

Олимпиада «Физтех» по физике, (

Вариант 09-01

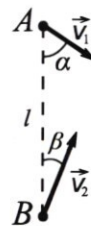
Класс 09

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

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?

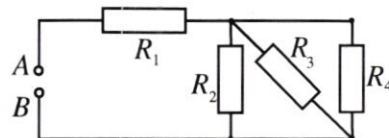
2) На сколько Δt ($^\circ\text{C}$) повысится температура шариков?

Удельная теплоемкость свинца $c = 130$ Дж/(кг $^\circ\text{C}$). 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.

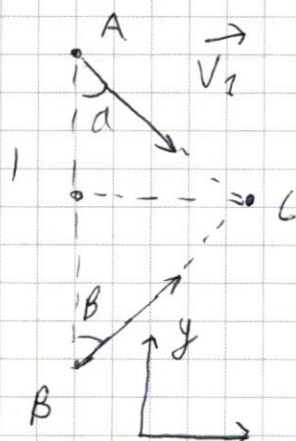
1) Найдите эквивалентное сопротивление R_{AB} цепи.

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



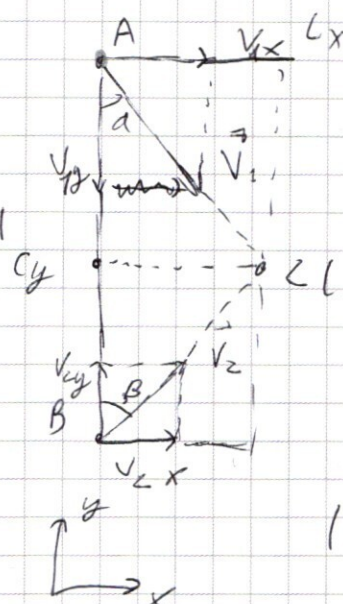
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1.



Введем ПАСК:

Пусть корабли и морска встретились в точке C, тогда координаты двух этих объектов равны, разложим скорости на проекции:



Смещу A и B = l

Координаты по оси y:

мемо A:

$$l - V_1 \cdot \cos \alpha \cdot t = y$$

мемо B:

$$V_2 \cdot \cos \beta \cdot t = y$$

т.к. они встретились в одной общей точке:

$$l - V_1 \cos \alpha \cdot t = V_2 \cos \beta \cdot t$$

Координаты по оси x:

$$V_1 \sin \alpha \cdot t = x \text{ - мемо A}$$

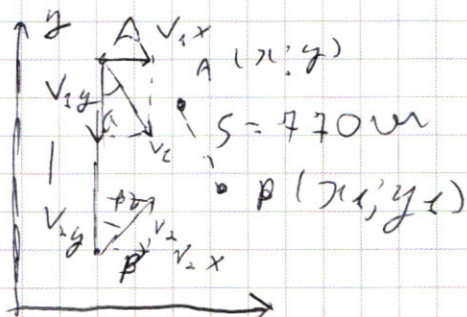
$$V_2 \sin \beta \cdot t = x \text{ - мемо B}$$

$$V_2 \sin \beta \cdot t = V_1 \sin \alpha \cdot t, \text{ т.к. в одной точке}$$

$$\begin{cases} l - V_1 \cos \alpha \cdot t = V_2 \cos \beta \cdot t \\ V_2 \sin \beta \cdot t = V_1 \sin \alpha \cdot t \end{cases}$$

Из второго уравнения найдем $\sin \beta$:

$$\sin \beta = \frac{v_1 \cdot \sin \alpha \cdot t}{v_2 - t} = \frac{v_1 \cdot \sin \alpha}{v_2} = \frac{10 \cdot \sin 60^\circ}{20} = \frac{1}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{\sqrt{3}}{4}$$



$$S = \sqrt{(x - x_1)^2 + (y - y_1)^2}$$

Координаты по оси X относительно A:

$$1 - v_1 \cos \alpha \cdot t = x$$

относительно B:

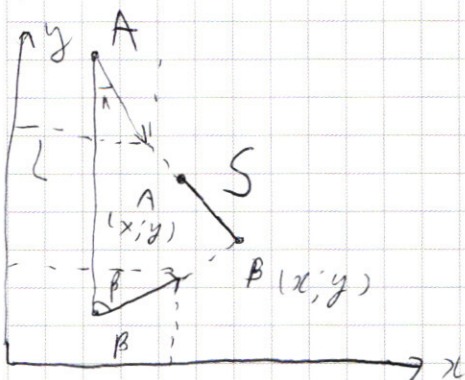
$$v_2 \cos \beta \cdot t = x_1$$

Координаты по оси Y:

$$v_1 \sin \alpha \cdot t = y - \text{относительно A}$$

$$v_2 \sin \beta \cdot t = y - \text{относительно B}$$

Увеличим время движения:



$$470^2 = (1 - v_1 \cos \alpha \cdot t - v_2 \cos \beta \cdot t)^2 + (v_1 \sin \alpha \cdot t - v_2 \sin \beta \cdot t)^2$$

$$470^2 = \left(1 - 10 \cdot \frac{1}{2} \cdot t - 20 \cdot \left[\frac{\sqrt{13}}{4}\right] \cdot t\right)^2 + \left(10 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot t - 20 \cdot \frac{\sqrt{3}}{4} \cdot t\right)^2$$

$$\cos \beta = \pm \sqrt{1 - \left(\frac{\sqrt{3}}{4}\right)^2} = \pm \sqrt{\frac{16 - 3}{16}} = \pm \sqrt{\frac{13}{16}} = \pm \frac{\sqrt{13}}{4}$$

$$470^2 = (1 - 5t - 20 \cdot \left[\frac{\sqrt{13}}{4}\right] \cdot t)^2 + t^2 (5\sqrt{3} - 5\sqrt{3})^2$$

$$470^2 = (1 - 5t - 5\sqrt{13} \cdot t)^2$$

мы имеем:

$$1 - 5t - 5\sqrt{13} \cdot t = 270$$

$$1 - 5t - 5\sqrt{13} \cdot t = 270, \text{ т.е. } 520$$

$$t(1000 - 5 - 5\sqrt{13}) = 270$$

$$t = \frac{270}{1000 - 5 - 5\sqrt{13}} = \frac{270}{1000 - 5 - 18.03}$$

$$t = \frac{270}{990 - 18.03} = \frac{270}{971.97} = 0.277$$

ответ:

$$5 - 0 = 5 \quad 1000 - 5 - 5\sqrt{13} \cdot t = 270$$

$$= 220 = 7$$

$$5 - 5\sqrt{13} \cdot t = 230$$

$$t = \frac{230}{5(1 - \sqrt{13})} = \frac{230}{5(1 - 3.605)} = \frac{230}{5(-2.605)} = -17.66$$

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

(1) $\cos B > 0$:

$$770^2 = (1 - 5t + 20 \frac{\sqrt{13}}{4} \cdot t)^2$$

$$5 \geq 0 \Rightarrow 1 - 5t + 20 \frac{\sqrt{13}}{4} \cdot t$$

$$770^2 = (1 - 5t - 20 \frac{\sqrt{13}}{4} \cdot t)^2$$

$$5 \geq 0 \Rightarrow 770^2 = (1 - 5t - 20 \frac{\sqrt{13}}{4} \cdot t)^2$$

$\cos B > 0$:

$$770 = 1000 - (5t + 20 \frac{\sqrt{13}}{4} \cdot t)$$

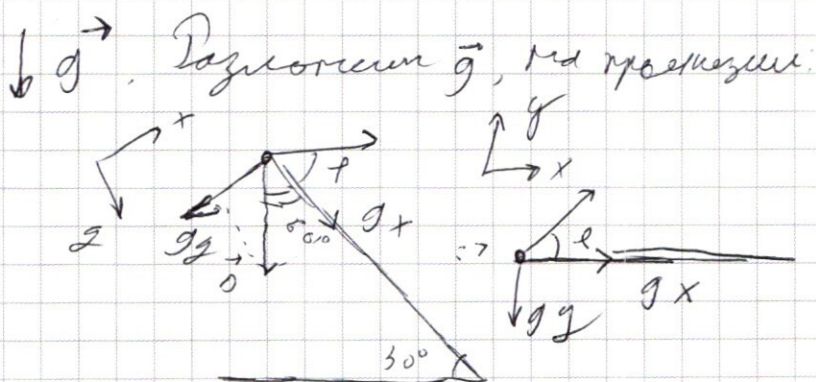
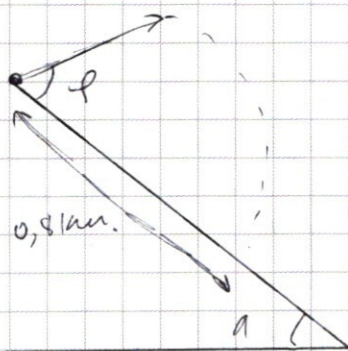
$$t(15 + 5\sqrt{13}) = 230$$

$$t = \frac{230}{5 + 5\sqrt{13}} = \frac{46}{1 + \sqrt{13}}$$

$$\cos B > 0 \Rightarrow t(5 - 5\sqrt{13}) = 230 \Rightarrow \emptyset, \text{ т.к. } t \geq 0$$

Ответ: $T = \frac{46}{1 + \sqrt{13}}$, $\sin B = \frac{\sqrt{13}}{4}$

2.



Поскольку в крайней точке $v_y = 0 \Rightarrow$

$$v_y = v_0 \sin \varphi - g_y t = 0, \quad g_y = g \sin 60^\circ \Rightarrow$$

$$v_0 \sin \varphi = g \sin 60^\circ \cdot t \Rightarrow$$

$$v_0 \sin \varphi = g \sin 60^\circ \cdot t$$

$$\frac{v_0 \sin \varphi}{g \sin 60^\circ} = t$$

если $\sin \varphi$ максимален, то $\frac{V_0 \sin \varphi}{g \sin 60^\circ} = t, \Rightarrow t$ максимален - вода

$$\sin(90^\circ) = 1 \Rightarrow \text{максимальной воды} \Rightarrow \varphi = 90^\circ$$

За скоростью по ОХ определим время $gX \Rightarrow$

$$\frac{at^2}{2} = s \Rightarrow \frac{gXt^2}{2} = 0,8^{10^3} \Rightarrow \frac{g \cdot 105600 \cdot t^2}{2} = 0,8^{10^3}$$

$$50 \frac{1}{2} \cdot t^2 = 0,8^{10^3} \Rightarrow t^2 = \frac{0,8^{10^3}}{2,5} \Rightarrow \frac{8 \cdot 10^3}{10 \cdot 25} = \frac{8 \cdot 10^3}{25}$$

$$t = \sqrt{\frac{8}{25}} = \frac{2\sqrt{2}}{5} \cdot \sqrt{10^3}$$

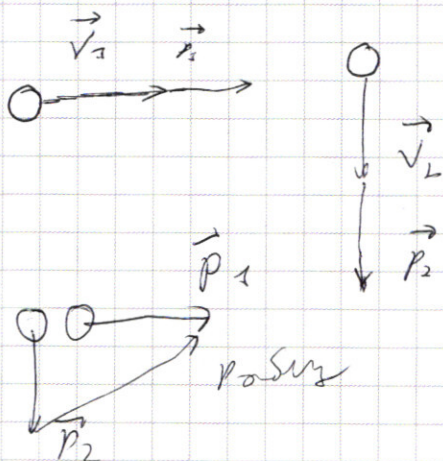
$$\frac{V_0 \cdot 1}{g \cdot \sin 60^\circ} = t \Rightarrow \frac{V_0}{g} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = t \Rightarrow \frac{V_0 \cdot \sqrt{3}}{g \sqrt{3}} = t$$

$$\frac{V_0 \cdot \sqrt{3}}{g \sqrt{3}} = \frac{2\sqrt{2}}{5} \Rightarrow \frac{V_0}{g \sqrt{3}} = \frac{2\sqrt{2}}{5} \Rightarrow 5V_0 = g \sqrt{6} \cdot \sqrt{10^3}$$

$$V_0 = 2\sqrt{6} \cdot \sqrt{10^3} = 2\sqrt{6000} = 2 \cdot 10 \cdot 2\sqrt{15} = 40\sqrt{15}$$

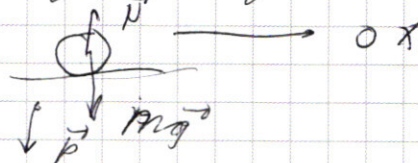
Ответ: $\varphi = 90^\circ$, $V_0 = 2\sqrt{6} \cdot \sqrt{10^3} = 40\sqrt{15}$

4.



Зарядим 3C V:

Сила тяжести и реакция опор действуют по оси Oy.



все разлагаем лишь ось ОХ

Искомый ищете скорости:

$$\vec{P}_1 + \vec{P}_2 = P \cos \alpha, \text{ тогда ищете скорости: } P \cos \alpha = \sqrt{m_1^2 V_1^2 + m_2^2 V_2^2}$$

$$P \cos \alpha = \sqrt{V_1^2 + V_2^2} \cdot m \quad m_1 = m_2 = m$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

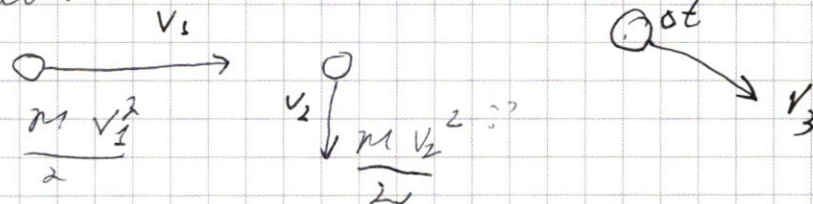
Угловый импульс симметричен удар:

$V_3 (m_1 + m_2)$, т.к. система замкнута, импульс сохраняется $\Rightarrow V_3 (2m) = \sqrt{V_1^2 + V_2^2} \cdot m \Rightarrow$

$$V_3 = \frac{\sqrt{V_1^2 + V_2^2} \cdot m}{2m} \Rightarrow V_3 = \frac{\sqrt{60^2 + 80^2}}{2}$$

$$V_3 = \frac{\sqrt{3600 + 6400}}{2} = \frac{\sqrt{10000}}{2} = \frac{100}{2} = 50 \text{ м/с}$$

Обо тела движутся с температурой термией, при столкновении, часть термией пойдет на тепло, часть на преодоление деформации, безразлична термией.



$$E_k = \sqrt{\frac{m^2 \cdot V_1^4}{4} + \frac{m^2 \cdot V_2^4}{4}} = \frac{m}{2} \sqrt{60^4 + 80^4} =$$

$$= \frac{m}{2} \sqrt{4^4 \cdot (15^4 + 20^4)} = \frac{m \cdot 16}{2} \sqrt{15^4 + 20^4} =$$

$$= \frac{m \cdot 16}{2} \cdot 5^2 \sqrt{3^4 + 4^4} = \frac{m \cdot 16 \cdot 25}{2} \sqrt{9^2 + 16^2} =$$

$$= m \cdot 8 \cdot 25 \sqrt{81 + 256} = 200m \sqrt{337}$$

$E_k \text{ дает: } 50 \cdot 2m, V_3 \cdot 2m$
 $100m$

$E_{k \text{ тепло}} = 200m \sqrt{337} - 100m = m(200\sqrt{337} - 100)$

Требуется рассчитать сопротивление:

$$\epsilon = R I \times t$$

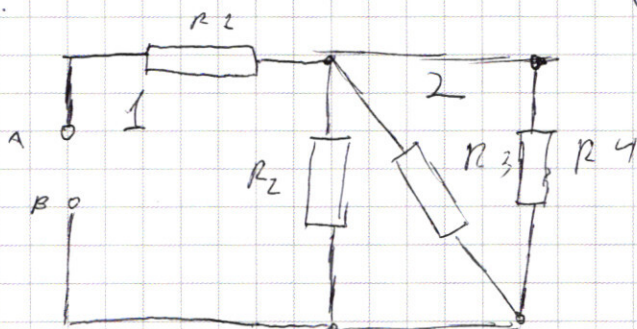
$$m(200 - \sqrt{337} - 100) = 2m \cdot C \cdot \Delta t$$

$$200 - \sqrt{337} - 100 = 260 \cdot \Delta t$$

$$\Delta t = \frac{200 - \sqrt{337} - 100}{260} = \frac{10 - \sqrt{337}}{26} = 5 \quad !!!$$

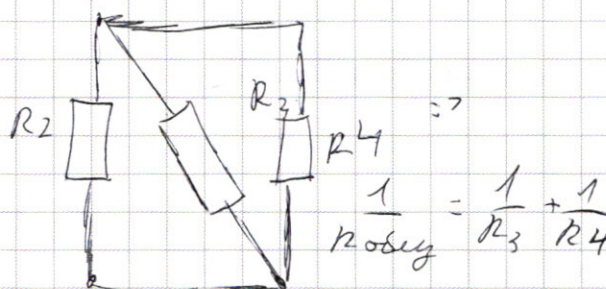
Углубленное
направление N-7

5.



Ответ: $50 \text{ M}\Omega$; $t = \frac{10 - \sqrt{337}}{26} = 5$

Расчет:



$$\frac{1}{R_{\text{общ}}} = \frac{1}{2R} + \frac{1}{4R} = \frac{4R + 2R}{8R^2} = \frac{6R}{8R^2} \Rightarrow R_{\text{общ}} = \frac{8}{6}R = \frac{4}{3}R$$

$$\frac{1}{R_{\text{общ2}}} = \frac{1}{R_{\text{общ}}} + \frac{1}{R_2} = \frac{3}{4R} + \frac{1}{2R} = \frac{6R + 4R}{8R^2} = \frac{10}{8R} = \frac{5}{4R} \Rightarrow R_{\text{общ2}} = \frac{4}{5}R$$

$$R_{\text{общ2}} = R_1 + R_{\text{общ2}} = 3R + 0,8R = 3,8R$$

Найти сопротивление и напряжение:

$R = 0,8R$, напряжение: $3R$ $0,8R$

$U = 38 \text{ В}$, ток $I = 1 \text{ А}$, последовательное

$$\begin{cases} U_1 = 3R \\ U_1 + U_2 = 38 \text{ В} \\ U_2 = I \cdot 0,8R \end{cases} \Rightarrow \frac{U_1}{U_2} = \frac{3}{0,8} = \frac{3 \cdot 10}{8} = \frac{30}{8} = \frac{15}{4}$$

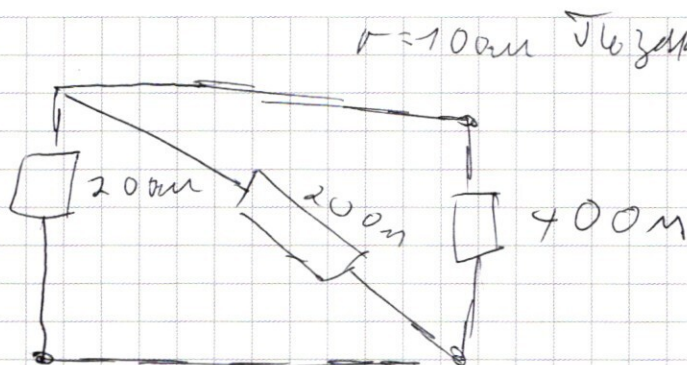
$$15U_2 = 4U_1 = 7U_2 = \frac{4}{15}U_1$$

$$38 \text{ В} = U_1 + \frac{4U_1}{15} = \frac{15U_1 + 4U_1}{15} = \frac{19U_1}{15} \Rightarrow$$

$$U_1 = \frac{38 \cdot 15}{19} = 30 \text{ В} \Rightarrow U_2 = 8 \text{ В}$$

в блоках, напряжение последовательное

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$\bar{I} = \frac{U}{R} \Rightarrow \bar{I} = \frac{8}{40} = \frac{1}{5} \text{ A}$$

Ответ: 3,8 K; 0,2 A

Продолжение чертёжной (4).

$E_{\text{кин}} - E_{\text{гравит}} = E_{\text{тепл}}$.

$$E_{\text{кин}}: \frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2} = \frac{mv}{2} (60^2 + 80^2) = \frac{m}{2} (3600 + 6400) =$$

$$= \frac{10000}{2} \cdot m = 5000m$$

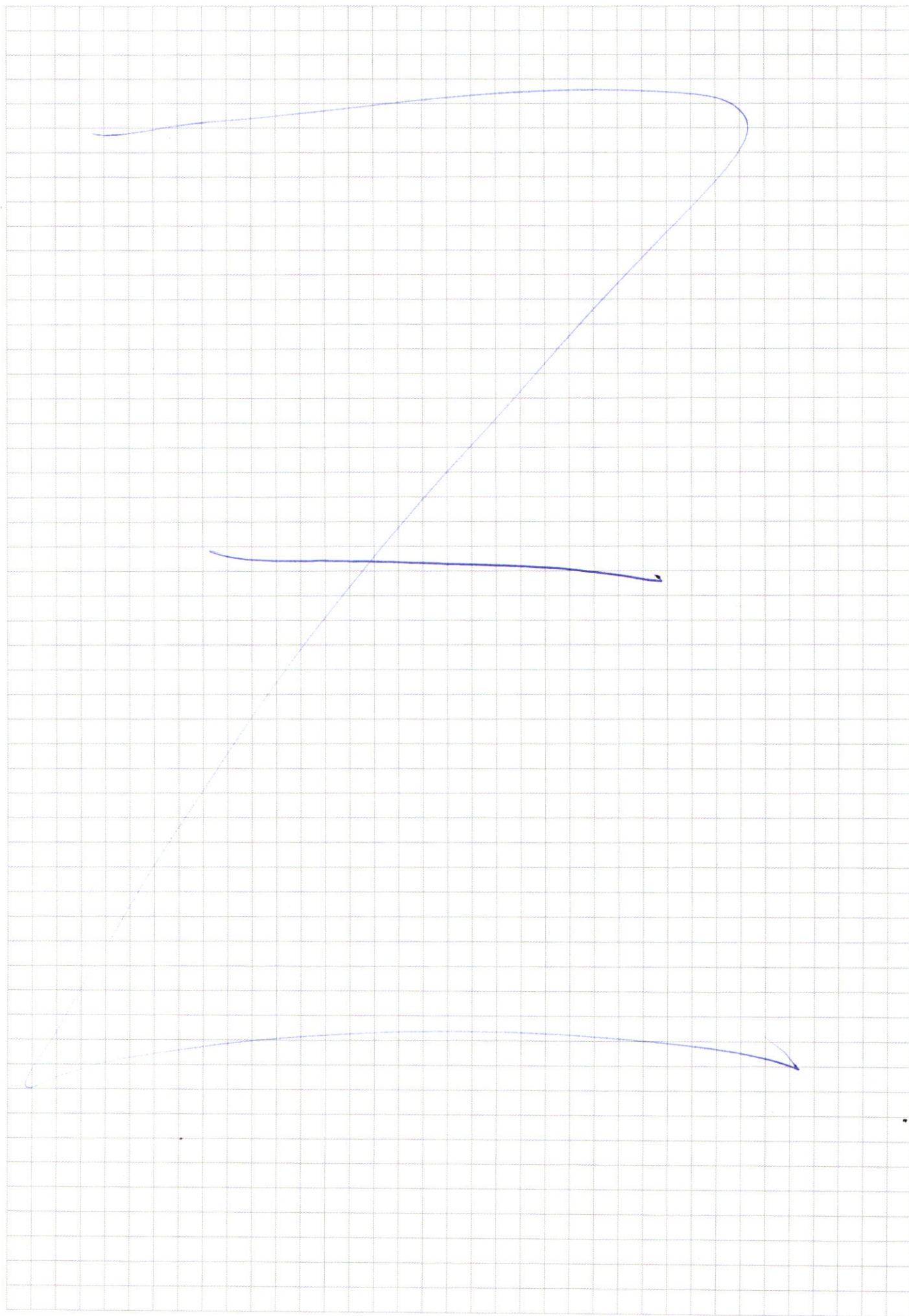
$$E_{\text{гравит}} = \frac{2m}{2} \cdot V_3 = \frac{2}{2} \cdot m \cdot 50^2 = m \cdot 2500$$

$$E_{\text{тепл}} = 5000m - 2500m = 2500m$$

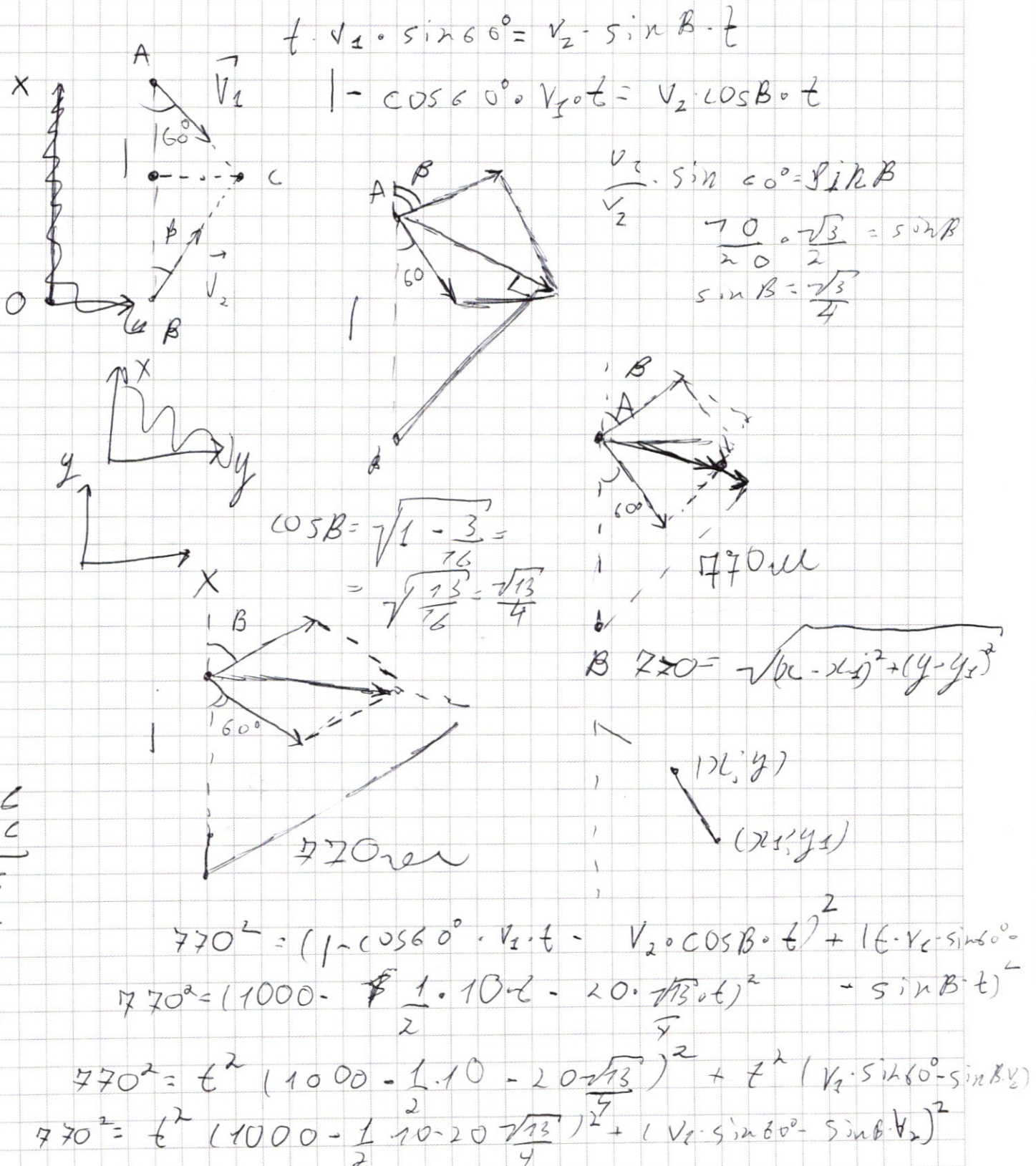
$$E_{\text{кин}} \propto \Delta t \Rightarrow 2500m = 2m \cdot 130 \cdot \Delta t \Rightarrow \frac{2500}{260} \cdot \Delta t =$$

$$\Delta t = \frac{250}{26} \text{ } ^\circ\text{C} = \frac{125}{13}$$

Ответ: $\Delta t = \frac{125}{13} \text{ } ^\circ\text{C}$; $V = 50 \text{ м/с}$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

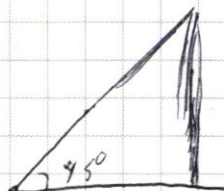


$$\begin{array}{r} 770 \overline{) 5} \\ \underline{- 5} \\ 27 \\ \underline{- 25} \\ 20 \\ \underline{- 20} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 995 \overline{) 5} \\ \underline{- 5} \\ 45 \\ \underline{- 45} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 230 \overline{) 5} \\ \underline{- 20} \\ 30 \\ \underline{- 30} \\ 0 \end{array}$$

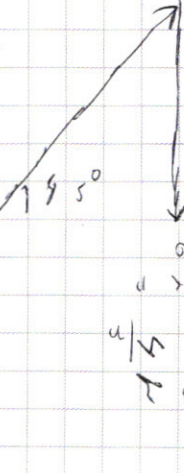
$$180 - 105^\circ = 75^\circ$$



$$\frac{4}{3} + \frac{1}{2} = \frac{6}{6} + \frac{3}{6} = \frac{9}{6} = \frac{3}{2}$$

$$\frac{6x + 1x}{8x^2} = \frac{7x}{8x^2} = \frac{7}{8x}$$

$$\frac{8x}{10} = 0,8x$$

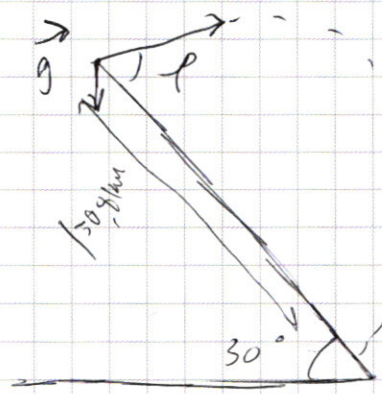


$$g \sin \alpha$$

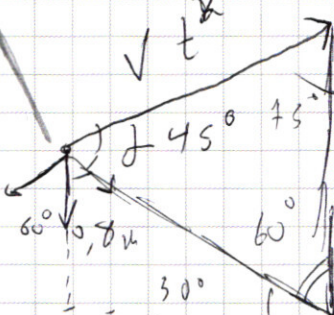
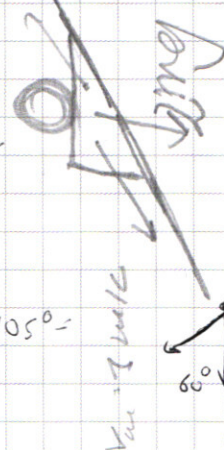
$$\frac{1}{\frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} + \frac{1}{k_3}} = \frac{k_1 k_2 k_3}{k_2 k_3 + k_1 k_3 + k_1 k_2}$$

$$v_0 \sin 2 = g \sin 60^\circ \cdot t$$

$$\frac{v_0 \sin 2}{g \sin 60^\circ} = t$$



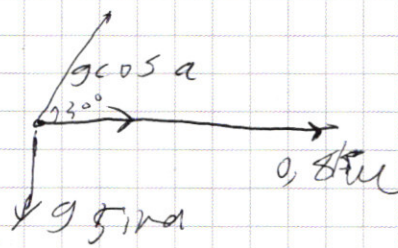
$$s = 2 v_0 \sin \alpha \cos \alpha$$



$$\frac{gt^2}{2}$$

$$\varphi = 45^\circ$$

381



$$s = v_0 \cos 90^\circ \cdot t + \frac{gt^2}{2}$$

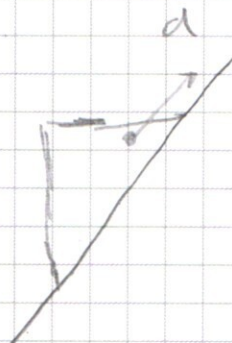
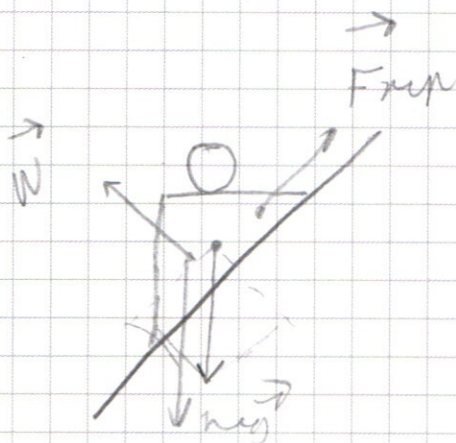
$$s = v_0 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot t + \frac{gt^2}{2}$$

$$0,8 \text{ km} = v_0 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot t + \frac{gt^2}{2}$$

$$v_0 \sin 2 - gt = 0$$

$$\frac{v_0 \sin 2}{g} = t$$

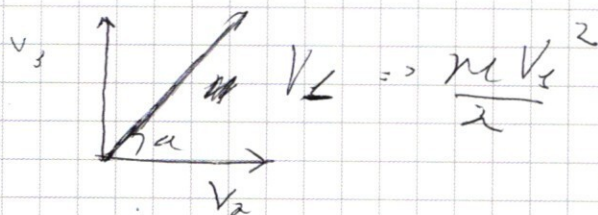
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$E_{\text{п}} + E_{\text{к}} = F_{\text{тр}}$$

$$\sqrt{532} \approx 19,18$$

$$\frac{10 + 18 - 5}{13} = \frac{180,5}{13}$$



$$\frac{m(V_{\text{с}} \cos \alpha)^2}{2} + \frac{m(V_{\text{с}} \sin \alpha)^2}{2}$$

$$\sqrt{140} \quad 140m$$

$$40m$$

$$\frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2}$$

$$= \frac{3600m + 6400m}{2} =$$

$$= \frac{1000m + 100m}{2} =$$

$$= 500m + 100m =$$

$$= 500m$$

$$800m = 100 \cdot C \cdot t$$

$$\frac{200}{2} = \Delta E, \frac{200}{130} = t$$

$$\frac{20}{2} = \Delta t$$

