

Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 09

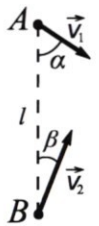
Вариант 09-02

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

1. Корабль A и торпеда B в некоторый момент времени находятся на расстоянии $l = 0,8$ км друг от друга (см. рис.) Скорость корабля $V_1 = 8$ м/с, угол $\alpha = 60^\circ$, угол $\beta = 30^\circ$. Скорость V_2 торпеды такова, что торпеда попадет в цель.

1) Найдите скорость V_2 торпеды.

2) На каком расстоянии S будут находиться корабль и торпеда через $T = 25$ с?



2. Плоский склон горы образует с горизонтом угол α , $\sin \alpha = 0,6$. Из миномета, расположенного на склоне, производят выстрел, под таким углом β к поверхности склона, что продолжительность полета мины наибольшая. Мина падает на склон на расстоянии $S = 1,8$ км от точки старта.

1) Под каким углом β к поверхности склона произведен выстрел?

2) Найдите максимальную дальность L стрельбы из такого миномета на горизонтальной поверхности. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха пренебрежимо мало.

3. Вниз по шероховатой наклонной плоскости равнозамедленно движется брусок. Величина ускорения бруска $a = 2$ м/с². Пластиновый шарик, движущийся по вертикали, падает на брусок и прилипает к нему, а брусок останавливается. Продолжительность полета шарика до соударения $T = 0,2$ с. Начальная скорость шарика нулевая.

1) Найдите скорость V_1 шарика перед соударением.

2) Найдите скорость V_2 бруска перед соударением.

Движение шарика до соударения – свободное падение. Массы бруска и шарика одинаковы.

Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха пренебрежимо мало.

Быстрые процессы торможения бруска и деформации пластины заканчиваются одновременно. В этих процессах действие сил тяжести считайте пренебрежимо малым.

4. Два одинаковых шарика движутся по взаимно перпендикулярным прямым и слипаются в результате абсолютно неупругого удара. После слипания скорость шариков $V = 25$ м/с. Скорость одного из шариков перед слипанием $V_1 = 30$ м/с.

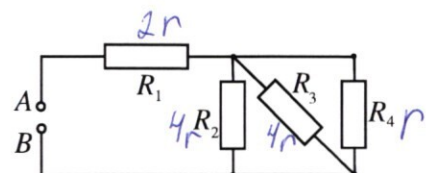
1) С какой скоростью V_2 двигался второй шарик перед слипанием?

2) Найдите удельную теплоемкость c материала, из которого изготовлены шарики, если известно, что в результате слипания температура шариков повысилась на $\Delta t = 1,35$ °C. Температуры шариков перед слипанием одинаковы.

5. Четыре резистора соединены как показано на рисунке. Сопротивления резисторов $R_1 = 2 \cdot r$, $R_2 = R_3 = 4 \cdot r$, $R_4 = r$. На вход АВ схемы подают напряжение $U = 8$ В.

1) Найдите эквивалентное сопротивление R_{AB} цепи.

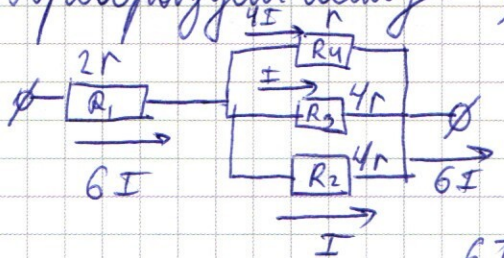
2) Какая суммарная мощность P будет рассеиваться на резисторах R_2 , R_3 и R_4 при $r = 6$ Ом?



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 5

Преобразуем схему: 1) С помощью I и II правил Кирхгофа составляем токи!



I - ток в цепи

Получим, что через резисторы R_3 и R_2 течет ток I , через резистор R_1 ток $6I$ (это и общий ток цепи), а через резистор R_4 течет ток $4I$.

2) Найдём общее сопротивление цепи:

$$R_0 = R_1 + \left(\frac{R_3 \cdot R_2 + R_4 R_3 + R_4 \cdot R_2}{R_3 \cdot R_2 \cdot R_4} \right)^{-1} \quad \text{заменим } R \text{ на } r$$

$$R_0 = 2r + \frac{r \cdot 4r \cdot 4r}{4r \cdot 4r + 4r \cdot r + 4r \cdot r} = \frac{16r^3}{24r^2} + 2r = \frac{2}{3}r + 2r = \frac{8}{3}r = \frac{8}{3} \cdot 6 \text{ Ом} = 16 \text{ Ом}$$

3) По закону Ома-Ленца, напряжение на резисторах (N), равно U на резисторе R_4 напряжение N_4 , на R_3 - N_3 ; а на R_2 - N_2 , но $N_2 = N_3 = N$

$$N_4 = R_4 (4I)^2 = 16I^2 \cdot r = \frac{16r \cdot U^2}{r^2 \cdot 19^2} = \frac{U^2}{r \cdot 16} = \frac{64 \text{ В}^2}{6 \text{ Ом} \cdot 16} = \frac{2}{3} \text{ Вт}$$

$$N = R_3 \cdot I^2 = 4r I^2 = \frac{4r \cdot U^2}{19^2 \cdot r^2} = \frac{U^2 \cdot 19^2}{r \cdot 64} = \frac{64 \text{ В}^2}{6 \text{ Ом} \cdot 64} = \frac{1}{6} \text{ Вт}$$

4) По закону Ома:

$$U R_0 = 6I$$

$$I = \frac{U}{R_0 6} = \frac{U}{6 \cdot 8r} = \frac{U}{19r}$$

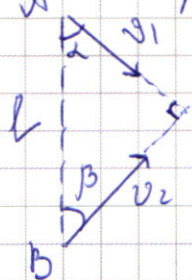
Подставим в уравнение в третьей строке:

5) Суммарная мощность (ΣN) равна:

$$\Sigma N = N_4 + 2N = \frac{2}{3} \text{ Вт} + \frac{1}{3} \text{ Вт} = 1 \text{ Вт} \quad \text{Ответ: } 16 \text{ Ом}; 1 \text{ Вт.}$$

N 1

Достроим рисунок до треугольника-прямоугольного.



1) По теореме Пифагора:

$(v_1 l)^2 + (v_2 l)^2 = l^2$, где l - ширина до попадания торпеды в цель.

$$l^2 (v_1^2 + v_2^2) = l^2$$

2) Сделаем проекции скоростей v_1 и v_2 на прямую AB.

Получим движение на одной прямой на встречу =>

$$v_1 \cos \alpha l + v_2 \cos \beta l = l \quad \text{Построим в первое уравнение:}$$

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

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

Получим квадратное уравнение:

$$D = \frac{v_2^2 (1 - \cos^2 \beta) - v_2 (2 v_1 \cos \alpha \cos \beta) + v_1^2 (1 - \cos^2 \alpha)}{4 v_1^2 \cos^2 \alpha \cos^2 \beta - 4 v_1^2 (1 - \cos^2 \alpha) (1 - \cos^2 \beta)}$$

$$v_2 = \frac{2 v_1 \cos \alpha \cos \beta \pm \sqrt{4 v_1^2 (\cos^2 \alpha \cos^2 \beta - \sin^2 \alpha \sin^2 \beta)}}{2 (\sin^2 \beta)} = \text{минус не подходит}$$

$$= \frac{v_1 \cos \alpha \cos \beta \pm \sqrt{v_1^2 (\cos^2 \alpha \cos^2 \beta - \sin^2 \alpha \sin^2 \beta)}}{\sin^2 \beta} = \sqrt{3} \cdot 8 \frac{\text{м}}{\text{с}} =$$

$$= 14 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

3) По правилу сложения скоростей:

$$\vec{v}_1 + \vec{v}_2 = \vec{S} : T$$



Нарисуем векторный треугольник:
 S - расстояние между объектами.

4) По теореме косинусов:

$$\vec{S} = \sqrt{v_1^2 + v_2^2 - 2 \cos(\alpha + \beta) v_1 v_2} = \sqrt{v_1^2 + v_2^2}$$

$$S = \sqrt{v_1^2 + v_2^2} \cdot T = 2 \cdot 8 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 25 \text{с} = 400 \text{м}$$

Ответ: $14 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; 400м

54

1) По закону сохранения импульса:

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

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

$$v_1 = v_2 = 2v$$

$$v_2 = v$$

Аналогично с v_2 :

Получили:

$$v_1 = 2v \sqrt{1 - \sin^2 \beta} \quad ; \quad v_1^2 = 4v^2 (1 - \sin^2 \beta) \quad ; \quad v_1^2 = 4v^2 - 4v^2 \sin^2 \beta$$

$$\sin \beta = \sqrt{\frac{4v^2 - v_1^2}{4v^2}} = \sqrt{1 - \frac{v_1^2}{4v^2}}$$

$$v_2 = 2v \sin \beta = 2v \sqrt{1 - \frac{v_1^2}{4v^2}} = 2 \cdot 25 \frac{\text{м}}{\text{с}} \sqrt{1 - \frac{(30 \frac{\text{м}}{\text{с}})^2}{4 \cdot (25 \frac{\text{м}}{\text{с}})^2}} = 40 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

По закону сохранения энергии

$$\frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2} = \frac{2mv^2}{2} + 2Q$$

$$Q = cm\Delta t$$

$$mv_1^2 + mv_2^2 = 2mv^2 + 4cm\Delta t$$

$$C = \frac{v_1^2 + v_2^2 - 2v^2}{4\Delta t} = 462,96 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$\text{Ответ: } 40 \frac{\text{м}}{\text{с}}; 462,96 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$Q = C \Delta t m$$

$$\frac{mv_1^2}{2} = \frac{2mv^2}{2} + C \Delta t m$$

$$v_1^2 = 2v^2 + 2C \Delta t$$

$$C = \frac{v_1^2 - 2v^2}{2 \Delta t}$$

$$\begin{array}{r} 25 \\ 25 \\ \hline 50 \\ 625 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 625 \\ 2 \\ \hline 1250 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 9h^2 \\ 6 \\ \hline 182 \\ 9 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 9h^2 \\ 8 \\ \hline 182 \\ 9 \end{array}$$

$$\frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2} = \frac{2mv^2}{2} + Q$$

$$mv_1^2 + mv_2^2 = 2mv^2 + 2 \cdot 2 \mu c \Delta t$$

$$C = \frac{v_1^2 + v_2^2 - 2v^2}{4 \Delta t} \quad \mu = \frac{a}{\cos \alpha g}$$

$$= \frac{900 + 25 - 2 \cdot 625}{4 \cdot 1,35} =$$

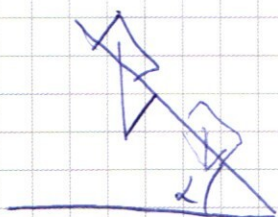
$$\begin{array}{r} 2,5 \\ 2,5 \\ \hline 50 \\ 6,25 \end{array}$$

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

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

$$\frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{a}{\cos \alpha g}$$

$$\frac{2,5}{1} = \frac{2,5}{100}$$



$$\begin{array}{r} 18 \\ 18 \\ \hline 36 \end{array}$$

$$2mg \sin \alpha = \mu \cos \alpha g \cdot 2m$$

$$\mu = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \tan \alpha$$

$$h = \frac{gT^2}{2} = \frac{v_1^2}{2g}$$

$$gT^2 = v_1^2$$

$$v_1 = gT = 2 \frac{m}{s}$$

$$1 - \frac{4^2}{100} = \frac{80}{100} = \frac{24}{25}$$

$$v_2 m \cos \alpha - v_1 m = 0$$

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

$$\frac{\sqrt{24}}{5} \cdot 2 = \frac{2 \cdot \sqrt{6} \cdot 2}{5} = \frac{2,5 \cdot 2}{5} = 2$$

1) Пусть h - высота, с которой падает шарик:
 $h = \frac{gT^2}{2} = \frac{v_1^2}{2g}$
 $g^2 T^2 = v_1^2$
 $v_1 = gT = 2 \frac{m}{c}$

Т.к начальная скорость равна нулю.
 m - масса бруска
 μ - коэффициент трения
 α - угол наклона плоскости

2) По II закону Ньютона: $\vec{a}m = m\vec{g} + \vec{F}_{тр}$, получим:
 $-am = mg \sin \alpha - \mu \cos \alpha mg$, но $mg \sin \alpha \rightarrow 0$ (по условию)
 $\Rightarrow a = \mu \cos \alpha g$
 $\mu = \frac{a}{\cos \alpha g}$

3) По закону сохранения импульса:
 $m\vec{v}_1 - m\vec{v}_2 = 2m \cdot 0$
 $\vec{v}_1 = \vec{v}_2$; $v_2 \cos \alpha = v_1$

4) Брусок остановившись после падения шарика $\Rightarrow$ сила трения скомпенсировала силу тяжести:

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

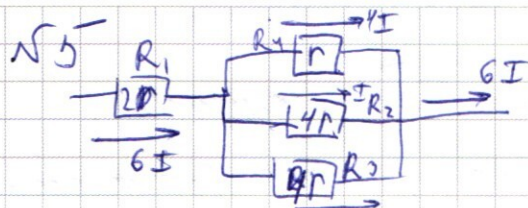
$$\mu = \tan \alpha, \text{ но } \mu = \frac{a}{\cos \alpha g} \Rightarrow \sin \alpha = \frac{a}{g}$$

5) По $\sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = \frac{a}{g} \Rightarrow \frac{a^2}{g^2} = 1 - \cos^2 \alpha$
 Получим:
 $\cos^2 \alpha = 1 - \frac{a^2}{g^2}$
 $\cos \alpha = \sqrt{1 - \frac{a^2}{g^2}}$

$$v_2 = \frac{v_1}{\cos \alpha} = \frac{v_1}{\sqrt{1 - \frac{a^2}{g^2}}} = 2 \frac{m}{c}$$

Ответ: $2 \frac{m}{c}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$\sin^2 \alpha$

$$R_3 R_2 + R_4 R_3 + R_4 R_2$$

$$\frac{64 \cdot 4}{24 \cdot 16}$$

$$\frac{1}{R_{01}} = \frac{1}{r} + \frac{1}{4r} + \frac{1}{4r} = \frac{36}{64}$$

$$\frac{4}{9}$$

$$\frac{4 \cdot 16 \cdot 9}{36 \cdot 8^2} = \frac{4}{64} = \frac{1}{16}$$

$$\frac{4r \cdot 4r + r \cdot 4r + 4r \cdot r}{16r^2} \Rightarrow$$

$$R_0 = \frac{16r}{16+8} = \frac{16r}{24} = \frac{2}{3}r$$

$$R_0 = 2r + \frac{2}{3}r = \frac{8}{3}r = \frac{8 \cdot 6^2}{3} = 16 \text{ Ом}$$

$$U = 6I \cdot R_0 \quad \frac{U}{6I} = R_0$$

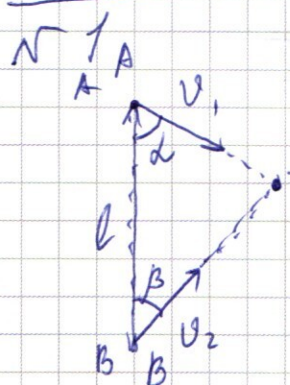
$$N_2 = I^2 \cdot 4r = \frac{U^2 \cdot 4r}{R_0^2 \cdot 36} = \frac{U^2 \cdot 4r \cdot 9}{36 \cdot 64r^2} = \frac{U^2}{64r} = \frac{64}{64 \cdot 6} = \frac{1}{6} \text{ Вт}$$

$$N_3 = I^2 \cdot 4r_2 = \frac{U^2}{64r} = \frac{1}{6} \text{ Вт}$$

$$N_4 = r \cdot 16I^2 = \frac{r \cdot 16 \cdot U^2}{36 \cdot R_0^2} = \frac{U^2 \cdot 16r \cdot 9}{36 \cdot 64r^2} = \frac{U^2}{16r} = \frac{64}{16 \cdot 6} = \frac{2}{3} \text{ Вт}$$

$$I = \frac{U}{R_0 \cdot 6}$$

$$\Sigma N = \frac{1}{6} + \frac{1}{6} + \frac{2}{3} = \frac{1+1+4}{6} = 1 \text{ Вт. Ответ: } 16 \text{ Ом, } 1 \text{ Вт.}$$



$$(v_1 t)^2 + (v_2 t)^2 = l^2$$

$$\cos \alpha v_1 t + t \cos \beta v_2 = l$$

$$t^2 (v_1^2 + v_2^2) = l^2$$

$$t = \frac{l}{\cos \alpha v_1 + \cos \beta v_2}$$

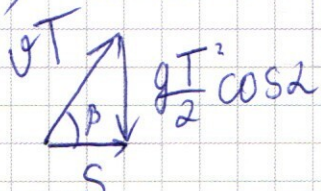
$$\frac{l^2 (v_1^2 + v_2^2)}{(\cos \alpha v_1 + \cos \beta v_2)^2} = l^2$$

$$v_1^2 + v_2^2 = \cos^2 \alpha v_1^2 + \cos^2 \beta v_2^2 + 2 \cos \alpha \cos \beta v_1 v_2$$

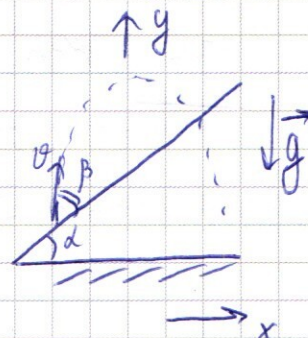
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N2

1) Зовишем векторный треугольник



T - время падения
 v - конечная скорость.



По теореме Пифагора и по теореме синуса

$$\begin{cases} v^2 T^2 = S^2 + \frac{g^2 T^4}{4} \cos^2 \alpha \\ \frac{g^2 T^4 \cos^2 \alpha}{4} = v^2 T^2 + S^2 - 2 \cos \beta \cdot v T S \end{cases}$$

2) Рассмотрим путь по оси Ox и Oy

$$S \cos \alpha = T \cdot v \cos(\alpha + \beta)$$

$$\sin(\alpha + \beta) = \frac{g T}{2} \quad (\text{подставим в первую систему})$$

$$\begin{cases} T^2 \cdot \frac{g^2 T^2 \sin^2(\alpha + \beta)}{4} = S^2 + \frac{g^2 T^4}{4} \cos^2 \alpha \\ \frac{g^2 T^4 \cos^2 \alpha}{4} = T^2 \cdot \frac{g^2 T^2}{4} \cdot \sin^2(\alpha + \beta) + S^2 - 2 \cos \beta T S \frac{g T}{2} \sin(\alpha + \beta) \end{cases}$$

$$\begin{cases} \frac{g^2 T^4 \cos^2 \alpha}{4} = T^2 \cdot \frac{g^2 T^2}{4} \cdot \sin^2(\alpha + \beta) + S^2 - 2 \cos \beta T S \frac{g T}{2} \sin(\alpha + \beta) \\ \frac{g^2 T^4 \cos^2 \alpha}{4} = S^2 + \frac{g^2 T^4 \cos^2 \alpha}{4} \cdot \frac{\sin^2(\alpha + \beta)}{\sin^2 \alpha} = \frac{S^2}{\frac{g^2}{4} \sin^2 \alpha \sin^2(\alpha + \beta)} \end{cases}$$

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

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

$$\frac{\cos^2 \alpha}{\sin^2 \alpha} = \frac{1}{\sin^2 \alpha} + 1 - \frac{2 \cos \beta}{\sin \alpha}$$

$$\frac{\cos^2 \alpha}{\sin^2 \alpha \cdot \sin^2(\alpha + \beta)} = \frac{1}{\sin^2 \alpha} + 1 - \frac{2 \cos \beta}{\sin \alpha \cdot \sin(\alpha + \beta)}$$

$$\cos^2 \alpha = 1 + \sin^2 \alpha - 2 \cos \beta \cos \alpha \quad | \cos \beta - \cos \beta \cdot \cos^2 \alpha \cdot \sin^2 \beta = 2$$

$$2 \cos \beta \cos \alpha = (1 - \cos^2 \alpha) + \sin^2 \alpha = 2 \sin^2 \alpha$$

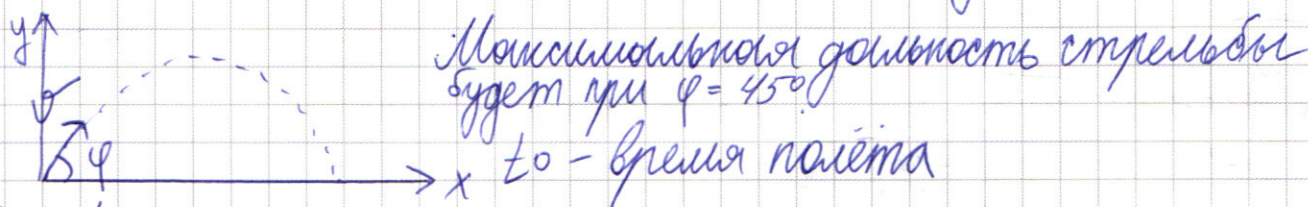
$$\cos \beta = \frac{\sin^2 \alpha}{\cos \alpha} = \frac{\sin^2 \alpha}{\sqrt{1 - \sin^2 \alpha}} = \frac{0,6^2}{\sqrt{1 - 0,6^2}} = \frac{0,36}{0,8} = \frac{36}{80} =$$

$$= 0,45$$

$$\beta = \arccos 0,45$$

$$\cos \beta (1 - \cos^2 \alpha \cdot \cos^2 (2 + \beta)) = 2$$

3) Теперь рассмотрим ситуацию с горизонтальной поверхностью $\Rightarrow v = \text{const} = \frac{gT}{2}$; $T = \sqrt{\frac{2s}{g \sin \alpha}}$



$$OX \quad L_{\max} = \cos \varphi v t_0$$

$$OY = 0 = v t_0 - \frac{g t_0^2}{2}$$

$$\sin \varphi v = \frac{g t_0}{2} = \frac{gT}{2} = \frac{g}{2} \sqrt{\frac{2s}{g \sin \alpha \sin (2 + \beta)}} \Rightarrow t_0 = T$$

$$L_{\max} = \cos \varphi \frac{g}{2} \left(\sqrt{\frac{2s}{g \sin \alpha \sin (2 + \beta)}} \right)^2 = \frac{g \cdot 2s \cos \varphi}{2 \cdot g \sin \alpha \sin (2 + \beta)} =$$

$$= \frac{s \cos \varphi}{\sin \alpha \sin (2 + \beta)} = 51 \text{ м}$$

4) Применим ко II пункту: $\cos \beta (1 - \cos^2 \alpha \cdot \cos^2 (2 + \beta)) = 2$

$$\sin^2 (2 + \beta) = 1 - (\sin \alpha \cos \beta - \sin \beta \cos \alpha)^2$$

$$\text{Получим, что: } 2 = \sqrt{1 - \sin^2 \beta} - (\sin \alpha \cos \beta - \sin \beta \cos \alpha)^2 (\sqrt{1 - \sin^2 \beta}) \neq$$

$$\sin \beta =$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$\sqrt{2}$ (продолжение)

1) $\int v^2 T^2 = S^2 + \frac{g^2 T^4}{4} \cos^2 \alpha$ $T^2 = X$

$\frac{g^2 T^4 \cos^2 \alpha}{4} = v^2 T^2 + S^2 - 2 \cos \beta v T S$

$v^2 X = S^2 + \frac{g^2 X^2 \cos^2 \alpha}{4}$, время комбинированное, поэтому дискриминант равен 0:

$D = 0 = v^4 - \frac{4 S^2 g^2 \cos^2 \alpha}{4}$

$v^4 = \frac{S^2}{g^2 \cos^2 \alpha}$

$v^2 = \frac{S^2}{g^2 \cos^2 \alpha} = S g \cos \alpha$; $X = \frac{v^2}{\cos^2 \alpha g} \Rightarrow T = \frac{v^2}{\cos^2 \alpha g} = \frac{2 \sqrt{g \cos^2 \alpha} S}{\cos^2 \alpha g} = 2 \sqrt{\frac{S}{g \cos^2 \alpha}}$

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

$= \frac{S^2 g^2 \cos^2 \alpha}{\cos^2 \alpha g} + S^2 - \frac{2 \cos \beta S^2 g \cos^2 \alpha}{\sqrt{\cos^2 \alpha g}}$

$4 S^2 - S^2 = \frac{S^2 g^2 \cos^2 \alpha}{\cos^2 \alpha g} - \frac{2 \cos \beta g \cos^2 \alpha S^2}{\sqrt{S \cos^2 \alpha g}}$

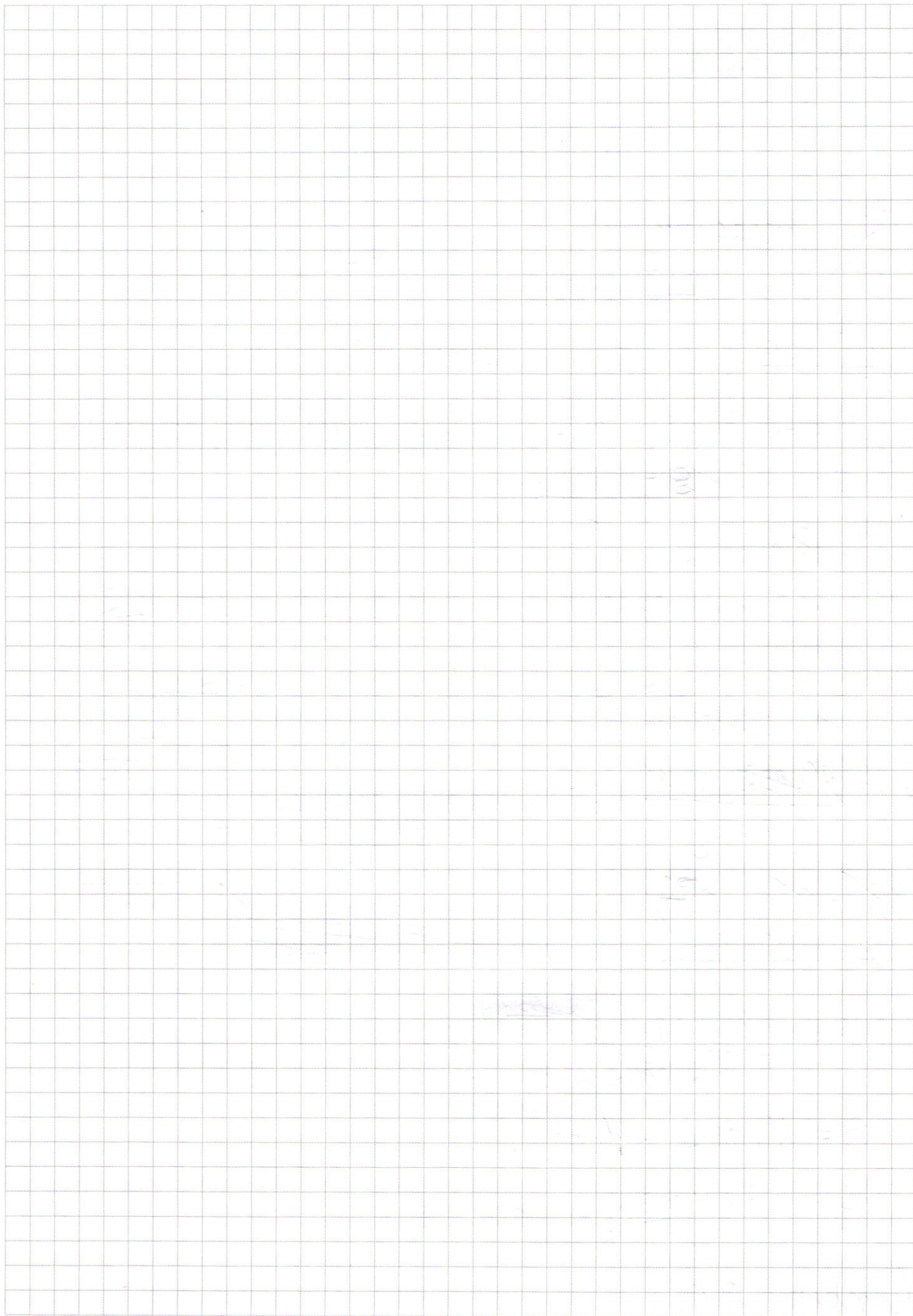
$3 S^2 = \frac{S^2 g^2 \cos^2 \alpha}{\cos^2 \alpha g} - \frac{2 \cos \beta g \cos^2 \alpha S^2}{\sqrt{S \cos^2 \alpha g}}$

$\cos \beta = \frac{(4 S g \cos^2 \alpha - 3 \sqrt{\cos^2 \alpha g})}{2 \cos^2 \alpha \sqrt{S}}$

$3 = 4 \cos \alpha - \frac{1}{2} \cos \beta$

$\cos \beta = \frac{-3 + 4 \cos \alpha}{\frac{1}{2}} = \cos \alpha - \frac{3}{4} = 0,8 - \frac{3}{4} = 0,05$

Ответ: 0,05; 51 м



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$\sqrt{2}$

$\cos \beta \cdot l = S$

$v^2 + s^2 =$

v_{2m}

m, v_1

$m, v_1 - v_{2m} \cos 90^\circ = v_{2m}$

$\sqrt{3}$

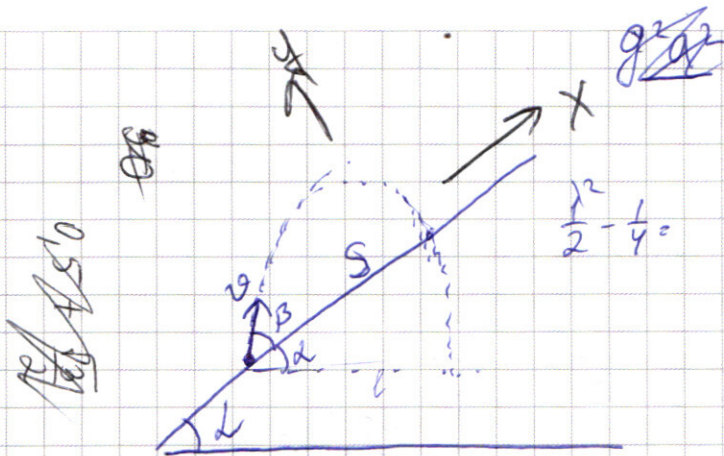
1) $\sin \alpha = \sin \alpha \cdot g - \mu \cos \alpha \cdot g$
 $a = \sin \alpha \cdot g - \mu \cos \alpha \cdot g$

2) $v_{1m} = \cos \alpha \cdot m \cdot v_2 = v_{2m}$
 $v_1 = \cos \alpha \cdot v_2$

$\frac{mv_1^2}{2}$

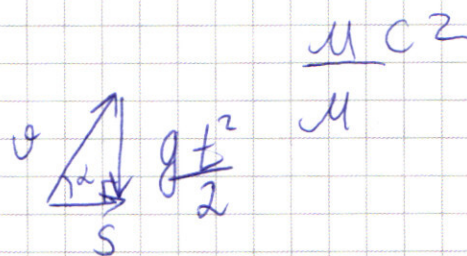
$\frac{mv_1^2}{2} = 2m \frac{v^2}{2} + Q$

1) $v_{1m} - v_{2m} = v_{2m}$
 $v_1 - v_2 = v$
 $v_2 = v_1 - v = 5 \frac{m}{c}$



$$\frac{g^2 t^4}{4} - \frac{g t^4}{2} - S^2 = 0$$

$$\frac{t}{S} = \cos \alpha$$



$$v \cos(\alpha + \beta) t = S \cdot \cos \alpha$$

$$S \sin(\alpha + \beta) = \frac{v^2}{2g} = vt$$

$$vt = \frac{g t^2}{2} = \frac{v^2}{2g}$$

$$v = \frac{g t}{2}$$

$$v^2 + S^2 = \frac{g^2 t^4}{4}$$

$$\frac{g^2 t^4}{4} + S^2 = \frac{g^2 t^4}{4}$$

$$t^4 = y$$

$$-\frac{g^2}{4} y + y^2 \frac{g^2}{4} - S^2 = 0$$

$$y = \frac{g^4}{16} + 4 S^2 \frac{g^2}{4}$$

$$= g^2 \left(\frac{g^2}{16} + S^2 \right)$$

$$y = \left(\frac{g^2}{4} + g \sqrt{\frac{g^2}{16} + S^2} \right)^2$$

$$= \frac{g + 2 \sqrt{\frac{g^2}{16} + S^2}}{2g}$$

$$\cos(\alpha + \beta) \frac{t^2 g}{2} = S \cos \alpha$$

$$S \cos \alpha = \frac{t^2}{g^2} \cos(\alpha + \beta)$$

Con

-sk'o

$$y = v^4 + 4 S^2 \frac{g^2}{4} = v^4 + S^2 g^2$$

$$a = \frac{v^2 + \sqrt{v^2 + S^2 g^2}}{2}$$

$$\frac{a}{S} = \frac{0.4}{18}$$

$$v^2 t^2 + S^2 = \frac{g^2 t^4}{4}$$

$$\frac{g^2 t^4}{4} t^2 + S^2 = \frac{g^2 t^4}{4}$$

$$\begin{array}{r} 49'0 \\ 98'0 \\ \hline 1'00 \end{array}$$

$$0.36$$

$$mm$$

$$L = \frac{v^2}{2} - \frac{v^2}{2} = 0$$

$$m v^2 = 2 m v^2 + 2 m v^2$$

$$I(\alpha + \beta) \cos \alpha = S \cos \alpha$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$v_2^2 (\cos^2 \beta - 1) + v_2 (2 \cos \alpha \cos \beta v_1) - v_1^2 (\cos^2 \alpha - 1) = 0$$

$$\begin{aligned} D &= 4 \cos^2 \alpha \cdot \cos^2 \beta v_1^2 + 4 (\cos^2 \beta - 1) v_1^2 (\cos^2 \alpha - 1) = \\ &= 4 (\cos^2 \alpha \cdot \cos^2 \beta v_1^2 + v_1^2 \cos^2 \beta \cos^2 \alpha - v_1^2 \cos^2 \beta - v_1^2 \cos^2 \alpha + v_1^2) = \end{aligned}$$

$$v_1 \left(\frac{\sqrt{3}}{4} \pm \sqrt{\frac{1}{4} \cdot \frac{3}{4} - \frac{1}{4} \cdot \frac{3}{4}} \right) 4 =$$

$$= \frac{\frac{\sqrt{3}}{4} \pm \sqrt{\frac{3}{16} - \frac{3}{16}}}{4} = \frac{\frac{\sqrt{3}}{4} \pm 0}{4} = \frac{\sqrt{3}}{16}$$

$$\begin{array}{r} 64 \\ 175 \\ \hline 1400 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4 \\ 17 \\ 17 \\ \hline 119 \\ 17 \\ \hline 289 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 52 \\ 175 \\ 175 \\ \hline 1875 \\ 1215 \\ 175 \\ \hline 30525 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 16 \\ 25 \\ \hline 80 \\ 32 \\ \hline 400 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4 \\ 85 \\ 85 \\ \hline 425 \\ 680 \\ \hline 2225 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 65 \overline{) 5} \\ -5 \quad \overline{) 13} \\ \hline 25 \\ 13 \end{array}$$

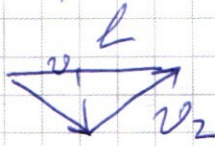
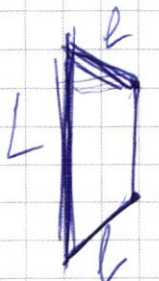
$$\begin{array}{r} 196 \\ 64 \\ \hline 260 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 260 \overline{) 2} \\ 130 \overline{) 2} \\ 65 \overline{) 5} \\ 13 \overline{) 13} \end{array}$$

$$2\sqrt{5 \cdot 13}$$

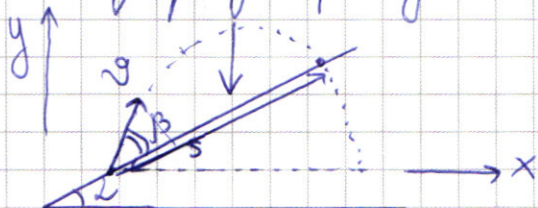
$$\sin \alpha = 7$$

$$\frac{gT}{2} = v(\sin(\alpha + \beta))$$



$$\begin{array}{r} 14 \\ 14 \\ \hline 56 \\ 64 \\ \hline 196 \end{array}$$

Изобразим рисунок



t - время полета

1) Запишем путь по оси Ox

$$S \cos \alpha = \pm v \cos(\alpha + \beta) = \frac{gt^2}{2}$$

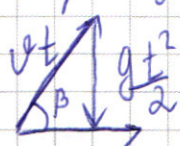
2) По оси Oy

$$-\frac{gt^2}{2} + vt = 0$$

$$\frac{gt}{2} = v$$

3) Самая наибольшая дальность полета, а следовательно и время, если бросить под углом 45° .

4) Нарисуем векторный треугольник пути:



$$v^2 t^2 + S^2 = \frac{g^2 t^4}{4} \quad \text{Пусть } \alpha = t^2$$

$$\frac{g^2 \alpha^2}{4} - \alpha t^2 - S^2 = 0$$

Темная квадратное уравнение относительно α , найдем

$$\text{Но подставим } v = \frac{gt}{2} = \frac{t^2 g}{2} \cos(\alpha + \beta)$$

$$\frac{g^2 \alpha^2}{4} - \alpha g t^2 - S^2 = 0, \text{ найдем:}$$

$$\frac{g^2 t^2}{4} = S^2$$

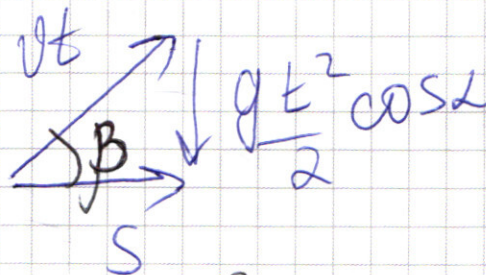
$$t^2 = \sqrt{\frac{4S^2}{g^2}} = \frac{2S}{g}$$

$$\cos \alpha = \frac{2S}{g} \cos(\alpha + \beta)$$

$$S \cos \alpha = \frac{g S^2}{2 g \sqrt{\cos \alpha - 1}} \cos(\alpha + \beta)$$

$$S \cos \alpha = \frac{g t^2}{2} \cos(\alpha + \beta) = \frac{g \cdot 4S^2}{2 g^2} \cos(\alpha + \beta) = \frac{2S^2}{g} \cos(\alpha + \beta)$$

$$\cos^2 \alpha (\cos \alpha - 1) = \cos(\alpha + \beta)$$



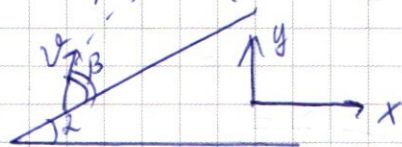
$$v^2 t^2 + S^2 = \frac{g^2 t^4}{4} \cos \alpha$$

$$\frac{g^2 t^4}{4} (\cos \alpha - 1) = S^2$$

$$t^2 = \frac{S^2}{g \sqrt{\cos \alpha - 1}}$$

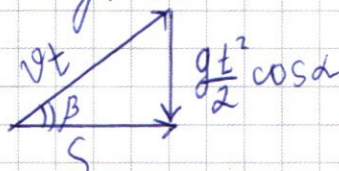
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1) Изобразим рисунок



v - начальная скорость
 t - время полёта

2) Изобразим векторный треуголь-
ник путей:



$$\begin{array}{r} 1600 \\ 900 \\ \hline 2500 \end{array}$$

По теореме # косинусов.

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

$$\frac{625}{2}$$

3) Заложим путь по оси Ox :

$$S \cos \alpha = t v \cos (\alpha + \beta)$$

$$\text{По оси } Oy \quad \frac{g t^2}{2} \cos (\alpha + \beta)$$

$$-\frac{g t^2}{2} + v t = 0 \Rightarrow v = \frac{g t}{2}$$

4) Получим:

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

$$\frac{2500}{1250}$$

Заложим t^2

$$5) \frac{g^2 \cos^2 \alpha \cdot S^2 \cos^2 \alpha \cdot 4}{2 v \cos^2 (\alpha + \beta) g^2} = S^2 + \frac{g^2 S^2 \cos^2 \alpha \cdot 4}{\cos^2 (\alpha + \beta) g^2} - \frac{2 \cos \beta \cdot g S}{2}$$

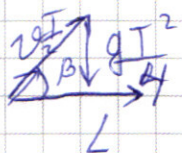
$$\cdot \frac{2 \cos \alpha S}{g \cos (\alpha + \beta)} \Rightarrow \frac{2 \cos^2 \alpha \cdot S^2}{\cos^2 (\alpha + \beta)} = S^2 + \frac{S^2 \cos^2 \alpha}{\cos (\alpha + \beta)} - \frac{S^2 2 \cos \beta \cos \alpha}{\cos (\alpha + \beta)}$$

$$\frac{2 \cos^2 \alpha}{\cos (\alpha + \beta)} = \frac{1}{\cos (\alpha + \beta)} + \cos (\alpha + \beta) - 2 \cos \beta \cos \alpha$$

$$\frac{900 + 1600 - 2 \cdot 625}{4 \cdot 1,35} = \frac{1250}{4 \cdot 1,35} = \frac{625}{1,35} = \frac{62500}{135} = \frac{12500}{27}$$

$$\begin{array}{r} 1250 \overline{) 9} \\ 12 \overline{) 625} \\ \hline 500 \\ 5 \overline{) 62500} \\ 5 \overline{) 12500} \\ 10 \overline{) 12500} \\ 25 \end{array}$$

6) Запишем векторный треугольник для горизонтальной плоскости:



$$\frac{v^2 T^2}{4} + L^2 = \frac{g^2 T^4}{16}$$

4) $L = T \cos \beta v$

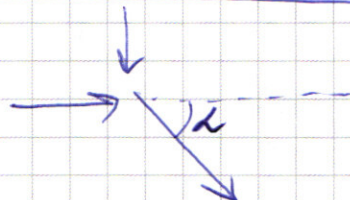
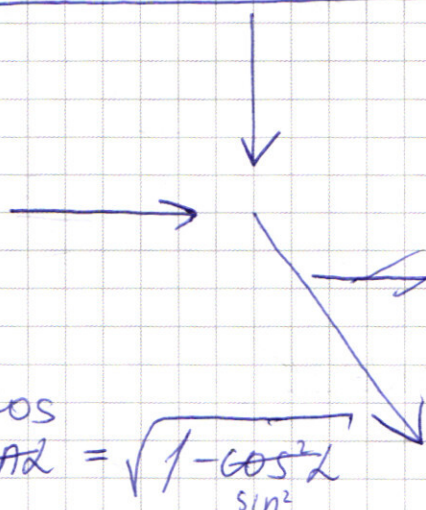
$$v = \frac{Tg}{2}$$

$$v = \frac{Tg}{2}$$

$$\frac{L}{T \cos \beta} = \frac{Tg}{2} \Rightarrow T^2 = \frac{2L}{g \cos \beta}$$

8) Подставим:

~~$$\frac{T^2 g^2}{4 \cdot 4} + L^2 = \frac{g^2 T^4}{4 \cdot 4}$$~~



$$v_1 \cos \alpha - v_2 \cos \alpha = \cos \alpha v_2 \sin \alpha$$

$$v_1 = v_2 \sin \alpha$$

$$v_1 = \cos \alpha v_2$$

~~$$v_2 = 2v_2 \cdot 2$$~~

~~$$v_2 = 2v_2 \cdot v_2$$~~

$$v_1 = v_2 \cdot \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}$$

$$v_2 = 2v_2 \sqrt{1 - \frac{v_1^2}{4v_2^2}}$$

$$v_1^2 = 4v_2^2 (1 - \sin^2 \alpha)$$

$$v_1^2 = 4v_2^2 - 4v_2^2 \sin^2 \alpha$$

$$\sin = \frac{\sqrt{4v_2^2 - v_1^2}}{2v_2}$$

$$\frac{2v_2}{2v_2 \cdot v_1} = \frac{v_2}{v_1}$$

$$= \frac{v_2}{v_1}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$1 - (0,28 \cos^2 \beta + 0,64 - 0,9 \cos \beta \sqrt{1 - \cos^2 \beta})$$

$$\frac{0,8 \cdot 3 \cdot 10 \cdot 1800}{24 \cdot 1800} = \frac{m \cdot m}{c^2} = 9$$

$$\cos \beta (1 - (1 - \sin^2 \alpha) (0,9 \cos \beta \sqrt{1 - \cos^2 \beta} - 0,28 \cos^2 \beta + 0,36)) =$$

$$= \cos \beta (1 - \sin^2 \alpha (0,9 \cos \beta \sqrt{1 - \cos^2 \beta} - 0,28 \cos^2 \beta + 0,36)) =$$

$$= \cos^2 \beta \sin^2 \alpha (0,9 \sqrt{1 - \cos^2 \beta} - 0,28 \cos \beta \sin^2 \alpha + 0,36 \sin^2 \alpha \cdot \cos \beta) = 2$$

$$\frac{2}{\sin^2 \alpha} = 0,9 \cos^2 \beta \sqrt{1 - \cos^2 \beta} - 0,28 \cos^3 \beta + 0,36 \cos \beta$$

$$\frac{2}{\sin^2 \alpha} = 0 \cos \beta (0,9 \cos \beta \sqrt{1 - \cos^2 \beta} - 0,28 \cos^2 \beta + 0,36)$$

$$\cos^2 \beta \geq 1$$

$$\frac{(40 \cdot 0,8 \cdot 1800 - 3) \sqrt{0,8 \cdot 10}}{4 \cdot 0,8 \sqrt{1800}} = \frac{10(57600 - 32 \cdot 15)}{5330000}$$

$$= \frac{(40 \cdot 8 \cdot 180 - 3) \sqrt{8}}{3,2 \cdot 15 \cdot 2 \sqrt{2}} = \frac{10(57600 - 32 \cdot 15)}{5330000}$$

$$\begin{array}{r} 0,9 \\ 0,9 \\ 0,9 \\ 0,9 \\ 0,9 \end{array}$$

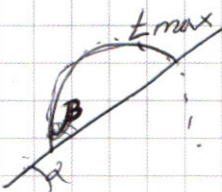
$$\begin{array}{r} 320 \\ 180 \\ 25600 \\ 32 \\ 57600 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 57600 \\ 3 \\ 57600 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1800 \mid 2 \\ 900 \mid 2 \\ 450 \mid 2 \\ 225 \mid 15 \\ = 15 \mid 15 \end{array}$$

$$2^2 \cdot 2 \cdot 15^2$$

$$\cancel{v^2 T^2 = S^2}$$



$$T^4 = t^2$$

$$x^2 \left(\frac{\cos^2 \alpha g^2}{4} \right) - v^2 x + S^2 = 0$$

$$\cancel{T^2(v^2) - T(2 \cos \beta S v) + S^2 = g}$$

$$v^2 t = S^2 + \frac{g t^3}{4} \cos^2 \alpha$$

$$\frac{c^2 \cdot m^2}{c^2}$$

$$t^2 \left(\frac{\cos^2 \alpha g^2}{4} \right) - t(v^2) + S^2 = 0$$

$$\frac{m^2}{c^2} = \frac{m}{c}$$

$$0 = 0 = v^4 = \frac{4 S^2 \cos^2 \alpha g^2}{4}$$

$$\frac{m^3 c^2}{c^2 \cdot m}$$

$$v^4 = \cos^2 \alpha g^2$$

$$\frac{m^3 \cdot m}{c^2} =$$

$$v^2 = \cos \alpha g$$

$$T = \sqrt{\frac{v^2 \cdot 2}{\cos \alpha g^2}} = \frac{v^2}{\cos \alpha g} \sqrt{2}$$

+S

$$\frac{g^2 \cos^2 \alpha v^2 \cdot 2}{2^4 \cos^2 \alpha g^2} = \frac{v^2 \cdot v \sqrt{2}}{\cos \alpha g} - \frac{2 \cos \beta v^2 S \sqrt{2}}{\cos \alpha g}$$

$$\frac{v^2}{2} = \frac{v^3}{g}$$

$$\frac{m^2}{c^2} = m$$

$$\frac{m^2 c^4}{m^2} \quad \frac{m c^2}{m} \quad \frac{m c^2}{m} \quad \frac{m^2 c^2}{c^2} \quad \frac{m^4}{c^4} = \frac{m^2 \cdot m^2}{c^2}$$

$$\frac{m}{c^2} \quad \frac{m}{c^2} \quad \frac{m^3 \cdot m}{c^2}$$

$$\frac{c^2 c^2}{m} \quad \frac{m}{c^2} \quad \frac{c^4 c^4}{m}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{u^2}{c^2} = \frac{u^2}{u^2} u^2$$

$$5 \cdot \frac{\sqrt{g \cos \alpha} \cos \beta \cdot 2 \sqrt{S}}{\sqrt{\cos \alpha g}}$$

$$\frac{4S \sqrt{g \cos \alpha}}{\cos \alpha g}$$

$$u \cdot c \cdot u$$

$$\frac{g^2 \cos^2 \alpha + S^2}{4 \cos^2 \alpha g^2} = \frac{4S \sqrt{g \cos \alpha}}{\cos \alpha g} + S^2 -$$

$$- 2 \cos \beta S$$

$$\frac{u}{c} \cdot c \cdot u$$

$$\frac{u c^2}{u} =$$

$$\frac{2 \cos \beta \sqrt{2 \sqrt{S}} \sqrt{g \cos \alpha}}{\sqrt{\cos \alpha g}} =$$

$$= \frac{\sqrt{5 g \cos \alpha}}{c^2} \frac{2 \cos \beta}{c^2}$$



$$\cos(\alpha + \beta)$$

$$\cos^2 \alpha = \sin^2(\alpha + \beta) + \sin^2(\alpha + \beta) \sin^2 \alpha - 2 \cos \beta \sin \alpha \cdot \sin(\alpha + \beta)$$

$$\cos^2 \alpha = \sin^2(\alpha + \beta) (1 + \sin^2 \alpha) - 2 \cos \beta \cdot \sin \alpha \cdot \sin(\alpha + \beta)$$

$$S \cos \alpha = T \cos(\alpha + \beta)$$

$$\sin(\alpha + \beta) v = \frac{gT}{2}$$

$$\alpha + \beta = \varphi$$

$$\begin{cases} S \cos \alpha = T \cos \varphi \\ \sin \varphi v = \frac{gT}{2} \end{cases}$$

$$v = \frac{gT}{2 \sin \varphi}$$

$$\frac{T^2 \cdot T^2 g^2}{\sin^2 \varphi} = S^2 + \frac{g^2 T^4}{4} \cos^2 \alpha$$

$$\frac{T^4 \cos^2 \alpha g^2}{4} = \frac{T^4 g^2}{\sin^2 \varphi} + S^2 - \frac{2 \cos \beta T^2 S g}{2 \sin \varphi}$$

$$\frac{T^4 g^2}{4} \left(\cos^2 \alpha - \frac{1}{\sin^2 \varphi} \right) + S - \frac{S g T^2 \cos \beta}{\sin \varphi}$$

$$T^4 = \frac{S^2}{\frac{g^2}{4 \sin^2 \varphi} - \frac{g^2}{4} \cos^2 \alpha}$$

$$= \frac{S^4}{g^2 \left(\frac{1}{\sin^2 \varphi} - \cos^2 \alpha \right)}$$

$$S + S \left| \frac{T^4 g^2}{4 \sin^2 \varphi} = S \right|$$

$$\frac{T^4 g^2}{4 \sin^2 \varphi} = S + \frac{g^2 T^4}{4} \cos^2 \alpha$$

$$T^4 = \frac{S^2}{\frac{g^2}{4} \left(\frac{1}{\sin^2 \varphi} - \cos^2 \alpha \right)}$$

$$= \frac{S^4}{g^2 \left(\frac{1}{\sin^2 \varphi} - \cos^2 \alpha \right)}$$

$$T^4 g^2 \cos^2 \alpha$$

$$\frac{g^2 \cos^2 \alpha S^2}{4 g^2 \left(\frac{1}{\sin^2 \varphi} - \cos^2 \alpha \right)}$$

$$= \frac{S^2}{4}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\begin{cases} T^2 v^2 = S^2 + \frac{g^2 T^4}{4} \cos^2 \alpha \\ \frac{g^2 T^4 \cos^2 \alpha}{4} = v^2 L^2 + S^2 - 2 \cos \beta \cdot v L S \end{cases} \quad T v = \frac{T g}{2}$$

$g \sin^2 \alpha$

$$\frac{T^4 g^2}{4} = S^2 + \frac{g^2 T^4}{4} \cos^2 \alpha$$

$$T^2 = \frac{4 S^2}{g^2}$$

$$\frac{g^2 T^4 \cos^2 \alpha}{4} = \frac{T^4 g^2}{4} + S^2 - 2 \cos \beta S T^2 g$$

$T =$

$$\frac{T^4 g^2}{4} (\cos^2 \alpha - 1) = S^2 - S \cos \beta T^2 g$$

$$\sqrt{\frac{S^2}{g \sin^2 \alpha}}$$

$$\frac{4 S^2}{g^2} \frac{16 S^4 g^2}{g^2 g^4} (\sin^2 \alpha) = S^2 - S g \cos \beta \frac{4 S^2}{g^2}$$

$$\frac{4 S^4}{g^2} (\sin^2 \alpha) = S^2 - \frac{S^3 \cos \beta}{g}$$

$$4 S^4 (\sin^2 \alpha) = S^2 g^2 - S^3 g \cos \beta$$

$$\cos \beta = \frac{-4 S^4 (\sin^2 \alpha) + S^2 g}{S^3 g \cos \beta} = \frac{g - 4 S^2 (\sin^2 \alpha)}{g S \cos \beta}$$

$$\frac{T^4 g^2}{4} (\cos^2 \alpha - 1) = S^2 - S \cos \beta T^2 g$$

$$(\chi_2 u_1 s + 1) e^{i(\chi_2 + \beta)} u_1 s = \chi_2 s \cos \alpha$$

$$\chi_1 u_1 s (\beta + \alpha) u_1 s \cos \alpha - 2 \cos \beta \sin(\alpha + \beta) \sin \alpha + \sin^2(\alpha + \beta) + \sin^2(\alpha + \beta) u_1 s = \chi_2 s \cos \alpha$$

$$\cos \beta (1 - \cos \alpha)$$

$$\cos \alpha = 0,8$$

$$\cos \beta (1 - \cos^2 \alpha \cdot \sin^2 (\alpha + \beta)) = 2$$

$$\alpha = 30^\circ$$

$$\beta = 60^\circ$$

$$\sin \alpha \cos \beta = \sin \beta \cdot \cos \alpha = \sin (\alpha + \beta)$$

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

$$0,8$$

$$\frac{1}{2}$$

$$\frac{\sin}{\cos} = \tan$$

$$\cos \text{ form } \cos =$$

$$\frac{1 \cdot \sqrt{3}}{2 \cdot 2}$$

$$\sqrt{1 - 0,6^2} =$$

$$\sin (\alpha + \beta) = \sqrt{1 - \cos^2 (\alpha + \beta)} = \frac{\cos^2 \alpha \cdot \sin \alpha}{\cos}$$

$$\begin{array}{r} 1,00 \\ 0,36 \\ \hline 0,64 \end{array}$$

$$\cos^2 \alpha = 0,64$$

$$\cos^2 \alpha = \sin^2 \alpha \cdot \cos^2 \beta + 2 \sin \alpha \cdot \sin \beta \cdot \cos \beta \cdot \cos \alpha - \sin^2 \beta \cdot \cos^2 \alpha$$

$$\begin{array}{r} 0,96 \\ 0,96 \\ \hline 0,96 \end{array}$$

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

$$= \sin^2 \alpha \cdot \sin^2 \beta + (2 \sin \alpha \cdot \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}) \cdot \sin \beta \cdot \sqrt{1 - \sin^2 \beta} - \sin^2 \beta (1 - \sin^2 \alpha)$$

$$= \cos \beta - \cos \alpha (1 - \sin^2 \alpha \cdot \cos^2 \beta + \sin \alpha \cdot \sin \beta \cdot \cos \beta \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \beta} - (1 - \cos^2 \beta) \cos \alpha)$$

$$\begin{array}{r} 0,64 \\ 0,36 \\ \hline 0,28 \end{array}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{g^2 T^4 \cos^2 \alpha}{4} = \frac{T^2 \cdot g^2 T^2}{4 \sin^2 \varphi} + S^2 - \frac{2 \cos \beta T^2 g S}{2 \sin \varphi}$$

$$\frac{g^2 \cos^2 \alpha S^2}{4 g^2 (\frac{1}{\sin^2 \varphi} - \cos^2 \alpha)} = T^2 \frac{g^2}{4 \sin^2 \varphi}$$

$$= \frac{g^2 S^2}{4 \sin^2 \varphi (\frac{1}{\sin^2 \varphi} - \cos^2 \alpha)} + S^2 -$$

$$- \frac{g S \cos \beta S^2}{\sin \varphi g \sqrt{\frac{1}{\sin^2 \varphi} - \cos^2 \alpha}}$$

$$S^2 \cos \frac{\cos^2 \alpha}{\frac{1}{\sin^2 \varphi} - \cos^2 \alpha} = g^2 \frac{1}{\sin^2 \varphi (\frac{1}{\sin^2 \varphi} - \cos^2 \alpha)} +$$

$$+ 1 - \frac{\cos \beta}{\sin \varphi \sqrt{\frac{1}{\sin^2 \varphi} - \cos^2 \alpha}} \left(\frac{\cos \beta}{\sin \varphi \sqrt{\frac{1}{\sin^2 \varphi} - \cos^2 \alpha}} \right)$$

$$\frac{\cos^2 \alpha \cdot \sin^2 \varphi}{1 - \cos^2 \alpha \cdot \sin^2 \varphi} = \frac{1}{1 - \cos^2 \alpha \cdot \sin^2 \varphi} + 1 -$$

$$\frac{\cos \beta}{\sqrt{1 - \cos^2 \alpha \cdot \sin^2 \varphi}}$$

$$\cos^2 \alpha \sin^2 \varphi = 1 + 1 - \cos^2 \alpha \sin^2 \varphi - \cos \beta (1 - \cos^2 \alpha \sin^2 \varphi)$$

$$\cos \beta - \cos \beta \cdot \cos^2 \alpha \cdot \sin^2 \varphi = 2$$