

Часть 1

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

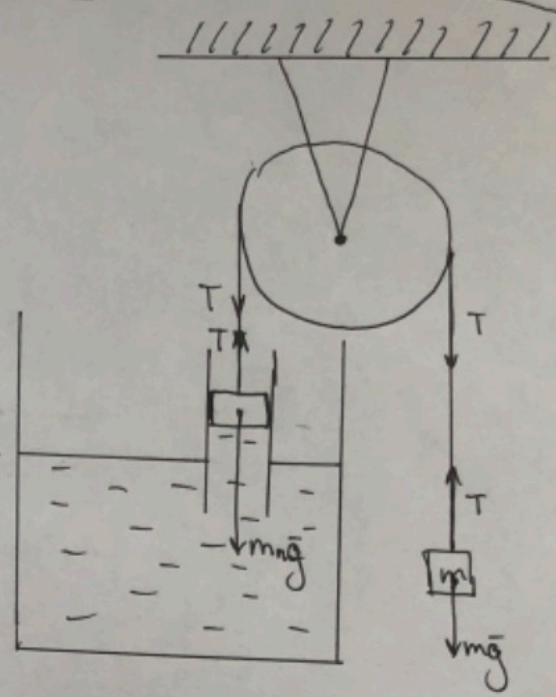
Шифр: **21205061**

ID профиля: **801890**

Вариант 2

Дано: $S = 9 \text{ см}^2$ | $9 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$
 $m = 250 \text{ г}$ | $0,25 \text{ кг}$
 $H = 20 \text{ см}$ | $0,2 \text{ м}$

Рассмотрим давление на уровне воды.
 $P_0 + P_n + \rho g H = P_0 \rightarrow P_n = -\rho g H$
 (где P_n - давление, создаваемое поршнем)



1) $P_0 + P_n = P_0 - \rho g H = 10^5 - 10^3 \cdot 0,2 = 8 \cdot 10^3 \text{ Па}$

давление под поршнем

2) $P_n = \frac{F_n}{S} = \frac{-T + m_n g}{S}$

$T = m g$
 $P_n = \frac{-m + m_n}{S} g$

$-\rho g H = \frac{-m + m_n}{S} g \Rightarrow m_n = \rho H S + m = 0,25 - 10^3 \cdot 9 \cdot 10^{-4} \cdot 0,2 = 0,25 - 0,9 \cdot 0,2 = 0,07 \text{ кг} = 70 \text{ г}$

3) Если массу груза уменьшили в 10 раз:

$P_n = \frac{m_n - m/10}{S} g$

$-\rho H = \frac{m_n - m/10}{S} \Rightarrow H = \frac{m/10 - m_n}{\rho S} = \frac{2,5 \cdot 10^{-2} - 7 \cdot 10^{-2}}{10^3 \cdot 9 \cdot 10^{-4}} = \frac{-4,5 \cdot 10^{-2}}{0,9} = -5 \cdot 10^{-2} \text{ м} = -5 \text{ см}$

т.е. нижний край поршня будет на 5 см ниже уровня воды.

Ответ: 1) 8 кПа;
 2) 70 г;
 3) 5 см.

Задача 1.

- 1-й мяч в верхней точке.

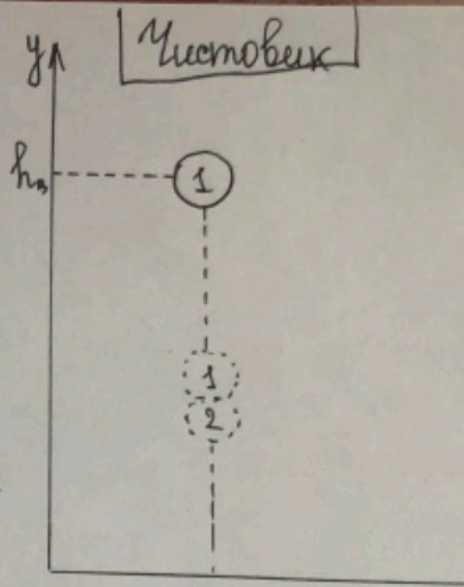
Зависимость скорости от времени:

$$v = v_0 - gt$$

$$0 = v_0 - gt_B$$

$$\Rightarrow t_B = \frac{v_0}{g}$$

(Пусть t_B - время, через которое 1-й мяч окажется в верх. т. (h_B) считая с момента броска)



Зависимость координаты y от времени:

$$y = y_0 + v_0 t - \frac{gt^2}{2}$$

$$h_B = 0 + v_0 t_B - \frac{gt_B^2}{2}$$

$$h_B = v_0 t_B - \frac{gt_B^2}{2} = \frac{v_0^2}{g} - \frac{v_0^2}{2g} = \frac{v_0^2}{2g}$$

- Столкновение мячей.

Пусть t_2 - время полёта 2-го мяча до столкновения (это же время полёта 1-го мяча от верхней точки до столкновения)

Координаты y 1-го и 2-го мячей равны:

$$h_B - \frac{gt_2^2}{2} = v_0 t_2 - \frac{gt_2^2}{2} \Rightarrow t_2 = \frac{h_B}{v_0} = \frac{v_0^2}{2g v_0} = \frac{v_0}{2g}$$

Заметим, что $t_B = 2t_2$

$$\begin{aligned} T &= t_B + t_2 \\ T &= 2t_2 + t_2 \Rightarrow t_2 = \frac{T}{3} \end{aligned} \quad (1)$$

$$v_0 = 2t_2 g = \frac{2}{3} g T \quad (3)$$

$$h_B = \frac{2^2 g^2 T^2}{9 \cdot 2g} = \frac{2}{9} g T^2 \quad (2)$$

Ответ:

- 1) $\frac{T}{3}$;
- 2) $\frac{2}{9} g T^2$;
- 3) $\frac{2}{3} g T$.

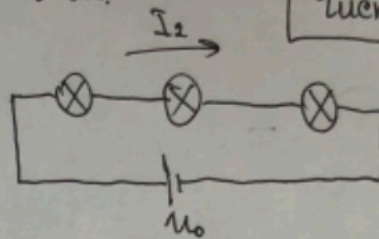
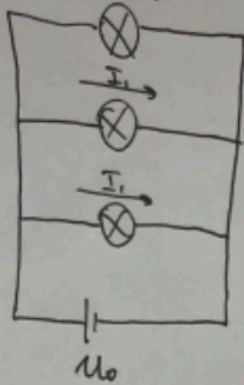
Дано:
 $U_0 = 6\text{В}$
 $P_1 = 2,4\text{Вт}$
 $P_2 = 0,5\text{Вт}$

$P = UI$

Задача 3.

Вариант 09-02.

Чистовик



2) Ток на всех лампочках одинаков. Точка он равен I_2 .
 Сопротивление лампочек одинаково
 \Rightarrow напряжение на каждой лампочке равно $\frac{U_0}{3}$.

1) Напряжение на всех лампочках одинаково и равно U_0

$P_1 = U_0 I_1 \Rightarrow I_1 = \frac{P_1}{U_0} = \frac{2,4}{6} = 0,4\text{ А}$

$P_2 = \frac{U_0}{3} I_2 \Rightarrow I_2 = \frac{3P_2}{U_0} = \frac{3 \cdot 0,5}{6} = 0,25\text{ А}$

3) $P_1 = \frac{U_0^2}{R} \Rightarrow R = \frac{U_0^2}{P_1}$ (сопр. 1 лампочки)

$P_3 = \frac{(U_0/3)^2}{R} = \frac{U_0^2}{9R} = \frac{U_0^2 \cdot P_1}{9U_0^2} = \frac{P_1}{9} = \frac{2,4}{9} = \frac{0,8}{3} \approx 0,3\text{ Вт}$

Ответ:

- 1) $\frac{P_1}{U_0} = 0,4\text{ А};$
- 2) $3 \frac{P_2}{U_0} = 0,25\text{ А};$
- 3) $\frac{P_1}{9} = 0,3\text{ Вт}$

Задача 2.

Чертовик

Дано:	СИ
$S = 9 \text{ см}^2$	$9 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$
$m = 250 \text{ г}$	$0,25 \text{ кг}$
$H = 20 \text{ см}$	$0,2 \text{ м}$

Решение: на высоте

Рассмотрим давление P_n (силы уровня воды)

$$P_0 + P_n + \rho g H = P_0$$

$$1) P_0 + P_n = P_0 - \rho g H = 10^5 - 10^4 \cdot 0,2 = 0,8 \cdot 10^5 = 8 \cdot 10^4 \text{ Па}$$

давление под поршнем

$$2) P_n = \frac{F_n}{S} = \frac{m_n g - T}{S}$$

~~$T = m g$~~

~~$T = m g$~~

~~$T = m g$~~

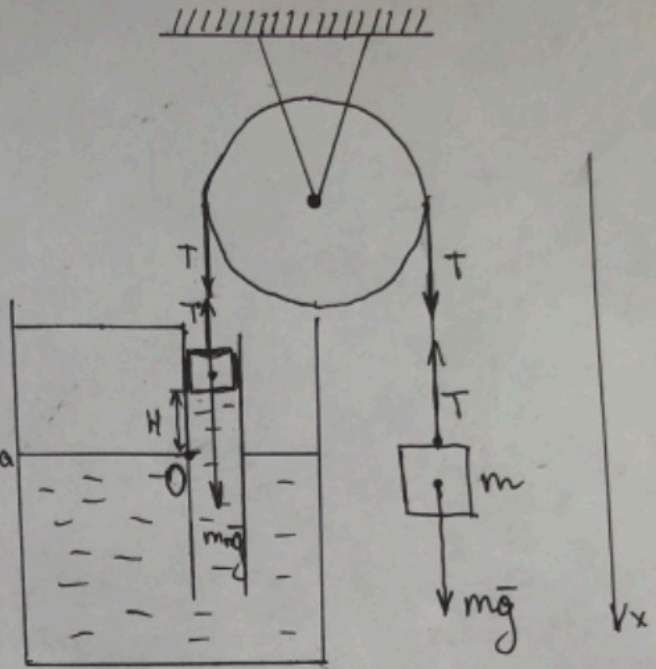
$$T = m g$$

$$P_n = \frac{m_n - m}{S} g \Rightarrow m_n = \frac{P_n S}{g} + m = \frac{\rho g H S}{g} + m = \rho H S + m$$

$$P_n = -\rho g H$$

$$-\frac{m_n - m}{S} g = -\rho g H$$

$$H = \frac{m_n - m}{\rho S}$$



10^{-1}

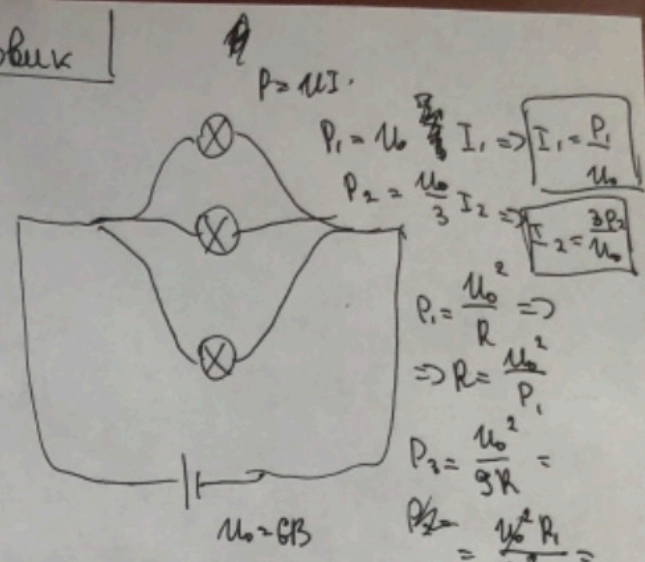
10^{-1}

$$\frac{(2,5 - 1)}{0,9} = \frac{4,5}{0,9}$$

$$\frac{0,025 - 0,04}{0,9} = \frac{-0,045}{0,9} = -\frac{0,045}{9}$$

Червовик

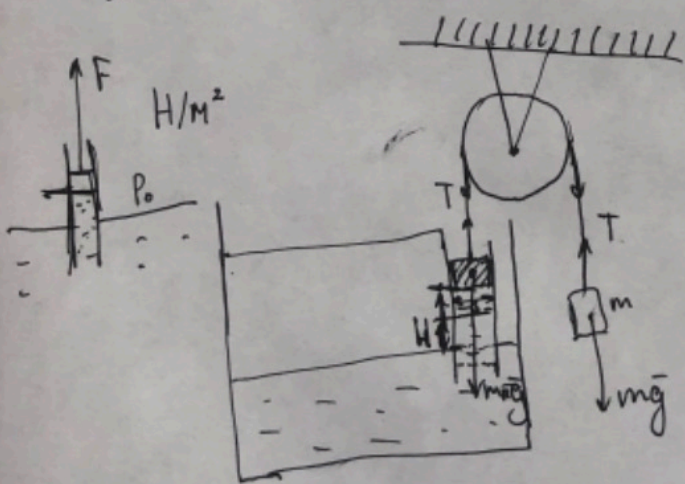
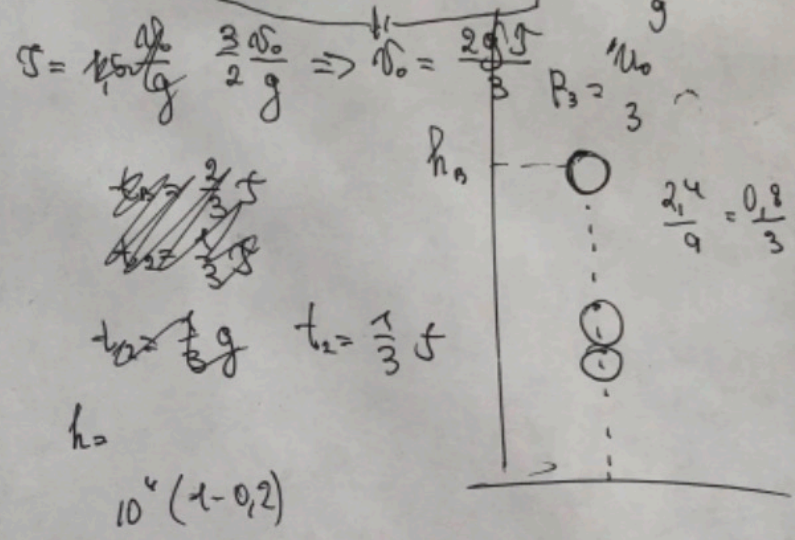
Зависимость скорости от времени:
 $v = v_0 + g t$
 $0 = v_0 - \frac{g t_1^2}{2} \Rightarrow t_1 = \frac{v_0}{g}$



Зависимость координаты y от времени:
 $h = v_0 t + \frac{g t^2}{2} = \frac{v_0^2}{2g}$

$t_1 + t_2 = 5$

$v_0 t_2 - \frac{g t_2^2}{2} = h - \frac{g t_1^2}{2}$
 $v_0 t_2 = h$
 $t_2 = \frac{h}{v_0} = \frac{v_0^2}{2g v_0}$
 $v_0 = \frac{h}{t_2}$



10^5 Па
 $T = mg$
 $\rho g H = 10^4 \cdot 0.2$
 $\rho g H + P_n + P_0 = P_0$
 $P_n = -\rho g H$
 $\frac{mg - T}{S} = P_n$
 $mn = \frac{P_n S + T}{g} = \frac{-\rho g H S + mg}{g} = m - \rho H S$
 $= 0.25 - 1000 \cdot 0.2 \cdot 9 \cdot 10^{-4}$
 $= 0.25 - 0.18 = 0.07 \text{ кг} = 70 \text{ г}$

$H' = \frac{P_n'}{\rho g} = \frac{mn/10 - m}{\rho g} = \frac{0.25 - 0.007}{9 \cdot 10^4} = \frac{0.243}{0.9} = 2.43$

Часть 2

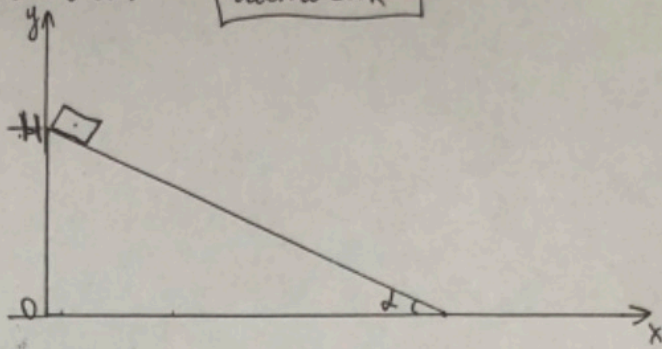
Олимпиада: **Физика, 9 класс (2 часть)**

Шифр: **21205061**

ID профиля: **801890**

Вариант 2

Задача 4.



1) Зависимость координаты y шайбы от времени:

$$y = y_0 + v_0 \sin \alpha t - \frac{g t^2}{2}$$

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

$$\Rightarrow t = \sqrt{\frac{2H}{g}}$$

2) ЗСН в пр-ных на ох:

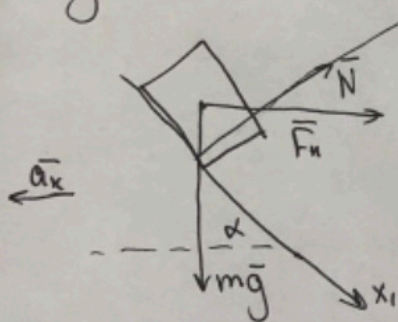
$$0 = m a_{\text{ш}} \cos \alpha - 2 m a_{\text{к}} \Rightarrow a_{\text{к}} = \frac{a_{\text{ш}} \cos \alpha}{2} \text{ (в каждый момент времени)}$$

~~Зависимость пр-ных координат от времени и шайбы:~~

~~$a_{\text{ш}} \cos \alpha$~~

$$\Rightarrow a_{\text{к}} = (a_{\text{ш}} \cos \alpha) / 2$$

Перейдем в НСО, движущуюся вместе с клином. Шайба в этой СО неподвижна, а на шайбу действует сила инерции.



2-й закон Ньютона в пр-ных на оси:

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

$$Ox: m a_{\text{ш}} = mg \sin \alpha + F_{\text{ин}} \cos \alpha$$

$$m a_{\text{ш}} = mg \sin \alpha + m a_{\text{к}} \cos \alpha$$

$$a_{\text{ш}} = g \sin \alpha + \frac{a_{\text{к}} \cos^2 \alpha}{2} \Rightarrow a_{\text{ш}} = \frac{2g \sin \alpha}{2 - \cos^2 \alpha}$$

$$a_{\text{к}} = \frac{2g \sin \alpha \cos \alpha}{2(2 - \cos^2 \alpha)} = \frac{g \sin \alpha \cos \alpha}{2 - \cos^2 \alpha} = \frac{g \cos \alpha \sqrt{1 - \cos^2 \alpha}}{2 - \cos^2 \alpha} = \frac{12}{41} g$$

$$H = y = y_0 + v_0 t - \frac{a t^2}{2}$$

$$0 = H + 0 - \frac{a_{\text{ш}} \sin^2 \alpha t^2}{2}$$

$$H = \frac{2g \sin^2 \alpha t^2}{2 - \cos^2 \alpha} \Rightarrow t = \frac{\sqrt{(2 - \cos^2 \alpha) H}}{\sqrt{2g \sin^2 \alpha}} = \frac{\sqrt{(2 - \cos^2 \alpha) H}}{\sqrt{2g(1 - \cos^2 \alpha)}} =$$

$$= \frac{\sqrt{\frac{41}{25} H}}{\sqrt{2g \cdot \frac{16}{25}}} = \frac{\sqrt{\frac{41}{32} H}}{\sqrt{g}}$$

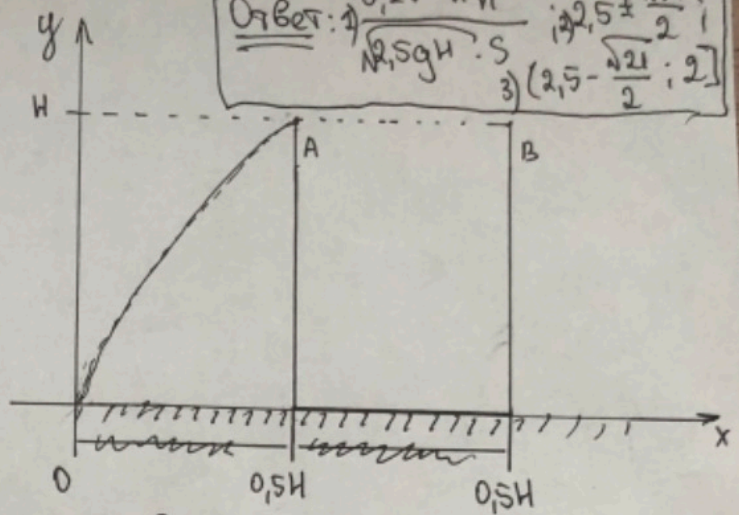
Ответ: 1) $\sqrt{\frac{2H}{g}}$; 2) $\frac{12}{41} g$; 3) $\frac{\sqrt{\frac{41}{32} H}}{\sqrt{g}}$

1) Найдем объем бочки.

$$V_0 = H \pi R^2 = H \pi (0,25H)^2 = 0,25^2 \pi H^3$$

$$t = \frac{V_0}{v_{исполн}} = \frac{V_0}{v \cdot S} = \frac{0,25^2 \pi H^3}{\sqrt{2,5gH} \cdot S}$$

$$t = \frac{0,25^2 \pi H^3}{\sqrt{2,5gH} \cdot S}$$



$$\text{Ответ: } \left[\frac{0,25^2 \pi H^3}{\sqrt{2,5gH} \cdot S} ; 2,5 \pm \frac{\sqrt{21}}{2} ; \right] \quad \left(2,5 - \frac{\sqrt{21}}{2} ; 2 \right]$$

2) Зависимость координаты x маятника от времени:

$$x = x_0 + v_0 \cos \alpha t$$

$$0,5H = 0 + v_0 \cos \alpha t \Rightarrow t = \frac{0,5H}{v_0 \cos \alpha}$$

$$\text{tg } \alpha = 2,5 \pm \frac{\sqrt{21}}{2}$$

Зависимость координаты y маятника от времени:

$$y = y_0 + v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$$

$$H = 0 + v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$$

$$H = \frac{v_0 \sin \alpha \cdot 0,5H}{v_0 \cos \alpha} - \frac{g \cdot 0,25H^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha}$$

$$0,5 \text{tg } \alpha - \frac{0,25gH}{v_0^2 \cos^2 \alpha} = 0 ; \text{tg } \alpha = \frac{0,5gH(1+\text{tg}^2 \alpha)}{v_0^2} = 0 \Rightarrow \text{tg } \alpha = 2,5 \pm \frac{\sqrt{21}}{2}$$

$$\begin{aligned} \text{tg}^2 \alpha - 5 \text{tg } \alpha + 1 &= 0 \\ D &= 25 - 4 = 21 \\ \text{tg } \alpha &= \frac{5 \pm \sqrt{21}}{2} = 2,5 \pm \frac{\sqrt{21}}{2} \end{aligned}$$

$$\text{tg } \alpha = 2,5 \pm \frac{\sqrt{21}}{2}$$

~~gH \text{tg}^2 \alpha - 2gH \text{tg } \alpha + gH = 0~~
~~d = 25 - 4 = 21~~
~~\text{tg } \alpha = \frac{5 \pm \sqrt{21}}{2}~~
~~\text{tg } \alpha = 2,5 \pm \frac{\sqrt{21}}{2}~~
~~\text{tg } \alpha \geq 0 \Rightarrow \text{tg } \alpha = 2,5 + 5,25 = 7,75~~
 (tg \alpha > tg \alpha_0)

3) Чтобы попасть внутрь бочки необходимо, чтобы струя проходила выше т.А но ниже (либо через) т.Б. Значения tg \alpha для т.А мы нашли. Найдем значение tg \alpha для т.Б

$$t = \frac{H}{v_0 \cos \alpha} ; 0 = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} - \frac{gH}{v_0^2 \cos^2 \alpha} \Rightarrow 0 = \text{tg } \alpha - \frac{gH}{v_0^2} (1 + \text{tg}^2 \alpha) \Rightarrow 0 = \text{tg } \alpha - 0,4 - 0,4 \text{tg}^2 \alpha$$

$$\begin{aligned} 2 \text{tg}^2 \alpha - 5 \text{tg } \alpha + 2 &= 0 \\ D &= 25 - 16 = 9 \\ \text{tg } \alpha &= \frac{5 \pm 3}{4} ; \end{aligned}$$

$$\text{tg } \alpha \in \left(2,5 - \frac{\sqrt{21}}{2} ; 2 \right]$$

2

0,5 не подходит, т.к. струя проходит через стенок

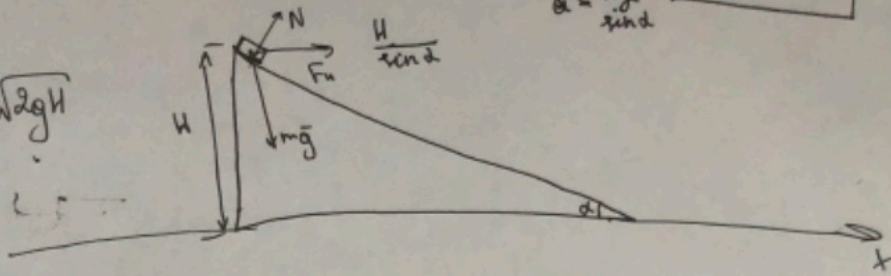
$\cos \alpha = 3/5$

$\alpha = \frac{g}{2 \sin \alpha}$ Чепуха

$mgH = \frac{mv^2}{2} \rightarrow v = \sqrt{2gH}$

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

$H = \frac{gt^2}{2} \quad t = \sqrt{\frac{2H}{g}}$



ЗУУ: в направлении Ox:

$0 = m \cdot \frac{v_1 \cos \alpha}{2} - m v_2 \Rightarrow v_2 = \frac{v_1 \cos \alpha}{2}$

$0,25^2 = 0,25 \cdot 5 \cdot 0,25$

$v_1 = \frac{g}{\sin \alpha} t \Rightarrow v_2 = \frac{g \cos \alpha}{2 \sin \alpha} t$

$\frac{0,25^2}{2,5} = 5 \sqrt{0,1gH}$

$a_2 = \frac{g}{2} \cot \alpha$

$\frac{25}{10}$

$\frac{2,2}{5 - \sqrt{21}}$

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

Зависимости в HCO, гравит. с кинемат.

$N = mg \cos \alpha$

$ma_1 = ma_2 + N \sin \alpha = ma_2 + mg \sin \alpha \cos \alpha$

$a_1 = \frac{g \cos \alpha}{2 \sin \alpha} + g \sin \alpha \cos \alpha = g \cos \alpha \left(\frac{1}{2 \sin \alpha} + \sin \alpha \right)$

$a_1 = g \cos \alpha (\sin^2 \alpha + 0,5) = g \cos \alpha (1 - \cos^2 \alpha)$

$\frac{a_1 \cos \alpha}{2} = a_2 = \frac{a_1 \cos \alpha}{2} + g \sin \alpha \cos \alpha$

$\frac{2,2}{2,5} = \frac{5 - \sqrt{21}}{2} < 1$

$0,25$

$\frac{1}{2,5} = \frac{10}{25} = \frac{2}{5} = 0,4$

$a_1 \left(\frac{\cos \alpha}{2} - 1 \right) = g \sin \alpha \cos \alpha \Rightarrow a_1 = \frac{2g \sin \alpha \cos \alpha}{\cos \alpha - 2}$

$a_k =$

$405^2 - 4(gH)^2 = 4 \sqrt{10} \cdot (gH)$



$a_1 \left(1 - \frac{\cos^2 \alpha}{2} \right) = g \sin \alpha$

$\tan \alpha =$

$\frac{9}{25}$

$\sqrt{1 - \cos^2 \alpha}$

$\sqrt{1 - \frac{9}{25}} = \sqrt{\frac{25-9}{25}} = \frac{4}{5}$

$16 + 25 = 41$

$\frac{16}{25}$

$\frac{3}{5} \cdot \frac{4}{5}$

$50 - 9 = 41$

$\frac{12}{41}$

$\frac{12}{25} = \frac{41}{25} \Rightarrow \frac{12}{41} = \frac{5}{41} g$

$4 \tan \alpha - 10 \tan^2 \alpha + 4 = 0$

$\Delta = 100 - 16 = 84$

$2 \tan \alpha - 5 \tan^2 \alpha + 2 = 0$

$\Delta = 25 - 16$

$\frac{gH}{2,5gH} = 0,4$

$\tan \alpha = 0,4 (1 + \tan^2 \alpha)$

$\tan \alpha = 0,4 - 0,4 \tan^2 \alpha = 0$

$10 \tan \alpha - 4 - 4 \tan^2 \alpha = 0$

$$V = HS =$$

$$V = H \pi R^2 = (0,25)^2 \pi H^3$$

$$t = \frac{V}{\pi S v} = \frac{0,25^2 \pi H^3}{S \sqrt{2,5gH}}$$

$$v = S v$$

$$x = v \cdot t \cdot \cos \alpha$$

$$x = v t \rightarrow t = \frac{x \cos \alpha}{v} = \frac{0,5H \cos \alpha}{v}$$

$$y = v \sin \alpha t - \frac{g t^2}{2}$$

$$y = v \sin \alpha \frac{0,5H \cos \alpha}{v} - \frac{g (0,5H \cos \alpha)^2}{2 v^2}$$

$$y = \cos \alpha \cdot 0,5H \frac{1}{\tan \alpha} - 0,5 \cdot 0,25H$$

3) A - B

$$\tan \alpha - \frac{0,5gH(1 + \tan^2 \alpha)}{v^2} = 0$$

$$\tan \alpha - 2gH(1 - \tan^2 \alpha) = 0$$

$$\frac{0,5gH}{2,5gH}$$

$$\frac{5}{25} = \frac{1}{5}$$

$$0,5$$

$$2,5$$

$$0,5$$

$$\tan \alpha - \frac{1}{5}, 0,2 \neq 0,2 \tan^2 \alpha = 0$$

$$10 \tan \alpha - 2 - 2 \tan^2 \alpha = 0$$

$$\tan^2 \alpha - 5 \tan \alpha + 1 = 0$$

$$\tan \alpha - \frac{1}{5} \neq -\frac{1}{5} \tan^2 \alpha = 0$$

$$\tan^2 \alpha \neq 5 \tan \alpha + 1 = 0$$

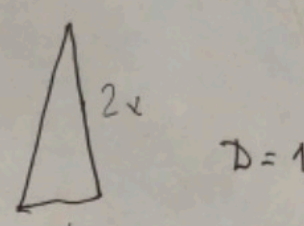
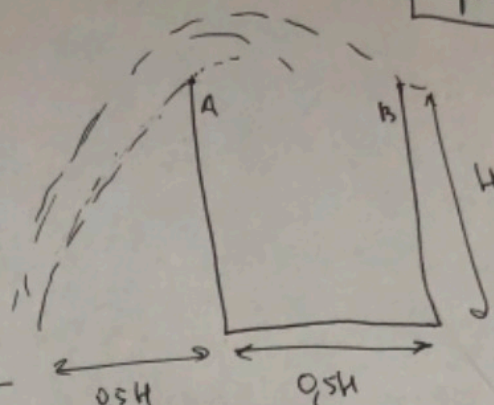
$$\frac{\sqrt{21}}{2} \quad \frac{5}{2} \quad \frac{5 - \sqrt{21}}{2}$$

$$7$$

$$5 - \sqrt{21}$$

$$21 < 25$$

Черновик



D = 1