

Часть 1

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

Шифр: **21206514**

ID профиля: **128592**

Вариант 2

3) Дано:

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

$T = 354\text{K}$

$T = \text{const}$

$V_2 = 1,7\text{л}$

$V_1 = 7V_2$

$p_2 = 3,6 p_1$

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

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

Решение:
Т.к. процесс изотермический, то
 $pV = \text{const}$, то

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

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

\Rightarrow значит часть пара конденсировалась.

$$V_1 = 7V_2 = 7 \cdot 1,7\text{л} = 11,9 \cdot 10^{-3} \text{м}^3.$$

В момент конденсации вода
давление было равно давлению
насыщенного пара.

$$p_{\text{н.п.}} = p_2 \Rightarrow p_1 = \frac{p_{\text{н.п.}}}{3,6} = \frac{0,5 \cdot 10^5 \text{Па}}{3,6} = 1,39 \cdot 10^4 \text{Па}.$$

$$p_1 = 1,39 \cdot 10^4 \text{Па}$$

3-й Менделеева-Клапейрона:

$$p_1 V_1 = \nu RT;$$

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

$$m_n = \frac{p_1 V_1 \mu}{RT};$$

$$m_n = \frac{1,39 \cdot 10^4 \text{Па} \cdot 11,9 \cdot 10^{-3} \text{м}^3 \cdot 18 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}}{8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{моль}} \cdot 354\text{К}} = 0,13 \cdot 10^{-2} \text{кг} = 0,13 \cdot 10^2 \text{г}$$

Ответ: $p_1 = 1,39 \cdot 10^4 \text{Па}$
 $m_n = 0,13 \cdot 10^2 \text{г}$

Условие №3.

2) Дано:

ρ
 6ρ
 ω
 R
 $1,5R$
 $\operatorname{tg} \alpha = \frac{3}{2}$

Решение:
К телу приложена

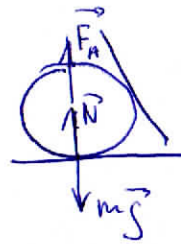
$$F_A = \frac{4}{3} \rho g \pi R^3$$

$$F_T = 8\pi R^3 \rho g$$

и

$N_{\text{гид}}$

Т.е. тело находится (в замкнутом треугольнике)



1) $N_{\text{гид}} = ?$

$$\vec{F}_A + \vec{F}_T + \vec{N}_{\text{гид}} = 0;$$

$$N_{\text{гид}} = F_T - F_A = 8\pi R^3 \rho g - \frac{4}{3} \rho g \pi R^3 = \frac{20}{3} \rho g \pi R^3.$$

Ответ: $N_{\text{гид}} = \frac{20}{3} \rho g \pi R^3$

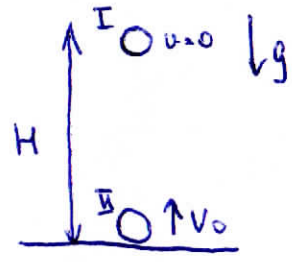
① Дано:

V_0

- 1) τ_1 - ?
- 2) $\frac{\tau_1}{\tau_2}$ - ?
- 3) h - ?

Решение:

Момент, ~~когда~~ когда первый шар достиг максимальной высоты:



Найдем максимальную высоту подъема (H)

$$H = \frac{u_n^2 - u_n^2}{2a} = \frac{-V_0^2}{-2g} = \frac{V_0^2}{2g}$$

Шар ~~вернется~~ встретится на какой-то высоте h

Для I-го шара

$$h = \frac{V_0^2}{2g} - \frac{gt_1^2}{2}$$

Для второго шара

$$h = V_0 t_2 - \frac{gt_2^2}{2}$$

$$\Rightarrow \frac{V_0^2}{2g} - \frac{gt_1^2}{2} = V_0 t_2 - \frac{gt_2^2}{2} \Rightarrow \frac{V_0^2}{2g} = V_0 t_2 \Rightarrow t_2 = \frac{V_0}{2g}$$

, где t_2 - время, за которое первый и второй шар прошли до встречи с момента запуска II шара

Найдем время подъема I шара:

время падения = время подъема

$$\frac{gt_1^2}{2} = \frac{V_0^2}{2g}$$

$$t_1^2 = \frac{2V_0^2}{2g^2}$$

$$t_1 = \frac{V_0}{g}$$

$$1) \tau_1 = t_1 + t_2 = \frac{V_0}{g} + \frac{V_0}{2g} = \frac{3V_0}{2g}$$

$$2) \tau_2 = t_2 = \frac{V_0}{2g}$$

$$\frac{\tau_1}{\tau_2} = \frac{\frac{3V_0}{2g}}{\frac{V_0}{2g}} = 3$$

$$3) h = H - \frac{gt_1^2}{2} = \frac{V_0^2}{2g} - \frac{gV_0^2}{4g^2} = \frac{3V_0^2}{8g}$$

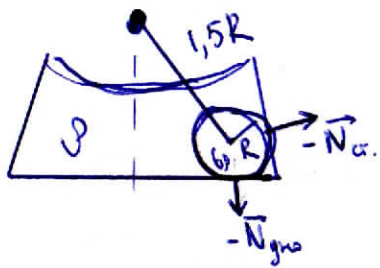
Ответ: ~~$\frac{3V_0^2}{8g}$~~

$$1) \tau_1 = \frac{3V_0}{2g}$$

$$2) \frac{\tau_1}{\tau_2} = 3$$

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

2



$V_{ш} = \frac{4}{3}\pi R^3 \rho$ - масса шара

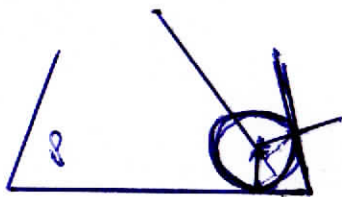
На шар действуют:

$F_T = 8\pi R^3 \rho g$

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

$N_{гнo}$?
 $N_{гнo}$?
 N - общее

$8\pi R^3 \rho g - \frac{4}{3}\rho g \pi R^3 - N_{гнo} = 0$



$\vec{N}_{гнo} + \vec{N}_{отвeт} = \vec{P}$

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

$\text{tg } k = \frac{1}{\cos^2 k} + 1$

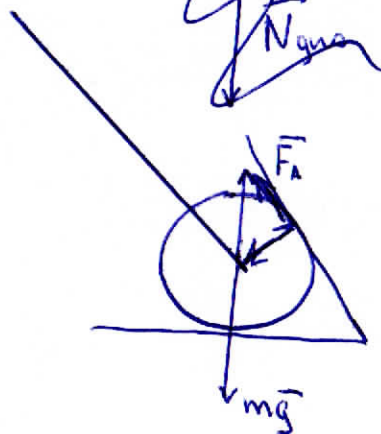
$\frac{3}{2} = \frac{1}{\cos^2 k}$

$\cos k = \frac{1}{\sqrt{5}}$

$\cos k = \sqrt{\frac{2}{5}}$

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

$\sin k = \sqrt{\frac{3}{5}}$



$\omega = \frac{\rho a g}{C}$

$\omega R = a$

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

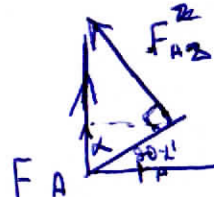
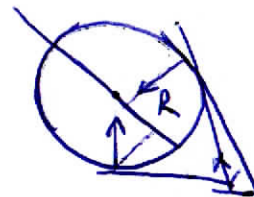
Угловым.



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

$\omega R = a$

$\cos(90^\circ - k) = \sin k$



$F_{A1}^2 + F_{A2}^2 = F_A^2$

$\frac{F_{A2}^2}{F_{A1}^2} = \frac{3}{2}$

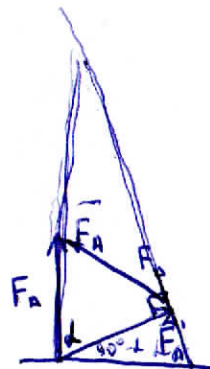
$F_{A2} = \sqrt{\frac{3}{2}} F_{A1}$

$\frac{9}{4} F_{A1}^2 + F_{A1}^2 = \frac{16}{9} (\dots)^2$

$\frac{13}{4} F_{A1}^2 = \frac{16}{9} (\dots)$

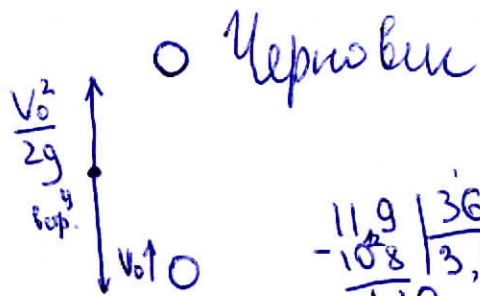
$F_{A1}^2 = \frac{16 \cdot 4}{9 \cdot 13} \dots$

$F_{A1} = \frac{8}{3} \cdot \frac{1}{\sqrt{13}} \rho g \pi R^3$



$N_{гнo} = \frac{20}{3}\pi R^3 \rho g - \frac{8\sqrt{13}}{39}\pi R^3 \rho g \cdot \sqrt{\frac{3}{5}}$

1) $V_0 \uparrow$



$$\frac{1 \cdot 273}{3 \cdot 54}$$

$$\begin{array}{r} 11,9 \mid 36 \\ -108 \mid 3,30 \\ \hline 110 \\ -108 \\ \hline 20 \end{array}$$



Шар поднимается вверх:

$$y_{\text{верх}} = \frac{gt_1^2}{2} = \frac{V_0^2}{2g} - \frac{gt_2^2}{2}$$

$$y_{\text{верх}} = V_0 t_2 - \frac{gt_2^2}{2}$$

$$\frac{V_0^2}{2g} - \frac{gt_2^2}{2} = V_0 t_2 - \frac{gt_2^2}{2}$$

$$\frac{V_0^2}{2g} = V_0 t_2$$

$$\boxed{\frac{V_0}{2g} = t_2}$$

$$1) \tau_1 = t_1 + t_2 = \frac{V_0}{g} + \frac{V_0}{2g} = \frac{3V_0}{2g}$$

$$V_0 t_1 = \frac{gt_1^2}{2} = \frac{V_0^2}{2g}$$

$$\left(\frac{g}{2}\right) t_1^2 - V_0 t_1 + \frac{V_0^2}{2g} = 0$$

Время падения = время подъема

$$\frac{gt_1^2}{2} = \frac{V_0^2}{2g}$$

$$t_1^2 = \frac{2V_0^2}{2g^2}$$

$$\boxed{t_1 = \frac{V_0}{g}}$$

2) Второй шар летит до столкновения столько же, сколько существовал первый

$$\tau_2 = t_2 = \frac{V_0}{2g}$$

$$\frac{\tau_1}{\tau_2} = \frac{\frac{3}{2} \frac{V_0}{g}}{\frac{V_0}{2g}} = \frac{\frac{3}{2}}{\frac{1}{2}} = 3$$

$$3) H = \frac{V_0^2}{2g} - g \frac{V_0^2}{4g^2} = \frac{V_0^2}{2g} - \frac{V_0^2}{8g} = \boxed{\frac{3V_0^2}{8g}}$$

3)

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

$$T = 81^\circ\text{C} + 273 = 354\text{K}$$

$$T = \text{const}$$

$$V_2 = 1,7n$$

$$V_1 = 7V_2$$

$$p_2 = 3,6p_1$$

$$p_{\text{начальная пара}} = 0,5 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

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

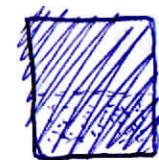
$$p_1 V_1 = p_2 V_2$$

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

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

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

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



Значит, малая то часть пара превратилась в воду и в сосуде появилась насыщ. пар.

$$V_{\text{н.}} = 7 \cdot 1,7n = 11,9n = 11,9 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

Получается, что $p_{\text{н.}} = 0,5 \cdot 10^5 \text{ Па}$ было в момент, когда пар занимал $11,9 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 : 3,6 \approx 3,3 \cdot 10^{-3}$

T.e.

~~Равенство 1,5~~

$$P_{\text{нар.}} = \frac{P_{\text{нар.}}}{\frac{25 \cdot 10^5 \text{ Па}}{3,6}} = 1,03 \cdot 10^4 \text{ Па}$$

$$P_{\text{нар.}} = P_{\text{нар.}} V_{\text{нар.}} = \nu RT$$

$$P_{\text{нар.}} V_{\text{нар.}} = \frac{m}{\mu} RT;$$

$$0,5 \cdot 10^5 = 5 \cdot 10^4$$

$$\frac{P_{\text{нар.}} V_{\text{нар.}} \mu}{RT} = m_n$$

$$\begin{array}{r} 50 \overline{) 36} \\ -36 \quad \overline{) 1,08} \\ \hline -140 \\ -108 \\ \hline 32 \end{array}$$

$$m_n = \frac{1,03 \cdot 10^4 \cdot 11,9 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 \cdot 18 \cdot 10^{-3} \frac{\text{м}}{\text{моль}}}{8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{моль}} \cdot 354 \text{ К}} = 0,07 \cdot 10^{-2} \text{ м} =$$

$$= 0,7 \cdot 10^{-3} \text{ м} = \boxed{0,72}$$

$$\begin{array}{r} 2650 \overline{) 354} \\ -0 \quad \overline{) 0,} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2650 \overline{) 3540} \\ -0 \quad \overline{) 0,2} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 26500 \overline{) 3540} \\ -24780 \quad \overline{) 0,07} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 10 \overline{) 22050} \overline{) 831} \\ -1662 \quad \overline{) 26,5} \\ \hline 5430 \\ 4986 \\ \hline 4440 \\ 4155 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 11,9 \\ 1,03 \\ \hline 119 \\ 348 \\ \hline 12248 \end{array}$$

$$\frac{26,5}{354}$$

$$\begin{array}{r} \times 12,36 \\ 12,248 \\ \hline 18 \\ 97984 \\ + 2248 \\ \hline 220,464 \end{array}$$

220,5

Черновик

Часть 2

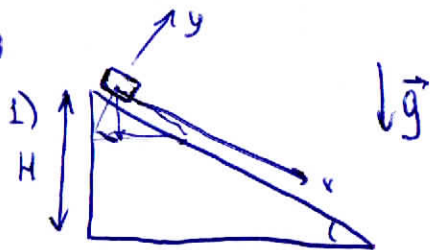
Олимпиада: **Физика, 10 класс (2 часть)**

Шифр: **21206514**

ID профиля: **128592**

Вариант 2

4)



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

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

Цирювик.



Если или удерживать, то мы стабилизируем силу F, значит блок будет покоиться, а брусок движется без начальной скорости.

II закон Ньютона:

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

на оси Ox:

$$mg \cdot \sin \alpha = ma$$

Oy:

$$mg \cdot \cos \alpha = N$$

$$mg \cdot \sin \alpha = ma$$

$$g \cdot \sin \alpha = a$$

$$a = g \cdot \sin \alpha \quad a = \frac{4}{5}g$$

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

$$S = \frac{at^2}{2} = \frac{\frac{4}{5}gt^2}{2} = \frac{2}{5}gt^2$$

$$\frac{5}{4}H = \frac{2}{5}gt^2$$

$$\frac{25}{8} \frac{H}{g} = t^2$$

$$t = \sqrt{\frac{25H}{8g}} = \frac{5}{2\sqrt{2}} \sqrt{\frac{H}{g}} = \frac{5\sqrt{2}}{4} \sqrt{\frac{H}{g}} = \frac{5}{4} \sqrt{\frac{2H}{g}} = 1,25 \sqrt{\frac{2H}{g}} \approx 1,8 \sqrt{\frac{H}{g}}$$

2) II закон Ньютона:

$$3m\vec{g} + \vec{F} + \vec{N} = m\vec{a}_{\text{кин}};$$

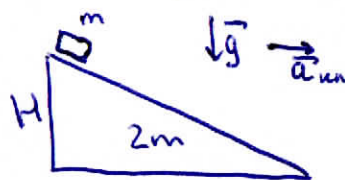
Ox:

$$F = 3ma_{\text{кин}};$$

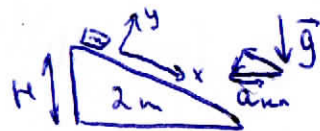
$$mg = 3ma_{\text{кин}};$$

$$a_{\text{кин}} = \frac{g}{3}$$

3)



Переедем в систему отсчета "кин"



II закон Ньютона

$$m\vec{a}_{\text{кин}} + m\vec{g} + \vec{N} = m\vec{a};$$

Ox:

~~max~~

$$-ma_{\text{кин}} \cos \alpha + mg \cdot \sin \alpha = ma;$$

$$-m \frac{g}{3} \cdot \frac{3}{5} + mg \cdot \frac{4}{5} = ma;$$

$$-mg \frac{1}{5} + mg \frac{4}{5} = ma$$

$$\frac{3}{5} mg = ma$$

$$a = \frac{3}{5}g$$

$$S = \frac{5}{4}H$$

$$S = \frac{at^2}{2} = \frac{3}{10}gt^2$$

$$\frac{5}{4}H = \frac{3}{10}gt^2;$$

$$t^2 = \frac{50}{12} \frac{H}{g}$$

$$t = \sqrt{\frac{50}{12} \frac{H}{g}} \approx 2,04 \sqrt{\frac{H}{g}}$$

$$\left. \begin{aligned} 5) \quad pV &= \nu RT \\ 0,99p \cdot 1,02V &= \nu RT_2 \end{aligned} \right\} 1,0098pV - pV$$

Черновик

$$1,0098pV = \nu RT_2$$

$$1,0098\nu RT = \nu RT_2$$

$$1,0098T = T_2$$

$$\Delta T = \frac{T_2 - T_1}{T_1} = \frac{1,0098T_1 - T_1}{T_1} = 100\% = 0,98\%$$

$$\Delta T = 1,0098T - T = 0,98\%$$

Увеличение на 0,98%

$$\Delta T = 0,0098T$$

2) ~~As~~

$$Q = \Delta U + \nu A$$

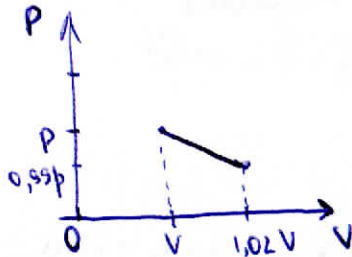
$$Q = \frac{3}{2}\nu R\Delta T + p\Delta V = \frac{3}{2}\nu R \cdot 0,98 + (p + 0,99p)(0,02V) \cdot \frac{1}{2} = \frac{3}{2}\nu R\Delta T + 0,0199pV = \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_1) + 0,0199\nu RT =$$

$$= \frac{3}{2}\nu RT_2 - \frac{3}{2}\nu RT_1 + 0,0199\nu RT_1 = \frac{3}{2}\nu RT_2 - 1,4801\nu RT =$$

$$= 1,5147\nu RT - 1,4801\nu RT = 0,0346\nu RT.$$

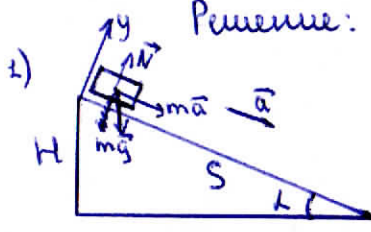
$$\Delta U = \frac{3}{2}\nu RT_2 - \frac{3}{2}\nu RT_1 = \frac{3}{2}\nu R\Delta T = 0,0147\nu RT.$$

$$\frac{Q}{\Delta U} = \frac{0,0346\nu RT}{0,0147\nu RT} \approx 2,4.$$



Условие №1

- ① Дано:
 Δ
 $\cos \alpha = \frac{3}{5}$
 H
 m
 $2m$
 $F = mg$



Если клин удерживать, то мы компенсируем силу F, значит клин будет покоиться, а брусок движется без начальной скорости.

Запишем II закон Ньютона в векторной форме (для бруска)

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

Введем оси OX и OY.

Ox: $mg \cdot \sin \alpha = ma$ Oy: $mg \cdot \cos \alpha = N$

$$a = g \cdot \sin \alpha$$

$$a = \frac{4}{5}g$$

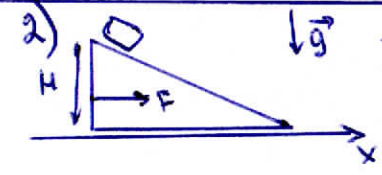
$$S = \frac{H}{\sin \alpha} = \frac{5}{4}H$$

$$S = \frac{at^2}{2} = \frac{\frac{4}{5}gt^2}{2} = \frac{2}{5}gt^2$$

$$\frac{5}{4}H = \frac{2}{5}gt^2$$

$$t^2 = \frac{25H}{8g}$$

$$t = \sqrt{\frac{25H}{8g}} = \frac{5\sqrt{2}}{4} \sqrt{\frac{H}{g}} \approx 1,8 \sqrt{\frac{H}{g}} \quad \text{Ответ: } t = 1,8 \sqrt{\frac{H}{g}}$$



II закон Ньютона (для клина и бруска) на клин

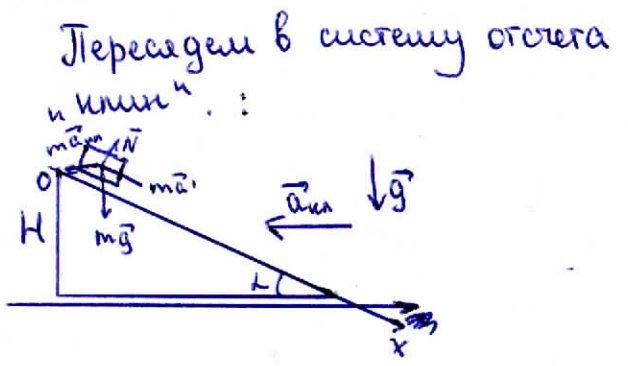
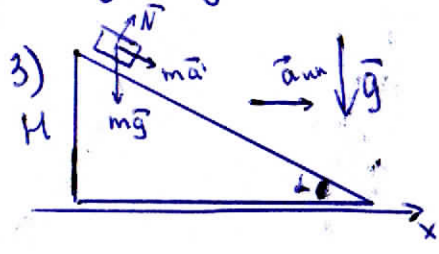
$$m\vec{g} + 2m\vec{g} + \vec{F} + \vec{N} = M\vec{a}_{\text{клин}}$$

Ox: $F = (2m+m)a_{\text{клин}}$

Oy: $mg = 3ma_{\text{клин}}$

$$a_{\text{клин}} = \frac{g}{3}$$

Ответ: $a_{\text{клин}} = \frac{g}{3} = \frac{1}{3}g$



II закон Ньютона:

$$m\vec{a}_{\text{клин}} + m\vec{g} + \vec{N} = m\vec{a}'$$

Ox:

$$-ma_{\text{клин}} \cdot \cos \alpha + mg \cdot \sin \alpha = ma'$$

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

$$a' = \frac{3}{5}g$$

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

$$S = \frac{at^2}{2} = \frac{3}{10}t^2$$

$$\Rightarrow \frac{5}{4}H = \frac{3}{10}t^2 \Rightarrow t_2 = \sqrt{\frac{50H}{12g}} \approx 2,04 \sqrt{\frac{H}{g}}$$

Ответ: $t_2 \approx 2,04 \sqrt{\frac{H}{g}}$

5) Дано:

$$\Delta p = 1\%$$

$$\Delta V = 2\%$$

1) $\Delta T = ?$

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

Решение:

1) $p_1 = p$ $V_1 = V$
 $p_2 = 0,99p$ $V_2 = 1,02V$
 Менг. - Крайн.: (До процесса)

$$pV = \nu RT$$

Менг. Крайн.: (После процесса)

$$0,99p \cdot 1,02V = \nu RT_2$$

т.к. $pV = \nu RT, T_0$

$$1,0098 \nu RT = \nu RT_2;$$

$$1,0098T = T_2;$$

$$\Delta T = \frac{T_2 - T}{T} = \frac{1,0098T - T}{T} = 0,0098$$

$$\Delta T = 0,98\%$$

Ответ: $\Delta T = 0,98\%$. Температура увеличилась на $0,98\%$

Подставим в исходную формулу

$$Q = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T) + 0,0199 \nu RT = \frac{3}{2} \nu R T_2 - \frac{3}{2} \nu RT + 0,0199 \nu RT =$$

$$= \frac{3}{2} \nu R \cdot 1,0098T - \frac{3}{2} \nu RT + 0,0199 \nu RT = 0,0346 \nu RT$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T) = \frac{3}{2} \nu R \cdot 0,0098T = 0,0147 \nu RT$$

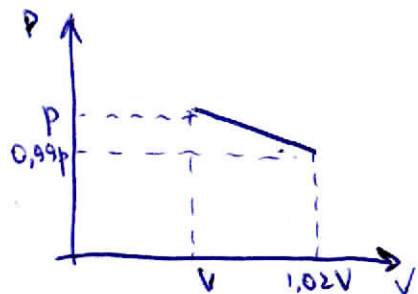
$$\frac{Q}{\Delta U} = \frac{0,0346 \nu RT}{0,0147 \nu RT} \approx 2,4.$$

Ответ: $\frac{Q}{\Delta U} = 2,4$.

2) $Q = \Delta U + \nu t$

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

Найдем νt постройв график зависимости давления от объема



Работа будет равна площади под графиком.

$$\nu t = (p + 0,99p) 0,02V \cdot \frac{1}{2} =$$

$$= 0,0199 pV =$$

$$= 0,0199 \nu RT.$$

Числовый 2