

Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Вариант 09-01

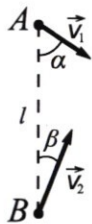
Класс 09

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?

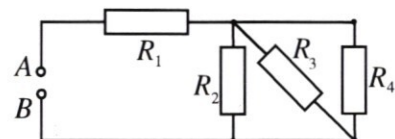
2) На сколько Δt ($^\circ\text{C}$) повысится температура шариков?

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

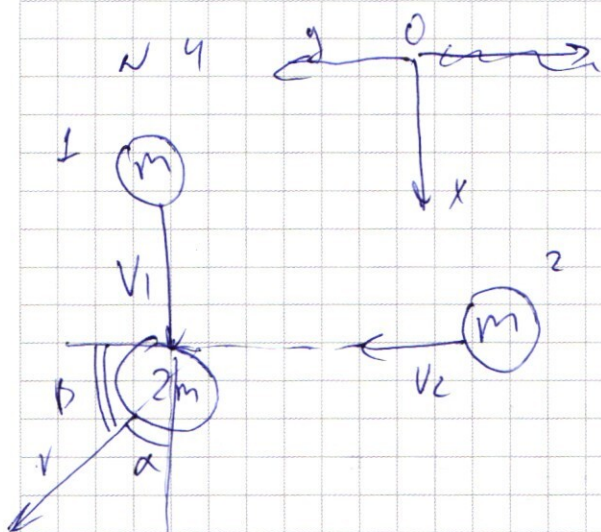
5. Четыре резистора соединены как показано на рисунке. Сопротивления резисторов $R_1 = 3 \cdot r$, $R_2 = R_3 = 2 \cdot r$, $R_4 = 4 \cdot r$. На вход АВ схемы подают напряжение $U = 38$ В.

1) Найдите эквивалентное сопротивление R_{AB} цепи.

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



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



Пусть m — масса первого шара,
после столкновения масса $2m$

Пусть после столкновения шар
летит под α к y и под β ко
второму. $\alpha + \beta = 90^\circ$.

Запишем закон сохранения
импульса.

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

по Ox : $m v_1 = 2m V \cos \alpha$

по Oy : $m v_2 = 2m V \cos \beta = 2m V \sin \alpha$; разделим

$$\begin{cases} v_1 = 2V \cos \alpha \\ v_2 = 2V \sin \alpha \end{cases} \quad \frac{v_1}{v_2} = \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} = \sqrt{\frac{1 - \sin^2 \alpha}{\sin^2 \alpha}}$$

$$\frac{v_1^2}{v_2^2} = \frac{1}{\sin^2 \alpha} - 1 \quad \frac{v_2^2 + v_1^2}{v_2^2} = \frac{1}{\sin^2 \alpha} \quad \sin^2 \alpha = \frac{v_2^2}{v_1^2 + v_2^2} \quad \sin \alpha = \frac{v_2}{\sqrt{v_1^2 + v_2^2}}$$

$$\sin \alpha = \frac{v_1}{2 \cos \alpha} = \frac{v_2}{2 \sin \alpha} = \frac{v_2 \sqrt{v_1^2 + v_2^2}}{2 v_2}$$

$$V = \frac{v_1}{2 \sin \alpha} = \frac{v_2}{2 \cos \alpha} = \frac{v_2 \sqrt{v_1^2 + v_2^2}}{2 v_2} = \frac{\sqrt{60^2 + 80^2}}{2} = \frac{\sqrt{36 + 64}}{2} = 50 \text{ м/с}$$

Энергия в системе вначале $E = \frac{m v_1^2}{2} + \frac{m v_2^2}{2}$, в конце $\frac{V^2 \cdot 2m}{2} + \frac{v^2 m}{2}$
на нагрев ушло $Q = 2cm \cdot \Delta t$;

$$\frac{m}{2} (v_1^2 + v_2^2) = Q + \frac{2V^2 m}{2}; \quad m \left(\frac{v_1^2 + v_2^2}{2} - V^2 \right) = 2cm \Delta t;$$

$$\Delta t = \frac{v_1^2 + v_2^2 - 2V^2}{4c} = \frac{v_1^2 + v_2^2 - \sqrt{v_1^2 + v_2^2}}{4c} = \frac{100^2 - 4 \cdot 50}{4 \cdot 30} = \frac{10000 - 50}{520}$$

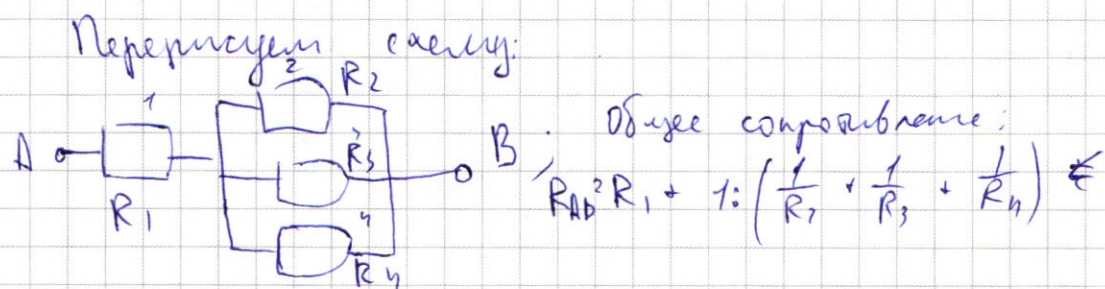
$$\Delta t = \frac{U_1^2 + U_2^2 - 2V^2}{2C \cdot 2} = \frac{60^2 + 80^2 - 2 \cdot 50^2}{4 \cdot 130} = \frac{100^2 - 0.5 \cdot 100^2}{4 \cdot 130} = \frac{100^2}{8 \cdot 130}$$

$$\Delta t = \frac{1000}{8 \cdot 13} = \frac{1000}{80 \cdot 24} = \frac{1000}{104}$$

$$\Delta t \approx 10^\circ \text{C}$$

Ответ: $V = 50 \text{ м/с}$; $\Delta t = 10^\circ \text{C}$

и 5



$$R_{AB} = 3r + 1: \left(\frac{1}{2r} + \frac{1}{2r} + \frac{1}{4r} \right) = 3r + 1: \left(\frac{2+2+1}{4r} \right) =$$

$$= 3r + 1: \left(\frac{5}{4r} \right) = 3r + \frac{4r}{5} = 3r + 0.8r = 3.8r.$$

Обозначим сопротивления цифрами согласно их сопротивлению

$$I_1 = I_2 + I_3 + I_4; U_2 = U_3 = U_4;$$

$$U_1 + U_2 = U;$$

Сопротивление парал. соединения $R_{234} = R_{AB} - R_1 = 0.8r$;

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{R_{234}}{R_1} = \frac{0.8r}{3r} = \frac{8}{30} = \frac{4}{15}; U_1 = \frac{15U_2}{4}$$

$$U_1 + U_2 = U; U = U_2 + \frac{15U_2}{4} = U_2 + 3U_2 + \frac{3}{4}U_2 = 4U_2 + \frac{3}{4}U_2$$

$$\frac{19}{4}U_2 = 38 \text{ В}; 19U_2 = 38 \cdot 4 \text{ В} \Rightarrow U_2 = 8 \text{ В}; U_1 = 30 \text{ В};$$

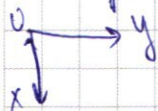
$$I_{AB} = \frac{U}{R_{AB}} = \frac{10 \text{ А}}{r}; I_4 = \frac{U_4}{R_4} = \frac{U_2}{R_4} = \frac{8 \text{ В}}{4r} = \frac{2}{r} = 0.2 \text{ А}$$

Ответ: $R_{AB} = 3.8r$; $I = 0.2 \text{ А}$;

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 2

Перевернуть партию так, чтобы склон был горизонтален



Продолжительность полета

зависит лишь от $g \cos \alpha$, поэтому составляющей ускорения по OX и

по $V_0 \sin \varphi$; Пусть T - время полета

$$0 = V_0 \sin \varphi \cdot T - \frac{g \cos \alpha \cdot T^2}{2}$$

$$V_0 \sin \varphi = \frac{g \cos \alpha}{2} T; T = \frac{V_0 \sin \varphi \cdot 2}{g \cos \alpha}; T_{\max} \text{ при } \sin \varphi = 1$$

$$T \cdot \frac{V_0 \cdot 2}{g \cos \alpha} = \text{const.}; \sin \varphi = 1; \varphi = 90^\circ$$

$$S = V_0 \cos \varphi T + \frac{g \sin \alpha \cdot T^2}{2}; S = \frac{g \sin \alpha T^2}{2}$$

$$T = \frac{\sqrt{S \cdot 2}}{\sqrt{g \sin \alpha}} = \frac{\sqrt{0,8 \cdot 2}}{\sqrt{10 \cdot \sin 30}} = \frac{\sqrt{1,6}}{\sqrt{10 \cdot 0,5}} = \frac{0,4}{\sqrt{0,5}} = 0,4 \sqrt{2} = 0,56$$

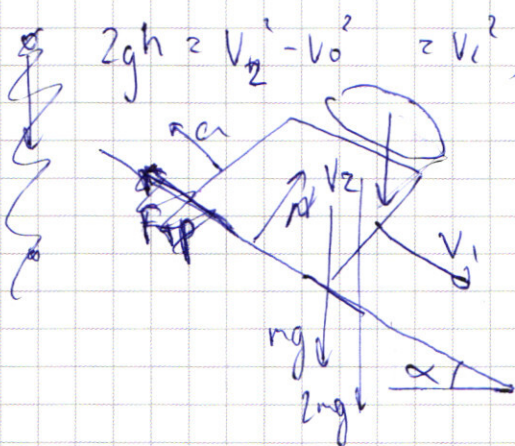
$$\text{Так } T = \frac{V_0 \cdot 2}{g \cos \alpha} \Rightarrow V_0 = \frac{T g \cos \alpha}{2} = \frac{25}{\sqrt{g \sin \alpha}} \cdot \frac{g \cos \alpha}{2}$$

$$= \sqrt{\frac{25 g^2 \cos^2 \alpha}{g \sin \alpha \cdot 4}} = \sqrt{\frac{5 \cdot g \cdot \cos^2 \alpha}{\sin \alpha \cdot 2}} = \sqrt{\frac{0,8 \cdot 10 \cdot \frac{3}{4} \cdot 10^3}{\frac{1}{2} \cdot 2}} = \sqrt{\frac{8 \cdot 3 \cdot 10^3}{4}} = \sqrt{6000} = 10 \sqrt{60} = 20 \sqrt{15}$$

$$V_0 = \sqrt{6} \text{ м/с} \cdot \sqrt{10^3} = \sqrt{6000} = 10 \sqrt{60} = 20 \sqrt{15} \text{ м/с}$$

Ответ: $\varphi = 90^\circ$; $V_0 = \sqrt{6} \text{ м/с}$ $V_0 = 20 \sqrt{15} \text{ м/с}$

№3



$$2gh = v_2^2 - v_0^2 = v_1^2; v_1 = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 0.8} = \sqrt{16} = 4 \text{ м/с}$$

Задача Кошиона где брусина
без трения

$$\vec{a}m = \vec{F}_{тр} + m\vec{g} + \vec{N};$$

в проекции на направление

$$am = \mu mg \cos \alpha - mg \sin \alpha;$$

$a = \mu g \cos \alpha - \sin \alpha$; где α - угол между направлением движения
(направление)

$$am \cdot a_2 \leq \mu mg \cos \alpha - mg \sin \alpha; a_1 \leq a, \mu \cos \alpha - \sin \alpha g.$$

~~вверх считается как $F_{тр}$ вверх по плоскости по условию (вызываете $\sin \alpha$), а вверх это равнодействующая.~~

~~То есть брусина может остановиться только если
его скорость после удара будет равна нулю
то есть $\alpha \neq 0^\circ$;~~

н. коэф. трения больше между плоскостью и брусинами.

$a_1 < \mu g \cos \alpha - g \sin \alpha$ о.н. коэф. трение больше 1 м.

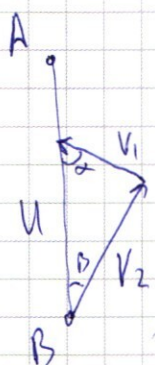
Если тело прыгает, скорость, если на него действует
ускорение против скорости, то оно остановится горнее
какое-то время, если ускорение в проекции на ось скорости
согласовано скоростью, то тело никогда не остановится.
то есть это же тело остановилось его скорость должна быть 0
при броске как вправо, скорость брусина увеличится,
и он не остановится. Если бы брусина двигалась вверх
то можно было бы прыгнуть и объекту; $a = (\mu \cos \alpha - \sin \alpha)g$ - ускорение по
плоскости

Ответ: $v_2 \geq 4 \text{ м/с}$

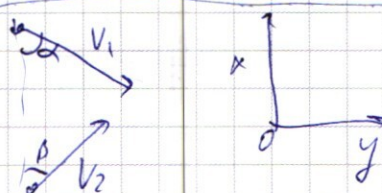
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 1

Перейдем в с.о. корабля, тогда торпеда движется по АВ и ее скорость $\vec{U} = \vec{V}_2 - \vec{V}_1$



В с.о. земли;



Они встретятся только если за время T до столкновения по ОУ произойдет сближение.

$$V_1 \sin \alpha T = V_2 \sin \beta T; \quad \frac{V_1 \sin \alpha}{V_2} = \sin \beta = \frac{\sin 60}{2} = \frac{\sqrt{3}}{4}$$

расстояние между торпедой и миной составит 5770 м только в 2-х случаях: если торпеда не доплатит до корабля или если она накинута бороздой прошла корабль насквозь и прошла $\frac{1}{2}$ второй случай не рассматривается т.к. из-за столкновения, она скорее всего не продолжит движение.

Тогда торпеда пройдет 1-5 метров.

$$U^2 = V_1^2 + V_2^2 - 2V_1V_2 \cos(180^\circ - \beta) \quad \text{по Г. косинусов.}$$

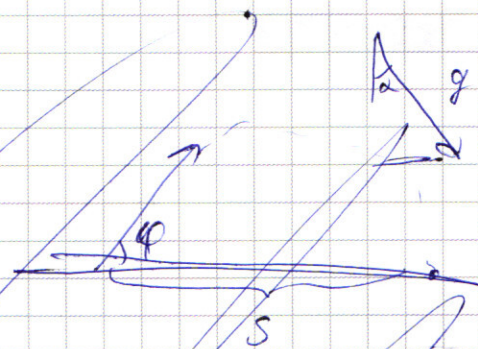
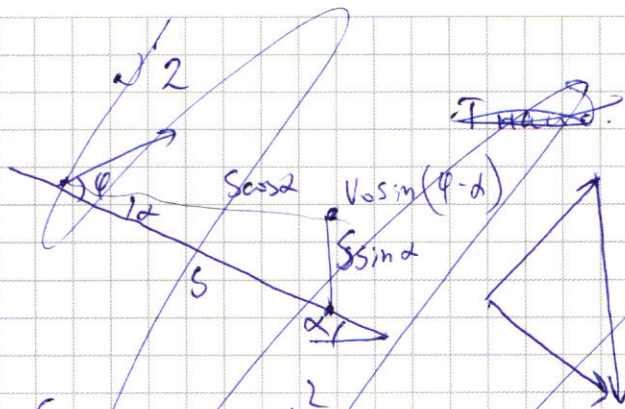
$$U^2 = V_2 \cos \beta + V_1 \cos \alpha; \quad \cos^2 \beta = 1 - \sin^2 \beta = 1 - \frac{3}{16} = \frac{13}{16}$$

$$U = \frac{V_2 \sqrt{13}}{4} + V_1 \cos \alpha; \quad T = \frac{L-5}{U};$$

$$T = \frac{(L-5)4}{V_2 \sqrt{13} + 2V_1 \cos \alpha} = \frac{(1000-770) \cdot 4}{20\sqrt{13} + 2 \cdot 10} = \frac{230 \cdot 2 \cdot 2}{20(\sqrt{13}+1)} = \frac{460 \cdot 2}{20(\sqrt{13}+1)} =$$

$$\frac{460}{\sqrt{13}+1} = \frac{23 \cdot 2}{\sqrt{13}+1} = \frac{46}{\sqrt{13}+1}$$

Ответ: $\sin \beta = \frac{\sqrt{3}}{4}; \quad T = \frac{46}{\sqrt{13}+1}$



$$(V \sin(\varphi - \alpha))^2 = (V_{xy})^2 = 2gS \sin \alpha$$

$$V_{xy} = \sqrt{\frac{V_0^2 \sin^2(\varphi - \alpha)}{2gS \sin \alpha}}$$

Криволинейное движение
от $g \cos \alpha$ и $V \cos \varphi$
const const

$$V \sin(\varphi - \alpha) = V_{xy} = T g$$

$$V \sin(\varphi - \alpha) = \frac{V \sin(\varphi - \alpha)}{\sqrt{2gS \sin \alpha}} = T g$$

$$V_0 \sin(\varphi - \alpha) \left(1 + \frac{1}{\sqrt{2gS \sin \alpha}}\right) = T g; \quad T_{\max} \text{ при } \sin(\varphi - \alpha)_{\max}$$

$$\sin(\varphi - \alpha) \leq 1;$$

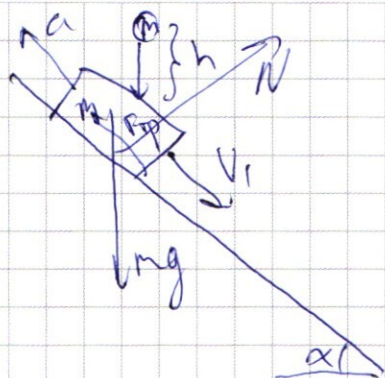
$$\varphi - \alpha \leq 90^\circ;$$

$$\varphi \leq 120^\circ$$

$$T = 0 = V_0 \sin \varphi - \frac{g \cos \alpha}{2};$$

$$V_0 \sin \varphi \geq \frac{g \cos \alpha}{2}; \quad \varphi \geq \frac{V_0 \sin \varphi}{g \cos \alpha} \quad \max \text{ при } \sin \varphi = 1$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$N_1 = mg \cos \alpha;$$

$$F_{\text{тр}1} = \mu mg \cos \alpha;$$

$$N_2 = 2mg \cos \alpha$$

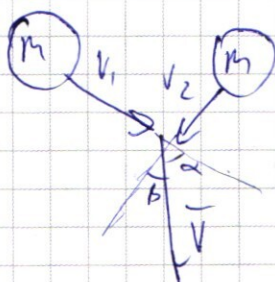
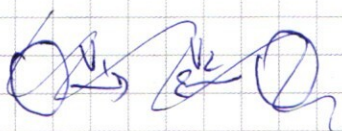
$$F_{\text{тр}2} = \mu 2mg \cos \alpha$$

$$V_2 \approx 2hg = 2 \cdot 10 \cdot 0,8 = 16 \text{ м/с}$$

$$ma = \mu mg \cos \alpha$$

$$a = \mu g \cos \alpha$$

нч



Закон сохр. импульса.

$$V = \frac{V_1}{\cos \alpha} \approx \frac{60}{0,8} = \frac{600}{8}$$

$$\approx \frac{300}{4} = \frac{150}{2} = 75$$

$$\vec{V}_1 m + \vec{V}_2 m = 2\vec{V} m$$

$$V_1 = 2V \cos \alpha$$

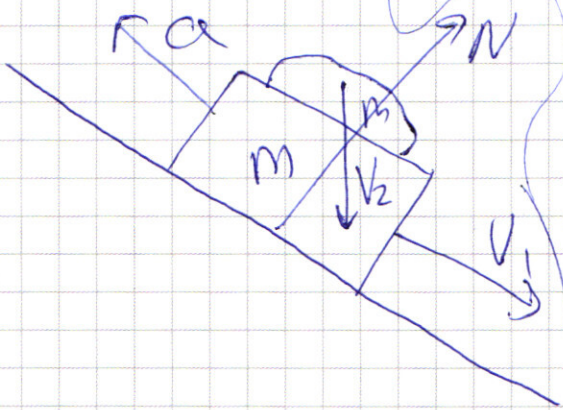
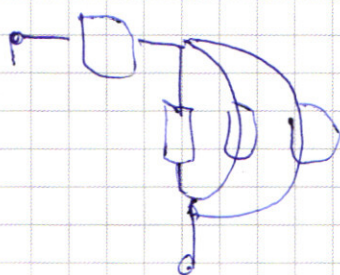
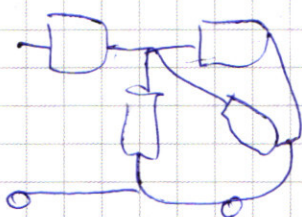
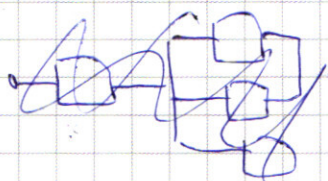
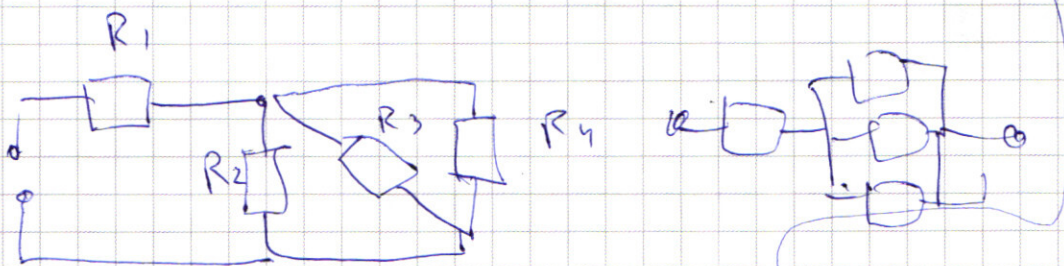
$$V_2 = V \cos \beta = V \sin \alpha$$

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

$$1 + \frac{V_2^2}{V_1^2} = \frac{1}{\cos^2 \alpha}; \quad \frac{1}{\cos^2 \alpha} = \frac{1}{\cos^2 \alpha} = \frac{V_1^2 + V_2^2}{V_1^2} \Rightarrow \cos^2 \alpha = \frac{V_1^2}{V_1^2 + V_2^2}$$

$$\approx \frac{80^2}{60^2 + 80^2} = \frac{80^2}{1600 + 6400} = \frac{80^2}{100^2}; \quad \cos \alpha = \frac{80}{100} = \frac{8}{10} = 0,8$$

$$\frac{5600}{10000}$$

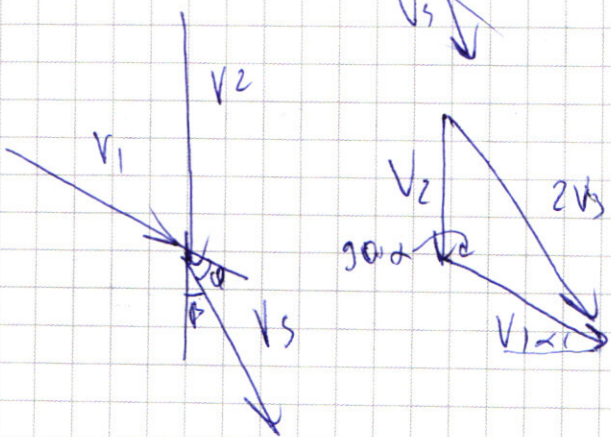
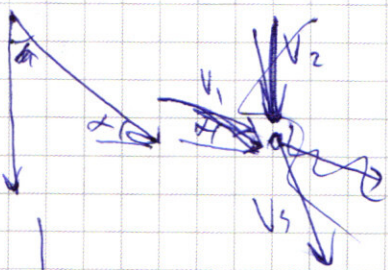


Для $\mu mg \cos \alpha > mg \sin \alpha$

$a = \frac{\mu mg \cos \alpha - mg \sin \alpha}{m} = g(\mu \cos \alpha - \sin \alpha)$

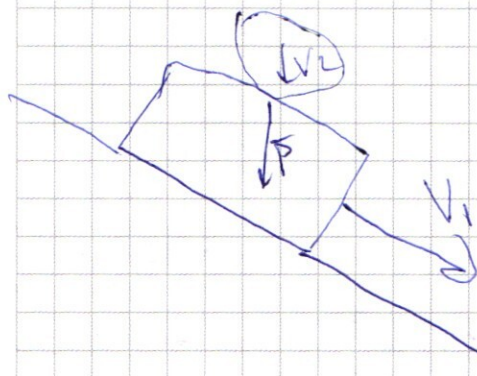
$\mu \cos \alpha > \sin \alpha$

$m \vec{v}_2 + m \vec{v}_1 = 2m \vec{v}_3$



$v_1^2 + v_2^2 - 2v_1 v_2 \cos(90^\circ + \alpha) = 2v_3^2$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$= \frac{101}{1000} = \frac{11.8}{1000} = \frac{8}{10000}$$

$$\frac{8}{1000}$$

$$\left(\frac{h}{2 \cdot 10^3} \right) \cdot \frac{h}{2 \cdot 10^3}$$

$$+ 0.002 = \left(\frac{h}{2 \cdot 10^3} \right) - \frac{2}{2 \cdot 10^3} \cdot 10$$

$$\frac{11.9}{1000} = \frac{11.1}{1000} + 0.002 = \frac{0.41.6}{1000}$$

$$\frac{1}{1000} = 0.001$$

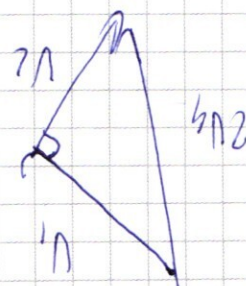
$$\frac{8}{1000}$$

$$+ 0.002 = \frac{h}{2 \cdot 10^3} \cdot \frac{2}{10^3}$$

$$\left(\frac{h}{2 \cdot 10^3} \right) \cdot \frac{h}{2 \cdot 10^3}$$

$$\frac{1}{1000} = \frac{2}{1000}$$

$$\frac{2}{2 \cdot 10^3} + 0.002 = \frac{2}{2 \cdot 10^3} + \frac{2}{2 \cdot 10^3}$$



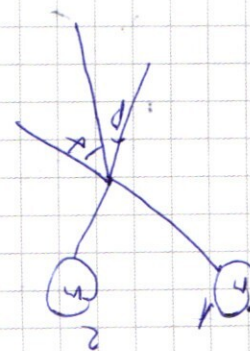
$$\frac{1}{1000} = \frac{1}{1000}$$

$$\frac{1}{1000} = \frac{1}{1000}$$

$$\frac{1}{1000} = \frac{1}{1000}$$

$$\frac{8}{91} \cdot \frac{8}{91}$$

$$\frac{1}{1000} = \frac{1}{1000}$$



№ 1

1, 2, 3, 4, 8

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

$$\sin \beta = \frac{v_1 \sin \alpha}{v_2} = \frac{1}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{\sqrt{3}}{4}$$

$$T = \frac{800 \cdot 4}{10} = 80 \cdot 4 = \sqrt{320}$$

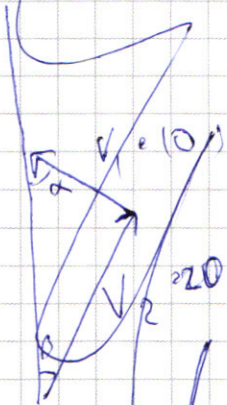
$$v_0 T = g T^2 \cos \alpha$$

$$v_0 = g \cos \alpha \cdot T$$

$$v_0 = 10 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \sqrt{320}$$

$$= 10 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \sqrt{320}$$

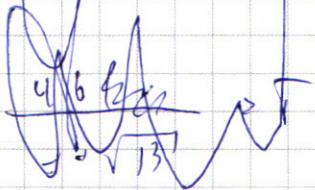
$$= \sqrt{\frac{100 \cdot 3 \cdot 320}{4}} = \sqrt{24000} = 10 \sqrt{240} = 10 \cdot 2 \sqrt{60} = 20 \sqrt{15}$$



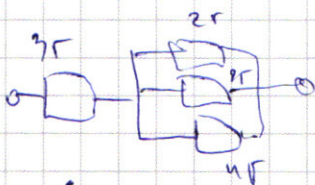
$$10 \cos \alpha + 20 \cos \beta = \frac{830}{T}$$

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

$$10 \cdot \frac{1}{2} + 20 \cdot \frac{\sqrt{13}}{4} = \frac{230}{T} \Rightarrow \frac{5 + 5\sqrt{13}}{230} = \frac{1}{T}$$



№ 5



$$1) \left(\frac{2}{2r} + \frac{1}{4r} \right) = \frac{5}{4r} \Rightarrow \frac{8r = 2r}{8r^2} \Rightarrow \frac{10}{8r}$$

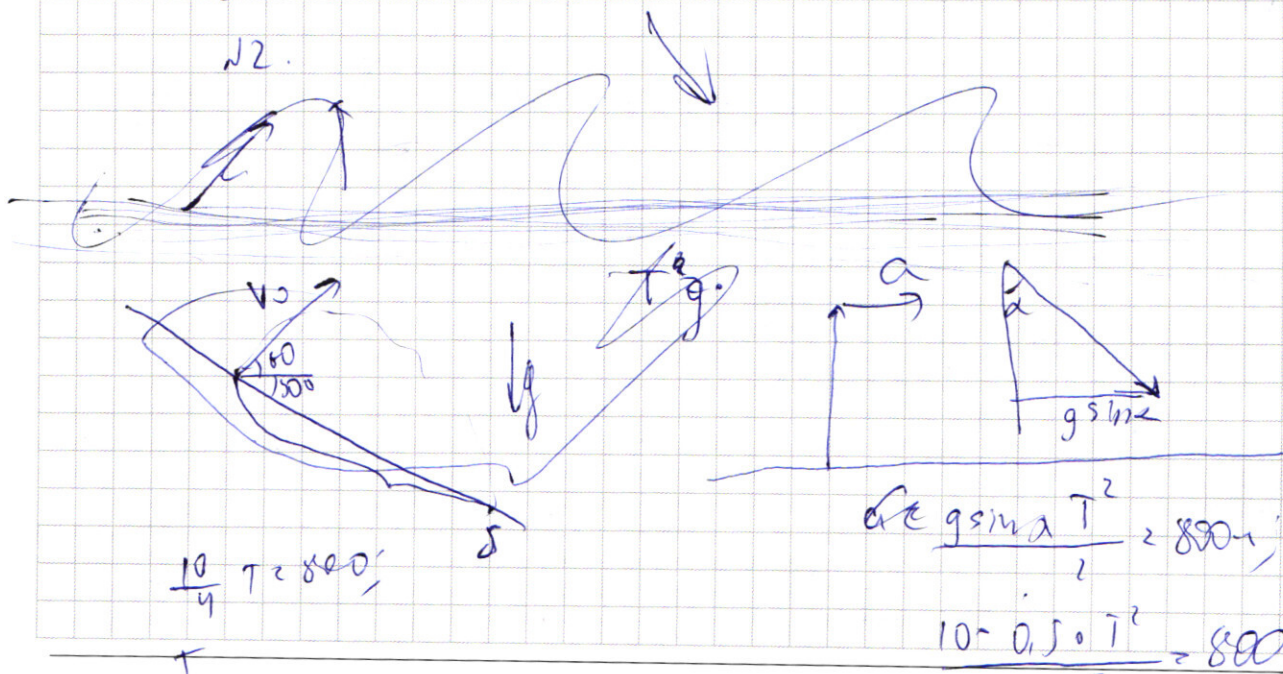
66

$$\frac{3r}{0.8r} = \frac{u_1}{u_2} = \frac{15}{4}; \left(\frac{15}{4} + 1 \right) u_2 = u \Rightarrow u_1 = \frac{38 \cdot 4}{19} = 8 \text{ В}$$

$$I = \frac{u_2}{R_4} = \frac{8 \text{ В}}{10 \cdot 9} = 0,2 \text{ А}$$

$$8 \cdot 4 + 8 \cdot 7 + 8 =$$

№ 2.

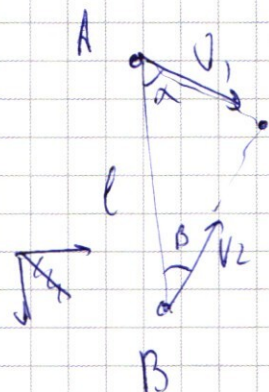


$$\frac{10}{4} T = 800$$

$$4 \cdot g \sin \alpha \cdot \frac{T^2}{2} = 800$$

$$10 - 0,5 \cdot T^2 = 800$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$V_1 = V \cos \alpha$$

Перейдем в с.о. корабля

$$\angle V, V_2 \approx 180^\circ - \alpha - \beta$$

$$V^2 \approx V_1^2 + V_2^2$$

$$V^2 \approx V_1^2 + V_2^2 - 2V_1V_2 \cos(180^\circ - \alpha - \beta)$$

$$V^2 \approx V_1^2 + V_2^2 + 2V_1V_2 \cos(\alpha + \beta)$$

$$180^\circ - \alpha - \beta + \beta$$

$$\frac{V}{\sin(180^\circ - \alpha - \beta)} \approx \frac{V_2}{\sin \alpha}$$

$$\frac{V \sin \alpha}{V_2} \approx \sin(\alpha + \beta)$$

$$V_1 \cos \alpha \neq V_2 \cos \beta$$

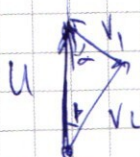
$$V_1 \sin \alpha \neq V_2 \sin \beta$$

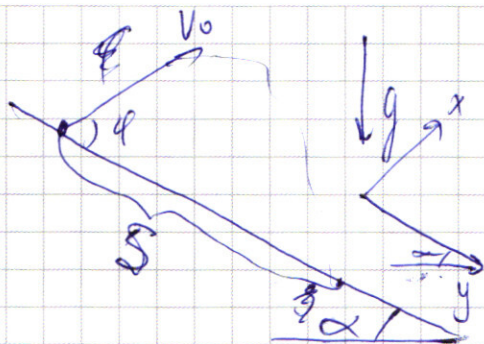
$$\frac{V_1 \sin \alpha}{V_2} \approx \sin \beta \approx \frac{10}{20} \sin 60^\circ \approx \frac{10}{20} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \approx \frac{10\sqrt{3}}{40} \approx \frac{\sqrt{3}}{4}$$

$$\frac{\sqrt{3}}{4}$$

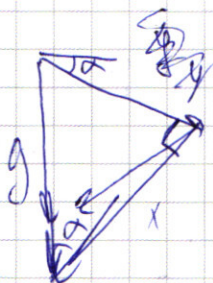
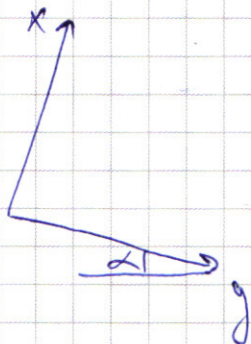
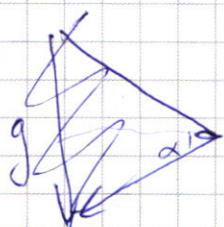
Перейдем в с.о. корабля

$$\begin{cases} U_T = L - S; \\ U_T = L + S \end{cases}$$





кас. ускорение g_x ;
 $g_x = g$



$$g \cdot \cos \alpha = g_x, \text{ "ce"}$$

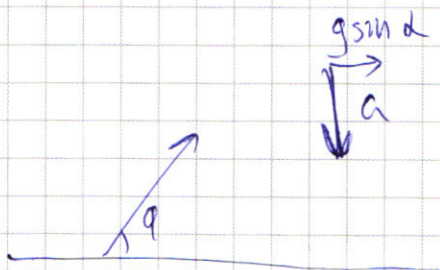
~~$$v_0 \sin \varphi = 2aT$$~~

~~$$v_0 \sin \varphi$$~~

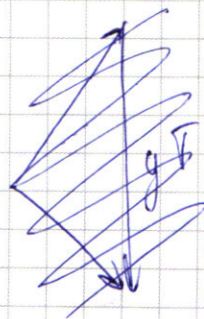
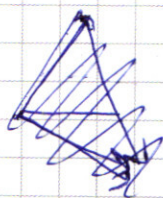
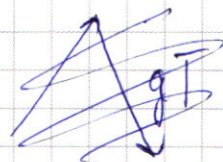
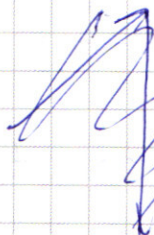
$$v_0 \cos \varphi T = S;$$

$$\cos \varphi = \frac{S}{v_0 T}$$

~~$$v_0 \sin \varphi$$~~



~~$$2v_0 \sin \varphi = 2aT$$~~

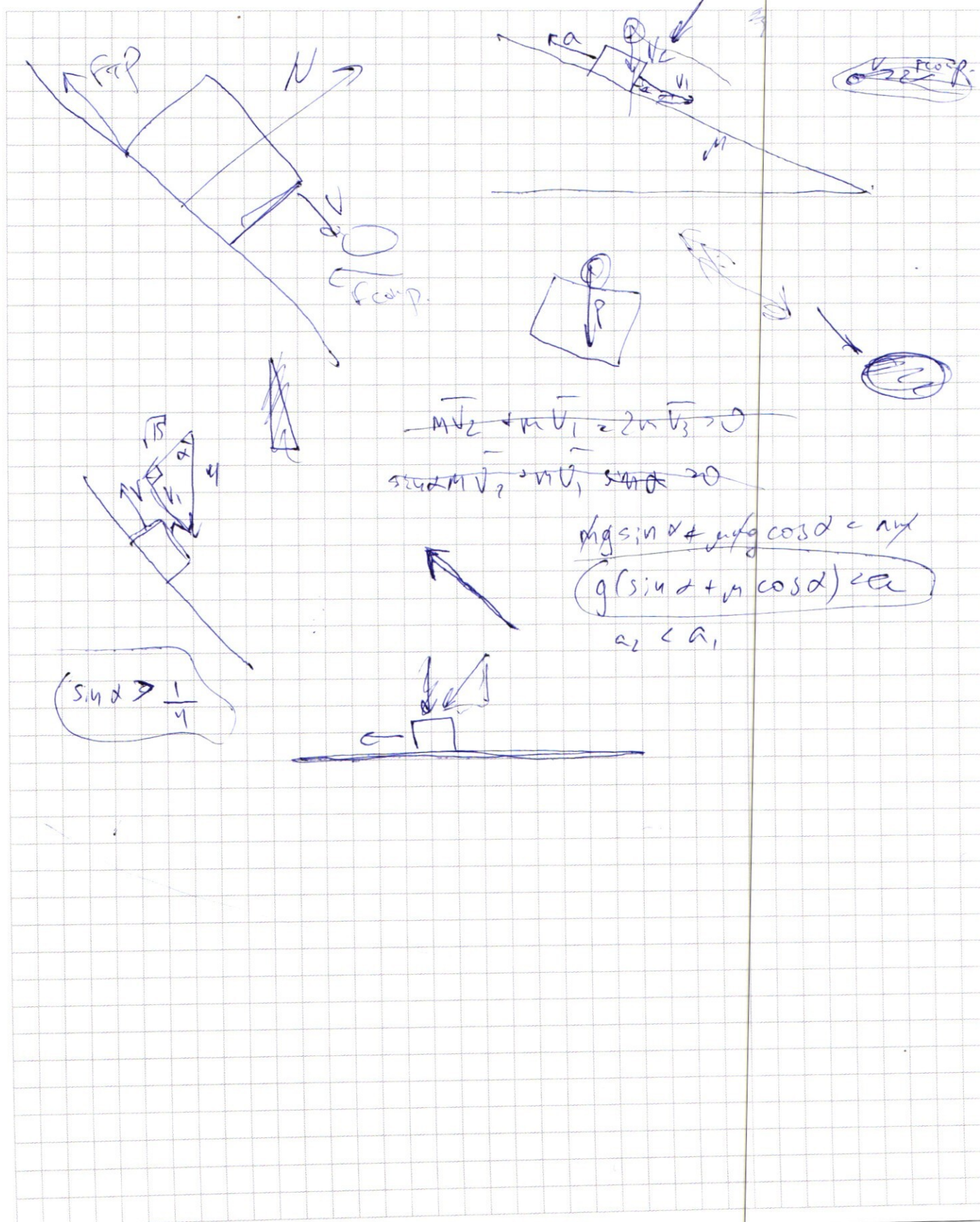


$$S = v_0 \cos \varphi T + \frac{g \sin \alpha T^2}{2}$$

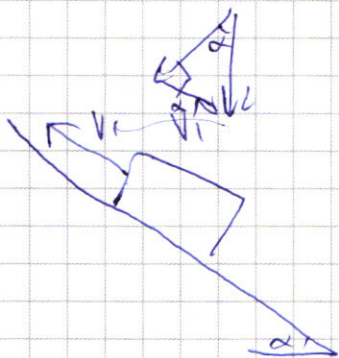
$$0 = v_0 \sin \varphi T - \frac{g_x T^2}{2}; \quad T = \frac{v_0 \sin \varphi \cdot 2}{g_x}$$

$$S = \frac{2v_0 \cos \varphi v_0 \sin \varphi}{g_x} + \frac{g_y \cdot v_0^2 \sin^2 \varphi \cdot 2}{2g_x} = \frac{2v_0^2 \cos \varphi \sin \varphi}{g_x} + \frac{\sin \alpha v_0^2 \sin^2 \varphi}{\cos \alpha}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$m\vec{v}_2 + m\vec{v}_1 = 2m\vec{v}_3 \Rightarrow 0$
 $\sin \alpha \geq \frac{1}{\mu}$
 $\mu g \sin \alpha + \mu g \cos \alpha \leq a_1$
 $(g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) \leq a)$
 $a_2 < a_1$



$$a = g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha);$$

$$\sin 2\alpha = \frac{1}{\mu}$$

Модель