

Часть 1

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

Шифр: **21206240**

ID профиля: **804935**

Вариант 1

Прохождение ярача №1:

$$t_2 = \sqrt{\frac{H}{1.5g}} \Rightarrow v_H = gt_2 = 2gt_2 = 2g \cdot \sqrt{\frac{H}{1.5g}} = \sqrt{\frac{4g^2 H}{1.5g}}$$

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

До столкновения масса 1 пройдёт: $S_1 = H_H + (H_H - H) =$

$$= 2H_H - H = 2 \cdot 2gt_2^2 - 1.5gt_2^2 = 2.5gt_2^2 = 2.5 \cdot g \cdot \frac{H}{1.5g} =$$

$$= \frac{2.5H}{1.5} = \frac{5}{3}H$$

Ответ:

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

$$v_H = \sqrt{\frac{8}{3} \cdot gH}$$

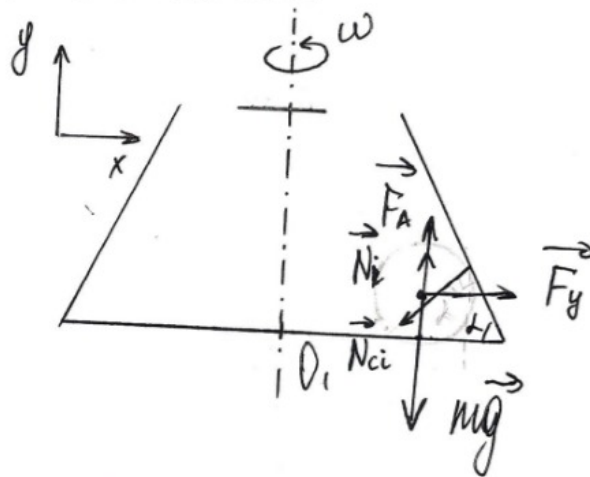
$$S_1 = \frac{5}{3}H$$

Установив (В10-01. Часть 1)

№2

Дано:
 $\omega, \rho, 3\rho$
 $R, 2R$
 $\text{tg}\alpha = 2$
 $N_1 - ?$
 $N_2 - ?$

Решение:



При вращении на шар действуют силы:

$$F_T = m\vec{\omega} \times \vec{r} \quad \text{— тангенты}$$

$$F_A = \rho g V_{\text{ш}} \quad \text{— Архимедова}$$

(По II з. Ньютона:) $F_y = ma_y = m \cdot \frac{v_y^2}{2R} = m \cdot \frac{\omega^2 4R^2}{2R} = m\omega^2 \cdot 2R$ — центрострем.

N_i — сила левостороннего опоры для сосуда

N_{ci} — сила реак. оп. системы сосуда

Спроецируем силы на оси Ox и Oy :

$$\begin{cases} Oy: mg + N_{cy} = F_A + N_i \\ Ox: F_y = N_{cx} \end{cases} \quad (1)$$

N_{cy} — проекция N_c на ось Oy

$$N_{cy} = N_{ci} \cdot \cos\alpha$$

$$N_{cx} = N_{ci} \cdot \sin\alpha$$

Когда сосуд не вращается $F_y = 0 \Rightarrow N_c = 0 \Rightarrow$

$$mg = F_A + N_{i1} \Rightarrow N_{i1} = mg - F_A$$

По опред. плотности $m = \rho_{\text{ш}} \cdot V_{\text{ш}} = 3\rho \cdot \frac{4}{3}\pi R^3 = 4\rho\pi R^3 \Rightarrow$

$$\begin{aligned} N_{i1} &= 4\rho\pi R^3 g - \rho g V_{\text{ш}} = 4\rho\pi R^3 g - \rho g \cdot \frac{4}{3}\pi R^3 = 4\rho g \pi R^3 - \frac{4}{3}\rho g \pi R^3 \\ &= \frac{8}{3}\rho g \pi R^3 \end{aligned}$$

Условие (В 10-ой Задача 1)
Продолжение н.з:

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

Заменим систему (1); подставив искомое N_2 :

$$\begin{cases} mg + N_{cy} = FA + N_2 \\ Fy = N_{cx} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} N_2 = mg + N_{cy} - FA \\ N_{cx} = m\omega^2 \cdot 2R \end{cases}$$

$$\begin{cases} N_2 = mg + N_c \cdot \cos \alpha - FA \\ N_c \sin \alpha = m\omega^2 \cdot 2R \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} N_2 = mg + N_c \cdot \cos \alpha - FA \\ N_c = \frac{2m\omega^2 R}{\sin \alpha} \end{cases}$$

$$N_2 = mg + 2m\omega^2 R \cdot \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} - FA$$

$$N_2 = mg - FA + \frac{2m\omega^2 R}{\tan \alpha}, \text{ где } mg - FA = N_1, \text{ т.к. ни } mg, \text{ ни } FA \text{ не зависят от } N_2.$$

$$N_2 = N_1 + \frac{2m\omega^2 R}{\tan \alpha} = N_1 + \frac{2m \cdot \omega^2 R}{\frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}} = N_1 + m\omega^2 R$$

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

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

$$\text{Ответ: } N_1 = \frac{\rho}{3} \rho g \pi R^3$$

$$N_2 = N_1 + 4\rho\pi R^4 \omega^2 = \rho\pi R^3 \left(\frac{\rho}{3} g + 4\omega^2 R \right)$$

Условие (В ю-ор. Часть 1)

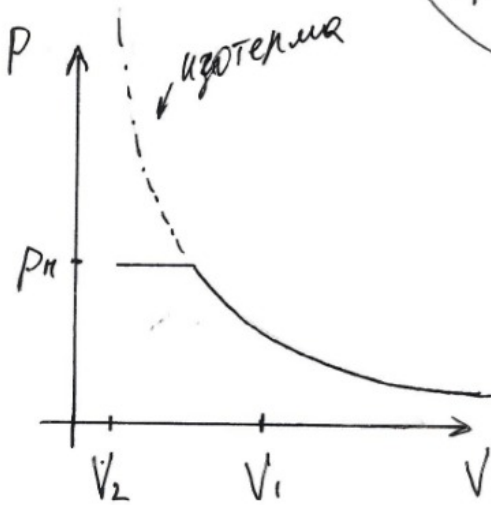
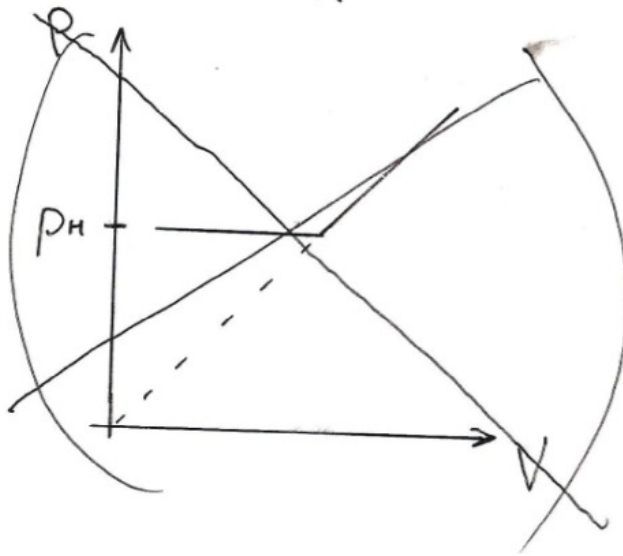
из

Решение:

Закон Менделеева - Клапейрона:

$$pV = \nu RT \Rightarrow p_i V_i = \text{const}, \text{ если } \nu = \text{const}$$

Давление насыщенного пара при 81°C - $0,5 \cdot 10^5 \text{ Па}$, при повышении давления пар станет перенасыщенным и ~~экспоненциально~~ начнется конденсация в виде воды \Rightarrow по росту массы p_H и равнейшем изотермическом уменьшении объема давление будет оставаться постоянным.



Если бы давление пар не превзошло тогда p_H относительное $\frac{p_2}{p_1}$ равнялось бы 3,5. Т.к. $pV = \text{const} \Rightarrow$

$$p_2 = p_H \Rightarrow \frac{p_H}{p_1} = 1,8 \Rightarrow$$

$$p_1 = \frac{p_H}{1,8} = \frac{0,5 \cdot 10^5}{1,8} = \frac{5}{18} \cdot 10^5 \text{ Па} = 0,278 \cdot 10^5 \text{ Па} =$$

21206240 (U804935 M1279003)

$$= 2,78 \cdot 10^4 \text{ Па}$$

(5)

$$p_1 = \frac{p_H}{1,8}$$

Условие (В 10-01. Часть 1)

$$\textcircled{1}: pV = \nu RT \Rightarrow \begin{cases} p_1 V_1 = \nu_1 RT - \text{параллельное состояние} \\ p_H V_2 = \nu_2 RT - \text{поперечное состояние} \end{cases}$$

$$\frac{p_1 V_1}{p_H V_2} = \frac{\nu_1}{\nu_2} \Rightarrow \frac{\nu_1}{\nu_2} = \frac{p_1}{p_H} \cdot \frac{V_1}{V_2} = \frac{1}{1,8} \cdot \frac{3,5}{1} = \frac{3,5}{1,8} = \frac{35}{18} = 1,944 \Rightarrow$$

Условно масса пара для порчи в 2 раза больше:

$$\left(\frac{\nu_1}{\nu_2} = \frac{m_1}{m_1} \cdot \frac{m_1}{m_2} = \frac{m_1}{m_2} \right)$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{\nu_1 RT}{\nu_2 RT} \cdot \frac{p_H}{p_1} \Rightarrow V_2 = V_1 \cdot \frac{\nu_2 RT}{\nu_1 RT} \cdot \frac{p_1}{p_H} = V_1 \cdot \frac{m_2 p_1}{m_1 p_H} =$$

$$= \frac{m_2 p_1}{m_1 p_H} \cdot \frac{\nu_1 RT}{p_1} = \frac{m_2}{m_1} \cdot \frac{m_1}{M_H} \cdot \frac{RT}{p_H}; \quad m_1 = m_0; \quad T = 81^\circ \text{C} = 354 \text{K}$$

$$(V_2) = \cancel{1,944} \cdot \left(\frac{\cancel{1} \cdot \cancel{3}}{\cancel{1,944} \cdot \cancel{18}} \right) \quad V_2 = \frac{m_2}{m_1} \cdot \frac{m_0}{M_H} \cdot \frac{R \cdot T}{p_H}$$

$$V_2 = \frac{\cancel{35}}{35} \cdot \frac{\cancel{3}}{\cancel{3}} \cdot \frac{8,31 \cdot 354}{0,5 \cdot 10^5} = 0,005043 \text{ м}^3 = 5,043 \text{ л}$$

Объем: $p_1 = \frac{p_H}{1,8} = 2,78 \cdot 10^4 \text{ Па}$

$$V_2 = 5,043 \text{ л}$$

Чистовик (ВЮ-01, часть)
№1

Дано:

- H ;
 t_2 - ?
 $v_{н,2}$ - ?
 S_1 - ?

Решение:

Время подъёма на данную высоту будет равно времени падения с неё на высоту бросания (g - принимаем за известное):

H_m - максимальная высота; t_n - время подъёма

$$\textcircled{1} \begin{cases} H_m = \frac{gt_n^2}{2} \end{cases}$$

$$\textcircled{2} \begin{cases} v_n = gt_n \end{cases} \text{ - уравнение скорости}$$

Запишем уравнение перемещения тела для поднимающегося и опускающегося тела:

$$\begin{cases} H = v_n t_2 - \frac{gt_2^2}{2} & \text{- поднимающийся} \\ -H_m + H = -\frac{gt_2^2}{2} & \text{- опускающийся} \end{cases}$$

$$\textcircled{3} \begin{cases} H = v_n t_2 - \frac{gt_2^2}{2} \\ H = H_m - \frac{gt_2^2}{2} \end{cases} \ominus \Rightarrow v_n t_2 - H_m = 0 \Rightarrow$$

$$H_m = v_n t_2 = \frac{gt_n^2}{2} \text{ - из } \textcircled{1}$$

$$\begin{cases} t_2 = \frac{gt_n^2}{2v_n} \end{cases}$$

$$\begin{cases} v_n = gt_n \end{cases} \text{ - из } \textcircled{2}$$

$$t_2 = \frac{gt_n^2}{2gt_n} = \frac{t_n}{2}$$

- подставим в систему $\textcircled{3}$.
запишем H_m на $H_m = \frac{gt_n^2}{2} = \frac{4gt_2^2}{2} = 2gt_2^2$

$$H = 2gt_2^2 - \frac{gt_2^2}{2} = 1,5gt_2^2 \Rightarrow t_2 = \sqrt{\frac{H}{1,5g}}$$

Черновик: (В 10-01)

$$L_1 = H_{MAX} - H = \dots = gt_n^2$$

$$H_{MAX} = \frac{gt_n^2}{2}$$

$$H = v_{nt2} - \frac{gt_2^2}{2} \quad \Rightarrow \quad \text{~~...
$$H = H_M - \frac{gt_2^2}{2} \quad \Rightarrow \quad -H_M = v_{nt2}$$~~$$

$$v_{nt2} - H_M = 0$$

$$v_{nt2} = H_M$$

$$t_2 = \frac{H_M}{v_H}$$

$$v = \frac{1}{3} \sqrt{RT}$$



$$t_2 = \frac{H + gt_2^2}{2v_H}$$

$$H_M - \frac{gt_2^2}{2}$$

$$H_M \quad H_M = v_{nt2} = \frac{gt_n^2}{2} \Rightarrow gt_2 t_n = \frac{gt_n^2}{2} \Rightarrow t_2 = \frac{gt_n}{2gt_n} = t_2 = \frac{t_n}{2}$$

$$v_H = gt_n$$

$$\sqrt{\frac{H \cdot c^2}{H}} = c$$

$$\frac{40}{15} = \frac{8}{3}$$

8825,22

Часть 2

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

Шифр: **21206240**

ID профиля: **804935**

Вариант 1

Устройство B10-01 C2

$$A = \frac{p_2 + p_1}{2} \cdot (V_2 - V_1)$$

$$U = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} \nu R \left(\frac{p_2 V_2}{\nu R} - \frac{p_1 V_1}{\nu R} \right) = \frac{3}{2} p_2 V_2 - \frac{3}{2} p_1 V_1$$

$$A = \frac{p_2 V_2}{2} - \frac{p_2 V_1}{2} + \frac{p_1 V_2}{2} - \frac{p_1 V_1}{2}$$

$$\frac{Q}{A} = \frac{\dot{U} + A}{A} = \frac{\frac{3}{2} p_2 V_2 - \frac{3}{2} p_1 V_1 + \frac{p_2 V_2}{2} - \frac{p_2 V_1}{2} + \frac{p_1 V_2}{2} - \frac{p_1 V_1}{2}}{A}$$

$$\frac{p_2 V_2}{2} - \frac{p_2 V_1}{2} + \frac{p_1 V_2}{2} - \frac{p_1 V_1}{2}$$

$$\frac{-2 \cdot \left(2 p_2 V_2 - 2 p_1 V_1 + \frac{p_1 V_2}{2} - \frac{p_2 V_1}{2} \right)}{p_2 V_2 - p_1 V_1 + p_1 V_2 - p_2 V_1} = \frac{4 p_2 V_2 - 4 p_1 V_1 + p_1 V_2 - p_2 V_1}{p_2 V_2 - p_1 V_1 + p_1 V_2 - p_2 V_1}$$

$$= \frac{4 \cdot 1,02 \cdot 0,99 p_1 V_1 - 4 p_1 V_1 + 0,99 p_1 V_1 - 1,02 p_1 V_1}{1,02 \cdot 0,99 p_1 V_1 - p_1 V_1 + 0,99 p_1 V_1 - 1,02 p_1 V_1}$$

$$= \frac{4,0392 - 4 + 0,99 - 1,02}{1,0098 - 1 + 0,99 - 1,02} = \frac{0,0392 + 0,99 - 1,02}{0,0098 + 0,99 - 1,02}$$

$$= \frac{0,0092}{-0,0202} = -0,4554$$

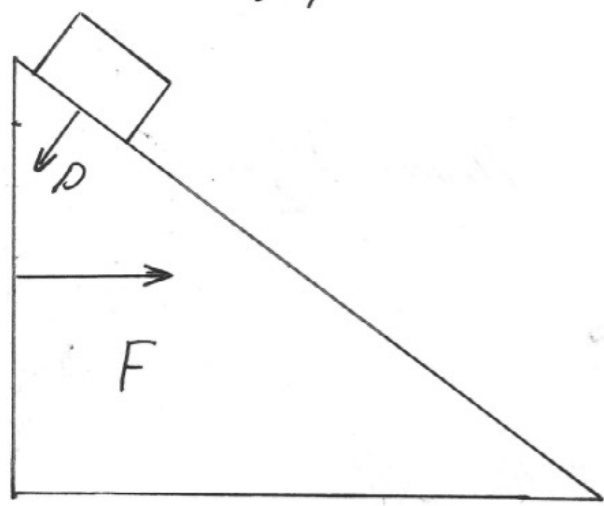
Отрицательное значение т.к. работа была совершена на отрицательной (дальнейшие объёмы), но тепло газом не отдано (излучила теплоту)

Результат: Температура выросла на 0,98%.

$$\frac{Q}{A} = -0,4554$$

4

Черновик



На массу: $F; P$
 На маңды: $mg; N;$
 F_u

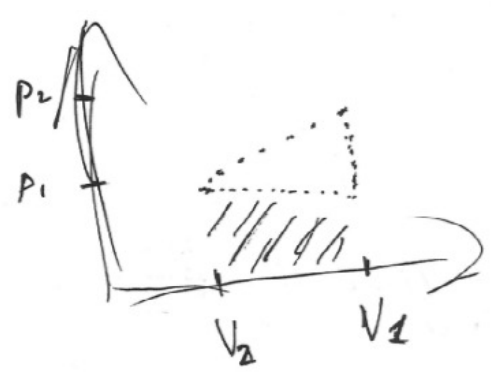
$$\begin{cases} N_u = P_{\text{ж}} \\ F_p = F - P_{\text{ж}} \end{cases}$$



$$\begin{aligned} U &= \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \\ &= \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \\ &= \left(\frac{p_2 V_2}{\nu R} - \frac{p_1 V_1}{\nu R} \right) \cdot \frac{3}{2} \nu R \end{aligned}$$

$$\frac{3}{5} \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{12}{25} g =$$

$$A = \frac{p_2 + p_1}{2} \cdot (V_2 - V_1)$$



Числовик (В-10-01. Часть 2)

Дано:
 $\cos \alpha = \frac{4}{5}$

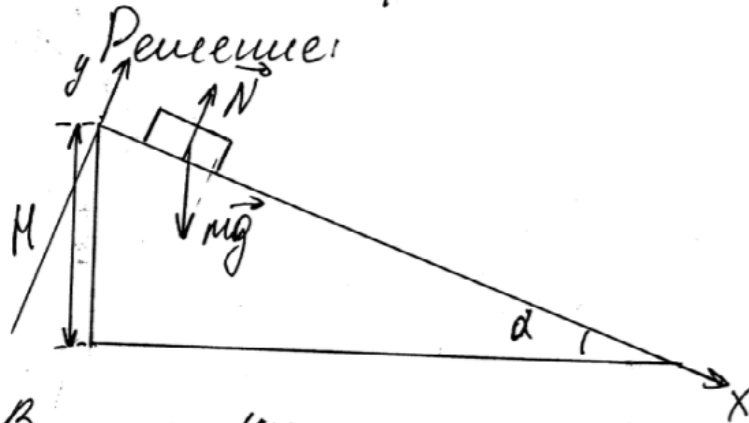
$M; m; 3m$

$t_{\text{из}} - ?$

$F = 2mg$

$a_x - ?$

$t_{\text{из}2} - ?$



В проекции на ось OX:

$$a_{\text{из}} = g \cdot \sin \alpha, \text{ где } \sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = \sqrt{1 - \frac{16}{25}} = \sqrt{\frac{9}{25}} = \frac{3}{5}$$

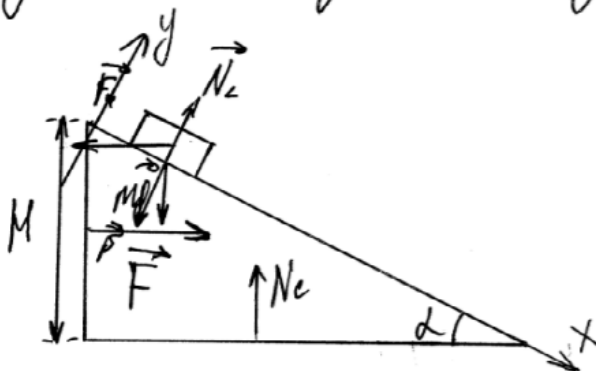
$$a_{\text{из}} = \frac{3}{5}g$$

Заменим уравнение ~~для~~ перемещения тела при прямолинейном равноускоренном движении:

$$l_s = v_0 t + \frac{a t^2}{2} \Rightarrow l = \frac{a_{\text{из}} t^2}{2}; \quad v_0 = 0 - \text{машинка отпущена без начальной скорости}$$

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

$$t_{\text{из}} = \sqrt{\frac{2H}{g \cdot \sin^2 \alpha}} = \sqrt{\frac{2H \cdot 25}{g \cdot 9}} = \sqrt{\frac{50H}{9g}} = \frac{1}{\sin \alpha} \cdot \sqrt{\frac{2H}{g}}$$



\vec{F}_n ~~также~~ в инерциальной системе отсчёта, связанной с землёй.

Проверим условие скольжения машинки вниз по клину в проекции на OX: если $a_{\text{из}} > a_{\text{из}}$, то она движется вниз с ускорением.

OX: $a_{\text{из}} = a_{\text{из}} \cos \alpha; \quad a_{\text{из}} = \frac{F}{3m}$ - по II з. Ньютона; $a_{\text{из}} = \frac{2mg}{3m} \Rightarrow$

$$a_{\text{из}} = \frac{2}{3}g \cdot \frac{4}{5} = \frac{8}{15}g \Rightarrow \text{машинка движется вниз}$$

$$a_{\text{из}} = \frac{3}{5}g = \frac{9}{15}g$$

Учебник (Вью-ор. Часть 2)

На клин действуют силы: N_1 ; F ; P (P — сила тяжести)
 На груз действуют силы: mg ; N_2 ; F

По II з. Ньютона:

$$a_i = \frac{F_i}{m} \Rightarrow a_k = \frac{F_p}{3m}$$

В проекциях на ось:

$$\begin{cases} N_c = 3mg + P_y \\ F_p = F - P_x \\ P = N \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} N_c = 3mg + P \cdot \cos \alpha \\ F_p = F - P \cdot \sin \alpha \\ P = N \end{cases}$$

$$N = mg \cdot \cos \alpha \Rightarrow F_p = F - mg \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha =$$

$$= 2mg - mg \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} = mg \left(2 - \frac{12}{25} \right) = 1,52mg \Rightarrow$$

$$a_k = \frac{1,52mg}{3m} = \frac{46}{150} g = \frac{38}{75} g$$

Суммарное ускорение шаров:

$$a_{\text{ш}} = a_{\text{ш}} - a_{\text{к}} = \left(\frac{9}{15} - \frac{8}{15} \right) g = \frac{1}{15} g \Rightarrow$$

$$t_{\text{ш}} = \sqrt{\frac{2l}{a}} = \sqrt{\frac{2H}{\sin \alpha \cdot a}} = \frac{2H \cdot 5 \cdot 15^5}{3 \cdot 1 \cdot g} = \sqrt{\frac{50H}{g}} = 5 \sqrt{\frac{2H}{g}}$$

$$\text{Ответ: } t_{\text{ш}} = \sqrt{\frac{50H}{g}} = \frac{1}{\sin \alpha} \cdot \sqrt{\frac{2H}{g}} = \frac{5}{3} \sqrt{\frac{2H}{g}}$$

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

$$t_{\text{ш}} = 5 \sqrt{\frac{2H}{g}}$$

21206240 (U804935 M1279004)

Дано:

$$\frac{p_2}{p_1} = 1,02$$

$$\frac{V_2}{V_1} = 0,99$$

$$\left| 1 - \frac{p_2}{p_1} \right|, \left| 1 - \frac{V_2}{V_1} \right|$$

$$\left| 1 - \frac{T_2}{T_1} \right| \ll 1$$

$$\Delta T - ?$$

$$\frac{Q}{A} - ?$$

Решение: Истобик ВЮ-01 T_2

Первое начало термодинамики:

$$Q = \Delta U + A \Rightarrow \frac{Q}{A} = \frac{Q}{Q - \Delta U}$$

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

Закон Менделеева - Клапейрона:

$pV = \nu RT \Rightarrow$ процесс был бы изотермический если бы $p_1 V_1 = p_2 V_2 \Rightarrow$

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{V_2}{V_1}, \text{ но } \frac{1,02}{100} \neq \frac{100}{99} \Rightarrow \text{температура}$$

изменилась (будем принимать массу постоянной)

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{p_1 V_1}{p_2 V_2} = \frac{p_1 V_1}{p_2 V_2} = \frac{p_1}{p_2} \cdot \frac{V_1}{V_2} = \frac{100}{102} \cdot \frac{100}{99} = \frac{10000}{10098} \approx$$

$$\approx 0,99025$$

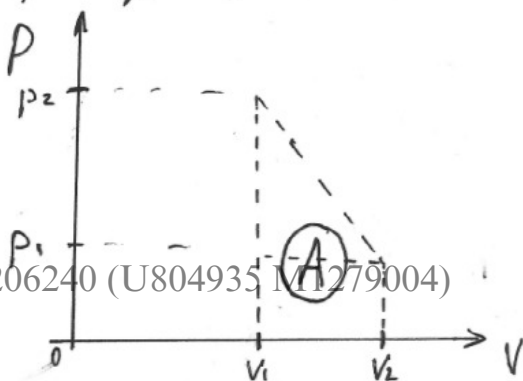
Найдём изменение в процентах: $\frac{\text{конс. зн.}}{\text{нар. зн.}} \cdot 100\%$

$$\frac{T_2}{T_1} \cdot 100\% = \frac{10098}{10000} \cdot 100\% = 100,98\% \Rightarrow \text{Температура увели-$$

чилась на 0,98%.

Т.к. изменения V, p и T принято считать малыми будем считать это ~~малыми~~ фигуре по графиком $p(V)$ - трапеция:

$$A = \frac{p_2 + p_1}{2} \cdot (V_2 - V_1)$$



21206240 (U804935 111279004)

3