

Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Вариант 09-02

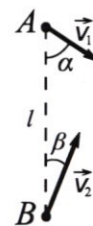
Класс 09

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. Пластилиновый 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 пластилина 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.

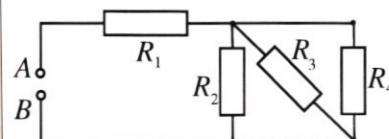
1) С какой скоростью V_2 двигался второй шарик перед слипанием?

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

Задача №1

Дано:

$$L = 0,8 \text{ км} = 800 \text{ м}$$

$$v_1 = 8 \text{ м/с}$$

$$\alpha = 60^\circ$$

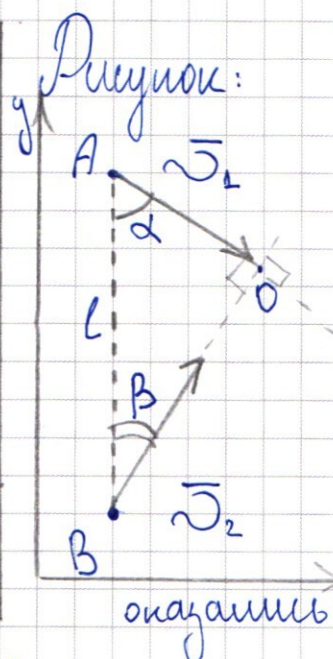
$$\beta = 30^\circ$$

$$T = 25 \text{ с}$$

1) $v_2 = ?$

2) $S = ?$

Рисунок:



Решение:

1) Продолжим скорости и получим точку пересечения траекторий, обозначим её O, т.к. $\alpha + \beta = 90^\circ$
 $\triangle AOB$ - ~~равно~~ прямоугольный,
 чтобы торгера и корабль оказались в одной точке одновременно,

времена их движения должны быть равны,
 обратимся к тригонометрии: $\tan \beta = \frac{AO}{BO} = \frac{1}{\sqrt{3}}$,
 при этом $AO = v_1 t$; $BO = v_2 t$, где t - какое-то время,
 откуда: $v_2 = \sqrt{3} \cdot v_1 = 8 \cdot \sqrt{3} \text{ м/с}$

2) Найдём проекции скоростей v_1 и v_2 на AB:

$$v_{1x} = \cos \alpha \cdot v_1; v_{2x} = \cos \beta \cdot v_2$$

$$v_{1x} = \frac{1}{2} \cdot 8 = 4 \text{ м/с}; v_{2x} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 8\sqrt{3} = 12 \text{ м/с}$$

3) Найдём S_y : $S_y = L - (v_{1x} + v_{2x})T = 400 \text{ м}$, где S_y -
 вертикальная составляющая расстояние между объектами
 A и B. 4) Найдём гор. составляющие v_1 и v_2 :

$$v_{1x} = \sin \alpha \cdot v_1 = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 8 = 4\sqrt{3} \text{ м/с}$$

$$v_{2x} = \sin \beta \cdot v_2 = \frac{1}{2} \cdot 8\sqrt{3} = 4\sqrt{3} \text{ м/с}$$

5) Найдем поразительную составленную систему
расстояние $S - S_K$:

$$S_K = (\omega_{1x} - \omega_{2x}) \cdot T = 0$$

6) Найдем S :

$$S^2 = S_x^2 + S_y^2 \Rightarrow S = \sqrt{S_x^2 + S_y^2} = \sqrt{400^2 + 0} = 400 \text{ м}$$

Ответ: $\omega_2 = 8 \cdot \sqrt{3} \text{ м/с}$; $S = 400 \text{ м}$

Задача №5

Схема:



$$R_1 = 2r; R_2 = R_3 = 4r; R_4 = r$$

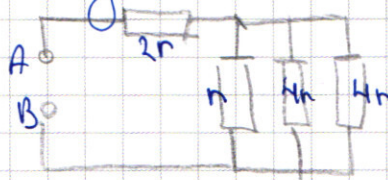
$$U = 8 \text{ В}; r = 6 \text{ Ом}$$

1) $R_{AB} = ?$

2) $P = ?$

Решение

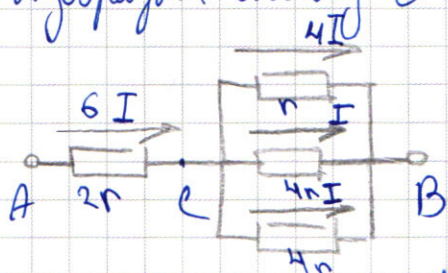
1) Изобразим эквивалентную
схему (Рис 1)



2) Найдем R_{AB} :

$$R_{AB} = 2r + \frac{1}{\frac{1}{r} + \frac{1}{4r} + \frac{1}{4r}} = 2\frac{2}{3}r = 16 \text{ Ом}$$

3) Изобразим схему с токами через резисторы:



Пусть через R_2 и R_3 течет ток I ,
тогда через R_4 течет ток $4I$,
а общий ток равен $6I$

4) Найдем I ; $U = 6I(2\frac{2}{3}r) = 6I \cdot 16 \Omega$

$$I = \frac{U}{6 \cdot 16 \Omega} = \frac{8}{6 \cdot 16} = \frac{1}{12} \text{ А}$$

тогда $I_0 = 6I = 0,5 \text{ А}$

5) Найдем P :

$$P = I_0^2 \cdot \frac{1}{\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}} = 0,25 \cdot \frac{1}{\frac{1}{4 \cdot 6} + \frac{1}{4 \cdot 6} + \frac{1}{6}} = 1 \text{ Вт}$$

Ответ: $R_{AB} = 2\frac{2}{3}r = 16 \Omega$; $P = 1 \text{ Вт}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача №4

Дано:

$$v = 25 \text{ м/с}$$

$$v_1 = 30 \text{ м/с}$$

$$\Delta t = 1,35^\circ \text{C}$$

$$4v_2 = ?$$

$$c = ?$$

Решение:

1) Из того, что прямые, по которым движутся шарики перпендикулярны, следует, что:

$$p_1^2 + p_2^2 = p_0^2, \text{ где } p_1 \text{ импульс шарика 1,}$$

p_2 импульс шарика 2, p_0 - общий

$$\text{импульс. } p_1 = mv_1; p_2 = mv_2; p_0 = 2mv,$$

где m - масса одного шарика.

$$(mv_1)^2 + (mv_2)^2 = (2mv)^2, \text{ откуда:}$$

$$v_2 = \sqrt{4v^2 - v_1^2} = 40 \text{ м/с}$$

2) Запишем закон сохранения энергии:

$$\frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2} = \frac{2mv^2}{2} + Q, \text{ где } Q \text{ выделившаяся}$$

тепло; $Q = 2cm \Delta t$

$$\frac{v_1^2}{2} + \frac{v_2^2}{2} = v^2 + 2c \Delta t;$$

$$c = \frac{v_1^2 + v_2^2 - 2v^2}{4 \Delta t} \approx 230 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{C}}$$

Ответ: $v_2 = 40 \text{ м/с}$; $c = 230 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{C}}$

Задача №2.

Дано:

$$\sin \alpha = 0,6$$

$$S = 1,8 \text{ км} =$$

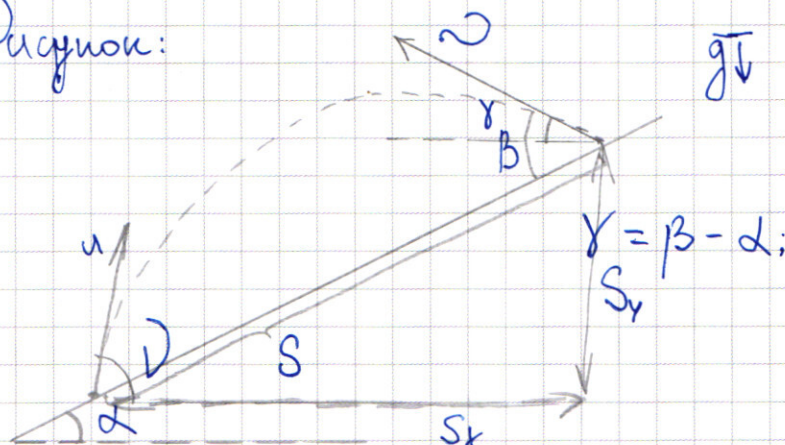
$$= 1800 \text{ м}$$

$$1) \beta = ?$$

$$2) \alpha = ?$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

Рисунок:



Решение:

Найдем горизонтальную и вертикальную составляющие скорости v :

$$v_y = \sin \alpha \cdot v; \quad v_x = \cos \alpha \cdot v$$

Запишем уравнение перемещения по вертикальной оси:

$$-S_y = -v_y$$

1) Рассмотрим это движение в обратном направлении, пусть мяч летит по той же траектории, но в обратном направлении, его начальная скорость u , а угол к горизонту β .

$v_x = \cos \beta \cdot u$; $v_y = \sin \beta \cdot u$, где v_x и v_y горизонтальная и вертикальная составляющие u . Запишем уравнение движения по вертикальной оси.

$$S_y = u_y T - \frac{gT^2}{2}, \text{ где } T - \text{время движения,}$$

найдем максимум T : T максимум при

$$\text{дискриминанте равен нулю} \Rightarrow T = \frac{v_y \pm 0}{g} = \frac{v_y}{g} =$$

$$= \frac{\sin \beta \cdot u}{g}$$

$\Rightarrow T$ максимум при $\sin \beta$ в это

время T тело движется горизонтально,

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

следовательно $\gamma = 0 \Rightarrow \beta = \alpha = \arcsin 0,6$

~~2) Изобразим движение мяча в воздухе с горизонтальной поверхностью (рис 2)~~

$$2) S_x = \cos \alpha \cdot S = 0,8 \cdot 1800 = 1440 \text{ м};$$

$$S_y = \sin \alpha \cdot S = 0,6 \cdot 1800 = 1080 \text{ м}$$

3) $S_x = v_x' T$, где v_x' горизонтальная составляющая скорости v , а т.к. $\gamma = 0^\circ \Rightarrow v_x' = v$
- $S_y = v_y' T - \frac{gT^2}{2}$, где v_y' вертикальная составляющая скорости v ; $v_y' = \sin \gamma \cdot v = 0 \Rightarrow$
 $\Rightarrow S_y = \frac{gT^2}{2}$

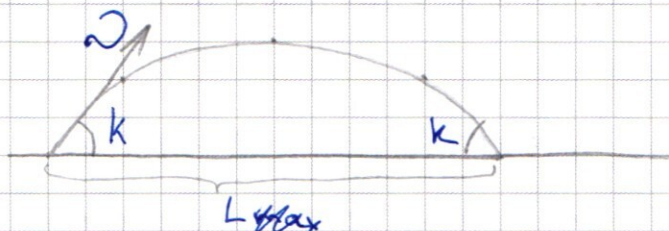
4) Составим систему уравнений

$$\begin{cases} S_x = vT, \\ S_y = \frac{gT^2}{2}; \end{cases} \quad S_x = v \cdot \sqrt{\frac{2S_y}{g}};$$

$$v = \frac{S_x}{\sqrt{\frac{2S_y}{g}}} = S_x \sqrt{\frac{g}{2S_y}} =$$

$$= 1440 \cdot \sqrt{\frac{10}{2 \cdot 1080}} = 1440 \cdot \sqrt{\frac{1}{216}} \text{ м/с}$$

5)



$\sin k \cdot v \cdot t = \frac{g t^2}{2}$, где t - время движения (1)

$\cos k \cdot v \cdot t = L_{\text{max}}$ (2)

6) Из (1) и (2) получаем:

$$\begin{cases} 2\omega \cdot \sin k = gt; \\ \omega \cdot \cos k \cdot t = L_{\max}; \end{cases} \quad \begin{cases} t = \frac{2\omega \cdot \sin k}{g} \\ \omega \cos k \cdot t = L \end{cases}$$

$$L = \frac{2 \sin k \cdot \cos k \cdot \omega^2}{g} = \frac{\sin 2k \cdot \omega^2}{g}$$

L максимально при $\sin 2k = 1$, т.е. $k = 45^\circ$,
откуда: $L = \frac{\omega^2}{g} = \frac{1440 \cdot 1440 \cdot \frac{1}{216}}{10} = 960 \text{ м}$

Отвеч: $\beta = \alpha = \arcsin 0,6$; $L = 960 \text{ м}$.

Задача №3

Дано:

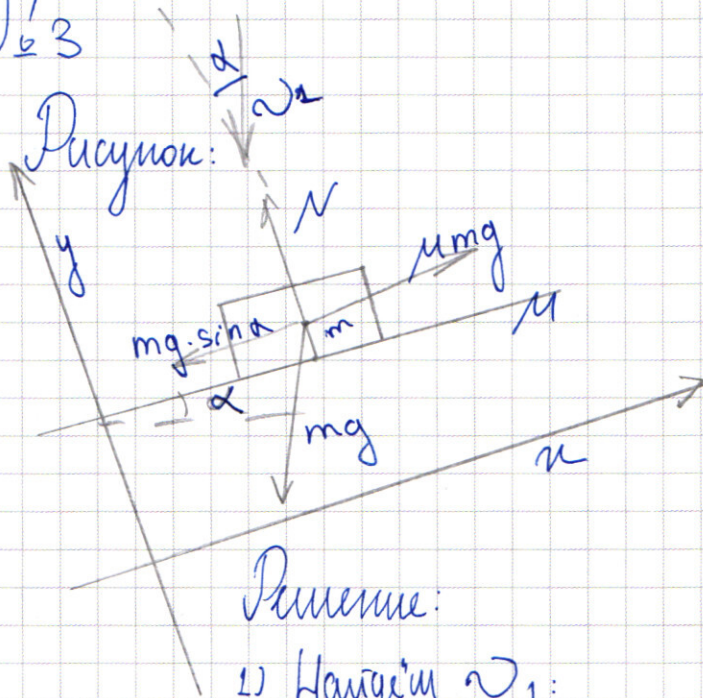
$$a = 2 \text{ м/с}^2$$

$$T = 0,2 \text{ с}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$1) \omega_1 = ?$$

$$2) \omega_2 = ?$$



Решение:

1) Найдем ω_1 :

$$\omega_1 = gT = 2 \text{ м/с}$$

2) Введем ось x и y , так что ось x направлена вдоль наклонной плоскости.

3) Выразим изменение скорости по x и по y

$\Delta p_x = -\Delta N \cdot \sigma$, где σ это бреш, а ΔN - изменение силы реакции опоры

$\Delta p_x = (\mu - \sin \alpha) N \cdot \sigma$, где μ - коэффициент трения, а α угол к горизонту наклонной плоскости,

тогда : $-\Delta p_x = (\mu - \sin \alpha) \Delta p_y$, пусть $(\mu - \sin \alpha) = K$,
тогда $\Delta p_x = -K \Delta p_y$

4) Пусть m -то масса бруска, тогда:

$$\Delta p_y = -m v_1 \cos \alpha$$

$\Delta p_x = m v_2 - 2m v_2'$, где v_2' поперечная
скорость $v_2' = 0$ по условию

$$m v_1 \cos \alpha = K m v_2 \quad (1)$$

5) Запишем изменение моментов для шара.

$$\Delta p_y' = -v_1 \cdot m \cdot \cos \alpha$$

$$\Delta p_x' = v_1 \cdot m \cdot \sin \alpha$$

$$\Delta p_x' = -K \Delta p_y;$$

$$K \cos \alpha = \sin \alpha \quad (2)$$

6) Запишем второй закон Ньютона

$$-ma = m \cdot \sin \alpha g - \mu mg;$$

$$a = K g; \quad K = \frac{a}{g} = 0,2 \quad (3)$$

7) Подставим K в (2).

$$\cos \alpha = 6 \sin \alpha \Rightarrow \cos \alpha = \sqrt{\frac{36}{37}}; \sin \alpha = \sqrt{\frac{1}{37}},$$

т.к. $\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha};$

8) Подставим $K, \cos \alpha$ и $\sin \alpha$ в (1)

$$v_1 \cos \alpha = K v_2;$$

$$v_1 = \frac{K v_2}{\cos \alpha} = \frac{0,2 \cdot 2}{\sqrt{\frac{36}{37}}} \approx \frac{0,2 \cdot 2}{1} \approx 0,4 \text{ м/с}$$

Ответ: $v_1 = 2 \text{ м/с}; v_2 =$

$$v_2 = \frac{v_1 \cos \alpha}{K} = \frac{2 \text{ м/с} \cdot \sqrt{\frac{36}{37}}}{0,2} \approx 10 \text{ м/с}$$

Ответ: $v_1 = 2 \text{ м/с}; v_2 = 10 \text{ м/с}$



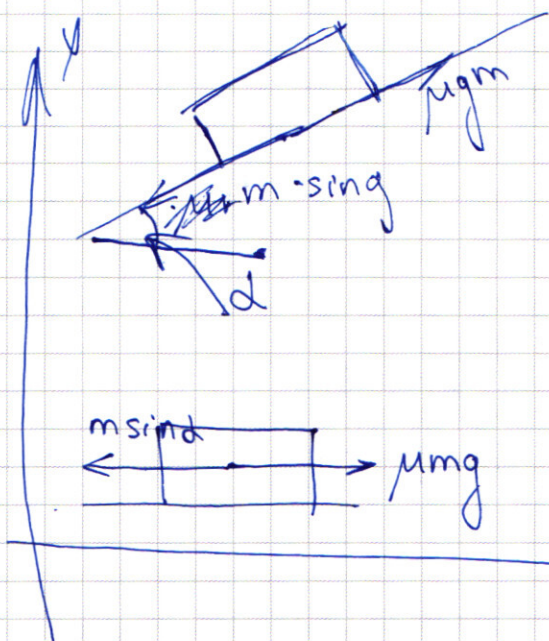
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

☐ черновик ☒ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница № 8
(Нумеровать только чистовики)



~~am =~~

$$ma = \mu g m - m \sin \alpha$$

$$ma = m(\mu g - \sin \alpha g)$$

$$\frac{mv^2}{2}$$

$$a = kg$$

$$k = \frac{a}{g} = 0,2$$

$$k = \mu g - \sin \alpha$$

$$\Delta p_x = N \cdot \tau$$

$$\Delta p_x = \mu k (\mu g - \sin \alpha) \cdot \tau$$

$$s_x = v_x T - \frac{gT^2}{2}$$

$$\Delta p_x = -k \Delta p_x$$

$$D = v_x^2 + 2g s_x, \Delta p_x = u \cdot m$$

$$T = \frac{v_x \pm \sqrt{v_x^2 + 2g s_x}}{g}$$

$$\Delta p_x = \cancel{mv_2} - \cancel{mv_2'} = mv_2 - 2mv_2'$$

$$mv_2 - 2mv_2' = u m \cdot k$$

$$u = gT$$

$$v_2' = 0$$

$$v_2 = gT = 2 \text{ м/с}$$

$$mv_2 = m \cdot gT \cdot k$$

$$v_x =$$

$$v_2 = gTk$$

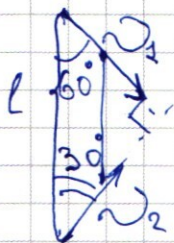
$$mv_2 - 2mv_2' = -u m \cdot k$$

$$v_2 = uk$$

$$v_2 = 2 \text{ м/с} \cdot k = 0,4 \text{ м/с}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача №1.



$$v_1 \cdot T_1 = l/2$$

$$T_1 = \frac{l}{2v_1} = \frac{300}{2 \cdot 8} = 50$$

$$T_1 \cdot v_2 = \sqrt{3} \cdot l \cdot v_1$$

$$\sqrt{3} \approx 1,73 \cdot 8 \quad v_2$$

$$1,73 \cdot 8 = 14,04 + 20 + 49 =$$

$$v_2 \approx 13,84 \text{ м/с}$$

$$\begin{array}{r} 3 \cdot \\ 1,73 \cdot \\ \times 1,73 \\ \hline 519 \\ + 1211 \\ \hline 173 \\ \hline 2,9929 \end{array}$$

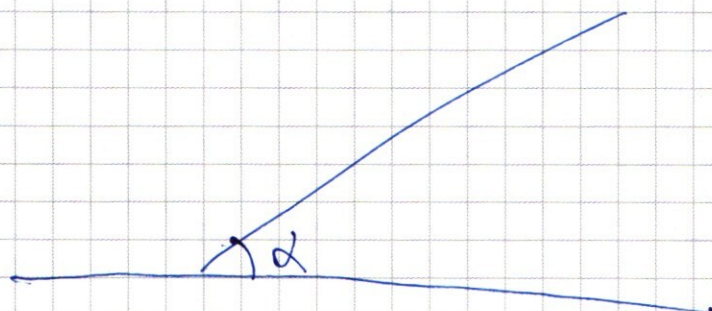
$$\begin{array}{r} 5 \cdot \\ 1,73 \cdot \\ \times 8 \\ \hline 13,84 \end{array}$$

$$S_x = v_x T$$

$$T = \frac{v_x}{g}$$

$$S_x = \frac{v_x \cdot v_x}{g} =$$

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



$$v_0 = 5$$

$$R_1 = 2r \quad R_2 = R_3 = 4r \quad R_4 = r$$

$$U = 8 \text{ В} \quad r = 60 \text{ м}$$

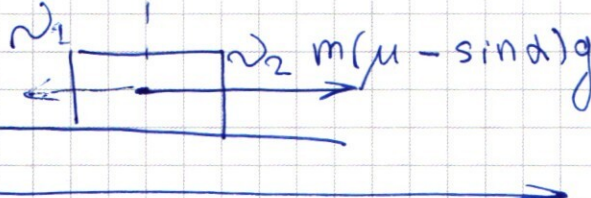
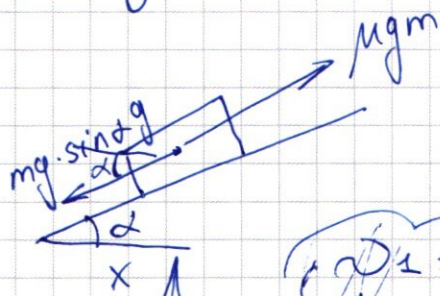
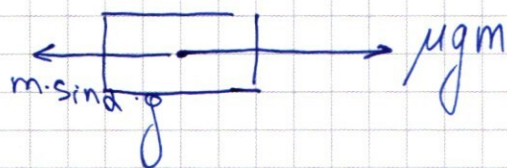
$$1440 = \frac{0,8 \cdot 0,6 \cdot v^2}{10}$$

$$v = \sqrt{\frac{14400}{0,48}}$$

$$\begin{array}{r} 1440000 \overline{) 0,48} \\ 96 \\ \hline 48 \end{array} \quad \begin{array}{r} 1440000 \overline{) 48} \\ 30000 \end{array}$$

$$v = 100\sqrt{3}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$\begin{aligned} v_{1y} &= \cos\alpha \cdot v_1 \\ v_{1x} &= \sin\alpha \cdot v_1 \\ \Delta p_x &= \Delta p_y \cdot k \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} p_x &= m v_2 + m v_1 \sin\alpha \\ p_y &= -m v_1 \cos\alpha \end{aligned}$$

$$p_x = m (v_2 + v_1 \sin\alpha) = k (v_1 \cos\alpha) m$$

$$\sqrt{\frac{1}{37}} \approx \frac{1}{6} \quad \frac{1}{5} - \frac{1}{6} = \frac{1}{30} \quad \frac{1}{30} \cdot 2 = \frac{1}{15}$$

$$\begin{aligned} \sqrt{\frac{36}{37}} &\approx 1 \quad 0,2 - \frac{1}{6} \\ v_2 &= (\cos\alpha \cdot k - \sin\alpha) v_1 = \left(0,2 \cdot \sqrt{\frac{36}{37}} - \sqrt{\frac{1}{37}} \right) v_1 \end{aligned}$$

$$v_{2x} = \cos\alpha v_2$$

$$v_{2y} = \sin\alpha v_2$$

$$a = g(\mu - \sin\alpha) = gk$$

$$k = \frac{a}{g} = 0,2$$

$$1 - x^2 = 36x^2$$

$$1 = 37x^2 \quad x = \sqrt{\frac{1}{37}}$$

$$\cos\alpha = \sqrt{1 - x^2} = \sqrt{\frac{36}{37}}$$

$$m v_2 - 2m v_1^2 = k v_1 \sin\alpha m$$

$$\begin{aligned} (\cos\alpha \cdot k - \sin\alpha) v_1 &= \\ &= k v_1 \sin\alpha \end{aligned}$$

$$0,2 \cos\alpha - \sin\alpha = 0,2 \sin\alpha$$

$$0,2 \cos\alpha = 1,2 \sin\alpha$$

$$(\pi \nu_1)^2 + (\pi \nu_2)^2 = (2\pi \nu)^2$$

$$\nu_1^2 + \nu_2^2 = 4\nu^2$$

$$\nu_2 = \sqrt{4\nu^2 - \nu_1^2} = \sqrt{4 \cdot 25^2 - 30^2} =$$

$$= \sqrt{2500 - 900} = \sqrt{1600} = 40 \text{ m/s}$$

$$\begin{array}{r} 135 \\ \times 4 \\ \hline 540 \end{array}$$

$$144 \times \frac{20}{3} =$$

$$48 \times 20 = 960$$

$$\begin{array}{r} 925 \\ \times 4 \\ \hline 2500 \end{array}$$

$$\frac{\pi \nu_1^2}{2} + \frac{\pi \nu_2^2}{2} = \frac{2\pi \nu^2}{2} + 4\pi \cdot c \cdot \Delta t$$

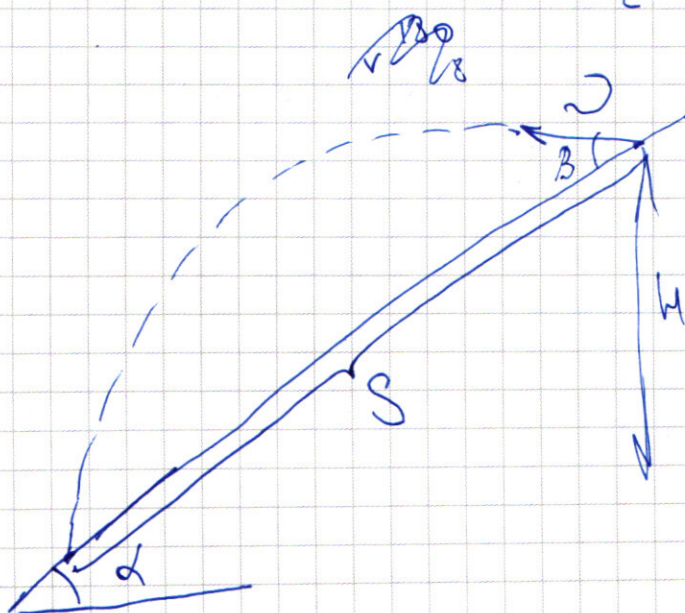
$$\nu_1^2 + \nu_2^2 = 2\nu^2 + 4c\Delta t$$

$$\frac{1440}{216} = \frac{8 \cdot 10 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 35}{6 \cdot 6 \cdot 4} \cdot c = \frac{\nu_1^2 + \nu_2^2 - 2\nu^2}{406} = \frac{2500 - 1250}{4 \cdot 1,35} \approx 231$$

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

$$\begin{array}{r} 1250 \\ \times 5,40 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 12500 \mid 54 \\ 108 \quad \mid 231,4 \\ \hline 170 \\ 162 \\ \hline 80 \end{array}$$



$$\sin \alpha = 0,6$$

$$S = 1800 \text{ m}$$

$$\nu_x = \cos(\beta - \alpha) = \cos \gamma, \gamma = \beta - \alpha$$

$$\nu_y = \sin(\beta - \alpha) = \sin \gamma$$

$$S \cdot \sin \alpha = H = 1800 \cdot 0,6 = 1080 \text{ m}$$

$$-H = \nu_y T - \frac{gT^2}{2} \quad Sx = 1440 \text{ m}$$

$$\frac{gT^2}{2} - \nu_y T - H = 0$$

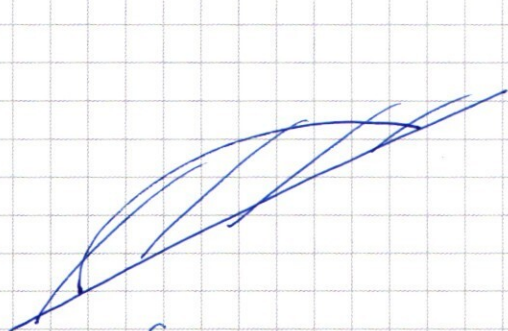
$$T = \frac{\nu_y}{g}$$

$$D = \nu_y^2 + 2gH = 0$$

$$1440 \cdot \sqrt{\frac{1}{216}}$$

$$\begin{array}{r} 180 \cdot 18 \\ \times 180 \\ \hline 1080 \end{array}$$

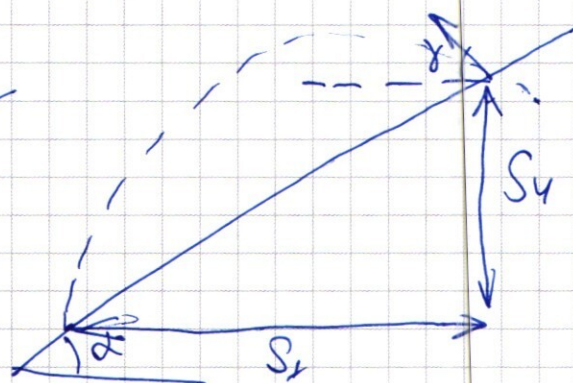
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$S_x = 1440 \text{ м}$$

$$S_y = 1080 \text{ м}$$

$$\begin{array}{r} 14400 \mid 60 \\ - \frac{120}{240} \mid 240 \\ \hline 40\sqrt{6} \end{array}$$



$$S_x = v_x T$$

$$T = \frac{S_x}{v_x}$$

$$S_y = v_y T - \frac{gT^2}{2}$$

$$v_y^2 - 42gH = 0$$

$$S_y = v_y T$$

$$\frac{gT^2}{2} - v_y T - S_y = 0$$

$$T = \frac{v_y^2}{g} = \frac{S_x}{v_x}$$

$$v = \sqrt{(60\sqrt{6})^2 + (40\sqrt{6})^2} = \sqrt{5200}\sqrt{6}$$

$$\sqrt{42000} = \frac{\sqrt{6000 + 3600}}{20\sqrt{105}} = \frac{10\sqrt{420}}{20\sqrt{105}} = \frac{\sqrt{420}}{2\sqrt{105}}$$

$$v_y = \sqrt{2gh} =$$

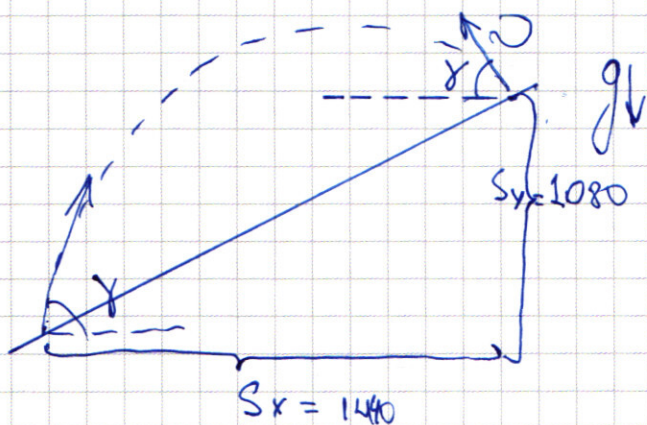
$$\sqrt{1080 \cdot 20} =$$

$$\sqrt{21600} = 146.97 \approx 147$$

$$216 = 6 \cdot$$

$$v_x = \frac{gS_x}{v_y} = \frac{216 \cdot 10}{147} = \frac{2160}{147} = 14.7$$

$$\frac{14400}{60\sqrt{6}} = 40\sqrt{6}$$



$$S_y = v_y T - \frac{gT^2}{2}$$

$$S_x = v_x T$$

$$S_y = v_y \sqrt{\frac{S_x}{v_x}} - g \frac{\left(\sqrt{\frac{S_x}{v_x}}\right)^2}{2}$$

$$T = \frac{v_y}{g}$$

$$v_y T - \frac{gT^2}{2} = S_y$$

$$S_y + v_y T = \frac{gT^2}{2}$$

$$\frac{-v_y}{g}$$

$$v_y^2 + 2gS_x = 0$$

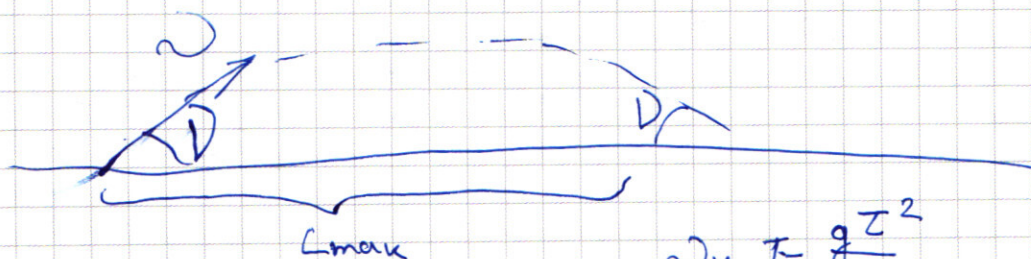
$$v_x T = S_x$$

$$S_x = \frac{gT^2}{2}$$

$$\sqrt{\frac{1080}{5}} = \sqrt{204} \approx 2\sqrt{51}$$

$$v_x 2\sqrt{51} = 1440$$

$$v = \frac{1440}{2\sqrt{51}} = \frac{720}{\sqrt{51}}$$



$$v_y T = \frac{gT^2}{2}$$

$$2v_x = gT \quad v_x = \frac{gT}{2}$$

$$L_{max} = v_x T$$