

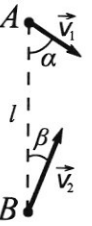
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

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 пластина 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.

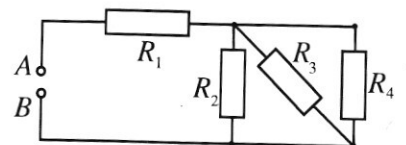
1) С какой скоростью V_2 двигался второй шарик перед слипанием?

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?



$$450^4 (\sin^3)^2 - 450^4 (\sin^3)^3 = 2^2 \cos^4 \theta^2 = 2 \cos^2 \theta (\sin^3 \sin^2 + \sin^2 \sin^3)$$

$$L = \frac{50^2 - \sin^2 \theta}{\cos^2 \theta} + \frac{450^2 \sin^2 \theta \sin^3 \theta}{\cos^2 \theta}$$

same
if $\rightarrow$ same

$$L = \frac{450^2 \cos^2 \theta \sin^3 \theta + 450^2 \sin^2 \theta \sin^3 \theta}{2 \cos^2 \theta} = \frac{450^2 (\sin^3 \cos^2 \theta + \sin^2 \cos^2 \theta)}{2 \cos^2 \theta} = \frac{450^2 \cdot 0.6}{2 \cdot 0.8^2 \cdot 10} = \frac{2 \cdot 50^2 \cdot 0.6}{0.64 \cdot 10} = \frac{2 \cdot 50^2 \cdot 0.6}{6.4} = \frac{50^2 \cdot 0.6}{3.2}$$

~~480000~~

$$1800 \cdot 3.2 = 5760$$

$$50^2 = \frac{1800 \cdot 3.2}{0.6} =$$

$$= \frac{1800 \cdot 3.2}{0.6} = 9600$$

$$\frac{300 \cdot 12}{250 \cdot 12} = \frac{25}{25} = 1$$

$$\cancel{\sin} x (\sqrt{1-x^2} \cos \theta + x \sin \theta) = 1$$

$$x (\sqrt{1-x^2} \cdot 0.8 + 0.6x) = 1$$

$$0.8x \sqrt{1-x^2} + 0.6x^2 = 1$$

$$8x \sqrt{1-x^2} + 6x^2 = 10$$

$$4x \sqrt{1-x^2} + 3x^2 = 5$$

$$4x \sqrt{1-x^2} + 3x^2 = 5$$

$$50 = \sqrt{2 \cdot 5 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 5^2} =$$

$$= 5 \cdot 2^3 \sqrt{6} =$$

$$= 40 \sqrt{6} \text{ m/c}$$

$$L = \frac{50^2 - \sin^2 \theta}{9} = \frac{50^2}{9} = \frac{300 \cdot 32}{10} = 960$$

$$= 96000$$

$$25x^4 - 46x^2 + 25 = 0$$

$$x^2 = 23^2 - 25^2$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1

Дано:

см

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

$$V_1 = 8 \text{ м/с}$$

$$\alpha = 60^\circ$$

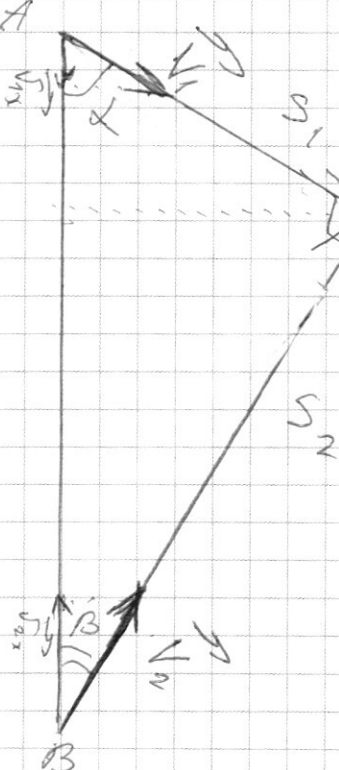
$$\beta = 30^\circ$$

1) $V_2 = ?$

2) $T = 25 \text{ с}$

$S = ?$

Решение:



место попадания
 t - время до
удара

$$S_1 = V_1 t \quad L = (V_{1x} + V_{2x}) t$$

$$S_2 = V_2 t$$

$$LC \perp AB \Rightarrow LC = \sqrt{AB^2 - LB^2} =$$

$$= 90^\circ \Rightarrow$$

~~Второй закон косинусов~~

$$1) \frac{S_1}{L} = \cos \alpha$$

$$\frac{S_2}{L} = \cos \beta$$

$$\frac{S_1}{S_2} = \frac{\cos \alpha}{\cos \beta}$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{\cos \alpha}{\cos \beta}$$

$$V_2 = \frac{V_1 \cos \beta}{\cos \alpha} = \frac{8 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}{\frac{1}{2}} \text{ м/с} = 8\sqrt{3} \text{ м/с}$$

2) $S = L - S_1$

$$S_1 = T(V_{1x} + V_{2x})$$

$$V_{1x} = \cos \alpha V_1$$

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

$$\Rightarrow S = L - T(\cos \alpha V_1 + \cos \beta V_2) =$$

$$= 800 \text{ м} - 25 \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot 8 + \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 8\sqrt{3} \right) =$$

$$= 800 \text{ м} - 25 \cdot (4 + 12) \text{ м} =$$

$$= (800 - 25 \cdot 16) \text{ м} =$$

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

Ответ: 1) $8\sqrt{3} \text{ м/с}$; 2) 400 м

№2.

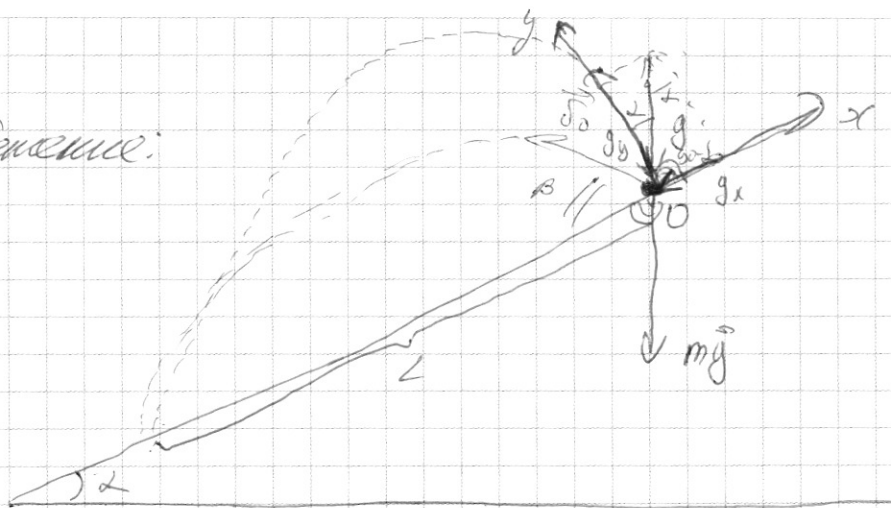
Дано: $\sin \alpha = 0.6$

$$S = 1.8 \text{ км}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$1) \beta = ?$$

$$2) L = ?$$



g_{0x} :

$0y$:

$$0 = 0 + v_0 \sin \beta \cdot t - \frac{g_y \cdot t^2}{2} \quad (*)$$

$0x$:

$$L = v_0 \cos \beta \cdot t + \frac{g_x \cdot t^2}{2} \quad (**)$$

$$g_y = \cos \alpha \cdot g$$

$$g_x = \sin \alpha \cdot g$$

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

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = 0.8$$

$$1) \quad (*) \quad \frac{g_y \cdot t^2}{2} = v_0 \sin \beta$$

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

это для того, чтобы
упростить вычисления
получим минимальное
значение β (максимум)
 $\Rightarrow \beta = 90^\circ$

2)

$$(**) \quad L = v_0 \cdot 0 \cdot t + \frac{\sin \alpha \cdot g \cdot t^2}{2}$$

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

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

$$v_0^2 = \frac{L \cdot 2 \cos^2 \alpha \cdot g}{\sin \alpha \cdot 4} = \frac{1800 \cdot 2 \cdot 0.8^2 \cdot 10}{0.6 \cdot 4} = \frac{1800 \cdot 2 \cdot 0.64 \cdot 10}{0.6 \cdot 4} = \frac{1800 \cdot 64 \cdot 5}{6} = \frac{1800 \cdot 32}{1} = 300 \cdot 32$$

$$v_0 = \sqrt{2 \cdot 5 \cdot 2^2 \cdot 3 \cdot 5^2} = 5 \cdot 2^3 \sqrt{6} = 40 \sqrt{6} \text{ м/с} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow L_{\text{max}} = \frac{v_0^2 \cdot \sin \alpha}{g} = \frac{v_0^2}{g} = \frac{300 \cdot 32}{10} \text{ м} = 30 \cdot 32 \text{ м} = 960 \text{ м}$$

Ответ: 1) 90° ; 2) 960 м

☐ черновик ☒ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №2

(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Дано:
 $m_1 = m_2 = m$
 $\alpha = 20^\circ$

$T = 0,2 \text{ с}$

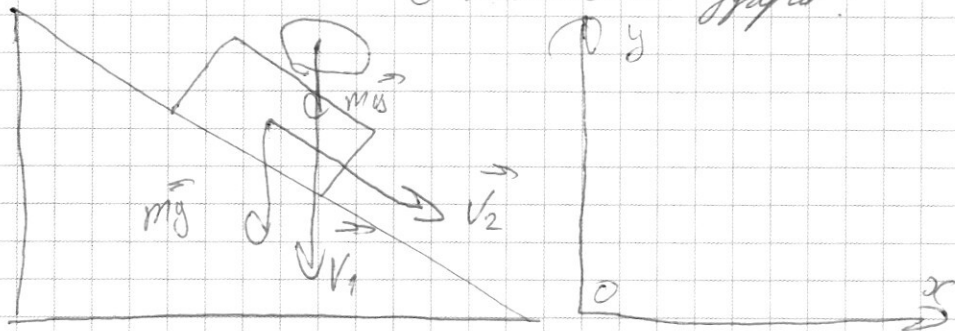
$g = 10 \text{ м/с}^2$

1) $V_1 = ?$

2) $V_2 = ?$

Решение:

В момент удара:



2) Т.к. на тело действуют силы:

тяжести, упругости и трения, то по закону сохранения импульса мы можем записать только для оси, на которую проекция этих сил равна 0 $\Rightarrow$ по оси Ox , но проекция V_1 на ось Ox тоже равна 0 $\Rightarrow$ чтобы выполнялось условие задачи, в момент удара $V_2 = 0$, т.е. в тот момент, когда произошло столкновение, брусок под действием сил трения остановился сам.

1) $\vec{V}_1 = 0 + gT$

$\vec{V}_1 = -10 \cdot 0,2$

$\vec{V}_1 = -2 \text{ м/с}$

$|\vec{V}_1| = 2 \text{ м/с} = V_1$

Ответ: $V_1 = 2 \text{ м/с}$; $V_2 = 0 \text{ м/с}$

Внешнее воздействие α не рассматривалось, но в момент удара происходит остановка бруска.

Вектор. запись ЗСИ:

$m\vec{V}_1 + m\vec{V}_2 = 0$

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

(массы по условию одинаковые)

УЧ

Дано:

$$V = 25 \text{ м/с}$$

$$V_1 = 30 \text{ м/с}$$

$$\Delta t = 1,35^\circ \text{C}$$

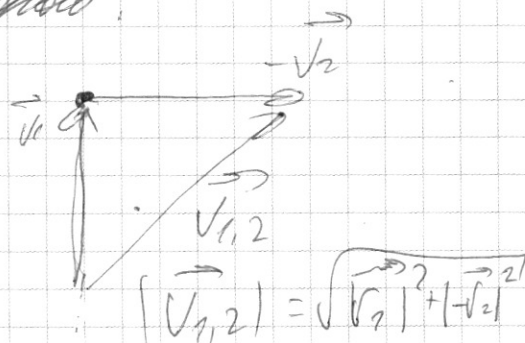
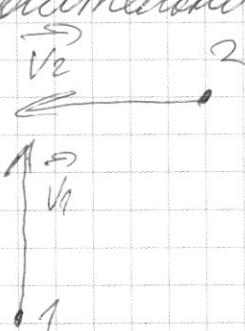
$$m_1 = m_2 = m$$

1) $V_2 = ?$

2) $C = ?$

Решение:

Рассмотрим движение первого шарика относительно второго:



1) М.з. закон сохранения импульса шаров:

$$m \vec{V}_{1,2} + m \vec{V}' = 2m \vec{V}$$

$$m \vec{V}_{1,2} + \vec{0} = 2m \vec{V}$$

$$\vec{V}_{1,2} = 2\vec{V}$$

$$V_{1,2} = 2V$$

$$|\vec{V}_1^2 + \vec{V}_2^2| = 2V$$

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

$$V_2^2 = 4V^2 - V_1^2$$

$$V_2 = \sqrt{4V^2 - V_1^2} = \sqrt{4 \cdot 625 - 900} = \sqrt{1600} = 40 \text{ м/с}$$

2) Закон сохранения энергии:

$$\frac{m \vec{V}_1^2}{2} + \frac{m \vec{V}_2^2}{2} = \frac{m \vec{V}^2}{2} + 2m C \Delta t$$

$$\frac{m \vec{V}_1^2}{2} + \frac{m \vec{V}_2^2}{2} = \frac{m \vec{V}^2}{2} + 2m C \Delta t$$

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

решаем
на черновике

Ответ: 1) 40 м/с
2) 231 Дж/кг·°C

$$C = \frac{V_1^2 + V_2^2 - 2V^2}{4 \Delta t} = 231 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{C}}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№5

Дано:

$$R_1 = 2 \cdot r$$

$$R_2 = R_3 = 4 \cdot r$$

$$R_4 = r$$

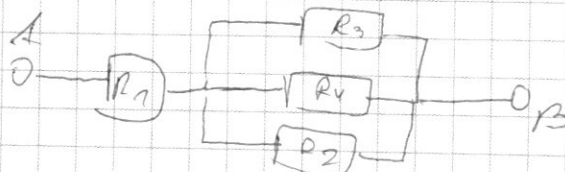
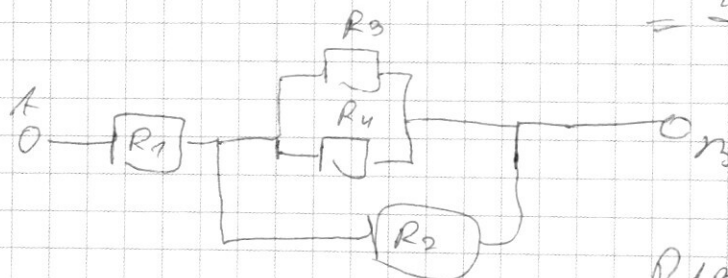
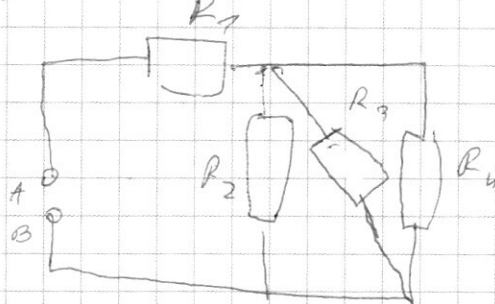
$$U = 8 \text{ В}$$

$$r = 6 \text{ Ом}$$

1) $R_{AB} = ?$

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

Чертежи:



$$R_{AB} = R_1 + R_{2,3,4}$$

$$R_{2,3,4} = \frac{R_{2,3} \cdot R_4}{R_{2,3} + R_4}$$

$$R_{2,3} = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3} = \frac{16r^2}{8r} = 2r$$

$$R_{2,3,4} = \frac{2r \cdot r}{2r + r} = \frac{2}{3}r$$

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

$$P_{AB} = \frac{U^2}{R_{AB}} = \frac{64 \text{ В}^2}{16 \text{ Ом}} = 4 \text{ Вт}$$

$$P_{2,3,4} = \frac{U^2}{R_{2,3,4}} = \frac{64 \text{ В}^2}{4 \text{ Ом}} = 16 \text{ Вт}$$

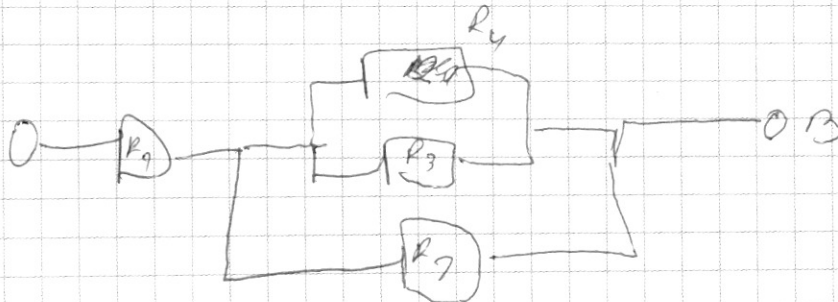
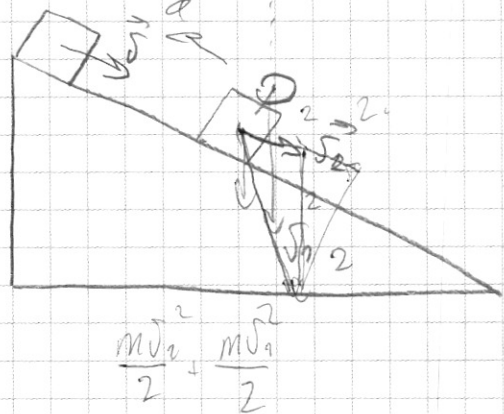
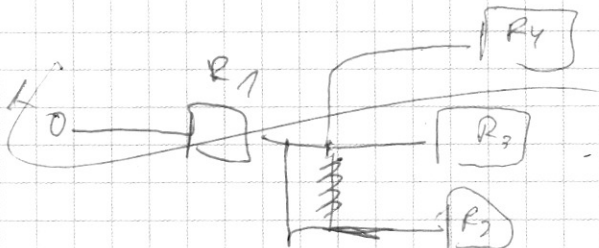
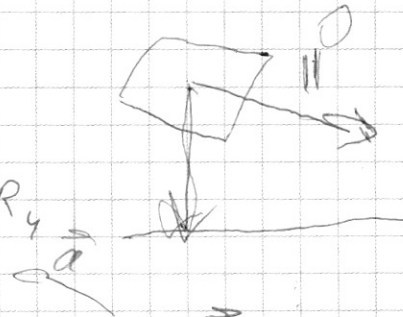
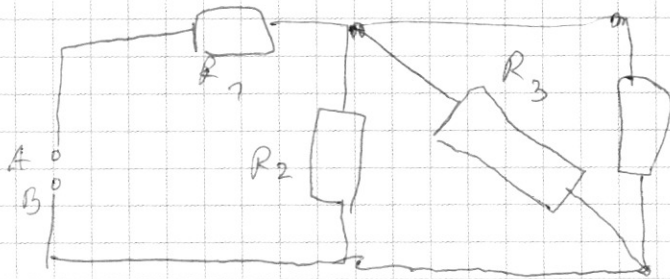
$$P_{2,3,4} = P_{2,3,4} - P_{AB} = 16 \text{ Вт} - 4 \text{ Вт} = 12 \text{ Вт}$$

Ответ: 1) $2\frac{2}{3}r$; 2) 12 Вт

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

[illegible]

№5



$$R_{3,4} = \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4} = \frac{4r \cdot r}{5r} = \frac{4}{5}r$$

$$R_{3,4,2} = \frac{R_{3,4} \cdot R_2}{R_{3,4} + R_2} = \frac{\frac{4}{5}r \cdot 4r}{(\frac{4}{5} + 4)r} =$$

$$U = \frac{A}{\Delta q} \quad I = \frac{\Delta q}{t} \quad \Delta q = I t$$

$$A = U \Delta q \Rightarrow P_3 = \frac{U \Delta q}{t}$$

$$P = \frac{U^2}{R} = \frac{64r^2}{16r} = \frac{4r}{1} = 4r \quad \text{16 Вт}$$

$$A = U I t$$

$$P = U I = \frac{U^2}{R} = \frac{64}{16r} = \frac{4}{r} \quad I = \frac{U}{R}$$

$$P_{2,3,4} = P_1 - P_{\text{сум}}$$

$$P = P_3 - P_{\text{сум}}$$

$$P_{2,3,4} = \frac{U^2}{R_{2,3,4}} = 16 \text{ Вт}$$

$$P_1 = \frac{U^2}{R} = \frac{64r^2}{12r} = \frac{32r}{3} = \frac{16r}{3} = 5 \frac{1}{3} \text{ Вт}$$

$$R_{\text{сум}} = R_1 + R_{3,4,2} = 2r + \frac{2}{3}r = 2 \frac{2}{3}r$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

М1.
Дано: $L = 0,18 \text{ км}$
 $V_1 = 8 \text{ м/с}$
 $\alpha = 60^\circ$
 $\beta = 30^\circ$

Решение:

1) $V_2 = ?$
2) $T = 25 \text{ с}$
 $S = ?$

Решение:

Векторная диаграмма:

Вектор $\vec{V}_1$ направлен под углом 60° к горизонту. Вектор $\vec{V}_2$ направлен под углом 30° к горизонту. Вектор $\vec{V}_x$ направлен по горизонту.

Уравнение для нахождения V_2 :

$$\frac{3}{4} V_1^2 - \frac{\sqrt{3}}{2} V_1 V_2 + \frac{1}{4} V_2^2 = 0$$

$$3V_1^2 - 2\sqrt{3} V_1 V_2 + V_2^2 = 0$$

$$3 \cdot 64 - 2\sqrt{3} \cdot 8 V_2 + V_2^2 = 0$$

$$192 - 16\sqrt{3} V_2 + V_2^2 = 0$$

$$V_2^2 - 16\sqrt{3} V_2 + 192 = 0$$

$$V_2 = \frac{16\sqrt{3} \pm \sqrt{(16\sqrt{3})^2 - 4 \cdot 192}}{2}$$

$$V_2 = \frac{16\sqrt{3} \pm \sqrt{768 - 768}}{2}$$

$$V_2 = \frac{16\sqrt{3}}{2} = 8\sqrt{3} \text{ м/с}$$

Нахождение пути S :

$$S = V_1 T = 8 \cdot 25 = 200 \text{ м}$$

Проверка:

$$\frac{3}{4} V_1^2 - \frac{\sqrt{3}}{2} V_1 V_2 + \frac{1}{4} V_2^2 = 0$$

$$\frac{3}{4} \cdot 64 - \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 8 \cdot 8\sqrt{3} + \frac{1}{4} \cdot (8\sqrt{3})^2 = 0$$

$$48 - 96 + 48 = 0$$

Ответ: $V_2 = 8\sqrt{3} \text{ м/с}$, $S = 200 \text{ м}$

№2

Дано:

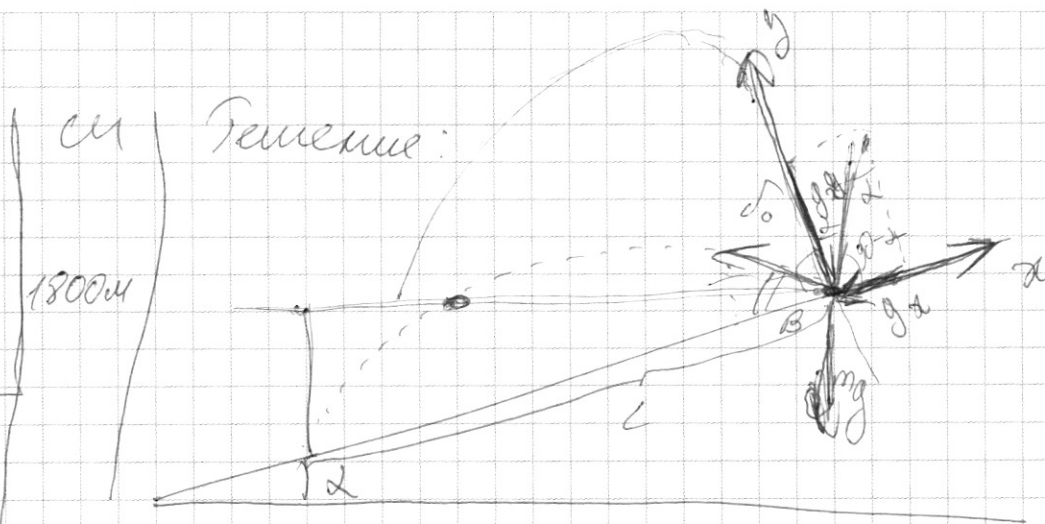
$$\sin \alpha = 0,6$$

$$S = 1,8 \text{ км}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

1) β - ?

2) L - ?



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

$$g_y = \cos \alpha \cdot g$$

$$g_x = \sin \alpha \cdot g$$

$$L = v_0 \cos \beta \cdot t + \frac{g_x t^2}{2} = L = S$$

$$\text{КМ} = \frac{0,6 \cdot 10 \cdot 100 \cdot 6}{2} = \frac{36 \cdot 100}{2} = 18 \cdot 100 = 1800 \text{ м}$$

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

$$h = v_0 \sin \beta$$

$$0 = 0 + v_0 \sin \beta \cdot t - \frac{g_y t^2}{2} \quad \beta = 90^\circ$$

$$\frac{g_y t}{2} = v_0 \sin \beta$$

$$t = \frac{2 v_0 \sin \beta}{g_y} = \frac{2 v_0 \sin \beta}{\cos \alpha \cdot g} = \frac{2 \cdot 40 \sqrt{6}}{0,8 \cdot 10} = 10 \sqrt{6}$$

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

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

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

☒ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №

(Нумеровать только чистовики)