

Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 09

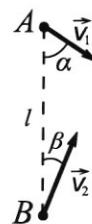
Вариант 09-01

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

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?

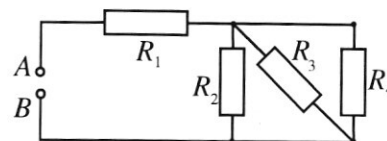
2) На сколько Δt ($^\circ\text{C}$) повысится температура шариков?

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

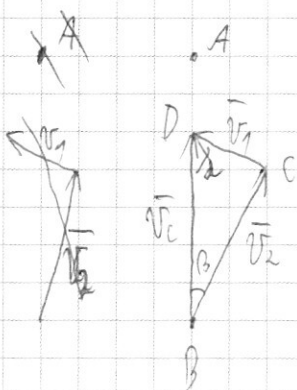
2) Какой силы I ток будет течь через резистор R_4 при $r = 10$ Ом?



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 1

Пловец в С. О движущемся корабле.



v_c - скорость сближения

$$\vec{v}_c = \vec{v}_{\text{пл}} + \vec{v}_{\text{сб}} = \vec{v}_1 + \vec{v}_2$$

$\vec{v}_c$ - гипотенуза, $\vec{v}_c$ перпенд. AB
 ΔBCD

Т. косинусов.

$$CB^2 = BD^2 + CD^2 - 2BD \cdot CD \cdot \cos 60^\circ$$

$$v_2^2 = v_1^2 + v_c^2 - 2v_1 v_c \cos 60^\circ$$

$$400 = 100 + v_c^2 - 20v_c \cdot \frac{1}{2}$$

$$v_c^2 - 10v_c - 300 = 0$$

$$\frac{D}{4} = 25 + 300 = 325 = (5\sqrt{13})^2 \approx 18^2 \text{ (м/с)}^2$$

$$v_c = 5 \pm 18 \text{ (м/с)}$$

т.к. $\vec{v}_1$ и $\vec{v}_2$ направ. навстречу друг другу,

$\vec{v}_c$ направ. навстречу, то $v_c > 0$

$$v_c = 23 \text{ м/с}$$

$$v_c T = L - S$$

$$T = \frac{L-S}{v_c} = 10 \text{ с}$$

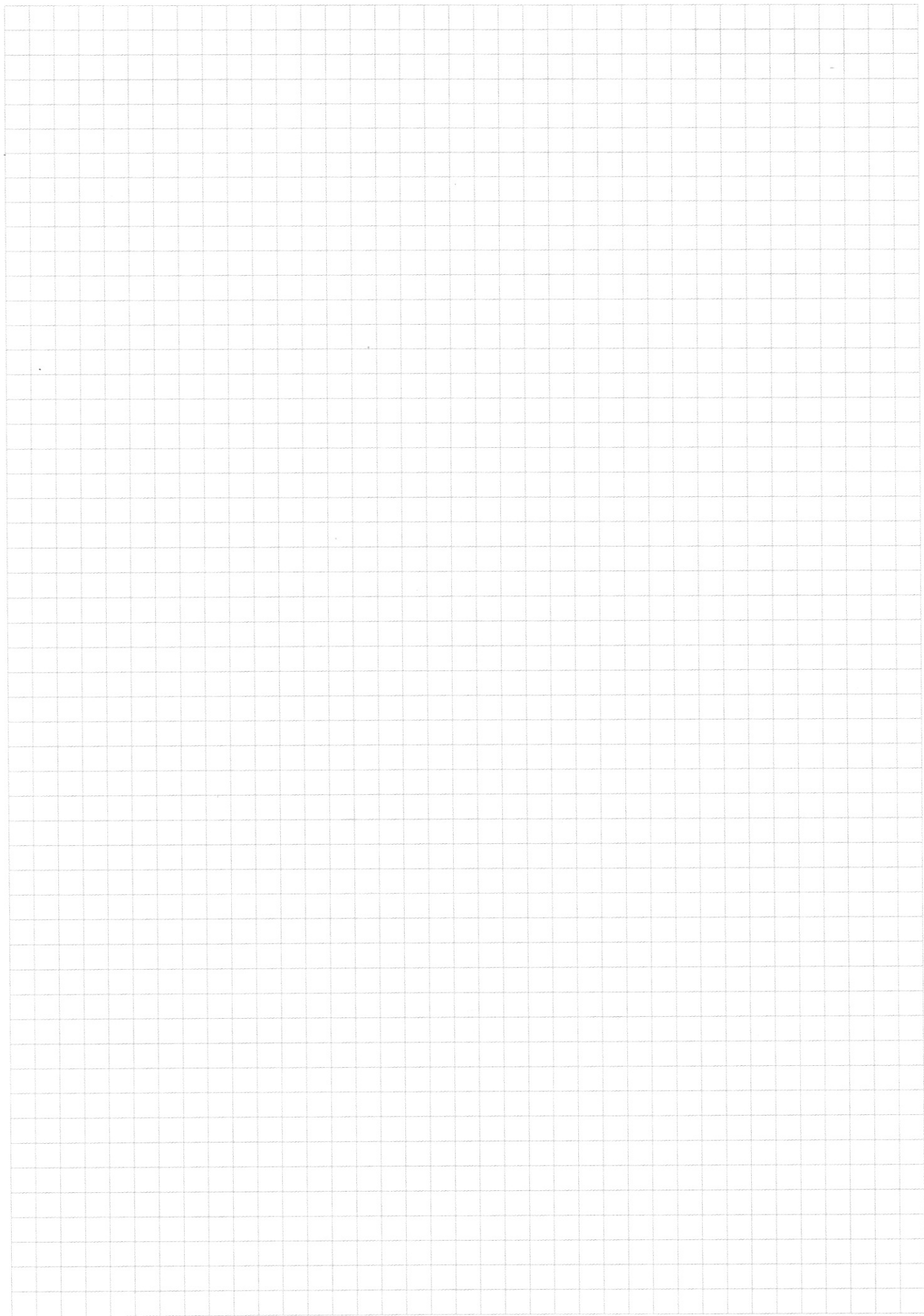
ΔBCD

Т. синусов.

$$\frac{BC}{\sin 60^\circ} = \frac{CD}{\sin B} \Rightarrow \sin B = \frac{CD \sin 60^\circ}{BC} = \frac{v_1 \sin 60^\circ}{v_c} = \frac{\sqrt{3}}{4}$$

Ответ: $\sin B = \frac{\sqrt{3}}{4}$, $T = 10 \text{ с}$





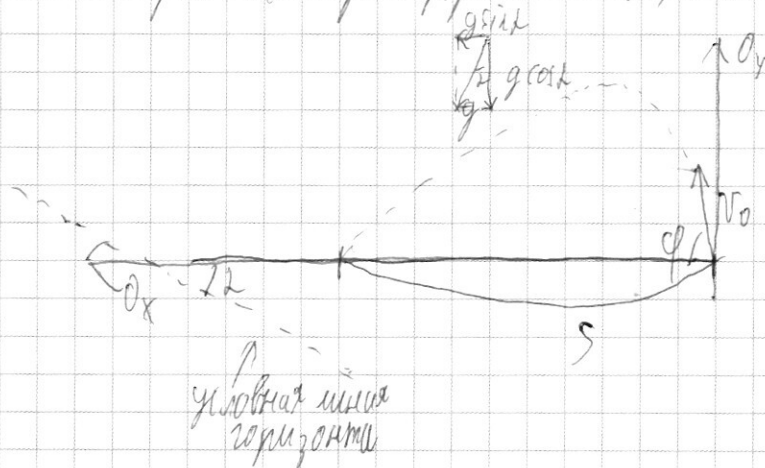
☐ черновик · ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2

Введем систему координат так, как показано на рисунке



O_y : $t_n = \frac{1}{2} t_{\text{пр}}$, t_n — время достижения

максимального y ; $t_{\text{пр}}$ — время пролета

$$g \cos \alpha = v_0 \sin \varphi$$

$$t_{\text{пр}} = \frac{2 v_0 \sin \varphi}{g \cos \alpha}$$

Усл-е максимального $t_{\text{пр}}$: Максимальный

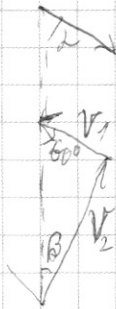
$\sin \varphi$; равный 1 $\Rightarrow \varphi = 90^\circ$

$$O_x: S = v_0 \cos \varphi t_{\text{пр}} + \frac{g t_{\text{пр}}^2 \sin \alpha}{2} =$$

$$= \frac{g \sin \alpha \cdot 4 v_0^2}{2 g^2 \cos^2 \alpha} = \frac{2 v_0^2 \sin \alpha}{g \cos^2 \alpha} = \frac{4 v_0^2}{3 g}$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{3}{4} g S} = \sqrt{6} \text{ (м/с)}$$

$$\text{Ответ: } \varphi = 90^\circ; v_0 = \sqrt{6} \text{ м/с}$$



$$\frac{v_2}{\sin \alpha} = \frac{v_1}{\sin \beta}$$

$$\sin \beta = \frac{r \sin \alpha}{r_2} = \frac{1}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{\sqrt{3}}{4}$$

$\frac{20}{1} = \frac{20}{\frac{20}{2}} = \frac{20}{10} = 2$
 $\sin B = \frac{1}{2}$
 $\sin B = \frac{1}{2}$

~~$$\sin B = \frac{40}{23} = \frac{40\sqrt{3}}{3}$$~~

$V \subset \mathbb{C}^n$

$$v_c^2 = v_1^2 + v_w^2 - 2v_1v_w \cos 60^\circ$$

$$a^2 = a^+ a^+ - 2a \cdot a \cdot \frac{1}{2}$$

$$400 = 100 + v_{co}^2 - 10v_{co}$$

$$V_{in}^2 - 10V_{in} - 300 = 0$$

~~Verf~~ ~~100~~

$$\frac{D}{y} = 25 + 300 = 325 = (5\sqrt{13})^2 \approx 18$$

$$v_{id} = \frac{10+18}{2} = 28$$

$$2 \sqrt{3}$$

$$\begin{array}{r} 6 \\ \times 78 \\ \hline 18 \\ 420 \\ \hline 468 \end{array}$$

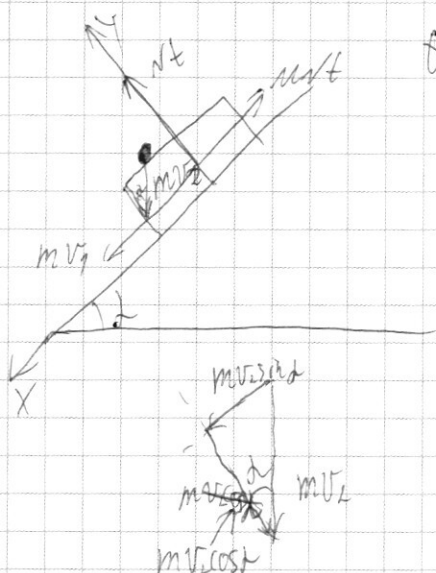
$$\frac{p}{q} = \frac{25 + 300}{4} = 325 = (5 \cdot \sqrt{13})^2 \approx 18$$

$$\begin{array}{r} 123 \\ \times 36 \\ \hline 738 \\ 2160 \\ \hline 4428 \end{array}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№3

Рассмотрим движение тела и силы при соударении, учитывая равенство
времени скольжения и остановки



Об: t - время остановки; N - сила реакции наклонной;
 μ - коэффициент трения; m - масса шара и диска

α - угол наклона плоскости

$$\sum F_x: mV_1 + mV_2 \sin \alpha - \mu N t = 0$$

$$\mu N t = m(V_1 + V_2 \sin \alpha)$$

$$\sum F_y: N t = m V_2 \cos \alpha$$

$$\Rightarrow \mu \cos \alpha m V_2 = m(V_1 + V_2 \sin \alpha)$$

$$V_2 (\mu \cos \alpha - \sin \alpha) = V_1$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \mu \cos \alpha - \sin \alpha$$

Рассмотрим падение шарика:



$$\text{ЗЗ: } mgh = \frac{mV_2^2}{2} \Rightarrow V_2 = \sqrt{2gh} = 4 \text{ м/с}$$

Рассмотрим движение диска до соударения

$$m\vec{a} = m\vec{g} + \vec{N} + \vec{\mu N}$$

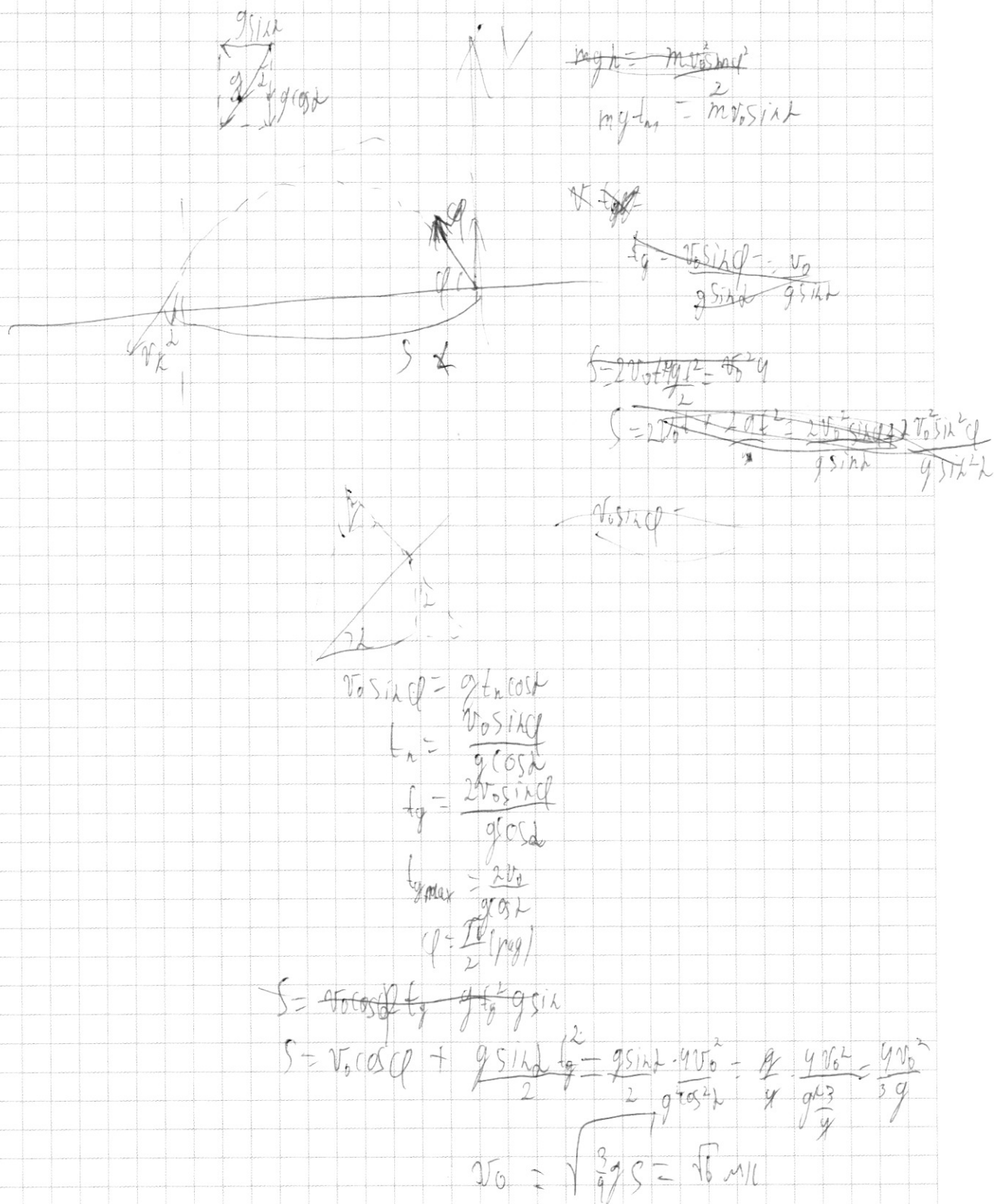
(2 закона Ньютона)

$$\sum F_y: N = mg \cos \alpha$$

$$\sum F_x: -ma = mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha \Rightarrow a = g(\mu \cos \alpha - \sin \alpha) = g \frac{V_1}{V_2}$$

$$= 2,5 \text{ м/с}^2$$

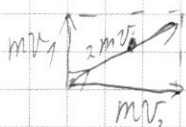
$$\text{Ответ: } a = 2,5 \text{ м/с}^2; V = 4 \text{ м/с}$$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 3.11 для столкновения шаров

$$m\vec{v}_1 + m\vec{v}_2 = 2m\vec{v}_0$$



$$(mv_1)^2 + (mv_2)^2 = (2mv_0)^2$$

$$v_0 = \frac{\sqrt{v_1^2 + v_2^2}}{2} = 50 \text{ м/с}$$

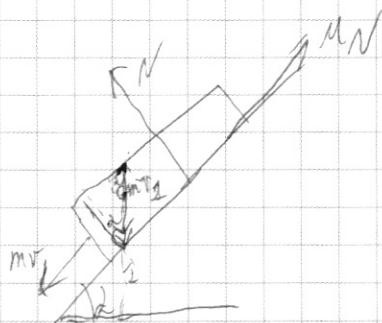
ЗСЭ

$$\frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2} = \frac{2mv_0^2}{2} + 2mc\Delta t$$

$$2c\Delta t = \frac{v_1^2 + v_2^2 - 2v_0^2}{2}$$

$$\Delta t = \frac{\frac{v_1^2 + v_2^2 - 2v_0^2}{2}}{9c} = \frac{10000 - 5000}{4 \cdot 130} = \frac{1250}{130} = \frac{125}{13} \approx 9,62 \text{ (°C)}$$

Ответ: $v_0 = 50 \text{ м/с}$; $\Delta t = 9,62 \text{ °C}$



$$mv_2 \sin \alpha = \mu N t$$

$$mv_1 = \mu N t$$

$$v_2 \sin \alpha = v_1$$

$$\sin \alpha = \frac{v_1}{v_2} = \frac{1}{4}$$

$$mv_2 \cos \alpha = \mu N t$$

$$mv_2 \sin \alpha = \mu mv_2 \cos \alpha$$

$$\tan \alpha = \mu$$

$$a = \mu mg \cos \alpha - mg \sin \alpha$$

$$mv_2 \sin \alpha = mv_1$$

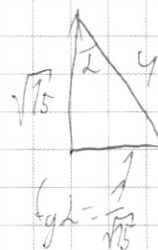
$$\mu N t = m(v_1 + v_2) m(v_1 + v_2 \sin \alpha)$$

$$v_1 = mv_2 \cos \alpha$$

$$a = \mu g (\cos \alpha - \sin \alpha) = g \frac{v_1}{v_2}$$

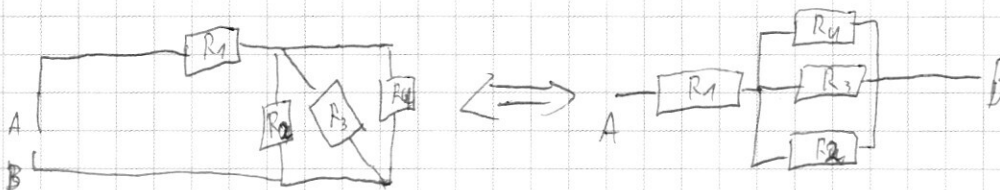
$$\mu v_2 \cos \alpha = m v_1 + v_2 \sin \alpha$$

$$\mu \cos \alpha - \sin \alpha = \frac{v_1}{v_2}$$

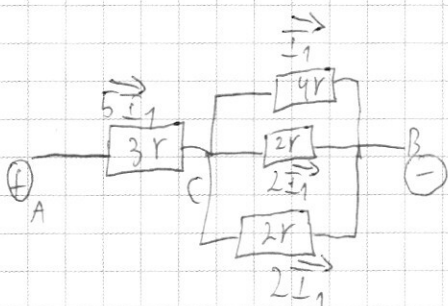


ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

~5
Преобразуем электрическую цепь в эквивалентную



Расставим токи в цепи согласно с ^{их} распределением на параллельных участках цепи и Σ правилом Кирхгофа.



$$U_0 = U_{AC} + U_{CB} = 15I_1 r + 4I_1 r = 19I_1 r \text{ (общее напряжение)}$$

$$U_0 = U$$

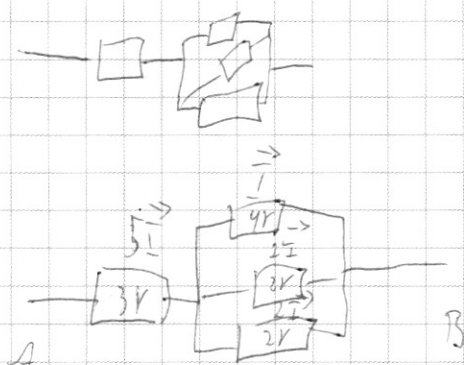
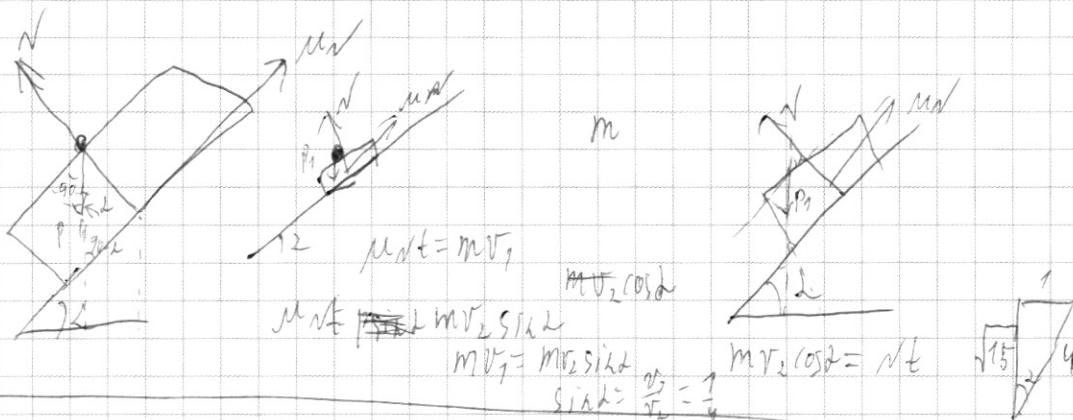
$$I_0 = 5I_1 \text{ (общий ток в цепи)}$$

$$R_{AB} = R_0 = \frac{U_0}{I_0} = 3,8r \text{ (общее сопротивление, } R_0 = \frac{U_0}{I_0})$$

$$I = I_1$$

$$I_1 = \frac{U_0}{19r} = I = \frac{38}{19 \cdot 10} = 0,2 \text{ (A)}$$

Ответ: $R_{AB} = 3,8r$, $I = 0,2 \text{ A}$



$$h = \frac{v^2}{2g}$$

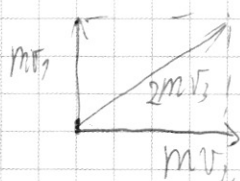
$$v = \sqrt{2gh} = 4 \text{ м/с}$$

$$U_0 = 99 \text{ В}$$

$$I_0 = 5 \text{ А}$$

$$R_0 = \frac{99}{5} \text{ Ом} = 19.8 \text{ Ом}$$

$$I = \frac{U_0}{R}$$



$$2v_3 = \sqrt{v_1^2 + v_2^2} = 100 \text{ м/с}$$

$$v_2 = 50 \text{ км/ч}$$

$$\frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2} = \frac{2mv_3^2}{2} + \mu C \Delta t$$

$$\Delta t = \frac{mv_1^2 + v_2^2 - 2v_3^2}{2C}$$

125	13
117	9.675
80	
78	
20	
11	
70	
65	
5	