Часть 1

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

Шифр: **21206073**

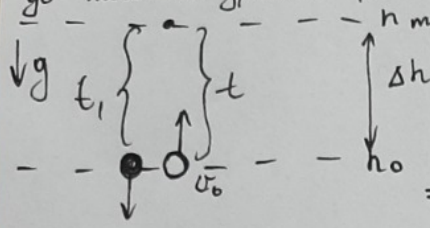
ID профиля: **818279**

Вариант 2

Задача 1

Чистовик

1) Докажем такой факт: для тела, брошенного вертикально вверх время подъёма от фиксированного уровня ~~с спуск~~ до точки максимальной высоты и время спуска от точки максимальной высоты до того же уровня равны:



Пусть расстояние от максимального уровня до фиксированного уровня Δh.

Пусть время подъёма от h_0 до h_{max} t, а скорость во время подъёма на уровне h_0 – v_0.

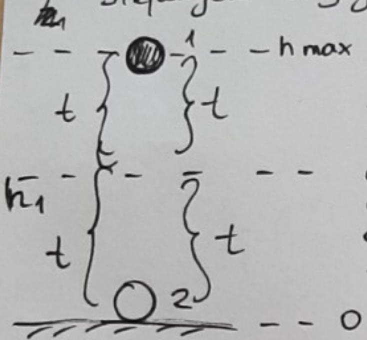
Т.к. в h_{max} $v = 0$, то $v_0 - gt = 0 \Rightarrow v_0 = gt$

$\Rightarrow \Delta h = \frac{gt^2}{2}$

Пусть время спуска с h_{max} до h_0 t_1. Т.к. в h_{max} $v = 0$, то ср скорость $\frac{gt_1}{2} \Rightarrow \Delta h = \frac{gt_1^2}{2} = \frac{gt^2}{2} \Rightarrow t_1 = t$

ч.т.д.

Перейдём к задаче.



Пусть мячи встретились на высоте h_1. Тогда время полёта 1го от h_{max} до h_1 вниз равно времени полёта второго от земли до h_1. Пусть это время t (искомое). Из доказанного факта следует, что 1ый мяч летел вверх с h_1 до h_{max} такое же время t, а т.к. мячи одинаковые и их бросили с одинаковой скоростью, то 1ый летел с 0 до h_1 столько же времени, сколько и второй, т.е. t

Тогда $\tau = t_{0-h_1} + t_{h_1-h_{max}} + t_{h_{max}-h_1} = 3t \Rightarrow t = \frac{\tau}{3}$

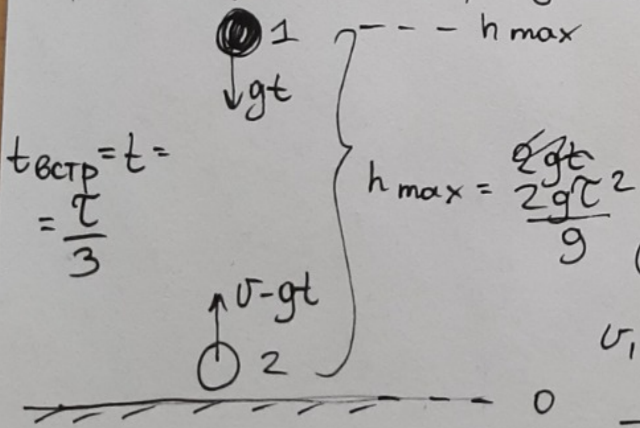
2) Т.к. 1ый шар поднимался (и соответственно, падал вниз) время $2t = \frac{2\tau}{3}$

Рассмотрим спуск вниз $v_{ср} = \frac{v_0 + gt_{вниз}}{2} = \frac{0 + gt_{вниз}}{2} = \frac{g\frac{2\tau}{3}}{2} = \frac{g\tau}{3}$

($v_0 = 0$, т.к. максимальная высота)

$\Rightarrow h_{max} = v_{ср} \cdot t_{вниз} = \frac{g\tau}{3} \cdot \frac{2\tau}{3} = \frac{2g\tau^2}{9}$

3) Рассмотрим момент, когда начал движение 2ой шар



Расстояние м/у шарами $h_{max} = \frac{2g\tau^2}{9}$, $t_{встр} = t = \frac{\tau}{3}$

Скорость сближения $v_{сбл} = v_1 + v_2 = gt + (v - gt) = v$

(где v – начальная скорость мяча)

$v_1 = 0 + gt \quad v_2 = v - gt$

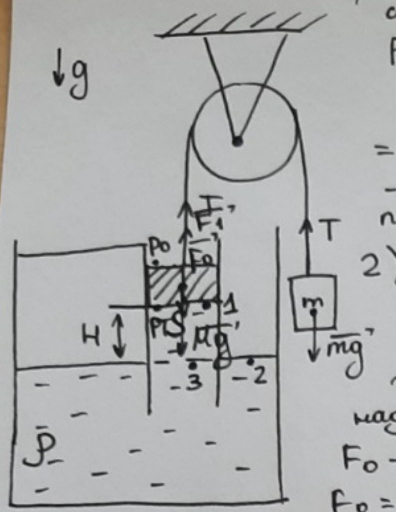
$\Rightarrow h_{max} = v_{сбл} t_{встр}$

$\Rightarrow \frac{2g\tau^2}{9} = \frac{\tau}{3} \cdot v \Rightarrow v = \frac{2g\tau^2 \cdot 3}{9 \cdot \tau} = \frac{2g\tau}{3}$

Ответ: 1) $\frac{\tau}{3}$; 2) $\frac{2g\tau^2}{9}$; 3) $\frac{2g\tau}{3}$

Чистовик Вариант 09-02

Задача 2



1) p в точке $2 = p_0$; p в точке $2 = p$ в точке $3 = p_0$ (по закону сообщающихся сосудов)

p в точке $1 + \rho g H = p$ в точке 3

$\rho g H$ — давление столбика воды, высотой H

$\Rightarrow p$ в точке $1 = p$ в точке $3 - \rho g H = p_0 - \rho g H = 100000\,\text{Па} - 1000\,\text{кг/м}^3 \cdot 10\,\text{м/с}^2 \cdot 0{,}2\,\text{м} = 98000\,\text{Па} = 98\,\text{кПа}$ — давление под поршнем.

2) Т.к. блок неподвижный, то условие равновесия

$mg = Mg + \vec{R}$

(m — масса груза, M — масса поршня)

где $\vec{R}'$ сила, возникающая из-за разности давлений над и под поршнем $\vec{R}' = \vec{F_0} + \vec{F_1} \Rightarrow R = F_0 - F_1$

F_0 — сила давления на поршень со стороны атмосферы

$F_0 = p_0 S$

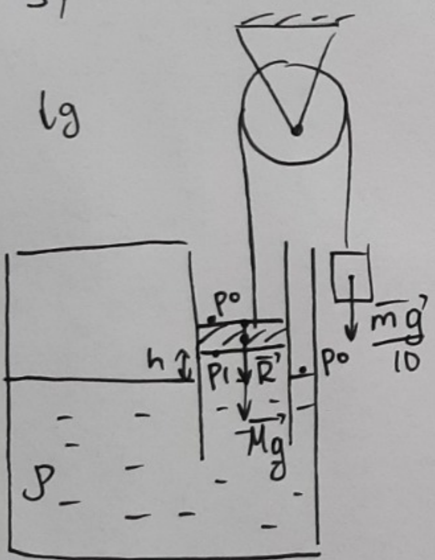
F_1 — сила давления на поршень со стороны воды

$F_1 = p_1 S \Rightarrow R = p_0 S - p_1 S = (p_0 - p_1) S$

$mg = Mg + S(p_0 - p_1) \Rightarrow Mg = mg - S(p_0 - p_1) \Rightarrow M = \dfrac{mg - S(p_0 - p_1)}{g}$

$= \dfrac{0{,}25\,\text{кг} \cdot 10\,\text{м/с}^2 - 0{,}0009\,\text{м}^2 (100\,\text{кПа} - 98\,\text{кПа})}{10\,\text{м/с}^2} = 0{,}07\,\text{кг} = 70$ грамм

3)



Условие равновесия для неподвижного блока:

$\dfrac{mg}{10} = R + Mg = F_0 - F_1 + Mg = (p_0 - p_1) S + Mg$

$g\left(\dfrac{m}{10} - M\right) = (p_0 - p_1) S$ $p_1 = p_0 - \rho g h$ (предполагаем, что поршень выше уровня воды)

$g\left(\dfrac{m}{10} - M\right) = \cancel{-}\rho g h \cdot S$

$\dfrac{m}{10} - M = \cancel{-\rho g S}\, \rho h S$

$\cancel{M - \dfrac{m}{10} = \rho h S}$

$\cancel{h = \dfrac{M - \frac{m}{10}}{\rho S} = \dfrac{0{,}07\,\text{кг} - 0{,}025\,\text{кг}}{1000\,\text{кг/м}^3 \cdot 0{,}0009\,\text{м}^2}}$

$h = \dfrac{\frac{m}{10} - M}{\rho S} = \dfrac{0{,}025\,\text{кг} - 0{,}07\,\text{кг}}{1000\,\text{кг/м}^3 \cdot 0{,}0009\,\text{м}^2} = \dfrac{-0{,}045\,\text{кг}}{0{,}9\,\text{кг/м}} =$

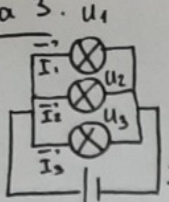
$= -0{,}05\,\text{м} = -5\,\text{см}$ (высота отрицательная $\Rightarrow$ поршень опустился на 5 см ниже уровня воды)

Ответ: 1) 98 кПа; 2) 70 грамм; 3) 5 см (ниже уровня воды)

Чистовик

Вариант 09-02

Задача 3.

1) 

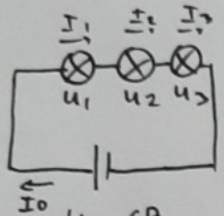
$U_0 = 6В$

Т.к. лампочки соединены параллельно, $U_1 = U_2 = U_3 = U_0 = 6В$

$P_1 = \frac{Q}{t} = \frac{UIt}{t} = UI$ (по закону Джоуля-Ленца $Q = UIt = \frac{U^2}{R}t = I^2Rt$)

$I_1 = I_2 = I_3 = \frac{P_1}{U_0} = \frac{2,4Вт}{6В} = 0,4А$ – ток в каждой из лампочек

(т.к. мощности и напряжение одинаковые) токи в лампочках равны

2) 

$U_0 = 6В$

Т.к. лампочки ~~одинаковые~~, соединены последовательно, то $I_0 = I_1 = I_2 = I_3$. Т.к. лампочки одинаковые, то $R_1 = R_3 = R_2$ (при одинаковом токе)

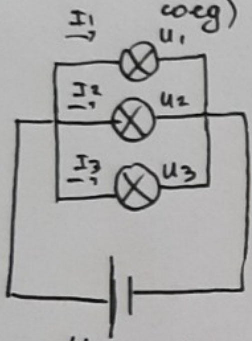
$\Rightarrow U_1 = I_1R_1 = U_2 = I_2R_2 = U_3 = I_3R_3$ (по закону Ома)

$\begin{cases} U_1 = U_2 = U_3 \\ U_1 + U_2 + U_3 = U_0 = 6В \end{cases} \Rightarrow U_1 = U_2 = U_3 = 2В$

т.к. посл. соединение

$I_1 = I_2 = I_3 = I_0 = \frac{P_2}{U_1} = \frac{P_2}{U_2} = \frac{P_2}{U_3} = \frac{0,5Вт}{2В} = 0,25А$

(т.к. посл. соед)

3) 

$U_0/3 = 2В$

Т.к. соединение параллельное, то $U_1 = U_2 = U_3 = \frac{U_0}{3} = 2В$

Из 2) видим, что при напряжении 2В на лампочке выделяется мощность $P_2 = 0,5Вт$

* лампа накаливания – нелинейный элемент, но при одинаковом напряжении на одинаковых лампах будут одинаковые токи $\Rightarrow I$ из 2) $= I_1 = I_2 = I_3$ $\quad P_3 = \frac{U_0}{3} I_{2)} = 2В \cdot 0,25А = 0,5Вт$

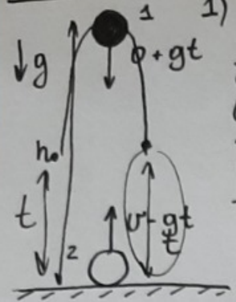
Ответ: 1) $I_1 = I_2 = I_3 = 0,4А$; 2) $I_1 = I_2 = I_3 = 0,25А$; 3) $P_3 = 0,5Вт$ (на каждой лампе)

3

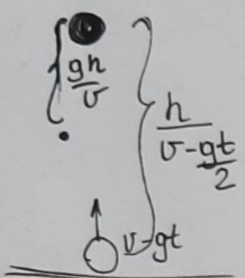
~~Черновик~~

Черновик

Задача 1

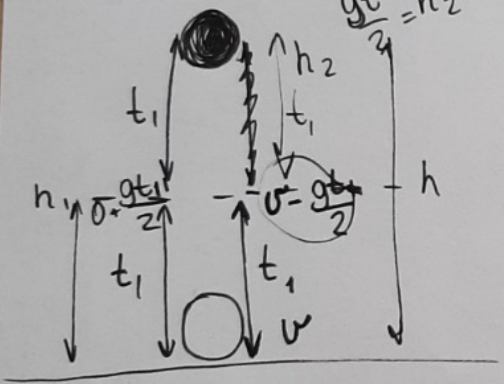


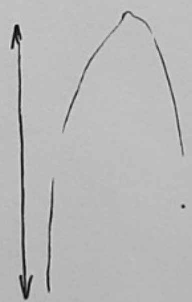
1) Т.к. 2ой мяч был брошен с того же место, что и первый, они столкнутся когда 1ый будет падать вниз, а 2ой лететь вверх.
Т.к. первый находился на максимальной высоте, то в этот момент его скорость была 0, а ускорение g направлено вниз $\Rightarrow v_{1мг} = gt$
(мгновенная скорость 1го, направлено вниз)
Пусть ~~...~~ мячи бросали со скоростью v. Тогда $v_{2мг} = v - gt$ (мгновенная скорость когда 2ой движется вверх).
Скорость сближения мячей $v_{сбл} = v_1 + v_2 = gt + v - gt = v$
Тогда $t_{встр} = \frac{h}{v}$ (считал с момента броска 2го)



$$\frac{2h}{2v-gt} + \frac{gh}{v} = \tau$$

$$\frac{gt^2}{2} = h_2 \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2h_2}{g}}$$





$$h = vt - \frac{gt^2}{2} \qquad t = \frac{2\tau}{3}$$

$$\frac{4\tau^2 g}{9} - \frac{2\tau^2 g}{9} \qquad \frac{2\tau^2}{9}$$

Часть 2

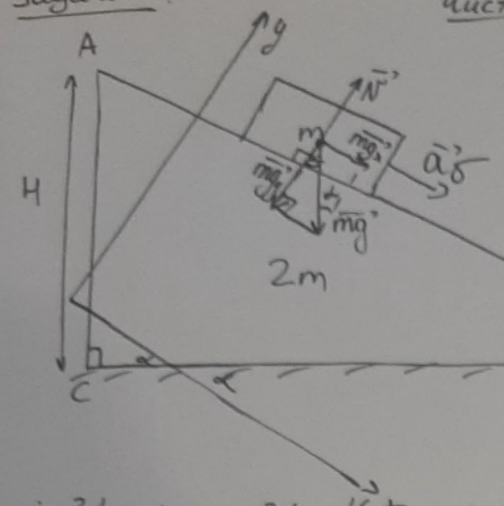
Олимпиада: **Физика, 9 класс (2 часть)**

Шифр: **21206073**

ID профиля: **818279**

Вариант 2

Задача 4 Чистовик Вариант 09-02



1) Из 3го закона Ньютона ~~закон действ.~~

$N = mg_y \Rightarrow N = mg\cdot\cos\alpha$

N и mg_y уравновешивают друг друга;

Запишем 2ой закон Ньютона для оси x.

$mg_x = m\cdot a_б \Rightarrow mg\cdot\sin\alpha = m\cdot a_б$

$\Rightarrow a_б = g\cdot\sin\alpha$ - ускорение бруска.

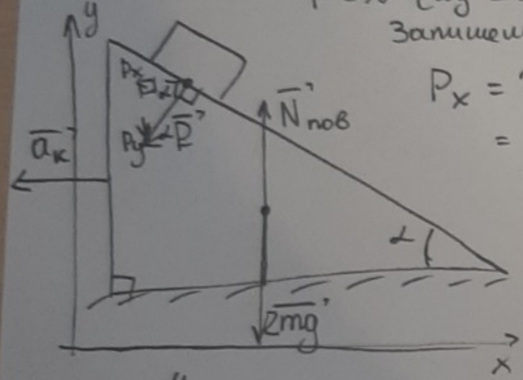
$S = AB = \frac{H}{\sin\alpha}$ $t_1 = \sqrt{\frac{2S}{a_б}} = \sqrt{\frac{2H}{g\cdot\sin^2\alpha}} = \sqrt{\cancel{25\cdot 2H}}\ \sqrt{\frac{25\cdot 2H}{g\cdot 16}} = \frac{5}{4}\sqrt{\frac{2H}{g}} \approx 1,77\sqrt{\frac{H}{g}}$

$\sin^2\alpha = 1-\cos^2\alpha = \frac{16}{25} + \Rightarrow \sin\alpha = \frac{4}{5}$ (α - острый)

2) Рассмотрим силы, действующие на клин, $2mg$; $N_{пов}$ сила реакции опоры со стороны поверхности и P - вес бруска

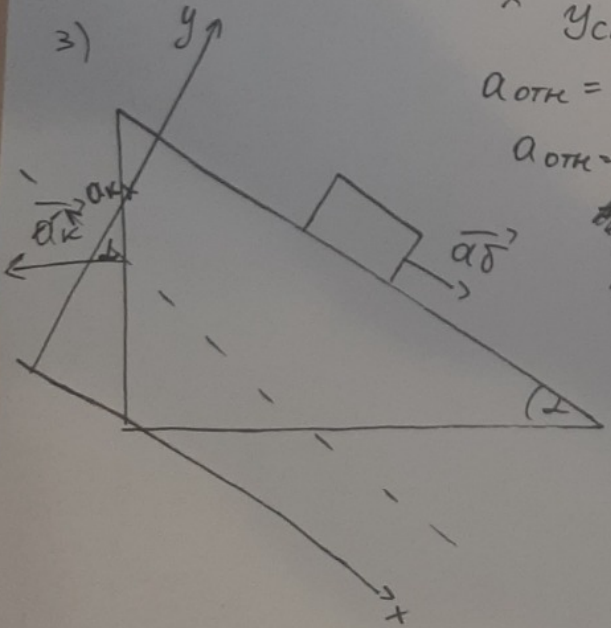
$P = N$ (из 1го п.) по 3 закону Ньютона $\Rightarrow P = mg\cdot\cos\alpha$

Запишем 2 закон Ньютона для клина в проекции на ось x.



$P_x = 2m\cdot a_к \Rightarrow a_к = \frac{P_x}{2m} = \frac{mg\cdot\cos\alpha\cdot\cos\alpha}{2m} = \frac{g\cdot\cos^2\alpha}{2} = \frac{9}{50}g$

3)



Ускорение бруска относительно клина

$a_{отн} = a_б + a_{кx}$ (проекция на ось x)

$a_{отн} = g\cdot\sin\alpha + \frac{9}{50}g\cdot\cos\alpha = \left(\frac{4}{5}+\frac{27}{250}\right)g =$

~~$\frac{173}{250}g \Rightarrow t_2 = \sqrt{\frac{2S}{a_{отн}}} = \sqrt{\frac{2H}{\frac{173}{250}g\sin\alpha}} \approx \frac{50}{26,3}\sqrt{\frac{H}{g}} \approx 1,9\sqrt{\frac{H}{g}}$~~

$= \frac{227}{250}g \Rightarrow t_2 = \sqrt{\frac{2S}{a_{отн}}} = \sqrt{\frac{2H}{a_{отн}\cdot\sin\alpha}} \approx 1,67\sqrt{\frac{H}{g}}$

Ответ: 1) $1,77\sqrt{\frac{H}{g}}$, 2) $\frac{9}{50}g$; 3) $1,67\sqrt{\frac{H}{g}}$

Чистовик

Задача 5 Вариант 09-02

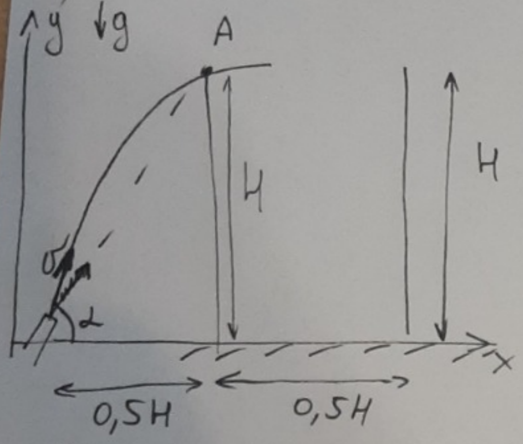
1) Найдём объём бочки.

$$V = Sh = \pi R^2 h = \pi\cdot\left(\frac{1}{4}H\right)^2\cdot H = \pi\cdot\frac{1}{16}H^3$$

Скорость, с которой вода заполняет объём

$$v = SV = S\cdot\sqrt{2{,}5gH} \Rightarrow t_1 = \frac{V_б}{v} = \frac{\frac{\pi}{16}\cdot H^3}{S\cdot\sqrt{2{,}5gH}} = \frac{H^3}{S\cdot\sqrt{640gH}}$$

2)



Уравнение для оси y (t - время за которое очень маленький участок воды доходит до точки A)

$$v_y t - \frac{gt^2}{2} = H$$

$$v_y = v\cdot\sin\alpha$$

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

Уравнение для оси x

$$v_x = v\cdot\cos\alpha$$

$$v\cos\alpha\cdot t = 0{,}5H \Rightarrow t = \frac{0{,}5H}{v\cdot\cos\alpha}$$

Тогда: $\frac{v\sin\alpha\cdot 0{,}5H}{v\cdot\cos\alpha} - \frac{gt^2}{2} = H \quad tg\alpha\cdot 0{,}5H - \frac{gt^2}{2} = H$

~~tgα · 0,25~~ $tg\alpha\cdot 0{,}5H - \frac{g\cdot 0{,}25H^2}{2v^2\cdot\cos^2\alpha} = H$

$$tg\alpha\cdot 0{,}5H - \frac{g\cdot 0{,}25H^2}{2v^2}\cdot(1+tg^2\alpha) = H \quad | :H$$

$$0{,}5tg\alpha - \frac{g\cdot 0{,}25H^2}{2v^2}\cdot(1+tg^2\alpha) = 1$$

$$tg^2\alpha\cdot\frac{g\cdot 0{,}125H^2}{v^2} + 0{,}5tg\alpha - \left(1+\frac{g\cdot 0{,}125H^2}{v^2}\right) = 0$$ – Решаем квадратное уравнение, ~~tg~~α - острый => $tg\alpha > 0$

$$tg^2\alpha\cdot 0{,}05H + tg\alpha\cdot 0{,}5 - (1+0{,}05H) = 0$$

$$D = 0{,}25 + 4(0{,}05H + 0{,}0025H^2) = 0{,}25 + 0{,}2H + 0{,}01H^2$$

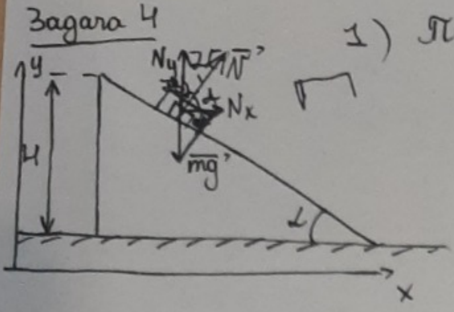
$$tg\alpha = \frac{-0{,}5+\sqrt{0{,}25+0{,}2H+0{,}01H^2}}{0{,}1H}$$

Ответ: 1) $\frac{H^3}{S\cdot\sqrt{640gH}}$; 2) $tg\alpha = \frac{-0{,}5+\sqrt{0{,}25+0{,}2H+0{,}01H^2}}{0{,}1H}$

3) для того, чтобы вода попадала внутрь бочки, нужно, чтобы выполнялось условие, что вершина параболы (траектория воды - парабола) лежит выше и правее т. A

~~Чистовик~~ Черновик Вариант 09-02

Задача 4



1) По оси y: $mg = N_y \Rightarrow mg = N$

$mg \cdot ctg\alpha = N_x$

$F = ma \Rightarrow a = \frac{F}{m} = \frac{\frac{3}{4}mg}{m} = \frac{3}{4}g$

$S = H \cdot ctg\alpha = \frac{3}{4}h \Rightarrow$

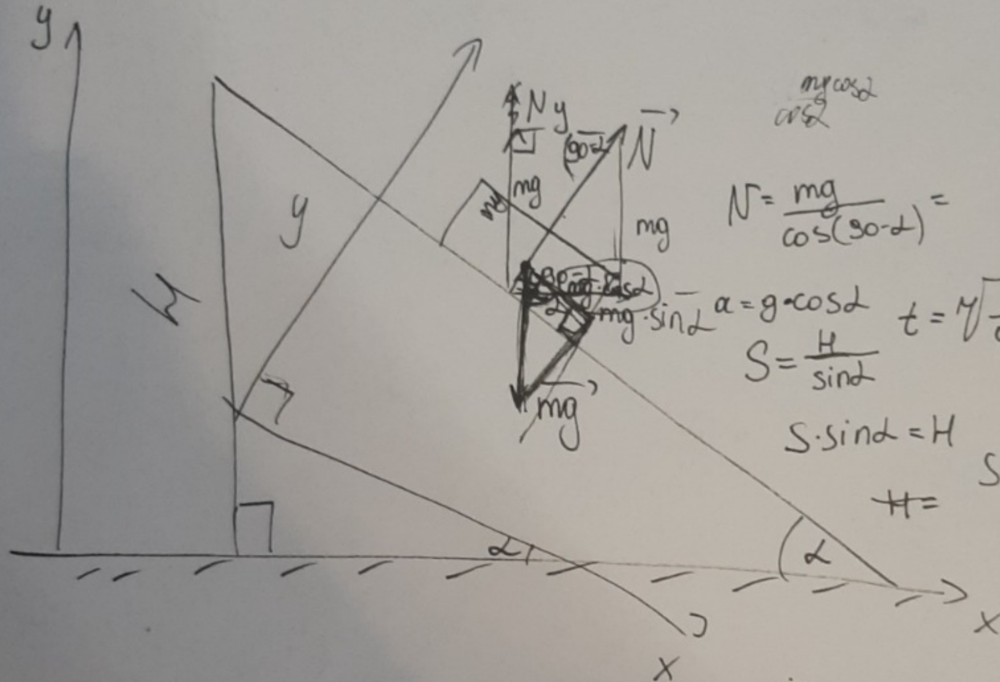
$ctg\alpha = \sqrt{\frac{1}{\cos^2\alpha} - 1}$

$\left(\frac{3}{4}g\right)t^2 = \frac{3}{4}h$

$gt^2 = h$

$t = \sqrt{\frac{h}{g}}$

$\frac{9}{25}$ $\frac{25}{9} - \frac{9}{9} = \frac{16}{9}$ $\frac{4}{3}$ $\frac{3}{4}$

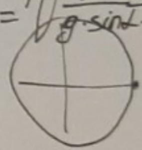


$\frac{mg\cos\alpha}{\cos\alpha}$

$N = \frac{mg}{\cos(90-\alpha)} =$

$a = g \cdot \cos\alpha$ $t = \sqrt{\frac{S}{a}} = \sqrt{\frac{H}{g \sin\alpha \cdot \cos\alpha}}$ $\frac{5}{3}\sqrt{\frac{H}{g}}$

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



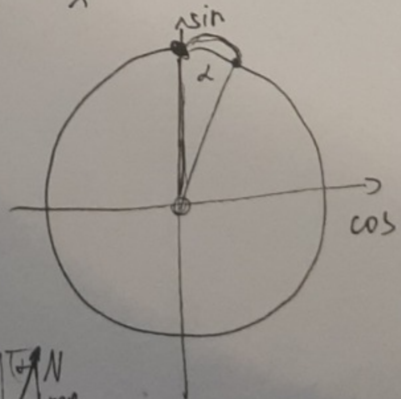
$= \frac{5}{4}\sqrt{\frac{H}{g}}$

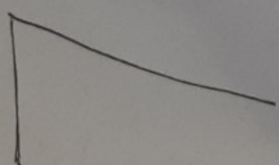
$S \cdot \sin\alpha = H$

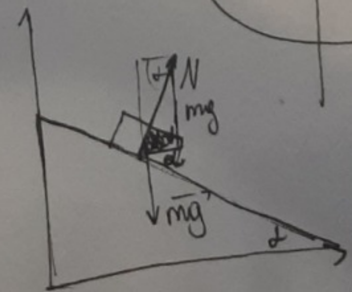
$H =$ $S = \frac{H}{\sin\alpha}$

$1 - \frac{3^2}{5^2} = \frac{9}{25} =$

$= \frac{16}{25}$







0,5

0,1