

# Часть 1

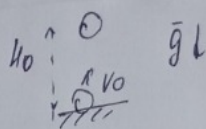
Олимпиада: **Физика, 9 класс (1 часть)**

Шифр: **21204998**

ID профиля: **815563**

Вариант 2

Чистовик



1)  $T = ?$

Решение:

2)  $H_0 = ?$

Первый шар поднимется на максимальную высоту

3)  $V_0 = ?$

втору время  $t_0 = \frac{V_0}{g}$ . В вершине точки его скорость равна 0.

Пусть  $H_0$  - максимальная высота, на которую поднимется первый шар.

Тогда условие встречи:  $H_0 = \frac{gT^2}{2} + V_0T - \frac{gT^2}{2} = V_0T$ , (2)

где  $T$  - время полета второго шара до столкновения;

$V_0$  - начальная скорость шара.

$T = \frac{H_0}{V_0}$  ;  $V_0 = g t_0$  ;  $t_0 = z - T$

из уравнения (1)

из уравнения (2)

из условия полета первого шара.

Тогда:  $T = \frac{H_0}{g(z-T)} = \frac{g(z-T)^2}{2} \cdot \frac{1}{g(z-T)} = \frac{z-T}{2}$

$H_0 = \frac{V_0^2}{2g} = \frac{g^2(z-T)^2}{2g} = \frac{g(z-T)^2}{2}$

$2T = z - T \rightarrow 3T = z \rightarrow T = \frac{z}{3}$

Тогда  $V_0 = g(z-T) = \frac{2}{3}gz$

$H = \frac{V_0^2}{2g} = \frac{4g^2z^2}{2g} \cdot \frac{1}{9} = \frac{2}{9}gz^2$

Ответ:  $T = \frac{z}{3}$  ;  $V_0 = \frac{2}{3}gz$  ;  $H = \frac{2gz^2}{9}$

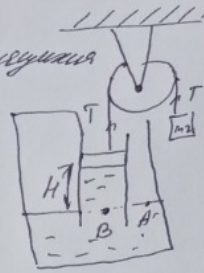
спрашиваю!

2)  $P_0 = 100 \text{ кПа}$   
 $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$   
 $S = 9 \text{ см}^2$   
 $m_2 = 250 \text{ г}$   
 $H = 20 \text{ см}$

Чистовик.

Рудина, 9 класс

Решение:  
 В сообщающихся сосудах в том же, неподвижном на одной и той же высоте в одинаковой жидкости давление одинаково. Рассмотрим точки А и В. Они находятся на одинаковой высоте  $\rightarrow P_A = P_B$ .



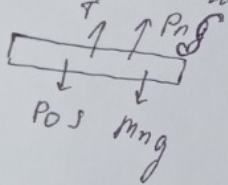
- 1)  $P_n = ?$
- 2)  $m_n = ?$
- 3)  $m_2 \rightarrow 0, m_2 \rightarrow h = ?$

$P_A = P_0$ ;  $P_B = P_n + \rho g H$   
 давление в воде несомненно по сравнению

1)  $P_n = P_0 - \rho g H = 100 \text{ кПа} - 1000 \cdot 10 \cdot 0,2 \text{ Па} = 98 \text{ кПа}$ .

Система находится в равновесии, тогда для груза сил можно считать:  $m_2 g = T$ . Такая же сила натяжения действует и на сам поршень. Сила натяжения нити.

Рассмотрим силы, действующие на поршень и условие его равновесия:



Условие равновесия для поршня:

$mng + P_0 S = P_n S + T$

Отсюда находим массу поршня:

2)  $m_n = \frac{T - (P_0 - P_n) S}{g} = \frac{2,5 \text{ Н} - 2 \cdot 10^3 \text{ Па} \cdot 9 \cdot 10^{-4}}{10} = \frac{2,5 - 1,8}{10} = 0,07 \text{ кг} = 70 \text{ г}$

3) При уменьшении массы груза в 10 раз, сила натяжения нити уменьшается также в 10 раз. Значит новое условие равновесия поршня:

$P^*$  - новое давление жидкости под поршнем.

$mng + P_0 S = P^* S + 0,1 T \rightarrow P^* = \frac{mng + P_0 S + 0,1 T}{S}$  - заметим, что оно

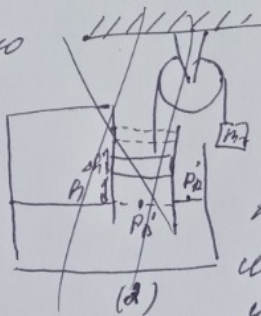
больше начального, значит, часть воды переместится.

Длина теперь системы вышедшей газ, как порцию на рисунке. Обозначим новые точки В' и А' на одной высоте газ, тогда точка А находится в утолщении жидкости.

Новое условие равновесия:

$P_A = P_0$ ;  $P_0 = P^* + \rho g h$ ;  $P_A = P_B$

$\rho g h = P_0 - P^* \rightarrow h = \frac{P_0 - P^*}{\rho g} = 100 \text{ кПа} -$



Следует заметить, что  $P^*$  больше атмосферного давления. значит, поршень будет находиться ниже уровня воды в правой трубе.

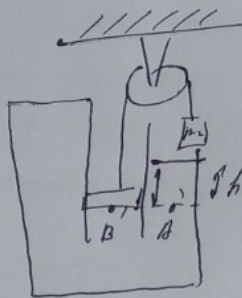
см. продолжение на с. 2.2

страница 2.1.

Условие.

2) Прогноз.

Три одинаковых массы груза в 3 раз системы будут равны - герметик.



$$P_A' = P_B'$$

$$P_A = P_0 + \rho g h$$

$$P_B = P^*$$

$$\rightarrow P_0 + \rho g h = P^* \rightarrow h = \frac{P^* - P_0}{\rho g} =$$

$$= \frac{mng + P_0 S + 0,1T}{\rho} - P_0 =$$

$$\rho g$$

$$\rightarrow \frac{0,4 + 100000 \cdot 9 \cdot 10^{-4} + 0,1 \cdot 2,5}{9 \cdot 10^{-4}} - 100000 = 0,05 \text{ м} =$$

$$\frac{1000 \cdot 10}{1000 \cdot 10} = 5 \text{ см}$$

Ответ: 1)  $P_B = 98 \text{ кПа}$ ; 2)  $m = 40 \text{ г}$ ; 3)  $h = 5 \text{ см}$  ниже уровня воды в левой трубке.

справа  
2.7.

Чистовин Черновский! Физика, 9 класс

3) Лампочки одинаковы

$$U_0 = 6 \text{ В}$$

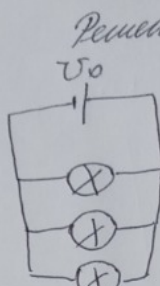
$$P_1 = 2,4 \text{ Вт}$$

$$P_2 = 0,5 \text{ Вт}$$

1)  $I_{\text{пар}} = ?$

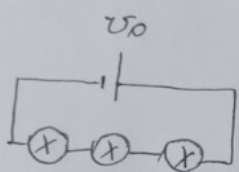
2)  $I_{\text{посл}} = ?$

3)  $\frac{U_0}{3} \rightarrow I = ?$



Решение:  
 $P = UI$   
 т.к. лампы подключены параллельно к источнику, на каждой из них напряжение составляет  $U_0$ .  
 Т.к. лампы одинаковы, мощности, выделяющиеся на них равны, то сила тока при параллельном подключении через каждую лампочку равна и составляет:

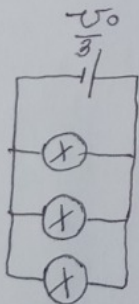
$$1) I_{\text{пар}} = \frac{P_1}{U_0} = \frac{2,4 \text{ Вт}}{6 \text{ В}} = 0,4 \text{ А.}$$



Т.к. лампы одинаковы, то при последовательном подключении напряжения на них также равны и составляют  $\frac{U_0}{3}$ .

Через каждую из лампочек протекает одинаковый ток, равный

$$2) I_{\text{посл}} = \frac{3P_2}{U_0} = \frac{1,5 \text{ Вт}}{6 \text{ В}} = 0,25 \text{ А.}$$



В такой ситуации на каждой из лампочек напряжение  $\frac{U_0}{3}$ .

Для аналогичной ситуации с последовательными напряжениями, сила тока - наименьший элемент, ток через нее пропорционален напряжению на ней.

Мощность в свою очередь зависит только от силы тока и напряжения.

Таким образом, при мощности 3) на каждой из лампочек будут выделяться одинаковые мощности, равные  $P_1 = P_2 = 0,5 \text{ Вт}$ .

$$0,4A = I_0 \cdot n$$

$$k = \frac{0,4}{150} = \frac{0,4}{6}$$

$$I_0 \cdot k = I \quad k = \frac{0,25}{2}$$

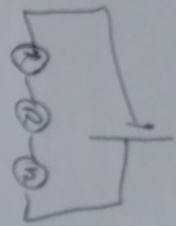
$$k = \frac{I}{-}$$

Умножим:

$$\frac{0,4}{6} = \frac{4}{60} = \frac{1}{15} \approx 0,067$$

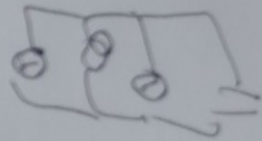
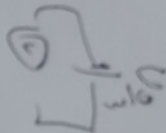
$$\frac{0,25}{2}$$

$$\frac{U_0^2}{3R}$$



$$\frac{U_0^2}{R}$$

$$\frac{U_{0,2}^2}{R}$$



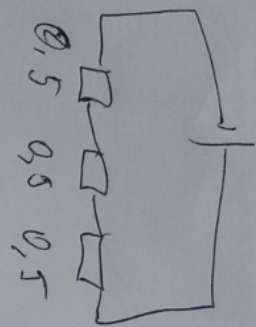
Черновик

$$R_2 = \frac{U}{I_2} = \frac{6}{0,4} = 15 \Omega.$$

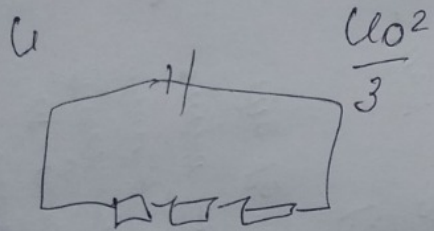
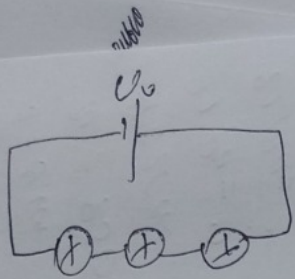
$$\psi_0 \quad P_2 = \frac{U_0}{3} \cdot I$$

$$I_2 = \frac{3P}{U_0}$$

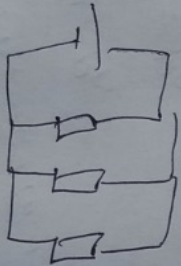
$$\frac{U_0^2}{R}$$



$$\frac{U_0^2}{3R}$$



$$P = \frac{U_0^2}{3R}$$



$$P = \frac{U_0^2}{R}$$

$$P = \frac{U_0^2}{9}$$





Физика, 9 класс.

Учебник Чернов.

Задача:

②  $P_0 = 100 \text{ кПа}$ . В сообщающихся сосудах в масле, находящемся на одной и той же высоте в цилиндрических жидкостях давление одинаково. Рассмотрим точки А и В. Они находятся на одинаковой высоте  $\rightarrow P_A = P_B$ .

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$S = 9 \text{ см}^2$$

$$m = 250 \text{ г}$$

$$H = 20 \text{ см}$$

1)  $P_H = ?$

$$P_A = P_0; P_B = P_0 + P_H + \rho g h$$

2)  $m_H = ?$

$$P_A = P_B$$

3)  $m_2 \rightarrow 0, m \rightarrow h_2 ?$

$$P_0 = P_0 + \rho_H h + \rho g h$$

$$\frac{\rho \cdot V_0^2}{2g^2}$$

$$\frac{V_0^2}{g}$$

Решение, Дима.

3) Лампочки одинаковые

$$U_0 = 6 \text{ В}$$

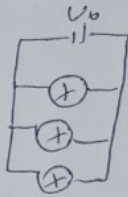
$$P_1 = 2,4 \text{ Вт}$$

$$P_2 = 1,5 \text{ Вт}$$

1)  $I_{\text{нар}} = ?$

2)  $I_{\text{осн}} = ?$

3)  $\frac{U_0}{3} \rightarrow I = ?$



Данные:

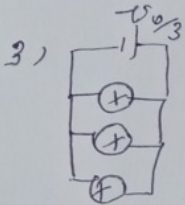
$$P = UI$$

Л.к. лампочки соединены последовательно и ток одинаков, напряжение на каждой из них составляет  $\frac{U_0}{3}$ . Тогда через каждую из лампочек (по условию они одинаковы) протекает ток, равный:

$$1) I_{\text{нар}} = \frac{P_1}{U_0} = \frac{2,4 \text{ Вт}}{6 \text{ В}} = 0,4 \text{ А}$$

Л.к. лампочки одинаковые, при последовательном соединении напряжение на них такое же и составляет  $\frac{U_0}{3}$ .  
Через каждую из лампочек протекает одинаковый ток, равный

$$2) I_{\text{осн}} = \frac{3P_2}{U_0} = \frac{1,5 \text{ Вт}}{6 \text{ В}} = 0,25 \text{ А}$$



Лампочка - максимальный элемент. Этой же протекает напряжение на ней.

Мощность на каждой лампочке произведем напряжение и ток.

Следовательно, мощность, на каждой из лампочек при таком соединении в 9 раз меньше мощности при их параллельном соединении и источнике  $U_0$ .

$$P_3 = \frac{P_1}{9} = \frac{2,4}{9} \text{ Вт}$$

Ответ: 1)  $I_{\text{нар}} = 0,4 \text{ А}$ ; 2)  $I_{\text{осн}} = 0,25 \text{ А}$  3)  $P_3 = \frac{P_1}{9} = \frac{2,4}{9} \text{ Вт}$ .

спршиву  
3

# Часть 2

Олимпиада: **Физика, 9 класс (2 часть)**

Шифр: **21204998**

ID профиля: **815563**

Вариант 2

Длина, 9 м

Длина откоса:

$$l = \frac{H}{\sin \alpha}$$

Условие

Решение:

④  $\cos \alpha = \frac{3}{5}$

$(\cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha = 1 \rightarrow \sin \alpha = \frac{4}{5})$  клин и ствол бруса,

$m_{\text{к}} = m$

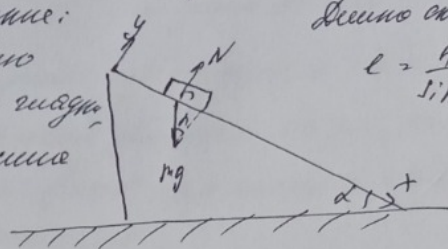
$m_{\text{б}} = 2m$

1)  $T = ?$

2)  $a = ?$

3)  $z = ?$

1) По условию  
масса на шпильку бруса или  
расстояние от края и шпилька  
вертикальна



Применим II закон Ньютона для шпильки в проекции на ось x и y:

Oy:  $0 = N - mg \cos \alpha \rightarrow N = mg \cos \alpha$

Ox:  $ma_x = mg \sin \alpha \rightarrow a_x = g \sin \alpha$  (где  $a_x$  - ускорение шпильки

вдоль оси x). Тогда при условии, что клин не поворачивается:

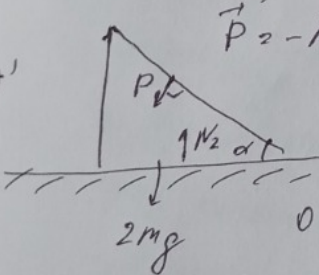
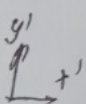
$$\frac{H}{\sin \alpha} = \frac{axT^2}{2}$$

1) T

время  
спуска

$$T = \sqrt{\frac{2H}{\sin \alpha \cdot ax}} = \sqrt{\frac{2H}{g \sin^2 \alpha}} = \sqrt{\frac{3,125 H}{g}}$$

2) Рассмотрим силы, действующие на клин: на него действует  
равновесная сила тяжести, сила реакции со стороны шпильки, обратная  
силе реакции от края бруса.



$\vec{P} = -\vec{N}$  очевидно, клин не будет двигаться вертикально.

Тогда его ускорение направлено вдоль откоса. Примени-

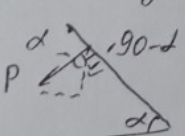
м II закон Ньютона для клина в проекции на ось

Ox':  $2ma'_x = -P \sin \alpha = -mg \cos \alpha \sin \alpha$

Отсюда, ускорение клина равно 2)  $a = \frac{g \cos \alpha \sin \alpha}{2} = 0,24g$

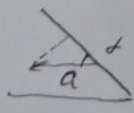
3) Находим

ускорение клина в проекции на ось x  $a_x = -a \cos \alpha$



$a_{\text{отн}} = a_x - a_x' = g \sin \alpha + 0,24g \cos \alpha = 0,94g$

Тогда при повороте шпильки брусок всегда идет вверх.



$$\frac{H}{\sin \alpha} = \frac{a_{\text{отн}} z^2}{2} \quad z = \sqrt{\frac{2H}{\sin \alpha a_{\text{отн}}}} = \sqrt{\frac{2H}{0,4552g}} = \sqrt{\frac{H}{0,3446g}}$$

Ответ: 1)  $z = \sqrt{\frac{3,125 H}{g}}$ ; 2)  $a = 0,24g$ ; 3)  $T = \sqrt{\frac{H}{0,3446g}}$

Справочник 1

Физика, 9 класс.

5)

Условие Решение:

1) Т.к. в условии ничего не сказано об угле, по которому вылетает струя, она может не только вылететь о вертикали, а также и о горизонтальной касательной. Поэтому, будем считать, что струя вылетает горизонтально.

Объем воды:  $V = H \cdot \pi \cdot r^2 = H \cdot \pi \cdot (0,25 \text{ м})^2 = \pi H^3 \cdot 0,0625$

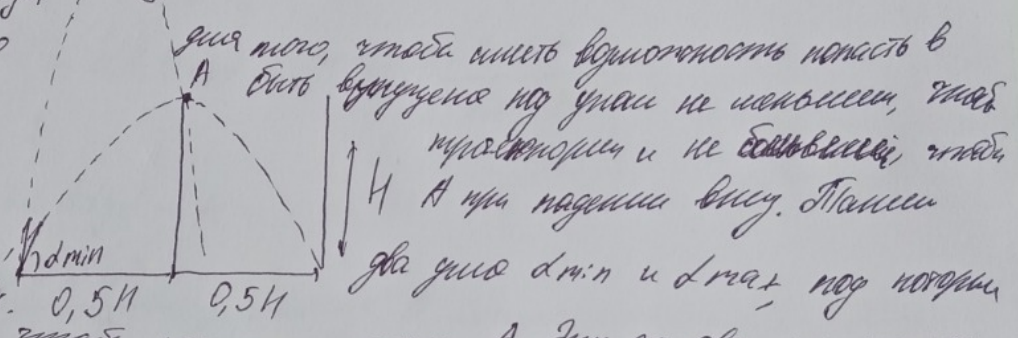
Объем воды, выходящей за время  $t$  секунды:

$M = V \cdot \rho \cdot t$ , где  $t = 1 \text{ с}$ .

Путь траектории, через которое вода попадает в бассейн:

1)  $T = \frac{V}{M} = \frac{0,0625 \pi H^3}{\sqrt{2,5gH} \cdot \rho}$

2) Начнем с того, что бочку, струя дойдет туда А. Если вершина струи касаться точки А, струя вылетит горизонтально, а значит, струя вылетит выше, тогда начнется точка А. Или же струя вылетит ниже, тогда струя вылетит в бочку ( $d_{min} < d_{max}$ ).



для того, чтобы иметь возможность попасть в бочку, струя должна вылететь на угол не меньше, тогда вылетит и не вылетит, тогда струя падает выше. Плоскости где струя  $d_{min}$  и  $d_{max}$ , по которым

Используем уравнения движения струи в траектории по оси  $x$  и  $y$ :

$y(H) = V \sin \alpha \cdot t - \frac{g t^2}{2}$   
 $x(H) = V \cos \alpha \cdot t \rightarrow t = \frac{x}{V \cos \alpha}$   
 $y(x) = x \cdot \tan \alpha - \frac{g x^2}{2 V^2} (1 + \tan^2 \alpha)$

Решим квадратное уравнение относительно  $x$  как квадрат  $(1 + \tan^2 \alpha)$

$\tan^2 \alpha \cdot \frac{g x^2}{2 V^2} - x \tan \alpha + y(x) + \frac{g x^2}{2 V^2} = 0$

$D = x^2 - 4 \cdot \frac{g x^2}{2 V^2} \cdot (y(x) + \frac{g x^2}{2 V^2})$ . Минимальный корень соответствует значению  $d_{min}$ , максимальный корень соответствует значению  $d_{max}$

или, проще говоря решение на странице 3

Итого 2

3) *Условие*  $y(1) \neq x$  подставим координаты точки, когда она находится на расстоянии  $0,5H$  от точки старта по оси  $x$  и на высоте  $H$ . (выбранные координаты удовлетворяют всем условиям.)

$$\text{tg } \alpha_{\min} = \frac{0,5H - \sqrt{0,25H^2 - 4 \cdot 0,05H \cdot 1,05H}}{g \cdot 0,1} = \frac{0,5H - H\sqrt{0,04}}{g \cdot 0,1H} =$$

$$\text{tg } \alpha_{\max} = \frac{0,5H + 0,2H}{0,1H} = 7 = \frac{0,3H}{0,1H} = 3$$

Примечание: Итоговое уравнение при подстановке координат принимает вид:

$$\text{tg}^2 \alpha \cdot \frac{g \cdot 0,25H^2}{2 \cdot 2,5gH} - 0,5H \text{tg } \alpha + H + \frac{g \cdot 0,25H^2}{2 \cdot 2,5gH}$$

$$\text{tg}^2 \alpha \cdot 0,05H - 0,5H \text{tg } \alpha + H + 0,05H$$

Ответ: 1)  $\text{tg } \alpha > \frac{0,0625gH^3}{\sqrt{2,5gH} \cdot S}$  ; 2) в точку А можно попасть, выходя

стрелу под углом  $\text{tg } \alpha_{\min} = 3$  или  $\text{tg } \alpha_{\max} = 7$  3) Если  $\alpha$  - угол, под которым вылетает стрела, то он должен удовлетворять условию  $\text{tg } \alpha_{\min} < \text{tg } \alpha < \text{tg } \alpha_{\max}$

$$3 < \text{tg } \alpha < 7$$

Пусть,  $g$  вниз.

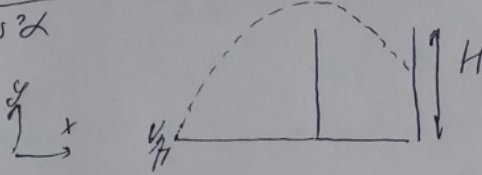
5)

Условие: Условие: Условие:

Для любого угла  $\alpha$  движение тела в пространстве на оси  $x$  и  $y$ :

$$1 + \tan^2 \alpha = \frac{1}{\cos^2 \alpha}$$

Решение:



$$V_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} = y(t)$$

$$V_0 \cos \alpha t = x(t)$$

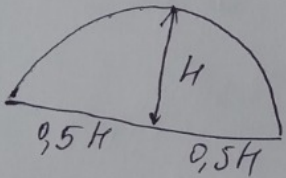
$$t = \frac{x}{V_0 \cos \alpha}; \quad \frac{V_0 \sin \alpha \cdot x}{V_0 \cos \alpha} - \frac{g}{2} \cdot \frac{x^2}{V_0^2 \cos^2 \alpha} = y(t)$$

Получаем зависимость  $y(x)$ :

$$y(x) = \tan \alpha x - \frac{g}{2} \frac{x^2}{V_0^2 \cos^2 \alpha} = \tan \alpha x - \left( \frac{g x^2}{2 V_0^2} + \frac{g x^2 \tan^2 \alpha}{2 V_0^2} \right)$$

Для того, чтобы в любом направлении направление отрыва в точку, она должна вылететь по условию не зависимо, при каком отрыве начега точка A в какой точке для направления.

1) Т.е. движение по параболе



Найдём  $\tan \alpha$ , используя зависимость, которую мы будем иметь:

$$H = \tan \alpha \cdot H - \frac{g \cdot 0,25 H^2}{2 \cdot 2,5 g H} - \frac{g \cdot 0,25 H^2 \cdot \tan^2 \alpha}{2 \cdot 2,5 g H}$$

Внесём  $V_0$  по условию.

Значение  $V_0$  по условию

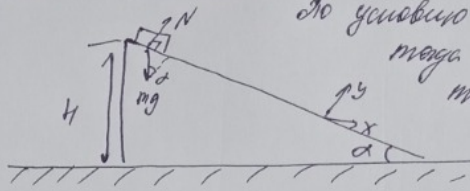
Решим полученное квадратное

Условие Черновик.

Длина, 9 м.

④  $\cos \alpha = \frac{3}{5}$   
 $m_1 = m$   
 $m_2 = 2m$

Длина каната:  $l = \frac{H}{\sin \alpha}$



По условию канат и ствол жестко, тогда на шайбу действуют только силы тяжести и сила реакции со стороны каната.

А на канат действуют сила, обратная силе реакции, действующей на шайбу.

В проекции на ось Oy для шайбы:

Oy:  $N - mg \cos \alpha = 0 \rightarrow N = mg \cos \alpha$

$\cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha = 1$

$\sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = 0,8$

В проекции на ось Ox для шайбы:

$mg \sin \alpha = ma_0$ , где  $a_0$  - ускорение шайбы

$a_0 = g \sin \alpha$ . Тогда (если канат удерживать) шайба

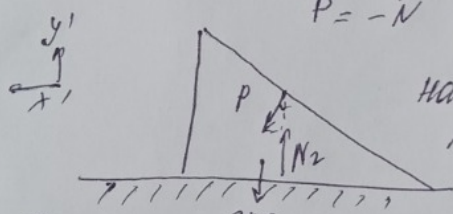
свернет по наклонности при длине

1)  $T = \sqrt{\frac{2H}{\sin \alpha \cdot a_0}} =$

$\frac{H}{\sin \alpha} = \frac{a_0 T^2}{2}$

$= \sqrt{\frac{2H}{0,8 \cdot g \sin \alpha}} = \sqrt{\frac{2H}{0,64g}} = \sqrt{\frac{3,125H}{g}}$

2) Рассмотрим силы, действующие на канат:



$\vec{P} = -\vec{N}$

Очевидно, канат будет неподвижен вдоль оси  $y'$ , но начнет своё движение вдоль оси  $x'$ . Применим со стороны каната в проекции на ось  $x'$ :

Ox':  $2m \cdot a = P \sin \alpha = mg \cos^2 \alpha$

2) ускорение каната:  $a = \frac{g \cos^2 \alpha}{2} = \frac{g \cdot 9}{50} = 0,18g$

3) Найдем ускорение каната в проекции на ось  $x$  движению будет:

$a_x = -a \cos \alpha$

$a_{отн} = a_0 - a_x = g \sin \alpha + 0,18g \cos \alpha$

Тогда  $t = \sqrt{\frac{H}{2s \sin \alpha a_{отн}}} = \sqrt{\frac{H}{2s \sin \alpha (g \sin \alpha + 0,18g \cos \alpha)}}$

страница 1