

# Часть 1

Олимпиада: **Физика, 10 класс (1 часть)**

Шифр: **21206113**

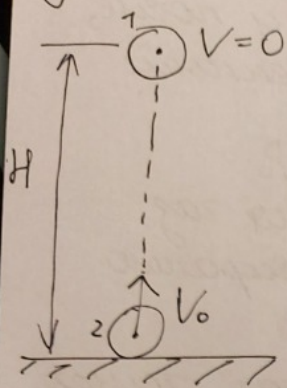
ID профиля: **369370**

Вариант 2

## Задача 1 числовик

1 мяч достигнет макс высоты  $H$  через время  $t_1 =$

$$g \cdot t_1 = V_0 \Rightarrow t_1 = \frac{V_0}{g}$$



Т.к. мячи столкнуты, перейдем в СО 1-го мяча:  
в ней 2-ой мяч движется на него без уск. со скоростью  $V_0$ .

$t_2 = \frac{H}{V_0}$ , где  $t_2$  - время с запуска 2-ого мяча, через которое они столкнутся.

При этом

$$H = V_0 \cdot t_1 - \frac{g t_1^2}{2} = \frac{g t_1^2}{2} = \frac{V_0^2}{2g} \Rightarrow t_2 = \frac{V_0^2}{2g V_0} = \frac{V_0}{2g}$$

$T_1$  - время полета 1 мяча до столкн.

$$T_1 = t_1 + t_2 = \frac{3V_0}{2g}$$

$T_2$  - время полета 2 мяча до столкн.

$$T_2 = t_2 = \frac{V_0}{2g} \quad \frac{T_1}{T_2} = 3$$

Мячи столкнутся на высоте  $h$ , при этом

$$h = V_0 \cdot t_2 - \frac{g t_2^2}{2} = \frac{V_0^2}{2g} - \frac{g V_0^2}{2 \cdot 4g^2} = \frac{3V_0^2}{8g}$$

Ответ:  $T_1 = \frac{3V_0}{2g}$ ,  $\frac{T_1}{T_2} = 3$ ,  $h = \frac{3V_0^2}{8g}$ .

Мет 1 из 3

### Задача 3

[шеставик]

$$T = 81^\circ\text{C}; V_0 = 7V; V = 1,7V = 1,7 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3; 3,6 P_0 = P; P_{\text{нп}} = 0,5 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

$$\mu = 18 \frac{\text{г}}{\text{моль}}; R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}; T = 81 + 273 = 354 \text{ К}$$

Запишем ур-е состояния до сжатия и после, предполагаем, что газ остался ненасыщенным

$$P_0 V_0 = \frac{m_0}{\mu} R T \Rightarrow P_0 \cdot V_0 = P_1 \cdot V = P_1 \cdot \frac{V_0}{7} \Rightarrow P_1 = 7 P_0$$

$$P_1 \cdot V = \frac{m_1}{\mu} R T \Rightarrow P_1 > P \Rightarrow \text{в процессе сжатия газ стал насыщенным, а давление прекратилось увеличиваться} \Rightarrow P = P_{\text{нп}}$$

Запишем снова ур-я состояния, зная, что газ станет насыщенным

~~до сжатия~~ ~~до сжатия~~ ~~до сжатия~~ ~~до сжатия~~ ~~до сжатия~~ ~~до сжатия~~ ~~до сжатия~~ ~~до сжатия~~ ~~до сжатия~~ ~~до сжатия~~

~~$$P_0 V_0 = \frac{m_0}{\mu} R T$$~~

1) - до сжатия 2) - после.

$$1) P_0 \cdot V_0 = \frac{m_0}{\mu} R T \quad \text{При этом } P_0 = \frac{P}{3,6} = \frac{P_{\text{нп}}}{3,6}, V_0 = 7V$$

$$2) P \cdot V = \frac{m_1}{\mu} R T$$

$$P_0 = \frac{P_{\text{нп}}}{3,6} = \frac{0,5 \cdot 10^5 \text{ Па}}{3,6} = 1,39 \cdot 10^4 \text{ Па}$$

$$m_0 = \frac{\mu P_0 V_0}{R T} = \frac{18 \frac{\text{г}}{\text{моль}} \cdot 1,39 \cdot 10^4 \text{ Па} \cdot 7 \cdot 1,7 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3}{8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot (81 + 273) \text{ К}} \approx 1 \text{ г}$$

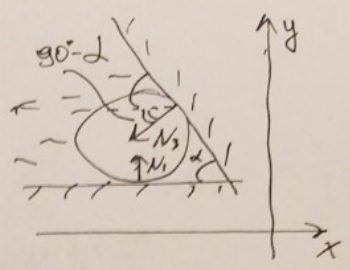
Ответ:  $m_0 = 1 \text{ г}$ ,  $P_0 = 1,39 \cdot 10^4 \text{ Па}$

мет 3 из 3

Задача 2

Числовик

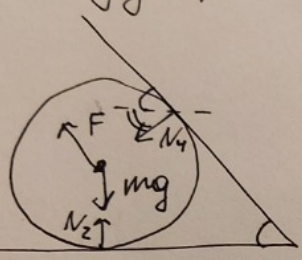
1) если сосуд не вращается шарик покоится



0x:  $N_3 - \cos(90^\circ - \alpha) = 0$   
 $N_3 = 0$

0y:  $N_1 + F_A - mg = 0$   
 $N_1 = mg - F_A = 6\delta gV - \delta gV = 5\delta gV = 5\delta g \cdot \frac{4}{3}\pi R^3$

2) сосуд вращается



$\vec{N}_2 + \vec{N}_4 + m\vec{g} + \vec{F} = m\vec{a}$

F - это аналог силы Архимеда, появившаяся из-за разницы давлений вокруг рота шара

Представим, что вместо шара у нас такой же кусок воды, тогда:  $\vec{F} + m\vec{g} = m\vec{a}$  ( $N_2 = N_4 = 0$ , т.к.  $F_{\text{воды}} = P \cdot S$ , а S соприк. шара со стенками  $\rightarrow 0$ )  
 при этом: 0y:  $F_y = m \cdot g = \delta gV$

0x:  $F_x = \delta V \cdot \omega^2 \cdot 1,5R$

Сила  $F_x$  появи. т.к. вода движется вместе с вращающимся сосудом и имеет центростремительное ускорение

Вернемся к нашему шару:

0x:  $F_x + N_4 \cdot \cos(90^\circ - \alpha) = m a_x = 6\delta \cdot V \cdot \omega^2 \cdot R \cdot \frac{3}{2} = 9\delta V \omega^2 R$   
 0y:  $F_y + N_2 = mg + N_4 \cdot \sin(90^\circ - \alpha)$

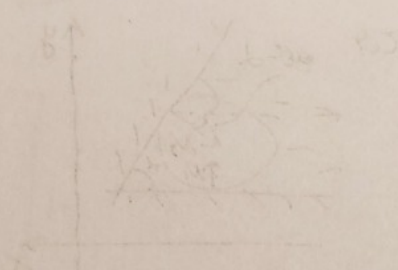
$$\begin{cases} N_4 \cdot \cos \alpha = F_y + N_2 - mg = \delta gV + N_2 - 6\delta gV = N_2 - 5\delta gV \\ N_4 \cdot \sin \alpha = 9\delta V \omega^2 R - F_x = \delta V \omega^2 R (9 - 1,5) = 7,5\delta V \omega^2 R \end{cases}$$

$$\text{tg} \alpha = \frac{7,5\delta V \omega^2 R}{N_2 - 5\delta gV} = \frac{3}{2} \quad 15\delta V \omega^2 R = 3N_2 - 15\delta gV$$

$$N_2 = 5\delta V(\omega^2 R + g) \quad \text{Ответ: } N_1 = 5\delta g \frac{4}{3}\pi R^3, N_2 = 5\delta V(\omega^2 R + g)$$

мет 2 уг 3

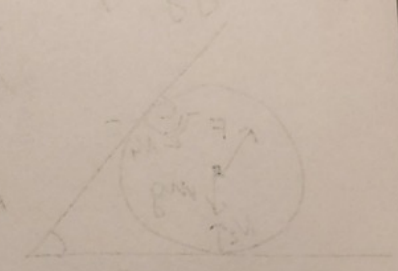
$\Sigma a$   
 $T = 8$   
 $\mu =$   
 $\Sigma$   
 пред  
 $\left[ \begin{array}{l} \dots \\ \dots \end{array} \right]$   
 Но



Задача 2

1) Если считать, что...  
 2) Если считать, что...  
 $\dots$   
 $\dots$   
 $\dots$

$$\vec{M} + \vec{M}_1 + \vec{M}_2 + \vec{F} = m\vec{a}$$



F - это сила...  
 ...

...  
 $F + mg = mc$   
 $F = mc - mg$   
 $F = m(g - c)$

...  
 $F_x = F \sin \alpha$   
 $F_y = F \cos \alpha$

$$F_x = F \sin \alpha = m \cdot g \cdot \sin \alpha$$

$$F_y = F \cos \alpha = m \cdot g \cdot \cos \alpha$$

$$m \cdot g \cdot \cos \alpha = F \cos \alpha + N$$

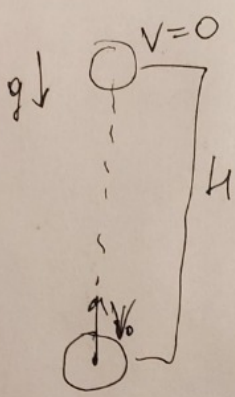
$$m \cdot g \cdot \sin \alpha = F \sin \alpha$$

$$F = m \cdot g \cdot \tan \alpha$$

$$N = m \cdot g \cdot \cos \alpha$$

мерковик

1



$$v_0 = g \cdot t_1 \quad t_1 = \frac{v_0}{g}$$

$$H = v_0 \cdot t_2 \quad v_0 = \frac{H}{t_2} = \frac{g t_1^2}{2 t_2} = \frac{v_0^2}{2g t_2}$$

$$H = v_0 \cdot t_1 - \frac{g t_1^2}{2} = g \frac{t_1^2}{2}$$

$$2g t_2 = v_0 \quad t_2 = \frac{v_0}{2g}$$

$$T = t_2 + t_1 = \frac{3v_0}{2g} \quad T_2 t_2 = \frac{v_0}{2g} \Rightarrow \frac{T_1}{T_2} = 3$$

$$h = v_0 \cdot t_2 - \frac{g t_2^2}{2} = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{v_0^2}{8g} = \frac{3v_0^2}{8g}$$

3

$$T = 81^\circ \text{C} \quad v_0 = 7V \cdot 3,6 P_0 = P \quad R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$

$$V = 57 \text{ л} \quad P_{\text{max}} = 0,5 \cdot 10^5 \text{ Па} \quad \mu = 18 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$$

$T = \text{const}$

$$P_0 \cdot V_0 = \frac{m_0}{\mu} R T$$

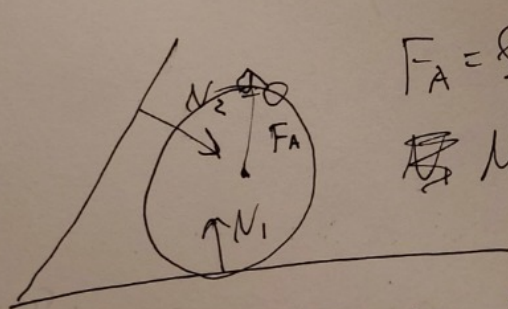
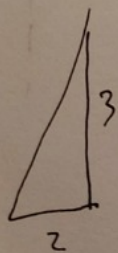
$$P \cdot V = \frac{m_0}{\mu} R T \quad \leftarrow \text{предположим, что пар все еще не конденсировался}$$

$$P_0 V_0 = \frac{3,6 P_0}{P} \cdot \frac{V_0}{7} \Rightarrow P = 7 P_0 \Rightarrow P = P_{\text{max}}$$

$$P_0 =$$

$$m_0 =$$

2  $\text{tg } \alpha = \frac{3}{2}$



$$F_A = \rho g V$$

$$Mg = 6 \rho g V$$

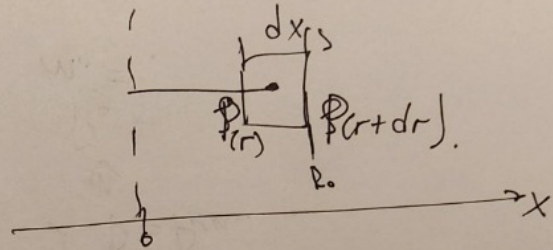
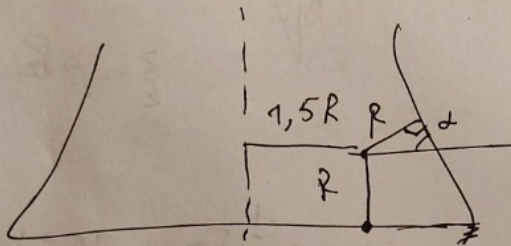
$$N_1 = Mg - F_A = 5 \rho g \frac{4}{3} \pi R^3$$

репробук

$$\frac{18 \cdot 1,4 \cdot 10 \cdot 7 \cdot 1,7}{8,31 \cdot 354}$$

$$\begin{array}{r} 18 \\ \times 14 \\ \hline 72 \\ 180 \\ \hline 252 \end{array}$$

$$1764 \cdot 1,7 \approx 3000 = 2998,8$$

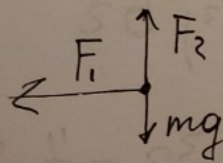


$$P(r+dr) \cdot S - P(r) \cdot S = m \omega^2 R$$

$$(P(r+dr) - P(r)) \cdot S = S \cdot dx \cdot \omega^2 \cdot R$$

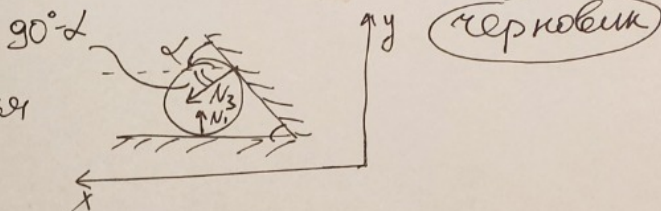
$$dP_x = \rho \omega^2 R \cdot dx$$

$$\Delta P_x = \rho \omega^2 \int_0^R R dx = \frac{1}{2} \rho \omega^2 R^2$$



## Задача 2

1) если сосуд не вращается  
шарик покоится



$$\sum F_x: N_3 \cdot \cos(90^\circ - \alpha) = 0$$

$$N_3 = 0$$

$$\sum F_y: N_1 - mg = 0$$

$$N_1 = mg = \rho g V = \rho g \cdot \frac{4}{3} \pi R^3 = \frac{4}{3} \rho g \pi R^3$$

2) сосуд вращается

На шар действуют силы  $N_2, N_4, mg$





# Часть 2

Олимпиада: **Физика, 10 класс (2 часть)**

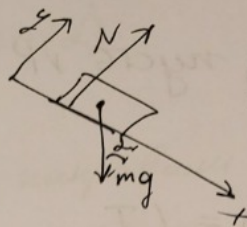
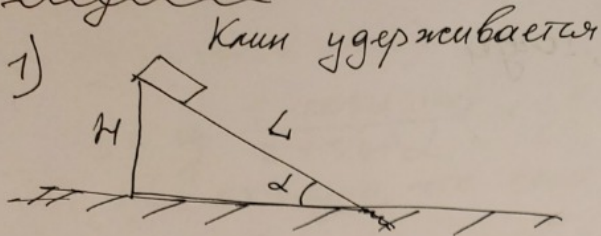
Шифр: **21206113**

ID профиля: **369370**

Вариант 2

# Задача 4

Числовик



$$\cos \alpha = \frac{3}{5}$$

$$\sin \alpha = \frac{4}{5}$$

оу:  $N = mg \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha$ .

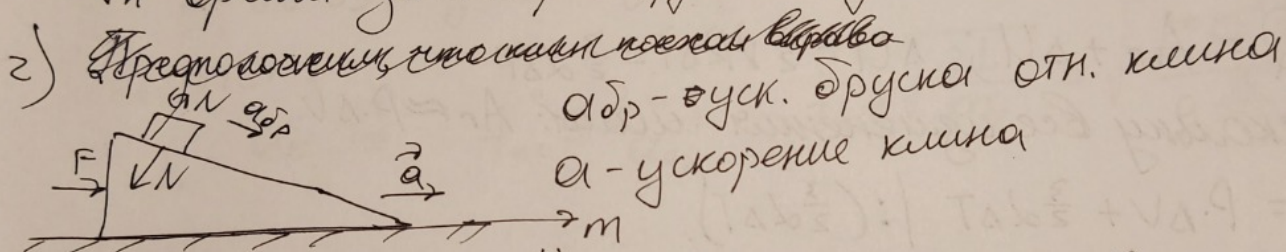
ох:  ~~$mg \cos \alpha$~~   $mg \cdot \sin \alpha = ma$

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

$$\frac{H}{L} = \sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = \frac{4}{5} \Rightarrow L = \frac{5}{4} H.$$

$$L = \frac{a t_n^2}{2} \quad t_n = \sqrt{\frac{2L}{a}} = \sqrt{\frac{2 \cdot \frac{5}{4} H}{g \cdot \frac{4}{5}}} = \frac{5}{4} \cdot \sqrt{\frac{2H}{g}}$$

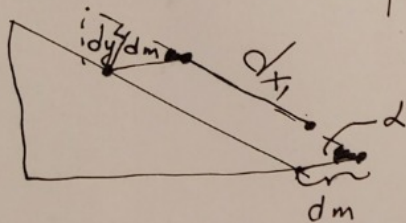
$t_n$  - время за которое брусок съедет с клина.



$$F - N \cdot \sin \alpha = 2ma \quad (1)$$

Пусть брусок клин совинутся на  $dx$ , тогда брусок совинутся на  $dx_1$

Путь  $dx$  бруска:



$$dx = dx_1 + dm \cdot \cos \alpha$$

$$dy = dm \cdot \sin \alpha$$

Дважды проинтегрируем:

$$a_x = a_{бр} + a \cdot \cos \alpha.$$

$$a_y = a \cdot \sin \alpha$$

При этом,

$$ma \cdot \sin \alpha = N - mg \cdot \cos \alpha \quad (2)$$

$$ma_x = mg \cdot \sin \alpha \quad (3)$$

Из (1) и (2):

$$F - m(a \cdot \sin \alpha + g \cdot \cos \alpha) \cdot \sin \alpha = 2ma$$

$= mg$

мет 2 и 3

### Задача 5

Частовик

$P \cdot V = \nu R T_1$ , пусть  $\nu R = \alpha$ , тогда

$$P \cdot V = \alpha T_1$$

Затем

$$(P - \Delta P)(V + \Delta V) = \alpha T_2$$

$$\alpha(T_2 - T_1) = (P - \Delta P)(V + \Delta V) - P \cdot V = -\Delta P \cdot V - \Delta P \Delta V + \Delta V \cdot P$$

$$\alpha \Delta T = P \Delta V - \Delta P \cdot V \quad | : (P \cdot V)$$

$$\frac{\alpha \Delta T}{P \cdot V} = \frac{\Delta V}{V} - \frac{\Delta P}{P}$$

$$\frac{\alpha \Delta T}{\alpha T_1} = \frac{\Delta V}{V} - \frac{\Delta P}{P} = 2\% - 1\% = 1\% \Rightarrow \text{температура увеличилась на } 1\%.$$

$$Q = A_r + \Delta U; \quad \Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} \alpha \Delta T$$

Поскольку все изменения малы:  $A_r \approx P \cdot \Delta V$

$$Q = P \cdot \Delta V + \frac{3}{2} \alpha \Delta T \quad | : (\frac{3}{2} \alpha \Delta T)$$

$$\frac{Q}{\Delta U} = \frac{P \Delta V}{\frac{3}{2} \alpha \Delta T} + 1 = \frac{P \frac{\Delta V}{V} \cdot V}{\frac{3}{2} \alpha \frac{\Delta T}{T_1} \cdot T_1} + 1 = \frac{2 \cdot \frac{\Delta V}{V}}{3 \frac{\Delta T}{T_1}} \cdot \frac{P V}{\alpha T_1} + 1 =$$

$$= \frac{2 \cdot 2\%}{3 \cdot 1\%} + 1 = \frac{4}{3} + 1 = \frac{7}{3}.$$

Ответ: температура увеличилась на 1%,  $\frac{Q}{\Delta U} = \frac{7}{3}$ .

мет 1 из 3

$$mg - mg \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha = 2ma + ma \sin^2 \alpha. \quad \text{[условия]}$$

$$mg(1 - \cos \alpha \cdot \sin \alpha) = ma(2 + \sin^2 \alpha).$$

$$a = g \frac{1 - \cos \alpha \cdot \sin \alpha}{2 + \sin^2 \alpha} = \frac{13}{66} g$$

при этом очевидно, что если бы направил  $\vec{a}$  в другую сторону, мы бы просто получили  $a < 0$  (т.е. противоположные направления, только 3 знака)

ИЗ (3):

$$ma_x = mg \cdot \sin \alpha$$

$$m(a_{\text{др}} + a \cdot \cos \alpha) = mg \cdot \sin \alpha$$

$$a_{\text{др}} = g \cdot \sin \alpha - a \cdot \cos \alpha = g \cdot \frac{4}{5} - \frac{13}{66} \cdot g \cdot \frac{3}{5} = g \left( \frac{4}{5} - \frac{13 \cdot 3}{66 \cdot 5} \right) = g \left( \frac{4 \cdot 66 - 13 \cdot 3}{66 \cdot 5} \right) = g \frac{225}{66 \cdot 5} = g \frac{45}{66} = g \frac{15}{22}.$$

$$= g \left( \frac{4}{5} - \frac{13 \cdot 3}{66 \cdot 5} \right) = g \left( \frac{4 \cdot 66 - 13 \cdot 3}{66 \cdot 5} \right) = g \frac{225}{66 \cdot 5} = g \frac{45}{66} = g \frac{15}{22}.$$

При этом,

$$L = \frac{a_{\text{др}} \cdot t_{n2}^2}{2}$$

$$t_{n2}^2 = \frac{2L}{a_{\text{др}}}$$

$$t_{n2} = \sqrt{\frac{2L}{a_{\text{др}}}} = \sqrt{\frac{2 \cdot \frac{5}{2} H}{g \frac{15}{22}}} \quad \text{⊖}$$

$$\text{⊖} \quad \sqrt{\frac{11H}{3g}}$$

$t_{n2}$  - время через которое брусок достигнет стола

$$\text{Ответ: } \cancel{t_{n1}} \quad t_n = \frac{5}{4} \cdot \sqrt{\frac{2H}{g}}, \quad a = \frac{13}{66} g, \quad t_{n2} = \sqrt{\frac{11H}{g}}.$$

[имет 3 из 3]

1.4.2019

Handwritten notes at the top of the page, possibly describing a problem or context.

$$Q = \frac{1 - \cos \theta}{2} = \frac{1 - \cos 120^\circ}{2} = \frac{1 - (-0.5)}{2} = \frac{1.5}{2} = 0.75$$

Handwritten text below the first equation, possibly a derivation or explanation.

Handwritten text below the second equation, possibly a derivation or explanation.

Handwritten text below the third equation, possibly a derivation or explanation.

Handwritten text below the fourth equation, possibly a derivation or explanation.

Handwritten text below the fifth equation, possibly a derivation or explanation.

$$Q = \frac{1 - \cos \theta}{2} = \frac{1 - \cos 120^\circ}{2} = \frac{1 - (-0.5)}{2} = \frac{1.5}{2} = 0.75$$

Handwritten text below the sixth equation, possibly a derivation or explanation.

$$L = \frac{0.75 \times 10}{5}$$

$$L = \frac{7.5}{5}$$

$$L = 1.5$$

$$\frac{L}{H} = \frac{1.5}{10} = 0.15$$

$$\frac{L}{H} = 0.15$$

Handwritten text at the bottom of the page, possibly a conclusion or final note.

$$\frac{L}{H} = \frac{1.5}{10} = 0.15$$

чепробек

5)  $(P - \Delta P)(V + \Delta V) = \cancel{P}RT_1 = \cancel{P}RT_2 = 2T_2 \quad 2 = \cancel{P}R$

$P \cdot V - \Delta P \cdot V + \Delta V \cdot P - \Delta P \cdot \Delta V = 2T_2$

$2(T_2 - T_1) = -\Delta P \Delta V - \Delta P \cdot V + \Delta V \cdot P \quad | : (\Delta P \cdot \Delta V)$

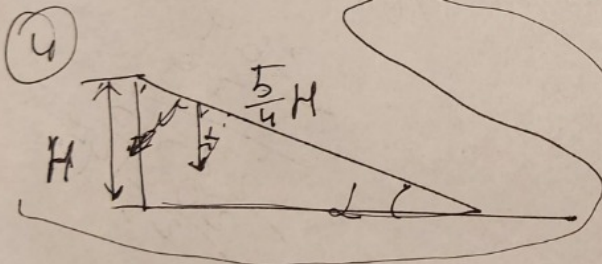
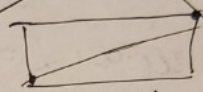
$\frac{2(T_2 - T_1)}{P \Delta V} = -\frac{\Delta P \cdot \Delta V}{P \cdot \Delta V} + \frac{\Delta V}{\Delta V} - \frac{\Delta P}{P}$

$\frac{T_2 - T_1}{T} = \frac{\Delta V}{V} - \frac{\Delta P}{P} \quad \frac{\Delta T}{T} = 1\% \quad \text{Темп } \uparrow \text{ на } 1\%$

$Q = A + \Delta U = A + \frac{3}{2} \cancel{P}R \Delta T$

$\frac{Q}{\Delta U} = \frac{P \cdot \Delta V}{\frac{3}{2} \cancel{P}R \Delta T} + 1 =$

$= \frac{P \cdot \frac{\Delta V}{V} \cdot V}{\frac{3}{2} \cancel{P}R \frac{\Delta T}{T} \cdot T} = \frac{\frac{\Delta V}{V}}{\frac{3}{2} \frac{\Delta T}{T}} \cdot \frac{P \cdot V}{\cancel{P}R T} =$



$\cos \alpha = \frac{3}{5} \Rightarrow \sin \alpha = \frac{4}{5}$

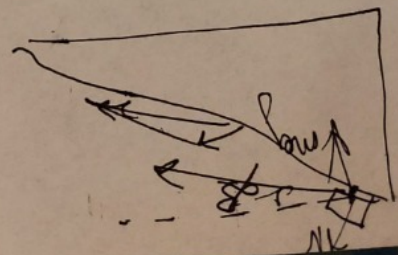
$\frac{5}{4} H = \frac{g \cdot \sin \alpha \cdot t^2}{2}$

$t^2 = \frac{2 \cdot \frac{5}{4} H \cdot \frac{4}{5}}{g \cdot \frac{4}{5}}$

$t = \sqrt{\frac{5H}{2g \frac{4}{5}}} = \frac{5}{2} \sqrt{\frac{H}{2g}}$

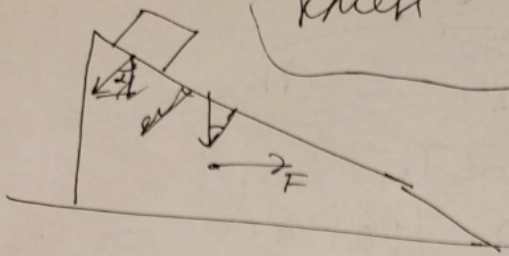
~~3)~~

3)  $H = \frac{Q \times \sin \beta \times t^2}{2} \equiv H$   
 2)  $N \cdot \cos(\alpha + \beta) + mg \cdot \sin \beta = m a \cos \alpha$   
 $mg \cdot \cos \beta \cdot \cos(\alpha + \beta) + mg \cdot \sin \beta = m a \cos \alpha$



кмен казаяг - ?

чөпрөк

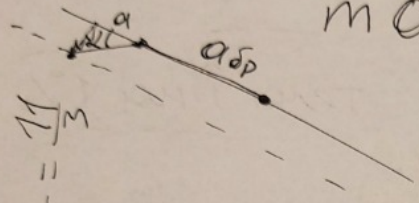


$$\frac{1 - \frac{3}{5} \cdot \frac{4}{5}}{2 + \frac{16}{25}} =$$

$$F - N \cdot \sin \alpha = 2ma = \frac{25 - 12}{50 + 16} = \frac{13}{66}$$

$$ma \cdot \sin \alpha = N - mg \cos \alpha$$

$$N = m(g \cos \alpha + a \sin \alpha)$$



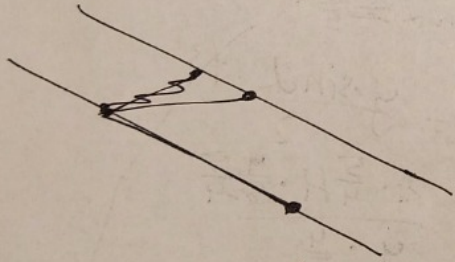
$$\frac{11}{3} = \frac{2R}{2.5}$$

$$F - m(g \cos \alpha + a \sin \alpha) \cdot \sin \alpha = 2ma$$

$$F - mg \cos \alpha = ma(2 + \sin^2 \alpha)$$

$$a = \frac{F - mg \cos \alpha}{m(2 + \sin^2 \alpha)} = g \left( \frac{1 - \cos \alpha}{2 + \sin^2 \alpha} \right)$$

$$\frac{5}{2} \sqrt{\frac{5}{2}}$$



$$\begin{array}{r} 264 - 39 \\ \hline 264 \\ \hline 39 \\ \hline 225 \\ \hline 20 \\ \hline 25 \\ \hline 45 \end{array}$$

$$ma \cdot \sin \alpha = mg \cos \alpha - N$$

$$N \cdot \sin \alpha - mg = 2ma$$

$$(mg \cos \alpha - ma \sin \alpha) \cdot \sin \alpha - mg = 2ma$$

$$mg(\cos \alpha \sin \alpha - 1) = ma(2 + \sin \alpha)$$

$$a = g \frac{\cos \alpha \sin \alpha - 1}{2 + \sin \alpha}$$