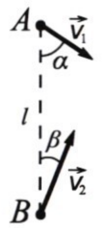
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

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 $\alpha = 60^0$. 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 $\alpha = 30^0$. 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/с^2. 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/с^2. 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?

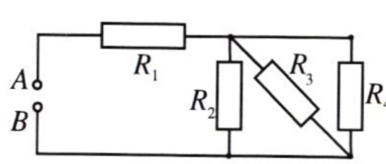
2) На сколько Δt (^{0}C) повысится температура шариков?

Удельная теплоемкость свинца $c = 130$ Дж/(кг·^{0}C). Температуры шариков перед слипанием одинаковы.

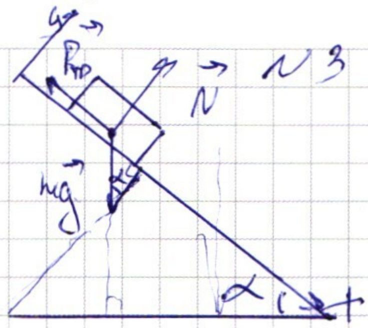
5. Четыре резистора соединены как показано на рисунке. Сопротивления резисторов $R_1 = 3 \cdot r$, $R_2 = R_3 = 2 \cdot r$, $R_4 = 4 \cdot r$. На вход AB схемы подают напряжение $U = 38$ В.

1) Найдите эквивалентное сопротивление R_{AB} цепи.

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



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



№3

Пусть α - угол наклона плоскости, m - массы бруска и шарика, μ - коэффициент трения бруска о поверхность.
Проведём оси x и y перпендикулярно и вдоль накл. плоскости.
Т.к брусок скользит, то $F_{тр} = \mu N$. Запишем 2-й з-н Ньютона в проекциях на оси для бруска.

Ox: $mg\sin\alpha - \mu N = -ma$ (1)
Oy: $mg\cos\alpha = N$ подставим N в (1) => $mg\sin\alpha - \mu mg\cos\alpha = -ma$, отсюда $a = g(-\sin\alpha + \mu\cos\alpha)$ (1*)

1) По ЗСЭ для шарика: $mgh = \frac{mV_2^2}{2} \Rightarrow V_2^2 = 2gh \Rightarrow V_2 = \sqrt{2gh}$
$V_2 = \sqrt{2 \cdot 10 \frac{м}{c^2} \cdot 0{,}8м} = \sqrt{16 \frac{м^2}{c^2}} = 4\frac{м}{c}$

2) Рассмотрим момент слипания шарика с бруском.
Во время слипания на брусок действуют 2 ударные силы: сила реакции опоры N_0 и сила трения $= \mu N_0$, а также сила тяжести (пренебрежимо малая). Пусть процесс соударения длился время Δt. Запишем изменение импульса системы ~~шарик~~+бруска на оси X и Y.

$\cancel{\Delta P_x = \mu N\Delta t = m(+V_1 + V_2\sin\alpha)\ (2)}$
$\cancel{\Delta P_y = N\Delta t = m \cdot V_2\cos\alpha\ (3)}$ ~~- для шарика~~

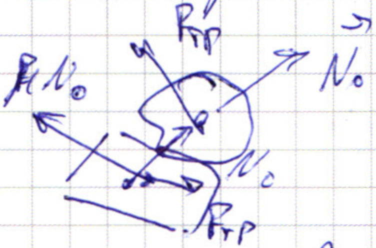
~~$\frac{(2)}{(3)} \Leftarrow \frac{\mu N \Delta t}{N \Delta t} = \frac{m(V_1 + V_2 \sin\alpha)}{m V_2 \cos\alpha} \Rightarrow \mu = \frac{V_1 + V_2 \sin\alpha}{V_2 \cos\alpha} \quad \frac{V_1}{V_2 \cos\alpha}$~~

~~Подставим μ в ур-ие (1^*):~~

~~$a = g\left(\sin\alpha - \frac{V_1 + V_2 \sin\alpha}{V_2 \cos\alpha} \cdot \cos\alpha\right) = g\left(\sin\alpha - \frac{V_1 + V_2 \sin\alpha}{V_2}\right)$~~

~~$= g(\sin\alpha$~~

Рассмотрим силы действующие на шарик и брусок.



На шарик действует сила трения о брусок, тогда по 3-му з-ну Ньютона на брусок действуют равная по модулю сила. Запишем изм. импульса:

для шарика: $\Delta p_x = \cancel{F_{тр}\Delta t = mV_2 \sin\alpha}$, $\Delta p_y = N_0 \Delta t = mV_2 \cos\alpha$

для бруска ~~$\Delta p_y = N_0 \Delta t \Rightarrow \Delta p_x = -(\mu N - F_{тр})\Delta t = mV_1 \Rightarrow$~~

~~$\Rightarrow -\mu N_0 = mV_1 + F_{тр}\Delta t \Leftarrow \mu N_0 = mV_2 \sin\alpha - mV_1$~~ $\Delta p_x = \mu N_0 \Delta t = m(V_1 + V_2 \sin\alpha)$

Получим, что: $\mu N_0 \Delta t = m(V_2 \sin\alpha + V_1)$

$\mu N_0 \Delta t = mV_2 \cos\alpha$ тогда, поделив одно на другое $\Rightarrow$

$\Rightarrow \mu = \frac{V_2 \sin\alpha + V_1}{V_2 \cos\alpha}$, подставим в (1^*):

$a = g\left(-\sin\alpha + \frac{V_2 \sin\alpha + V_1}{V_2 \cos\alpha} \cdot \cos\alpha\right) = g\left(-\sin\alpha + \sin\alpha + \frac{V_1}{V_2}\right) =$

$= g\frac{V_1}{V_2} = 10\,\frac{м}{с^2} \cdot \frac{1\,\frac{м}{с}}{4\,\frac{м}{с}} = 2{,}5\,\frac{м}{с^2}$

Ответ: 1) $V_2 = 4\,\frac{м}{с}$; 2) $a = 2{,}5\,\frac{м}{с^2}$

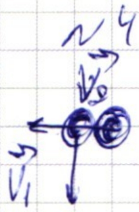
$\left[\Delta p_x = \mu N_0 \Delta t = m(V_1 + V_2 \sin\alpha)\right]$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

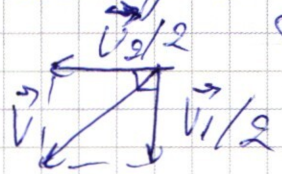
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№4

1) 

Пусть m - масса шаров.

По ЗСИ: $m\vec{V_1} + m\vec{V_2} = 2m\vec{V}$ (т.к. время столкновения мало, то импульс силы тяжести пренебрежимо мал) $\Rightarrow$ $\vec{V} = \frac{1}{2}(\vec{V_1}+\vec{V_2})$. Изобразим сумму векторов:



По т. Пифагора: $V = \sqrt{\frac{V_2^2}{4}+\frac{V_1^2}{4}} = \frac{1}{2}\sqrt{V_1^2+V_2^2}$

$V = \frac{1}{2}\cdot\sqrt{60^2+80^2}\,\frac{м}{с} = \frac{1}{2}\cdot\sqrt{3600+6400}\,\frac{м}{с}$

$= \frac{1}{2}\cdot\sqrt{10\,000}\,\frac{м}{с} = \frac{1}{2}\cdot 100\,\frac{м}{с} = \underline{50\,\frac{м}{с}}$

2) По ЗСЭ: $\frac{mV_1^2}{2}+\frac{mV_2^2}{2} = \frac{2mV^2}{2}+Q$, где $Q = 2mc\Delta t$, поделим на m, получим: $\frac{1}{2}V_1^2 + \frac{1}{2}V_1^2 = \cancel{m}V^2 + 2c\Delta t$, но $V^2 = \frac{1}{4}(V_1^2+V_2^2) \Rightarrow 2c\Delta t = \frac{1}{2}(V_1^2+V_2^2) - \frac{1}{4}(V_1^2+V_2^2) =$

$= \frac{1}{4}(V_1^2+V_2^2) \Rightarrow \Delta t = \frac{1}{8c}(V_1^2+V_2^2)$

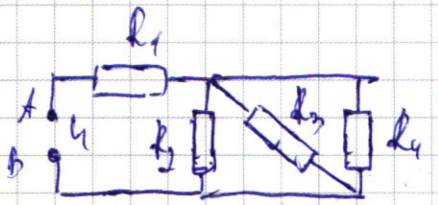
$\Delta t = \frac{3600\,\frac{м^2}{с^2}+6400\,\frac{м^2}{с^2}}{8\cdot 130\,\frac{Дж}{кг\cdot°C}} = \frac{10000\,\frac{м^2}{с^2}}{1040\,Дж}\cdot кг\cdot°C =$

$= \frac{1000}{104}\,°C = \frac{250}{26}\,°C = \frac{125}{13}\,°C \approx 9{,}6\,°C.$

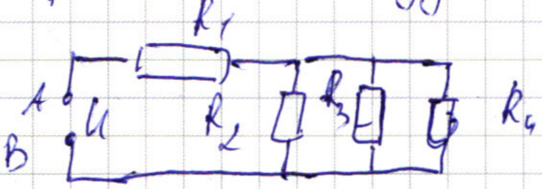
<u>Ответ: 1) $V = 50\,\frac{м}{с}$; 2) $\Delta t \approx 9{,}6\,°C$</u>

№5

$R_1 = 3r,\ R_2 = R_3 = 2r,\ R_4 = 4r$



Т.к потенциалы всех точек на проводе равны, то эту схему можно перерисовать следующим образом:



Получаем 3 параллельно соединённых резистора R_2, R_3 и R_4 и последовательно подключённый к ним R_1.

Тогда $R_{AB} = R_1 + \left(\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}\right)^{-1}$

Экв-ое сопротивление R_2 и R_3: $R_{Э2} = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3} = \frac{2r \cdot 2r}{2r + 2r} = r$

Экв-ое сопротивление $R_{Э2}$ и R_4: $R_{4Э2} = R_4 \cdot R_{Э2} / (R_4 + R_{Э2}) =$

$= 4r \cdot r\,(4r + r) = \frac{4}{5} r$.

Тогда $R_{AB} = R_1 + R_{4Э2} = 3r + \frac{4}{5} r = \frac{15+4}{5} r = \frac{19}{5} r$

2) Найдём общий ток в цепи:

$I_0 = \frac{U}{R_{AB}} = \frac{U}{\frac{19}{5} r} = \frac{5U}{19r} = \frac{5 \cdot 38 B}{19 \cdot 10 Ом} = 1A$

Т.к R_2, R_3 и R_4 – параллельны, то напряжение на них одинаковое. Пусть через R_2 течёт ток I_2, через $R_3 - I_3$.

Тогда: $I_2 R_2 = I_3 R_3 = I R_4$, а по з-ну сохранения заряда $I_0 = I_2 + I_3 + I$. Т.к $R_2 = R_3$, то $I_2 = I_3 = I'$, получаем:

$\begin{cases} I_0 = 2I' + I \\ R_3 \cdot I' = I R_4 \end{cases} \Rightarrow I' = I \frac{R_4}{R_3}$, а тогда $2I \frac{R_4}{R_3} + I = I_0 \Rightarrow$

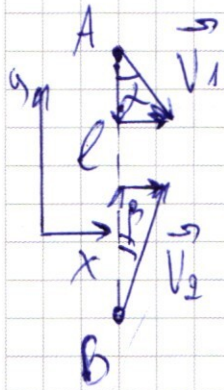
$\Rightarrow I = \frac{I_0}{2\frac{R_4}{R_3} + 1} = \frac{I_0}{2 \cdot \frac{4r}{2r} + 1} = \frac{I_0}{4+1} = \frac{I_0}{5} = \frac{1}{5} A = 0{,}2 A$

Ответ: $R_{AB} = \frac{19}{5} r$; 2) $I = 0{,}2 A$

☐ черновик ☑ чистовик Страница №4
(Поставьте галочку в нужном поле) (Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 1



Проведём ось y вдоль прямой соединяющей т. A и B, а ось x перпендикулярно ей.

Тогда $V_{1y} = -V_1\cos\alpha$, $V_{1x} = V_1 \sin\alpha$;

$V_{2y} = V_2\cos\beta$, $V_{2x} = V_2 \sin\beta$.

Т.к начальное расстояние между кораблём и торпедой по оси $x = 0$, то к моменту встречи они должны пройти равные пути ~~но~~ в проекции на ось x. Пусть ~~ракета~~ торпеда попала в корабль через время t, тогда $V_2\sin\beta\, t = V_1\sin\alpha\, t \Rightarrow \sin\beta = \sin\alpha \cdot \frac{V_1}{V_2}$

$\sin\beta = \frac{\sqrt{3}}{2}\cdot\frac{10\frac{м}{с}}{20\frac{м}{с}} = \frac{\sqrt{3}}{4}$.

2) Перейдём в СО корабля. В этой СО корабль неподвижен, а скорость торпеды направлена прямо на него.

Тогда расстояние между ними станет $S = 770$ м, когда ~~рак~~ торпеда пройдёт $L = \ell - S$. Торпеда приближается к кораблю со скоростью $V = V_{2y} + V_{1y} = V_2\cos\beta + V_1\cos\alpha$;

$\cos\beta = \sqrt{1-\sin^2\beta} \Rightarrow V = V_1\cos\alpha + V_2\sqrt{1-\sin^2\beta}$.

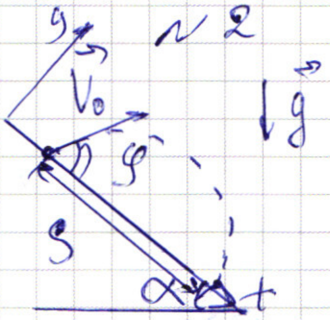
Тогда $L = \ell - S = T\cdot V = T\left(V_1\cos\alpha + V_2\sqrt{1-\sin^2\beta}\right) \Rightarrow$

$$\Rightarrow T = \frac{\ell - S}{V_1\cos\alpha + V_2\sqrt{1-\sin^2\beta}} = \frac{1000\,м - 770\,м}{10\frac{м}{с}\cdot\frac{1}{2} + 20\frac{м}{с}\sqrt{1-\frac{3}{16}}} =$$

$$= \frac{230\,м}{5\frac{м}{с} + 20\frac{м}{с}\cdot\frac{1}{4}\sqrt{13}} = \frac{230\,м}{5\frac{м}{с}(1+\sqrt{13})} \approx \frac{230\,м}{5\frac{м}{с}\cdot 4{,}6} \approx 10\,с$$

Ответ: 1) $\sin\beta = \frac{\sqrt{3}}{4}$; 2) $T \approx 10$ с

№ 2



Проведём ось X вдоль накл. плоскости, а ось y перпендикулярно ей. Запишем проекции $\vec{V_0}$ и $\vec{g}$ на оси x, y.

$V_{0y} = V_0 \sin\varphi$, $V_{0x} = V_0 \cos\varphi$; $g_y = -g\cos\alpha$

$g_x = g\sin\alpha$.

Запишем ур-ния движения для мины:

$y(t) = V_0 \sin\varphi\, t - \frac{1}{2} g\cos\alpha\, t^2$

$x(t) = V_0 \cos\varphi\, t + \frac{1}{2} g\sin\alpha\, t^2$

Падение на склон соответствует моменту, когда $y=0$, т.е $V_0 \sin\varphi\, t = \frac{1}{2} g\cos\alpha\, t^2$ (момент времени $t=0$ нас не интересует, т.к это соответствует старту) $\Rightarrow$

$\Rightarrow V_0 \sin\varphi = \frac{1}{2} g\cos\alpha\, t \Rightarrow t = \frac{2V_0 \sin\varphi}{g\cos\alpha}$ (1) —

— в координатах $t(\sin\varphi)$ это неограниченно возрастающая прямая проходящая через т. (0;0) с угловым коэффициентом $\frac{2V_0}{g\cos\alpha}$, но т.к $\sin\varphi \in [-1;1]$, то $t = max$, когда $\sin\varphi = max = 1 \Rightarrow \varphi = 90° = \frac{\pi}{2}$, а $t = \frac{2V_0}{g\cos\alpha}$. Тогда $V_{0x} = 0$ (т.к $\cos 90° = 0$) $\Rightarrow x(t) = \frac{1}{2} g\sin\alpha\, t^2$

Подставим выражение для t (1) (t-время полёта) в $x(t)$ $\Rightarrow$

$\Rightarrow S = \frac{1}{2} g\sin\alpha \cdot \frac{4V_0^2}{g^2\cos^2\alpha} = \frac{2V_0^2 \sin\alpha}{g\cos^2\alpha} \Rightarrow V_0^2 = \frac{Sg\cos^2\alpha}{2\sin\alpha} \Rightarrow$

$\Rightarrow V_0 = \sqrt{\frac{Sg\cos^2\alpha}{2\sin\alpha}} = \cos\alpha \sqrt{\frac{Sg}{2\sin\alpha}} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \sqrt{\frac{800 м \cdot 10 \frac{м}{с^2}}{2 \cdot \frac{1}{2}}} =$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$= \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \sqrt{8000}\ \frac{м}{с} = \sqrt{3} \cdot \sqrt{\frac{8000}{4}}\ \frac{м}{с} = \sqrt{3} \cdot \sqrt{2000}\ \frac{м}{с} =$$

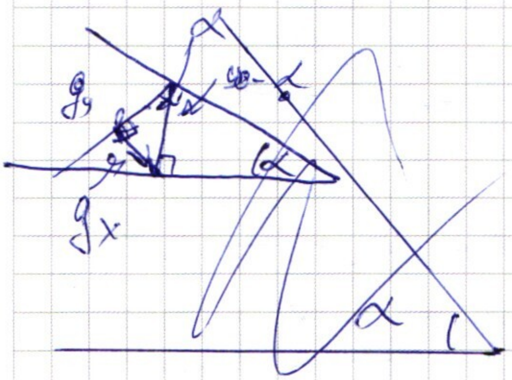
$$= \sqrt{3} \cdot \sqrt{4 \cdot 5 \cdot 100}\ \frac{м}{с} = 2 \cdot 10 \cdot \sqrt{5 \cdot 3}\ \frac{м}{с} = 20\sqrt{15}\ \frac{м}{с} \approx 78\ \frac{м}{с}$$

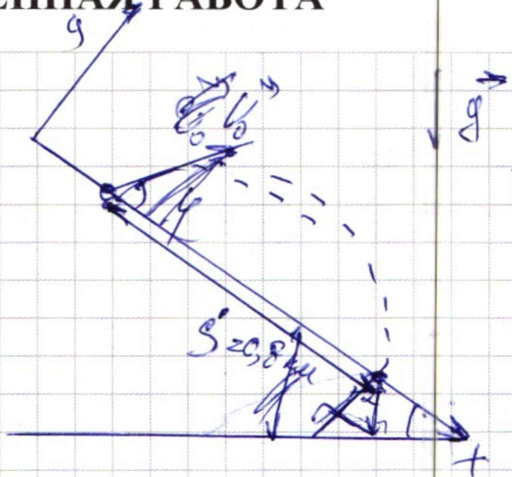
Ответ: 1) $\varphi = 90^\circ$ 2) $V_0 \approx 78\ \frac{м}{с}$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА





$\frac{39}{10} \cdot 20 =$

$39 \cdot 2 = 78$

$V_{0y} = V_0 \sin\varphi$, $V_{0x} = V_0 \cos\varphi$, $g_y = -g\cos\alpha$

$g_x = g\sin\alpha$

$$\begin{array}{r} 39 \\ \times 39 \\ \hline 351 \\ +117 \\ \hline 1521 \end{array}$$

$y(t) = V_0 \sin\varphi\, t - \frac{1}{2} g\cos\alpha\, t^2$

$x(t) = V_0 \cos\varphi\, t + \frac{1}{2} g\sin\alpha\, t^2$

когда упал $y = 0 \Leftrightarrow V_0 \sin\varphi\, t - \frac{1}{2} g\cos\alpha\, t^2 = 0 \Leftrightarrow$

$\Leftrightarrow V_0 \sin\varphi = \frac{1}{2} g\cos\alpha\, t \Rightarrow t = \frac{2V_0 \sin\varphi}{g\cos\alpha}$ (1)

$V_0, g, \cos\alpha = const$, $\sin\varphi \in [-1; 1]$

$t = max$, когда $\sin\varphi = max$, т.е. $\sin\varphi = 1 \Rightarrow$

$\Rightarrow \varphi = 90^\circ = \frac{\pi}{2}$, тогда $\cos\varphi = 0 \Rightarrow V_{0x} = 0 \Rightarrow$

$\Rightarrow x(t) = \frac{1}{2} g\sin\alpha\, t^2$ из (1) $\Rightarrow S = \frac{1}{2} g\sin\alpha \cdot \frac{4V_0^2 \cancel{g}}{g^2\cos^2\alpha} =$

$= \frac{2V_0^2 \sin\alpha}{g\cos^2\alpha} = 0{,}8$ км $= 800$ м $\Rightarrow V_0 = \sqrt{\frac{Sg\cos^2\alpha}{2\sin\alpha}}$

$V_0 = \sqrt{\frac{Sg}{2\sin\alpha}} \cos\alpha$; $V_0 = \sqrt{\frac{800\text{м} \cdot 10\frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{2 \cdot \frac{1}{2}}} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} =$

$= \sqrt{8000} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \frac{\text{м}}{\text{с}} = \sqrt{3} \cdot \sqrt{2000} \frac{\text{м}}{\text{с}} = \sqrt{3} \cdot \sqrt{4 \cdot 5 \cdot \cancel{10} \cdot 10^2} = \sqrt{3}\sqrt{5} \cdot 2 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

$= \sqrt{5}\cdot 20\frac{м}{с} \approx 4\cdot 20\frac{м}{с} \approx 80\frac{м}{с}$

$\times\begin{array}{r}64\\4\end{array}$ 256 $\quad 255 \,|\, 3$, -24, 15, 85, $85\frac{1}{3}$

$\cancel{\sqrt{15} = \sqrt{16-1} = 4 - \frac{1}{4} = 3{,}75}$ $\sqrt{15} = \sqrt{9+6} = 3 + \frac{6}{3\cdot 2} = 4$

$t^2 =$

375×375: 1875, 2625, 1125, 140625

38×38: 304, 114, 1444

$80\frac{м}{с}\cdot t + \frac{1}{2}\cdot 10\frac{м}{с^2}\cdot t^2 = 0$

$80\frac{м}{с} = \frac{1}{2}\cdot 10\frac{м}{с^2}\cdot\frac{\sqrt{3}}{2}t \Rightarrow t = \frac{8\cdot 4}{\sqrt{3}} = \frac{32}{\sqrt{3}}с$

$\cancel{S = \frac{1}{2}\cdot 10\frac{м}{с^2}}$

$80\frac{м}{с} = \frac{1}{2}\cdot 10\frac{м}{с^2}\cdot\frac{\sqrt{3}}{2}t \Rightarrow t = \frac{8\cdot 4}{\sqrt{3}}с = \frac{32}{\sqrt{3}}с$

$S = \frac{1}{2}\cdot 10\frac{м}{с^2}\cdot\frac{32^2}{3}с^2\cdot\frac{1}{2} = 10\cdot\frac{1}{4}\cdot\frac{8^2\cdot 4^2}{3} = \frac{10}{3}\cdot 64\cdot 4 =$

$= 853 м$

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

$\mu = \frac{-V_1}{V_2\cos\alpha} + tg\alpha \quad N\Delta t = -mV_2\cos\alpha$

$\cancel{\frac{50}{800} = \frac{5}{80} = \frac{1}{16}}$

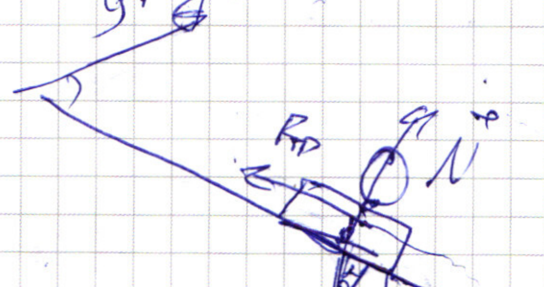
$\Delta P_y = mV_2\cos\alpha \quad \Delta P_x = mV_1 + mV_2\sin\alpha$

№ 3

$\frac{V_2^2}{2g} = h \Rightarrow V_2 = \sqrt{2gh} = \sqrt{2\cdot 10\frac{м}{с^2}\cdot 0{,}8м} = \sqrt{16\frac{м^2}{с^2}} = 4\frac{м}{с}$

$\cancel{V_y = \mu g}$

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



$V_{2x} = V_2\sin\alpha \quad -\mu = -\frac{V_1 + V_2\sin\alpha}{V_2\cos\alpha}$

$N = mg\cos\alpha \quad \mu = \frac{V_1}{V_2\cos\alpha} + tg\alpha$

$R_{тр} = \mu mg\cos\alpha$

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

$\Rightarrow a = g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)$

$\Delta P_y = mV_2\cos\alpha = \mu N\Delta t \Rightarrow \mu = \frac{\Delta P_x}{\Delta P_y} = \frac{V_2\sin\alpha + V_1}{V_2\cos\alpha}$

$a = g\left(\sin\alpha - \frac{V_2\sin\alpha + V_1}{V_2\cos\alpha}\cdot\cos\alpha\right) = g\left(\sin\alpha - \sin\alpha + \frac{V_1}{V_2}\right) =$
$= g\frac{V_1}{V_2} =$

☑ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__ (Нумеровать только чистовики)

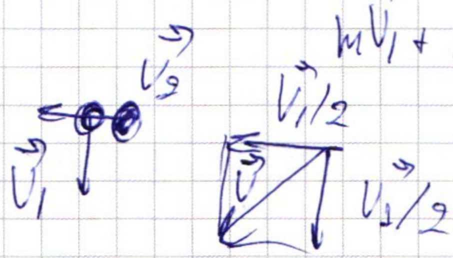
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№4

$m\vec{V_1} + m\vec{V_2} = 2m\vec{V} \Rightarrow \vec{V} = \frac{\vec{V_1}+\vec{V_2}}{2}$



$V = \sqrt{V_1^2 + V_2^2} \cdot \frac{1}{2}$

$V = \sqrt{60^2 + 80^2} \cdot \frac{1}{2} \frac{м}{с} = \sqrt{3600 + 6400} \cdot \frac{1}{2} \frac{м}{с} =$

$= \sqrt{10\,000} \cdot \frac{1}{2} \frac{м}{с} = 100 \cdot \frac{1}{2} \frac{м}{с} = 50 \frac{м}{с}$

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

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

$2c\Delta t = \frac{V_1^2+V_2^2}{2} - \frac{V_1^2+V_2^2}{4} = \frac{V_1^2+V_2^2}{4} \Rightarrow \Delta t = \frac{V_1^2+V_2^2}{8c}$

$\Delta t = \frac{3600 \frac{м^2}{с^2} + 6400 \frac{м^2}{с^2}}{8 \cdot 130 \frac{Дж}{кг \cdot °C}} = \frac{10\,000 \frac{м^2}{с^2}}{8 \cdot 130 \frac{Дж}{кг\cdot°C}} = \frac{10\,000}{1040} °C =$

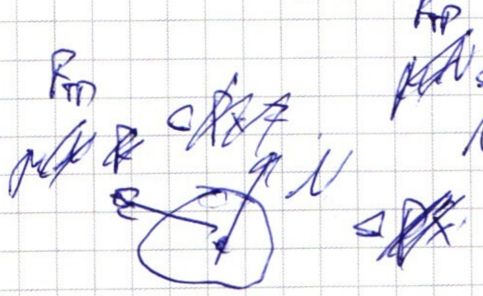
$= \frac{1000}{104} °C = \frac{500}{52} = \frac{250}{26} = \frac{125}{13} \approx 9{,}6 °C$

$\begin{array}{r|l} 125 & 13 \\ -117 & 9{,}6 \\ 80 & \\ -78 & \\ 20 & \end{array}$

$F_{тр}$

$\mu N\Delta t = mV_2\cos\alpha\,t - \mu N\Delta t = -m(V_1 + V_2\sin\alpha)$

$N\Delta t = V_2\cos\alpha \quad N\Delta t = mV_2\cos\alpha$



$N\Delta t = mV_2\cos\alpha$

$\cancel{\mu N\Delta t} = mV_1$

$(\mu N + F_{тр})\Delta t = mV_1 \Rightarrow -\mu N\Delta t = mV_1 - mV_2\sin\alpha$

$-\mu N\Delta t = mV_1 -$

$\mu =$

☑ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__ (Нумеровать только чистовики)

$\cancel{M-(F_{тр}}$

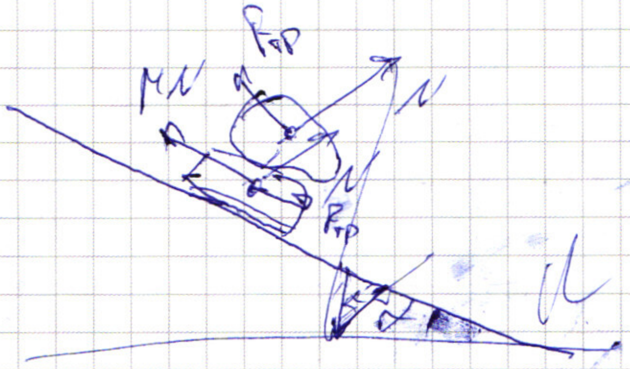
$(F_{тр} - \mu N)\Delta t = mV_1$

$N\Delta t = mV_2\cos\alpha$

$F_{тр}\ \cancel{\mu N \Delta t = mV_2\sin\alpha}$

$\mu N\Delta t = mV_2\sin\alpha - mV_1$

$\mu = \frac{mV_2\sin\alpha - mV_1}{mV_2\cos\alpha}$



$\mu N\Delta t = (-mV_1 - mV_2\sin\alpha)$

$N\Delta t = 0 - mV_2\cos\alpha$

$\mu = \frac{V_1}{V_2\cos\alpha} + tg\alpha$

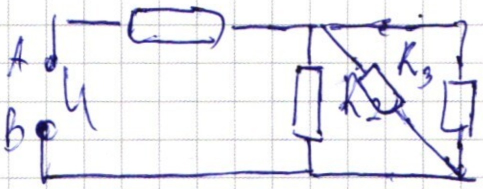
$mV_2\cos\alpha = \Delta p_y$

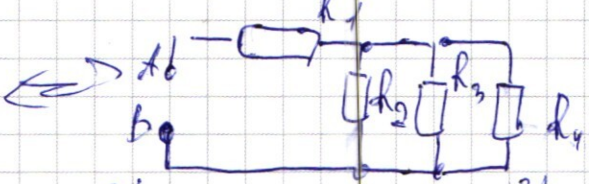
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

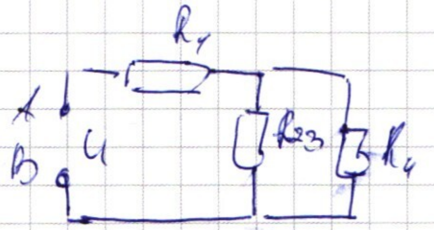
№5

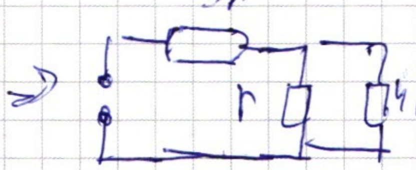
$R_1 = 3r$, $R_2 = R_3 = 2r$

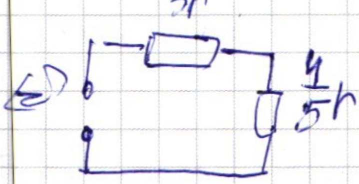
$R_4 = 4r$











$$\Rightarrow R_{AB} = 3r + \frac{4}{5}r = \frac{15+4}{5}r = \frac{19}{5}r$$

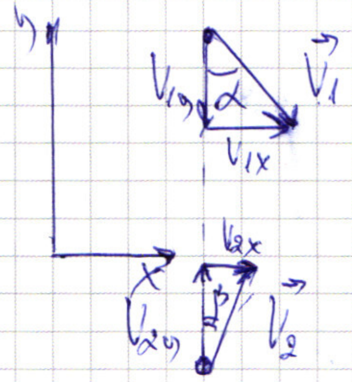
2) $$I_0 = \frac{U}{R_{AB}} = \frac{U \cdot 5}{19r} = \frac{38\,B \cdot 5}{19 \cdot 10\,Ом} = 1\,A$$

$$\begin{cases} R_2 I_2 = R_3 I_3 = R_4 I \\ I_2 + I_3 + I = I_0 \end{cases}$$

т.к. $R_2 = R_3$, то $I_2 = I_3 = I' \Rightarrow$

$\Rightarrow \quad 2I' + I = I_0$ и $2r \cdot I' = 4r\,I \Rightarrow I' = 2I$

$4I + I = I_0 \Leftrightarrow 5I = I_0 \Rightarrow I = \frac{I_0}{5} = \frac{1A}{5} = 0{,}2\,A$



t – время встречи

$V_1 \cdot \sin\alpha \, t = V_2 \sin\beta \, t \Rightarrow \sin\beta = \sin\alpha \frac{V_1}{V_2}$

$\sin\beta = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{10}{20} = \boxed{\frac{\sqrt{3}}{4}}$

2) В СО корабля:

$V_{1x} = V_{2x}$, а $V_{2y\,отн} = V_{2y} + V_{1y} = V_1 \cos\alpha + V_2 \cos\beta =$

$= V_1 \cos\alpha + V_2 \sqrt{1 - \sin^2\beta}$

Пройдёт $\Delta y = l - S \, x, = T \cdot (V_1 \cos\alpha + V_2 \sqrt{1-\sin^2\beta}) \Rightarrow$

$\Rightarrow T = \frac{l - S}{V_1 \cos\alpha + V_2 \sqrt{1 - \sin^2\beta}} = \frac{1000м - 770м}{10\frac{м}{с} \cdot \frac{1}{2} + 20\frac{м}{с}\sqrt{1 - \frac{3}{16}}} =$

$= \frac{230м}{5\frac{м}{с} + 20\frac{м}{с} \cdot \frac{\sqrt{13}}{4}} = \frac{230м}{5\frac{м}{с} + 5\frac{м}{с} \cdot \sqrt{13}} \approx \frac{230м}{5\frac{м}{с} \cdot 4,6} \approx \frac{230м}{23\frac{м}{с}} \approx$

$\approx 10с$

$\sqrt{13} = \sqrt{16 - 3}$ $(9 + 4)$ $\approx 3 + \frac{4}{2 \cdot 3} = 3\frac{2}{3} \approx 3,6$

$\frac{46}{10} \cdot 5 = \frac{46}{2} = 23$

$3,6 \times 3,6$: $216 + 1080 = 12,96$

$y = l - S$