

Часть 1

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

Шифр: **21205543**

ID профиля: **377895**

Вариант 1

Умови ①

1 Задача.

1) Пусть макс. высота - h . Тогда первый шар за время полета второго (до столкновения) пройдет расстояние $h - H$. Тогда:

$$h - H = \frac{gt^2}{2}; \quad h = \frac{v_0^2}{2g}; \quad H = v_0 t - \frac{gt^2}{2};$$

$$\frac{v_0^2}{2g} - v_0 t + \frac{gt^2}{2} = \frac{gt^2}{2}; \Leftrightarrow \frac{v_0^2}{2g} - v_0 t = 0. \Leftrightarrow v_0 = 2gt;$$

Тогда:

$$H = 2gt^2 - \frac{gt^2}{2} = \frac{3}{2}gt^2; \quad t = \sqrt{\frac{2H}{3g}}$$

$$2) \quad v_0 = 2g \sqrt{\frac{2H}{3g}} = \sqrt{\frac{8}{3}Hg}$$

3) За всё время полета первый шар прошел:

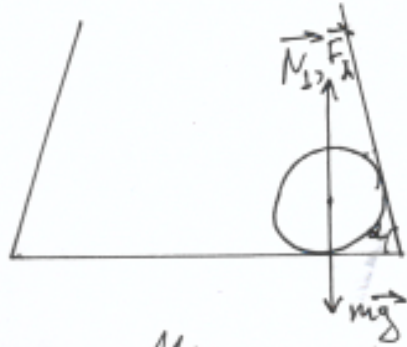
$$s = 2h - H; \quad h = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{4Hg}{3g} = \frac{4}{3}H; \quad s = \frac{8}{3}H - H = \frac{5}{3}H$$

Ответ: 1) $t = \sqrt{\frac{2H}{3g}}$; 2) $v_0 = \sqrt{\frac{8}{3}Hg}$; 3) $s = \frac{5}{3}H$.

Условие 2.

2 Задача.

1) Так как плотность шара больше, чем воды, то он будет просто лежать на дне в отсутствие граничных (реакция опоры стенки отсутствовала бы).



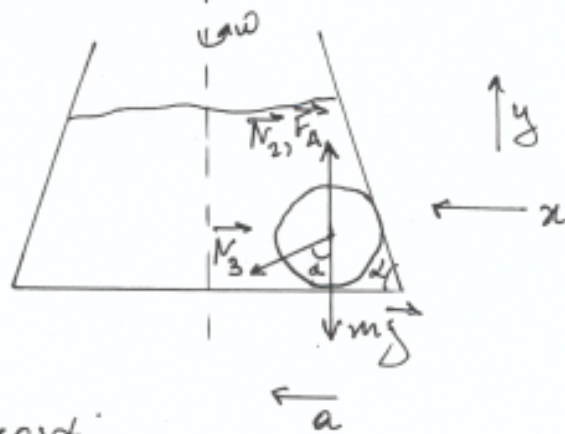
Тогда по II закону Ньютона:

$$N_1 + F_A = mg; \quad N_1 = mg - F_A; \quad \text{или } F_A = \rho g V; \quad m = 3\rho V;$$

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

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

2)



$$OY: N_2 + F_A = mg + N_3 \cos \alpha;$$

$$OX: N_3 \sin \alpha = ma; \quad a = \omega^2 R; \quad N_3 = \frac{2m\omega^2 R}{\sin \alpha};$$

$$N_2 = mg + \frac{2m\omega^2 R}{\tan \alpha} - F_A = 4\rho g \pi R^3 + \frac{8\rho g R^4 \omega^2}{3 \tan \alpha} - \frac{4}{3}\rho g \pi R^3;$$

$$N_2 = \frac{8}{3}\rho \pi R^3 \left(g + \frac{\omega^2 R}{\tan \alpha} \right) \Rightarrow \frac{8}{3}\rho \pi R^3 \left(g + \frac{\omega^2 R}{2} \right)$$

Ответ: 1) $N_1 = \frac{8}{3}\rho g \pi R^3$; 2) $N_2 = \frac{8}{3}\rho \pi R^3 \left(g + \frac{\omega^2 R}{2} \right)$

Лузунка, 10 кл

Условие (3)

3 Задача.

1) При изотермическом процессе $T = \text{const.}$ и, если масса газа постоянна, то $pV = \text{const.}$ Из условия вышесказанного не выполняется, значит, пар конденсировался, а, значит, относительная влажность 100%.

Тогда:

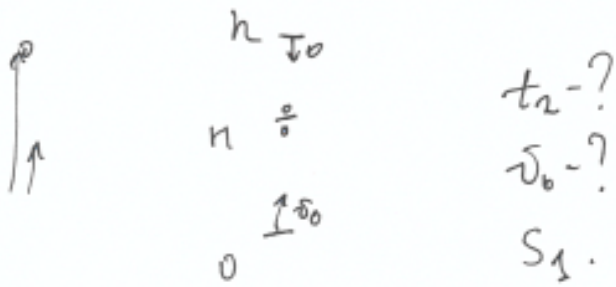
$$\varphi = \frac{p_k}{p_0} = 1; \quad p_k = p_0; \quad \frac{p_k}{p_n} = 2; \quad \Leftrightarrow \quad p_n = \frac{p_k}{2} = \frac{p_0}{2} \quad (\text{где } d=1,8)$$

$$p_n = \frac{0,5 \cdot 10^5 \text{ Па}}{1,8} = 27777,8 \text{ Па} \approx \underline{27,8 \text{ кПа}}$$

$$2) \quad V_k = \frac{V_n}{\gamma}; \quad (\gamma = 3,5); \quad p_n V_n = \frac{m_n}{\mu} RT; \quad V_n = \frac{m_n RT}{\mu p_n};$$
$$V_k = \frac{m_n RT}{\gamma \mu p_n}; \quad V_k = \frac{3 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 354 \text{ К}}{3,5 \cdot 18 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}} \cdot 27,8 \cdot 10^3 \text{ Па}} = 0,005 \text{ м}^3;$$

$$\underline{V_k = 5 \text{ л}}$$

Ответ: 1) $p_n = 27,8 \text{ кПа}$; 2) $V_k = 5 \text{ л}$.



$$h = \frac{v_0^2}{2g}; \quad h = \frac{gt_2^2}{2}; \quad H = v_0 t_2 - \frac{gt_2^2}{2}$$

$$\frac{v_0^2}{2g} - v_0 t_2 + \frac{gt_2^2}{2} = \frac{gt_2^2}{2}; \quad gt_2^2 + v_0 t_2 - \frac{v_0^2}{2g} = 0$$

$$D = v_0^2 + 2v_0^2 = 3v_0^2$$

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

$$t_2 = \frac{-v_0 + \sqrt{3}v_0}{2g} = \frac{v_0(\sqrt{3}-1)}{2g}$$

$$2 \cdot \frac{4}{3} = \frac{8}{3}$$

$$H = \frac{v_0^2(\sqrt{3}-1)}{2g} - \frac{v_0^2(\sqrt{3}-1)^2}{8g} = \frac{v_0^2}{2g} (\sqrt{3}-1 - \frac{(\sqrt{3}-1)^2}{4})$$

$$v_0 = \sqrt{2Hg \frac{1}{3\sqrt{3}-5}} = \sqrt{3-1 - \frac{3-2\sqrt{3}+1}{2}} = \sqrt{3-1-1+\frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{3}{2}\sqrt{3}-2$$

$$\frac{1}{2g} v_0^2 - v_0 t_2 - gt_2^2 = 0$$

$$v_0 = \frac{t_2 + t_2 \sqrt{3}}{g} = gt_2(1+\sqrt{3})$$

$$D = t_2^2 + 2t_2^2 = 3t_2^2$$

$$t_2 = \sqrt{\frac{4}{g} \frac{2}{(3\sqrt{3}-5) \cdot 2}} = \sqrt{\frac{4}{g(6\sqrt{3}-10)}}$$

$$H = gt_2^2(1+\sqrt{3}) - \frac{gt_2^2}{2} = \frac{gt_2^2}{2} (1+\sqrt{3} - \frac{1}{2}) = H$$

0,4

$$v_0 = \frac{H + \frac{gt_2^2}{2}}{t_2} = \frac{\sqrt{gH(\frac{1}{2}+\sqrt{3})} + \frac{gH}{2g(\frac{1}{2}+\sqrt{3})}}{\sqrt{\frac{4}{g(6\sqrt{3}-10)}}} = \sqrt{4H(\frac{1}{2}+\sqrt{3})} + \frac{H}{2(\frac{1}{2}+\sqrt{3})}$$

$$t_2^2 = \frac{H}{g(\frac{1}{2}+\sqrt{3})}$$

$$t_2 = \sqrt{\frac{H}{g(\frac{1}{2}+\sqrt{3})}}$$

Результат, 10 км.

$$v_0 = \frac{v}{t_2} + \frac{gt_2}{2} \quad \text{Уравнение (2)}$$

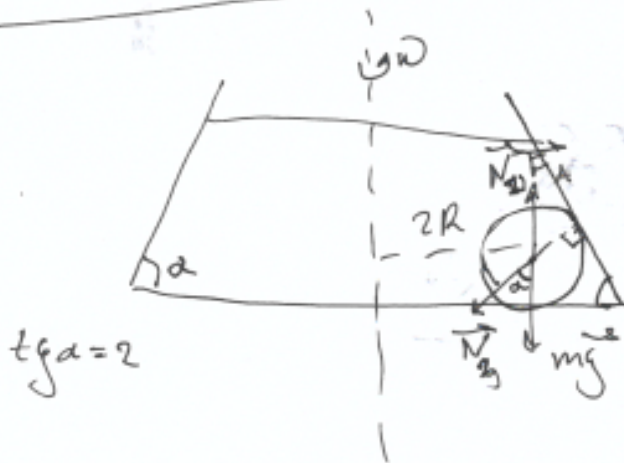
$$= \sqrt{Hg \left(\frac{1}{2} + \sqrt{3}\right)} + \frac{\sqrt{Hg \left(\frac{1}{2} + \sqrt{3}\right)}}{2} \left(\frac{3}{2} \sqrt{Hg \left(\frac{1}{2} + \sqrt{3}\right)} \right) (2h +$$

$$s = h + h - H = 2h - H$$

$$h = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{\frac{9}{4} Hg \left(\frac{1}{2} + \sqrt{3}\right)}{2g} = \frac{9}{8} H \left(\frac{1}{2} + \sqrt{3}\right)$$

$$s = \frac{9}{4} H \left(\frac{1}{2} + \sqrt{3}\right) - H = H \left(\frac{9}{4} \left(\frac{1}{2} + \sqrt{3}\right) - 1\right)$$

2)



$$tg \alpha = 2$$

$$N_2 + F_A = mg + N_3 \cos \alpha$$

$$N_3 \sin \alpha = ma = 2m\omega^2 R$$

$$N_3 = \frac{2m\omega^2 R}{\sin \alpha}$$

$$N_2 = \cancel{2\rho g V} + mg + \frac{2m\omega^2 R}{tg \alpha} - \rho g V =$$

$$= 3\rho g V + \frac{6\rho g V \omega^2 R}{tg \alpha} - \rho g V =$$

$$= 2\rho g V + \frac{6\rho g V \omega^2 R}{tg \alpha} = \frac{8}{3} \rho g \pi R^3 \left(1 + \frac{3\omega^2 R}{tg \alpha} \right)$$

1)



$$F_A + N_1 = mg$$

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

$$= 3\rho g V - \rho g V = 2\rho g V$$

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

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

Урновани (3)

Лизина, 10 км.

$$m = 32.$$

$$T = \text{const}$$

$$T = 357^\circ\text{C}.$$

$$\gamma = 3,5$$

$$d = 1,8 \text{ пар.}$$

$$p_0 = 0,5 \cdot 10^5 \text{ Па.}$$

$$\mu$$

$$p_n?$$

$$h = \frac{v_0^2}{2g};$$

$$h - H = \frac{gt_2^2}{2}$$

$$H = v_0 t_2 - \frac{gt_2^2}{2}$$

$$\frac{v_0^2}{2g} - v_0 t_2 + \frac{gt_2^2}{2} = \frac{gt_2^2}{2}$$

$$v_0 \left(\frac{v_0}{2g} - t_2 \right) = 0. \quad v_0 = 2gt_2$$

$$H = h = 2gt_2^2 - \frac{gt_2^2}{2} = \frac{3}{2} gt_2^2;$$

$$t_2 = \sqrt{\frac{2H}{3g}}$$

$$S = 2h - H$$

$$h = \frac{8H}{3 \cdot 2g} = \frac{4}{3} H.$$

$$S = \frac{8}{3} H - H = \frac{5}{3} H$$

$$4 - \frac{4}{3} = \frac{12-4}{3} = \frac{8}{3}$$

$$p_n V = \frac{m}{\mu} R T$$

$$\gamma_0 = \frac{p_n}{p_0};$$

$$p_0 = p_n d.$$

$$p_0 \frac{V}{\gamma} = p_n d \cdot \frac{V}{\gamma} = \frac{m - \Delta m}{\mu} R T$$

$$\gamma_0 = \frac{p_n}{p_0} \quad p_n = \frac{m}{V_n}$$

$$\frac{p_n}{p_0} = \frac{1}{d} = \frac{m R T}{V_n p_0 \mu}$$

$$= \frac{m R T}{\gamma V_n p_0 \mu}$$

$$V_n = \frac{\Delta m R T}{\gamma p_0 \mu}$$

$$v_0 = 2g \sqrt{\frac{2H}{3g}} = 2 \sqrt{\frac{2Hg}{3}}$$

$$= \sqrt{\frac{8}{3} Hg}$$

Часть 2

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

Шифр: **21205543**

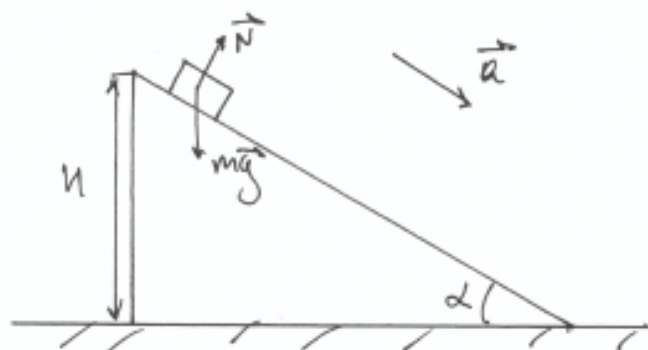
ID профиля: **377895**

Вариант 1

Механика (1)

4 Задача.

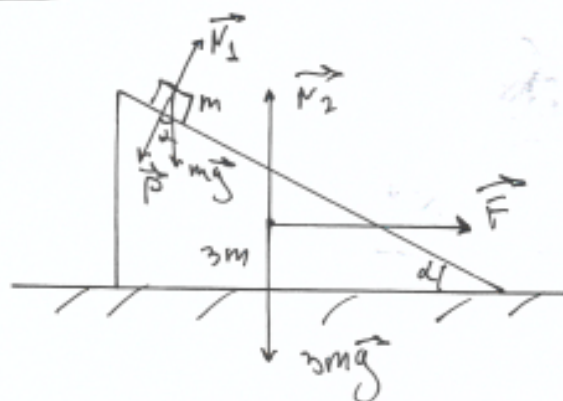
1)



$$s = \frac{at^2}{2}; \quad s = \frac{H}{\sin \alpha}; \quad a = g \sin \alpha; \quad t = \sqrt{\frac{2s}{a}} = \sqrt{\frac{2H}{g \sin^2 \alpha}}$$

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

2)



$4m a_{\text{кн}} = F - P \sin \alpha; \quad P = N_1; \quad N_1 = mg \cos \alpha; \quad 4m a_{\text{кн}} = 2mg - mg \sin \alpha \cos \alpha$

$a_{\text{кн}} = g \frac{2 - \sin \alpha \cos \alpha}{4}; \quad a_{\text{кн}} = 0,38g$

3) Пусть мы полностью пренебрежем кривизной L, а маюда d (по разумному). Тогда;

$d \approx s = L, \quad \text{где } \frac{H}{L} = \frac{1}{\sin \alpha}; \quad d = \frac{a_{\text{кн}} t^2}{2}; \quad L = \frac{a_{\text{кн}} t^2}{2}; \quad a_{\text{кн}} = a_{\text{кн}} \cos \alpha$

$a_{\text{кн}} = g \sin \alpha; \quad \frac{t^2}{2} (g \sin \alpha \cos \alpha - 0,38g) = \frac{H}{\sin \alpha}; \quad t = \sqrt{\frac{2H}{g \sin \alpha (\sin \alpha \cos \alpha - 0,38)}}$

$t = \sqrt{\frac{2H}{g \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{1}{10}}} = \sqrt{\frac{80H}{3g}} = 4 \sqrt{\frac{5H}{3g}}$

Ответ: 1) $t = \frac{5}{3} \sqrt{\frac{2H}{g}}$; 2) $a_{\text{кн}} = 0,38g$; 3) $t = 4 \sqrt{\frac{5H}{3g}}$.

Условие (2)

5 Задача

1) Из уравнения Менделеева - Клапейрона:

$$p_0 V_0 = \nu R T_0; \quad p' V' = \nu R T'; \quad \frac{T'}{T_0} = \frac{p' V'}{p_0 V_0}; \quad T' = T_0 \frac{p' V'}{p_0 V_0};$$

$$p' = 1,02 p_0; \quad V' = 0,95 V_0; \quad T' = 1,0098 T_0;$$

Значит, температура увеличилась на 0,98%;

$$2) Q = \Delta U + A'; \quad \Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = 0,0147 \nu R T_0;$$

Так как относительные изменения давления, объема и температуры много меньше единицы, то график процесса в осях pV можно считать пропорциональным. Тогда:

$$A' = \frac{p' + p_0}{2} (V' - V_0); \quad A' = -0,0101 p_0 V_0 = -0,0101 \nu R T_0;$$

$$\left| \frac{Q}{A'} \right| = \left| \frac{0,0147 \nu R T_0 - 0,0101 \nu R T_0}{-0,0101 \nu R T_0} \right| = 0,46.$$

Ответ: 1) увеличится на 0,98%; 2) 0,46.

Решение ①



$$s = \frac{at^2}{2}; \quad t = \sqrt{\frac{2s}{a}}; \quad a = g \sin \alpha$$

$$a_{\text{rel}} = g \sin \alpha - g \frac{2 - \cos \alpha}{3} \cos \alpha$$

$$s = \frac{h}{\sin \alpha}; \quad s = \frac{H}{\sin \alpha}$$

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

$$\frac{3}{4} \left(\frac{12}{25} - \frac{10}{25} \right) = \frac{3}{4} \cdot \frac{2}{25}$$

$$t = \sqrt{\frac{100H}{3g}} \quad t = \sqrt{\frac{2H}{g \sin \alpha (\sin \alpha - \frac{2 - \cos \alpha}{3} \cos \alpha)}} = \frac{6}{15}$$



$$\frac{3}{5} = \frac{3}{15}$$

$$3ma = 2mg + mg \cos \alpha$$

$$a = \frac{g(2 + \cos \alpha)}{3}$$



$$\frac{3}{5} \left(\frac{3}{5} - \frac{6^2}{15 \cdot 5} \right) =$$

$$= \frac{3}{5} \left(\frac{3}{5} - \frac{8}{25} \right) =$$

$$= \frac{3}{5} \cdot \frac{7}{25} = \frac{21}{125}$$

$$s = \frac{h}{\sin \alpha} = \frac{at^2}{2}; \quad a = g \sin \alpha + \frac{g(2 + \cos \alpha)}{3} \cos \alpha$$

$$t = \sqrt{\frac{250H}{21g}}$$

$$t = \sqrt{\frac{2H}{g \sin \alpha (\sin \alpha + \frac{2 + \cos \alpha}{3} \cos \alpha)}}$$

$$3ma = 2mg - mg \cos \alpha$$

$$a = \frac{2g - g \cos \alpha}{3}$$

$$tg \alpha = \frac{4}{5} \quad s = \frac{4}{3}$$

$$t = \sqrt{\frac{2H}{g \sin \alpha (\sin \alpha \cos \alpha - \frac{2 - \cos \alpha}{3})}}$$

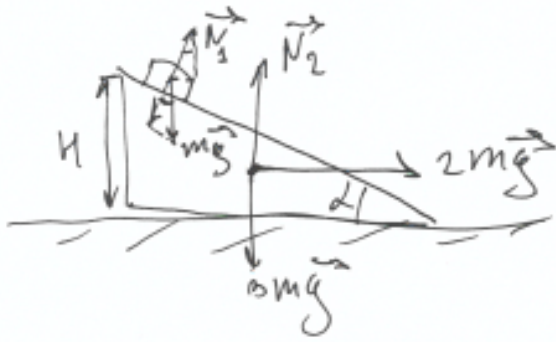
$$\frac{3}{5} \cdot \frac{4}{5} = \frac{3}{5}$$

$$a_{\text{rel}} = g \sin \alpha \cos \alpha - g \frac{2 - \cos \alpha}{3}$$

$$\frac{3}{5} \left(\frac{3}{5} \cdot \frac{4}{5} - \frac{2 - \frac{4}{5}}{3} \right) = \frac{3}{5} \left(\frac{12}{25} - \frac{6^2}{15 \cdot 5} \right) = \frac{3}{5} \cdot \frac{2}{25} = \frac{6}{125}$$

$$a_{\text{rel}} = g \sin \alpha \cos \alpha - g \frac{2 - \cos \alpha}{3}; \quad s = \frac{4}{3}; \quad t = \sqrt{\frac{2H}{g \sin \alpha (\sin \alpha \cos \alpha - \frac{2 - \cos \alpha}{3})}}$$

Задача 5



$$\frac{12}{25} = \frac{36}{75}$$

$$g \sin \alpha \cdot \sin \alpha = 36$$

$$mg = N_2 = ma;$$

$$N_2 = 4mg$$

$$4mg \cdot a_{acc} = 2mg$$

$$a_{acc} = \frac{g}{2};$$

$$2 - \frac{12}{25} = \frac{36}{75} \quad s = \frac{H}{\sin \alpha} = \frac{a_{acc} t^2}{2};$$

$$t = \sqrt{\frac{2H}{g \sin \alpha}}; \quad a = g \sin \alpha - \frac{2 \cos \alpha}{3} g$$

$$a_{acc} = 2mg - mg \cos \alpha \cdot \sin \alpha \neq; \quad a_{acc} = g \frac{2 - \sin \alpha \cos \alpha}{3} = \frac{26}{75} g$$

$$t_1 = \sqrt{\frac{8H}{3(g \sin \alpha \cos \alpha - \frac{36}{75}g)}} = \sqrt{\frac{8H}{0,3g}} = \sqrt{\frac{80H}{3g}}$$

$$t_2 = \sqrt{\frac{10H}{3(g \frac{2}{5} - 0,304)}} = \sqrt{\frac{10H}{3 \cdot 0,296g}}$$

$$4mg \cdot a_{acc} = 2mg$$

$$a_{acc} = \frac{g}{2}$$

$$\frac{a_{acc} t^2}{2} = \frac{a_{acc} t^2}{2} + \frac{H}{g d}$$

$$t^2 = \sqrt{\frac{2H}{g d (a_{acc} - a_{acc})}}$$

$$\eta = 1 - \frac{T_0}{T_1};$$

$$\eta = \frac{d'}{d}$$

$$s = L; \quad L = \frac{H}{g d};$$

$$L = \frac{a_{acc} t^2}{2};$$

$$L = \frac{a_{acc} t^2}{2};$$

$$\frac{H}{g d} = \frac{t^2}{2} (a_{acc} - a_{acc})$$

$$\eta = 0,0037.$$

Чепровик (2)

$$t_3 = \sqrt{\frac{8H}{3a}}$$

$$a_{m1} = g \left(\frac{12}{25} - \frac{\frac{2}{5}}{\frac{15}{5}} \right) = \frac{2}{25}g$$

$$t_3 = \sqrt{\frac{100H}{3g}}$$

$$t_2 = \sqrt{\frac{10H}{\frac{3}{5}g}}$$

$$a_{m2} = g \left(\frac{3}{5} - \frac{\frac{2}{5} \cdot \frac{5}{5}}{\frac{5}{5}} \right) = g \left(\frac{3}{5} - \frac{\frac{2}{5}}{\frac{5}{5}} \right) = \frac{7}{25}g$$

$$t_2 = \sqrt{\frac{250H}{27}}$$

$$a_m = \frac{3}{5} - \frac{6}{25} = \frac{9}{25}$$

~~g+~~ ~~g-~~



l=3

$\rho_0 = \rho = 1,02 \rho_0$

$V = 0,93 V_0$



$\frac{80}{3}$

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

$pV = \nu RT$

$p_0 V_0 = \nu R T_0$

$\frac{20^2 H}{3}$

$\frac{3}{5} \left(\frac{3}{5} - \frac{2}{5} \right)$

$\frac{2}{0,075} = 26$

$Q = \Delta U + \Delta W$

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

$1,0098 p_0 V_0 = \nu R T$

$T = 1,0098 T_0$

$\Delta W = \frac{p_0 + p}{2} (V_0 - V) =$

$\frac{\Delta T}{T} = 0,998\%$

$= 1,02 p_0 \cdot 0,0101 p_0 V_0 =$

$= 0,0101 \nu R T_0$



$\frac{\Delta U}{\Delta W} =$

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

$\frac{Q}{\Delta W} = \frac{0,0248}{0,0101} = 2,46$