

Часть 1

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

Шифр: **21206463**

ID профиля: **378417**

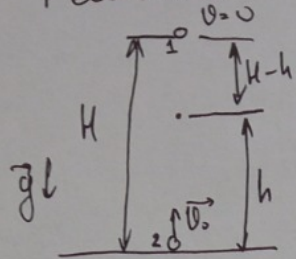
Вариант 2

Чистовик

① Дано:

- v_0
 1) t_1 - ?
 2) $\frac{t_1}{t_2}$ - ?
 3) h - ?

Решение



Время полёта 1 мяча

$t_1 = t_{01} + t_0$, где t_{01} - время, за которое 1 мяч достиг max высоты

t_0 - время, за которое 1 мяч пролетит расстояние $H-h$ до столкновения

$v_0 = g t_{01} \Rightarrow t_{01} = \frac{v_0}{g}$
 max высота: $H = \frac{v_0^2}{2g}$

$\begin{cases} h = v_0 t_0 - \frac{g t_0^2}{2} \\ H - h = \frac{g t_0^2}{2} \end{cases}$, где h - расстояние, которое пройдёт 2 мяч до столкновения

$H = v_0 t_0$

$\frac{v_0^2}{2g} = v_0 t_0 \Rightarrow t_0 = \frac{v_0}{2g}$

1) $t_1 = t_{01} + t_0 = \frac{v_0}{g} + \frac{v_0}{2g} = \frac{3v_0}{2g}$

2) $t_2 = t_0 = \frac{v_0}{2g}$

$\frac{t_1}{t_2} = \frac{3v_0}{2g} \cdot \frac{2g}{v_0} = 3$

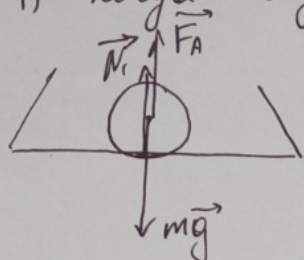
3) $h = v_0 t_0 - \frac{g t_0^2}{2} = v_0 \cdot \frac{v_0}{2g} - \frac{g \cdot v_0^2}{8g^2} = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{v_0^2}{8g} = \frac{3v_0^2}{8g}$

Ответ: 1) $t_1 = \frac{3v_0}{2g}$; 2) $\frac{t_1}{t_2} = 3$; 3) $h = \frac{3v_0^2}{8g}$

② Дано:
 ω, ρ, G, R
 $r = 1,5R$
 $\operatorname{tg} \alpha = \frac{3}{2}$

1) $N_1 - ?$
 2) $N_2 - ?$

Решение
 1) Когда сосуд не вращается



шар находится в состоянии покоя $\Rightarrow \vec{F}_p = \vec{0}$

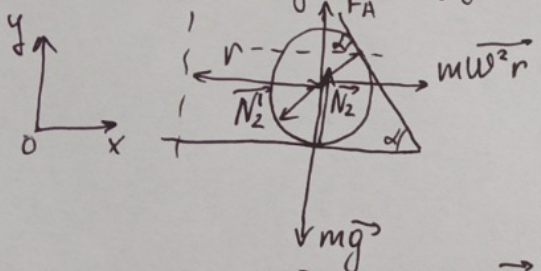
$$\vec{N}_1 + \vec{F}_A + m\vec{g} = \vec{0}, \text{ где } F_A \text{ - сила Архимеда}$$

$$mg = F_A + N_1$$

$$6\rho \cdot \frac{4}{3}\pi R^3 g = \rho \cdot \frac{4}{3}\pi R^3 g + N_1$$

$$N_1 = 5\rho \cdot \frac{4}{3}\pi R^3 g \approx 6,7\pi\rho R^3 g$$

2) Когда сосуд вращается



$$\vec{N}_2 + \vec{N}_2' + m\vec{g} + \vec{F}_A + m\vec{\omega}^2 r = \vec{0}$$

$$O_x: m\omega^2 r = N_2' \sin \alpha \Rightarrow N_2' = \frac{m\omega^2 r}{\sin \alpha}$$

$$O_y: F_A + N_2 = mg + N_2' \cos \alpha$$

$$\rho g \cdot \frac{4}{3}\pi R^3 + N_2 = 6\rho \cdot \frac{4}{3}\pi R^3 g + \frac{m\omega^2 r}{\operatorname{tg} \alpha}$$

$$N_2 = 5 \cdot \frac{4}{3}\pi R^3 \rho g + \frac{2}{3} \cdot 6\rho \cdot \frac{4}{3}\pi R^3 \cdot \omega^2 \cdot 1,5R$$

$$N_2 = \frac{20}{3}\pi R^3 \rho g + 8\pi R^3 \rho \omega^2 R = 4\pi R^3 \rho \left(\frac{5}{3}g + 2R\omega^2 \right) \approx$$

$$\approx 4\pi R^3 \rho (1,7g + 2\omega^2 R)$$

Ответ: 1) $N_1 \approx 6,7\pi\rho R^3 g$; 2) $N_2 \approx 4\pi R^3 \rho (1,7g + 2\omega^2 R)$

Чистовик

③ Дано:

$T = \text{const}$
 $T = 354 \text{ K}$
 $V_1 = 7V_2$
 $V_2 = 1,7 \text{ л}$
 $p_2 = 3,6 p_1$
 $p_H = 0,5 \cdot 10^5 \text{ Па}$
 $\mu = 18 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$
 $R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$

- 1) p_1 - ?
2) m_1 - ?

Решение

Уравнения Клапейрона - Менделеева

$$\begin{cases} p_1 V_1 = \nu_1 R T \\ p_2 V_2 = \nu_2 R T \end{cases}$$

$$\begin{cases} 7 p_1 V_2 = \nu_1 R T \\ 3,6 p_1 V_2 = \nu_2 R T \end{cases}$$

$$\frac{\nu_1}{\nu_2} = \frac{7}{3,6}$$

$$\nu_1 = \frac{m_1}{\mu}, \quad \nu_2 = \frac{m_2}{\mu}$$

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{70}{36} = \frac{35}{18} \quad \Rightarrow \quad \text{кол-во газа уменьшилось}$$

$$7 p_1 V_2 = \frac{m_1}{\mu} R T \quad \Rightarrow \quad 2) m_1 = \frac{7 \mu p_1 V_2}{R T}$$

П.к. кол-во газа уменьшилось, газ стал насыщенным

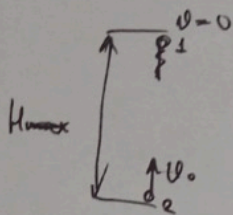
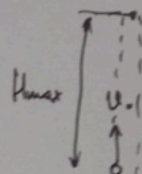
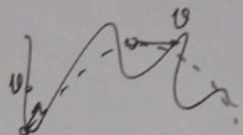
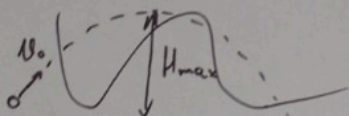
$$p_2 = p_H$$

$$1) 3,6 p_1 = p_H \Rightarrow p_1 = \frac{p_H}{3,6} = 0,14 \cdot 10^5 \text{ Па} = 14 \text{ кПа}$$

$$2) m_1 = \frac{7 \mu p_1 V_2}{R T} = \frac{7 \cdot 18 \frac{\text{г}}{\text{моль}} \cdot 14 \text{ кПа} \cdot 1,7 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3}{8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 354 \text{ К}} = 1,02 \text{ г}$$

Ответ: 1) $p_1 = 14 \text{ кПа}$; 2) $m_1 = 1,02 \text{ г}$.

Черновик



$$1) y = H_{max} + \frac{g t_0^2}{2} \Rightarrow t_0 =$$

$$2) y = v_0 t_0 - \frac{g t_0^2}{2}$$

$$H + \frac{g t_0^2}{2} = v_0 t_0 - \frac{g t_0^2}{2}$$

$$H = v_0 t_0 - g t_0^2$$

$$h = H + \frac{g t_0^2}{2} \Rightarrow t_0 = \sqrt{\frac{2h - 2H}{g}}$$

$$h = v_0 t_0 - \frac{g t_0^2}{2}$$

$$h = \sqrt{\frac{2h - 2H}{g}} v_0 - H + h$$

$$H = \frac{g t_0^2}{2} \Rightarrow t_0 = \sqrt{\frac{2H}{g}}, \quad t_0 - \text{время полета первой части до остатков}$$

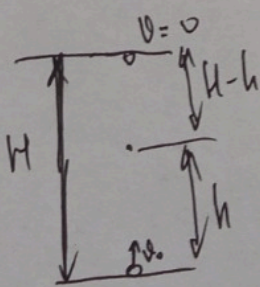
$$t_1 = t_0 + t_0 = \sqrt{\frac{2H}{g}} + \frac{2h - H}{v_0}$$

$$H = v_0 t_0 - \frac{g t_0^2}{2} = \frac{g t_0^2}{2}$$

$$v_0 = g t_0 \Rightarrow t_0 = \frac{v_0}{g}$$

$$H = \frac{g v_0^2}{2g}$$

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



$$2) \frac{t_1}{t_2} = \frac{3v_0}{2g} \cdot \frac{2g}{v_0} = 3$$

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

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

$$= \frac{3}{4} \cdot \frac{3v_0^2}{2g} = \frac{3}{4} H$$

$$\frac{v_0^2}{2g} = v_0 t_0$$

$$v_0 = 2g t_0 \Rightarrow t_0 = \frac{v_0}{2g}$$

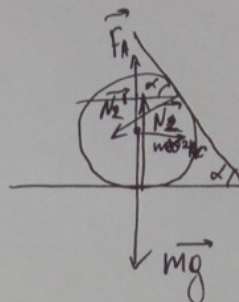
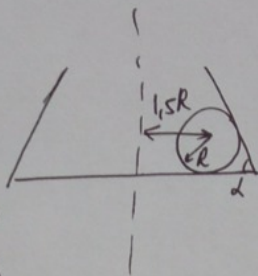
$$1) t_1 = t_0 + t_0 = \frac{v_0}{g} + \frac{v_0}{2g} = \frac{3v_0}{2g}$$

$$t_2 = t_0 = \frac{v_0}{2g}$$

Черновик

$\omega, \rho, 6\rho, R, 1,5R$

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



$mg + m\omega^2 \cdot 1,5R \text{ ctg } \alpha = FA + N_2$

$N_2 = mg + m\omega^2 \cdot 1,5R \text{ ctg } \alpha - FA$

$N_2 = \frac{4}{3}\pi R^3 \cdot 6\rho g + \frac{4}{3}\pi R^3 \cdot 6\rho \cdot 1,5R \omega^2 \cdot \frac{2}{3} - \rho g \cdot \frac{4}{3}\pi R^3$

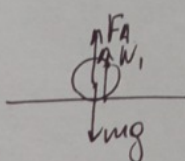
$N_2 = 8\pi R^3 \rho g + 8\pi R^3 \rho k\omega^2 - \frac{4}{3}\pi R^3 \rho g$

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

$N_2 = 8\pi R^3 \rho (\frac{5g}{6} + R\omega^2)$

$mg + N_2' \sin \alpha \cos \alpha = FA + N_2$
 $N_2' \sin \alpha = m\omega^2 \cdot 1,5R$

$\frac{4}{3}\pi R^3 \cdot 6\rho g = N_1 + \frac{4}{3}\pi R^3 \rho g$
 $N_1 = 5 \cdot \frac{4}{3}\pi R^3 \rho g$



$T = \text{const}, t_1 = 81^\circ\text{C}, T_1 = 81 + 273 = 354 \text{ K}, 7V_2 = V_1, V_2 = 1,7V_1, p_2 = 3,6p_1$
 $p_H = 0,5 \cdot 10^5 \text{ Pa}, \mu = 18 \frac{\text{г}}{\text{моль}}, R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}, p_1 = ?, m_1 = ?$

$p_1 V_1 = \nu_1 R T_1$
 $p_2 V_2 = \nu_2 R T_1$

$7p_1 V_2 = \nu_1 R T_1$
 $3,6p_1 V_2 = \nu_2 R T_1$

$\nu_1 = \frac{m_1}{\mu}$
 $\nu_2 = \frac{m_2}{\mu}$

$\frac{m_1}{m_2} = \frac{7}{3,6} = \frac{70}{36} = \frac{35}{18}$

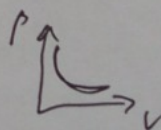
$m_2 < m_1$
 кол-во газа уменьшилось

$m_1 = \frac{7\mu p_1 V_2}{RT_1}$

p_1

$p_1 = \varphi_1 p_H$
 $p_2 = \varphi_2 p_H$

φ - относ. влажность



$p = nkT$

$\frac{p_1 V_1}{p_2 V_2} = \frac{70}{36}$

$\frac{7 \cdot 18 \cdot 1,7 \cdot 10^{-3}}{8,31 \cdot 354}$

$\nu_H = \frac{p_H V_2}{RT_1}$

Часть 2

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

Шифр: **21206463**

ID профиля: **378417**

Вариант 2

$$i = 3$$

$$p_2 = 0,99 p_1$$

$$V_2 = 1,02 V_1$$

$$1) \left| \frac{T_2 - T_1}{T_1} \right| \cdot 100\%$$

$$2) \frac{Q_{\text{non}}}{\Delta U}$$

Черновик

$$p_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$p_2 V_2 = \nu R T_2$$

$$p_1 \cdot V_1 = \nu R T_1$$

$$0,99 p_1 \cdot 1,02 V_1 = \nu R T_2$$

$$\frac{T_2}{T_1} = 1,02 \cdot 0,99 = 1,0098$$

$$1) \left(\frac{T_2}{T_1} - 1 \right) \cdot 100\% = 0,0098 \cdot 100\% = 0,98\%$$

$$2) Q_{\text{non}} = A + \Delta U$$

$$\frac{Q_{\text{non}}}{\Delta U} = \frac{A}{\Delta U} + 1$$

$$A = \frac{p_1 + p_2}{2} \cdot (V_2 - V_1) = \frac{1,99 p_1}{2} \cdot 0,02 V_1 = 0,0199 p_1 V_1$$

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

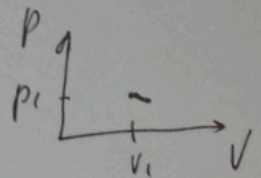
$$\Delta T = \frac{1}{\nu R} (p_2 V_2 - p_1 V_1) = \frac{1}{\nu R} (0,99 \cdot 1,02 - 1) p_1 V_1 = 0,0098 \frac{p_1 V_1}{\nu R}$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} \cdot 0,0098 p_1 V_1$$

$$\frac{Q_{\text{non}}}{\Delta U} = \frac{0,0199 \cdot 2}{3 \cdot 0,0098} + 1 = 2,35$$

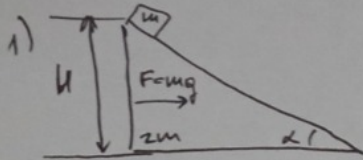
$$\begin{array}{r} 1,02 \\ + 0,99 \\ \hline 9,08 \\ 918 \\ \hline 1,0098 \end{array}$$

$$\left(\frac{a_2 + 2}{2} \right)^2 + a$$

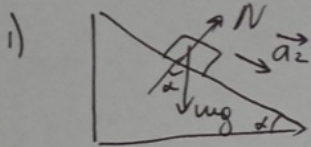


Черновик

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



$$\frac{\frac{28}{4}}{\frac{112}{25}} = \frac{28}{4} \cdot \frac{25}{112} = \frac{700}{448} = \frac{25}{137}$$



ЗСЭ: $mgH = \frac{mv^2}{2}$
 $v = \sqrt{2gH}$

II з. Ньютона:

$$ma_2 = mg \sin \alpha$$

$$a_2 = g \sin \alpha = \frac{4}{5}g$$

$$\sqrt{1+1}$$

$$1 < \sqrt{2}$$

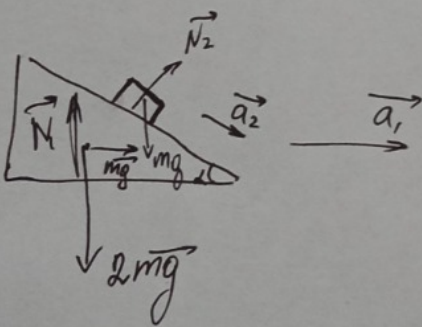
$$l = H \sin \alpha$$

$$l = \frac{a_2 t^2}{2}$$

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

$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = \sqrt{1 - \frac{9}{25}} = \frac{4}{5}$$

2)



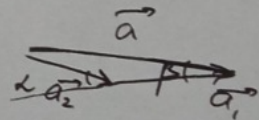
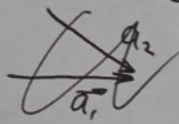
$$l' = H \sin \beta$$

$$l' = \frac{a_1 t'^2}{2}$$

$$t' = \sqrt{\frac{2H \sin \beta}{g}}$$

$$t' = \sqrt{\frac{2H \cdot \frac{32}{5} \cdot 2}{g \sqrt{137}}} = \sqrt{\frac{2H \cdot 32 \cdot 2}{137g}} = 0.97 \sqrt{\frac{H}{g}}$$

$$\sin \beta = \frac{32}{5\sqrt{137}}$$



II з. Ньютона

$$m\vec{a}_1 = \vec{F}$$

$$\frac{a_2}{\sin \beta} = \frac{a}{\sin \alpha}$$

$$mg = 2ma_1$$

$$\sin \beta = \frac{4}{5} \cdot \frac{4}{5} \frac{g \cdot 10^2}{g \sqrt{137}}$$

$$a_1 = \frac{g}{2}$$

$$H \sin \alpha = \frac{g \sqrt{137}}{20} t^2$$

$$t = \sqrt{\frac{4 \cdot 20 H \cdot 4}{5g \sqrt{137}}} = 4 \sqrt{\frac{H}{137g}}$$

$$a = \sqrt{a_1^2 + a_2^2 + 2a_1 a_2 \cos \alpha} = \sqrt{\frac{g^2}{4} + g^2 \sin^2 \alpha + g^2 \sin \alpha \cos \alpha} =$$

$$= g \sqrt{\frac{1}{4} + 1 - \cos^2 \alpha + \sin \alpha \cos \alpha} = g \sqrt{\frac{1}{4} + \frac{16}{25} + \frac{12}{25}} =$$

$$= g \sqrt{\frac{1}{4} + \frac{28}{25}} = g \sqrt{\frac{25 + 112}{100}} = g \sqrt{\frac{137}{100}} = g \frac{\sqrt{137}}{10}$$

④ Дано:

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

$H, m, 2m$

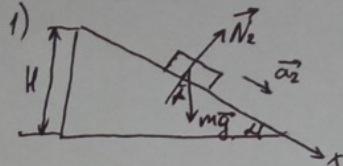
1) $t_1 - ?$

2) $a_1 - ?$

3) $t_2 - ?$

$$F = mg$$

Решение



$l = H \sin \alpha$, где l - расстояние, которое пройдёт брусок

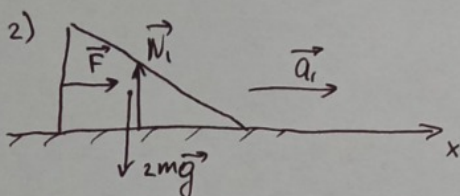
II з. Ньютона:

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

$$Ox: ma_2 = mg \sin \alpha$$

$$a_2 = g \sin \alpha$$

$$l = \frac{a_2 t_1^2}{2} \Rightarrow t_1 = \sqrt{\frac{2l}{a}} = \sqrt{\frac{2H \sin \alpha}{g \sin \alpha}} = \sqrt{\frac{2H}{g}} \approx 1,4 \sqrt{\frac{H}{g}}$$



II з. Ньютона:

$$2m \vec{a}_1 = \vec{F} + \vec{N}_1 + 2m \vec{g}$$

$$Ox: 2ma_1 = F$$

$$a_1 = \frac{F}{2m} = \frac{mg}{2m} = \frac{g}{2}$$

3) Если предположить, что клин покоится, то брусок будет двигаться с ускорением a

$$a = \sqrt{a_1^2 + a_2^2 + 2a_1 a_2 \cos \alpha} = \sqrt{\frac{g^2}{4} + g^2 \sin^2 \alpha + g^2 \sin \alpha \cos \alpha}$$

$$a = g \sqrt{\frac{1}{4} + 1 - \cos^2 \alpha + \sin \alpha \cos \alpha} = g \sqrt{\frac{1}{4} + \frac{16}{25} + \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5}}$$

$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = \sqrt{1 - \frac{9}{25}} = \frac{4}{5}$$

$$a = g \frac{\sqrt{137}}{10}$$

Путь, который пройдёт брусок

$$S = H \sin \beta, \text{ где } \beta - \text{угол между } \vec{a} \text{ и } \vec{a}_1$$

т. синусов

$$\frac{a_2}{\sin \beta} = \frac{a}{\sin \alpha} \Rightarrow \sin \beta = \frac{a_2}{a} \sin \alpha$$

Умовник №2

$$\sin \beta = \frac{g \sin \alpha \cdot 10}{g \sqrt{137}} \cdot \sin \alpha = \sin^2 \alpha \cdot \frac{10}{\sqrt{137}} = \frac{16}{25} \cdot \frac{10}{\sqrt{137}} = \frac{16 \cdot 2}{5 \sqrt{137}} = \frac{32}{5 \sqrt{137}}$$

$$S = \frac{a t_2^2}{2} \Rightarrow t_2 = \sqrt{\frac{2S}{a}}$$

$$t_2 = \sqrt{\frac{2H \sin \beta}{a}} = \sqrt{\frac{2H \cdot 32 \cdot 10}{5 \sqrt{137} \cdot g \sqrt{137}}} \approx 0,97 \sqrt{\frac{H}{g}}$$

Одбем: 1) $t_1 \approx 1,4 \sqrt{\frac{H}{g}}$ ($\sqrt{\frac{2H}{g}}$); 2) $a_1 = \frac{g}{2}$; 3) $t_2 \approx 0,97 \sqrt{\frac{H}{g}}$

5) Дано:

$$i = 3$$

$$p_2 = 0,99 p_1$$

$$V_2 = 1,02 V_1$$

1) k - ?

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

Решение

$$1) k = \left(\frac{T_2}{T_1} - 1 \right) \cdot 100 \%$$

Уравнения Клапейрона-Менделеева

$$\begin{cases} p_1 V_1 = \nu R T_1 \\ p_2 V_2 = \nu R T_2 \end{cases}$$

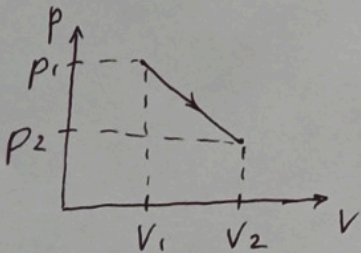
$$\Rightarrow \Delta T = T_2 - T_1 = \frac{p_2 V_2 - p_1 V_1}{\nu R} = 0,0098 \frac{p_1 V_1}{\nu R}$$

$$\begin{cases} p_1 V_1 = \nu R T_1 \\ 0,99 \cdot 1,02 p_1 V_1 = \nu R T_2 \end{cases}$$

$$\frac{T_2}{T_1} = 1,02 \cdot 0,99 = 1,0098$$

$$k = (1,0098 - 1) \cdot 100 \% = 0,98 \%$$

2) График зависимости давления от объёма



$Q = A + \Delta U$, где A - работа газа, ΔU - изменение внутр. энергии

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

$$A = \frac{p_1 + p_2}{2} \cdot (V_2 - V_1) = \frac{1,99 p_1}{2} \cdot 0,02 V_1 = 0,0199 p_1 V_1$$

$$\Delta U = \frac{i}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} \cdot 0,0098 p_1 V_1$$

$$\frac{Q}{\Delta U} = \frac{A}{\Delta U} + 1 = \frac{0,0199 p_1 V_1}{\frac{3}{2} \cdot 0,0098 p_1 V_1} + 1 = 2,35$$

Ответ: 1) $k = 0,98 \%$, температура газа увеличилась;

2) $\frac{Q}{\Delta U} = 2,35$