

Часть 1

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

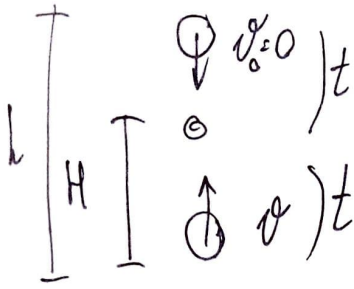
Шифр: **21204632**

ID профиля: **353826**

Вариант 1

Черновик.

1.



$$h - H = \frac{gt^2}{2}$$

$$H = vt - \frac{gt^2}{2}$$

$$h = vt = v \cdot 2t - \frac{gt^2 \cdot 4}{2}$$

$$h = \frac{g \cdot 4t^2}{2}$$

$$h - H = \frac{gt^2}{2} = \frac{4t^2g}{2} - H$$

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

$$2H = 4t^2g - gt^2$$

$$2H = 3t^2g$$

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

$$H = v \cdot \frac{2H}{3g}$$

$$v = \frac{H + \frac{gt^2}{2}}{t} = \frac{H}{t} + \frac{gt}{2}$$

$$= \frac{H\sqrt{3g}}{\sqrt{2H}} + \frac{g\sqrt{2H}}{\sqrt{3g} \cdot 2} = \frac{\sqrt{3gH}}{\sqrt{2}} + \frac{\sqrt{2Hg}}{\sqrt{3} \cdot 2\sqrt{2}} =$$

$$= \frac{3\sqrt{gH}}{\sqrt{6}} + \frac{\sqrt{Hg}}{\sqrt{6}} = \frac{4\sqrt{Hg}}{\sqrt{6}} = \frac{4\sqrt{6}\sqrt{Hg}}{6} = \frac{2}{3}\sqrt{6Hg}$$

$$2 \cdot \frac{2}{3}\sqrt{6Hg} \cdot \sqrt{\frac{2H}{3g}} - H =$$

$$2gt^2h = \frac{v^2}{2g}$$

$$h + h - H = 2h - H = 2 \cdot g \cdot 2 \cdot \frac{2H}{3g} - H = \frac{8H}{3} - H = \frac{5H}{3}$$

Ответ: $\sqrt{\frac{2H}{3g}}$; $\frac{2}{3}\sqrt{6Hg}$; $\frac{5H}{3}$.

$$mgh + \frac{mv^2}{2} = mgh$$

$$v = \frac{H + \frac{g \cdot 2H}{3g \cdot 2}}{\sqrt{\frac{2H}{3g}}} = \frac{\frac{5H}{3}}{\frac{\sqrt{2H}}{\sqrt{3g}}} = \frac{5H\sqrt{3g}}{3\sqrt{2H}} = \frac{5\sqrt{3}H\sqrt{g}}{3\sqrt{2}}$$

$$2gt^2 = \frac{v^2}{2g}$$

$$2gt = v$$

3. Угрюмов.

3. $m = 32$

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

$V_1 = 3,5 V_2$

$1,8 p_1 = p_2$

$p_H = 0,5 \cdot 10^5 \text{Па}$

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

Решение:

$V_1 p_1 = V_2 p_2$

$3,5 V_2 \cdot 1,8 p_1 = V_2 \cdot 1,8 p_1$

$3,5 \neq 1,8$

$p_H = p_2 \Rightarrow$

$p_1 = \frac{p_2}{1,8} = \frac{0,5 \cdot 10^5 \text{Па}}{1,8} = 0,278 \cdot 10^5 \text{Па}$

$\rho = \frac{\mu p}{TR}$

$V = \frac{m TR}{\mu p_1}$

$V_1 p_1 = \frac{m_1}{\mu} RT$

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

$\frac{V_1 p_1}{V_2 p_2} = \frac{m_1}{m_2} \Rightarrow V_2 p_2 m_1 = V_1 p_1 m_2$
 $1,8 m_1 = 3,5 m_2$

$V_2 = \frac{V_1}{3,5} = \frac{V_1 p_1 m_2}{p_2 m_1} = \frac{1,8 m_1}{3,5 m_1} \cdot \frac{V_1}{1,8} = \frac{m_1 TR}{\mu p_2} \cdot 1,8$

$= \frac{m TR \cdot 1,8}{3,5 \mu p_2} = \frac{32 \cdot 354 \text{К} \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{моль}} \cdot 1,8}{3,5 \cdot 18 \frac{\text{г}}{\text{моль}} \cdot 95 \cdot 10^5 \text{Па}} = \frac{0,204538}{95 \cdot 10^5} = 2,153 \cdot 10^{-5}$

$V_2 = \frac{m_2 RT}{\mu p_2} = \frac{252,17}{504,34} \cdot 10^{-5}$

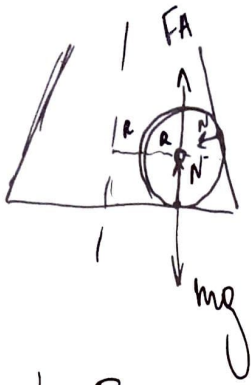
$V_2 = \frac{V_1}{3,5} = \frac{m_1 RT}{\mu p_1 \cdot 3,5} = \frac{m_1 RT \cdot 1,8}{\mu \cdot p_2 \cdot 3,5} = \frac{15885,396}{95 \cdot 10^5} = 167,1 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3$

Ответ: $0,278 \cdot 10^5 \text{Па}$; $504,3 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3 = 10^6 \text{ см}^3$

1000000 см³ м³

Черновик.

2.



$$N \cdot \cos \alpha + mg = N_1 + F_A$$

$$\Rightarrow V \cdot 3\rho g = N_1 + \rho g V$$

$$2V\rho g = N_1$$

$$2 \cdot \frac{4}{3} \pi R^3 \rho g = N_1$$

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

$$a = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R$$



$$mg + N \cos \alpha = F_A + N_2$$

$$N \sin \alpha = am$$

$$N \sin \alpha = \omega^2 \cdot 4R \cdot m$$

$$N_2 = \frac{\omega^2 \cdot 4R \cdot m}{\sin \alpha}$$

$$mg + \frac{\omega^2 \cdot 4R \cdot m}{\tan \alpha} = \rho g V + N_2$$

$$N_2 = V \cdot 3\rho \left(g + \frac{\omega^2 \cdot 4R}{\alpha} \right) - \rho g V$$

$$N_2 = V\rho (3g + 6R\omega^2 - g) = (2g + 6R\omega^2) \cdot \frac{4\pi}{3} R^3 \rho$$

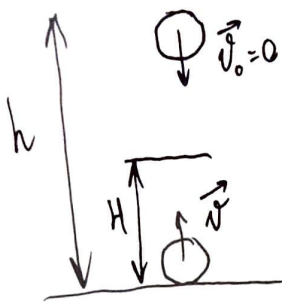
~~Всё~~

Беловик. (1 стр.)

1. Дано:

H, g

Найти: $t; v; S$



Решение:

Пусть h - максимальная высота мяча при броске. Тогда в этой точке скорость мяча равна нулю. Пусть t - время полета второго мяча до столкновения. Тогда расстояние $(h-H)$ первый мяч пройдет за это же время t : $h-H = \frac{gt^2}{2}$ (для 1 мяча)

$$H = vt - \frac{gt^2}{2} \text{ (для 2 мяча)}$$

Так как мячи одинаковые и брошены с одной скоростью, то по закону сохранения энергии на высоте H их скорости будут равны ($v_1 = v_2$): $mgh = mgh + \frac{mv_1^2}{2} = mgh + \frac{mv_2^2}{2}$.

Значит второй мяч ~~с~~ с высоты H до h пролетит за время t . Тогда полное время до максимальной высоты будет $2t$: $h = \frac{g(2t)^2}{2} = 2gt^2$

$$\begin{cases} h = 2gt^2 \\ h-H = \frac{gt^2}{2} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} h = 2gt^2 \\ 2gt^2 - H = \frac{gt^2}{2} \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} h = 2gt^2 \\ \frac{4gt^2 - gt^2}{2} = H \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} h = 2gt^2 \\ \frac{3gt^2}{2} = H \end{cases}$$

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

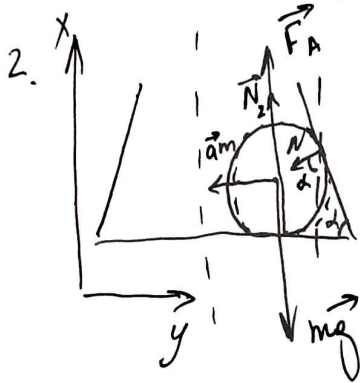
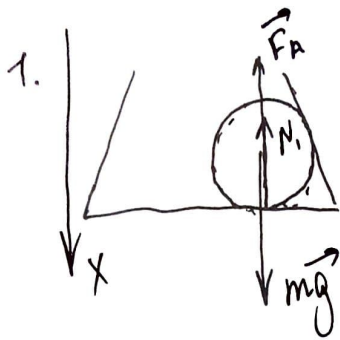
$$H = vt - \frac{gt^2}{2} \Leftrightarrow v = \frac{H + \frac{gt^2}{2}}{t} = \frac{H + \frac{g \cdot 2H}{3g \cdot 2}}{\sqrt{\frac{2H}{3g}}} = \frac{4H\sqrt{3g}}{3\sqrt{2H}} = \frac{2}{3}\sqrt{6Hg}$$

Весь путь 1 мяча до столкновения: $S = h + h - H = 2h - H$
 $S = 2 \cdot 2gt^2 - H = 4g \cdot \frac{2H}{3g} - H = \frac{8H}{3} - H = \frac{5H}{3}$

Ответ: $\sqrt{\frac{2H}{3g}}$; $\frac{2}{3}\sqrt{6Hg}$; $\frac{5H}{3}$

Беловик (2 стр)

2. Дано: $r = 2R$
 $\rho; 3\rho; \omega; \operatorname{tg} \alpha = 2$
 Найти: $N_1; N_2$



Решение:

1. Сосуд не вращается, значит шар находится в покое.

По 2 закону Ньютона:

$$0 = m\vec{g} + \vec{F}_A + \vec{N}_1$$

На ось x : $0 = mg - N_1 - F_A$

$$N_1 = mg - F_A$$

$$N_1 = V \cdot 3\rho g - \rho g V = 2\rho g V = 2\rho g \cdot \frac{4}{3}\pi R^3$$

2. Сосуд вращается с угловой скоростью ω , значит $a = \omega^2 \cdot r = \omega^2 \cdot 4R = \omega^2 \cdot 4R$

По 2 закону Ньютона:

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

На ось x : $0 = mg - F_A - N_2 + N \cdot \cos \alpha$

На ось y : $\omega^2 \cdot 4Rm = N \sin \alpha$

$$N_2 = mg + N \cos \alpha - F_A = 3\rho Vg + \frac{\omega^2 \cdot 4R \cdot 3\rho V}{\sin \alpha} \cdot \cos \alpha - \rho g V =$$

$$= \rho V \left(3g + \frac{\omega^2 \cdot 4R \cdot 3}{\operatorname{tg} \alpha} \right) - g = \rho \frac{4}{3}\pi R^3 \left(2g + \frac{\omega^2 \cdot 4R \cdot 3}{2} \right) =$$

$$= \rho \frac{4}{3}\pi R^3 (2g + 6R\omega^2) = \rho \frac{8}{3}\pi R^3 (g + 3R\omega^2)$$

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

Беловик (3 стр.)

3. Дано:

$$m = 32$$

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

$$V_1 = 3,5V_2$$

$$1,8p_1 = p_2$$

$$p_{\text{н.п}} = 0,5 \cdot 10^5 \text{Па}$$

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

Найти: $p_1; V_2$

Решение:

При изотермическом процессе
($T = \text{const}$): $p_1 V_1 = p_2 V_2$

$$p_1 \cdot 3,5V_2 = 1,8p_1 \cdot V_2$$

$$3,5 \neq 1,8$$

Значит поменялась масса пара
(часть пара сконденсировалась).

Тогда пар находится в состоянии
насыщения: $p_2 = p_{\text{н.п}}$

$$p_1 = \frac{p_2}{1,8} = \frac{0,5 \cdot 10^5 \text{Па}}{1,8} = 0,278 \cdot 10^5 \text{Па}$$

По уравнению Менделеева - Клапейрона:

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

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

$$V_2 \approx \frac{V_1}{3,5} = \frac{m RT}{p_1 \mu \cdot 3,5} = \frac{m RT}{p_2 \mu \cdot 3,5} \cdot 1,8 = \frac{32 \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 354\text{K}}{0,5 \cdot 10^5 \text{Па} \cdot 18 \frac{\text{г}}{\text{моль}} \cdot 3,5} \cdot 1,8 \approx$$

$$\approx 504,3 \cdot 10^{-5} \text{м}^3 = 5043 \text{см}^3$$

Ответ: $0,278 \cdot 10^5 \text{Па}$; 5043см^3 .

Часть 2

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

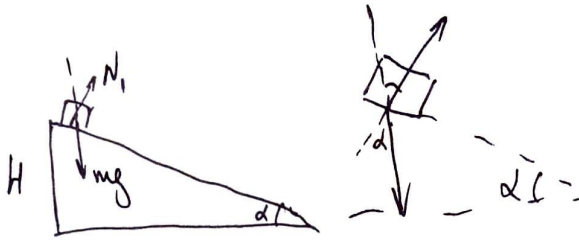
Шифр: **21204632**

ID профиля: **353826**

Вариант 1

Черобук

4.



$$N_1 = mg \cos \alpha$$

$$mg \sin \alpha = a m$$

$$m g H = \frac{m v^2}{2} \rightarrow v = \sqrt{2 g H}$$

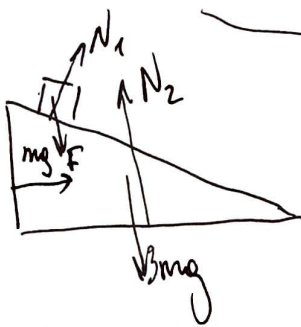
$$a t = v$$

$$g \sin \alpha \cdot t = \sqrt{2 g H}$$

$$t = \frac{\sqrt{2 g H}}{g \sin \alpha} \approx 5$$

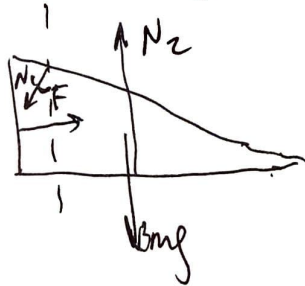
$$\frac{M}{\sin \alpha} = \frac{a t^2}{2}$$

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



$$F \quad mg = \frac{12g}{25}$$

75



$$N_1 = mg \cos \alpha = \frac{4}{5} mg$$

$$3 mg + N_1 \cdot \cos \alpha = N_2$$

225 -
152

$$3 a m = F - N_1 \cdot \sin \alpha$$

$$3 a m = 2 m g - m g \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} \quad \frac{50}{38}$$

$$3 a = 2 g - \frac{12}{25} g = \frac{50 - 12}{25} g$$

$$3 a = \frac{38}{25} g$$

$$a = \frac{38}{75} g$$

$$N_1 = mg \cos \alpha + a_2 m \cdot \sin \alpha$$

$$a_1 m = m g \sin \alpha - a_2 m \cos \alpha$$

$$a_1 = g \sin \alpha - \frac{4}{5} \cdot \frac{38}{75} g = g \cdot \frac{1}{5} \left(3 - \frac{4 \cdot 38}{75} \right) = \frac{g}{5} \left(\frac{75 \cdot 3 - 4 \cdot 38}{75} \right) = \frac{g \cdot 73}{5 \cdot 75} = \frac{g \cdot 73}{375}$$

$$a = g \cdot \frac{73}{375} \quad \text{Черновик}$$

$$\frac{H}{\sin \alpha} = g \cdot \frac{73}{375} \cdot \frac{t^2}{2}$$

$$t = \sqrt{\frac{375 \cdot 2 \cdot H \cdot 5}{g \cdot 3 \cdot 73}} = \sqrt{\frac{75 \cdot 5 \cdot 5 \cdot 2 H}{g \cdot 3 \cdot 73}} = \frac{25 \sqrt{6H}}{\sqrt{g \cdot 3 \cdot 73}}$$

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$$

$$\frac{p_2 = 1,02 p_1}{V_2} \quad \varphi$$

Дано:

$$1,02 p_1 = p_2$$

$$0,99 V_1 = V_2$$

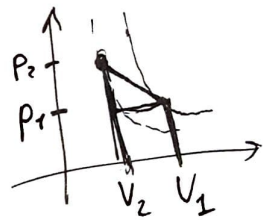
$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$$

$$\frac{1}{2} \quad \frac{2}{1}$$

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{1,02 p_1 \cdot 0,99 V_1}{T_2}$$

$$T_2 = T_1 \cdot 1,0098$$

Увеличилась на 0,98%



$$Q = \Delta U + A$$

$$\frac{Q}{A} = \frac{\Delta U + A}{A} = 1 + \frac{\Delta U}{A} = 1 + \frac{\frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1)}{(p_2 V_2 + p_1 V_1) \cdot (V_1 - V_2)}$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1)$$

$$= 1 + \frac{\frac{3}{2} \nu R \cdot 0,98\%}{(p_2 V_2 + p_1 V_1) (V_1 - V_2)} = 1 + \frac{3(p_2 V_2 - p_1 V_1)}{(p_2 V_2 + p_1 V_1) (V_1 - V_2)}$$

$$= 1 + 3 \left(\frac{1,02 \cdot 0,99 V_1 p_1 - p_1 V_1}{(1,02 \cdot 0,99 V_1 p_1 + p_1 V_1) \cdot (0,01 V_1)} \right) = 1 + \frac{3 \cdot p_1 V_1 \cdot 0,0098}{2,02 p_1 \cdot 0,01 V_1}$$

$$= 1 + \frac{0,0294}{2,02 \cdot 0,01} = 1 + 1,4554 = 2,4554 \approx 2,5$$

$$5 = x^2 \Rightarrow x = 2,5$$

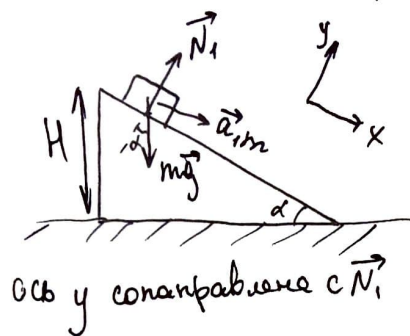
Чистовик (1 стр)

4. Дано:

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

$H, m, 3m$

Найти: $t_1; a; t_2$



Решение:

1. Когда ~~эта~~ клин удерживают:

по 2 закону Ньютона:

$$\vec{a}_{1,m} = \vec{N}_1 + m\vec{g}$$

На ось y: $N_1 = mg \cos d$

На ось x: $a_{1,m} = g \sin d$

$$a_1 = g \sin d$$

по законам кинематики:

$$S = \frac{a_1 t_1^2}{2}$$

$$t_1 = \sqrt{\frac{2S}{a_1}} = \sqrt{\frac{2 \cdot \frac{H}{\sin d}}{g \sin d}} = \frac{\sqrt{2Hg}}{g \sin d}$$

по основному тригонометрическому тождеству:

$$\sin d = \sqrt{1 - \cos^2 d} = \sqrt{1 - \frac{16}{25}} = \sqrt{\frac{9}{25}} = \frac{3}{5}$$

$$t_1 = \frac{\sqrt{2Hg} \cdot 5}{g \cdot 3} = \frac{5}{3g} \sqrt{2Hg}$$

2. Когда на клин действует сила $F = 2mg$:

по 2 закону Ньютона:

$$\vec{a}_m = 3m\vec{g} + \vec{N}_2 + \vec{F} + \vec{N}_3$$

по 3 закону Ньютона: $N_3 = N_1$

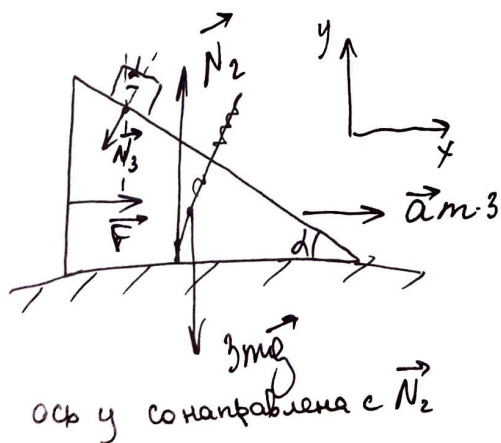
На ось y: $N_2 = 3mg + N_1 \cos d$

На ось x: $3am = F - N_1 \sin d$

$$3am = 2mg - mg \cos d \cdot \sin d$$

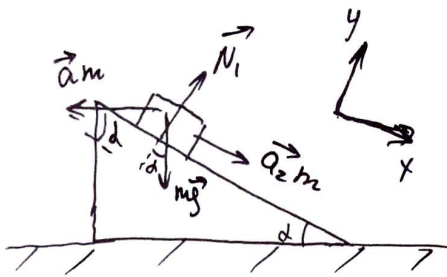
$$3a = 2g - g \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5}$$

$$3a = \frac{38g}{25} \Leftrightarrow a = \frac{38g}{75} \rightarrow$$



Чистовик 2 стр

4. Продолжение →



ось y сонаправлена с \vec{N}_1 .

3. Переидём в систему отсчёта кривая:

По 2 закону Ньютона:

$$\vec{a}_2 m = \vec{N}_1 + m\vec{g} + \vec{a}m$$

На ось y : $N_1 = mg \cos \alpha + a m \sin \alpha$

На ось x : $a_2 m = mg \sin \alpha - a m \cos \alpha$

$$a_2 = g \sin \alpha - a \cos \alpha$$

$$a_2 = g \cdot \frac{3}{5} - \frac{38g}{75} \cdot \frac{4}{5} = g \cdot \frac{1}{5} \left(\frac{75 \cdot 3 - 38 \cdot 4}{75} \right)$$

$$a_2 = \frac{1}{5} g \cdot \frac{73}{75} = \frac{g \cdot 73}{375}$$

По законам кинематики:

$$S = \frac{a_2 t_2^2}{2}$$

$$t_2 = \sqrt{\frac{2S}{a_2}} = \sqrt{\frac{2 \cdot H \cdot 375}{\sin \alpha \cdot g \cdot 73}} = \sqrt{\frac{2 \cdot H \cdot 5 \cdot 75 \cdot 5}{3 \cdot g \cdot 73}} =$$

$$= \sqrt{\frac{2 \cdot H \cdot 5^4 \cdot 3}{3 \cdot g \cdot 73}} = 25 \cdot \sqrt{\frac{2H}{73g}} = 25 \cdot \sqrt{\frac{2H}{73g}}$$

Ответ: $\frac{5 \cdot \sqrt{2Hg}}{3g}$; $\frac{38g}{75}$; $25 \cdot \sqrt{\frac{2H}{73g}}$

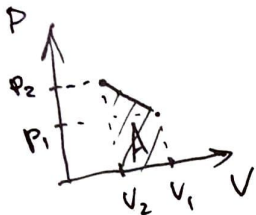
Чистовик (3 стр)

5. Дано:

$$1,02 p_1 = p_2$$

$$0,99 V_2 = V_1$$

Найти: $\frac{\Delta T}{T_1} \%$; $\frac{Q}{A}$



Решение:

По уравнению Клапейрона:

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$$

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{1,02 p_1 \cdot 0,99 V_1}{T_2}$$

$$T_2 = 1,0098 T_1$$

$$\frac{\Delta T}{T_1} = \frac{T_2 - T_1}{T_1} = \frac{0,0098 T_1}{T_1} \cdot 100\% = 0,98\%$$

Температура увеличилась на 0,98%.

$$\frac{Q}{A} = \frac{\Delta U + A}{A} = 1 + \frac{\Delta U}{A} = 1 + \frac{\frac{3}{2} \nu R \Delta T}{A} =$$

$$= 1 + \frac{\frac{3}{2} (\nu R T_2 - \nu R T_1)}{-\frac{(p_1 + p_2) \cdot (V_1 - V_2)}{2}} = 1 - \frac{3(p_2 V_2 - p_1 V_1)}{(p_1 + 1,02 p_1)(V_1 - 0,99 V_1)} =$$

$$= 1 - \frac{3 \cdot 0,0098 V_1 p_1}{2,02 p_1 \cdot 0,01 V_1} = 1 - 1,455 = -0,455$$

Ответ: Температура увеличилась на 0,98%,

$$\frac{Q}{A} = -0,455.$$