

Часть 1

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

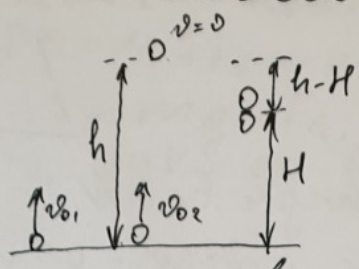
Шифр: **21204801**

ID профиля: **321409**

Вариант 1

Числовой

№1 Дано:
 $v_{01} = v_{02} = v_0; H$
 $t_2 = ? v_0 = ? l_1 = ?$



Г.к. $v_{01} = v_{02} = v_0$, то мячи одинаково движутся относительно земли, тогда по ЗСЭ:
 $mgh + \frac{mv_1^2}{2} = mgh + \frac{mv_2^2}{2}$
 $v_1 = v_2$, где v_1 и v_2 - скорости мячей при столкновении.

Время падения 2-ого мяча равно времени падения первого мяча, поэтому
 $v_1 = gt_2$
 $v_2 = v_0 - gt_2$

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

$$H = v_0 t_2 - \frac{gt_2^2}{2} = v_0 \cdot \frac{v_0}{2g} - \frac{g}{2} \cdot \left(\frac{v_0}{2g}\right)^2 = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{v_0^2}{8g} = \frac{3}{8} \frac{v_0^2}{g}$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{8}{3} gH}$$

$$t_2 = \frac{\sqrt{\frac{8}{3} gH}}{2g} = \sqrt{\frac{2H}{3g}}$$

По ЗСЭ: $mgh = \frac{mv_0^2}{2} \Rightarrow h = \frac{v_0^2}{2g}$

$$l_1 = h + (h - H) = 2h - H = 2 \cdot \frac{v_0^2}{2g} - H = \frac{v_0^2}{g} - H = \frac{\frac{8}{3} gH}{g} - H = \frac{5}{3} H$$

Ответ: $t_2 = \sqrt{\frac{2H}{3g}}$; $v_0 = \sqrt{\frac{8}{3} gH}$; $l_1 = \frac{5}{3} H$

(1)

Числовик

N_2 Дано: $\omega, \rho, 3\rho, R,$
 $2R, \text{tg } \alpha = 2$
 $N_1 = ?; N_2 = ?$

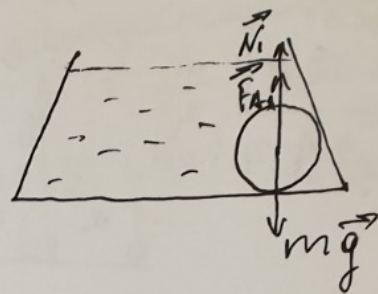
1) По II з. Ньютона:

$$\text{Ox: } +N_1 + F_{Ax} - mg = 0$$

$$N_1 = mg - F_{Ax}$$

$$F_{Ax} = \rho g V = \rho g \cdot \frac{m}{3\rho} = \frac{mg}{3}$$

$$N_1 = mg - \frac{mg}{3} = \frac{2}{3} mg$$



2) N2 - сила реакции опоры, действующая боковой стенкой сосуда.

По II з. Ньютона:

$$\text{Ox: } -ma_y = -F_{Ax} - N_2 \sin \alpha$$

$$ma_y = F_{Ax} + N_2 \sin \alpha$$

$$\text{Oy: } N_2 + F_{Ay} - N_2 \cos \alpha - mg = 0$$

$$F_{Ax} = \rho g \rho a_y V = N_2 \sin \alpha = ma_y - \rho a_y V \quad (1)$$

$$F_{Ay} = \rho g V \quad N_2 \cos \alpha = N_2 + \rho g V - mg \quad (2)$$

Делим (1) на (2): $\text{tg } \alpha = \frac{a_y (m - \rho V)}{N_2 + \rho (gV - m)}$

$$\text{tg } \alpha = \frac{a_y (m - \rho \cdot \frac{m}{3\rho})}{N_2 + \rho (\rho \cdot \frac{m}{3\rho} - m)} = \frac{a_y \cdot \frac{2}{3} m}{N_2 - \frac{2}{3} mg} = \frac{a_y}{\frac{3}{2} \frac{N_2}{m} - g}$$

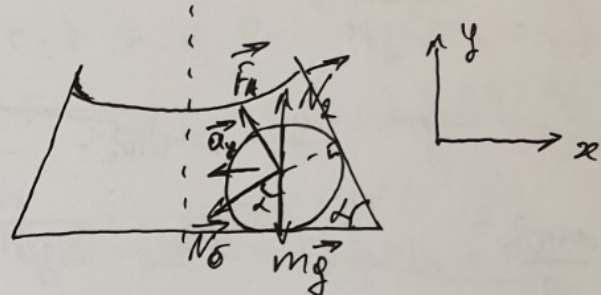
$$V = \frac{4}{3} \pi R^3 = \frac{m}{3\rho} \Rightarrow m = 4\pi R^3 \rho; \quad a_y = \omega^2 \cdot 2R = 2\omega^2 R$$

$$\text{tg } \alpha = \frac{a_y}{\frac{3N_2}{2 \cdot 4\pi R^3 \rho} - g} = \frac{2\omega^2 R}{\frac{3N_2}{8\pi R^3 \rho} - g}; \quad \frac{3N_2}{8\pi R^3 \rho} \text{tg } \alpha - g \text{tg } \alpha = 2\omega^2 R$$

$$N_2 = \frac{(2\omega^2 R + g \text{tg } \alpha) \cdot 8\pi R^3 \rho}{3 \text{tg } \alpha} = \frac{(2\omega^2 R + 2g) \cdot 8\pi R^3 \rho}{6} = \frac{1}{3}$$

$$= \frac{8}{3} \pi R^3 \rho (\omega^2 R + g)$$

Ответ: $N_1 = \frac{2}{3} mg; \quad N_2 = \frac{8}{3} \pi R^3 \rho (\omega^2 R + g)$



Условие

Дано:
 $m = 32$; $t = 81^\circ\text{C}$
 $V_1 = 3,5 V_2$; $p_2 = 1,8 p_1$
 $p_H = 0,5 \cdot 10^5 \text{ Па}$; $\mu = 18 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$
 $R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$

1) Г.к. $\frac{p_1}{p_2} > \frac{V_2}{V_1}$ или $p_1 V_1 > p_2 V_2$,
 то пар начал конденсацию,
 тогда $p_2 = p_H \Rightarrow p_1 = \frac{p_H}{1,8}$
 $p_1 = \frac{0,5 \cdot 10^5}{1,8} \approx 0,28 \cdot 10^5 \text{ (Па)}$

1) $p_1 = ?$ 2) $V_2 = ?$

$$2) p_1 V_1 = \frac{m}{\mu} R T \Rightarrow V_1 = \frac{m R T}{\mu p_1}$$

$$V_2 = \frac{V_1}{3,5} \Rightarrow V_2 = \frac{m R T}{3,5 \mu p_1} = \frac{1,8 m R T}{3,5 \mu p_H} \quad T = 81 + 273 = 354 \text{ (К)}$$

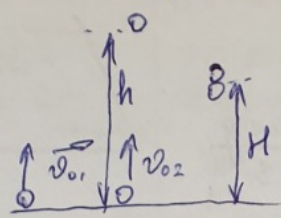
$$V_2 = \frac{1,8 \cdot 3 \cdot 10^{-3} \cdot 8,31 \cdot 354}{3,5 \cdot 18 \cdot 10^{-3} \cdot 0,5 \cdot 10^5} \approx 504 \cdot 10^{-5} \text{ (м}^3\text{)} \approx 50 \text{ (см}^3\text{)}$$

Ответ: $p_1 = 0,28 \cdot 10^5 \text{ Па}$; $V_2 = 50 \text{ см}^3$.

(3)

Через блок
v=0

И Дано:
v₀₁ = v₀₂ = v₀, H
t₂ = ?; v₂ = ?; H₁ = ?



~~v₀₁ = t * m * g = g~~
H = v₀ t₂ - $\frac{g t_2^2}{2}$
-g t₂² + 2 v₀ t₂ - H = 0
D = 4 v₀² + 4 g H

~~t₂ = $\frac{-2 v_0 \pm \sqrt{4 v_0^2 + 4 g H}}{2} = -v_0 \pm \sqrt{v_0^2 + g H}$~~

t₂ = $\sqrt{v_0^2 + g H} - v_0$, т.к. t₂ > 0

~~t₂ = $\frac{g t_2^2}{2} = \sqrt{v_0^2 + g H} + H = g$~~ $g t_2^2 - 2 v_0 t_2 + H = 0$
v = $\sqrt{v_0^2 - g H}$

$\frac{m v_0^2}{2} = m g H \Rightarrow v_0 = \sqrt{2 g H}$ t₂ = v₀ - $\sqrt{v_0^2 - g H}$, т.к. у нас
прямая скорость в обе стороны
во время падения

~~t₂ = $\sqrt{2 g H} - \sqrt{(\sqrt{2 g H})^2 - g H} = \sqrt{2 g H} - \sqrt{g H} = \sqrt{g H}$~~

l₁ = 2h - H = m g H = v₁ = g t₂ v₂ = v₀ - g t₂

v₀ - g t₂ = g t₂ => t₂ = $\frac{v_0}{2g}$

~~v₀ - g t₂ = g t₂~~

v₂ = v₀ - g t₂ v₁ = g t₂ => v₂ = v₀ - v₁ => v₀ = v₁ + v₂
v₀ - v₂ = v₁

$\frac{m v_0^2}{2} = m g H + \frac{m v_2^2}{2} \Leftrightarrow v_0^2 = 2 g H + v_2^2$

v₀² - v₂² = 2 g H

v₀ - v₂ = v₁

~~v₀ - v₂ = $\frac{2 g H}{v_1} = v_1$~~

v₀ + v₂ = $\frac{2 g H}{v_1}$

v₂ = m g H = $\frac{m v_0^2}{2} \Rightarrow v_0^2 = g H \Rightarrow h = \frac{v_0^2}{g}$

m g H = $\frac{m v_1^2}{2} + m g H$

2 g h = v₁² + 2 g H

2 g \cdot $\frac{v_0^2}{g} = (\frac{2 g H}{v_1})^2 + 2 g H$

2 v₀² = $(\frac{2 g H}{v_1})^2 + 2 g H$

m g H + $\frac{m v_1^2}{2} = m g H + \frac{m v_2^2}{2} \Rightarrow v_1 = v_2$
v₀ - g t₂ = g t₂

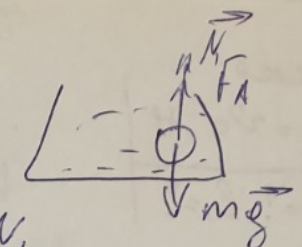
~~H = v₀ \cdot $\frac{v_0}{2g}$ m g H = H = v₀ \cdot $\frac{v_0}{2g} - \frac{g}{2} (\frac{v_0^2}{g^2}) t_2 = \frac{v_0}{2g}$~~

H = $\frac{v_0^2}{2g} - \frac{g}{2} \cdot \frac{v_0^2}{4g^2} = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{v_0^2}{8g} = \frac{3}{8} \frac{v_0^2}{g} \Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{8}{3} g H}$

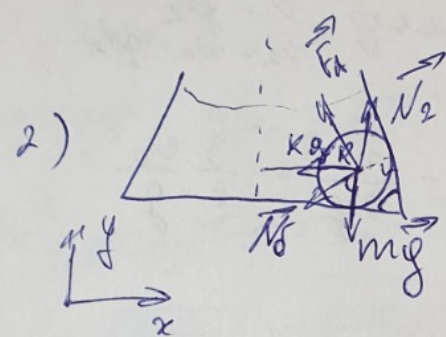
t₂ = $\frac{\sqrt{\frac{8}{3} g H}}{2g} = \sqrt{\frac{2H}{3g}}$

N_1 Dado:
 $v_{01} = v_{02} = v_0; H$
 v_d

Reprober
 N_2 Dado:
 $\omega, g, 3g, R,$
 $2R, \rho, \alpha = 2$
 $N_1 = ? \quad N_2 = ?$



$$\begin{aligned}
 1) \quad mg &= F_A + N_1 \\
 N_1 &= mg - g\rho V \quad V = \frac{m}{3\rho} \\
 N_1 &= mg - g \cdot \rho \cdot \frac{m}{3\rho} = mg - \frac{m\rho}{3} \\
 &= \frac{2}{3} m\rho
 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 a_y &= \omega^2 \cdot 2R \\
 \text{OX: } +ma_y &= F_{Ax} + N_1 \sin \alpha \\
 \text{OY: } N_2 + F_{Ay} &= N_1 \cos \alpha + mg
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 F_{Ay} &= g\rho V \quad F_{Ax} = g\rho_y V \\
 N_1 \sin \alpha &= ma_y - F_{Ax} = ma_y - g\rho_y V \\
 N_1 \cos \alpha &= N_2 + F_{Ay} - mg = N_2 + g\rho V - mg \\
 \tan \alpha &= \frac{a_y (m - \rho \cdot \frac{m}{3\rho})}{N_2 + g(\rho \cdot \frac{m}{3\rho} - mg)} = \frac{a_y \cdot \frac{2}{3} m}{N_2 + g \cdot \frac{2}{3} m} = \frac{a_y}{\frac{3}{2} m N_2 - g}
 \end{aligned}$$

$$V = \frac{4}{3} \pi R^3 = \frac{m}{3\rho} \Rightarrow m = \frac{4\pi R^3 \rho}{3}$$

$$\begin{aligned}
 \tan \alpha &= \frac{a_y}{\frac{3}{2} \cdot \frac{4\pi R^3 \rho}{3} - g} = \frac{\omega^2 \cdot 2R}{6\pi R^3 \rho - g} \\
 2\omega^2 R &= 6\pi R^3 \rho \tan \alpha - g \tan \alpha \\
 N_2 &= \frac{2\omega^2 R + g \tan \alpha}{6\pi R^3 \rho \tan \alpha} = \frac{2\omega^2 R + 2g}{12\pi R^3 \rho} = \frac{\omega^2 R + g}{6\pi R^3 \rho}
 \end{aligned}$$

N 3

Черновик

Дано:

$m = 32; t = 81^\circ\text{C}$

$V_1 = 3,5 V_2; p_2 = 1,8 p_1$

$p_H = 0,5 \cdot 10^5 \text{ Па}$

$\mu = 18 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$

$\nu = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$

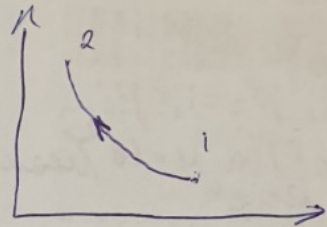
$p_1 = ?; V_2 = ?$

$p_1 V_1 = \frac{m}{\mu} R T_1$

$p_1 V_1 = p_2 V_2$

$\frac{p_1}{p_2} = \frac{V_2}{V_1}$

V_2' - объем при котором пар стал насыщенным



~~$\frac{p_1}{p_2} = \frac{V_2'}{V_2} \Rightarrow V_2' V_1 = 1,8 V_2'$~~

$\frac{V_1}{V_2} > \frac{p_2}{p_1}$, т.е. $V_1 p_1 > V_2 p_2$ тогда пар будет конденсироваться

$p_2 = p_H = 0,5 \cdot 10^5 \text{ Па}$

$p_2 = p_1 = \frac{p_2}{1,8} \approx 0,28 \cdot 10^5 \text{ Па}$

$p_1 V_1 = \frac{m}{\mu} R T_1 \Rightarrow V_1 = \frac{m R T_1}{\mu p_1} \Rightarrow V_2 = V_1 \frac{V_2}{V_1} = \frac{3,5}{3,5} V_1$
 $T_1 = 81 + 273 = 354 \text{ (K)}$

~~$V_1 = \frac{m R T_1}{\mu p_1}$~~
 $V_1 = \frac{m R T_1 \cdot 1,8}{\mu p_2 \cdot 3,5}$

$V_1 = \frac{3 \cdot 10^{-3} \cdot 8,31 \cdot 354 \cdot 1,8}{18 \cdot 10^{-3} \cdot 0,28 \cdot 3,5} \approx 252 \text{ (м}^3\text{)} \approx 504 \cdot 10^{-5} \text{ (м}^3\text{)} =$

$\approx 50 \text{ (см}^3\text{)}$

Часть 2

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

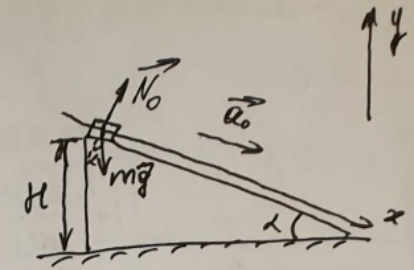
Шифр: **21204801**

ID профиля: **321409**

Вариант 1

№4 Дано:
 $\cos \alpha = \frac{4}{5}$ $F = 2mg$
 $H, m, 3m$

Исходник
 1) По II з. Ньютона:
 $\text{ОХ: } mg \sin \alpha = ma_0$
 $a_0 = g \sin \alpha$
 S - перемещение шайбы



1) $t_0 = ?$ 2) $a_{\text{кл}} = ?$ 3) $t = ?$

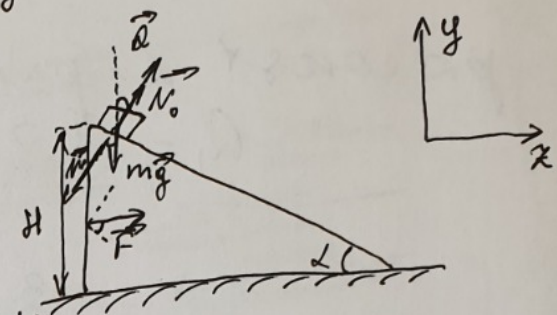
$$S = \frac{a_0 t_0^2}{2} \quad H = S \cdot \sin \alpha \Rightarrow H = \frac{a_0 t_0^2}{2} \cdot \sin \alpha$$

$$t_0^2 = \frac{2H}{a_0 \sin \alpha} = \frac{2H}{g \sin^2 \alpha}$$

$$\sin^2 \alpha = 1 - \frac{16}{25} = \frac{9}{25} \quad \sin \alpha = \frac{3}{5}$$

$$t_0 = \sqrt{\frac{2H}{g \sin^2 \alpha}} = \sqrt{\frac{2H}{g \cdot \frac{9}{25}}} = \sqrt{\frac{25 \cdot 2H}{9g}} = \frac{5}{3} \sqrt{\frac{2H}{g}}$$

2) Величина N_0 на шайбу со стороны клина действует еще и сила $\alpha = F \sin \alpha$,
 тогда $N = N_0 + \alpha$



По II закону Ньютона $N = N' = N_0 + \alpha =$
 $= mg \cos \alpha + F \sin \alpha = mg \cos \alpha + 2mg \sin \alpha =$
 $= mg (\cos \alpha + 2 \sin \alpha)$

По II з. Ньютона для клина:

$$\text{ОХ: } 3ma_{\text{кл}} = F - N' \sin \alpha = 2mg - mg (\cos \alpha + 2 \sin \alpha) \cdot \sin \alpha$$

$$a_{\text{кл}} = \frac{2mg - mg (\cos \alpha + 2 \sin \alpha) \cdot \sin \alpha}{3m} = \frac{2g - g (\frac{4}{5} + 2 \cdot \frac{3}{5}) \cdot \frac{3}{5}}{3} = \frac{2g - g \cdot \frac{6}{5}}{3} = \frac{4}{15} g$$

3) По II з. Ньютона для шайбы:

$\text{ОУ: } ma_y = N \cos \alpha - mg = mg (\cos \alpha + 2 \sin \alpha) \cdot \cos \alpha - mg$
 $a_y = g (\frac{4}{5} + 2 \cdot \frac{3}{5}) \cdot \frac{4}{5} - g = \frac{3}{5} g$
 Г.к. $a_y > 0$, то шайба начнет скользить вверх по клину, тогда она соскочит с него и перейдет в свободное падение.

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

Ответ: $t_0 = \frac{5}{3} \sqrt{\frac{2H}{g}}$; $a_{\text{кл}} = \frac{4}{15} g$; $t = \sqrt{\frac{2H}{g}}$

(1)

Задача

№5 Дано:

$$\frac{\Delta p}{p} = 0,02$$

$$\frac{\Delta V}{V} = -0,01$$

1) $\frac{\Delta T}{T} = ?$ 2) $\frac{Q_1}{A} = ?$

$$1) pV = \nu R T \quad (1)$$

$$(p + \Delta p)(V + \Delta V) = \nu R (T + \Delta T) \quad (2)$$

Разделим (2) на (1)

$$\frac{(p + \Delta p)(V + \Delta V)}{pV} = \frac{T + \Delta T}{T}$$

$$1 + \frac{\Delta p}{p} + \frac{\Delta V}{V} + \frac{\Delta p \Delta V}{pV} = 1 + \frac{\Delta T}{T}$$

$$\frac{\Delta p \Delta V}{pV} \approx 0 \Rightarrow \frac{\Delta T}{T} = \frac{\Delta p}{p} + \frac{\Delta V}{V} = 0,02 - 0,01 = 0,01$$

Значит, температура увеличилась на 1%

2) Т.к. изменение давления положительное, то процесс можно считать изобарным, тогда

$$Q_1 = \Delta U + A = \frac{3}{2} \nu R \Delta T + p \Delta V$$

$$p \Delta V = \frac{\nu R T}{V} \cdot \Delta V = \nu R T \cdot \frac{\Delta V}{V}$$

$$\frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} \nu R T \cdot \frac{\Delta T}{T}$$

$$\frac{Q_1}{A} = \frac{\frac{3}{2} \nu R T \cdot \frac{\Delta T}{T} + \nu R T \frac{\Delta V}{V}}{\nu R T \frac{\Delta V}{V}} = 1 + \frac{3}{2} \frac{\frac{\Delta T}{T}}{\frac{\Delta V}{V}} = 1 + \frac{3}{2} \cdot \frac{0,01}{-0,01} = 1 - \frac{3}{2} = -\frac{1}{2}$$

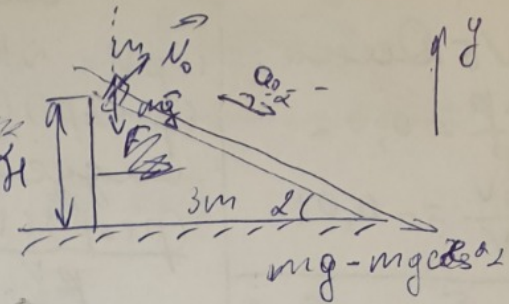
Ответ: 1) увеличилась на 1%; 2) $\frac{Q_1}{A} = -\frac{1}{2}$

(2)

Криволиней

14 Дано:
 $\cos \alpha = \frac{4}{5}$ $F = 2mg$
 $H, m; 3m$

1) $a_x = mg \sin \alpha$
 $a_{0y} = a \cos \alpha = mg \sin \alpha \cdot \cos \alpha$
 $\sin \alpha = \sqrt{1 - \frac{16}{25}} = \frac{3}{5}$



1) $t_0 = ?$ 2) $a_{ки}$? 3) H

$H = \frac{at^2}{2}$ $H = 8 \cdot \sin \alpha = \frac{a \sqrt{2H}}{2} \cdot \sin \alpha$
 $t_0 = \sqrt{\frac{2H}{a \sin \alpha}} = \sqrt{\frac{2H}{mg \sin^2 \alpha}} = \sqrt{\frac{2H}{mg \cdot (1 - \frac{16}{25})}} = \sqrt{\frac{2H}{mg \cdot \frac{9}{25}}} = \frac{5\sqrt{2H}}{3\sqrt{mg}}$

2)

$3ma_{ки} = F - N \sin \alpha$ $N' = N$
 no III з. H.

$a_{ки} = mg \sin \alpha?$

$(a_{осн} \sin \alpha)^2 + (a_{осн} \cos \alpha + a_{ки})^2 = a^2$

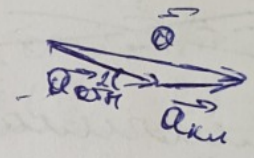
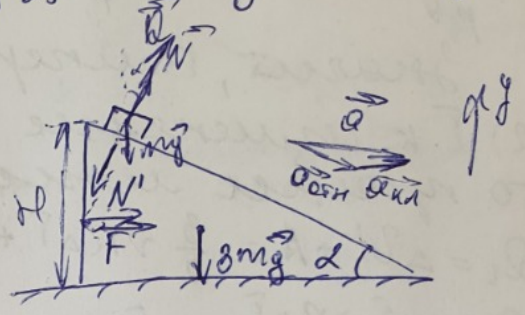
$a = F \sin \alpha$

$3ma_{ки} = N = mg \cos \alpha + F \sin \alpha$

$F - (mg \cos \alpha + F \sin \alpha) \sin \alpha = 3m a_{ки}$

$a_{ки} = \frac{F - mg \sin \alpha \cdot \cos \alpha + F \sin^2 \alpha}{3m} = \frac{2mg - mg \cdot \frac{3}{5} \cdot \frac{4}{5} + 2mg \cdot \frac{9}{25}}{3m}$

$= \frac{2mg - \frac{12}{25}mg + \frac{18}{25}mg}{3m} = \frac{56}{25} \frac{mg}{3m} = \frac{56}{75}g$



$ma_y = mg \cos^2 \alpha + a \cos \alpha - mg$

$mg \cos^2 \alpha + F \sin \alpha \cos \alpha - mg$

$F = mg \cdot \frac{16}{25} + 2mg \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} - mg = \frac{16}{25}mg + \frac{24}{25}mg - mg = \frac{15}{25}mg = \frac{3}{5}mg$

$H = \frac{a_y t^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2H}{a_y}} = \sqrt{\frac{2H}{\frac{3}{5}mg}} = \sqrt{\frac{10H}{3mg}}$

$a_y = \frac{3}{5}g$

$a_y > 0$? $a_y > 0$???

Майнда сокоту с тилка и скансерас
 В следовном падежи $H = \frac{gt^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2H}{g}}$

N5 Dano:

$$\frac{\Delta p}{p} = 0,02$$

$$\frac{\Delta V}{V} = -0,01$$

решил

$$pV = \nu R T \quad (1)$$

$$(p + \Delta p)(V + \Delta V) = \nu R (T + \Delta T) \quad (2)$$

$$1 + \frac{\Delta p}{p} + \frac{\Delta V}{V} + \frac{\Delta p \Delta V}{pV} = 1 + \frac{\Delta T}{T}$$

$$\frac{\Delta p \Delta V}{pV} \approx 0 \quad \frac{\Delta p}{p} + \frac{\Delta V}{V} = \frac{\Delta T}{T}$$

$$\frac{\Delta T}{T} = 0,01 \Rightarrow \text{температура увеличивается}$$

$p = \text{const}$ на 1%
 $A = p \Delta V = \nu R \Delta T = \nu R T \frac{\Delta V}{V} =$

$$Q_1 = \frac{\frac{3}{2} \nu R \Delta T + \nu R \Delta T}{\nu R \Delta T} = \frac{5}{2}$$

$$\frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} \nu R T \cdot \frac{\Delta V}{V} + \nu R T \frac{\Delta V}{V}$$

$$= 1 + \frac{3}{2} \cdot \frac{\frac{\Delta T}{T}}{\frac{\Delta V}{V}} = 1 + \frac{3}{2} \cdot \frac{0,01}{-0,01} = -\frac{1}{2}$$