \frac{V^2}{2} = \frac{2}{625}$$

2)

$$t_n = 50 \text{ с}$$

$$T = \frac{1}{2} t_n$$



Конусы сох на конусы.

MN - средняя линия -  
равна половине основания.

$$MN = \frac{1}{2} AB = \frac{800 \text{ м}}{2} = 400 \text{ м}$$

$$S = 400 \text{ м}$$

Ответ:  $V_2 = 8\sqrt{3} \text{ м/с}$ ;  $S = 400 \text{ м}$

N2

$$V_x(t) = V_0 \cdot \cos \beta - g \cdot \sin \alpha \cdot t$$

$$V_y(t) = V_0 \cdot \sin \beta - g \cdot \cos \alpha \cdot t$$

$$V_y\left(\frac{t_n}{2}\right) = 0$$

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

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

$\sin \beta = 1$ , тогда для  
макс.

$$1) \quad \text{Значение } \beta = 90^\circ$$

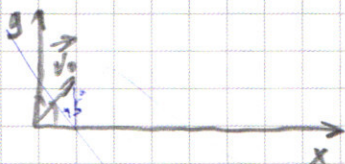
$$V_x(t) = g \cdot \sin \alpha \cdot t$$

$$V_x(t) = \frac{g \cdot \sin \alpha \cdot t^2}{2}$$

$$X(t_n) = S$$

$$S =$$

1).



Одновременно на земле находится мишень на высоте 45°

$$t_n = \frac{2V_0 \cdot \sin \alpha}{g \cdot \cos \alpha} \quad \text{при } \alpha = 45^\circ$$

$$y(t_n) = 0 = V_0 \cdot t - \frac{g \cdot \cos \alpha \cdot t^2}{2}$$

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

$$V_0 = \frac{g \cdot \cos \alpha \cdot t_n}{2}$$

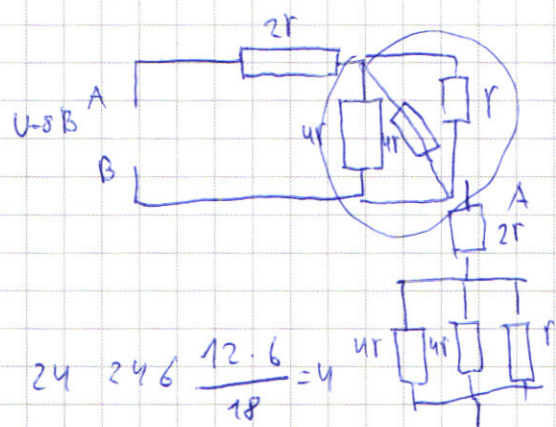
$$x(t) = V_0 \cdot \cos 45^\circ \cdot t - \frac{g \cdot \cos \alpha \cdot t^2}{2}$$

$$x(t_n) = 5 \quad x(t) = 5$$

$$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$$

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

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - 0.36} = 0.8$$



$$6 \quad 24 \quad 24 \quad 6 \quad \frac{12 \cdot 6}{18} = 4$$

$$24 \quad 24 \quad 6 \quad \frac{72}{18} = 4$$

$$12 \quad 6 \quad \frac{12 \cdot 6}{18}$$

$$2r \quad r$$

$$\frac{R_1 \cdot R_2 \cdot R_3}{R_3 + R_1 + R_2}$$

$$\frac{12 \cdot 6}{18} = 4$$

$$r = 60 \Omega$$

$$\frac{2r \cdot r}{3r} = \frac{24}{30}$$

$$2r \quad 2r \quad 2r$$

$$\frac{8 \cdot 14}{3} = 28$$

$$R_{12} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

$$\frac{4r^2 + 4r^2 + 4r^2}{6r} = \frac{12r^2}{6r}$$

$$\frac{2r^2}{3r}$$

$$\frac{16r^2}{8r} = \frac{2r^2}{3r}$$

$$\frac{2.5 \cdot 5}{7.5} = 1.67$$

$$\frac{5 \cdot 5 \cdot 5}{25} = 5$$

$$\frac{2.5 \cdot 5}{15.3} = 0.8$$

$$\frac{25}{10} = 2.5$$

$$\frac{2.5}{3} = 0.83$$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

(N3)

1)  $v(t) = gt$

$v(t) = gT$

$v_1 = gT = 10 \cdot 0,2 = 2 \text{ м/с}$

Итого:  $v_1 = 2 \text{ м/с}$

2)

$\vec{P}_1 + \vec{P}_2 = 0$   
 $m\vec{v}_1 + m\vec{v}_2 = 0$

$\vec{v}_2 + \vec{v}_1 = 0$

После удара шарик о брусок, шарик переместился

вниз, а брусок, наоборот, остался на месте

по скорости по оси  $x = 0$

Составим уравнение:  $\vec{P}_2 + \vec{P}_1 = 0$

при взаимодействии шарика и бруска скорости шарика и бруска направлены

вниз, а ось  $x$  — горизонтальна

не движется

найдем  $v_{\text{бруска}}$

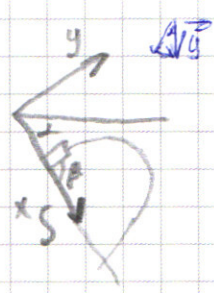
$v_{\text{бруска}} = \sqrt{v_2^2 + v_1^2} = \sqrt{4}$

$v_2 = \sqrt{v_{\text{бруска}}^2 - v_1^2}$

$P_2 \sin \alpha = P_1$

$P_2 \sin \alpha + P_1 = 0$

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



$$V_x(t) = V_0 \cos \alpha + g \cdot \sin \alpha \cdot t$$

$$V_y(t) = V_0 \sin \alpha - g \cdot \cos \alpha \cdot t$$

$$V_y\left(\frac{t_n}{2}\right) = 0$$

$$V_0 \sin \alpha$$

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

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

1)  $\angle \beta = 90^\circ$

$$X(t) =$$

$$X(t_n) = S = \frac{g \cdot \sin \alpha \cdot t^2}{2}$$

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

$$S \cdot g \cdot \cos^2 \alpha = 2V_0^2 \cdot \sin \alpha$$

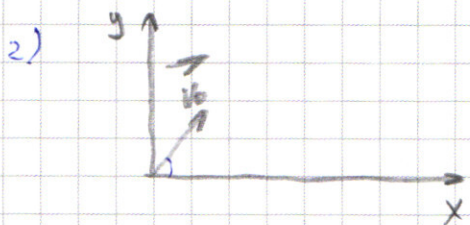
$$V_0^2 = \frac{S \cdot g \cdot \cos^2 \alpha}{2 \cdot \sin \alpha}$$

$$V_0 = \sqrt{\frac{S \cdot g \cdot \cos^2 \alpha}{2 \cdot \sin \alpha}} = \sqrt{\frac{S \cdot g}{2}} \cdot \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} = \sqrt{\frac{S \cdot g}{2}} \cdot \cot \alpha$$

$$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$$

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

$$V_0 = \frac{300 \cdot 0,8}{0,6} = \frac{240}{0,6} = 400 \text{ м/с}$$



— максимальная, когда угол наклона равен  $45^\circ$

$$L = \frac{2V_0^2 \cdot \cos 45^\circ \cdot \sin 45^\circ}{g^2}$$

$$V_y(t) = V_0 \sin 45^\circ - gt$$

$$\frac{t_n}{2} = \frac{V_0 \sin 45^\circ}{g}$$

$$t_n = \frac{2V_0 \sin 45^\circ}{g}$$

$$L = \frac{2V_0^2 \cdot \cos 45^\circ \cdot \sin 45^\circ}{g^2} = \frac{2 \cdot 400^2 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}}{100} = \frac{2 \cdot 160000 \cdot 1}{100} = 3200$$

$$X(t) = V_0 \cdot \cos 45^\circ \cdot t$$

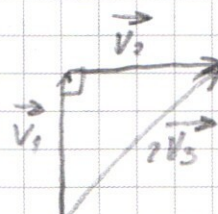
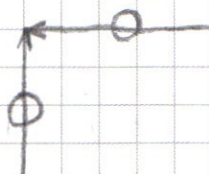
$$L = \frac{V_0 \cdot \cos 45^\circ \cdot 2V_0 \cdot \sin 45^\circ}{g^2} = \frac{2V_0^2 \cdot \cos 45^\circ \cdot \sin 45^\circ}{g^2} = \frac{2 \cdot 400^2 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}}{100} = 3200$$

$$L = \frac{400 \cdot 400 \cdot 2}{100 \cdot 2} = 1600 \text{ м}$$

Ответ:  $\angle \beta = 90^\circ$ ,  $L = 1600 \text{ м}$ .

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№4.



$$\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{p}_3$$

$$m\vec{v}_1 + m\vec{v}_2 = 2m\vec{v}_3$$

$$\vec{v}_1 + \vec{v}_2 = 2\vec{v}_3$$

$$m(v_1 + v_2) = 2mv_3$$

$$v_1 + v_2 = 2v_3$$

$$v_2 = \sqrt{4v_3^2 - v_1^2} = \sqrt{4 \cdot 25 - 900} = \sqrt{(50-30)(50+30)}$$

$$1) \quad v_2 = 2v_3 - v_1 = 50 - 30 = 20 \text{ м/с}$$

$$E_{k1} = \frac{mv_1^2}{2}$$

$$E_{k2} = \frac{mv_2^2}{2}$$

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

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

$$C\Delta t = E_{k1} + E_{k2} - E_k$$

$$C\Delta t = \frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2} - \frac{2mv_3^2}{2}$$

$$2C\Delta t = mv_1^2 + mv_2^2 - 2mv_3^2$$

$$2C\Delta t = v_1^2 + v_2^2 - 2v_3^2$$

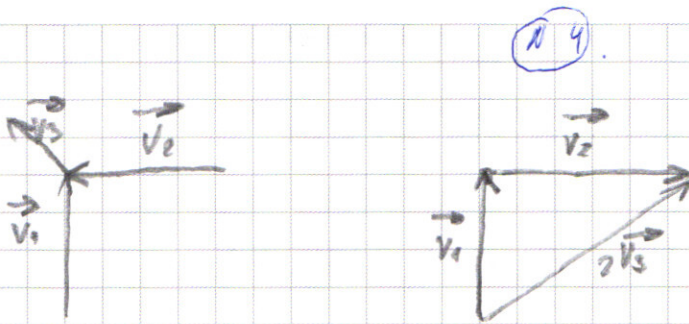
$$2) \quad C = \frac{v_1^2 + v_2^2 - 2v_3^2}{2\Delta t} = \frac{900 + 400 - 1250}{2\Delta t} = \frac{50}{2\Delta t} = \frac{25}{\Delta t} = \frac{25}{135} = \frac{2500}{135} \approx 18,4 \text{ м/с}^2$$

$$\frac{25}{135}$$

754

$$\begin{array}{r} 2500 \cdot 135 \\ - 135 \cdot 18,4 \\ \hline 1150 \\ - 1090 \\ \hline 600 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} +344 \\ 135 \\ \times 9 \\ \hline 1215 \\ + 10950 \\ \hline 12180 \end{array}$$



$$m\vec{V}_1 + m\vec{V}_2 = 2m\vec{V}_3$$

$$\vec{V}_1 + \vec{V}_2 = 2\vec{V}_3$$

$$V_2 = \sqrt{4V_3^2 - V_1^2} = \sqrt{4 \cdot 625 - 900} = \sqrt{(50-30)(50+30)} =$$

$$= \sqrt{20 \cdot 80} = \sqrt{1600} = 40 \text{ м/с}$$

$$E_{k1} + E_{k2} = E_{k3} + Q$$

$$Q = E_{k1} + E_{k2} - E_{k3}$$

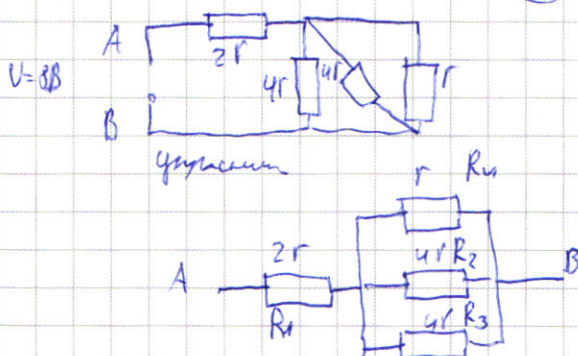
$$2C\mu\Delta t = \frac{mV_1^2}{2} + \frac{mV_2^2}{2} - \frac{2mV_3^2}{2}$$

$$\mu C\Delta t = V_1^2 + V_2^2 - 2V_3^2$$

$$C = \frac{V_1^2 + V_2^2 - 2V_3^2}{\mu\Delta t} = \frac{900 + 1600 - 1250}{2 \cdot 2,70} = \frac{1250}{5,4} = 231 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

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

(15)



$$R_{23} = 2r$$

$$R_{234} = \frac{2r \cdot r}{3r} = \frac{2}{3}r = 4 \text{ Ом}$$

$$R_{\text{общ}} = 1r + \frac{2}{3}r = \frac{5}{3}r = 10 \text{ Ом}$$

$$P = IU = \frac{U^2}{R}$$

$$I = \frac{U}{R}$$

$$A =$$

$$R_{234} = \frac{2}{3}r$$

$$R_{\text{общ}} = 2r + \frac{2}{3}r = \frac{8}{3}r$$

$$R_{234} = \frac{R_2 R_3 + R_3 R_4 + R_2 R_4}{R_2 + R_3 + R_4} = \frac{4r^2 + 4r^2 + 16r^2}{9r} = \frac{24r^2}{9r} = \frac{8}{3}r$$

$$R_{\text{общ}} = 2r + \frac{8}{3}r = \frac{14}{3}r$$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1/2.

$$y(t) = V_0 \cdot \sin \alpha \cdot t - \frac{g \cdot \cos \alpha \cdot t^2}{2}$$

$$x(t) = V_0 \cdot \cos \alpha \cdot t - \frac{g \cdot \sin \alpha \cdot t^2}{2}$$

$$V_y(t) = V_0 \cdot \sin \alpha - g \cdot \cos \alpha \cdot t$$

$$V_x(t) = V_0 \cdot \cos \alpha - g \cdot \sin \alpha \cdot t$$

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

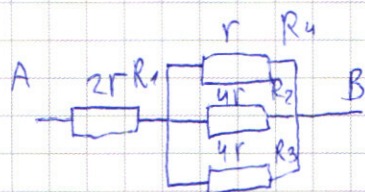
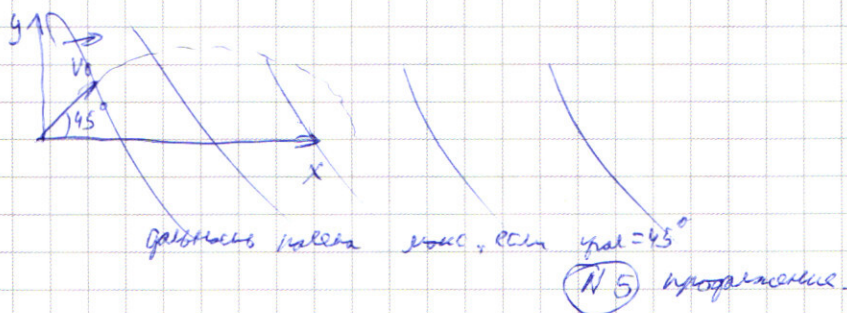
$\frac{t_{\text{max}}}{2} \quad V_y\left(\frac{t_{\text{max}}}{2}\right) = 0$   
 $V_0 \cdot \sin \alpha - g \cdot \cos \alpha \cdot t = 0$   
 $\frac{t_{\text{max}}}{2} = \frac{V_0 \cdot \sin \alpha}{g \cdot \cos \alpha}$   
 $t_{\text{max}} = \frac{2 V_0 \cdot \sin \alpha}{g \cdot \cos \alpha}$

$t_{\text{max}} \text{ макс, когда } \sin \alpha \text{ макс.}$   
 $\sin \alpha = 1, \text{ значит } \alpha = 90^\circ$

1) Ответ:  $\alpha = 90^\circ$ .

2)

$t_{\text{max}} = \frac{2 V_0 \cdot \sin \alpha}{g \cdot \cos \alpha}$   
 ~~$y(t_{\text{max}}) = 0$~~   
 ~~$X(t_{\text{max}}) = V_0 \cdot \cos \alpha \cdot 2 \cdot \frac{V_0 \cdot \sin \alpha}{g \cdot \cos \alpha} - \frac{2 g \cdot \cos \alpha}{g \cdot \cos \alpha}$~~   
 ~~$\frac{2 V_0^2 \sin^2 \alpha}{g \cdot \cos \alpha} - \frac{2 g \cdot \cos \alpha \cdot V_0^2 \cdot \sin^2 \alpha}{g^2 \cdot \cos^2 \alpha}$~~   
 $X(t_{\text{max}}) = \frac{2 V_0^2 \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha}{g \cdot \cos \alpha} - \frac{g \cdot \frac{t_{\text{max}}^2}{4} \cdot 4 V_0^2 \cdot \sin^2 \alpha}{2 g^2 \cdot \cos^2 \alpha} = \frac{2 V_0^2 \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha}{g \cdot \cos \alpha} - \frac{V_0^2 \cdot \sin^2 \alpha \cdot t_{\text{max}}^2 \cdot g}{2 g \cdot \cos \alpha}$   
 $= \frac{4 V_0^2 \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha - 4 V_0^2 \cdot \sin^2 \alpha \cdot t_{\text{max}} \cdot g}{2 g \cdot \cos \alpha} = \frac{4 V_0^2 \sin \alpha (\cos \alpha - \sin^2 \alpha \cdot t_{\text{max}} \cdot g)}{2 g \cdot \cos \alpha}$



$$R_{\text{общ}} = 10 \text{ Ом} = \frac{5}{3} r \quad R_{\text{общ}} = \frac{8}{3} r = \frac{8 \cdot 6}{3} = 16 \text{ Ом}$$

$$P = \frac{U^2}{R}$$

$$I = \frac{U}{R} \quad I_{\text{общ}} = 0,8 \text{ А}$$

$$I_{\text{общ}} = 16 \text{ В}$$

$$I_{\text{общ}} = \frac{U}{R_{\text{общ}}} = \frac{8}{16} = 0,5 \text{ А}$$

$$U_1 = I_{\text{общ}} \cdot R_1 = 0,5 \cdot 12 = 6 \text{ В}$$

$$U_1 = I_{\text{общ}} \cdot 2r = 0,5 \cdot 2r = r = 6 \text{ В}$$

$$U_{234} = 8 - 6 = 2 \text{ В}$$

$$P_2 = \frac{U_2^2}{R_2} = \frac{4}{24} = \frac{1}{6} \text{ Вт}$$

$$P_3 = \frac{U_3^2}{R_3} = \frac{4}{24} = \frac{1}{6} \text{ Вт}$$

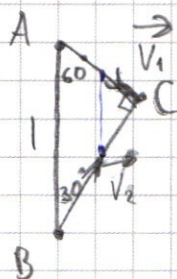
$$P_4 = \frac{U_4^2}{R_4} = \frac{4}{4} = 1 \text{ Вт}$$

$$P_{\text{общ}} = \frac{U_2^2 + U_3^2 + U_4^2}{R} =$$

$$P_{\text{общ}} = 1 + \frac{2}{6} = 1\frac{1}{3} \text{ Вт}$$

$$\text{Ответ: } R_{\text{общ}} = 16 \text{ Ом}, P_{\text{общ}} = 1\frac{1}{3} \text{ Вт}$$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



Точка C - точка столкновения

$$AB = 1$$

$$BC = 1 \cdot \cos 30^\circ$$

$$AC = 1 \cdot \cos 60^\circ$$

$$t_n = \frac{1 \cdot \cos 60^\circ}{V_1} = \frac{1 \cdot \cos 30^\circ}{V_2}$$

$$V_2 \cdot \cos 60^\circ = V_1 \cdot \cos 30^\circ$$

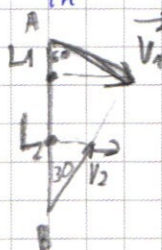
$$V_2 \cdot \cos 60^\circ = V_1 \cdot \cos 30^\circ$$

$$V_2 = \frac{V_1 \cdot \cos 30^\circ}{\cos 60^\circ}$$

$$1) V_2 = \frac{8\sqrt{3}}{2} : \frac{1}{2} = \frac{8\sqrt{3} \cdot 2}{2} = 8\sqrt{3} \text{ м/с}$$

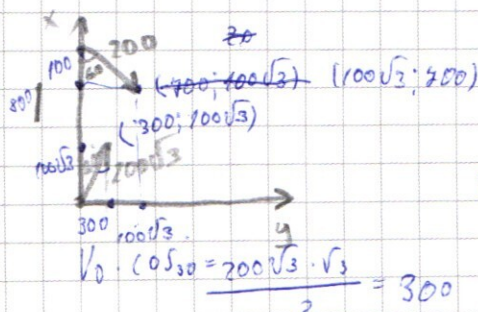
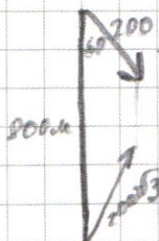
$$\text{Ответ: } V_2 = 8\sqrt{3} \text{ м/с}$$

$$2) t_n = \frac{800 \cdot \frac{1}{2}}{8} = \frac{400}{8} = 50 \text{ с}$$



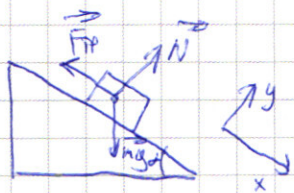
$$\text{Корабль пройдет } S_1 = V_1 \cdot T = 8 \cdot 25 = 200 \text{ м}$$

$$\text{торпеды } S_2 = V_2 \cdot T = 200\sqrt{3}$$



$$\begin{aligned} & 8\sqrt{3} \cdot 25 \\ &= 200\sqrt{3} \end{aligned}$$

N3 вариант 2.



$$Oy: N - mg \cdot \cos \alpha = 0$$

$$Ox: mg \cdot \sin \alpha - F_{\text{тр}} = ma$$

$$F_{\text{тр}} = \mu mg \cos \alpha$$

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

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

$$\sin \alpha - \mu \cos \alpha = \frac{a}{g} = 0,2$$

~~$$\sin \alpha - \mu \cos \alpha$$~~