

# Часть 1

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

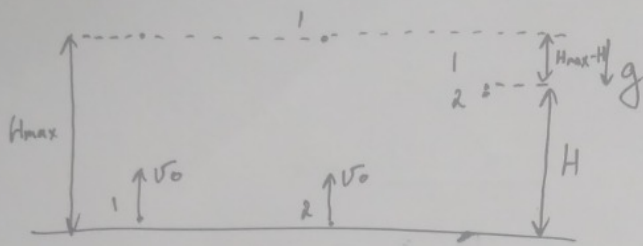
Шифр: **21204482**

ID профиля: **854702**

Вариант 1

# Условие 1

1.  
 $H$   
 $t_B - ?$   
 $v_0 - ?$   
 $S - ?$



$$H_{max} = \frac{v_0^2}{2g}$$

$$H = v_0 t_B - \frac{g t_B^2}{2} \quad (1)$$

$$H_{max} - H = \frac{g t_B^2}{2} \quad (2)$$

$$(2): \frac{v_0^2}{2g} - H = \frac{g t_B^2}{2}$$

$$t_B = \sqrt{\frac{2(H_{max} - H)}{g}}$$

$$H = v_0 \sqrt{\frac{2(H_{max} - H)}{g}} - \left( \frac{g}{2} \cdot \frac{2}{g} (H_{max} - H) \right)$$

$$H_{max} = v_0 \sqrt{\frac{2(H_{max} - H)}{g}}$$

$$\frac{v_0^2}{4g} = v_0^2 \frac{2(H_{max} - H)}{g}$$

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

$$3v_0^2 = 8gH$$

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

$$\Rightarrow H_{max} = \frac{8gH}{6g} = \frac{4}{3}H$$

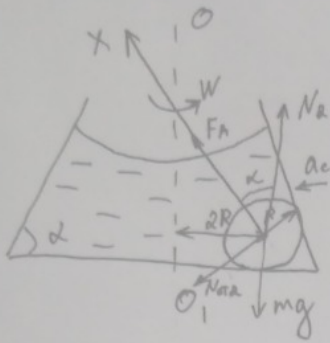
$$\Rightarrow t_B = \sqrt{\frac{2 \cdot \frac{1}{3}H}{g}}; t_B = \sqrt{\frac{2H}{3g}}$$

$$S = H_{max} + (H_{max} - H) = \frac{5}{3}H$$

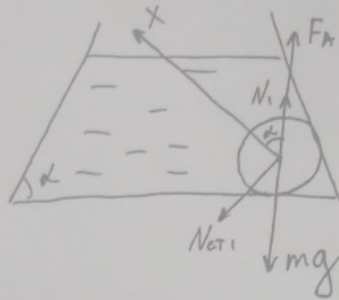
$$\text{Ответ: } t_B = \sqrt{\frac{2H}{3g}}; v_0 = \sqrt{\frac{8}{3}gH}; S = \frac{5}{3}H.$$

Условие 2.

2.  
 $\rho, R$   
 $\operatorname{tg} \alpha = 2$   
 $N_1 = ?$   
 $N_2 = ?$



Без брызгания:



2 3H для шара без брызгания:

$$x: N_1 \cos \alpha + F_A \cos \alpha - mg \cos \alpha = 0$$

$$N_1 = mg - F_A = 3\rho Vg - \rho Vg = 2\rho Vg \quad V = \frac{4}{3}\pi R^3$$

$$N_1 = \frac{8}{3}\rho\pi R^3$$

2 3H для шара с брызганием:  $\vec{F}_A \perp$  поверхности жидкости

$$x: F_A + N_2 \cos \alpha - mg \cos \alpha = ma_c \sin \alpha \quad a_c = w^2 \cdot 2R$$

$$N_2 = ma_c \operatorname{tg} \alpha + mg - \frac{F_A}{\cos \alpha} \quad \operatorname{tg}^2 \alpha + 1 = \frac{1}{\cos^2 \alpha} \quad \cos \alpha = \frac{1}{\sqrt{5}}$$

$$N_2 = 3\rho \cdot \frac{4}{3}\pi R^3 \cdot 2w^2 R \cdot \operatorname{tg} \alpha + 3\rho \frac{4}{3}\pi R^3 g - \rho \frac{\frac{4}{3}\pi R^3 g}{\cos \alpha}$$

$$N_2 = 4\pi R^3 \rho \left( 4w^2 R + g - \frac{\sqrt{5}g}{3} \right)$$

$$N_2 = 4\rho\pi R^3 \left( 4w^2 R + g \left( \frac{3-\sqrt{5}}{3} \right) \right)$$

$$\text{Ответ: } N_1 = \frac{8}{3}\rho\pi R^3; \quad N_2 = 4\rho\pi R^3 \left( 4w^2 R + g \left( \frac{3-\sqrt{5}}{3} \right) \right)$$

# Условие 3.

3.

$$m = 32$$

$$T = 81^\circ\text{C} = 354\text{K}$$

$$p_{\text{нп}} = 0,5 \cdot 10^5 \text{Па}$$

$$p_2 = 1,8 p_1$$

$$V_1 = 3,5 V_2$$

$$p_1 = ?$$

$$V_2 = ?$$

1) Если  $p_2 \neq p_{\text{нп}}$ , то пар не насыщен, верен закон Бойля-Мариотта:

$$p_1 V_1 = p_2 V_2 \quad \frac{p_1}{p_2} = \frac{V_2}{V_1}, \text{ но } 1,8 \neq 3,5$$

$\Rightarrow p_2 = p_{\text{нп}}$ , пар насыщен в конечном состоянии.

2)  $1,8 p_1 = p_2 = p_{\text{нп}}$

$$p_1 = \frac{p_{\text{нп}}}{1,8} \quad p_1 = 2,8 \cdot 10^4 \text{Па}$$

3) В начале пар не насыщен:

уравнение Менделеева-Клапейрона:

$$p_1 V_1 = \frac{m}{M} R T \quad V_1 = \frac{m R T}{p_1 M}$$

$$V_2 = \frac{V_1}{3,5} = \frac{m R T}{3,5 p_1 M}$$

$$V_2 = \frac{1,8 m R T}{3,5 p_{\text{нп}} M}$$

$$V_2 = \frac{1,8 \cdot 3 \cdot 8,31 \cdot 354}{3,5 \cdot 0,5 \cdot 10^5 \cdot 18} = 0,005 \text{м}^3$$

Ответ:  $p_1 = 2,8 \cdot 10^4 \text{Па}$ ;  $V_2 = 0,005 \text{м}^3$





Задача 2

1.  $H_{max} = \frac{8gH}{6g} = \frac{4}{3}H$

$t_0 = \sqrt{\frac{2 \cdot \frac{4}{3}H}{g}} = \sqrt{\frac{2H}{3g}}$

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

Туть, который прошил нерви  $S = H_{max} + (H_{max} - H) = \frac{5}{3}H$

2.

$N_1 - ?$

$N_2 - ?$

$N_2 - ?$

$\rho, \rho', R, \alpha R$

$\tan \alpha = 2$

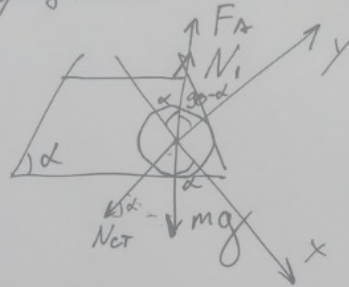
$\tan^2 \alpha + 1 = \frac{1}{\cos^2 \alpha}$

$\cos^2 \alpha = \frac{1}{5}$

$\sin \alpha = \frac{2}{\sqrt{5}}$

$\cot \alpha = \frac{1}{2}$

Без бразення:



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

2 3H гур мапа без бразення:

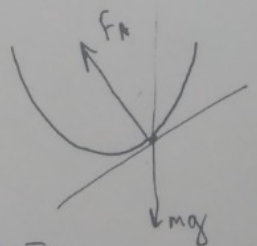
$y: F_N \sin \alpha + N_1 \sin \alpha - mg \sin \alpha = 0$   
 $\rho V g$

$x: mg \cos \alpha - N_1 \cos \alpha - F_N \cos \alpha = 0$

$3\rho V g - \rho V g = N_1$

$N_1 = 2\rho V g$

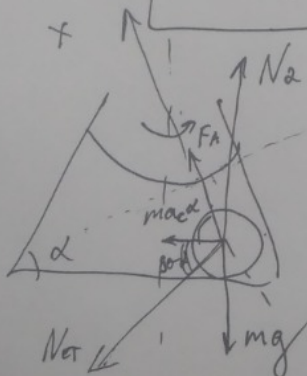
$N_1 = \frac{8}{3}\rho \pi R^3 g$



$F_N \perp$  поверхности и касательной

2 3H

$x: F_N + N_2 \sin \alpha + m - mg \sin \alpha = mac \cos \alpha$



Упробук 3

$$2. \quad a_c = \frac{v^2}{2R} = \frac{w^2 R^2}{R} = 2w^2 R$$

$$N_2 = m a_c \cos \alpha + mg - F_A \cdot \frac{1}{\sin \alpha}$$

~~$$N_2 = 4\rho\pi R^3 \cdot \frac{1}{2} + 4\rho\pi R^3 \cdot g - \frac{4}{3}\rho\pi R^3 g \frac{1}{\sin \alpha}$$~~

~~$$N_2 = 4\rho\pi R^3 \left( \frac{1}{2} + g - \frac{1}{3} g \frac{1}{\sin \alpha} \right)$$~~

$$N_2 = 4\rho\pi R^3 w^2 R \frac{1}{2} + 4\rho\pi R^3 g - \frac{4}{3\sin \alpha} \rho\pi R^3 g$$

$$N_2 = 4\rho\pi R^3 \left( \frac{2w^2 R}{2} + g - \frac{\sqrt{5}}{6} g \right)$$

$$N_2 = 4\rho\pi R^3 \left( w^2 R + g \frac{6 - \sqrt{5}}{6} \right)$$



3.

$$m = 32 \quad 354 \text{ K}$$

$$T = 81^\circ \text{C} \quad 408 \text{ K}$$

$$\frac{V_1}{V_2} = 3,5$$

$$\frac{p_2}{p_1} = 1,8$$

Рнп

$$p_{\text{нп}} = 81^\circ \text{C}$$

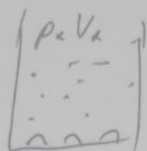
$$p_{\text{нп}} = 0,5 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

 $p_1 = ?$ 

$$3,5 V_1 p_1$$



$$V_1 \quad 1,8 p_1$$



$$0,005000$$

МК для пара :

МК для воздуха :

$$p_1 V_1 = \frac{m}{\mu} RT$$

$$p_2 V_2 = \frac{m - m_a}{\mu} RT$$

Ботиле М для пара

$$pV = \text{const}$$

$$p_1 V_1 = p_2 V_2$$

$$p_2 = p_{\text{нп}}$$

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

$$p_1 = p_{\text{нп}} \frac{1}{3,5}$$

$$p_1 = \frac{p_{\text{нп}}}{3,5}$$

$$p_1 = 0,14 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

$$\frac{1,8 \cdot 3 \cdot 8,31 \cdot 354}{3,5 \cdot 0,5 \cdot 10^5 \cdot 10}$$

$$p_1 = 1,8 p_2 = p_{\text{нп}}$$

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

Если  $p_2$  не равно  $p_{\text{нп}}$ , то для пара верен Б-М:

$$p_1 V_1 = p_2 V_2$$

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

но  $1,8 \neq 3,5$ 

$$\Rightarrow p_2 = p_{\text{нп}}$$

$$\Rightarrow p_1 = \frac{p_{\text{нп}}}{1,8}$$

$$V_1 = \frac{mRT}{p_1} = \frac{1,8 mRT}{p_{\text{нп}}}$$

$$V_2 = \frac{V_1}{3,5} = \frac{1,8 mRT}{3,5 p_{\text{нп}}}$$

$$V_2 = \frac{1,8 \cdot 0,003 \cdot 8,31 \cdot 354}{3,5 \cdot 28 \cdot 0,5 \cdot 10^5}$$

$$158,85396 = 0,05 \text{ м}^3$$

$$V_2 = \frac{1,8}{3,5} \cdot \frac{3}{18} \cdot \frac{8,31 \cdot 354}{0,5 \cdot 10^5}$$



# Часть 2

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

Шифр: **21204482**

ID профиля: **854702**

Вариант 1

Чистовик 1

4.

$m, H$

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

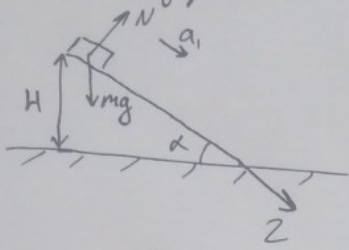
$\rightarrow \sin \alpha = \frac{3}{5}$

$t = ?$

$a_{\text{кн}} = ?$

$\tau = ?$

Клин гермет:



2 3H груз m:

$Z: mg \sin \alpha = m a_1$

$a_1 = g \sin \alpha$

$S = \frac{a_1 t^2}{2}$

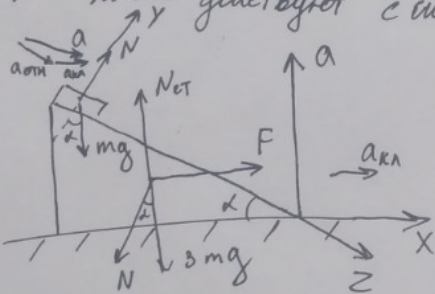
$t = \sqrt{\frac{2S}{a_1}}$

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

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

$t = \frac{5}{3} \sqrt{\frac{2H}{g}}$

На клин действует сила  $F = 2mg$  вправо:

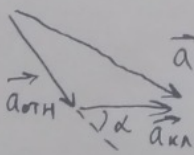


2 3H груз 3m:

$X: F - N \cdot \sin \alpha = 3m a_{\text{кн}}$

$2mg - N \sin \alpha = 3m a_{\text{кн}} \quad (1)$

3CY груз m:



$\vec{a} = \vec{a}_{\text{отн}} + \vec{a}_{\text{кн}}$

2 3H груз m:

$Y: N - mg \cos \alpha = m a_{\text{кн}} \sin \alpha \quad (2)$

$Z: mg \sin \alpha = m a_z \quad (3)$

$a_z = a_{\text{отн}z} + a_{\text{кн}z} = a_{\text{отн}} + a_{\text{кн}} \cos \alpha$

$\begin{cases} (1) \\ (2) \end{cases} \Rightarrow + \begin{cases} N - 0,8mg = 0,6m a_{\text{кн}} \\ 2mg - 0,6N = 3m a_{\text{кн}} \cdot \frac{5}{3} \end{cases}$

$\Rightarrow \left( \frac{10}{3} - \frac{8}{10} \right) mg = \frac{56}{10} m a_{\text{кн}}$

$a_{\text{кн}} = \frac{19}{42} g$

Числовик 2

$$4. \quad (3): \quad mg \sin \alpha = m (a_{\text{отн}} + a_{\text{кл}} \cos \alpha)$$

$$a_{\text{отн}} = g \sin \alpha - a_{\text{кл}} \cos \alpha$$

$$a_{\text{отн}} = \frac{3}{5} g - \frac{19}{42} \cdot \frac{4}{5} g$$

$$a_{\text{отн}} = \frac{5}{21} g.$$

$$\vec{s}_1 = \vec{v}_0 \tau + \frac{\vec{a} \tau^2}{2}$$

~~$$z: \quad s = a$$~~

$$\text{об } a: \quad H = \frac{a_{\text{отн}} \sin \alpha \tau^2}{2}$$

$$\tau = \sqrt{\frac{2H}{a_{\text{отн}} \sin \alpha}}$$

$$\tau = \sqrt{\frac{2H}{\frac{5}{21} g \cdot \frac{3}{5}}}$$

$$\tau = \sqrt{\frac{14H}{g}}$$

$$\text{Ответ: } t = \frac{5}{3} \sqrt{\frac{2H}{g}}; \quad a_{\text{кл}} = \frac{19}{42} g; \quad \tau = \sqrt{\frac{14H}{g}}$$



Чистовик 3.

5.

$i = 3$

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

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

$\frac{\Delta T}{T} = ?$

$\frac{Q_{\pi}}{A} = ?$

Уравнение Менделеева - Клапейрона:

Для начального состояния:

$pV = \nu RT$

$p = \frac{\nu RT}{V}$

Для конечного состояния:

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

$pV + \Delta pV + p\Delta V + \Delta p\Delta V = \nu RT + \nu R\Delta T$

$\Delta pV + p\Delta V = \nu R\Delta T \quad | : pV$

$\frac{\Delta p}{p} + \frac{\Delta V}{V} = \frac{\nu R\Delta T}{pV}; \quad pV = \nu RT$

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

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

$\frac{\Delta T}{T} = 0,02 - 0,01 = 0,01 = 1\% \text{ (увеличилась)}$

$Q = \Delta U + A$

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

$Q_{\pi} = -Q$

$\frac{Q_{\pi}}{A} = -\frac{\Delta U + A}{A} = -\frac{\Delta U}{A} - 1$

$A = \frac{p + (p + \Delta p)}{2} \cdot \Delta V, \text{ т.к. } \frac{\Delta T}{T} \ll 1$

$A = p_0 \Delta V + \frac{\Delta p \Delta V}{2}$

$A = p_0 \Delta V \quad A = \frac{\nu RT}{V} \Delta V$

~~$\frac{Q_{\pi}}{A} = \frac{\frac{3}{2} \nu R \Delta T \cdot V}{\nu RT_0 V} + 1 = \left( \frac{3}{2} \cdot \frac{\Delta T}{T} \cdot \frac{V}{\Delta V} + 1 \right)$~~   $\frac{Q_{\pi}}{A} = -\left( \frac{\frac{3}{2} \nu R_0 T \cdot V}{\nu RT_0 \Delta V} + 1 \right) = -\left( \frac{3}{2} \cdot \frac{\Delta T V}{T_0 \Delta V} + 1 \right)$

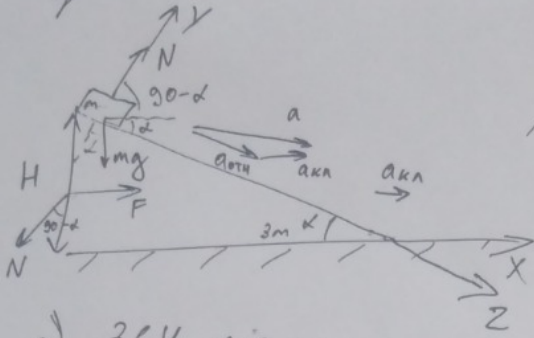
~~$\frac{Q_{\pi}}{A} = \frac{3}{2} \cdot 0,01 \cdot (-100) + 1$~~

$\frac{Q_{\pi}}{A} = -\frac{3}{2} \cdot 0,01 \cdot (-100) - 1 = \frac{1}{2}$

Ответ: увеличилась на 1%;  $\frac{Q_{\pi}}{A} = \frac{1}{2}$ .

Черепух 1

4.  
 $\cos \alpha = 0,8$   
 $\sin \alpha = 0,6$



2 пункта:

1) 23H гравитация

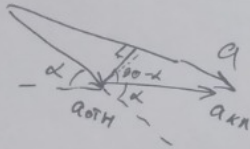
x:  $F - N \sin \alpha = 3 m a_{кп}$

$F - N \sin \alpha = 3 m a_{кп} \quad (1)$

$F = 2 mg$

2) 30Y гравитация:

$\vec{a} = \vec{a}_{отн} + \vec{a}_{кп}$



3) 23H гравитация:

Y:  $N - mg \cos \alpha = m a_{кп} \sin \alpha \quad (2)$

Z:  $mg \sin \alpha = m(a_{отн} + a_{кп} \cos \alpha) \quad (3)$

(1)  
(2)  
(3)

$\Rightarrow \begin{cases} 2mg - 0,6N = 3ma_{кп} \\ N - 0,8mg = 0,6ma_{кп} \\ 0,6mg = m a_{отн} + 0,8ma_{кп} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 2mg - 0,6N = 5N - 4mg \\ 6mg = 5,6N, N = \frac{15}{14}mg \end{cases}$

$\frac{38}{3}g = 5,6 a_{кп}$

$\frac{76}{210} = \frac{38}{105}$

$\frac{3}{5}mg = m a_{отн} + \frac{4}{5} \frac{19}{42}mg$

$\left[ a_{отн} = \left( \frac{3}{5} - \frac{38}{105} \right)g = \frac{25}{105}g = \frac{5}{21}g \right]$

$s = a_{отн} \frac{a r^2}{2}$

$r = \sqrt{\frac{2s}{a}}$

$T = \sqrt{\frac{2H}{\frac{5}{21}g \cdot 0,6}} = \frac{42H}{3g}$

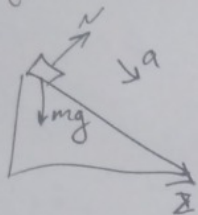
$T = \sqrt{\frac{14H}{g}}$

$\frac{19}{42}g = a_{кп}$



## Задача 2

4. вариант 1: клин движется



234 гна m:

$$\Sigma: mg \sin \alpha = a$$

$$a = 0,6g$$

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

$$t = \sqrt{\frac{2S}{a}}$$

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

$$t = \sqrt{\frac{2H}{0,36g}} = \sqrt{\frac{200H}{3g}} = \frac{10}{6} \sqrt{\frac{2H}{g}}$$

$$t = \frac{10}{6} \sqrt{\frac{2H}{g}}$$

2 3H гна установка

$$x: 4m_{\text{кп}} = N_{\text{CT}} \cos \alpha + F \sin \alpha - 4mg \cos \alpha$$

акп

$$N_{\text{CT}} = 3mg + N \cos \alpha \quad N = m_{\text{кп}} \sin \alpha + mg \cos \alpha$$

$$0,6 \cdot 4m_{\text{кп}} = 0,8 \cdot 0,6 m_{\text{кп}} + 0,8 \cdot 0,8 mg + 0,6 \cdot 2mg - 4 \cdot 0,8 mg$$

$$1,92 m_{\text{кп}} = 0,48 m_{\text{кп}} + 0,64 mg + 1,2 mg - 3,2 mg$$

$$a_{\text{кп}} = 0,586363$$

$$2,4 m_{\text{кп}} = 3mg \cos \alpha + m_{\text{кп}} \sin \alpha \cos^2 \alpha + mg \cos^3 \alpha + 2mg \sin \alpha - 4mg \cos \alpha$$

$$2,016 m_{\text{кп}} = 0,912 mg$$

$a_{\text{кп}} =$



# Упробук 3

5.

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

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

$$\frac{\Delta T}{T} = ?$$

$$\frac{Q}{A} = ?$$

В начале:

$$pV = \nu RT$$

В конце

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

$$pV + \Delta pV + \Delta p\Delta V + \Delta p\Delta V = \nu RT + \nu R\Delta T + \nu R\Delta T / pV$$

$$\frac{\Delta p}{p} + \frac{\Delta V}{V} = \frac{\nu R\Delta T}{pV} = \frac{\nu R\Delta T}{\nu RT}$$

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

$$\frac{\Delta T}{T} = 0,02 - 0,01 = 0,01 \text{ (убавиться)}$$

$$Q = \Delta U + A$$

$$\frac{Q}{A} = \frac{\Delta U}{A} + 1$$

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

$$A = p \Delta V, \text{ т.к. } \Delta p \Delta V \ll p \Delta V \rightarrow 0$$

$$\frac{Q}{A} = \frac{\frac{3}{2} \nu R \Delta T}{p \Delta V} = \frac{3}{2} \frac{\Delta p V + \Delta V p}{p \Delta V} = \frac{3}{2} \left( \frac{\Delta p}{p} V + \frac{\Delta V}{V} p \right)$$

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

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

$$\frac{p + \Delta p}{p} = 1,02$$

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

$$\frac{Q_n}{A} = \frac{-3 \nu R \Delta T}{p \Delta V}$$

$$\frac{p + p + \Delta p}{2} \Delta V$$

$$\frac{Q_n}{A} = \frac{3 \nu R \Delta T}{p \frac{\nu RT}{V} \Delta V} \Rightarrow 3 \frac{\Delta T}{T} \frac{V}{\Delta V}$$

Кривоук 4

4: 2 3 4 g и m:

$$Y: N - mg \overset{\cos}{\sin} \alpha = m a_{\text{кл}} \sin \alpha$$

$$Z: mg \sin \alpha = m (a_{\text{отн}} + a_{\text{кл}} \cos \alpha)$$

$$N - 0,8 mg = 0,6 m a_{\text{кл}}$$

$$+ 2 mg - 0,6 N = 3 m a_{\text{кл}}$$

$$\frac{10}{3} mg - N = 5 m a_{\text{кл}}$$

$$\left( \frac{10}{3} - \frac{8}{10} \right) mg = 5,6 m a_{\text{кл}}$$

$$\frac{76}{30} g = \frac{56}{100} a_{\text{кл}} \quad a_{\text{кл}} = \frac{19}{42} g$$

$$0,6 mg = m a_{\text{отн}} + \frac{19}{42} \frac{4}{5} g$$

$$a_{\text{отн}} = \frac{6}{10} - \frac{19 \cdot 2}{21 \cdot 5} = \frac{126 - 76}{105} = \frac{50}{105} = \frac{10}{21} g = \frac{5}{21} g$$

$$a_{\text{отн}} = \frac{5}{5} - \frac{38}{21 \cdot 5} = \frac{63 - 38}{105} = \frac{25}{105} = \frac{5}{21} g$$