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?

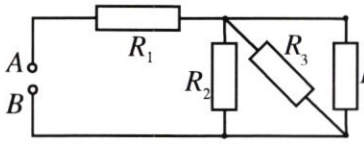
2) На сколько Δt (^{0}C) повысится температура шариков?

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.

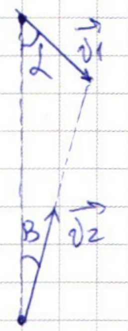
1) Найдите эквивалентное сопротивление R_{AB} цепи.

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

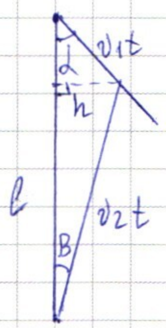


ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1



$\rightarrow$

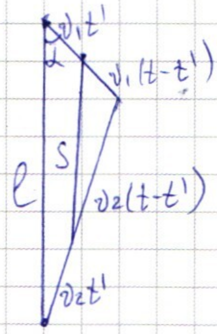


$$h = v_1 t \sin\alpha = v_2 t \sin\beta$$

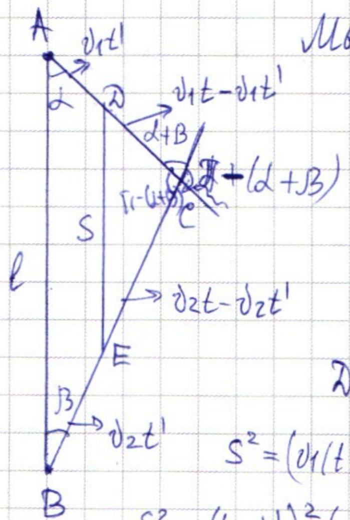
$$\sin\beta = \frac{v_1 \sin\alpha}{v_2} = \frac{10}{20} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{\sqrt{3}}{4}$$

где t - время встречи.

Пусть t' - время за которое расстояние между ними станет S.



$\rightarrow$



Мы точками A, B, C, D, E обозначили.

$AD = v_1 t'$; $AC = v_1 t$; $DC = v_1 t - v_1 t'$

$BE = v_2 t'$; $BC = v_2 t$; $EC = v_2 t - v_2 t'$

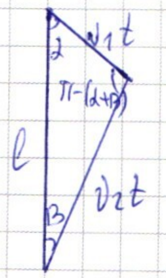
Используем теорему косинусов в $\triangle DCE$:

$$DE^2 = DC^2 + EC^2 - 2 \cdot DC \cdot EC \cdot \cos(\pi - (\alpha+\beta))$$

$$S^2 = (v_1(t-t'))^2 + (v_2(t-t'))^2 + 2 v_1 (t-t') v_2 (t-t') \cos(\alpha+\beta)$$

$$S^2 = (t-t')^2 (v_1^2 + v_2^2 + 2 v_1 v_2 \cos(\alpha+\beta))$$

Теперь найдем время t:



Запишем теорему косинусов в этой треугольнике:

$$l^2 = (v_1 t)^2 + (v_2 t)^2 - 2 v_1 t v_2 t \cos(\pi - (\alpha+\beta))$$

$$l^2 = t^2 (v_1^2 + v_2^2 + 2 v_1 v_2 \cos(\alpha+\beta))$$

$$t = \frac{l}{\sqrt{v_1^2 + v_2^2 + 2 v_1 v_2 \cos(\alpha+\beta)}}$$

№1

Продолжение:

Значение t постаним в выражение:

$$S^2=(t-t')^2(v_1^2+v_2^2+2v_1v_2\cos(\alpha+\beta))$$

$\cancel{t-t'}$ $t=\dfrac{l}{\sqrt{v_1^2+v_2^2+2v_1v_2\cos(\alpha+\beta)}}$

$$t-t'=\frac{S}{\sqrt{v_1^2+v_2^2+2v_1v_2\cos(\alpha+\beta)}}=\frac{l}{\sqrt{v_1^2+v_2^2+2v_1v_2\cos(\alpha+\beta)}}-t'$$

$$t'=\frac{l-S}{\sqrt{v_1^2+v_2^2+2v_1v_2\cos(\alpha+\beta)}}$$

$$\cos\beta=\sqrt{1-\sin^2\beta}=\sqrt{1-\frac{3}{16}}=\frac{\sqrt{13}}{4}$$

$$\cos(\alpha+\beta)=\cos\alpha\cos\beta-\sin\alpha\sin\beta=\cancel{\frac{1}{2}\cdot\frac{\sqrt{13}}{4}-\frac{\sqrt{3}}{2}\cdot\frac{\sqrt{13}}{4}}\ \frac{1}{2}\cdot\frac{\sqrt{13}}{4}-\frac{\sqrt{3}}{2}\cdot\frac{\sqrt{3}}{4}=$$

$$=\frac{\sqrt{13}-3}{8}\approx\frac{3,6-3}{8}\approx 0,075$$

$t'\approx 10c$

Ответ: $\cancel{1)\ \sin\beta=\frac{\sqrt{3}}{4}\approx}$ 1) $\sin\beta=\dfrac{v_1\sin\alpha}{v_2}=\dfrac{\sqrt{3}}{4}\approx 0,45$

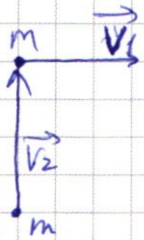
2) $t'=\dfrac{l-S}{\sqrt{v_1^2+v_2^2+2v_1v_2\cos(\alpha+\beta)}}\approx 10c$

☐ черновик ☑ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №2 (Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№4



$$\vec{P_0} = \vec{P_1} + \vec{P_2}; \quad \vec{P} = m\vec{V_1} + m\vec{V_2}$$

$$P = m\sqrt{V_1^2 + V_2^2}$$

$$\vec{P} = \vec{P_k}$$

$$m\sqrt{V_1^2 + V_2^2} = 2mu; \quad u = \frac{\sqrt{V_1^2 + V_2^2}}{2} = 50 \text{ м/с}$$

$$\Delta E = \frac{mV_1^2}{2} + \frac{mV_2^2}{2} - \frac{2mu^2}{2} = \left(mV_1^2 + mV_2^2 - \frac{2m(V_1^2 + V_2^2)}{4}\right) \cdot \frac{1}{2} =$$

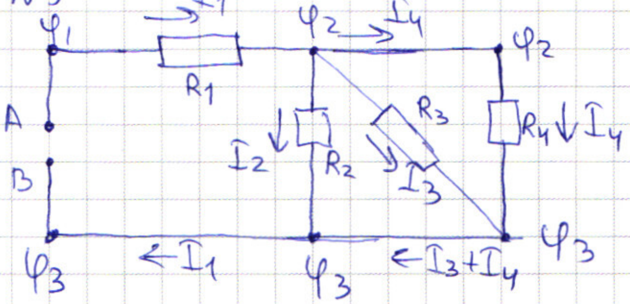
$$= \frac{2mV_1^2 + 2mV_2^2 - mV_1^2 - mV_2^2}{4} = \frac{m(V_1^2 + V_2^2)}{4}$$

$$\Delta E = cm\Delta t$$

$$\frac{\cancel{m}(V_1^2 + V_2^2)}{4} = c\cancel{m}\Delta t; \quad \Delta t = \frac{V_1^2 + V_2^2}{8c} \approx 19{,}2\,°C$$

Ответ: 1) $u = \frac{\sqrt{V_1^2 + V_2^2}}{2} = 50 \text{ м/с}$ 2) $\Delta t = \frac{V_1^2 + V_2^2}{8c} \approx 19{,}2\,°C \approx 19{,}2\,°C$

№5



$I_4 = I_1 - (I_2 + I_3)$

Запишем 2-ое правило Кирхгофа:

1) $R_4 I_4 = R_3 I_3$

$R_4 (I_1 - I_2 - I_3) = R_3 I_3$

2) $R_3 I_3 = R_2 I_2$

$\frac{R_3 I_3}{R_2} = I_2$

3) $R_4 \left(I_1 - \frac{R_3 I_3}{R_2} - I_3 \right) = R_3 I_3$

$R_4 (R_2 I_1 - R_3 I_3 - R_2 I_3) = R_2 R_3 I_3$; $R_4 R_2 I_1 = I_3 (R_2 R_3 + R_3 R_4 + R_2 R_4)$

$I_3 = \frac{R_2 R_4 I_1}{R_2 R_3 + R_3 R_4 + R_2 R_4}$

$I_2 = \frac{R_3}{R_2} \cdot I_3 = \frac{R_3 R_4 I_1}{R_2 R_3 + R_3 R_4 + R_2 R_4}$

4) $\varphi_3 - \varphi_2 = R_4 I_4 = R_4 (I_1 - I_2 - I_3)$
$+$
$\varphi_2 - \varphi_1 = R_1 I_1$

$\varphi_3 - \varphi_1 = U = R_4 \cdot \left(I_1 - \frac{R_3 R_4 I_1}{R_2 R_3 + R_3 R_4 + R_2 R_4} - \frac{R_2 R_4 I_1}{R_2 R_3 + R_3 R_4 + R_2 R_4} \right) + R_1 I_1 =$

$= \frac{R_4 \cdot I_1 \cdot (R_2 R_3 + \cancel{R_3 R_4} + \cancel{R_2 R_4} - \cancel{R_3 R_4} - \cancel{R_2 R_4})}{R_2 R_3 + R_3 R_4 + R_2 R_4} + R_1 I_1 = \frac{I_1 (R_2 R_3 R_4 + R_1 R_2 R_3 + R_1 R_3 R_4 + R_1 R_2 R_4)}{R_2 R_3 + R_3 R_4 + R_2 R_4}$

$\frac{\varphi_3 - \varphi_1}{I_1} = R_{общ} = \frac{R_2 R_3 R_4 + R_1 R_2 R_3 + R_1 R_3 R_4 + R_1 R_2 R_4}{R_2 R_3 + R_3 R_4 + R_2 R_4} = 3{,}8r$

$I_4 = I_1 - I_2 - I_3 = \frac{I_1 R_2 R_3}{R_2 R_3 + R_3 R_4 + R_2 R_4} = 0{,}2 I_1$

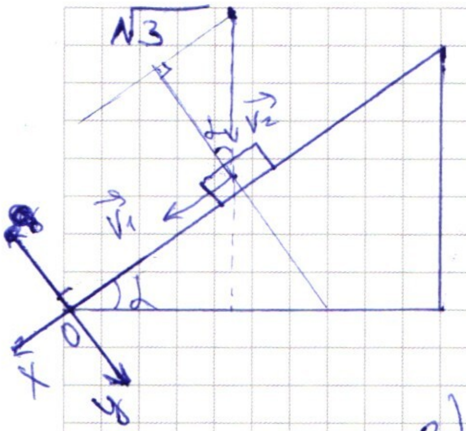
$I_1 = \frac{U}{R_{общ}} = \frac{U}{3{,}8r}$; $I_4 = 0{,}2 \cdot \frac{U}{3{,}8r} = \frac{U}{19r} = \frac{38}{19 \cdot 10} = 0{,}2\,A$

Ответ: 1) $R_{общ} = 3{,}8r$ 2) $I_4 = \frac{U}{19r} = 0{,}2\,A$

☐ черновик ☑ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№3



Запишем 2-ой З.Н. во время слипания, для обеих тел.

1) Oy: $m\vec{a_y} = \vec{N} + \vec{F_{тр}}$

$ma_y = N$; $m\frac{dV_y}{dt} = -N$; $m\int\limits_{V_2\cos\alpha}^{0} dV_y = -tN$; $mV_2\cos\alpha = Nt$

2) $\begin{cases} OX: \ ma_{1x} = F_{тр} - F_2 \\ -m\frac{dV_{1x}}{dt} = N\mu - F_2; \\ OX: \ ma_{2x} = F_2 \\ -m\frac{dV_{2x}}{dt} = F_2; \end{cases}$

$-m\frac{dV_{1x}}{dt} = N\mu + \frac{m dV_{2x}}{dt}$

$N\mu + \frac{m}{dt}\cdot(dV_{2x} + dV_{1x}) = 0$; $N\mu t = -m\cdot\left(\int\limits_{V_2\sin\alpha}^{0} dV_{2x} + \int\limits_{V_1}^{0} dV_{1x}\right)$

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

$mV_2\cos\alpha\mu - mV_2\sin\alpha = mV_1$; $V_2(\cos\alpha\mu - \sin\alpha) = V_1$; $\cos\alpha\mu - \sin\alpha = \frac{V_1}{V_2}$

3) Запишем 2-ой З.Н. до слипания, для бруска.

Oy: $mg\cos\alpha = N'$

OX: $ma' = N'\mu - mg\sin\alpha = mg(\cos\alpha\mu - \sin\alpha) = mg\cdot\frac{V_1}{V_2}$

$a' = g\cdot\frac{V_1}{V_2}$;

4) Запишем ЗСЕ:

$mgh = \frac{mV_2^2}{2}$; $V_2 = \sqrt{2gh}$; $\cancel{a' = \frac{g\sqrt{2gh}}{V_2}}$ $a' = \frac{gV_1}{\sqrt{2gh}} = 2{,}5\ м/с^2$

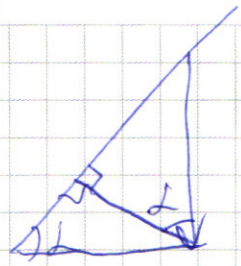
Ответ: 1) $V_2 = \sqrt{2gh} = 4\ м/с$ 2) $|a'| = \frac{gV_1}{\sqrt{2gh}} = 2{,}5\ м/с^2$, но оно отрицательное.

* По условию задачи мы не учитываем силу тяжести во время удара.

$\frac{\sin B}{\cos(B-\alpha)}$ $B=~~8~~0$ $\frac{\sqrt{3}}{2\cdot\frac{\sqrt{3}}{2}}=1$

$B=90$

$\frac{1}{\cos 60}=2$



$t(B)$

$\vartheta\sin B=\frac{g\cos\alpha}{2}\cdot t$

8 $g\sin\alpha t^2+2\vartheta\cos B\cdot t-2S=0$

$D=4\vartheta^2\cos^2 B+8Sg\sin\alpha$

$\frac{2\vartheta\sin B}{g\cos\alpha}=t$ $t=max;\ B=\frac{\pi}{2}$ $t=\frac{2\vartheta}{g\cos\alpha}$

$S=\vartheta\cos\frac{\pi}{2}t+\frac{g\sin\alpha}{2}\cdot t^2=\frac{g\sin\alpha}{2}\cdot\frac{2\vartheta}{g\cos\alpha}=\vartheta tg\alpha$

$=\frac{g\sin\alpha}{2}\cdot\frac{4\vartheta^2}{g^2\cos^2\alpha}=\frac{2\vartheta^2\sin\alpha}{g\cos^2\alpha}=S$

$\vartheta=\sqrt{\frac{g\cos^2\alpha S}{2\sin\alpha}}=\cos\alpha\cdot\sqrt{\frac{gS}{2\sin\alpha}}=\frac{\sqrt{3}}{2}\cdot\sqrt{10\cdot 800}=$

$=\frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}}\cdot\sqrt{4000}=\frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}}\cdot 20\cdot\sqrt{10}=\sqrt{15}\cdot 20\approx 3{,}9\cdot 20=78$

38 × 38 = 304 + 114 = 1444

39 × 39 = 351 + 117 = 1521

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

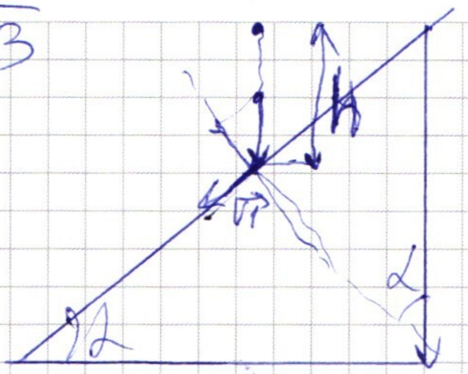
(Нумеровать только чистовики)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№3



$\cancel{100}$ $\frac{100}{40} = \frac{25}{100}$

$mgh = \frac{mv_2^2}{2}$; $v_2 = \sqrt{2gh}$

$1c - 40$

$x - 1$

$x = \frac{1}{40}$

$\vec{F} = m\frac{d\vec{v}}{dt}$; $F = -m\frac{dv}{dt}$

F

$\cancel{mv_2 + mv_1 = 0}$

$\begin{cases} m\frac{dv_2}{dt} = -F_2 \\ F_{тр} - F_2 = -m\frac{dv_1}{dt} \end{cases}$

$F_{тр} \cancel{+} m\frac{dv_2}{dt} = \frac{m\,dv_1}{dt}$

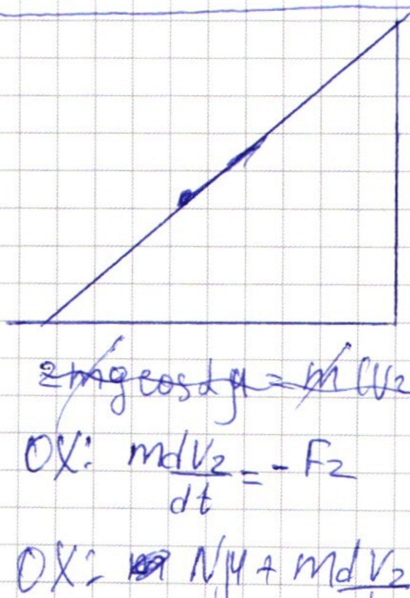
$F_{тр}\,dt = m(dv_1 - dv_2)$

$F_{тр}\,t = m\cdot\left(\int_{v_1}^{0} dv_1 - \int_{v_2\sin\alpha}^{0} dv_2\right)$

$\frac{F}{m} = a$

$\frac{10\cdot 4}{1} = 40$

$F_{тр}\cdot t = m\cdot(v_2\sin\alpha - v_1)$



$\frac{v_2\sin\alpha - v_1}{t}$ $\cancel{a = mg}$

$\boxed{g\cos\alpha\,\mu} = a$

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

$\boxed{mg\cos\alpha\,\mu}$

$20\cdot 0{,}8 = 16$

$4\cdot 10$

$\cancel{2mg\cos\alpha\,\mu = m(v_2\sin\alpha - v_1)}$

$Oy: -m\frac{dv_y}{dt} = N$

$\frac{10\cdot 1}{4} = \frac{1}{4} = 2{,}5$

$OX: \frac{m\,dv_2}{dt} = -F_2$

$\boxed{mv_y = Nt}$ $\boxed{mv_2\cos\alpha = Nt}$

$OX: N\mu + m\frac{dv_2}{dt} = N\mu - F_2 = -m\frac{dv_1}{dt}$

$N\,dt\,\mu = -\frac{m}{\cancel{dt}}(dv_1 + dv_2)$

$mg\cos\alpha\,\mu - mg\sin\alpha = mg(\cos\alpha\,\mu - \sin\alpha)$

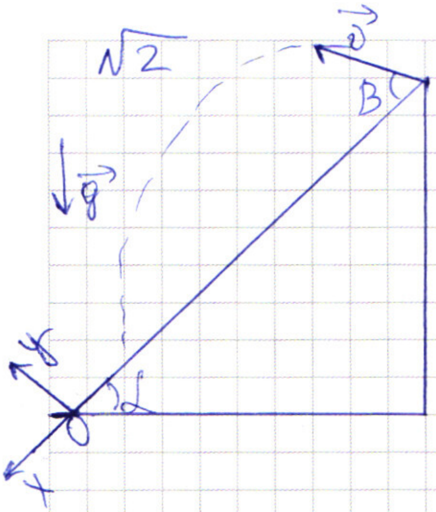
$mv_2\cos\alpha\,\mu = +m\cdot(+v_1 + v_2\sin\alpha)$

$\cancel{-mv_1 = mv_2(\sin\alpha - \cos}$ $\cancel{m}v_2(\cos\alpha\,\mu - \sin\alpha) = \cancel{m}v_1$; $\cos\alpha\,\mu - \sin\alpha = \frac{v_1}{v_2}$

☑ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

№2



Возьмём оси x, y, как показано на рисунке. Движение тела мы будем рассматривать по этим осям. Спроецируем $\vec{v}$ и $\vec{g}$ на эти оси.

$v_x = v\cos B$; $v_y = v\sin B$; $g_x = g\sin\alpha$; $g_y = -g\cos\alpha$.

$$\begin{cases} OY:\ y(t) = v_y t + \dfrac{g_y t^2}{2} \\ OX:\ x(t) = v_x t + \dfrac{g_x t^2}{2} \end{cases}$$

$$\begin{cases} 0 = v\sin B\, t - \dfrac{g\cos\alpha\, t^2}{2} \\ S = v\cos B\, t + \dfrac{g\sin\alpha\, t^2}{2} \end{cases}$$

$v\sin B = \dfrac{g\cos\alpha\, t}{2}$; $t = \dfrac{2v\sin B}{g\cos\alpha} = max$

$t = max$ при $\sin B = max = 1$

при $B = \dfrac{\pi}{2}$.

$v\sin\dfrac{\pi}{2} = g\cos\alpha\dfrac{t}{2}$; $t = \dfrac{2v}{g\cos\alpha}$

$$S = v\cos\frac{\pi}{2}\cdot\frac{2v}{g\cos\alpha} + \frac{g\sin\alpha}{2}\cdot\left(\frac{2v}{g\cos\alpha}\right)^2 = \frac{4v^2\sin\alpha}{2g\cos^2\alpha} = \frac{2v^2\sin\alpha}{g\cos^2\alpha}$$

$$v = \sqrt{\frac{Sg\cos^2\alpha}{2\sin\alpha}} = \sqrt{\frac{Sg}{2\sin\alpha}}\cdot\cos\alpha \approx 78\text{ м/с}$$

Ответ: 1) $B = \dfrac{\pi}{2}$; 2) $v_0 = \sqrt{\dfrac{gS}{2\sin\alpha}}\cdot\cos\alpha \approx 78$ м/с

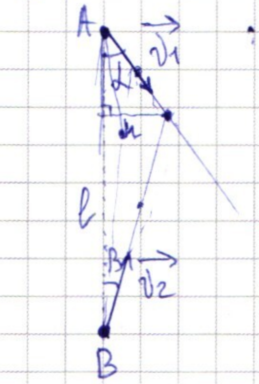
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНО[Е]
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУ[Т]
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ)»

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 1

$\vec{r} = \vec{v}_0 t + \frac{\vec{g}t^2}{2}$

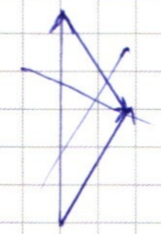


1) $h = v_1 t \sin\alpha = v_2 t \sin\beta$

$v_1 \sin\alpha = v_2 \sin\beta$; $\sin\beta = \frac{v_1 \sin\alpha}{v_2} = \frac{10}{20} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{\sqrt{3}}{4}$

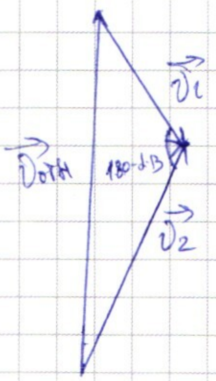
2) $\vec{v}_{отн.} + \vec{v}_1 = \vec{v}_2$; $\vec{v}_{отн} = \vec{v}_2 - \vec{v}_1$

$\cos\beta = \sqrt{1 - \frac{3}{16}} = \frac{\sqrt{13}}{4}$



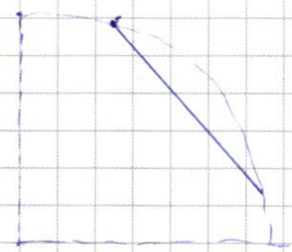
$v_{отн}^2 = v_1^2 + v_2^2 - 2v_1 v_2 \cdot \cos(180 - (\alpha + \beta))$

$v_{отн}^2 = v_1^2 + v_2^2 + 2v_1 v_2 \cdot \cos(\alpha + \beta)$



~~$\vec{l} = \vec{v}_{отн} \cdot t + \vec{S}$~~

$\vec{r} = \vec{v}_{отн} \cdot t$

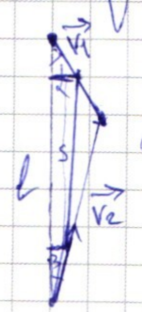


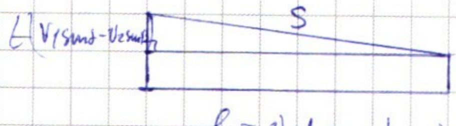
$r^2 = l^2 + S^2 - 2lS\cos\alpha = v_{отн}^2 \cdot t^2$

$l^2 + S^2 - 2lS\cos\alpha = (v_1^2 + v_2^2 + 2v_1 v_2 \cos(\alpha + \beta))t^2$

$\cos(\alpha+\beta) = \cos\alpha\cos\beta - \sin\alpha\sin\beta = \frac{1}{2} \cdot \frac{\sqrt{13}}{4} - \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{4} = \frac{\sqrt{13} - 3}{8}$

$\sqrt{\frac{l^2 + S^2 - 2lS\cos\alpha}{v_1^2 + v_2^2 + 2v_1 v_2 \cos(\alpha+\beta)}} = t$ $\quad t = 2l(v_1\cos\alpha - v_2\cos\beta) \pm$





$t^2(v_1\sin\alpha - v_2\sin\beta)^2 + (l - (v_1\cos\alpha + v_2\cos\beta)t)^2 = S^2$

$t^2(v_1^2\sin^2\alpha - 2v_1 v_2 \sin\alpha\sin\beta + v_2^2\sin^2\beta) +$

$+ l^2 - 2l(v_1\cos\alpha + v_2\cos\beta)t +$

$+ (v_1^2\cos^2\alpha + 2v_1 v_2\cos\alpha\cos\beta + v_2^2\cos^2\beta)t^2 =$

$= t^2(v_1^2 + v_2^2 + \cos(\alpha+\beta) \cdot 2v_1 v_2) - 2l(v_1\cos\alpha - v_2\cos\beta) \cdot t + l^2 = 0$

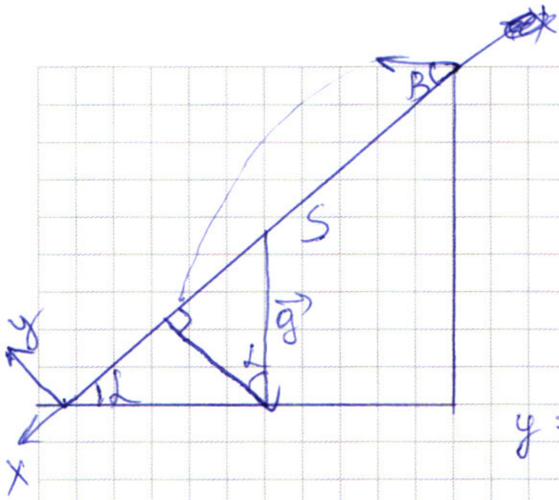
$D = 4l^2(v_1\cos\alpha - v_2\cos\beta)^2 - 4l^2(v_1^2 + v_2^2 + 2v_1 v_2\cos(\alpha+\beta)) =$

$= 4l^2(v_1^2\cos^2\alpha - 2v_1 v_2\cos\alpha\cos\beta + v_2^2\cos^2\beta - v_1^2 - v_2^2 - 2v_1 v_2\cos(\alpha+\beta)) =$

$= 4l^2(-v_1^2\sin^2\alpha - v_2^2\sin^2\beta$

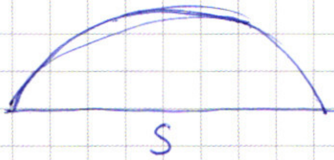
☑ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)



$v_y = v\sin B; \quad v_x = v\cos B$

$a_y = -g\cos\alpha; \quad a_x = g\sin\alpha$



$y = v_y t - \frac{a_y t^2}{2} = 0 \qquad v_y = \frac{a_y t}{2}; \quad 2v\sin B = g\cos\alpha t$

$t = \frac{2v\sin B}{g\cos\alpha}$

$x = v_x t + \frac{a_x t^2}{2}$

$S = v\cos B t + \frac{g\sin\alpha t^2}{2} \qquad v = \frac{g t\cos\alpha}{2\sin B}$

$S = \frac{t\cos B\, g t\cos\alpha}{2\sin B} + \frac{g\sin\alpha}{2}\cdot t^2 = \frac{g t^2\cos\alpha\cos B + \sin\alpha\sin B\cdot g t^2}{2\sin B} =$

$= \frac{g t^2\cos(\alpha - B)}{2\sin B} = S$

$t = \sqrt{\frac{2S\sin B}{g\cos(\alpha - B)}} = \min$

$\frac{\sin B}{\cos(\alpha - B)} = \min \qquad (\sin B)'\cos(\alpha - B) - \sin B\cdot(\cos(\alpha - B))'\cdot(\alpha - B)' = 0$

$\cos B\cos(\alpha - B) + \sin B\cdot\sin(\alpha - B) = 0$

$\cos B\cos(\alpha - B) = \sin B\sin(\alpha - B)$

$\cancel{tg B} =$

$\cos B\cos(\alpha - B) + \sin B\sin(\alpha - B) = 0$

$\cancel{\cos(B + \alpha - B) = 0}; \qquad \cos(B - (\alpha - B)) = 0; \quad 2B - \alpha = \frac{\pi}{2}; \quad 2B = \frac{\pi}{2} + \alpha$

$\frac{180 + 60}{4} = \frac{240}{4} = 60 \qquad B = \frac{\pi + 2\alpha}{4} = 60$

$v = \frac{g\cos\alpha}{2\sin B}\cdot\sqrt{\frac{2S\sin B}{g\cos(\alpha - B)}} = \frac{g\cos\alpha\sqrt{S}}{\sqrt{2\sin B\, g\cos(\alpha - B)}} =$

$= \cos\alpha\cdot\sqrt{\frac{gS}{2\sin B\cos(\alpha - B)}}$

$\sqrt{\frac{8000}{2\cdot\frac{\sqrt{3}}{2}\cdot\frac{\sqrt{3}}{2}}} = \sqrt{\frac{8000\cdot 2}{3}} =$

$= \sqrt{\frac{16000}{3}} = 40\cdot\frac{\sqrt{10}}{3} \approx 40.$

$\cos B\cos(\alpha - B) - \sin B\sin(\alpha - B) = 0$

$\cos(B + \alpha - B)$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

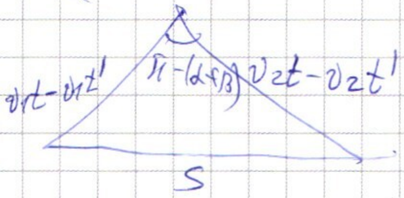
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\ell^2 = (v_1 t)^2 + (v_2 t)^2 + 2 v_1 t v_2 t \cos(\alpha+\beta)$$

$$\ell^2 = (v_1^2 + v_2^2 + 2 v_1 v_2 \cos(\alpha+\beta)) t^2;$$

$32 \cdot 32 = 1024$ $\quad 35 \cdot 35 = 1225$



$36 \cdot 36 = 1296$

$$S^2 = (v_1(t-t'))^2 + (v_2(t-t'))^2 + 2 v_1 v_2 (t-t')^2 \cos(\alpha+\beta)$$

$$S^2 = (v_1^2 + v_2^2 + 2 v_1 v_2 \cos(\alpha+\beta)) \cdot (t-t')^2$$

$$t - t' = \sqrt{\frac{S^2}{v_1^2+v_2^2+2v_1v_2\cos(\alpha+\beta)}} = \frac{\ell}{\sqrt{v_1^2+v_2^2+2v_1v_2\cos(\alpha+\beta)}} - t'$$

$\frac{0{,}6}{8} = \frac{0{,}3}{4} = \frac{300}{40}$

$$t' = \frac{\sqrt{\ell} - \sqrt{S}}{\sqrt{v_1^2+v_2^2+2v_1v_2\cos(\alpha+\beta)}}$$

$30 : 4{,}8 = 7{,}5$ $\quad \boxed{\frac{300}{40}} \cdot \frac{1}{100}$ $\quad \frac{7{,}5}{100} = 0{,}075$

$1000 - 770 = 230$ $\quad 500 + \frac{400 \cdot 75}{1000} = 530$ $\quad 22 \cdot 22 = 44$ $\quad 23 \cdot 23 = 529$

$\sqrt{530} \approx 23$

$18 \cdot 18 = 144$ $\quad 1{,}8 / 4$ $\quad 18 / 4 = 4{,}5$

$$\cos\beta(\cos\beta\cos\alpha + \sin\beta\sin\alpha) + \sin\beta(\sin\beta\cos\alpha - \sin\alpha\cos\beta) = 0$$

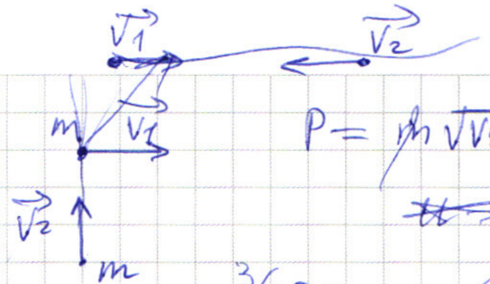
$$\cos^2\beta\cos\alpha + \cancel{\sin\beta\cos\beta\sin\alpha} + \sin^2\beta\cos\alpha - \cancel{\sin\alpha\sin\beta\cos\beta}$$

$$\cos\alpha = \sin\alpha\sin\beta(\cos\alpha - \cos\beta)$$

$$\cos(-\beta)\cos(\beta-\alpha) - \sin(-\beta)\sin(\beta-\alpha) = \cancel{\cos(-\beta)}$$

$$\cancel{\cos\alpha(1-\sin\alpha\cos\alpha)} \quad \cos\alpha(1 - \sin\alpha\sin\beta) = -\sin\alpha\cos\beta$$

~~$\cos\beta\cos\alpha$~~



$P = m\sqrt{V_1^2 + V_2^2} = 2m\vec{u}$

$\frac{4\cdot}{4+8+8} = \frac{4}{20} = \frac{1}{5}$

3600
6400
100 00
100

$1000 \,|\, 104$
936 9,6
640
104
$\approx 10^0$

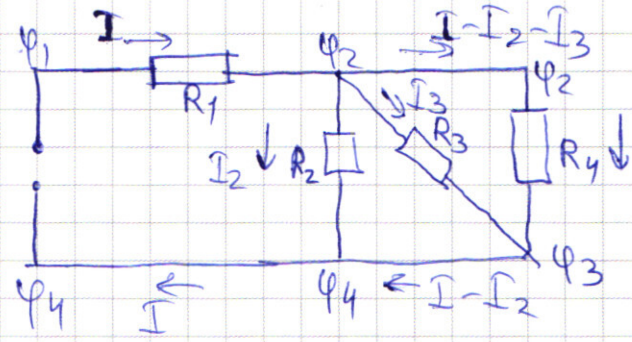
3

0,2

~~10000 | 8·130~~

~~2r·2r·4r+~~ 48 28 76

$\frac{16+12+24+24}{4+8+8} = \frac{76}{20} = \frac{38}{10}$



$R_4(I - I_2 - I_3) = R_3 I_3$ $\boxed{2I - 2I_2 = 3I_3}$

$R_3 I_3 = R_2 I_2$

$2rI_3 = 2rI_2$

$I_2 = I_3$

$2\cancel{4r}(I - I_2 - I_3) = \cancel{2r} I_3$

$2(I - 2I_2) = I_2$; $2I = 5I_2$; $I_2 = 0{,}4I$

$\varphi_3 - \varphi_2 = R_4 \cdot (I - \overset{0{,}8I}{0{,}4I \cdot 2})$

$\varphi_2 - \varphi_1 = R_1 I = \cancel{R_1 \cdot 2{,}5} R_1 I$

(2)

$\varphi_3 - \varphi_1 = 4rI - 3{,}2rI + 3rI = 7rI - 3{,}2rI = 3{,}8rI$

$R = \frac{3{,}8rI}{I} = 3{,}8r$

$\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} = \frac{1}{r} + \frac{1}{4r} = \frac{5}{4r}$; $\frac{4r}{5} + 3r = \frac{19r}{5} = 3{,}8r$

$I_4 = I - I_2 - I_3 = I - 0{,}8I = 0{,}2I$

$I = \frac{U}{3{,}8r}$; $\frac{0{,}2U}{3{,}8r} = \frac{U}{19r} = \frac{38}{19\cdot 10} = \frac{1}{5} = 0{,}2A$

$\frac{(R_2R_3 + \cancel{R_3R_4} + \cancel{R_2R_4})I_1 - (\cancel{R_3R_4} + \cancel{R_2R_4})I_1}{R_2 R_3 + R_3 R_4 + R_2 R_4} = \frac{R_2 R_3 I_1 R_4}{R_2R_3 + R_3R_4 + R_2R_4} + R_1 I_1$

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

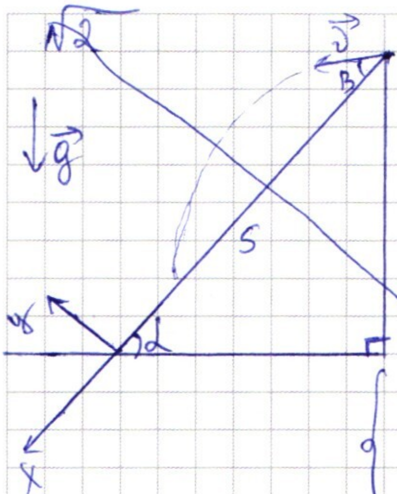
(Поставьте галочку в нужном поле) (Нумеровать только чистовики)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2



Возьмём оси X, y как показано на рисунке.

Спроекцируем $\vec{v}$ и $\vec{g}$ на эти оси.

$v_x = v\cos\beta;\ v_y = v\sin\beta;\ g_x = g\sin\alpha;\ g_y = -g\cos\alpha$

$\vec{r} = \vec{v}\cdot t + \vec{a}\cdot\frac{t^2}{2}$; у нас r это S. ~~по оси~~ X,

$$\begin{cases} y:\ 0 = v_y t + \frac{g_y t^2}{2} \\ X:\ S = v_x t + \frac{g_x t^2}{2} \end{cases} \qquad \begin{cases} 0 = v\sin\beta t - \frac{g\cos\alpha t^2}{2} \\ S = t v\cos\beta + \frac{g\sin\alpha t^2}{2} \end{cases}$$

$t = \frac{2v\sin\beta}{g\cos\alpha}$; $S = \frac{v\cos\beta\cdot 2v\sin\beta}{g\cos\alpha} + \frac{g\sin\alpha}{2}\cdot\frac{4v^2\sin^2\beta}{g^2\cos^2\alpha}$

$$\begin{cases} v\sin\beta = \frac{g\cos\alpha t}{2} \\ S = v\cos\beta\cdot t + \frac{g\sin\alpha t^2}{2} \end{cases}$$

$v = \frac{gt\cos\alpha}{2\sin\beta}$; $S = \frac{\cos\beta\cdot gt^2\cos\alpha}{2\sin\beta} + \frac{g\sin\alpha}{2}\cdot t^2 = \frac{gt^2(\cos\alpha\cos\beta + \sin\alpha\sin\beta)}{2\sin\beta}$

$t^2 = \frac{2S\sin\beta}{g\cos(\beta-\alpha)} = max \to \frac{\sin\beta}{\cos(\beta-\alpha)} = max$

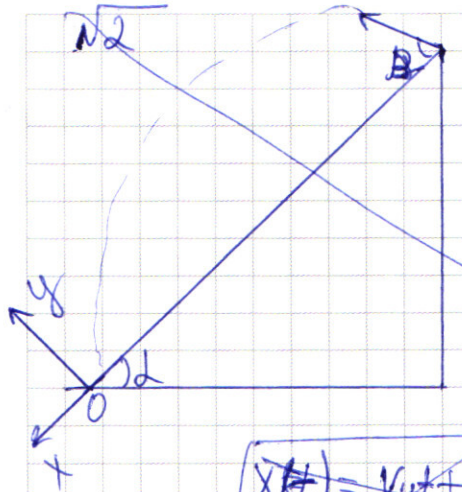
$\frac{(\sin\beta)'\cos(\beta-\alpha) - \sin\beta(\cos(\beta-\alpha))'}{\cos^2(\beta-\alpha)} = 0$; $\cos\beta\cos(\beta-\alpha) + \sin\beta\sin(\beta-\alpha)(\beta-\alpha)' = 0$

$\cos(\beta-($

☑ черновик ☒ чистовик Страница №

(Поставьте галочку в нужном поле) (Нумеровать только чистовики)

№2



~~$V_y = V\sin\alpha$~~

Мы берём оси x и y как показано на рисунке.

$V_y = V\sin\alpha$; $V_x = V\cos\alpha$; $g_x = g\sin\alpha$; $g_y = -g\cos\alpha$

Мы будем рассматривать движение по этой оси.

$$x(t) = V_y t + \frac{g_y t^2}{2} = tV\sin\alpha - \frac{g\cos\alpha t^2}{2} = 0$$

$$V\sin\alpha = gc$$

$$x(t) = V_y t + \frac{g_y t^2}{2} = V\sin\alpha t - \frac{g\cos\alpha t^2}{2} = 0; 2V\sin\alpha = g$$

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

(Поставьте галочку в нужном поле) (Нумеровать только чистовики)