

Олимпиада «Phystech.International» по физике

Декабрь 2017 года

Класс 10

Шифр 14-005

(заполняется секретарём)

Вариант 10-03

1. Мальчик бьет ногой по мячу, который лежал на горизонтальной поверхности земли, на некотором расстоянии от вертикальной стены дома. Мяч полетел под углом $\alpha=30^\circ$ к горизонту и после упругого столкновения со стеной упал через время $t_0=1,5$ 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 3 раза меньшей начальной.

- 1) Найти отношение масс $\frac{m_2}{m_1}$.
- 2) Найти отношение скорости шарика массой m_2 , после столкновения 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 2 раза больше его начальной скорости.

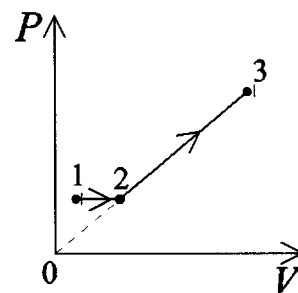
Найти отношение скоростей движения шарика и бруска до столкновения.

4. В двух теплоизолированных сосудах одинакового объема, соединенных короткой трубкой с закрытым краном, находятся $\nu_1=1/3$ моль одноатомного идеального газа при температуре $T_1=300 \text{ К}$ и $\nu_2=1/5$ моль другого одноатомного идеального газа при температуре $T_2=500 \text{ К}$. 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_2 .

5. Объем идеального газа увеличивается в $n=3$ раза в изобарическом процессе, а затем еще раз увеличивается в $n=3$ 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.

Дано:

$$\alpha = 30^\circ$$

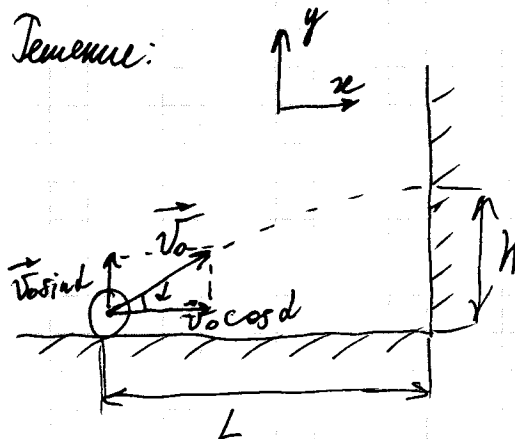
$$t = 1,5 \text{ с}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$L = ?$

$H = ?$

Решение:



П.к. удар был упругим, скорость шара после него не изменилась.

Из симметрии движения и из того факта, что шар приземлился там же, где лежал до удара,

следует, что в момент удара о стену шар находился в верхней точке траектории своего полёта. В этот момент его вертикальная скорость равна нулю.

Введём проекции скорости так, как показано на рисунке. Имеем:

$$\begin{cases} v_{0x} = v_0 \cos \alpha \\ v_{0y} = v_0 \sin \alpha \end{cases}$$

Найдём параллельно скорости шара через время всего полёта:

$$t = \frac{2v_{0y}}{g} \Leftrightarrow t = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g} \Leftrightarrow v_0 = \frac{gt}{2 \sin \alpha} = \frac{10 \text{ м/с}^2 \cdot 1,5 \text{ с} \cdot 2}{2 \cdot \sin 30^\circ} = 15 \text{ м/с}$$

Найдём L :

$$L = v_{0x} \frac{t}{2} = v_0 \cos \alpha \frac{t}{2} = 15 \text{ м/с} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{1,5 \text{ с}}{2} \approx 9,5625 \text{ м}$$

После удара шар движется по оси Oy с нулевой параллельной скоростью:

$$H = \frac{g \left(\frac{t}{2}\right)^2}{2} = \frac{10 \text{ м/с}^2 \cdot 2,25 \text{ с}^2}{2 \cdot 4} = 2,8125 \text{ м} \quad \text{Ответ: } 9,5625 \text{ м; } 2,8125 \text{ м.}$$

№2

Дано:

m_1

m_2

$v_1 = \frac{v_0}{3}$

$\frac{m_2}{m_1} - ?$

$\frac{v_2}{v_0} - ?$

Решение:

\vec{v}_0 - скорость шара m_1 до удара

\vec{v}_1, \vec{v}_2 - скорости шаров m_1 и m_2 после удара соответственно.



На систему из двух шаров не действуют внешние силы; соударение шаров упругое. Отсюда следует, что энергия и импульс системы сохраняются.

Закон сохранения энергии:

$$\frac{m_1 v_0^2}{2} = \frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2}$$

$$m_1 v_0^2 - m_1 v_1^2 = m_2 v_2^2$$

$$m_1 (v_0^2 - v_1^2) = m_2 v_2^2 \quad (1)$$

Разделим (1) на (2):

$$\frac{m_1 (v_0^2 - v_1^2)}{m_1 (v_0 + v_1)} = \frac{m_2 v_2^2}{m_2 v_2} \Leftrightarrow \frac{(v_0 - v_1)(v_0 + v_1)}{(v_0 + v_1)} = v_2 \Leftrightarrow v_2 = v_0 - v_1 \quad (3)$$

Подставим (3) в (2):

$$m_1 (v_0 + v_1) = m_2 (v_0 - v_1) \Leftrightarrow \frac{m_1}{m_2} = \frac{v_0 - v_1}{v_0 + v_1} \Leftrightarrow \frac{m_1}{m_2} = \frac{v_0 - \frac{v_0}{3}}{v_0 + \frac{v_0}{3}} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \frac{m_1}{m_2} = \frac{\frac{2}{3} v_0}{\frac{4}{3} v_0} \Leftrightarrow \frac{m_1}{m_2} = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{m_2}{m_1} = 2$$

С помощью (3) найдем отношение скоростей:

$$\frac{v_2}{v_0} = \frac{v_0 - v_1}{v_0} = 1 - \frac{v_1}{v_0} = 1 - \frac{v_0}{3v_0} = 1 - \frac{1}{3} = \frac{2}{3}$$

Ответ: 2; $\frac{2}{3}$.

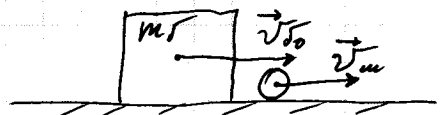
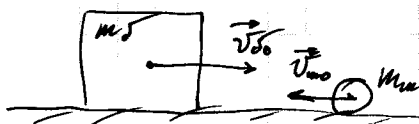
№3.

Дано:

$v_m = 2v_{m0}$
 $m_s \gg m_m$

$\frac{v_{m0}}{v_{s0}} - ?$

Решение:



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Так как масса бруска много больше массы шарика, то изменением скорости бруска после удара можно пренебречь.

Мы имеем $\vec{v}_{ш0}, \vec{v}_{б0}$ - скорости шарика и бруска до удара соответственно, $\vec{v}_{ш}$ - скорость шара после удара.

Перейдём в систему отсчёта относительно бруска. В этой ИСО скорость шарика v_0 равна:

$$v_0 = v_{ш0} + v_{б0}$$

После удара скорость шарика v равна (удар упругий):

$$v = v_0 = v_{ш0} + v_{б0}$$

Тогда относительно земли после удара шар имеет скорость $v_{ш}$ равную:

$$v_{ш} = v + v_{б0} = v_{ш0} + 2v_{б0} \quad (1)$$

Мы имеем $v_{ш} = 2v_{ш0} \quad (2)$.

Приравняем правые части (1) и (2):

$$2v_{ш0} = v_{ш0} + 2v_{б0} \Leftrightarrow v_{ш0} = 2v_{б0} \Leftrightarrow \frac{v_{ш0}}{v_{б0}} = 2.$$

Ответ: 2.

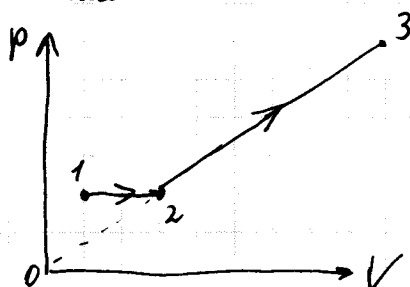
№5.

Дано:

$$n=3 \\ v_2 = n v_1 \\ v_3 = n v_2$$

$$\frac{T_3}{T_1} = ? \\ \frac{T_{12}}{T_{23}} = ?$$

Решение:



Имеем:

1-2: изобарный процесс; $p_1 = p_2$
2-3: процесс, в котором $p \propto V$.
Быть в процессе 2-3 $p = kV$ (k -

- некоторый коэффициент пропорциональности (введем его).

Изобарный процесс 1-2 подчиняется закону Гей-Люссака:

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1} \Leftrightarrow \frac{T_2}{T_1} = n \Leftrightarrow T_2 = nT_1 \quad (1)$$

Опишем процесс 2-3.

$$\begin{cases} p_2 = kV_2 = p_1 \\ p_3 = kV_3 \end{cases}$$

Уравнение Менделеева-Клапейрона для молекул 2 и 3:

$$\begin{cases} p_1 V_2 = \nu R T_2 \quad (2) \\ p_3 V_3 = \nu R T_3 \quad (3) \end{cases}$$

Делим (3) на (2):

$$\frac{T_3}{T_2} = \frac{p_3 V_3}{p_1 V_2} \Leftrightarrow \frac{T_3}{T_2} = \frac{kV_3^2}{kV_2^2} \Leftrightarrow \frac{T_3}{nT_1} = \frac{V_3^2}{V_2^2} \Leftrightarrow \frac{T_3}{nT_1} = \frac{n^2 V_2^2}{V_2^2} \Leftrightarrow \frac{T_3}{T_1} = n^3 = 27.$$

Работы газа в 1-2 и 2-3 кажутся графически.

$$A_{12} = p_1(V_2 - V_1) = p_1 V_2 - p_1 V_1 = \nu R T_2 - \nu R T_1 = \nu R(T_2 - T_1) = \nu R T_1(n - 1)$$

Из подобия треугольников Op_1V_2 и Op_3V_3 следует, что:

$$\begin{aligned} A_{23} &= \frac{1}{2} p_3 V_3 - \frac{1}{2} p_1 V_2 = \frac{1}{2} (\nu R T_3 - \nu R T_2) = \frac{1}{2} \nu R (n^3 T_1 - n T_1) = \\ &= \frac{1}{2} \nu R n T_1 (n^2 - 1). \end{aligned}$$

Получим:

$$\frac{A_{12}}{A_{23}} = \frac{\nu R T_1 (n - 1)}{\frac{1}{2} \nu R n T_1 (n^2 - 1)} = \frac{2(n - 1)}{n(n - 1)(n + 1)} = \frac{2}{n(n + 1)} = \frac{2}{3 \cdot 4} = \frac{1}{6}.$$

Ответ: 27; $\frac{1}{6}$.

№4.

Дано:

$$\nu_1 = \frac{1}{3} \text{ моль}$$

$$T_1 = 300 \text{ К}$$

$$\nu_2 = \frac{1}{5} \text{ моль}$$

$$T_2 = 500 \text{ К}$$

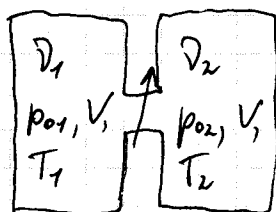
$i=3$

$T=?$

$p=?$

$p_{02}=?$

Решение:



p_{01}, p_{02} - давления газов вначале; p_1, p_2 - давление газов в конце. По условию, сосуды теплоизолированы. Это значит, что теплообмен отсутствует, и внутренняя энергия газов не меняется.

П.к. шанс столкновения молекулы двух газов после открытия заслонки пренебрежительно

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№5

Дано:

$$n=3$$

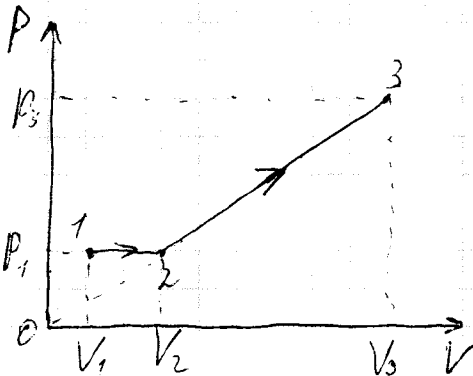
$$V_2 = nV_1$$

$$V_3 = nV_2$$

$$\frac{T_3}{T_1} = ?$$

$$\frac{\Delta_{12}}{\Delta_{23}} = ?$$

Температура:



исполни (введём его)

Ищем:

1-2: изобарный процесс; $p_2 = p_1$
2-3: полиетропический процесс
зависимость p от V :

$p = kV$ (k - некоторый коэффициент пропорциональ-

$$1-2: \frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1} \Leftrightarrow \frac{T_2}{T_1} = n \Leftrightarrow \frac{T_2}{T_1} = n \Leftrightarrow T_2 = nT_1 \quad (1)$$

$$2-3: p = kV$$

$$\begin{cases} p_1 V_2 = \nu R T_2 \Leftrightarrow p_1 = \frac{\nu R T_2}{V_2} \Leftrightarrow k V_2 = \frac{\nu R T_2}{V_2} \\ p_3 V_3 = \nu R T_3 \Leftrightarrow p_3 = \frac{\nu R T_3}{V_3} \Leftrightarrow k V_3 = \frac{\nu R T_3}{V_3} \end{cases}$$

$$\frac{T_3}{T_2} = \frac{p_3 V_3}{p_1 V_2} \Leftrightarrow \frac{T_3}{T_2} = \frac{k V_3^2}{k V_2^2} \quad (2)$$

$$\frac{T_3}{nT_1} = \frac{k V_3^2}{k V_2^2} \Leftrightarrow \frac{T_3}{T_1} = \frac{n \cdot n^2 V_1^2}{V_1^2} = n^3 = 27$$

$$\Delta_{12} = p_1 (V_2 - V_1) = p_1 V_2 - p_1 V_1 = \nu R T_2 - \nu R T_1 = \nu R (T_2 - T_1) = \nu R T_1 (n - 1)$$

$$\Delta_{23} = \frac{(p_1 + p_3)}{2} (V_3 - V_2) = \frac{1}{2} p_1 \left(1 + \frac{p_3}{p_1}\right) V_2 \left(\frac{V_3}{V_2} - 1\right) \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \frac{1}{2} p_1 V_2 \left(1 + \frac{k V_3}{k V_2}\right) \left(\frac{V_3}{V_2} - 1\right) \Leftrightarrow \frac{1}{2} p_1 V_2 \left(1 + \frac{n V_2}{V_2}\right) \left(\frac{n V_2}{V_2} - 1\right) \Leftrightarrow \frac{1}{2} p_1 V_2 \cdot$$

$$\cdot (1+n)(n-1) = \frac{1}{2} \nu R T_2 (n^2 - 1) = \frac{1}{2} \nu R n T_1 (n^2 - 1)$$

$$\frac{\Delta_{12}}{\Delta_{23}} = \frac{\nu R T_1 (n-1)}{\frac{1}{2} \nu R n T_1 (n^2 - 1)} = \frac{2(n-1)}{n(n-1)(n+1)} = \frac{2}{3 \cdot 3} = \frac{1}{6}$$

Ответ: 27; $\frac{1}{6}$.

мал, но изменением кинетической энергии молекулы газа вследствие этого можно пренебречь. Как будто бы газы не видят друг друга и просто расширились сами по себе.

$$U_{01} + U_{02} = U_1 + U_2$$

$$\text{или } \frac{i}{2} \nu_1 RT_1 + \frac{i}{2} \nu_2 RT_2 = \frac{i}{2} \nu_1 RT + \frac{i}{2} \nu_2 RT \Leftrightarrow \nu_1 T_1 + \nu_2 T_2 = (\nu_1 + \nu_2) T \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow T = \frac{\nu_1 T_1 + \nu_2 T_2}{\nu_1 + \nu_2} = \frac{\frac{1}{3} \text{ моль} \cdot 300 \text{ К} + \frac{1}{5} \text{ моль} \cdot 500 \text{ К}}{\frac{1}{3} \text{ моль} + \frac{1}{5} \text{ моль}} = \frac{200 \text{ К} \cdot 15}{8 \text{ моль}} = 375 \text{ К}$$

По закону Дальтона, давление смеси газов равно сумме парциальных давлений каждого газа.

$$p = p_1 + p_2 \quad (1)$$

Запишем уравнения Менделеева-Клапейрона для второго газа вначале и для обоих газов в конце:

$$\begin{cases} p_{02} V = \nu_2 RT_2 \\ p_1 \cdot 2V = \nu_1 RT \\ p_2 \cdot 2V = \nu_2 RT \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} p_{02} = \frac{\nu_2 RT_2}{V} \quad (2) \\ p_1 = \frac{\nu_1 RT}{2V} \quad (3) \\ p_2 = \frac{\nu_2 RT}{2V} \quad (4) \end{cases}$$

Подставим (3) и (4) в (1):

$$p = \frac{\nu_1 RT}{2V} + \frac{\nu_2 RT}{2V} = (\nu_1 + \nu_2) \frac{RT}{2V} \quad (5)$$

Найдем отношение давлений с помощью (2) и (5):

$$\frac{p_1}{p_{02}} = (\nu_1 + \nu_2) \frac{RT}{2V} \cdot \frac{V}{\nu_2 RT_2} = \frac{1}{2} \cdot \frac{\nu_1 + \nu_2}{\nu_2} \cdot \frac{T}{T_2} = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{\nu_1}{\nu_2} + 1 \right) \cdot \frac{T}{T_2} = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{\frac{1}{3} \text{ моль}}{\frac{1}{5} \text{ моль}} + 1 \right) \times$$

$$\times \frac{375 \text{ К}}{500 \text{ К}} = \frac{1}{2} \cdot \frac{8}{3} \cdot \frac{3}{4} = 1.$$

Ответ: 375 К; 1.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1.

Дано:

$\alpha = 30^\circ$

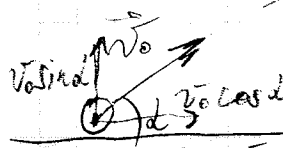
$t = 1,5 \text{ c}$

$g = 10 \text{ м/с}^2$

$L = ?$

$H = ?$

Решение:



$v_x = v_0 \cos \alpha$

$v_y = v_0 \sin \alpha$

$t = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g} \Rightarrow v_0 = \frac{gt}{2 \sin \alpha} = \frac{10 \cdot 1,5 \cdot 2}{2 \cdot 1} = 15 \text{ м/с}$

$L = v_x t = v_0 \cos \alpha t = 15 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 1,5 = \frac{22,5}{4} \sqrt{3} = 5,625 \cdot 1,7 = 9,5625 \text{ м}$

$H = \frac{g \left(\frac{t}{2}\right)^2}{2} = \frac{10 \cdot 0,75^2}{2} = \frac{2,25 \cdot 5}{4} = 2,8125 \text{ м}$

Ответ: $9,5625 \text{ м}$; $2,8125 \text{ м}$.

$$\begin{array}{r} 225 \overline{) 40} \\ 200 \underline{) 5,625} \\ 250 \\ 240 \\ \underline{100} \\ 80 \\ \underline{200} \\ 200 \\ \underline{0} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4 \cdot 13 \\ \times 5,625 \\ 17 \\ \hline 39375 \\ 5625 \\ \hline 95625 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2,25 \\ \times 5 \\ \hline 1125 \\ 1125 \\ \hline 2250 \\ 2250 \\ \hline 4500 \\ 4500 \\ \hline 9000 \\ 9000 \\ \hline 18000 \\ 18000 \\ \hline 36000 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 25 \\ \times 15 \\ \hline 125 \\ 250 \\ \hline 375 \end{array}$$

№4.

Дано:

$\nu_1 = \frac{1}{3} \text{ мм/с}$

$T_1 = 300 \text{ К}$

$\nu_2 = \frac{1}{5} \text{ мм/с}$

$T_2 = 500 \text{ К}$

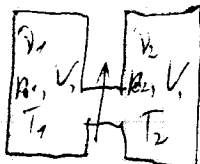
$i = 100\%$

$T = ?$

$\nu = ?$

$\rho = ?$

Решение:



Соединяем термостатированно:

$\rho_1 = \rho_2$

$\rho U_1 + \rho U_2 = \rho U_1 + \rho U_2$

$\frac{1}{2} \nu_1 \rho T_1 + \frac{1}{2} \nu_2 \rho T_2 = \frac{1}{2} \nu \rho T + \frac{1}{2} \nu \rho T \Rightarrow T = \frac{\nu_1 T_1 + \nu_2 T_2}{\nu_1 + \nu_2} = \frac{\frac{1}{3} \cdot 300 + \frac{1}{5} \cdot 500}{\frac{1}{3} + \frac{1}{5}} = \frac{100 + 100}{\frac{8}{15}} = \frac{200 \cdot 15}{8} = 375 \text{ К}$

N 2

Дано:

m_1

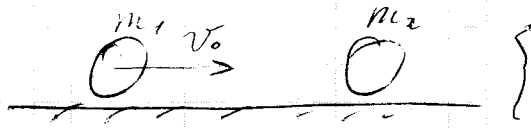
m_2

$v_1 = \frac{v_0}{3}$

$\frac{m_2}{m_1} = ?$

$\frac{v_2}{v_0} = ?$

Исходные.

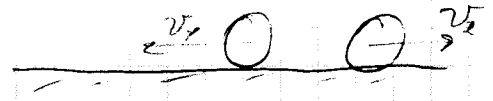


ЗСН: ~~исходные условия~~

$m_1 v_0 = m_2 v_2 - m_1 v_1$

$m_1 v_0 + m_1 v_1 = m_2 v_2$

$m_1 (v_0 + v_1) = m_2 v_2 \quad | \cdot 1$



ЗСЭ:

$\frac{m_1 v_0^2}{2} = \frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2}$

$m_1 (v_0^2 - v_1^2) = m_2 v_2^2 \quad | \cdot 2$

Делим (2) на (1):

$\frac{v_0^2 - v_1^2}{v_0 + v_1} = v_2 \Leftrightarrow \frac{(v_0 - v_1)(v_0 + v_1)}{v_0 + v_1} = v_2 \Leftrightarrow v_2 = v_0 - v_1$

Вставляем в (1):

$m_1 (v_0 + v_1) = m_2 v_2 \Leftrightarrow \frac{m_1}{m_2} (v_0 + v_1) = \frac{m_2}{m_1} v_2 \Leftrightarrow \frac{m_2}{m_1} = \frac{v_0 + v_1}{v_2} =$

$= \frac{v_0 + v_1}{v_0 - v_1} = \frac{v_0 + \frac{v_0}{3}}{v_0 - \frac{v_0}{3}} = \frac{\frac{4}{3} v_0}{\frac{2}{3} v_0} = 2$

$\frac{v_2}{v_0} = \frac{v_0 - v_1}{v_0} = 1 - \frac{v_1}{v_0} = 1 - \frac{v_0}{3 v_0} = 1 - \frac{1}{3} = \frac{2}{3}$

Ответ: $2; \frac{2}{3}$

Контроль:

~~$p_2 \cdot 2V = \nu_2 RT$
 $p_{02} V = \nu_2 RT_2$~~

~~$\Leftrightarrow \frac{2p_2}{p_{02}} = \frac{T}{T_2} \Leftrightarrow \frac{p_2}{p_{02}} =$~~

$p = p_1 + p_2$
 $p_1 V = \nu_1 RT$
 $p_2 \cdot 2V = \nu_2 RT$

$p = \frac{\nu_1 RT}{2V} + \frac{\nu_2 RT}{2V} = \frac{(\nu_1 + \nu_2) RT}{2V}$

~~$p_{02} V = \nu_2 RT_2 \Leftrightarrow p_{02} = \frac{\nu_2 RT_2}{V}$~~

~~$\frac{p_2}{p_{02}} = \frac{(\nu_1 + \nu_2) RT}{2V} \cdot \frac{V}{\nu_2 RT_2} = \frac{\nu_1 + \nu_2}{\nu_2} \cdot \frac{T}{2T_2} = \left(\frac{\nu_1}{\nu_2} + 1 \right) \cdot \frac{T}{2T_2} = \frac{3 \cdot T}{3 \cdot 2 \cdot T_2} =$
 $= \frac{4 \cdot 375}{3 \cdot 500} = 1 \quad ?$~~

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

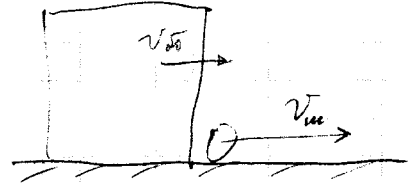
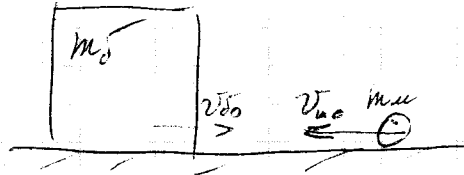
№3.

Дано:

$$v_{ш0} = v_0 \quad \& \quad v_{ш0}$$

$$\frac{v_{ш0}}{v_0} = ?$$

Решение:



Переходим в СО бруска

В ней:

$$v_0 = v_{ш0} + v_0$$

После удара $v = v_0 = v_{ш0} + v_0$

Значит относительно земли $v_{ш} = v + v_0 = v_{ш0} + 2v_0$

$$v_{ш} = 2v_{ш0}$$

$$v_{ш0} \cdot 2 + 2v_0 = 2v_{ш0} \Leftrightarrow v_{ш0} = 2v_0 \Leftrightarrow \frac{v_{ш0}}{v_0} = 2$$

Ответ: 2.

№4.

Дано:

$$V_1 = \frac{1}{3} \text{ моль}$$

$$T_1 = 300 \text{ К}$$

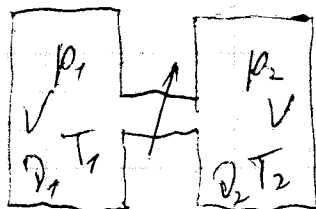
$$V_2 = \frac{1}{5} \text{ моль}$$

$$T_2 = 500 \text{ К}$$

$$T = ?$$

$$\frac{p}{p_2} = ?$$

Решение:



$$(V+V)$$

$$p \cdot 2V = (p_1 + p_2) R T$$

$$T = \frac{2pV}{(p_1 + p_2)R}$$

По закону Дальтона $p = p_1 + p_2$

$$T = \frac{2(p_1 + p_2)V}{(p_1 + p_2)R}$$

До смешивания:

$$\begin{cases} p_1 V = \nu_1 R T_1 \\ p_2 V = \nu_2 R T_2 \end{cases} \Leftrightarrow \frac{p_1}{p_2} = \frac{\nu_1 T_2}{\nu_2 T_1}$$

После смешивания:

$$p_1 V + p_2 V = \nu_1 R T_1 + \nu_2 R T_2$$

$$p_1 + p_2 = \frac{\nu_1 T_1 + \nu_2 T_2}{V}$$

24.

Дано:

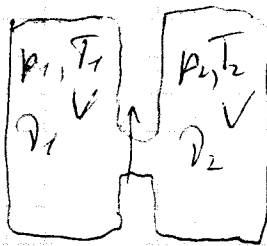
$$\nu_1 = \frac{1}{3} \text{ моль}$$

$$\nu_2 = \frac{1}{3} \text{ моль}$$

$$T_1 = 300 \text{ К}$$

$$T_2 = 500 \text{ К}$$

Искомое:



До смешивания:

$$p_1 V = \nu_1 R T_1 \quad (1)$$

$$p_2 V = \nu_2 R T_2 \quad (2)$$

После:

$$p p_1 V = \nu_1 R T$$

$$p p_2 V = \nu_2 R T \quad (4)$$

$$p = p_1 + p_2 = p_1 \left(1 + \frac{p_2}{p_1}\right) = p_1 \left(1 + \frac{\nu_2}{\nu_1} \frac{T_2}{T_1}\right)$$

До:

$$p_1 V = \nu_1 R T_1$$

$$p_2 V = \nu_2 R T_2$$

После:

$$2 p_1 V = \nu_1 R T$$

$$2 p_2 V = \nu_2 R T$$

$$\frac{p - p_1}{p_2} = \frac{\nu_1}{\nu_2}$$

$$\frac{p}{p_2} = \frac{\nu_1}{\nu_2} + 1$$

$$\Delta U_1 + A_1 = 0$$

$$\Delta U = -A_1$$

$$\frac{3}{2} \nu R (T - T_1) = -(p_1 - p_{01})(2V - V)_{1/2}$$

$$\Leftrightarrow \frac{3}{2} \nu R (T - T_1) = -\left(\frac{\nu_1 R T}{2V} - \frac{\nu_1 R T_1}{V}\right) \cdot V_{1/2}$$

$$\Leftrightarrow \frac{3}{2} \nu R (T - T_1) = \frac{2 \nu_1 R T_1}{2} - \frac{\nu_1 R T}{2} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \frac{3}{2} T - \frac{3}{2} T_1 = T_1 - \frac{T}{2} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow 2T = \frac{5}{2} T_1 \Leftrightarrow T = \frac{5}{4} T_1 = \frac{5}{4} \cdot 300 =$$

$$= 375 \text{ К}$$

$$\begin{cases} p_2 V = \nu_2 R T_2 \\ p_2 \cdot 2V = \nu_2 R T \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} p_2 = \frac{\nu_2 R T_2}{V} \\ p_2 = \frac{\nu_2 R T}{2V} \end{cases}$$

$$\Delta U_2 = -A_2 \Leftrightarrow \frac{3}{2} \nu_2 R (T_2 - T) = -$$

$$-(p_2 - p_{02})(2V - V) \Leftrightarrow \frac{3}{2} \nu_2 R (T_2 - T) =$$

$$= -\left(\frac{\nu_2 R T}{2V} - \frac{\nu_2 R T_2}{V}\right) V \Leftrightarrow \frac{3}{2} \nu_2 R (T_2 - T) = \nu_2 R \left(T_2 - \frac{T}{2}\right) \Leftrightarrow \frac{3}{2} T_2 - \frac{3}{2} T =$$

$$= T_2 - \frac{T}{2} \Leftrightarrow \frac{1}{2} T_2 = T \Leftrightarrow T = \frac{500}{2} = 250?$$