

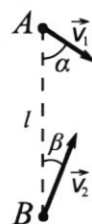
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 09

Вариант 09-01

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

1. Корабль A и торпеда B в некоторый момент времени находятся на расстоянии $l = 1$ км друг от друга (см. рис. 1) Скорость корабля $V_1 = 10$ м/с, угол $\alpha = 60^\circ$. Скорость торпеды $V_2 = 20$ м/с. Угол β таков, что торпеда попадет в цель.



1) Найдите $\sin \beta$.

2) Через какое время T расстояние между кораблем и торпедой составит $S = 770$ м?

2. Плоский склон горы образует с горизонтом угол $\alpha = 30^\circ$. Из миномета, расположенного на склоне, производят выстрел, под таким углом φ к поверхности склона, что продолжительность полета мины наибольшая. Мина падает на склон на расстоянии $S = 0,8$ км от точки старта.

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

2) Найдите величину V_0 начальной скорости мины.

Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха пренебрежимо мало.

3. Вниз по шероховатой наклонной плоскости равнозамедленно движется брусок. В тот момент, когда скорость бруска равна $V_1 = 1$ м/с, на брусок падает пластилиновый шарик и прилипает к нему, а брусок останавливается. Движение шарика до соударения – свободное падение с высоты $h = 0,8$ м с нулевой начальной скоростью.

1) Найдите скорость V_2 шарика перед соударением.

2) Найдите величину a ускорения бруска перед соударением.

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 свинцовых шарика одинаковой массы, летящие со скоростями $V_1 = 60$ м/с и $V_2 = 80$ м/с, слипаются в результате абсолютно неупругого удара. Скорости шариков перед слипанием взаимно перпендикулярны.

1) С какой по величине скоростью V движутся слипшиеся шарики?

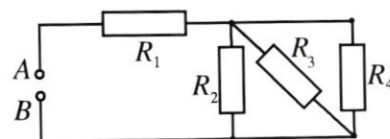
2) На сколько Δt (°C) повысится температура шариков?

Удельная теплоемкость свинца $c = 130$ Дж/(кг·°C). Температуры шариков перед слипанием одинаковы.

5. Четыре резистора соединены как показано на рисунке. Сопротивления резисторов $R_1 = 3 \cdot r$, $R_2 = R_3 = 2 \cdot r$, $R_4 = 4 \cdot r$. На вход АВ схемы подают напряжение $U = 38$ В.

1) Найдите эквивалентное сопротивление R_{AB} цепи.

2) Какой силы I ток будет течь через резистор R_4 при $r = 10$ Ом?



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

41

Дано: Се Змиерин

$$L = 1 \text{ km} \quad 1000 \text{ m} \quad V_y = V \cdot \sin \alpha =$$

$$V_1 = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 10 \cdot 0,45 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

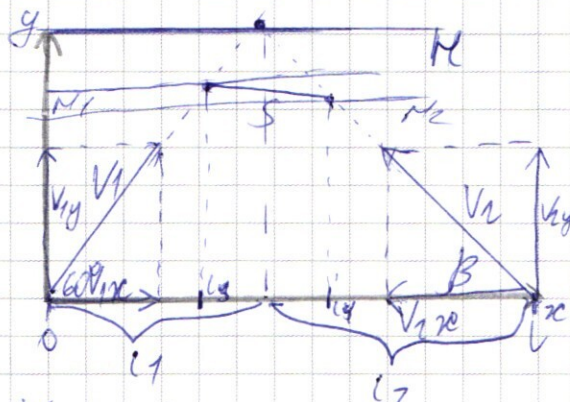
$$V_{zy} = V_z \cdot \frac{\sin \beta}{\cos \beta} =$$

$$\alpha = 60^\circ \quad \quad \quad = 20^\circ \sin \beta$$

$S = 770 \text{ m}$

Итого:

$\sin \beta; \nabla$



$$V_{1r} = V_1 \cdot \cos \alpha = 0,11 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$H = V_{iy} \cdot t = V_{iy} \cdot t \quad V_{ix} = V_i \cdot \cos \beta = 20 \cos \beta$$

$$V_{1y} \cdot t = V_{2y} \cdot t \quad V_{1y} = V_{2y} \quad \text{or } \sqrt{3} = 20 \sin \beta$$

$$\sin \beta = \frac{6\sqrt{3}}{20} = \frac{\sqrt{3}}{4} \quad \cos \beta = \sqrt{1 - \sin^2 \beta} = \sqrt{1 - \frac{3}{16}} = \frac{\sqrt{13}}{4}$$

$$S = \sqrt{(M_1 - M_2)^2 + (3 - 4)^2}$$

$$M_1 - M_2 = 0 \text{ m.k. } M_2 = M_1, \text{ m.k. } V_{1y} = V_{2y}$$

$$S = \sqrt{(l_3 - l_4)^2} = |l_3 - l_4|$$

$$I_3 = T \cdot V_{1re} \quad I_4 = T \cdot V_{2re} + 1000 = 1000 - V_{2re} \cdot T$$

$$S = |T \cdot V_{120} - T_0 \cdot V_{20}| = |T \cdot (V_{120} + V_{20}) - 1000|$$

~~$1000 - 2 \times 20 = T(V_m, L_y)$~~

$$1) 1000 + y \neq 0 = T \cdot (V_1 x + V_2 x) \quad 2) 1000 - y \neq 0 = T(V_{1x0} + V_{2x0})$$

$$2) V = \frac{230}{5(1+\sqrt{3})} - \frac{46}{(1+\sqrt{3})} \quad 1) V = \frac{1770}{V_{in} + V_{in}} = \frac{1770}{5 + 20 \cdot \frac{\sqrt{3}}{4}} = \frac{1770}{5 + 5\sqrt{3}} = \frac{1770}{5(1+\sqrt{3})} = \frac{354}{1+\sqrt{3}}$$

$$= \frac{46}{40} = 1.15$$

$$\approx \frac{354}{1+36} = \frac{354}{4,6} = \frac{177}{2,3} \approx 76,96 - \text{не подходит к условию}$$

Ombem: $\frac{\sqrt{3}}{4}$; ~~$\frac{1}{2}$~~ 10C

22

Дано: α

$$\alpha = 30^\circ$$

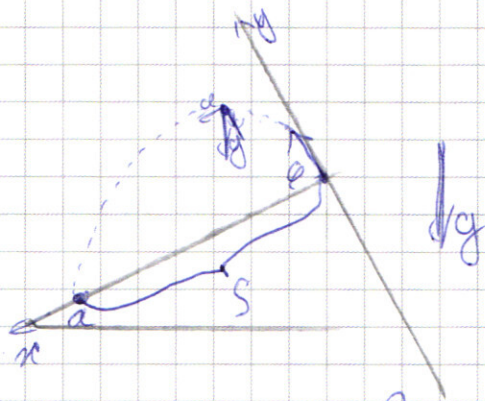
$$S = 0,8 \text{ км} = 800 \text{ м}$$

$$t = t_{\text{макс}}$$

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Найти:

$$\varphi; V_0$$



$$t = t_{\text{макс}} \Rightarrow \varphi = 90^\circ$$

$$V_0 \cdot \sin \varphi = V_y \quad V_x = V_0 \cdot \cos \varphi = 0$$

$$V_0 = V_y$$

$$S = V_x \cdot t + \frac{a_x t^2}{2} \quad a_x = \sin \alpha \cdot g = \frac{10}{2} = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$S = \frac{a_x t^2}{2} = \frac{5 \cdot t^2}{2}$$

$$t = \sqrt{\frac{2 \cdot 800}{5}} = \sqrt{320} = 8\sqrt{5}$$

$$V_y \cdot t - \frac{g \cdot \cos \alpha \cdot t^2}{2} = 0$$

$$V_y - \frac{5\sqrt{3} \cdot t}{2} = 0$$

$$V_y = \frac{5\sqrt{3}}{2} \cdot t = \frac{5\sqrt{3}}{2} \cdot 8\sqrt{5} = 20\sqrt{15} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$V_0 = V_y = 20\sqrt{15} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\text{Ответ: } 90^\circ; 20\sqrt{15} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

23

Дано: α

$$V_1 = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$h = 0,8 \text{ м}$$

$$v_0 = 0$$

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Найти:

Суммарно

$$h = \frac{v_1^2}{2} \quad t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,8}{10}} = 0,4 \text{ с} \quad v_2 = g \cdot t = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$a_x = g \cdot \sin \alpha$$

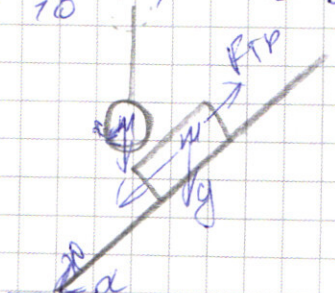
$$m \cdot \vec{V}_1 + \vec{V}_2 \cdot m = 2m \cdot \vec{V}_3$$

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

$$1 + \sin \alpha \cdot 4 = 2V_3$$

$$V_3 = 0,5 + 2 \sin \alpha$$

$$a = V_3 = 0,5 + 2 \sin \alpha \quad \text{Ответ: } 4 \frac{\text{м}}{\text{с}}; 0,5 + 2 \sin \alpha$$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

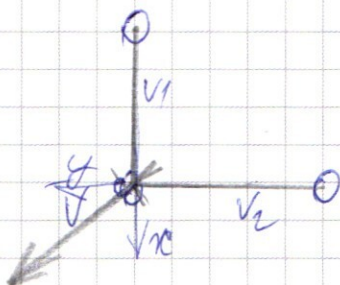
14

Дано:
 $c = 130 \frac{\text{м}}{\text{с}}$
 $V_1 = 60 \frac{\text{м}}{\text{с}}$
 $V_2 = 80 \frac{\text{м}}{\text{с}}$
 $m_1 = m_2 = m$
 $\angle \alpha = 90^\circ$

Найти:

V ; Δt

См. Решение



$$m_1 \cdot V_1 + m_2 V_2 = (m_1 + m_2) \cdot V$$

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

$$\vec{V}_1 + \vec{V}_2 = 2\vec{V} \quad V_{1x} = V_1 \quad V_{1y} = 0$$

$$V_{1x} + V_{2x} = 2V_x \quad V_{2y} = V_2 \quad V_{2x} = 0$$

$$V_{1x} + 0 = 2V_x \quad V_{2y} + 0 = 2V_y$$

$$V_x = \frac{V_{1x}}{2} = \frac{60}{2} = 30 \frac{\text{м}}{\text{с}} \quad V_y = \frac{V_{2y}}{2} = \frac{80}{2} = 40$$

$$V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2} = \sqrt{30^2 + 40^2} = 50 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\frac{m_1 \cdot V_1^2}{2} + \frac{m_2 \cdot V_2^2}{2} = \frac{2m_1 \cdot V^2}{2} + 2mc\Delta t$$

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

$$\Delta t = \frac{V_1^2 + V_2^2 - 2V^2}{4c} = \frac{60^2 + 80^2 - 50^2 \cdot 2}{4 \cdot 130} \approx 9,61^\circ\text{C}$$

Ответ: $50 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; $9,61^\circ\text{C}$

15

Дано:

$$R_1 = 3 \cdot r$$

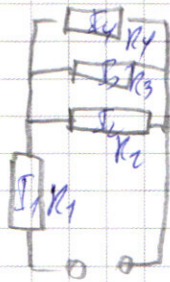
$$R_2 = R_3 = 2 \cdot r$$

$$R_4 = 4 \cdot r$$

$$U = 38 \text{ В}$$

$$r = 10 \text{ Ом}$$

$$R_{AB}; I_4$$



$$R_{AB} = R_1 + R_{II} \quad \frac{1}{R_{II}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}$$

$$\frac{1}{R_{II}} = \frac{1}{2r} + \frac{1}{2r} + \frac{1}{4r} = \frac{5}{4r}$$

$$R_{II} = 0,8r \quad R_{AB} = 3 \cdot r + 0,8r = 3,8r$$

$$I_1 = I_{II} \quad I_{II} = I_2 + I_3 + I_4 \quad U_2 = U_3 = U_4 = U_{II}$$

$$I_2 = \frac{U_2}{2r} = I_3 = \frac{U_3}{2r}$$

$$I_{II} = I_2 + I_3 + I_4 = 2,5 I_2$$

$$I_4 = \frac{U_4}{4r} = \frac{U_2}{4r} = \frac{I_2}{2}$$

$$I_2 \frac{U}{R_{AB}} = \frac{38}{3,8r} = \frac{10}{r}$$

$$I = I_{II} \quad I_2 = 2 I_4$$

$$2,5 I_2 = \frac{10}{r}$$

$$10 I_4 = \frac{10}{r}$$

$$I_4 = \frac{1}{r} = \frac{1}{10} = 0,1 \text{ А}$$

$$\text{Ответ: } 3,8r; 0,1 \text{ А}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Дано:

$$x = 121 \text{ км} = 100000$$

$$V_1 = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\alpha = 60^\circ$$

$$V_2 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$



$$0.20: \frac{10}{2} = \frac{1}{2}$$

$$V_{\text{ср}} = 5$$

$$x = V_{\text{ср}} \cdot t + 20 \cdot \cos \beta \cdot t$$

$$t(5 + 20 \cdot \cos \beta) = 1000$$

$$5 \cdot t = 1000 - 20 \cos \beta \cdot t$$

$$5\sqrt{3} \cdot t = \sin \beta \cdot t \cdot 20$$

$$5\sqrt{3} = 20 \cdot \sin \beta$$

$$\sqrt{3} = 4 \cdot \sin \beta$$

$$\sin \beta = \frac{\sqrt{3}}{4} \quad \cos \beta = \sqrt{1 - \frac{3}{16}} = \sqrt{\frac{13}{16}}$$

$$S = 440 \pm \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$$

$$440 = \sqrt{(7 \cdot 5 - 7 \cdot \sqrt{13} \cdot 5)^2 + (7 \cdot 5\sqrt{3} - 7 \cdot 5\sqrt{3})^2}$$

$$440^2 = \sqrt{(7 \cdot 5(1 - \sqrt{13}))^2 + 0}$$

$$440^2 = (7 \cdot 5(1 - \sqrt{13}))^2 + 0$$

$$440 = 7 \cdot 5(1 - \sqrt{13}) = 7 \cdot 5 \cdot (-26) / 7 \cdot 5 \cdot 36$$

$$440 = 7 \cdot 5 \cdot \sqrt{13}$$

$$440 = 7 \cdot 5 \cdot \sqrt{13}$$

$$(1 - \sqrt{13})/5$$

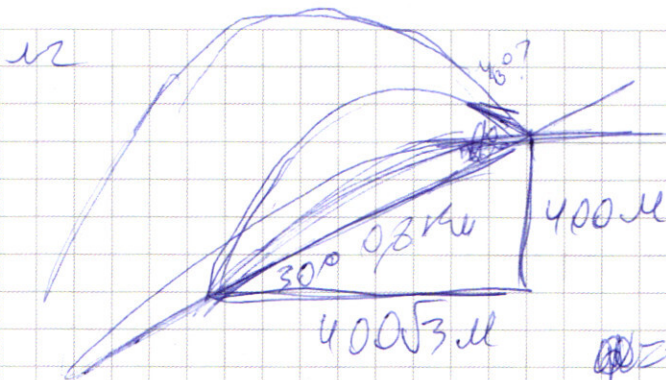
$$=$$

$$T = \frac{154}{36}$$

$$= \frac{44}{13} = 60,23$$

$$= \frac{44}{13} = 60,23$$

$$= \frac{44}{13} = 60,23$$



$$t = \sqrt{\frac{2H}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 40}{9.8}}$$

$$\alpha = 40^\circ + 30^\circ = 70^\circ$$

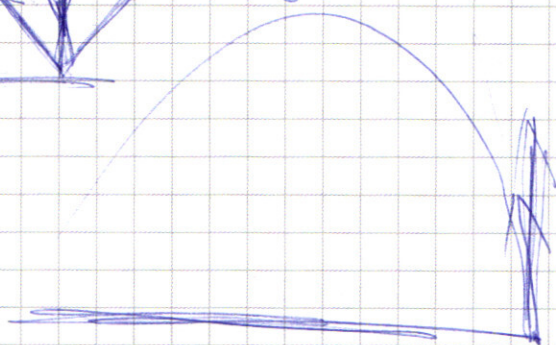
$$t = \sqrt{\frac{2 \cdot 40}{9.8}}$$

$$h = y \cdot t - \frac{g \cdot t^2}{2}$$

$$800 = 10 \cdot t + \frac{5 \cdot t^2}{2}$$



$$y \cdot \cos 30^\circ = 5\sqrt{3}$$



$$t_{\text{max}} \text{ при } \alpha = 0^\circ$$

$$S = v_0 \cdot t - \frac{g \cdot t^2}{2}$$

$$0.8 = \frac{10 \cdot t^2}{2 \cdot 2} - 2.56$$

$$V_0 = 2\sqrt{6} = \sqrt{24}$$

$$V_0 = \frac{g \cdot t}{C}$$

$$8 = 2.56 t^2$$

$$t = \sqrt{\frac{8}{2.56}} = \frac{2\sqrt{2}}{1.6} = 0.4\sqrt{2}$$

$$h = y \cdot t - \frac{g \cdot t^2}{2}$$

$$h = y \cdot t - 2.56 \sqrt{3} \cdot t^2$$

$$h = 0.4\sqrt{2}$$

$$10 = 0.4\sqrt{2} (y - 2.56 \sqrt{3} \cdot 0.4 \cdot \sqrt{2})$$

$$10 = 0.4\sqrt{2} (y - 0.1\sqrt{6})$$

$$10 = 0.4\sqrt{2} y$$

$$0 = y - \frac{y \cdot t \cdot \cos \alpha}{2}$$

$$0 = y - \frac{y \cdot t \cdot \cos \alpha}{2}$$

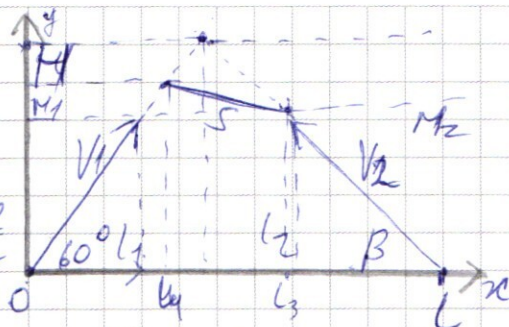
$$y = \frac{10 \cdot 0.4 \cdot \sqrt{2} \cdot \sqrt{3}}{2}$$

$$\frac{y \cdot t \cdot \cos \alpha}{2} = y$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Дано: L
 $L = 1 \text{ км} = 1000 \text{ м}$
 $V_1 = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$
 $\alpha = 60^\circ$
 $V_2 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$
 $S_0 = 770 \text{ м}$

Решение
 $V_{1x} = V_1 \cdot \cos \alpha =$
 $= V_1 \cdot \frac{1 - \frac{10}{20}}{2} = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$



$$L_1 = V_{1x} \cdot t$$

$$V_{2x} = V_2 \cdot \cos \beta = 20 \cos \beta$$

$$V_{1y} = V_1 \cdot \sin \alpha = 5\sqrt{3}$$

$$V_{2y} = V_2 \cdot \sin \beta = 20 \sin \beta$$

$$M = V_{1y} \cdot t = V_{2y} \cdot t$$

$$V_{1y} \cdot t = V_{2y} \cdot t$$

$$V_{1y} = V_{2y}$$

$$5\sqrt{3} = 20 \sin \beta$$

$$\sin \beta = \frac{5\sqrt{3}}{20} = \frac{\sqrt{3}}{4} \quad \cos \beta = \sqrt{1 - \frac{3}{16}} = \frac{\sqrt{13}}{4}$$

$$S = \sqrt{(M_1 - M_2)^2 + (L_1 - L_2)^2} \quad M_1 = V_{1y} \cdot T \quad M_2 = V_{2y} \cdot T$$

$$S = \sqrt{(V_{1y} \cdot T - V_{2y} \cdot T)^2 + (V_{1x} \cdot T - 1000 + V_{2x} \cdot T)^2} \quad L_1 = V_{1x} \cdot T \quad L_2 = 1000 - V_{2x} \cdot T$$

$$S = \sqrt{(V_{1x} \cdot T - 1000 + V_{2x} \cdot T)^2} =$$

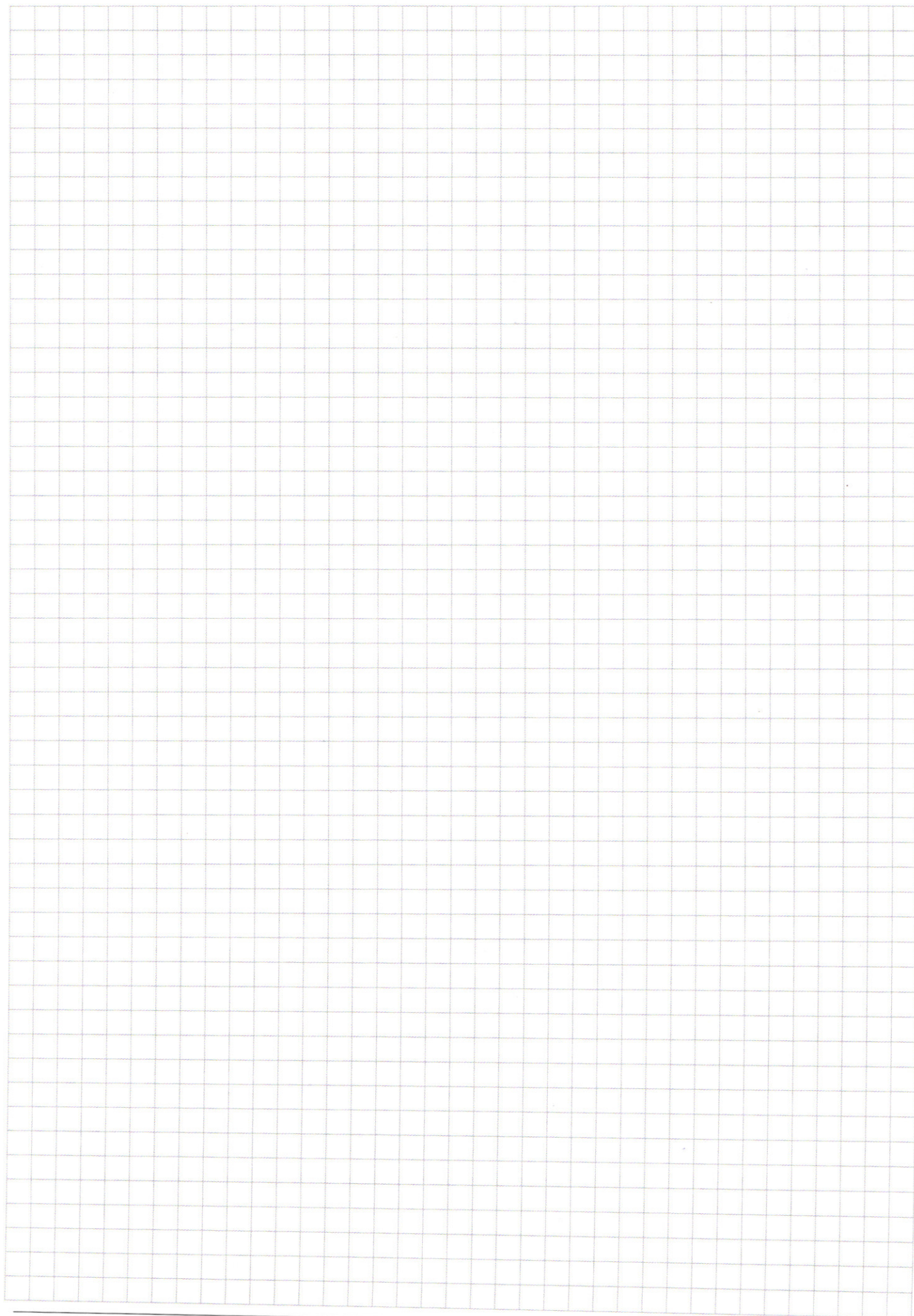
$$= \sqrt{(5 \cdot T - 1000 + 20 \cdot \frac{\sqrt{13}}{4} \cdot T)^2} = \sqrt{(5 \cdot T - 1000 + 5\sqrt{13} \cdot T)^2}$$

$$770 = \sqrt{(5 \cdot T + 5\sqrt{13} \cdot T - 1000)^2} = \sqrt{T(5 + 5\sqrt{13}) - 1000}$$

$$770^2 = T^2(5 + 5\sqrt{13})^2 - 2000T(5 + 5\sqrt{13}) + 1000000$$

$$T^2(5 + 5\sqrt{13})^2 - 2000T(5 + 5\sqrt{13}) + 1000000 - 770^2 = 0$$



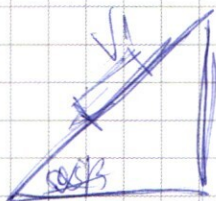


☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

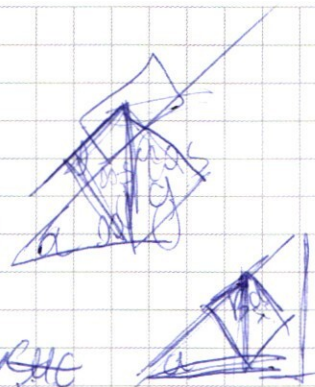
13



угол $\gamma = 10$

$b = \sqrt{\frac{16}{10}} = 0,4$

$v = 4u = 1200 \text{ км/ч}$



$a = \gamma \cdot v \cdot \cos \alpha$

$m \cdot \vec{v} + m \cdot \vec{u} = 2m \cdot \vec{w}$

$1 + 4 \sin \alpha = 2 \cdot 2$

$1 + 4 \sin \alpha = 2 \cdot 0$

$1 - 4 \sin \alpha = 0$

$u = \gamma \cos \alpha = v$

$v = \frac{1 + 4 \sin \alpha}{2}$

$v = 0,5 + 2 \sin \alpha$

$$\begin{array}{r} 125000 \div 13 \\ 115000 \\ \hline 80000 \\ 78000 \\ \hline 20000 \\ 13000 \\ \hline 7000 \end{array}$$

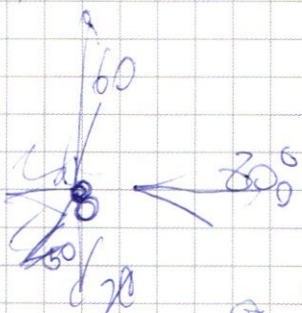
$\gamma \cos \alpha = 0,5 + 2 \sin \alpha$

$$\frac{m \cdot 60^2}{2} + \frac{m \cdot 80^2}{2} = \frac{2m \cdot 60^2}{2} + \frac{2m \cdot c^2}{2}$$

$$\frac{2500}{20} = \frac{1250}{10} = \frac{1250}{10} = \frac{125}{1}$$

$$\frac{60^2}{2} + \frac{80^2}{2} = 30^2 + 2c^2$$

14



$m \cdot \vec{v} + m \cdot \vec{u} = 2m \cdot \vec{w}$

$\vec{v} + \vec{u}$

$m \cdot x + m \cdot 0 = 2m \cdot w$

$w = 2v$

$v = \frac{20}{2} = 30$

$\gamma = 2v$

$v_g = \frac{30}{2} = 15$

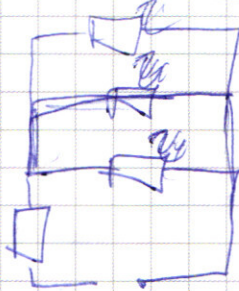
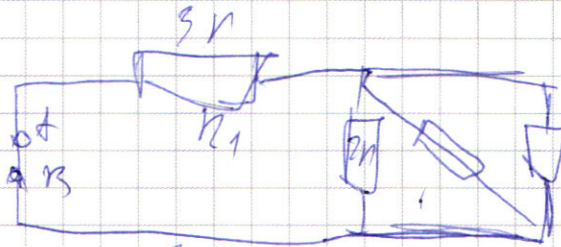
$c = \frac{3600}{2} + \frac{6400}{2} = 2500$

$$\frac{1800 + 3200 + 2500}{20} = 175$$

$v = \sqrt{30^2 + 40^2} = 50$

$c = \sqrt{900 + 1600} = 50$

25



$$U = U_1 = U_2 = U_3$$

$$U = R_1 \cdot I = 3 \cdot n \cdot I = 38$$

$$R_1 + R_4 = R$$

$$R_4 =$$

$$I_2 \frac{38}{R} =$$

$$R = 3n + 0,8n$$

$$R = 3,8n$$

$$I = \frac{38}{3,8n} = \frac{10}{n}$$

$$I_1 = 2,5 I_2$$

$$I = 2 I_1$$

$$I_1 = \frac{I}{2} = \frac{5}{n} = 0,5 A$$

$$0,5 = 2,5 \cdot I_1$$

$$I = 5 I_2$$

$$I_2 = 0,2 A - I_4 = 0,1 A$$

$$I_2 = 0,1 A$$

$$2 \cdot n \cdot I_2 = 4 \cdot n \cdot I_4$$

$$n \cdot I_2 = 2 I_4$$

$$38 = U_1 + U_4$$

$$38 =$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{2 \cdot n} + \frac{1}{2 \cdot n} + \frac{1}{4 \cdot n} = \frac{5}{4 \cdot n}$$

$$R = 0,8n$$

$$I = \frac{38}{0,8 \cdot n} = \frac{380}{8 \cdot n} = \frac{47,5}{n}$$

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + I_4 =$$

$$= I_1 + \frac{10}{n} + \frac{10}{n} + \frac{2,5}{n}$$

$$I_1 = \frac{47,5 - 2,5 - 10 - 10}{n} =$$

$$= 2,5 I_2 = 2 I_4$$

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + I_4 = 2 I_1 + 2,5 I_2$$

A. B. C.

520000441