Часть 1

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

Шифр: **21204089**

ID профиля: **830896**

Вариант 1

Лист 1 Чистовик

Задача 1

Из того, что мячи были брошены с одинаковой начальной скоростью и из одного того же места, можно сделать вывод, что скорость первого мяча при столкновении со вторым мячом равна скорости второго при столкновении с первым мячом:

$g\tau = v_0 - g\tau$, где v_0 – начальная скорость мяча

$\Rightarrow v_0 = 2g\tau$

1) Найдём максимальную высоту поднятия H:

$$H = \underbrace{\frac{g\tau^2}{2}}_{\text{высота, пройденная первым мячом из высшей точки поднятия до столкновения}} + \underbrace{v_0\tau - \frac{g\tau^2}{2}}_{\text{высота, пройденная вторым мячом с земли до точки столкновения}} = v_0\tau = 2g\tau^2$$

2) Найдём высоту h, на которой столкнулись мячи считая от места броска:

$$h = v_0\tau - \frac{g\tau^2}{2} = 2g\tau^2 - \frac{g\tau^2}{2} = \frac{3g\tau^2}{2}$$

3) Найдём отношение путей (путь первого мяча ко второму):

$$\frac{2H-h}{h} = \frac{2H}{h} - 1 = \frac{4g\tau^2}{\frac{3g\tau^2}{2}} - 1 = \frac{8}{3} - 1 = \frac{5}{3}$$

Ответ: 1) $2g\tau^2$

2) $\frac{3g\tau^2}{2}$

3) $5:3$

21204089 (U830896 M1279739)

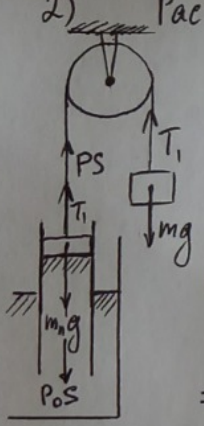
Лист 2 Чистовик

Задача 2

1) Найдём давление в воде непосредственно под поршнем:

$$P = P_0 - \rho g H = 100\text{кПа} - 1000\text{кг/м}^3 \cdot 10\text{м/с}^2 \cdot 0{,}1\text{м} = 99\text{кПа}$$

2) Распишем силы, удерживающие груз в равновесии:



$T_1 = mg$, где T_1 — сила натяжения нити, m — масса груза

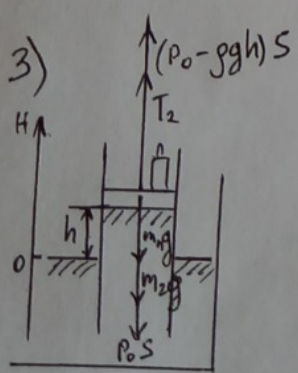
Распишем силы, действующие на поршень:

$P_0 S + m_п g = T_1 + P \cdot S$, где $m_п$ — масса поршня, S — площадь поршня

$$\Rightarrow P_0 S + m_п g = mg + PS \Longleftrightarrow m = \frac{m_п g - P \cdot S}{g} = 50г - \frac{99кПа \cdot 8см^2}{10м/с^2} + \frac{100кПа \cdot 8см^2}{10м/с^2} =$$

$$= 50г - \frac{99000Па \cdot 0{,}0008м^2}{10м/с^2} + \frac{100000Па \cdot 0{,}0008м^2}{} = 50г + 80г = 130г$$

3)



Распишем силы, действующие на поршень:

$m_п g + m_г g + P_0 S = T_2 + (P_0 - \rho g h)S$, где h — искомая нами высота, $m_г$ — масса гири

Распишем силы, действующие на груз: $T_2 = mg$

$$\Rightarrow m_п g + m_г g + \cancel{P_0 S} = mg + \cancel{P_0 S} - \rho g h S \Longleftrightarrow$$

$$\rho g h S = (m - m_п - m_г)g \Rightarrow h = \frac{m - m_п - m_г}{\rho S} =$$

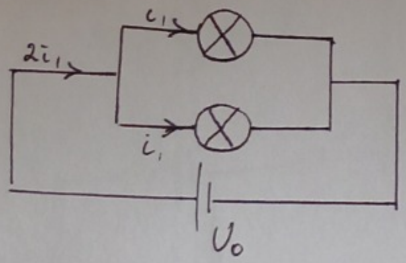
$$= \frac{130г - 120г - 50г}{0{,}0008м^2 \cdot 1г/см^3} = \frac{-40г}{8г/см} = -5см$$ (высота получилась отрицательной, т.к. нижний край поршня находится ниже поверхности воды)

Ответ: 1) 99кПа 2) 130г 3) 5см

Лист 3 Чистовик

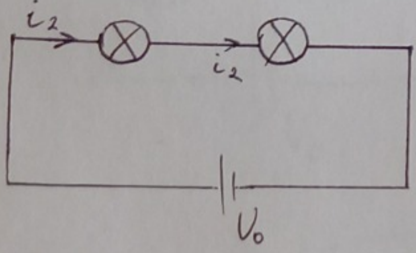
Задача 3

1)



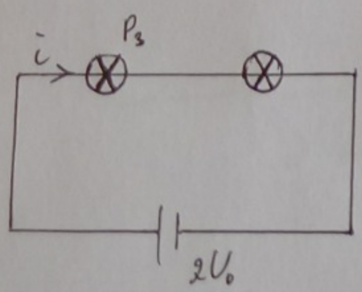
Пусть через лампочку течёт ток i_1. Т.к. лампочки одинаковые, то и токи, текущие через лампочки, равны. Общая выделенная мощность в системе равна $2P_1$, а общий ток $- 2i_1 \Rightarrow 2P_1 = 2i \cdot U_0 \Rightarrow i_1 = \frac{P_1}{U_0} = \frac{20\,Вт}{12\,В} = \frac{5}{3}\,А$

2)



Пусть через лампочку течёт ток i_2. Т.к. лампочки одинаковые, то токи, текущие через лампочки, равны. Общая выделенная мощность в системе равна $2P_2$, общий ток $- i_2 \Rightarrow 2P_2 = U_0 \cdot i_2 \Rightarrow i_2 = \frac{2P_2}{U_0} = \frac{13{,}2\,Вт}{12\,В} = 1{,}1\,А$

3)



~~Пусть через лам~~

Найдём из прошлого пункта сопротивление $R_л$ лампочки: $\underbrace{2R_л}_{\text{сопр. системы}} = \frac{U_0}{i_2} \Rightarrow R_л = \frac{U_0}{2i_2} = \frac{12\,В}{2{,}2\,А} \approx 5{,}45\,Ом$

Пусть мощность, которая выделилась на одной лампочке $- P_3$. Тогда общая выделенная мощность в системе $- 2P_3$.

$$\Rightarrow 2P_3 = \frac{(2U_0)^2}{2R_л} = \frac{2U_0^2}{R_л} = 2U_0 \cdot 2i_2 = 4U_0 i_2 = 4 \cdot 12\,В \cdot 1{,}1\,А = 52{,}8\,Вт$$

Ответ: 1) $\frac{5}{3}\,А$

2) $1{,}1\,А$

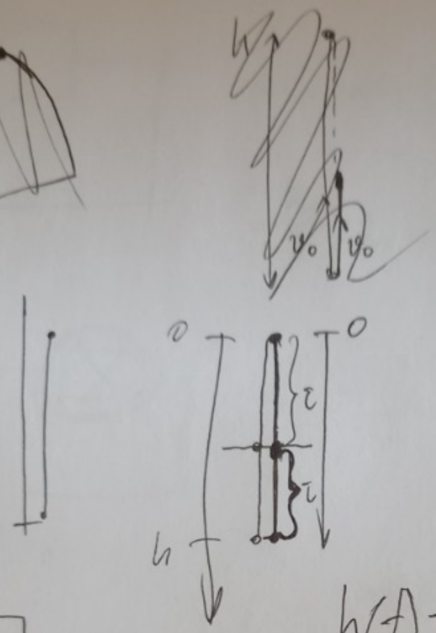
3) $52{,}8\,Вт$

21204089 (U830896 M1279739)

Лист 4 Черновик

№1

$h = v_0 t +$

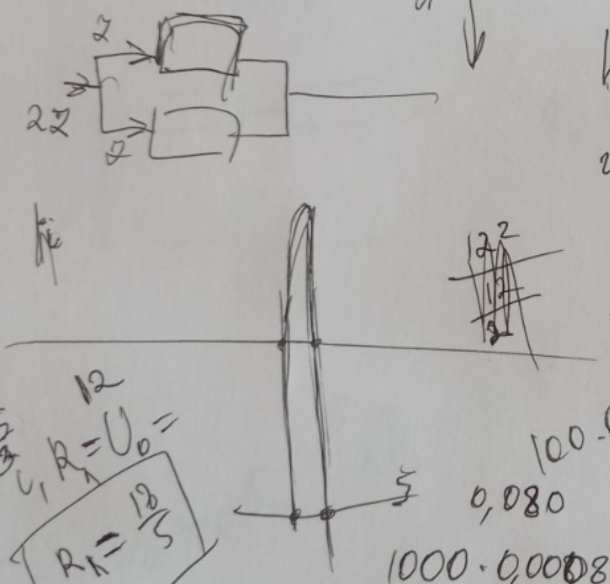


$H = \frac{g\tau^2}{2} + v_0\tau - \frac{g\tau^2}{2} = v_0\tau$

$H = \frac{4g\tau^2}{2} = 2g\tau^2$

$h(t) = v_0 t - \frac{gt^2}{2}$

$v = v_0 - gt = g\tau \Rightarrow \boxed{v_0 = 2g\tau}$



$v =$

100.000 − 1000

99000

9900 · 8

0,080

1000 · 0,0008

$\frac{0,8}{10}$

$\frac{99 \cdot 10^3 \cdot 10^{-4} \cdot 8}{10} = 99 \cdot 8 \cdot 10^{-2}$

$8\,см^2 = 0,08\,дм^2 = 0,0008\,м^2$

792 = 0,

792

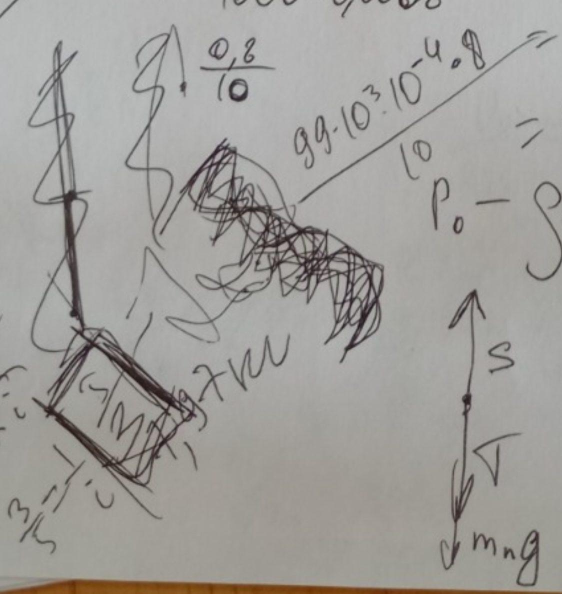
$i_1 R_1 = U_0 =$

$\boxed{R_1 = \frac{12}{5}}$

$i_2 2R_1 = U_0$

$\Rightarrow R_1 = \frac{U_0}{2i}$

$P_0 - \rho_В g H$



$\frac{12}{5} = \frac{12}{2i}$

$10^{-2} \cdot 10^{-2}$

10^{-5}

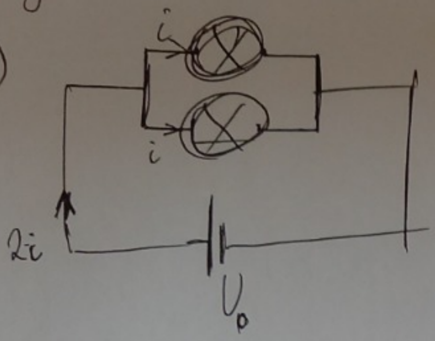
99·8

Лист 5

Черновик

Задача 3

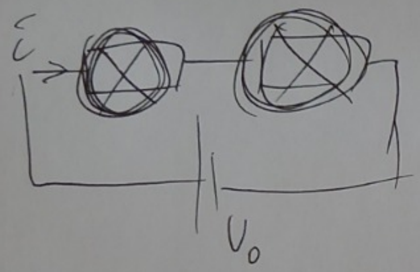
1)



$\cancel{2}P_1 = \cancel{2}i\cdot U_0 \Rightarrow i = \frac{P_1}{U_0}$

$\frac{R_л}{2}\cdot 2i = U_0 \Rightarrow R_л = \frac{U_0}{i}$

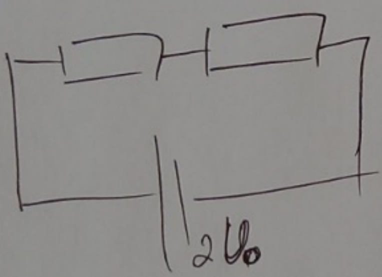
2)



$P_2 = \frac{U_0}{2}\cdot I \Rightarrow I = \frac{2P_2}{U_0}$

$U_0 = 2IR_л \Rightarrow R_л = \frac{U_0}{2i}$

3)



$R_л =$

$U_0 i_1 = P_1$ $\quad \frac{5}{3}$

$\frac{\cancel{6{,}6\cdot 2}}{\cancel{12}\ 6} = 1{,}1$

$U_0 = iR_л$

$\frac{5}{6}$

$\frac{U_0}{2i_1} = \frac{\cancel{12}^{6}}{\cancel{2}\cdot\frac{5}{3}} = \frac{18}{5}$

$i_1 R_л$

$U_0\cdot i_1 = 2P_1 \Rightarrow i = \frac{2P_1}{U_0}$

$\frac{\cancel{12}}{\cancel{\frac{10}{3}}} = \frac{18}{5}$

$\frac{R}{2} = R + 1{,}6$

$\frac{12}{4{,}4}$

Часть 2

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

Шифр: **21204089**

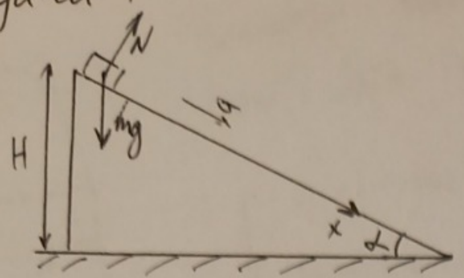
ID профиля: **830896**

Вариант 1

Лист 1 Чистовик

Задача 4

1)

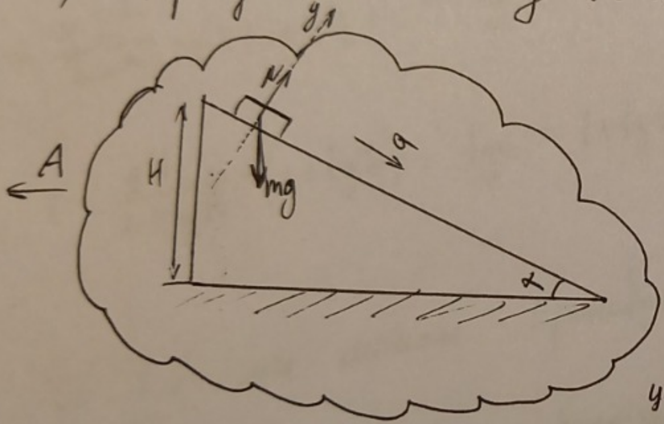


Напишем 2-ой Закон Ньютона в проекции на ось x: $mg\sin\alpha = ma$, где a — ускорение шайбы

$\Rightarrow a = g\cdot\sin\alpha$

Найдём нужное нам время t: $t =$

2) Перейдём в систему отсчёта клина. Силы, действующие на шайбу такие же, как и в пункте 1).



На клин со стороны шайбы действует сила реакции опоры N и она приводит в движение клин.

Напишем 2-ой Закон Ньютона в проекции на ось y: $N = mg\cos\alpha$

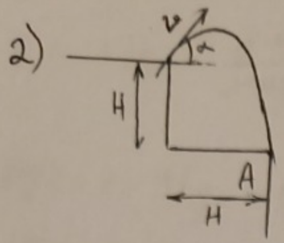
Так же наша система движется „влево" с ускорением клина A. $\Rightarrow$ $4mA = \sin\alpha\cdot N \Rightarrow$ $A = \frac{\sin\alpha\cdot\cos\alpha\cdot \cancel{m}g}{4\cancel{m}} = \frac{\sin\alpha\cdot\cos\alpha}{4}\cdot g =$

$= \frac{\frac{4}{5}\cdot\sqrt{1-\frac{16}{25}}}{4}\cdot g = \frac{3}{25}g$

21204089 (U830896 M1279740)

Лист 2 Чистовик

Задача 5

2) 

Напишем высоту и расстояние, на которых „оказалась" вода через время T в точке A.

$$\begin{cases} -H = T\cdot v\sin\alpha - \frac{gT^2}{2} \\ H = T\cdot v\cdot\cos\alpha \end{cases} \Leftrightarrow$$

$$H = \frac{gT^2}{2} - Tv\sin\alpha = \frac{g\cdot\left(\frac{H}{v\cos\alpha}\right)^2}{2} - \frac{H\cdot v\cdot\sin\alpha}{v\cos\alpha} = \frac{g\cdot H^2}{2v^2\cos\alpha^2} - \frac{H\cdot\sin\alpha}{\cos\alpha} =$$

$$= \frac{g\cdot H^2}{2v^2}\cdot(1+tg^2\alpha) - H\cdot tg\alpha \Leftrightarrow$$

$$1 = \frac{gH}{2\cdot 0{,}5gH}\cdot(1+tg^2\alpha) - tg\alpha = 1+tg^2\alpha - tg\alpha \Rightarrow tg\alpha = \left[\begin{matrix}0\\1\end{matrix}\right. \Rightarrow \alpha = \left[\begin{matrix}0^\circ\\45^\circ\end{matrix}\right.$$

1) Т.к. мы можем пренебречь временем „пролёта" воды до бака, то:

а) Найдём объём бака: $V_б = \pi H^2\cdot H = \pi H^3$

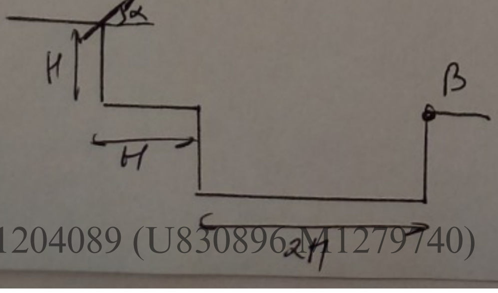
б) Найдём длину струи l, которая должна „выйти из шланга:

$$l\cdot S = v_б = \pi H^3 \Rightarrow l = \frac{\pi H^3}{S}$$

в) Найдём время t заполнения бака:

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

3) Посмотрим, попадает ли струя воды в точку B (см рис)



$$\begin{cases} -H = T\cdot v\sin\alpha - \frac{gT^2}{2} \\ 3H = T\cdot v\cos\alpha \end{cases} \Leftrightarrow$$

Лист 3 Чистовик

Задача 5 (продолжение)

$$-H = \frac{3H}{v\cos\alpha}\cdot v\cdot\sin\alpha - \frac{g}{2}\cdot\left(\frac{3H}{v\cos\alpha}\right)^2 \Leftrightarrow$$

$$-1 = 3\,tg\alpha - \frac{g\cdot 9H}{2\cdot 0{,}5gH}(1+tg^2\alpha) \Leftrightarrow$$

$$9tg^2\alpha + 8 - 3tg\alpha = 0$$

$$D = 9 - 4\cdot 8\cdot 9 < 0$$

$\Rightarrow$ струя воды не может „дотянуться" так далеко

$\Rightarrow$ Т.к. уравнение при нахождении $tg\alpha$ квадратное, то для того, чтобы вода попала в бак $0 \leq tg\alpha \leq 1$

Ответ: 1) $\frac{\pi H^3}{\sqrt{0{,}5gH}\cdot S}$

2) $tg\alpha = \left[\begin{array}{l}0\\1\end{array}\right.$

3) $0 \leq tg\alpha \leq 1$

Черновик

$$\begin{cases} -H = T \cdot v \cdot \sin\alpha - \frac{gT^2}{2} \\ 3H = T \cdot v\cos\alpha \end{cases}$$

$$-H = \frac{3H}{v\cos\alpha} \cdot v \cdot \sin\alpha - \frac{g}{2} \cdot \left(\frac{3H}{v\cos\alpha}\right)^2$$

1) $$-H = l \cdot tg\alpha - \cancel{\frac{g}{2}} \cdot \frac{l^2}{\underset{0{,}5gH}{v^2}} \cdot (tg^2\alpha + 1) \Rightarrow$$

$$-H = l \cdot tg\alpha - tg^2\alpha \cdot \frac{l^2}{H} - \frac{l^2}{H} \Rightarrow$$

$$tg^2\alpha \cdot \frac{l^2}{H} - l \cdot tg\alpha + \frac{l^2}{H} - H = 0$$

$$\Rightarrow D_{tg\alpha} = l^2 - 4\frac{l^2}{H} \cdot \left(\frac{l^2}{H} - H\right)$$

$$\cancel{D_l = tg^2\alpha - 4 \cdot \frac{1}{H} \cdot \left(tg^2\alpha \cdot \frac{l^2}{H} - H\right)}$$

$$D_l = tg^2\alpha + 4 \cdot \left(\frac{1}{H} + \frac{tg^2\alpha}{H}\right) \cdot H =$$

$$= tg^2\alpha + 4\left(1 + tg^2\alpha\right) = 5tg^2\alpha + 4 \geq 0$$

$$l = \frac{tg^2\alpha \pm \sqrt{5tg^2\alpha + 4}}{2\,\frac{1 + tg^2\alpha}{H}} =$$

$$= \frac{tg^2\alpha \pm \sqrt{5tg^2\alpha + 4}}{2 + 2tg^2\alpha} H$$

$$1 \leq \frac{tg^2\alpha \pm \sqrt{5tg^2\alpha + 4}}{2 + 2tg^2\alpha} < 3$$

21204089 (U830896 M1279740)

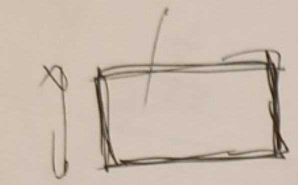
Черновик

$H \le l \le 3H$

$1 - 2\frac{g}{v^2}\cdot\left(\frac{gl^2}{2v^2} - H\right) \ge 0$

$-H = \frac{l}{v\cos\alpha}\cdot v\sin\alpha - \frac{g\frac{l^2}{v^2\cos^2\alpha}}{2} \Leftarrow$

$\Leftarrow -H = l\cdot tg\alpha - \frac{gl^2}{2v^2}\cdot(tg^2\alpha + 1)$



$$\begin{cases} -H = T\cdot v\sin\alpha - \frac{gT^2}{2} \\ l = T\cdot v\cos\alpha \end{cases} \Leftrightarrow$$

$tg^2\alpha\cdot\frac{gl^2}{2v^2} + \left(\frac{gl^2}{2v^2} - H\right) - l\,tg\alpha \Rightarrow$

$D = l^2 - 4\cdot\frac{gl^2}{2v^2}\cdot\left(\frac{gl^2}{2v^2} - H\right) \ge 0$

$H\cdot\pi H^2 = H^3\cdot\pi = l\cdot S$

$\Rightarrow l = \frac{H^3\cdot\pi}{S}$

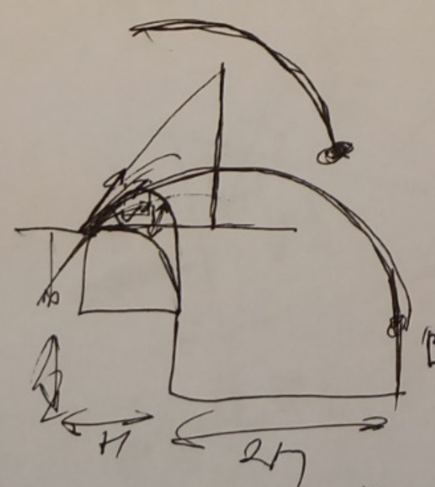
$t = \frac{l}{v} = \frac{H^3\cdot\pi}{v}$

$$\begin{cases} -H = T\cdot v\sin\alpha - \frac{gT^2}{2} \\ 3H = T\cdot v\cos\alpha \end{cases}$$

$-H = \frac{3H}{v\cos\alpha}\cdot v\cdot\sin\alpha - \frac{g\frac{9H^2}{v^2\cos^2\alpha}}{2} \Leftrightarrow$

$\Leftrightarrow -1 = 3\,tg\alpha - 9(1 + tg^2\alpha)$

$$\begin{cases} -H = T\cdot v\sin\alpha - \frac{gT^2}{2} \\ 3H = T\cdot v\cdot\cos\alpha \end{cases}$$



$H = \frac{g\left(\frac{3H}{v\cos\alpha}\right)^2}{2} - \frac{3H\sin\alpha}{v\cos\alpha} \Leftrightarrow 3H\cdot tg\alpha$

$g - 9.8 \cdot 4 < 0$

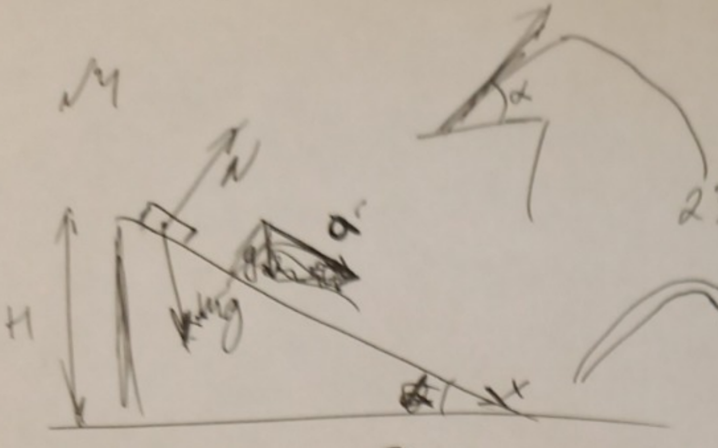
$\Leftrightarrow 1 = \frac{g\cdot 9H}{2\cdot 0.5gH}\cdot(1 + tg^2\alpha) - \frac{3H}{0.5gH}\cdot tg\alpha$

$9\,tg^2\alpha - 3\,tg\alpha + 8 = 0$

$1 = 9 + 9\,tg^2\alpha - 3\,tg\alpha$

21204089 (U830896 M1279740)

Черновик



sin

$23H:\ x:\ mg\sin\alpha = am$

$\Rightarrow a = g\cdot\sin\alpha$

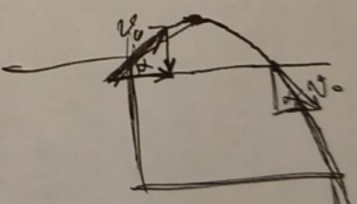
$g\cdot\sin\alpha$

$\frac{at^2}{2}$

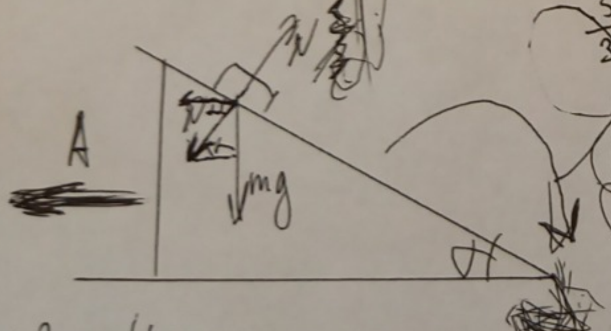
$\frac{H}{\sin\alpha} = \frac{at^2}{2} \Rightarrow$

$t = \sqrt{\frac{2H}{a\sin\alpha}} = \frac{1}{\sin\alpha}\cdot\sqrt{\frac{2H}{g}}$

$v_0\cdot\sin\alpha$



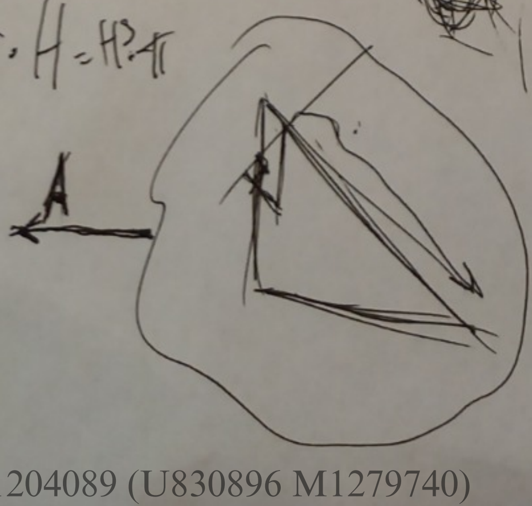
$\frac{H}{v_0\cdot\cos\alpha} = T$



$h(t) = v_0\sin\alpha\cdot t - \frac{gt^2}{2}$

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

$H^2\cdot\pi\cdot H = H^3\cdot\pi$



4mA

$\sin\alpha\cdot N$