

Олимпиада «Phystech.International» по физике

Декабрь 2017 года

Класс 10

Шифр

11-012

(заполняется секретарём)

Вариант 10-04

1. Мальчик бьет ногой по мячу, который лежал на горизонтальной поверхности земли на некотором расстоянии от вертикальной стены дома. Мяч полетел под углом $\alpha=60^\circ$ к горизонту и после упругого столкновения со стеной упал через время $t_0=2$ секунды после начала полета на то же место, где лежал вначале.

- 1) На каком расстоянии L от стены лежал мяч вначале?
- 2) Найти высоту H от поверхности земли до места удара мяча о стену.
Ускорение свободного падения считать равным 10 м/с^2 .

2. Шарик массой m_1 , скользящий по гладкой горизонтальной поверхности, сталкивается с шариком массой m_2 , который покоился на той же поверхности. После центрального упругого удара шарик массой m_1 начал двигаться в обратном направлении со скоростью в 2 раза меньшей начальной.

- 1) Найти отношение масс $\frac{m_2}{m_1}$.
- 2) Найти отношение скорости шарика массой m_2 к скорости шарика массой m_1 до столкновения.

3. Навстречу шарiku, скользящему по гладкой горизонтальной поверхности, движется по той же поверхности брусок. Шарик и брусок движутся вдоль одной прямой. Скорость шарика перпендикулярна грани бруска, о которую он ударяется. Масса бруска много больше массы шарика. После упругого удара шарик движется в обратном направлении со скоростью, которая в 4 раза больше его начальной скорости.

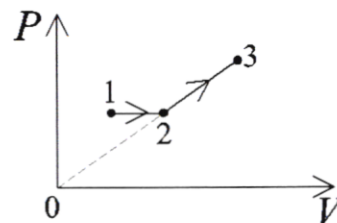
Найти отношение скоростей движения шарика и бруска до столкновения.

4. В двух теплоизолированных сосудах одинакового объема, соединенных короткой трубкой с закрытым краном, находятся $\nu_1=1/2$ моль одноатомного идеального газа при температуре $T_1=200 \text{ К}$ и $\nu_2=1/3$ моль другого одноатомного газа при температуре $T_2=300 \text{ К}$. Кран открывается, газы в сосудах смешиваются.

- 1) Найти температуру в сосудах после установления теплового равновесия.
- 2) Найти отношение конечного давления в смеси газов к начальному давлению в сосуде с температурой T_1 .

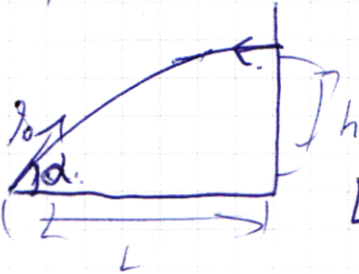
5. Объем идеального газа увеличивается в $n=2$ раза в изобарическом процессе, а затем еще раз увеличивается в $n=2$ раза в процессе прямо пропорциональной зависимости давления газа P от его объема V .

- 1) Во сколько раз увеличивается конечная температура газа по сравнению с начальной?
- 2) Найти отношение работы, которую совершает газ в изобарическом процессе, к работе, которую он совершает в процессе прямо пропорциональной зависимости давления газа P от его объема V .



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1



$$t_{\text{полета}} = \frac{2l_0 \sin \alpha}{g} = t_0$$

$$t_0 = \frac{2l_0 \sin \alpha}{g}; \quad l_0 = \frac{gt_0^2}{2 \sin \alpha}$$

$$L = l_0 \cos \alpha = \frac{gt_0^2}{2 \sin \alpha} \cdot \cos \alpha = \frac{gt_0^2}{4} \cot \alpha = \frac{10}{\sqrt{3}} \text{ м}$$

$$h = l_0 \sin \alpha = \frac{gt_0^2}{2} = \frac{9 \left(\frac{10}{\sqrt{3}}\right)^2}{2} = 9 \sin \alpha \frac{t_0^2}{2} = \frac{9}{2} \cdot \frac{t_0^2}{4} = \frac{3gt_0^2}{2} = 60 \text{ м}$$

№2

$$m_1 \varphi = -m_1 \frac{\varphi}{7} + m_2 \psi$$

$$\frac{m_1 \varphi^2}{2} = \frac{m_1 \varphi^2}{7} + \frac{m_2 \psi^2}{2}$$

$$m_1 \varphi = -m_1 \frac{\varphi}{7} + m_2 \frac{\psi}{7}$$

$$\frac{3}{7} m_2 \psi = m_2$$

$$\frac{m_2}{m_1} = \frac{3}{2}$$

$$\varphi = \frac{2-1}{7-1} \psi$$

$$\psi = \frac{7}{2} \varphi; \quad \frac{\psi}{\varphi} = \frac{7}{2}$$

№3

$$m \varphi - M \psi = -4m \varphi - M \psi'$$

$$5m \varphi = M \psi - 3M \psi + M \psi'$$

$$5 \frac{m}{M} \varphi + 3 \varphi = 2 \psi'$$

$$\text{т.к. } m \ll M, \text{ то } 5 \frac{m}{M} \varphi + 3 \varphi = 2 \psi'$$

можно примерно записать

$$3 \varphi = 2 \psi';$$

$$\frac{\varphi}{\psi} = \frac{2}{3}$$

$$3 \varphi = \frac{(4+\psi')(\psi-\psi')}{\psi-\psi'}$$

$$\varnothing 3 \varphi = \psi + \psi'$$

√4.

$$P_1 V = \nu_1 R T_1 = \frac{200}{2} R = 100 R.$$

$$P_2 V = \nu_2 R T_2 = \frac{30}{3} R = 100 R$$

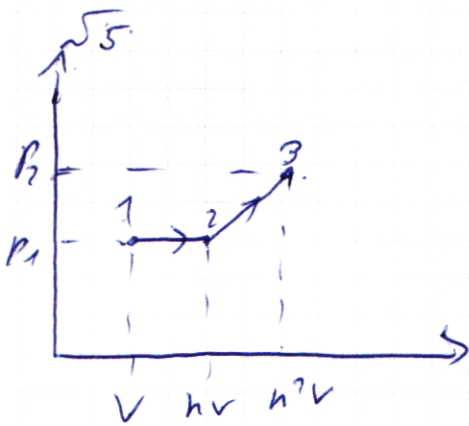
$$\Downarrow \\ P_1 = P_2 = P$$

$$\frac{P}{P_1} = 1.$$

$$2PV = (\nu_1 + \nu_2)RT$$

$$2\nu_1 R T_2 = (\nu_1 + \nu_2)RT$$

$$T = \frac{2\nu_1 T_1}{\nu_1 + \nu_2} = 240 K.$$



$$\frac{T_1}{V} = \frac{T_2}{hV}$$

$$T_2 = T_1 h$$

$$P = k V^{\frac{1}{h}} \\ k = \frac{P_2 - P_1}{h\nu(h-1)}$$

$$P_2 = \frac{P_2 - P_1}{h\nu(h-1)} \cdot h^2 \nu$$

$$P_2 h^2 V = \nu R T_3$$

$$h^3 P_1 V = \nu R T_3$$

$$P_1 V = \nu R T_1$$

$$\frac{T_3}{T_1} = h^3 = 8.$$

$$P_2 h - P_1 = h P_2 - h P_1$$

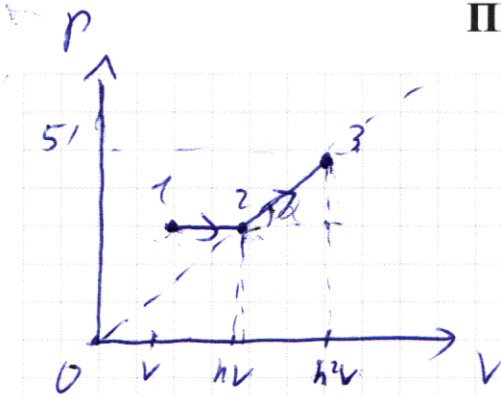
$$P_2 = h P_1.$$

$$A_{изд} = P_1 V (h-1)$$

$$A_{пр} = \frac{P_2 + P_1}{2} \cdot hV(h-1)$$

$$\frac{A_{изд}}{A_{пр}} = \frac{P_1 V (h-1)}{\frac{P_2 + P_1}{2} \cdot hV(h-1)} = \frac{2P_1}{h(P_1 + P_2)} = \frac{2}{h(h+1)} = \frac{1}{3}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$\frac{T_1}{V} = \frac{T_2}{nV}$$

$$T_2 = T_1 n$$

$$p_1 n^2 V = T_1 n R$$

$$p_1 n V = T_1 R$$

$$p = k V$$

$$p = \frac{p_2 - p_1}{n^2(n-1)} V$$

$$p_2 = \frac{p_2 - p_1}{n^2(n-1)} \cdot n^2 V$$

$$p_2 n - p_2 = n p_2 - n p_1$$

$$p_2 = n p_1$$

$$p_2 n^2 V = T_2 R$$

$$p_2 V (n^2 - n) = T_2 R - T_1 R$$

$$n^3 p_1 V = T_2 R$$

$$T_2 = \frac{n^3 p_1 V}{R}$$

$$T_2 = T_1 n; \quad T_1 = \frac{p_1 V}{R}; \quad T_2 = \frac{n^3 p_1 V}{R}$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{n^3 p_1 V}{p_1 V} = n^3 = 8 \Rightarrow n = 2$$

$$A_{изоб} = p_1 V (n-1)$$

$$A_{пл} = \frac{p_2 + p_1}{2} \cdot n V (n-1)$$

$$\frac{A_{изоб}}{A_{пл}} = \frac{p_1 V (n-1)}{\frac{p_2 + p_1}{2} \cdot n V (n-1)} = \frac{2 p_1}{n (p_2 + p_1)} = \frac{2 p_1}{n (n p_1 + p_1)} = \frac{2}{n(n+1)} = \frac{2}{2 \cdot 3} = \frac{1}{3}$$



черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №
(Нумеровать только чистовики)