Часть 1

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

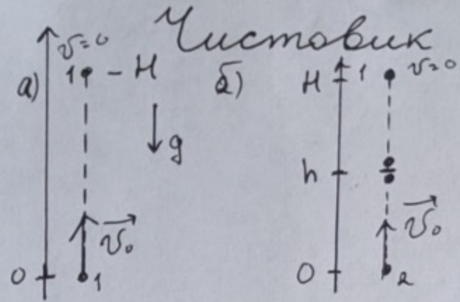
Шифр: **21205992**

ID профиля: **305054**

Вариант 2

Чистовик

№1



Дано: v_0.

Найти: 1) $t_{пол.1}$ – ?

2) $\frac{t_{пол1}}{t_{пол2}}$ – ?

3) h – ?

1) а) Вертикально вверх бросают 1-ый мяч и он долетает до макс. высоты

$x_0 = 0;\ v_{0x} = v_0;\ a_x = -g$

$\begin{cases} x = v_0 t - \frac{g}{2}t^2 \\ v_x = v_0 - gt \end{cases}$ $\begin{cases} H = v_0 t_{под.} - \frac{g}{2}t_{под}^2 \\ 0 = v_0 - g t_{под} \end{cases}$

$t_{под} = \frac{v_0}{g}$ – время дв-я 1-го шара до макс. высоты

$H = v_0 \cdot \frac{v_0}{g} - \frac{g}{2}\cdot\frac{v_0^2}{g^2} = \frac{v_0^2}{g} - \frac{v_0^2}{2g} = \frac{v_0^2}{2g}$ – макс. высота

б) Бросают второй мяч, для удобства отсчёт времени этого этапа начнём с 0. И за начало отсчёта возьмём момент броска 2-го мяча.

для 1-го шара: $x_{01} = H;\ v_{01x} = 0;\ a_{1x} = -g$

$x_1 = H - \frac{g}{2}t^2$

для 2-го шара: $x_{02} = 0;\ v_{02x} = v_0;\ a_{2x} = -g$

$x_2 = v_0 t - \frac{g}{2}t^2$

$h = x_1(t_1) = x_2(t_1)$, где t_1 – время полёта 2-го мяча до столкновения.

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

$t_1 = \frac{H}{v_0} = t_{пол.2}$

Время полёта 1-го меча до столкновения ~~равен~~ равно сумме времени подъёма и t_1

$t_{пол.1} = t_{под} + t_1 = \frac{v_0}{g} + \frac{H}{v_0} = \frac{v_0}{g} + \frac{\frac{v_0^2}{2g}}{v_0} = \frac{v_0}{g} + \frac{v_0}{2g} = \frac{3v_0}{2g}$

2) $\frac{t_{пол.1}}{t_{пол.2}} = \frac{\frac{3v_0}{2g}}{\frac{H}{v_0}} = \frac{\frac{3}{2}\cdot\frac{v_0}{g}}{\frac{1}{2}\cdot\frac{v_0}{g}} = \frac{3}{2}\cdot\frac{2}{1} = \frac{3}{1}$

3) $h = H - \frac{g}{2}\cdot t_1^2 = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{g}{2}\cdot\left(\frac{\frac{v_0^2}{2g}}{v_0}\right)^2 = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{g}{2}\cdot\frac{v_0^2}{4g^2} = \frac{4v_0^2}{8g} - \frac{v_0^2}{8g} = \frac{3v_0^2}{8g}$

Ответ: 1) $t_{пол.1} = \frac{3v_0}{2g}$

2) $\frac{t_{пол.1}}{t_{пол.2}} = \frac{3}{1}$

3) $h = \frac{3v_0^2}{8g}$

Чистовик

№ 3

$p_1V_1 = \frac{m_1}{\mu}RT$

$p_2V_2 = \frac{m_2}{\mu}RT$

$\frac{p_1V_1}{p_2V_2} = \frac{m_1}{m_2}$

$\frac{p_1 \cdot 7V_2}{3{,}6p_1 \cdot V_2} = \frac{m_1}{m_2} \Rightarrow \frac{m_1}{m_2} = \frac{7}{3{,}6} = \frac{35}{18}$

Дано: $t = 81°C$

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

$V_2 = 1{,}7$ л

$\frac{p_2}{p_1} = 3{,}6$

$p_{нас} = 0{,}5 \cdot 10^5$ Па

$\mu = 18 \frac{г}{моль}$

Найти:

1) p_1 - ?

2) m_1 - ?

Получим, что в результате сжатия масса водяного пара уменьшилась, а это, в свою очередь, означает, что часть водяного пара в процессе сжатия сконденсировалась.

Это могло произойти только в том случае, если в процессе сжатия пар стал насыщенным.

Значит, $p_2 = p_{нас} = 0{,}5 \cdot 10^5$ Па

По усл. $p_1 = \frac{p_2}{3{,}6}$; $p_1 = \frac{0{,}5 \cdot 10^5}{3{,}6} \approx 13889$ Па $\approx$ 14 кПа

$p_1V_1 = \frac{m_1}{\mu}R(t+273)$

$m_1 = \frac{p_1V_1\mu}{R(t+273)} = \frac{\frac{p_2}{3{,}6} \cdot 7 \cdot V_2 \cdot \mu}{R(t+273)}$

$m_1 = \frac{\frac{0{,}5}{3{,}6} \cdot 10^{5} \cdot 7 \cdot 1{,}7 \cdot 10^{-3} \cdot 18 \cdot 10^{-3}}{8{,}31 \cdot 354} \approx 1{,}01 \cdot 10^{-3}$ кг $= 1{,}01$ г

Ответ: 1) $p_1 \approx 14$ кПа

2) $m_1 = 1{,}01$ г

Чистовик

№2

Дано:

ω

$\rho_в = \rho$

$\rho_ш = 6\rho$

R

$l = 1,5R$

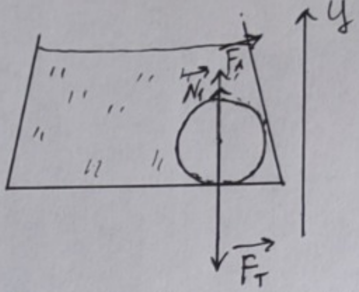
α, $tg\,\alpha = \frac{3}{2}$

Найти:

1) N_1 – ?

2) N_2 – ?

1)



$a = 0 \Rightarrow$ по II закону Ньютона:

$$0 = \vec{F_A} + \vec{F_T} + \vec{N_1}$$

$$0 = F_A - F_T + N_1$$

$$N_1 = F_T - F_A = mg - \rho_в g V_{погр} = 6\rho V g - \rho g \tfrac{4}{3}\pi R^3 = 6\rho \tfrac{4}{3}\pi R^3 g - \tfrac{4}{3}\rho\pi R^3 g =$$

$$= 8\rho\pi R^3 g - \tfrac{4}{3}\rho\pi R^3 g = \tfrac{20}{3}\rho\pi R^3 g$$

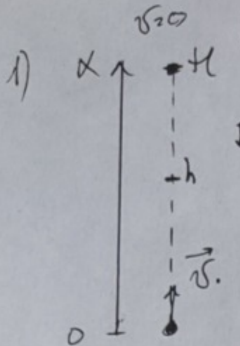
Ответ: 1) $N_1 = \frac{20}{3}\rho\pi R^3 g$

2) —

21205992 (U305054 M1280511)

Черновик

1)



1) $x_1 = v_0 t - \frac{g}{2} t^2 \quad H = v_0 t_{под} - \frac{g}{2} t_{под}^2$

$v_1 = v_0 - gt \quad 0 = v_0 - g t_{под}$

$v_0 = g t_{под}$

$x_2 = v_0 (t_{под} + t) - \frac{g}{2}(t_{под} + t)^2 \quad t_{под} = \frac{v_0}{g}$

$x_2 = v_0\left(\frac{v_0}{g} + t\right) - \frac{g}{2}\left(\frac{v_0}{g} + t\right)^2 = \frac{v_0^2}{g} - \frac{v_0^2}{g^2} \cdot \frac{g}{2} = \frac{v_0^2}{g} - \frac{v_0^2}{2g} = \frac{v_0^2}{2g}$

$= v_0 \left(\cancel{\frac{v_0 + gt}{g}}\right.$

$\cancel{h = v_0(t_{под} + t_1) - \frac{g}{2}(t_{под} + t_1)^2}$

2) $x_1 = v_0 t - \frac{g}{2} t^2 \quad h = v_0 t_1 - \frac{g}{2} t_1^2 = H - \frac{g}{2} t_1^2 \quad t_1 = \frac{v_0}{g} + \frac{H}{v_0} = \frac{v_0^2 + gH}{v_0 g}$ (2)

$x_2 = H - \frac{g}{2} t^2$

$v_0 t_1 = H$

$t_1 = \frac{H}{v_0}$

$\frac{t_{1 \, мяча}}{t_{2 \, мяча}} = \frac{t_{под} + t_1}{t_1} = \frac{\frac{v_0}{g} + \frac{H}{v_0}}{\frac{H}{v_0}} = \frac{\frac{v_0^2 + Hg}{g \cdot v_0}}{\frac{H}{v_0}} = \frac{v_0^2 + Hg}{H \cdot g} = \frac{v_0^2 + \frac{v_0^2}{2g} \cdot g}{\frac{v_0^2}{2g} \cdot g} =$

(2) $\frac{v_0^2 + g\frac{v_0^2}{2g}}{v_0 g} = \frac{3}{2} \frac{v_0^2}{v_0 g} = \frac{3}{2} \cdot \frac{v_0}{g}$

$= \frac{\frac{3}{2} v_0^2}{\frac{1}{2} v_0^2} = \frac{3}{2} \cdot \frac{2}{1} = 3.$

т.е. время полёта 1-го мяча в 3 раза больше.

$h = H - \frac{g}{2} t_1^2 = H - \frac{g}{2} \frac{H^2}{v_0^2} = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{g}{2} \cdot \frac{\frac{v_0^4}{4g^2}}{v_0^2} = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{g}{2} \cdot \frac{v_0^2}{4g^2} =$

$= \frac{v_0^2}{2g} - \frac{v_0^2}{8g} = \frac{4v_0^2}{8g} - \frac{v_0^2}{8g} = \frac{3v_0^2}{8g}$

3) $T = const \quad \frac{pV}{T}, \quad p_1 V_1 = p_2 V_2 \quad t = 81°C \quad \frac{V_1}{V_2} = 7$

$pV = \nu RT \quad p_1 V_1 = 3,6 p_1 \cdot V_2 \quad V_2 = 1,7 л \quad V_1 = 7 V_2 = 1,7 \cdot 7 = 11,9 л$

$p_1 V_1 = \frac{m_1}{\mu} RT \quad p_1 7 V_2 = 3,6 p_1 V_2 \quad \frac{p_2}{p_1} = 3,6 \quad p_2 = 3,6 p_1$

$p_2 V_2 = \frac{m_2}{\mu} RT$

$\frac{p_1 V_1}{p_2 V_2} = \frac{m_1}{m_2}; \quad \frac{p_1 7 V_2}{3,6 p_1 V_2} = \frac{m_1}{m_2}; \quad \frac{m_1}{m_2} = \frac{7}{3,6} = \frac{70}{36} = \frac{35}{18}; \quad \frac{m_2}{m_1} = \frac{18}{35}$

$m_1 = \frac{35}{18} m_2 \quad m_2 = \frac{18}{35} m_1$

$p_1 = \frac{p_2}{3,6} = \frac{0,5 \cdot 10^5}{3,6} \approx 14$ кПа (13888,8(8)).

$\frac{17}{35} m_1$ сконденси-
-ровалось

т.е. конечное давление - давление насыщ. пара, т.е. $0,5 \cdot 10^5$ Па

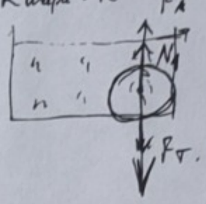
Черновик

$$p_1 V_1 = \frac{m_1}{\mu} R T$$

$$p_1 V_1 = \frac{m_1}{\mu} R (t^\circ + 273) \qquad m_1 = \frac{p_1 V_1 \mu}{R(t+273)} = \frac{13889 \cdot 7 \cdot 1{,}7 \cdot 10^{-3} \cdot 18 \cdot 10^{-3}}{8{,}31 \cdot (81+273)} =$$

$$= \frac{14 \cdot 7 \cdot 1{,}7 \cdot 18 \cdot 10^{-3}}{8{,}31 \cdot 354} = \frac{2998{,}8}{2941{,}74} \cdot 10^{-3} \approx \cancel{1{,}02}\ 1{,}01 \text{ гр.}$$ грамма.

2) $R_{шара} = R$



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

$$F_A + N_1 = F_T$$

$$\rho g V_{погр} + N_1 = mg \qquad m = 6\rho V = 8\rho \frac{4}{3}\pi R^3 =$$

$$\rho g \frac{4}{3}\pi R^3 + N_1 = 8\rho\pi R^3 g \qquad = 8\rho\pi R^3$$

$$N_1 = 8\rho\pi R^3 g - \frac{4}{3}\rho\pi R^3 g = \rho\pi R^3 g\left(\frac{24}{3} - \frac{4}{3}\right) =$$

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

Страница №2

Часть 2

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

Шифр: **21205992**

ID профиля: **305054**

Вариант 2

Чистовик

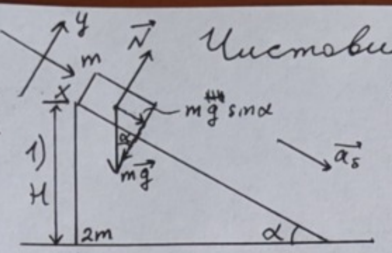
№ 4

$$\sin^2\alpha + \cos^2\alpha = 1$$
$$\sin^2\alpha = 1 - \cos^2\alpha$$
$$\sin\alpha = \sqrt{1-\cos^2\alpha}$$

Дано:
α, $\cos\alpha = \frac{3}{5}$
H
m, $2m$

Найти:
1) t_1 − ?
2) $a_к$ − ?
3) t_2 − ?

1)



по II закону Ньютона:

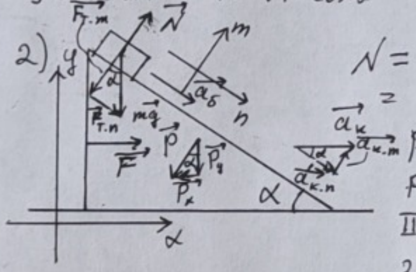
$$m a_б = mg\sqrt{1-\cos^2\alpha}$$
$$a_б = g\sqrt{1-\cos^2\alpha}$$

$x = \frac{a_б}{2}t^2$, т.к. $x_0 = 0$; $v_{0x} = 0$; $a_x = a_б$

$$S = \frac{g\sqrt{1-\cos^2\alpha}}{2}\cdot t_1^2;\quad t_1 = \sqrt{\frac{2S}{g\sqrt{1-\cos^2\alpha}}} = \sqrt{\frac{2H\cdot\cancel{\sin\alpha}}{g\cdot\cancel{\sin\alpha}}} = \sqrt{\frac{2H}{g}}$$

$$S = H\sin\alpha = H\cdot\sqrt{1-\cos^2\alpha}$$

2)



$$N = F_{т.m} = \cancel{Mg\sin\alpha}\ \cancel{mg\sqrt{1-\cos^2\alpha}}$$
$= mg\cos\alpha$ (II. закон Ньютона для бруска).

$P = N$ (III з. Н.).

$$P = mg\cos\alpha$$

II. з. Ньютона для клина:

$$2m a_к = F - P_x$$
$$2m a_к = mg - mg\cos\alpha\sin\alpha$$
$$2a_к = g - g\cos\alpha\sqrt{1-\cos^2\alpha}$$
$$2a_к = g(1 - \cos\alpha\sqrt{1-\cos^2\alpha})$$
$$a_к = \frac{1}{2}g(1 - \cos\alpha\sqrt{1-\cos^2\alpha})$$

$$a_к = \frac{1}{2}\cdot 10\cdot\left(1 - \frac{3}{5}\cdot\frac{4}{5}\right) = 5\cdot\frac{13}{25} = \frac{13}{5} = 2,6\ \frac{м}{с^2}$$

3) Перейдём в СО, связанную с клином.
тогда относительное ускорение бруска:

$$a_{отн} = a_б - a_{к.п} = g\cdot\sqrt{1-\cos^2\alpha} - a_к\cdot\cos\alpha = g\cdot\sqrt{1-\cos^2\alpha} - \frac{g}{2}(1-\cos\alpha\sqrt{1-\cos^2\alpha}) =$$
$$= g\left(\sqrt{1-\cos^2\alpha} - 0,5 + \frac{1}{2}\cos\alpha\cdot\sqrt{1-\cos^2\alpha}\right) =$$
$$= g\left(\sqrt{1-\cos^2\alpha}\cdot\left(1+\frac{1}{2}\cos\alpha\right) - 0,5\right)$$

$x_0 = 0$; $v_{0x} = 0$; $a_x = a_{отн}$

$$S = \frac{a_{отн}}{2}\cdot t_2^2;\quad H\cdot\sqrt{1-\cos^2\alpha} = \frac{g\cdot(\sqrt{1-\cos^2\alpha}\cdot(1+\cos\alpha) - 0,5)}{2}\cdot t_2^2$$

$$t_2 = \sqrt{\frac{2H\cdot\sqrt{1-\cos^2\alpha}}{g\cdot(\sqrt{1-\cos^2\alpha}\cdot(1+\frac{1}{2}\cos\alpha)) - 0,5)}} = \sqrt{\frac{2H\cdot\frac{4}{5}}{g\cdot(\frac{4}{5}\cdot\frac{13}{10} - 0,5)}} = \sqrt{\frac{H\cdot\frac{8}{5}}{g\cdot\frac{27}{50}}} = \sqrt{\frac{80}{27}\cdot\frac{H}{g}}$$

Ответ: 1) $t_1 = \sqrt{\frac{2H}{g}}$

2) $a_к = 2,6\ \frac{м}{с^2}$

3) $t_2 = \sqrt{\frac{80}{27}\cdot\frac{H}{g}}$

Чистовик

Дано:
$p_1 = 0{,}99\,p_0$
$V_1 = 1{,}02\,V_0$

1) ΔT – ?
2) $\frac{Q}{\Delta U}$ – ?

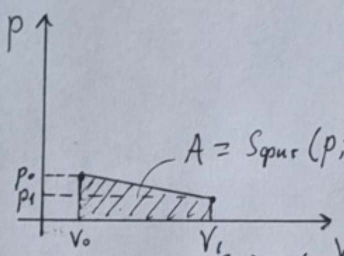
№ 5 1) $p_0V_0 = \nu RT_0$

$p_1V_1 = \nu RT_1$; $0{,}99\,p_0\cdot 1{,}02\,V_0 = \nu RT_1$

$$\frac{p_0V_0}{0{,}99\,p_0\cdot 1{,}02\,V_0} = \frac{\nu RT_0}{\nu RT_1}$$

$\frac{1}{1{,}01} = \frac{T_0}{T_1}$, получим, что температура увеличилась на 1 %, т.е. $T_1 = 1{,}01\,T_0$

2) $Q = \Delta U + A$



$$A = S_{фиг}(p;V) = \frac{p_0+p_1}{2}\cdot(V_1-V_0) = \frac{1{,}99\,p_0}{2}\cdot \overset{0{,}01}{\cancel{0{,}02}}\,V_0 = 199\cdot 10^{-4}\cdot p_0V_0$$

$$\Delta U = \frac{3}{2}\nu R\Delta T = \frac{3}{2}\nu R(T_1-T_0) = \frac{3}{2}\nu R(1{,}01T_0-T_0) = 1{,}5\cdot 10^{-2}\cdot \nu RT_0$$

$p_0V_0 = \nu RT_0$, значит $\Delta U = 1{,}5\cdot 10^{-2}\cdot p_0V_0 = 0{,}015\,p_0V_0$

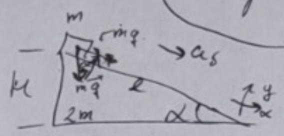
т.об. $Q = 0{,}015\,p_0V_0 + 0{,}0199\,p_0V_0 = 0{,}0349\,p_0V_0$

$$\frac{Q}{\Delta U} = \frac{0{,}0349\,\cancel{p_0V_0}}{0{,}015\,\cancel{p_0V_0}} = \frac{349}{150} \simeq 2{,}3$$

Ответ: 1) Температура увеличилась на 1 %
2) $\frac{Q}{\Delta U} = \frac{349}{150} \simeq 2{,}3$

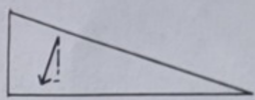
Черновик

4)



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

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



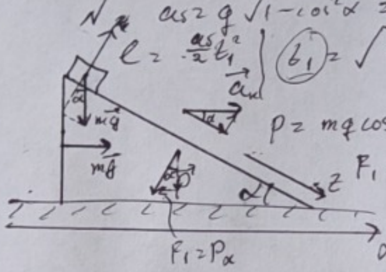
$l = H\sin\alpha = H\cdot\sqrt{1-\cos^2\alpha}$

$F_{т.\alpha} = mg\sqrt{1-\cos^2\alpha}$ $\quad F_{т.\alpha} = const \Rightarrow a = const$

$ma_б = mg\sqrt{1-\cos^2\alpha}$

$a_б = g\sqrt{1-\cos^2\alpha} = 10\cdot\frac{4}{5} = 8\ \frac{м}{с^2}$ $\quad 1-\frac{9}{25} = \frac{16}{25} \quad \frac{4}{5}$

$l = \frac{a_б}{2}t_1^2$, $\quad t_1 = \sqrt{\frac{2l}{a}} = \sqrt{\frac{2l}{g\sqrt{1-\cos^2\alpha}}} = \sqrt{\frac{2\cdot H\cdot\frac{4}{5}}{10\cdot\frac{4}{5}}} = \sqrt{\frac{2H}{g}}$



$P = mg\cos\alpha$

$F_1 = P\sin\alpha = mg\cos\alpha\sin\alpha = \frac{1}{2}\cancel{mg\sin2\alpha}$

$= mg\cos\alpha\sqrt{1-\cos^2\alpha}$ $\quad a_к = g\cdot(1-\sqrt{\cos^2\alpha-\cos^4\alpha})$

$2m a_к = mg - mg\cos\alpha\cdot\sqrt{1-\cos^2\alpha}$

$2a_к = g - g\cdot\frac{3}{5}\cdot\frac{4}{5} = 2a_к = \frac{13}{25}g$

$a_к = \frac{13}{50}g = \frac{13}{50}\cdot10 = \frac{13}{5} = 2{,}6\ \frac{м}{с^2}$

$a_{отн} = a_б - a_{кz} = g\sqrt{1-\cos^2\alpha} - a_к\cdot\cos\alpha =$

$= 8 - 2{,}6\cdot\frac{3}{5} = 8 - 1{,}56 = 6{,}44\ \frac{м}{с^2}$

$l = \frac{a_{отн}}{2}t_2^2 = t_2 = \sqrt{\frac{2l}{a_{отн}}} = \sqrt{\frac{2H\cdot\frac{4}{5}}{6{,}44}}$

$a_{отн} = g(\sqrt{1-\cos^2\alpha} - 1 + \cos\alpha\sqrt{1-\cos^2\alpha}) = g\sqrt{\sqrt{1-\cos^2\alpha}\cdot(1+\cos\alpha)-1}$

$t_2 = \sqrt{\frac{2H\cdot\sqrt{1-\cos^2\alpha}}{g\sqrt{1-\cos^2\alpha}\cdot(1+\cos\alpha)-1}} =$ $\quad \frac{\frac{4}{5}}{\sqrt{\frac{4}{5}\cdot\frac{8}{5}-1}} = \frac{\frac{4}{5}}{\sqrt{\frac{32}{25}-1}} = \frac{\frac{4}{5}}{\sqrt{\frac{7}{25}}} = \frac{4}{\sqrt{7}}$

$= \sqrt{\frac{2H}{g}\cdot\frac{4}{\sqrt{7}}} = \sqrt{\frac{8H}{\sqrt{7}g}}$

5) $p_0V_0 = \nu RT_0$

$0{,}99p_0\cdot1{,}02V_0 = \nu RT_1$

$\frac{1}{0{,}99\cdot1{,}02} = \frac{T_0}{T_1} \approx 0{,}99 = \frac{99}{100}$

$T_0 = 0{,}99T_1$

$\frac{16}{25} - \frac{5}{10}$; $\quad \frac{32}{50} - \frac{25}{50} = \frac{7}{50}$

$\frac{T_0}{T_1} = \frac{1}{1{,}01}$

$1{,}01T_0 = T_1$

$Q = 0{,}15p_0V_0 + 0{,}0199p_0V_0 = 0{,}17p_0V_0$

$\Delta U = 0{,}15p_0V_0$

$\frac{Q}{\Delta U} = \frac{0{,}17p_0V_0}{0{,}15p_0V_0} = \frac{17}{15}$

$\frac{32}{25} - \frac{5}{10}$; $\quad \frac{64}{50} - \frac{25}{50} = \frac{39}{50}$

$\frac{52}{50} - \frac{25}{50}$ $\quad 1+\frac{3}{10}$ $\quad \frac{13}{10}$ $\quad \frac{27}{50}$

температура увеличилась на 1%.

$\frac{Q}{\Delta U} - ?$

$Q = \Delta U + A.$

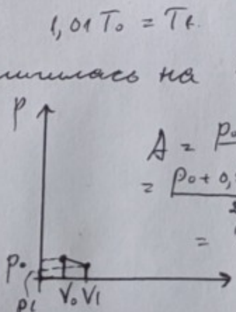
$\Delta U = \frac{3}{2}\nu R\Delta T =$

$= \Delta U = \frac{3}{2}\nu RT_1 - \frac{3}{2}\nu RT_0 =$

$= \frac{3}{2}\nu R(1{,}01T_0 - T_0) = \frac{3}{2}\cdot10^{-2}\nu RT_0 =$

$= \Delta U = \frac{3}{2}\cdot10^{-2}\cdot p_0V_0$

$p_0V_0 = \nu RT_0$



$A = \frac{p_0+p_1}{2}\cdot(V_1-V_0) =$

$= \frac{p_0+0{,}99p_0}{2}\cdot(1{,}02V_0 - V_0) =$

$= \frac{1{,}99p_0}{2}\cdot0{,}02V_0 =$ (0,01)

$= 199\cdot10^{-4}p_0V_0$

0,0199