

Часть 1

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

Шифр: **21204354**

ID профиля: **828004**

Вариант 2

Задача 1

Дано:

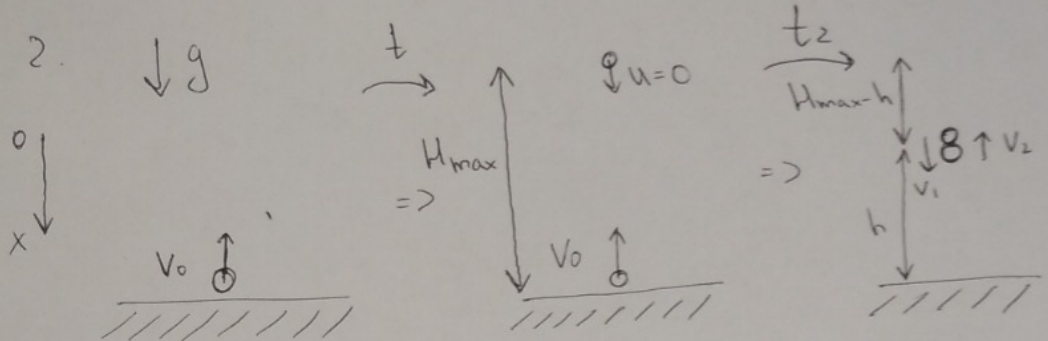
V_0

$t_1 - ?$

$\frac{t_1}{t_2} - ?$

$h - ?$

1. Будем считать, что $R \ll h$
 R - радиус шариков.



от: $H_{\max} = \frac{V_0^2}{2g}$ (1)

$t_2 = \frac{V_0 - V_2}{g} = \frac{V_1}{g}$ (2)

З.С.Э

$\frac{mV_0^2}{2} = mgh + \frac{mV_2^2}{2} \Rightarrow V_0^2 - V_2^2 = 2gh$ (3)

$mgH_{\max} = \frac{mV_1^2}{2} + mgh \Rightarrow V_1^2 = 2g(H_{\max} - h)$ (4)

$t_1 = t + t_2$ (5)

$t = \frac{V_0}{g}$ (6)

(2) $\frac{V_0 - V_2}{g} = \frac{V_1}{g} \Rightarrow \frac{V_0 - \sqrt{V_0^2 - 2gh}}{g} = \frac{\sqrt{2g(H_{\max} - h)}}{g} \Rightarrow$

$\Rightarrow V_0^2 - 2V_0\sqrt{V_0^2 - 2gh} + V_0^2 - 2gh = 2g(H_{\max} - h)$

$$2V_0^2 - 2V_0\sqrt{V_0^2 - 2gh} = 2gH_{\max} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 2V_0^2 - 2gH_{\max} = 2V_0\sqrt{V_0^2 - 2gh}$$

$$V_0^2 - \frac{V_0^2}{2} = V_0\sqrt{V_0^2 - 2gh} \Rightarrow \frac{V_0}{2} = \sqrt{V_0^2 - 2gh}$$

$$\Rightarrow 2gh = V_0^2 - \frac{V_0^2}{4} \Rightarrow h = \frac{3V_0^2}{8g} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_1^2 = 2g(H_{\max} - h) = 2g\left(\frac{V_0^2}{2g} - \frac{3V_0^2}{8g}\right) =$$

$$= 2g\left(\frac{V_0^2}{8g}\right) = \frac{V_0^2}{4} \Rightarrow V_1 = \frac{V_0}{2} \Rightarrow$$

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

$$\Rightarrow \frac{t_1}{t_2} = \frac{3V_0/2g}{V_0/2g} = 3$$

Orbem: $t_1 = \frac{3V_0}{2g}$

$$\frac{t_1}{t_2} = 3$$

$$h = \frac{3V_0^2}{8g}$$

Задача 2

Дано

$w =$

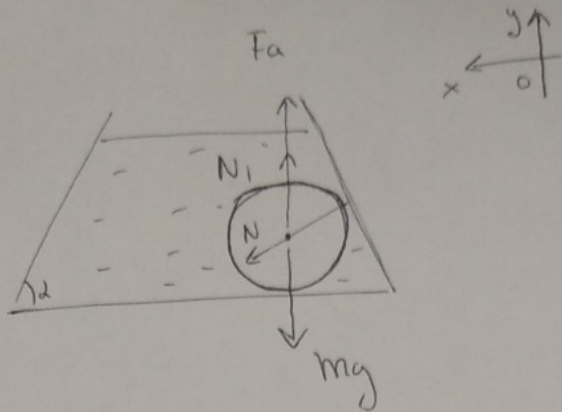
$\rho, 6\rho$

$R, 3/2 R$

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

$N_1 = ?$

$N_2 = ?$



1) Т.к тело покоится \Rightarrow
 $\Rightarrow |\vec{a}| = 0 \Rightarrow \sum \vec{F} = 0 \Rightarrow$
 $\Rightarrow |N_1| = 0$

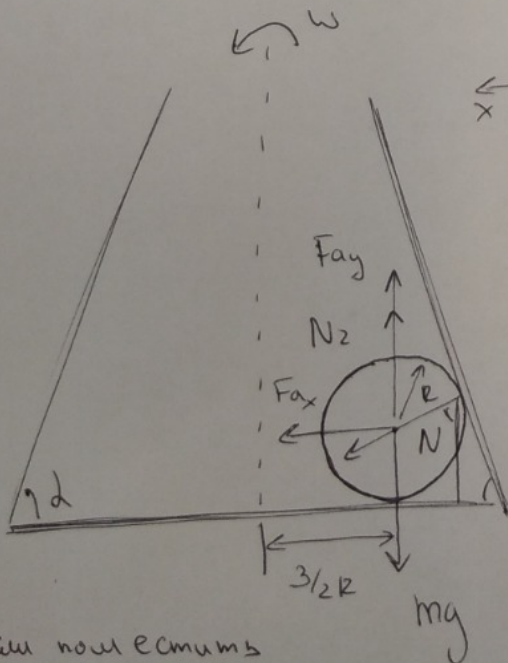
2) OY: $F_a + N_1 = mg \Rightarrow N_1 = mg - F_a$

$m = \frac{4}{3} \pi R^3 \cdot 6\rho$

$F_a = \frac{4}{3} \pi R^3 \cdot \rho g$

$N_1 = \frac{4}{3} \pi R^3 g (6\rho - \rho) = \frac{20 \pi R^3 \rho g}{3}$

3)



1. Т.к углубление устанав-
 ливается $\Rightarrow \frac{1}{2} \vec{a} = \vec{a}_{\text{ус.с}}$

$|\vec{a}_{\text{ус.с}}| = \omega^2 \cdot \frac{3}{2} R \quad (OX)$

2. OX: $m \frac{3\omega^2 R}{2} = F_{ax} + N \cdot \sin \alpha$

OY: $m a_y = 0 = F_{ay} + N_2 - mg - N \cdot \cos \alpha$

3. $F_{ax} = m_B \cdot \omega^2 \cdot \frac{3}{2} R$

$F_{ay} = m_B g$

Т.к если поместить
 на место шара
 шар из бисф, то при
 установившемся маи

81204354 (U828004 M1278925)

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

$$m = \frac{4}{3} \pi R^3 6\rho$$

∩

$$N_2 = mg + N \cos \alpha - F_{ay} = \frac{4}{3} \pi R^3 g (6\rho - \rho) + N \cos \alpha$$

$$N \sin \alpha = \frac{m \omega^2 R}{2} - F_{ax} = \frac{3}{2} \omega^2 R \left(\frac{4}{3} \pi R^3 (6\rho - \rho) \right)$$

∩

$$N_2 = \frac{20}{3} \pi R^3 \rho g + \frac{2}{3} \omega^2 R \cdot \frac{4}{3} \pi R^3 \cdot 5\rho =$$

$$= \frac{4}{3} \pi R^3 \rho \left(\frac{5}{3} g + \frac{10}{3} \omega^2 R \right)$$

Ombem:

$$N_1 = \frac{20 \pi R^3 \rho g}{3}$$

$$N_2 = \frac{4}{3} \pi R^3 \rho \left(5g + \frac{10}{3} \omega^2 R \right)$$

Задача 3

Дано

$$t_0 = 81^\circ\text{C} = \text{const}$$

$$T_0 = t_0 + 273\text{K} = 354\text{K}$$

$$\frac{V_1}{V_2} = 7$$

$$V_2 = 1,7\text{л}$$

$$\frac{P_2}{P_1} = 3,6$$

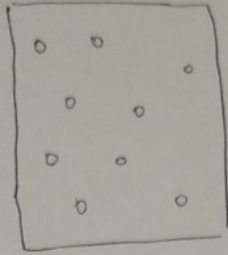
$$P_H(T_0) = \frac{1}{2} \cdot 10^5 \text{Па}$$

$$\mu = 18^2/\text{моль}$$

1) $P_1 = ?$

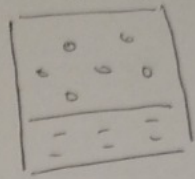
2) $m_{\text{п}} = ?$

P_1, V_1, T_0



\Rightarrow

P_2, V_2, T_0



$$1) P_1 V_1 = \nu R T_0 \Rightarrow \frac{\nu_1}{\nu_2} = \frac{7}{3,6} > 1$$

$$P_2 V_2 = \nu_2 R T_0$$

\Rightarrow Во время процесса часть пара конденсируется в воду.

П.к пар конденсируется в воду только при $P = P_H(T)$ ~~и в~~
~~то время когда $P = P_H(T_0)$~~

и ~~в~~ в конце процесса вода в равновесии с паром \Rightarrow

$$\Rightarrow P_2 = P_H(T_0) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow P_1 = \frac{P_2}{3,6} = 13888,9 \text{ Па} \approx 13,9 \text{ кПа}$$

2) $m_{\text{п}} = \nu_1 \cdot \mu$

$$\nu_1 = \nu_2 \cdot \frac{P_1 V_1}{P_2 V_2}$$

$$\Rightarrow m_{\text{п}} = \nu_1 \cdot \mu = \frac{P_1 V_1}{R T_0} \cdot \mu = 12$$

$$\nu_2 = \frac{P_2 V_2}{R T_0}$$

Ответ: $P_1 = 13,9 \text{ кПа}$

$m_{\text{п}} = 12$

~~Задача 2~~

ЧЕРУОВУК

Дано:

W

$\rho, 6\rho$

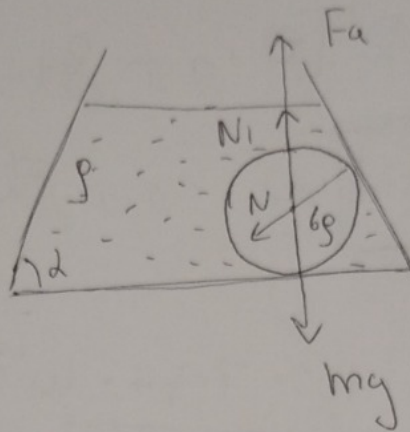
$R, 3/2 R$

$d = \arctg(3/2)$

$\text{tg } d = 3/2$

$N_1 - ?$

$N_2 - ?$



1) Если содей не равно нулю
 \Rightarrow шар поворачивается $\Rightarrow \sum \vec{F} = 0$
 $\Rightarrow |\vec{N}| = 0$ т.к. шар шаром
 имеет горизонтальную ось, но
 шар поворачивается ($|\vec{a}| = 0$)

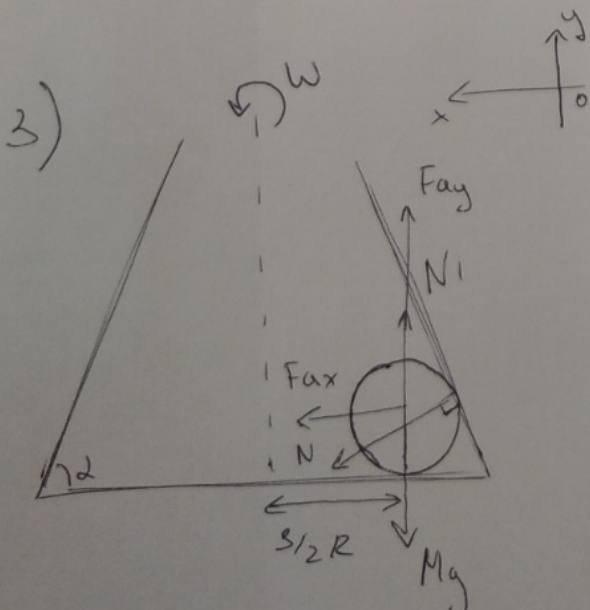
2) оу: $mg = N_1 + Fa$

$Fa = \rho Vg$

$mg = 6\rho Vg$

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

$$\begin{aligned} \Rightarrow N_1 &= 5\rho Vg = \\ &= 5\rho \frac{4}{3} \pi R^3 g = \\ &= \frac{20\pi \cdot \rho R^3 g}{3} \end{aligned}$$



III. к горизонтальной оси
 вращения $\Rightarrow |\vec{a}| = |\vec{a}_{\text{оси}}| = \frac{W^2}{3/2 R}$ (оx)

оx: $M \frac{W^2}{3/2 R} = Fax + N \cdot \sin d$ (1)

оy: $Mg + N \cos d = N_1 + Fay$ (2)

$Fax = m_B \cdot \frac{W^2}{3/2 R}$ (3)

$Fay = m_B g$ (4)

$$p_1 V_1 = \nu_1 R T_0$$

4 E p u o B u k

$$p_2 V_2 = \nu_2 R T_0$$

$$81 + 273 =$$

$$V_1 = 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$= 354$$

$$\frac{p_1 V_1}{R T_0} = \frac{13,9 \cdot 10^3 \cdot 7 \cdot 1,7 \cdot 10^{-3}}{8,31 \cdot (81 + 273)}$$

$$m V_0 = 2 \text{ mg} \cdot t = \frac{V_0}{\alpha} \cdot 2 \text{ mg} = m V_0$$

$$m_B = \frac{4}{3} \pi R^3 \rho \quad (5) \quad \text{УЕРУОРВУК}$$

$$M = \frac{4}{3} \pi R^3 \cdot 6\rho \quad (6)$$

⇓

$$N_1 = Mg + N \cos \alpha - F_{ay} \Rightarrow N_1 = Mg - F_{ay} + \left(M \frac{w^2}{3/2 R} - F_{ax} \right) \cdot \cos \alpha$$

$$N \sin \alpha = M \frac{w^2}{3/2 R} - F_{ax}$$

$$\Rightarrow N_1 = \frac{4}{3} \pi R^3 (6\rho - \rho) + \cos \alpha \left(\frac{4}{3} \pi R^3 6\rho - \frac{4}{3} \pi R^3 \rho \right) \cdot \frac{w^2}{3/2 R}$$
$$= \frac{20\pi}{3} \rho R^3 g + \frac{2w^2}{3 \cdot 3/2 R} \cdot \frac{4}{3} \pi R^3 5\rho = \rho R^3 \left(\frac{20\pi}{3} g + \frac{16w^2}{3} \right)$$

Часть 2

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

Шифр: **21204354**

ID профиля: **828004**

Вариант 2

Задача 4

Дано

$\cos \alpha = 3/5$

H

m

$2m$

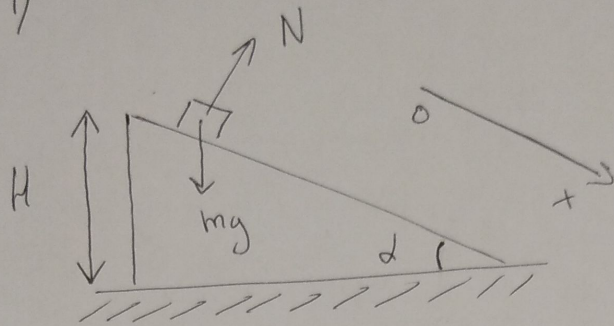
$F = mg$

$t_1 = ?$

$t_2 = ?$

$a_x = ?$

1)



$OX: L = \frac{a_x \cdot t_1^2}{2}$

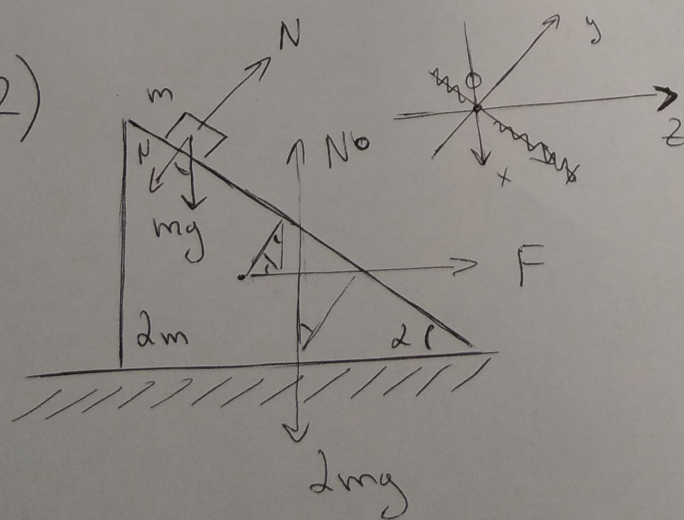
$L = H / \sin \alpha = \frac{5}{4} H$

$\sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = 4/5$

$a_x = g \sin \alpha$

$t_1 = \sqrt{\frac{2L}{a_x}} = \sqrt{\frac{2 \cdot \frac{5}{4} H}{g \cdot \frac{4}{5}}} = \sqrt{\frac{50H}{16g}} = \frac{5}{4} \sqrt{\frac{H}{2g}}$

2)



Решение: \vec{a}_B - ускор. движ. блока, \vec{a}_x - ускор. катка, \vec{a}_0 - ускор. движ. катки
 Движения связаны катка
 $\Rightarrow \vec{a}_B = \vec{a}_x + \vec{a}_0$

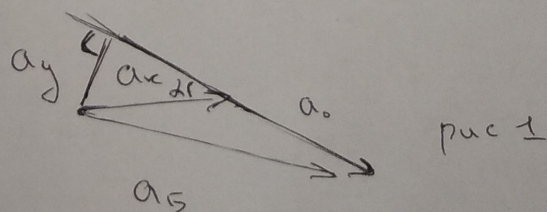


рис 1

2. II з. Условиюта

Куму:

$$Ox: 2\max_x = 0 \Rightarrow 2mg + N \cos d = N_0$$

$$Oy: 2\max_y = N_0 \cdot \cos d - 2mg \cos d - N + F \cdot \sin d$$

$$\Rightarrow 2\max_y = \cos d (N_0 - 2mg) - N + mg \sin d$$

$$= \cos d (N \cos d) - N + mg \sin d =$$

$$= mg \sin d - N \sin^2 d \quad (1)$$

Срџуку:

$$Oy: m a_{By} = N - mg \cos d \quad (2)$$

III. к Срџуку не покреау зблва ем ому.

$$kuma \Rightarrow a_{ky} = a_{By}$$

$$(1) / (2) \Rightarrow 2 = \frac{mg \sin d - N \sin^2 d}{N - mg \cos d} \Rightarrow 2N - 2mg \cos d =$$

$$= mg \sin d - N \sin^2 d \Rightarrow N(2 + \sin^2 d) = mg(2 \cos d + \sin d)$$

$$\Rightarrow N = \frac{mg(2 \cdot \frac{3}{5} + \frac{4}{5})}{2 + \frac{16}{25}} = mg \frac{2}{66/25} = \frac{50}{66} mg$$

$$= \frac{25}{33} mg$$

11

$$m a_y = \ominus m a_y = N - m g \cos \alpha = \frac{25}{33} m g - \frac{3}{5} m g$$

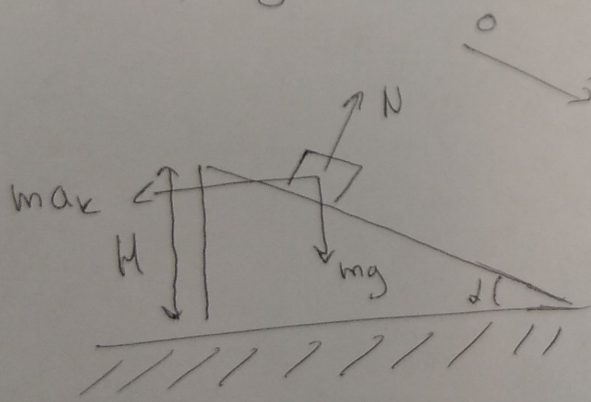
$$= \frac{125 - 99}{165} m g = \frac{26}{165} m g \Rightarrow a_y = \frac{26}{165} g$$

вд. пук 1.

$$a_y = a_k \cdot \sin \alpha \Rightarrow a_k = \frac{26g}{115 \cdot \frac{4}{5}} = \frac{26g}{92}$$
~~$$= \frac{26g}{92} = \frac{13g}{46}$$~~

$$= \frac{26}{4 \cdot 330} g = \frac{13}{66} g$$

3) Переносим в C.O крива



$$1. O_x: m a_x = m g \sin \alpha - m a \cos \alpha$$

$$\Rightarrow a_x = g \sin \alpha - a \cos \alpha =$$

$$= \frac{4}{5} g - \frac{13}{66} \cdot \frac{3}{5} g = \frac{264 - 39}{330}$$

$$= \frac{225}{330} g = \frac{45}{66} g$$

$$2. L = \frac{a_x \cdot t_2^2}{2} \Rightarrow t_2 = \sqrt{\frac{2L}{a_x}}$$

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

$$\Rightarrow t_2 = \sqrt{\frac{10H}{4 \cdot \frac{45}{66} g}} = \sqrt{\frac{660H}{180g}}$$

Омлем. $t_1 = \frac{5}{2} \sqrt{\frac{H}{2g}}$ $t_2 = \sqrt{\frac{11H}{3g}}$ $a_k = \frac{13}{66} g$

Задача 5

Дано

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

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

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

$$\frac{Q}{\Delta u} = ?$$

$$1) pV = \nu R T \Rightarrow \text{нпу } \nu = \text{const}$$

$$\frac{pV}{T} = \text{const} \Rightarrow \frac{pV}{T} = \frac{(p+dp)(V+dV)}{T+dT}$$

$$\Rightarrow pVT + pVdT = pVT + p dVT + dpVT + \underline{dpdV T}$$

$$\Rightarrow pVT + pVdT = pVT + p dVT + dpVT$$

$$pVdT = p dVT + dpVT \quad | : pVT$$

$$\frac{dT}{T} = \frac{dV}{V} + \frac{dP}{P} \quad (\text{нпу } \frac{dV}{V}, \frac{dP}{P}, \frac{dT}{T} \ll 1)$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta T}{T} = \frac{\Delta P}{P} + \frac{\Delta V}{V} = -0,01 + 0,02 = 0,01 \Rightarrow \frac{\Delta T}{T} \cdot 100\% = \boxed{1\%}$$

т.е. ~~на~~ температура газа увеличилась на 1 процент.

2) I начало термодинамики:

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

$$= \frac{3}{2} \Delta(pV) + p \Delta V = \frac{5}{2} p \Delta V + \frac{3}{2} \Delta p V$$

$$\frac{Q}{u} = \frac{\frac{5}{2} p \Delta V + \frac{3}{2} \Delta p V}{\frac{3}{2} p \Delta V + \frac{3}{2} \Delta p V} = \frac{5/2 \frac{\Delta V}{V} + 3/2 \frac{\Delta P}{P}}{3/2 \frac{\Delta V}{V} + 3/2 \frac{\Delta P}{P}}$$

$$= \frac{5 \frac{\Delta V}{V} + 3 \frac{\Delta P}{P}}{3 \frac{\Delta V}{V} + 3 \frac{\Delta P}{P}} = \frac{5 \cdot 0,02 + 3(-0,01)}{3 \cdot 0,02 + 3(-0,01)} = \frac{0,1 - 0,03}{0,06 - 0,03} = \boxed{\frac{7}{3}}$$

Отметим

$$\frac{\Delta T}{T} = 1\%$$

$$\frac{Q}{u} = 7/3$$