

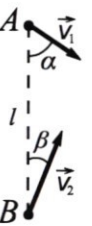
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

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?

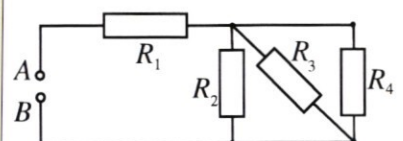
2) Найдите удельную теплоемкость c материала, из которого изготовлены шарики, если известно, что в результате слипания температура шариков повысилась на $\Delta t = 1,35$ °C. Температуры шариков перед слипанием одинаковы.

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.

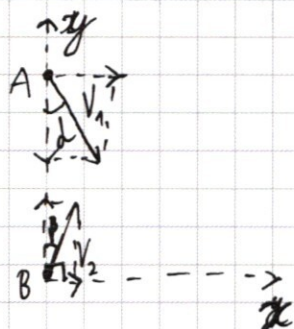
1) Найдите эквивалентное сопротивление R_{AB} цепи.

2) Какая суммарная мощность P будет рассеиваться на резисторах R_2 , R_3 и R_4 при $r = 6$ Ом?



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N 1



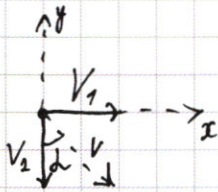
Разложим V_1 и V_2 на оси координат Ox и Oy , так что Oy совпадает с направлением AB , а Ox — перпендикулярна AB , т.к. тогда попадет в цель, то в какой-то момент координаты корабля и торпеды совпадут, при этом координаты корабля и торпеды по оси Ox совпадают изначально, а движутся они равномерно, то проекции V_1 и V_2 на Ox равны $\Rightarrow V_1 \sin \alpha = V_2 \sin \beta \Rightarrow V_2 = \frac{V_1 \sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{8 \text{ м/с} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}{\frac{1}{2}} = 8\sqrt{3} \text{ м/с}$
1) Ответ: $V_2 = 8\sqrt{3} \text{ м/с}$.

П.к. проекции V_1 и V_2 на Ox равны, то расстояние между кораблем и торпедой будет меняться только по оси $Oy \Rightarrow$
 $l'(T) = l - (V_1 \cos \alpha + V_2 \cos \beta) T$
 $l'(25 \text{ с}) = 0,8 \text{ км} - (8 \text{ м/с} \cdot 0,5 + 8\sqrt{3} \text{ м/с} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}) \cdot 25 \text{ с} = 800 \text{ м} - (4 \text{ м/с} + 12 \text{ м/с}) \cdot 25 \text{ с} =$
 $= 800 \text{ м} - 16 \text{ м/с} \cdot 25 \text{ с} = 800 \text{ м} - 400 \text{ м} = 400 \text{ м}$

2) Ответ: $l'(25 \text{ с}) = 400 \text{ м}$.

Ответ: 1) $V_2 = 8\sqrt{3} \text{ м/с}$;
2) $l'(25 \text{ с}) = 400 \text{ м}$.

№ 4



m - масса шарика

Разложим скорость после столкновения - V на оси координат V_x и V_y , V_x параллельно V_1 , а V_y параллельно V_2

$$V_x = V \cdot \sin \alpha$$

$$V_y = V \cdot \cos \alpha \quad V_x^2 + V_y^2 = V^2$$

по оси V_x : по закону сохранения импульса:

$$V_1 m = V_x \cdot 2m \Rightarrow V_x = \frac{V_1 m}{2m} = \frac{V_1}{2}$$

по оси V_y : по закону сохранения импульса: $\Rightarrow$

$$V_2 m = V_y \cdot 2m \Rightarrow V_y = \frac{V_2 m}{2m} = \frac{V_2}{2}$$

$$\Rightarrow V^2 = \left(\frac{V_1}{2}\right)^2 + \left(\frac{V_2}{2}\right)^2$$

$$\frac{V_1^2}{4} = V^2 - \left(\frac{V_2}{2}\right)^2$$

$$V_1^2 = 4 \left(V^2 - \left(\frac{V_2}{2}\right)^2 \right)$$

$$V_1 = 2 \sqrt{V^2 - \left(\frac{V_2}{2}\right)^2}$$

$$V_1 = 2 \sqrt{25^2 - 15^2} \text{ м/с} = 2 \sqrt{625 - 225} \text{ м/с} = 2 \sqrt{400} \text{ м/с} = 2 \cdot 20 \text{ м/с} = 40 \text{ м/с}$$

1) Ответ: $V_1 = 40 \text{ м/с}$.

По закону сохранения энергии: $E_1 + E_2 = E + Q$

$$E_1 = \frac{mV_1^2}{2} \quad E_2 = \frac{mV_2^2}{2} \quad E = \frac{2mV^2}{2} \quad Q = 2mc\Delta t$$

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

$$\frac{V_1^2}{2} + \frac{V_2^2}{2} = V^2 + 2c\Delta t$$

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

$$c = \frac{\frac{V_1^2}{2} + \frac{V_2^2}{2} - V^2}{2\Delta t} = \frac{800 + 450 - 625}{2 \cdot 1,35} \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} =$$

$$= \frac{625}{2 \cdot 1,35} \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \approx 231 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

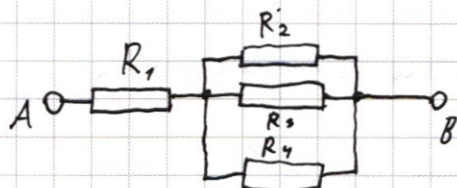
$$2) \text{ Ответ: } c = 231 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

Ответ: 1) $V_1 = 40 \text{ м/с}$;

$$2) c = 231 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N 5



$$R_0 = R_1 + R'$$

$$\frac{1}{R'} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} = \frac{1}{4r} + \frac{1}{4r} + \frac{1}{r} = \frac{1+1+4}{4r} = \frac{6}{4r} = \frac{3}{2}r \Rightarrow$$

$$\Rightarrow R' = \frac{2}{3}r \Rightarrow R_0 = 2r + \frac{2}{3}r = 2\frac{2}{3}r$$

1) Ответ: $R_0 = 2\frac{2}{3}r$

~~Путь последовательного соединения~~

$$I = \frac{U}{R} = \frac{U}{2\frac{2}{3}r} = \frac{8\text{В}}{2\frac{2}{3} \cdot 6\Omega} = \frac{8\text{В}}{\frac{8}{3} \cdot 6\Omega} = \frac{8\text{В}}{16\Omega} = 0,5\text{А}$$

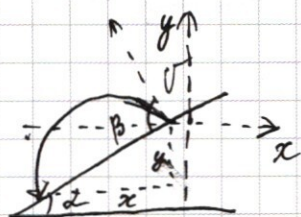
$$U' = I \cdot R' = 0,5\text{А} \cdot \frac{2}{3} \cdot 6\Omega = 0,5\text{А} \cdot 4\Omega = 2\text{В}$$

$$P' = I \cdot U' = 0,5\text{А} \cdot 2\text{В} = 1\text{Вт}$$

2) Ответ: $P' = 1\text{Вт}$.

Ответ: 1) $R_0 = 2\frac{2}{3}r$;
2) $P' = 1\text{Вт}$.

N 2



$\beta - \alpha = \gamma$ - угол между начальным направлением выстрела и горизонталем

$v \cdot \cos \gamma \cdot t = x$ - расстояние, которое он пролетит до падения по оси Ox

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

$$\frac{g t^2}{2} - v \cdot \sin \gamma \cdot t = y, \text{ при этом } \frac{y}{x} = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{3}{4}$$

Таким образом

$$V \cdot \cos \gamma \cdot t = \frac{3}{4} \left(\frac{gt^2}{2} - V \cdot \sin \gamma \cdot t \right) \cdot 4$$

$$4V \cdot \cos \gamma \cdot t = \frac{3gt^2}{2} - 3V \cdot \sin \gamma \cdot t \quad | : Vt$$

$$4 \cdot \cos \gamma = \frac{3gt}{2V} - 3 \sin \gamma$$

$$\frac{3gt}{2V} = 4 \cos \gamma + 3 \sin \gamma \Rightarrow t \text{ прямо пропорционально } (4 \cos \gamma + 3 \sin \gamma), \text{ при}$$

этом $(4 \cos \gamma + 3 \sin \gamma)$ — максимальное, при $\gamma = 45^\circ \Rightarrow$

$$\beta = \gamma + \alpha = 45^\circ + 60^\circ = 105^\circ$$

1) Ответ: $\beta = 105^\circ$.

$$V \cdot \cos 45^\circ \cdot t = 1800 \text{ м} \cdot \overset{\cos}{\sin} \alpha$$

$$\begin{cases} V \cdot \cos 45^\circ \cdot t = 1440 \text{ м}, \\ \frac{gt^2}{2} - V \cdot \sin 45^\circ \cdot t = 1080 \text{ м}; \end{cases} \quad \oplus \quad \begin{cases} Vt \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 1440 \\ 5t^2 - Vt \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 1080 \end{cases}$$

$$5t^2 = 2520$$

$$t^2 = 504$$

$$t = \sqrt{504} = 2\sqrt{126} \approx 2 \cdot 11 \approx 22 \text{ с}$$

$$V \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 22 = 1440$$

$$V \cdot \sqrt{2} \cdot 11 = 1440$$

$$\sqrt{2} V \approx 131$$

$$V = \frac{131}{\sqrt{2}} \approx \frac{131}{1,4} \approx 94 \text{ м/с}$$

На горизонтальной поверхности:

$l_{\max}$, при $\alpha = 45^\circ$

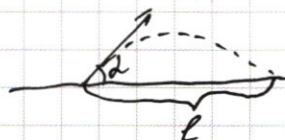
$$l = V \cdot \cos \alpha \cdot t$$

$$V \cdot \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2} = 0 \quad V \cdot \sin \alpha = \frac{gt}{2}$$

$$t = \frac{2V \cdot \sin \alpha}{g} = \frac{2 \cdot 94 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}}{2 \cdot 10} \approx 13,16 \text{ с}$$

$$l = 94 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 13,16 \approx 865,928 \text{ м}$$

2) Ответ: $l = 865,928 \text{ м}$.

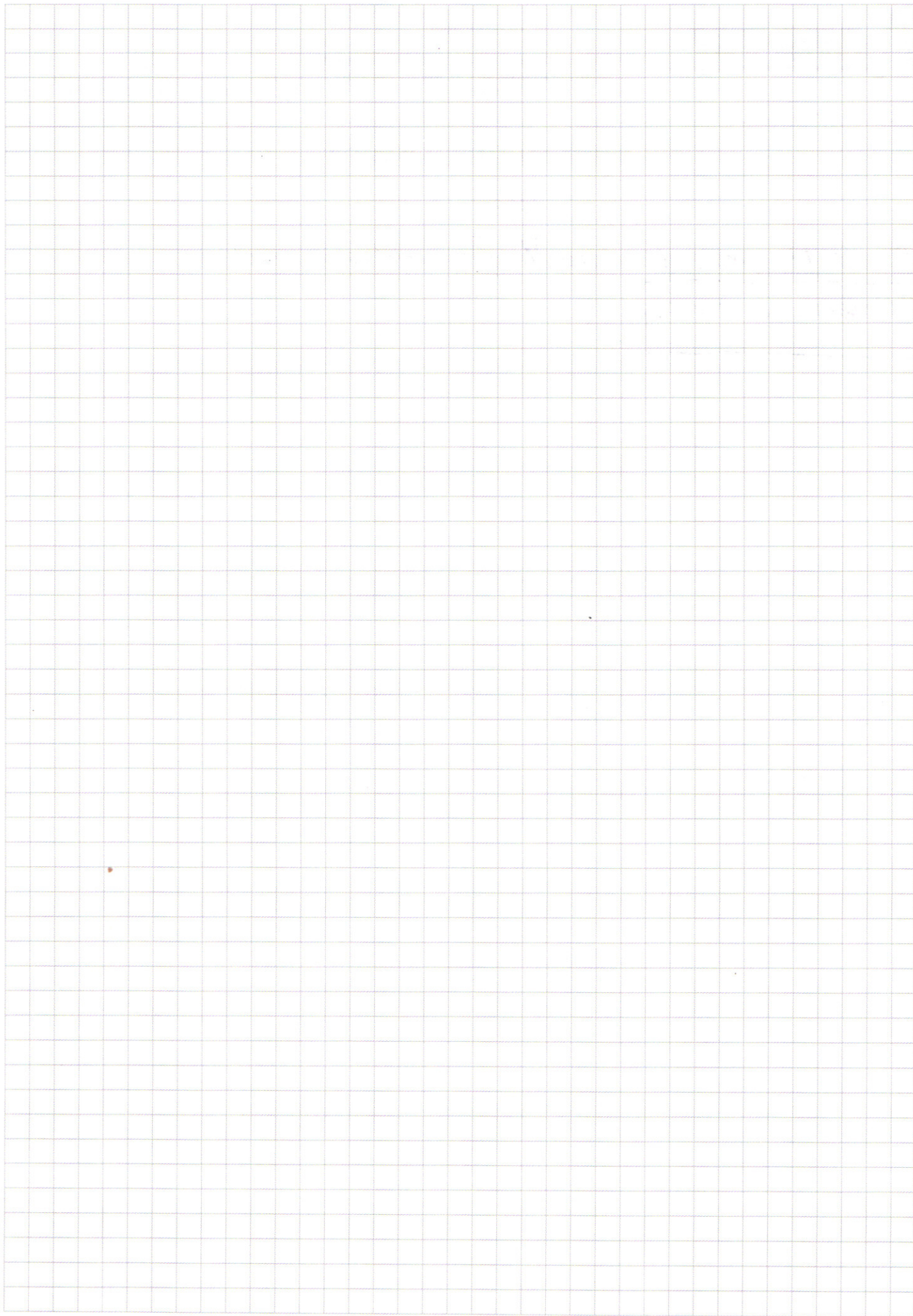


ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N 3

$$v = v_0 + g t, \text{ м.к. } v_0 = 0, \text{ то } v_1 = g T = 10 \text{ м/с}^2 \cdot 0,2 \text{ с} = 2 \text{ м/с}$$

1) Ответ: $v_1 = 2 \text{ м/с.}$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

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

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

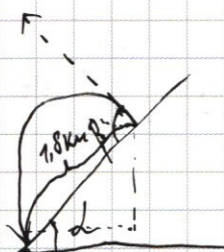
$$8 \cdot \sqrt{3} \text{ м/с} = V_2$$

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

$$4 \cdot 25 + 8 \cdot 25 = 100 + 200 = 300$$

$$0,5 \text{ км}$$

$$\sqrt{2}$$



$$1,8 \cdot 0,6 = 1,08 \text{ км}$$

$$\begin{array}{r} \times 18 \\ 6 \\ \hline 108 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 18 \\ 8 \\ \hline 144 \end{array}$$

$$Vt = \frac{gt^2}{2} = 1,08$$

$$t \cdot v \cdot \sin(\beta - 30^\circ) + \frac{gt^2}{2} = 1,08$$

$$t \cdot v \cdot \cos(\beta - 30^\circ) = 1,44$$

$$25^2 = 30^2$$

$$\begin{array}{r} + 62500 \mid 735 \\ 540 \\ \hline 850 \\ + 810 \\ \hline 400 \\ 270 \\ \hline 130 \end{array}$$

$$50^2 = 30^2 + V_2^2 \quad | : 100$$

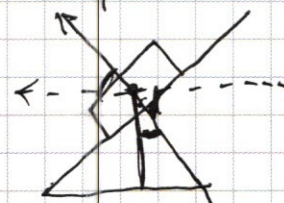
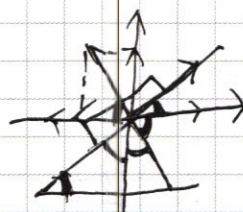
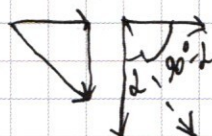
$$5^2 = 3^2 + \frac{V_2^2}{100}$$

$$25 = 9 + \frac{V_2^2}{100}$$

$$625 = C \Delta t$$

$$\frac{V_2^2}{100} = 16 \quad V_2^2 = 1600 \quad V_2 = 40$$

$$\begin{array}{r} 1310 \mid 74 \\ 126 \\ \hline 50 \\ 42 \\ \hline 8 \end{array}$$

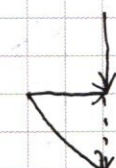


$$\begin{array}{r} 62500 \mid 2 \\ 6 \\ \hline 2 \\ 2 \\ \hline 5 \\ 4 \\ \hline 10 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 7440 \mid 77 \\ 11 \\ \hline 34 \\ 10 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 31250 \mid 735 \\ 270 \\ \hline 425 \\ 405 \\ \hline 200 \\ - 195 \\ \hline 65 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 9,4 \\ 1,4 \\ \hline 376 \\ 94 \\ \hline 13,76 \end{array}$$



$$2Vm = V_1m + \frac{1}{2}m \quad 2 \cdot 625m + 0,5m$$

$$2V = V_1 + V_2 = 625m + m C \Delta t$$

$$50 = 30 + 20 \quad 1250 = 625 + C \Delta t$$

$$x \cdot \sqrt{1-x^2} \text{ max при } x = \frac{2(1-x^2)}{\sqrt{1-x^2}}$$

$$\sin d \cdot \cos d = \text{max, при } d =$$

$$\frac{4}{9} - \frac{16}{81} = \frac{20}{81}$$

$$\frac{1}{9} - \frac{1}{81} = \frac{8}{81}$$

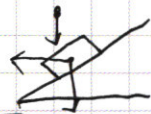
$$\frac{2\sqrt{2}}{9}$$

$$\frac{\sqrt{3}}{4}$$

$$9\sqrt{3}$$

$$8\sqrt{2}$$

$$\frac{3}{16} \approx \frac{20}{81}$$



$$\frac{2\sqrt{5}}{9}$$

$$\sqrt{\frac{3}{16}}$$

$$V \cdot \cos d \cdot t = \frac{V \cdot \cos d \cdot 2V \cdot \sin d}{g} = \frac{2V^2 \cdot \sin d \cdot \cos d}{g}$$

$$t = \frac{2V \sin d}{g}$$

$$gt = 2V \sin d$$

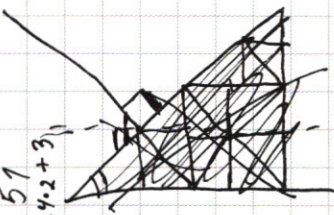
$$V \cdot \sin d = \frac{gt}{2}$$

$$V \cdot \sin d \cdot t = \frac{gt^2}{2}$$

$$\frac{\sqrt{3} V^2}{2g}$$

$$\sqrt{2}$$

$$98$$



$$\begin{array}{r} 47 \\ \times 14 \\ \hline 188 \\ + 470 \\ \hline 658 \end{array}$$

$$t = \frac{(3 \cos d + 4 \sin d) 2V}{g}$$

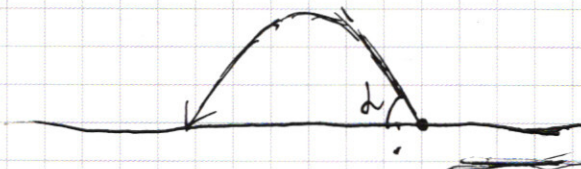
$$\frac{V \cdot \cos(\beta - d) T \cdot \cos d - T \cdot V \cdot \cos(\beta - d) \cdot \text{ctg} d}{\sin d}$$

$$V T \cdot \cos(\beta - d)$$

$$T \cdot V \cdot \cos(\beta - d) \cdot \text{ctg} d = -T \cdot V \cdot \sin(\beta - d) + \frac{g T^2}{2}$$

$$V \cdot \cos(\beta - d) \cdot \text{ctg} d = -V \cdot \sin(\beta - d) + \frac{g T}{2}$$

$$\frac{gt}{2V} = 3 \cos d + 4 \sin d$$



$$\begin{array}{r} 658 \\ \times 1316 \\ \hline 3948 \\ + 6580 \\ \hline 865928 \end{array}$$

$$V \cdot \cos d \cdot t$$

$$V \cdot \sin d \cdot t = \frac{gt^2}{2} = 0$$

$$V \cdot \sin d = \frac{gt}{2}$$

$$\sin d = \frac{gt}{2V}$$

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

$$\cos \beta \cdot t = x$$

$$\frac{3x}{4}$$

$$-V \cdot \sin \beta \cdot t + \frac{gt^2}{2} = \frac{3x}{4}$$

$$\frac{3V \cdot \cos \beta \cdot t}{4} = -V \cdot \sin \beta \cdot t + \frac{gt^2}{2}$$

$$V \cdot \sin d \cdot t = 1,48$$

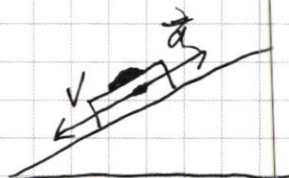
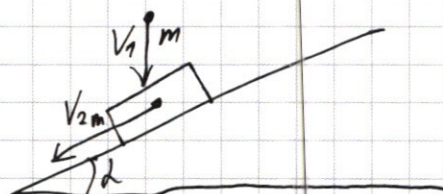
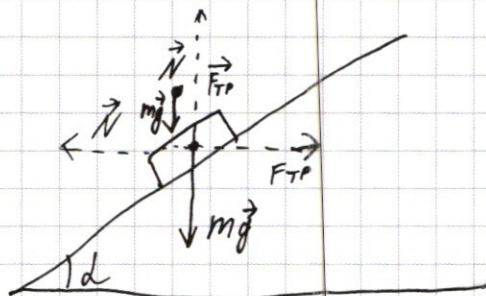
$$-V \cdot \sin d \cdot t + \frac{gt^2}{2} = 1,08$$

$$3V \cdot \cos d \cdot t = 4 \frac{gt^2}{2} - 4V \cdot \sin d \cdot t$$

$$3 \cos d = \frac{gt}{2V} - 4 \sin d$$

$$\frac{2V \cdot \sin \beta \cdot t}{g} = \frac{gt}{2} + V$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$V_1 m + V_2 m = V_2 m$$

$$V_1 + V_2 = 2V$$

$$V = \frac{V_1 + V_2}{2}$$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)