

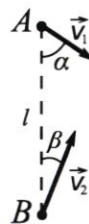
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

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?

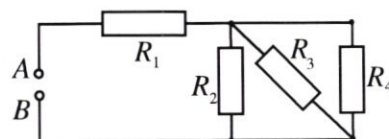
2) На сколько Δt (°C) повысится температура шариков?

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

N 1

1) Пусть:

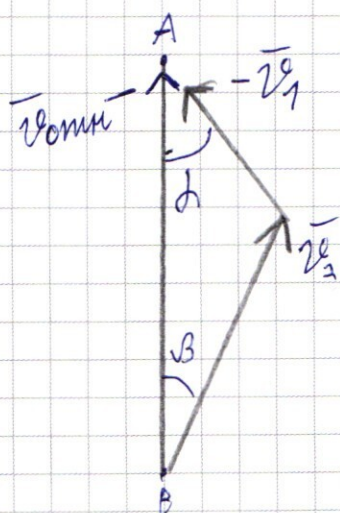
$\vec{v}_{отн}$ — скорость торпеды относительно скорости корабля

$\vec{v}_{абс}$ — абсолютная скорость торпеды (v_2)

$\vec{v}_{пер}$ — скорость системы отсчета (корабля, v_1).

Тогда: $\vec{v}_{отн} = \vec{v}_{абс} - \vec{v}_{пер}$

Так как и корабль, и торпеда движутся сразу после измерения 1 км, а так же они встретятся, то относительно корабля торпеда движется точно к нему. Получается векторный треугольник скоростей:



По теореме синусов:

$$\frac{|v_2|}{\sin \alpha} = \frac{|v_1|}{\sin \beta} \Rightarrow \sin \beta = \frac{|v_1| \cdot \sin \alpha}{|v_2|} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{10 \cdot \sqrt{3}}{2 \cdot 20} = \frac{\sqrt{3}}{4}$$

Ответ: $\sin \beta = \frac{\sqrt{3}}{4}$

2) Можно заметить, что корабль ~~был~~ приближается к торпедо со скоростью $v_1 \cdot \cos \alpha$, а торпедо к кораблю со скоростью $v_2 \cdot \cos \beta$.

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

$$\text{Тогда скорость сближения } v_{\text{сбл}} = v_1 \cdot \cos \alpha + v_2 \cdot \cos \beta = 5(1 + \sqrt{13}) \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Расстояние, которое они преодолели за время T :

$$\star 1000 \text{ м} - 770 \text{ м} = 230 \text{ м}$$

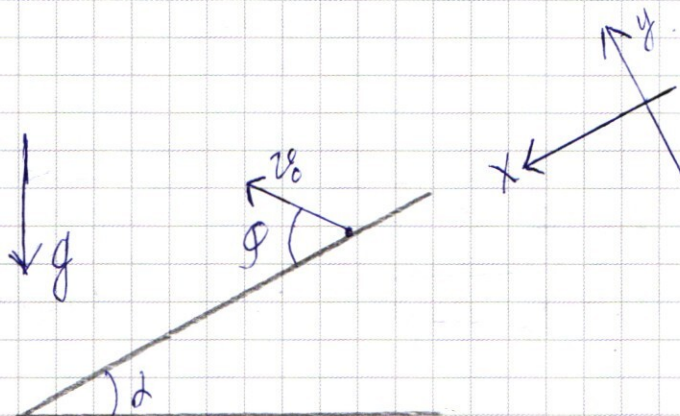
$$\text{Тогда: } T = \frac{230 \text{ м}}{5(4,6)} = \frac{230}{5 \cdot 4,6} \text{ с} = 10 \text{ с}$$

Ответ: 10 с.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 2.

1).



Пусть ось x проходит вдоль склона, а ось y перпендикулярна склону.

Когда шина приземлится, его координата по y равна нулю:

$$0 = v_0 \cdot \sin \varphi \cdot t - \frac{g \cdot \cos \alpha \cdot t^2}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow t = \frac{2v_0 \cdot \sin \varphi}{g \cdot \cos \alpha}$$

Чтобы t было максимальным, надо чтобы $\sin \varphi$ было максимальным $\Rightarrow \sin \varphi = 1 \Rightarrow \varphi = 90^\circ$

Ответ: $\varphi = 90^\circ$

2) По условию:

$$S = v_0 \cdot \cos \varphi \cdot t + \frac{g \cdot \sin \alpha \cdot t^2}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 2S = g \cdot \sin \alpha \cdot \frac{4v_0^2 \cdot \sin^2 \varphi}{g^2 \cdot \cos^2 \varphi} \quad (m \cdot k' \cos \varphi = 0) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{2S \cdot g \cdot \cos^2 \alpha}{4 \cdot \sin \alpha \cdot \sin^2 \varphi}} = \sqrt{\frac{1600 \cdot 10 \cdot 3}{4 \cdot 4 \cdot 0,5 \cdot 1,1}} \frac{m}{c} =$$

$$= 10\sqrt{60} \frac{m}{c} = 20\sqrt{15} \frac{m}{c} = 20 \cdot 3,8 = 76 \frac{m}{c}$$

Ответ: $76 \frac{m}{c}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

#4.

1) Пусть m — масса одного шарика.

Тогда по закону сохранения импульса:

 $m \cdot \vec{v}_1 + m \vec{v}_2 = 2m \cdot \vec{V}$, где $\vec{V}$ — вектор скорости
широких шариков.

$$\text{Тогда: } \vec{V} = \frac{\vec{v}_1 + \vec{v}_2}{2} = \frac{-60 + 80}{2} \frac{\text{м}}{\text{с}} = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Ответ: $10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

2) По закону сохранения энергии:

$$E_{k,1} + E_{k,2} = E_0$$

$$\frac{m \cdot v_1^2}{2} + \frac{m v_2^2}{2} = \frac{2m v^2}{2} + Q$$

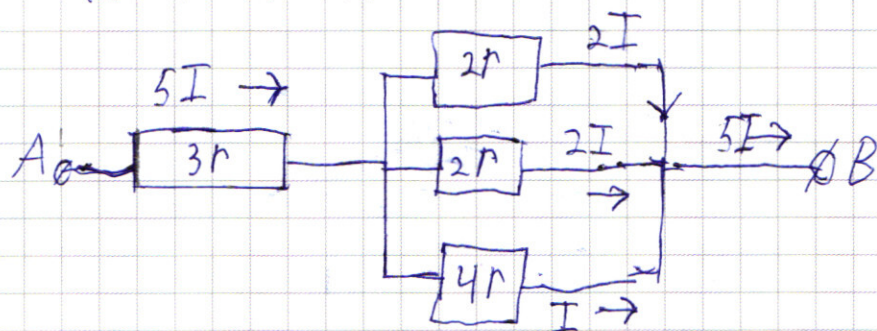
$$\text{где } Q = 2m \cdot c \cdot \Delta t$$

$$Q = \frac{m (v_1^2 + v_2^2 - 2v^2)}{2} = 2mc \cdot \Delta t \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta t = \frac{v_1^2 + v_2^2 - 2v^2}{4c} = \frac{2450}{130} ^\circ\text{C} = 18,8 ^\circ\text{C}$$

Ответ: $18,8 ^\circ\text{C}$

N 5. (1). Эквивалентная схема:



Пусть на резисторе $4r = R_4$ течёт ток I . Тогда с учётом обратной пропорциональности токов к сопротивлениям в параллельных ветвях на резисторах R_2 и R_3 текут токи по $2I$.

Тогда в узле будет сумма токов $5I$. На R_1 также $5I$.

$$R_0 = \frac{U_0}{I_0} = \frac{5I \cdot 3r + 2r \cdot 2I}{5I} = \frac{19}{5} r.$$

Ответ: эквивалентное сопротивление $R_0 = \frac{19}{5} r$.

2) Потенциал, который падает на резисторе R_4 : $4r \cdot I$. Тогда через него проходит ток I .

$$\text{Уч } 5I = \frac{U}{R_0} = \frac{38 \text{ В}}{19 \text{ Ом}} = \frac{38 \cdot 5 \text{ В}}{19 \cdot 10 \text{ Ом}} = 1 \text{ А}.$$

Тогда $I = 0,2 \text{ А}$

Ответ: $0,2 \text{ А}$.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№3.

1.)
$$S = \frac{v_k^2 - v_0^2}{2a}$$

$$h = \frac{v_2^2}{2g} \Rightarrow v_2 = \sqrt{2hg} = 4 \frac{m}{c}$$

Ответ: $4 \frac{m}{c} = V_2$

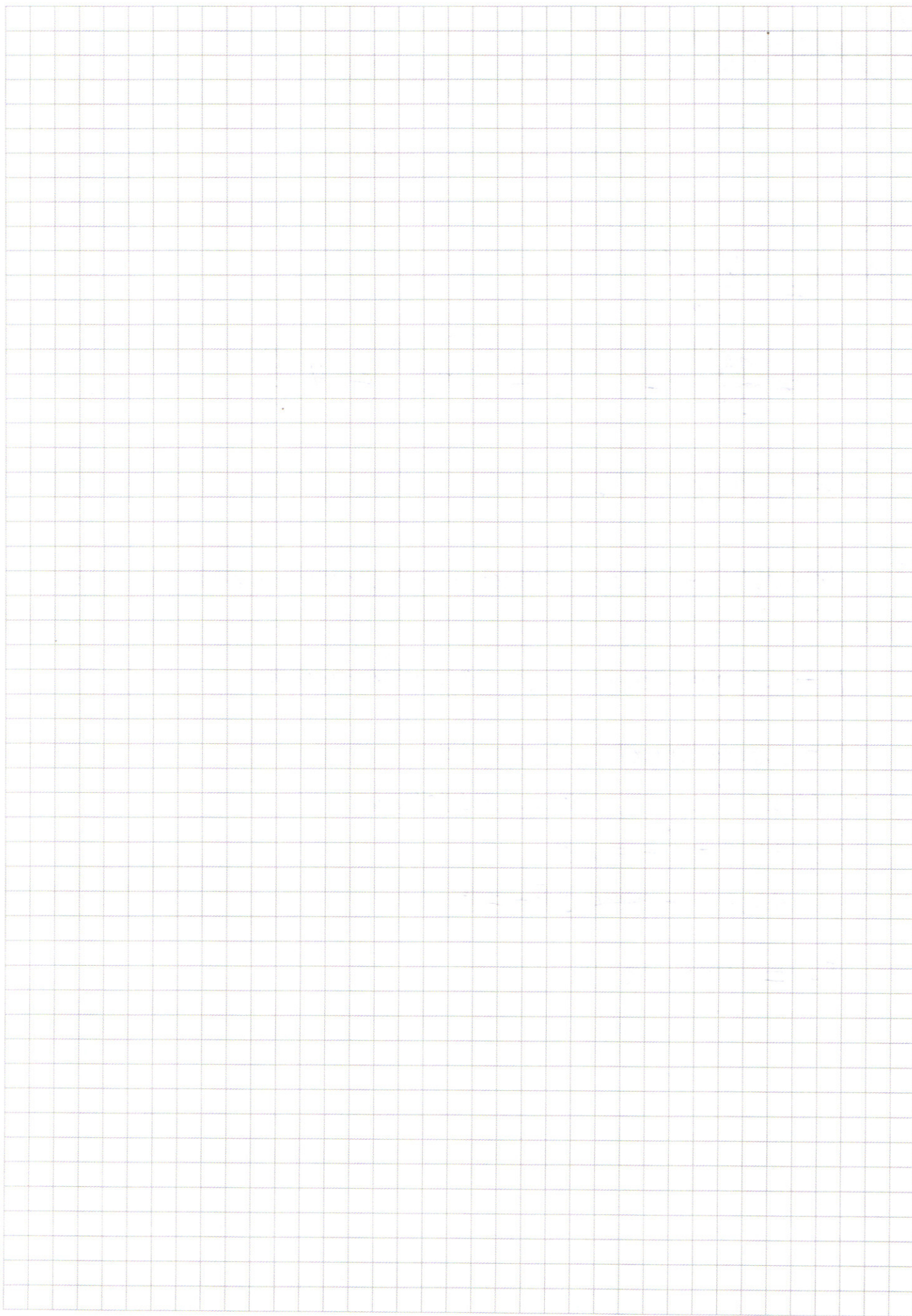
2) Пусть: α — угол наклонной плоскости от горизон-
та. μ — коэффициент трения поверхности. m — масса бруска, шарика.

Поэтому: (по 2 закону Ньютона)

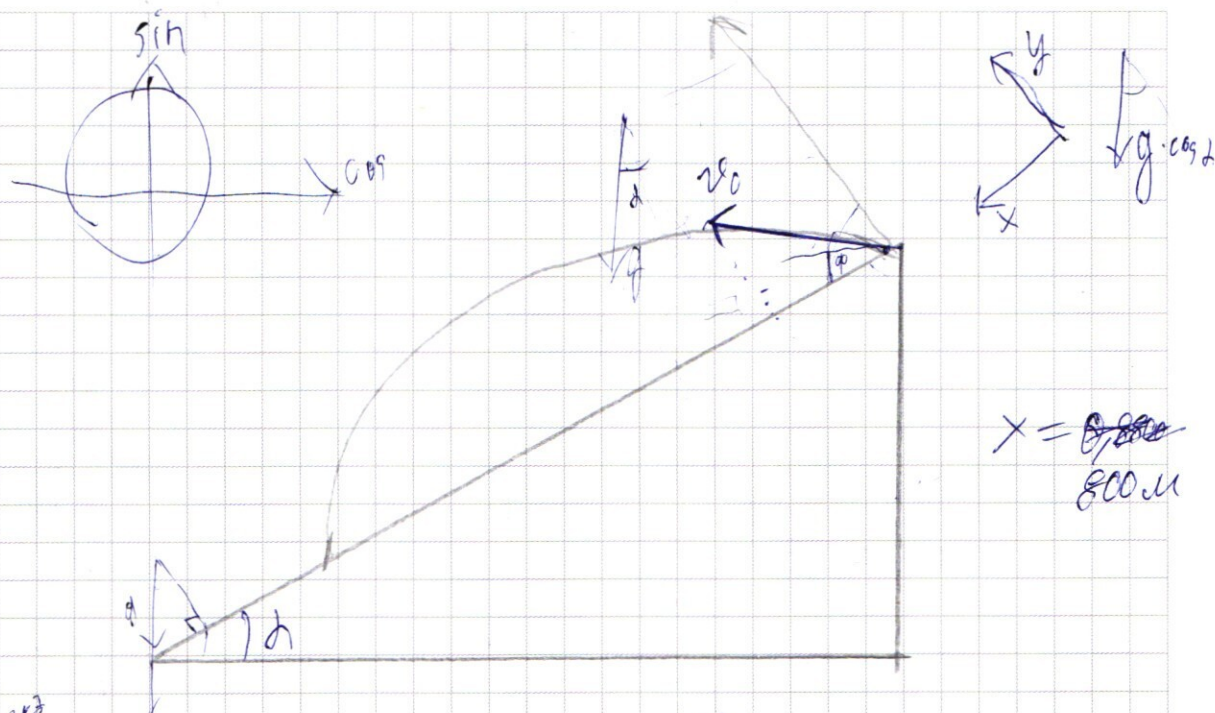
$$mg \cdot \sin \alpha - F_T = ma$$

$$2mg \sin \alpha - 2F_T = 0$$

$$F_T = mg \cdot \cos \alpha \cdot \mu$$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$y = v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{g \cdot \cos \alpha \cdot t^2}{2}$$

$$2 v_0 \sin \alpha = g \cos \alpha \cdot t$$

$$\alpha = 90^\circ$$

$$t = \frac{2 v_0 \sin \alpha}{g \cos \alpha} \Rightarrow \alpha = 90^\circ$$

$$x = v_0 \cos \alpha \cdot t = \frac{v_0^2 \cdot 2 \sin \alpha \cdot \cos \alpha}{g \cos \alpha}$$

$$x = v_0 \cos \alpha \cdot t + \frac{g \sin \alpha \cdot t^2}{2} = v_0$$

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

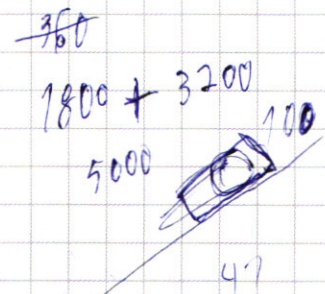
$$2x = \frac{g \sin \alpha \cdot 4 v_0^2 \sin^2 \alpha}{g^2 \cos^2 \alpha} = \frac{4 v_0^2 \sin^2 \alpha}{g \cos^2 \alpha}$$

$$\frac{\mu}{\epsilon^2} \quad \frac{\mu^2}{\epsilon^2}$$

3,9

$$20 \cdot 39 = 78 \frac{\mu}{c}$$

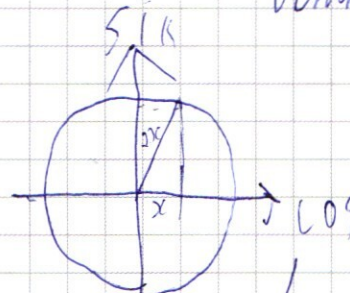
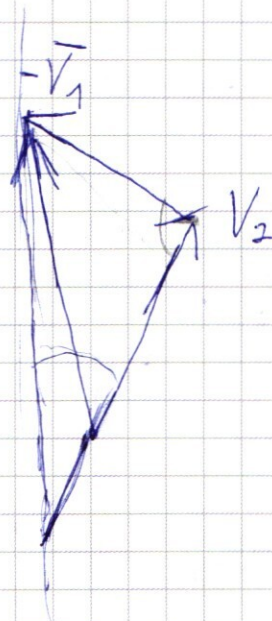
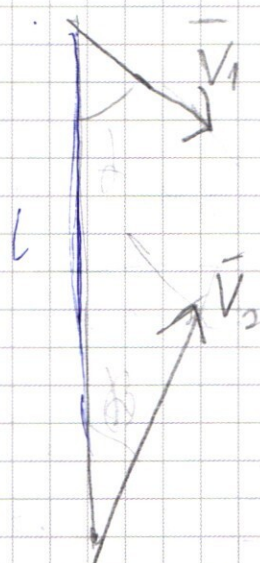
$\sin$
 $2\cos^2 = 1$
 $x = \sqrt{\frac{1}{2}}$
 $\frac{1}{\sqrt{2}}$
 $\frac{\sqrt{2}}{2}$
 $\frac{4x}{2}$
 $\frac{\sqrt{3}}{2}$
 $\frac{3}{4}$



$$v_3 = \frac{\overline{v_1} + \overline{v_2}}{2} = 10 \text{ m/c}$$

$$Q = 2M \cdot c \cdot \Delta t \Rightarrow 20 \Delta t = 49000 \text{ J} \Rightarrow \Delta t = 2450 \text{ s}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$V_{\text{отн}} = V_{\text{абс}} - V_{\text{пер.}}$$

$$4x^2 - x^2$$

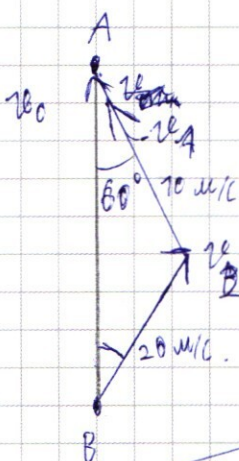
$$\sqrt{3x^2} = \frac{1}{2}\sqrt{3}$$

$$\frac{20}{\sin 60^\circ} = \frac{10}{\sin \beta} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{20 \cdot 404}{\sqrt{3}} = \frac{10}{\sin \beta}$$

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

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



$$3600 + 6400$$

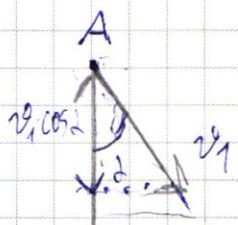
$$1000 - 200$$

$$9800 \mid 4 \cdot 2'$$

$$\begin{array}{r} 9800 \mid 4 \\ 8 \\ 18 \\ 20 \\ 0 \end{array}$$

$$\frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\begin{array}{r} 2450 \mid 130 \\ -130 \\ \hline 1150 \\ -1040 \\ \hline 1100 \\ -1040 \\ \hline 60 \end{array}$$



$$v_1 \cdot \sin \alpha = v_2 \cdot \sin \beta \quad \cos \alpha = 0,5$$

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

$$\frac{v_1}{\sin \beta} = \frac{v_2}{\sin \alpha} \quad \cos \beta = \sqrt{1 - \frac{3}{16}} = \frac{13}{16} \quad \frac{\sqrt{13}}{4}$$



$$v_2 \cdot \sin \beta = v_3 \cdot \sin \alpha$$

$$\frac{v_3}{v_2} = T$$

$$T = \frac{46}{10,5 + 2,6 \frac{\sqrt{13}}{4}}$$

$$\begin{array}{r} 3,6 \\ 3,6 \\ \hline + 259 \\ 111 \\ \hline 13,68 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3,6 \\ 3,6 \\ \hline + 216 \\ 708 \\ \hline 12,96 \end{array}$$

~~40~~

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

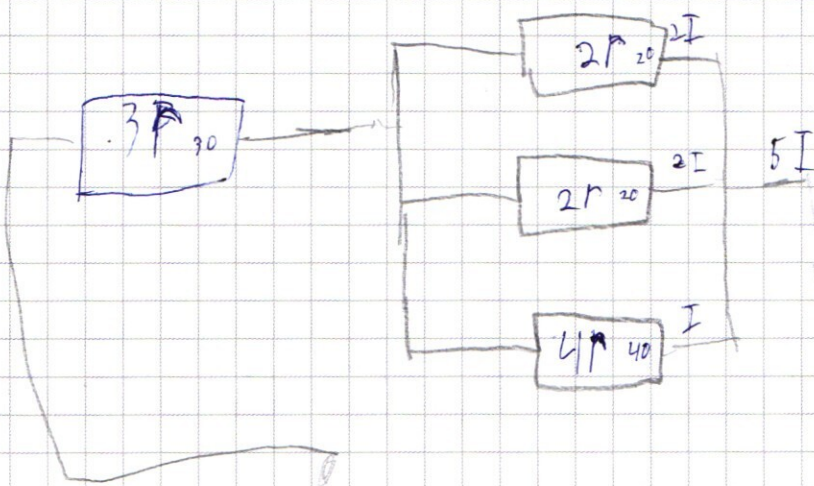
$$\frac{46}{5(1+\sqrt{13})} =$$

$$\frac{46}{4,6} = 10 \text{ C.}$$

$$\begin{array}{r} 4900 \overline{) 260} \\ 260 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 490 \overline{) 26} \\ - 230 \\ \hline 308 \overline{) 1,88} \\ - 220 \\ \hline 208 \\ - 126 \\ \hline \end{array}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$\frac{1}{r} + \frac{1}{4r} = \frac{5}{4r} = \frac{4}{3}r$$

$$5I \cdot r$$

$$\frac{5I \cdot 3r + 4I \cdot r}{5I} = \frac{19}{5} r$$

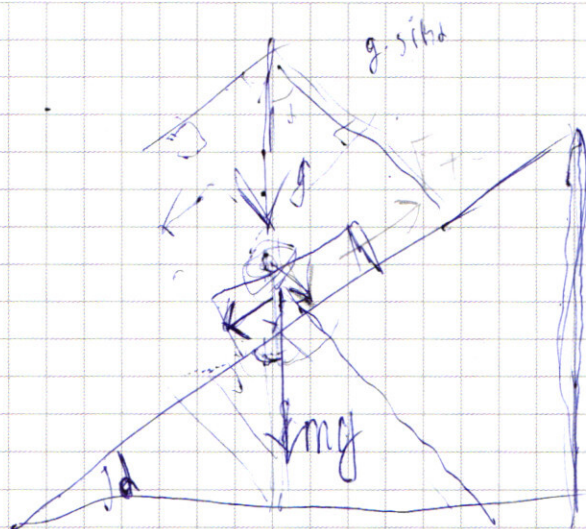
$$\frac{1}{2r} + \frac{1}{4r}$$

$$\frac{38 \cdot 5}{19} = 5I \Rightarrow I = 2 A$$

$$\frac{38 \cdot 5}{19} r = 5I$$

$$\frac{38}{190} = I$$

$$\frac{38}{190}$$



$$V_2 = \cancel{v_{krit}} \frac{v_k^2}{2g} \Rightarrow \sqrt{2g5} = v_k = 40 \text{ м/с}$$

$$g \cdot \sin \alpha = a$$

$2F_T$

$$F_T = g \cdot \cos \alpha \cdot m \cdot \mu$$

m_m

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

$mg \cdot \sin \alpha$

$$g \cdot \sin \alpha - g \cdot \cos \alpha \cdot \mu = a$$

$$\begin{cases} mg \sin \alpha - mg \cos \alpha \mu = ma \\ 2mg \sin \alpha = 2mg \cos \alpha \mu \end{cases}$$

$$\tan \alpha = \mu$$