

Олимпиада «Phystech.International» по физике

Декабрь 2017 года

Класс 10

Шифр 8-003

(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.

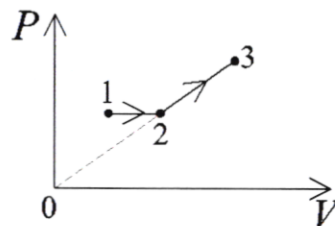
Найти отношение скоростей движения шарика и бруска до столкновения.

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

⊕ Дано:
 $\alpha = 60^\circ$
 $t_0 = 2c$
 $L = ?$
 $H = ?$

Решение:

$v_y = v_0 \cdot \sin \alpha$
 $v_x = v_0 \cdot \cos \alpha$

Так как в условии сказано, что мет упал на то же самое место, где летал вначале, я сделал вывод, что траектория его движения до удара и после удара совпадают, а это будет только в том случае, если мет ударится о стенку в высшей точке полёта, когда его $v_y = 0$. Также я знаю, что время полёта до вершины равно времени падения с неё $t_{\text{пол}} = t_{\text{пад}} = t_0$.

Тогда составим уравнения:

$$H = v_0 \cdot \sin \alpha \cdot t_0 - \frac{gt_0^2}{2} \quad (1)$$

$$v_0 \cdot \sin \alpha - gt_0 = 0 \quad (2) \quad v_0 \cdot \sin \alpha = gt_0$$

Подставим (2) в (1)

$$H = gt_0^2 - \frac{gt_0^2}{2}$$

$$H = \frac{gt_0^2}{2}$$

$$H = 20(\text{м})$$

В то же время по горизонтали движение шара равномерное, тогда:
 $v_0 \cdot \cos \alpha \cdot t_0 = L$, при $v_0 = \frac{gt_0}{\sin \alpha}$, получаем:

$$L = gt_0^2 \cdot ctg \alpha$$

$$L = \frac{40\sqrt{3}}{3} \text{ (м)}$$

Ответ: $H = 20 \text{ м}$; $L = \frac{40\sqrt{3}}{3}$

② Дано:

m_1

m_2

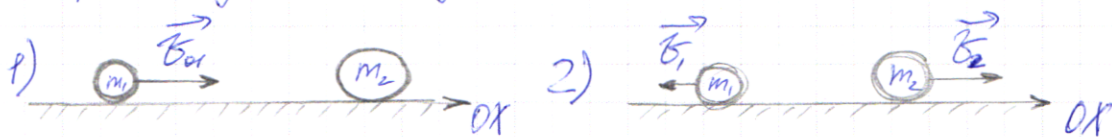
$$v_1 = \frac{1}{2} v_{01}$$

$$v_{02} = 0$$

$$\frac{m_2 \cdot ? \cdot v_2 \cdot ?}{m_1 \cdot v_{01} \cdot ?}$$

Решение:

Возьмем закон сохранения импульса и сохранения энергии для 2 случаев:



$$\begin{cases} m_1 v_{01} + m_2 v_{02} = m_1 v_1 + m_2 v_2 \\ \frac{m_1 v_{01}^2}{2} + \frac{m_2 v_{02}^2}{2} = \frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2} \quad 1:2 \end{cases}$$

Теперь избавимся от векторов:

$$\begin{cases} m_1 v_{01} = -\frac{1}{2} m_1 v_{01} + m_2 v_2 \\ m_1 v_{01}^2 = \frac{1}{4} m_1 v_{01}^2 + m_2 v_2^2 \end{cases}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{3}{2} m_1 v_{01} = m_2 v_2 \quad (1) \\ \frac{3}{4} m_1 v_{01}^2 = m_2 v_2^2 \quad (2) \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{3}{2} m_1 v_{01} = m_2 v_2 \quad (1) \\ \frac{3}{4} m_1 v_{01}^2 = m_2 v_2^2 \quad (2) \end{array} \right.$$

Поделим (2) : (1)

$$\frac{1}{2} v_{01} = v_2$$

$$\frac{v_2}{v_{01}} = \frac{1}{2}$$

Подставим в (1)

④ Дано:

$$\nu_1 = \frac{1}{2} \text{ моль}$$

$$\nu_2 = \frac{1}{3} \text{ моль}$$

$$T_1 = 200 \text{ K}$$

$$V_1 = V_2 = V$$

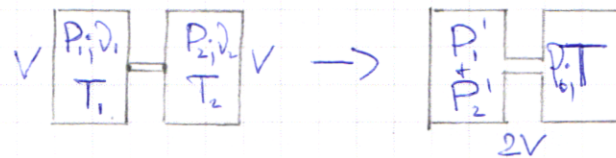
$$T_2 = 300 \text{ K}$$

$$T = ?$$

$$P_0 = ?$$

$$\frac{P_0}{P_1} = ?$$

Решение:



Для начала, воспользуемся уравнением Менделеева - Клайперона для 2 газов, когда они уже заняли объем $2V$, но температура еще не сравнялась

$$\begin{cases} P_1 \cdot 2V = \nu_1 R T_1 & P_2 \cdot 2V = \nu_2 R T_2 \\ P_1 = \frac{\nu_1 R T_1}{2V} & P_2 = \frac{\nu_2 R T_2}{2V} \end{cases}$$

Далее используем закон Дальтона $P_1 + P_2 = P_0$ и подставим в уравнение Менделеева - Клайперона уже для смеси газов.

$$\frac{R}{2V} (\nu_1 T_1 + \nu_2 T_2) \cdot 2V = \nu R T$$

$$T = \frac{\nu_1 T_1 + \nu_2 T_2}{\nu} \quad (1)$$

Теперь рассмотрим давление каждого газа при равной температуре отдельно:

$$\begin{cases} P_1' \cdot 2V = \nu_1 R T & P_1' = \frac{\nu_1 R T}{2V} \\ P_2' \cdot 2V = \nu_2 R T & P_2' = \frac{\nu_2 R T}{2V} \\ (P_1' + P_2') \cdot 2V = \nu R T \end{cases}$$

$$\frac{R T}{2V} (\nu_1 + \nu_2) \cdot 2V = \nu R T$$

$$\nu = \nu_1 + \nu_2 \quad (2)$$

Подставим (2) в (1):

$$T = \frac{\nu_1 T_1 + \nu_2 T_2}{\nu_1 + \nu_2}$$

$$T = \frac{\frac{1}{2} \cdot 200 + \frac{1}{3} \cdot 300}{\frac{1}{2} + \frac{1}{3}} = \frac{6}{5} \cdot 200 = 240 \text{ (K)}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{3}{2} m_1 v_{01} = \frac{1}{2} m_2 v_{01}$$

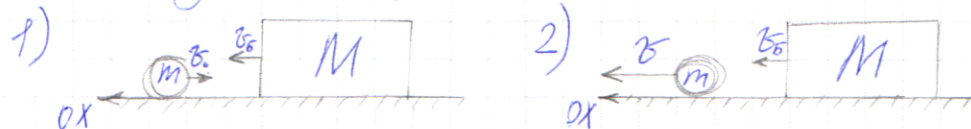
$$m_2 = 3m_1$$

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

Ответ: $\frac{m_2}{m_1} = 3; \frac{v_2}{v_{01}} = \frac{1}{2}$

③ Дано: $M \gg m$
 $v = 4v_0$
 $\frac{v_0}{v_0} - ?$

Решение:
Запишем законы сохранения импульса и сохранения энергии для 2 случаев:



Поскольку $M \gg m$, после удара я не буду рассматривать брусок, т.к. его скорость не изменится:

$$\begin{cases} m v_0 + M v_0 = m v \\ \frac{m v_0^2}{2} + \frac{M v_0^2}{2} = \frac{m v^2}{2} \end{cases} \quad | :2$$

Исбавимся от векторов:

$$\begin{cases} -m v_0 + M v_0 = 4m v_0 \\ m v_0^2 + M v_0^2 = 16m v_0^2 \end{cases} \quad \begin{cases} 5m v_0 = M v_0 \quad (1) \\ 15m v_0^2 = M v_0^2 \quad (2) \end{cases}$$

Поделим (2) : (1)

$$v_0 = 3v_0$$

$$\frac{v_0}{v_0} = \frac{1}{3}$$

Ответ: $\frac{v_0}{v_0} = \frac{1}{3}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

④ Теперь поделим P_0 на P_1

$$\frac{P_0}{P_1} = \frac{RT}{2V} (v_1 + v_2) : \frac{v_1 RT_1}{V} = \frac{RT(v_1 + v_2) \cdot V}{2V \cdot v_1 RT_1}; \text{ Решим } T$$

$$\frac{P_0 (v_1 + v_2) \cdot (v_1 T_1 + v_2 T_2)}{P_1 \cdot 2v_1 T_1 (v_1 + v_2)} = \frac{100 + 100}{2 \cdot 100} = 1$$

Ответ: $T = 240\text{K}; \frac{P_0}{P_1} = 1$

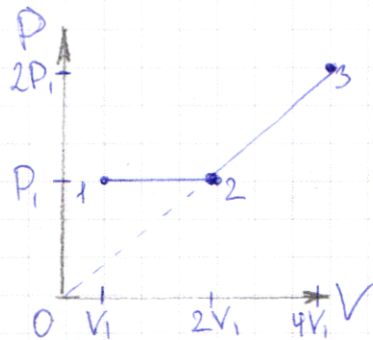
⑤ Дано:

$$2V_1 = V_2$$

$$2V_2 = V_3$$

(1-2) - изобара

(2-3) - прям.
пропорц.



Ш.к. 1-2 изобара, запишем закон Дальтона:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

$$T_2 = \frac{T_1 \cdot 2V_1}{V_1} = 2T_1$$

Ш.к. 2-3 прямая пропорциональность, раз V увеличили в 2 раза, запишем пропорцию:

$$\frac{P_1}{2V_1} = \frac{P_3}{4V_1}$$

$P_3 = 2P_1$, значит давление увеличилось в 2 раза, тогда

запишем уравнение состояния газа:

$$\frac{P_1 \cdot \Delta V}{\Delta T_1} = \frac{2P_1 \cdot 4V}{T_3}$$

$$\frac{T_3}{T_1} = 8$$

Работа — это площадь под графиком, тогда для 1-2 это S_{\square} , а 2-3 это S_{\square}

$$S_{12} = P_1 V_1$$

$$S_{23} = \frac{1}{2}(P_1 + 2P_1) \cdot 4V = 3P_1 V_1$$

$$\frac{A_{12}}{A_{23}} = \frac{P_1 V_1}{3P_1 V_1} = \frac{1}{3}$$

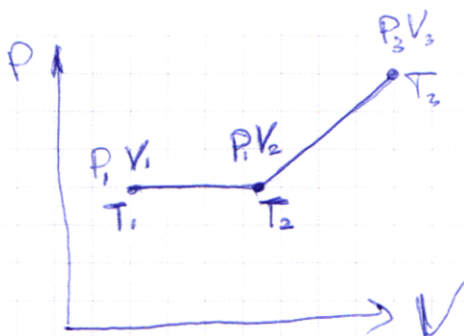
Ответ: $\frac{T_3}{T_1} = 8$; $\frac{A_{12}}{A_{23}} = \frac{1}{3}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

В) $n=2$

$$V_2 = 2V_1$$

$$V_3 = 2V_2$$



$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

$$T_1 = T_2 \frac{V_1}{V_2}$$

$$2T_1 = T_2$$

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

P, V

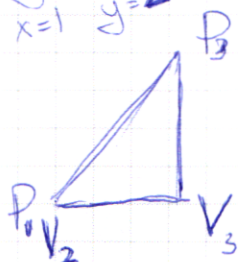
$$\frac{P_1 V_2}{T_2} = \frac{P_3 V_3}{T_3}$$

$$\frac{P_1}{T_2} = \frac{2P_3}{T_3}$$

$$\frac{P_1 \cdot 2V_1}{2T_1} = \frac{P_3 \cdot 2 \cdot 2V_1}{T_3}$$

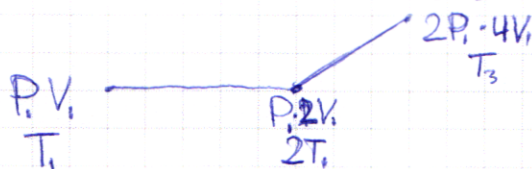
$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{4P_3 V_1}{T_3}$$

$y=2x$
 $x=1 \quad y=2$



$$P_1 V_2 = \nu R T_2$$

$$2P_3 V_3 = \nu R T_3$$



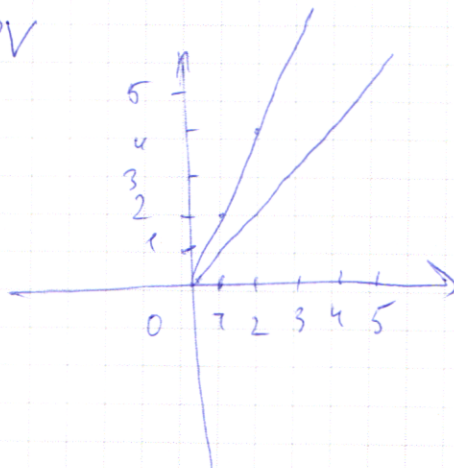
$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{2P_3 \cdot 4V_1}{T_3}$$

$$\frac{T_3}{T_1} = 8$$

PV $\frac{1}{2}(P+2P)2V$
 $3PV$

$\frac{1}{3}$

$P(V)$



$y=2x$

$$\frac{P_1}{2V_1} = \frac{P_3}{4V_1}$$

$$P_3 = 2P_1$$

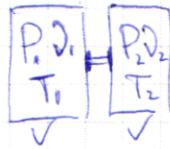


черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

④ $J_1 = \frac{1}{2}$ моль
 $J_2 = \frac{1}{3}$ моль
 $T_1 = 200\text{K}$
 $T_2 = 300\text{K}$
 $V_1 = V_2 = V$
 $T = ?$



$$\begin{cases} P_1 V = J_1 R T_1 \\ P_0 = P_1' + P_2' \\ P_1' = \frac{J_1 R T}{2V} \quad P_2' = \frac{J_2 R T}{2V} \end{cases}$$

$$\frac{P_0}{P_1} = \frac{RT (J_1 + J_2)}{2V} : \frac{J_1 R T_1}{V} = \frac{(J_1 + J_2) T}{2J_1 T_1}$$

$\frac{P_0}{P_1} = ?$

$$\begin{cases} P_1' \cdot 2V = J_1 R T \\ P_2' \cdot 2V = J_2 R T \\ (P_1' + P_2') \cdot 2V = J R T \end{cases}$$

$$\frac{RT}{2V} (J_1 + J_2) \cdot 2V = J R T$$

$$J = J_1 + J_2$$

~~$$\left(\frac{J_1 R T_1}{P_1} + \frac{J_2 R T_2}{P_1} \right) P_0 = (J_1 + J_2) R T$$~~

~~$$\frac{R \cdot P_0}{P_1} (J_1 T_1 + J_2 T_2) = (J_1 + J_2) R T$$~~

~~$$\frac{(J_1 + J_2) T}{2J_1 T_1} (J_1 T_1 + J_2 T_2) = (J_1 + J_2) T$$~~

~~$$J_1 T_1 = 2J_1 T_1$$~~

$$\begin{cases} P_2 V = J_1 R T_1 \\ P_2 V = J_2 R T_2 \\ P_0 \cdot 2V = J R T \end{cases}$$

$$\left(\frac{J_1 R T_1}{2V} + \frac{J_2 R T_2}{2V} \right) 2V = J R T$$

~~$$R (J_1 T_1 + J_2 T_2) = J R T$$~~

~~$$P_0 = \frac{(J_1 + J_2) R T}{2V}$$~~

~~$$P_1 = \frac{J_1 R T}{V}$$~~

~~$$\frac{P_0}{P_1} = \frac{(J_1 + J_2) R T}{(J_1 T_1 + J_2 T_2) 2J_1 T_1} = 1$$~~

$$T = \frac{J_1 + J_2}{J_1 T_1 + J_2 T_2}$$

①

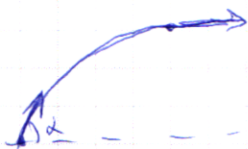


$$v_{0y} - gt = v_{yf}$$

$$v_{0y} = v_0 \cdot \sin \alpha - gt = v_0 \cdot \sin \alpha$$

$$v_0 \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha = v_0 \cdot \sin \alpha$$

$$v_0 \cdot \sin \alpha - gt =$$



$$\begin{cases} v_0 \cdot \sin \alpha - gt = 0 \\ v_0 \cdot \cos \alpha \cdot t_0 = L \\ v_0 \cdot \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} = H \\ \frac{gt_0^2}{2} = H \end{cases}$$

$$\frac{gt_0}{\sin \alpha} = \frac{20}{\frac{\sqrt{3}}{2}}$$

$$gt - \frac{gt^2}{2} = H$$

$$\frac{gt^2}{2} - gt + \frac{gt_0^2}{2} = 0$$

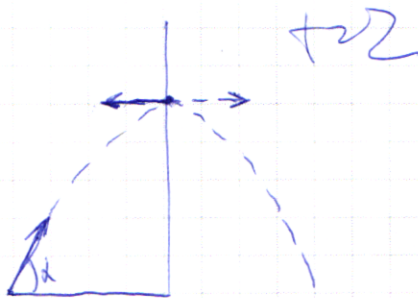
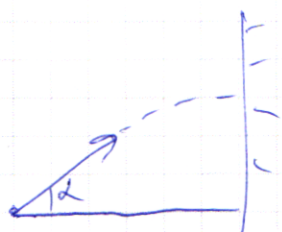
$$5t^2 - 10t + 20 = 0$$

$$\Delta = 100 \Rightarrow t = t_0$$

$$10t^2 - 5t^2 = 5 \cdot 4$$

$$\frac{gt_0}{\sin \alpha} \cdot \cos \alpha \cdot t_0 = L$$

$$\frac{10 \cdot 4}{\sqrt{3}} = L$$



T.

$$\frac{40\sqrt{3}}{3}$$

$$13,3\sqrt{3}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{5m(\nu_B + \nu_B')}{3} = M(\nu_B - \nu_B') \quad (3)$$

$$\frac{5m}{g} \cdot (\nu_B + \nu_B')^2 = M(\nu_B^2 - \nu_B'^2)$$

$$\frac{5m}{g} = M \frac{\nu_B - \nu_B'}{\nu_B + \nu_B'} \quad (4)$$

$$m\nu_0 + M\nu_B = m\nu \quad \text{---}$$

$$\frac{m\nu_0^2}{g} + M\nu_B^2 = m\nu^2$$

$$-m\nu_0 + M\nu_B = 4m\nu_0$$

$$m\nu_0^2 + M\nu_B^2 = 16m\nu_0^2$$

$$\begin{cases} 5m\nu_0 = M\nu_B \\ 15m\nu_0^2 = M\nu_B^2 \end{cases}$$

$$\frac{1}{3\nu_0} = \frac{1}{\nu_B}$$

$$\nu_0 = 3\nu_0$$

$$\boxed{\frac{\nu_0}{\nu_B} = \frac{1}{3}}$$

$$\frac{5}{3} \cdot \frac{g}{15} (\nu_B + \nu_B') = \nu_B + \nu_B'$$

$$\frac{P_1 V}{T_1} = \frac{P_1' \cdot 2V}{T} \quad T_2 = \frac{P_2' \cdot 2V T_1}{P_1 V \cdot \cancel{2}}$$

$$\frac{P_2 V}{T_2} = \frac{P_2' \cdot 2V}{T}$$

$$T = \frac{P_2' \cdot 2V T_2}{P_2 V \cdot \cancel{2}}$$

$$\frac{P_2' T_2}{P_2} = \frac{P_1' T_1}{P_1}$$

$$\begin{cases} P_1 V = \nu_1 R T_1 \\ P_2 V = \nu_2 R T_2 \\ (P_1 + P_2) 2V = \nu R T \end{cases}$$

$$\frac{P_1}{2(P_1 + \frac{\nu_1 T_1}{\nu T_1} P_1)} = \frac{\nu_1 T_1}{\nu T_2}$$

⑩

$$\begin{cases} \nu_1 = 1/2 \text{ моль} \\ T_1 = 200 \text{ К} \\ \nu_2 = 1/3 \text{ моль} \\ T_2 = 300 \text{ К} \\ V_1 = V_2 = V \\ T = ? \\ P = ? \end{cases}$$

$$\begin{cases} P_1 V_1 = \nu_1 R T_1 \\ P_2 V_2 = \nu_2 R T_2 \\ (P_1 + P_2)(V_1 + V_2) = \nu R T \end{cases} \quad V_1 = V_2 = V$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{\nu_1 T_1}{\nu_2 T_2}$$

$$\frac{P_1 + P_2}{P_1} = \frac{P_1 + \frac{\nu_2 T_2}{\nu_1 T_1} P_1}{P_1} = \left(1 + \frac{\nu_2 T_2}{\nu_1 T_1}\right) \frac{P_1}{P_1} = 1 + \frac{\nu_2 T_2}{\nu_1 T_1} = 2$$

$$\frac{\frac{1}{2} \cdot 200}{\frac{1}{3} \cdot 300} = 2$$

$$\frac{P_1}{P_2} = 1 \quad P_1 = P_2 = P$$

$$V = \frac{\nu_1 R T_1}{P_1}$$

~~$$\frac{P_1 V}{P_1 V}$$~~

$$P_1 \cdot 2V = \nu_1 R T$$

$$P_2 \cdot 2V = \nu_2 R T$$

$$\left(\frac{\nu_1 R T}{2V} + \frac{\nu_2 R T}{2V}\right) 2V = \nu R T$$

~~$$R T (\nu_1 + \nu_2) = \nu R T$$~~

$$\begin{cases} P_1 V = \nu_1 R T_1 \\ P_2 V = \nu_2 R T_2 \end{cases}$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{\nu_1 T_1}{\nu_2 T_2} = 1$$

$$P_1 V = \nu_1 R T_1$$

$$P_2 V = \nu_2 R T_2$$

$$\begin{cases} P_1' \cdot 2V = \nu_1 R T \\ P_2' \cdot 2V = \nu_2 R T \end{cases}$$

$$P_1 = \frac{\nu_1 R T}{2V}$$

$$P_2 = \frac{\nu_2 R T}{2V}$$

~~$$\frac{R T}{2V} (\nu_1 + \nu_2) \cdot 2V = \nu R T$$~~

$$\boxed{\nu = \nu_1 + \nu_2}$$

$$P_0 = P_2' + P_1'$$

$$P_0 \cdot 2V = \nu R T$$

$$\begin{cases} P_0 = \frac{R T}{2V} (\nu_1 + \nu_2) \\ P_1 = \frac{\nu_1 R T_1}{V} \end{cases}$$

$$\frac{P_0}{P_1} = \frac{R T (\nu_1 + \nu_2)}{2V} \cdot \frac{V}{\nu_1 R T_1} = \frac{T (\nu_1 + \nu_2)}{2 \nu_1 T_1}$$

~~$$P_0 \cdot 2 \frac{\nu_1 R T_1}{P_1} = (\nu_1 + \nu_2) R T$$~~

$$\begin{cases} P_1 V = \nu_1 R T_1 \\ P_2 V = \nu_2 R T_2 \end{cases}$$

$$(P_2 + \frac{\nu_1}{\nu_2} P_2) 2V = \nu R T$$

$$P_2 \cdot 2V = \nu_2 R T$$

$$\frac{P_1'}{P_2'} = \frac{\nu_1}{\nu_2}$$

$$\begin{cases} P_1' \cdot 2V = \nu_1 R T \\ P_2' \cdot 2V = \nu_2 R T \end{cases}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

① $\alpha = 60^\circ$
 $t_0 = 2e$
 $L = ?$
 $H = ?$

$v_0 \cdot \cos \alpha \cdot t = L$

$v_0 \cdot \cos \alpha \cdot t_0 = L$

$v_0 \cdot \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2} = H$

$v_0 \cdot \cos \alpha = v_0 \cdot \cos \alpha$

$v = \frac{L}{\cos \alpha \cdot t_0}$

$v_{x0} = v_{x1}$, м.к. вдоль OX $a = 0 \Rightarrow t = t_0$

$v_{x0} t = v_{x1} t_0$

$v_{y0} t - \frac{gt^2}{2} = H$

② $\alpha = 60^\circ$
 $t_0 = 2e$

$v_0 \cdot \cos \alpha \cdot t_0 = L$

$v_0 \cdot \sin \alpha - \frac{gt^2}{2} = H$

$\frac{gt_0^2}{2} = H$

$v_y' = v_0 \cdot \sin \alpha - gt$

$+ v_y' \cdot t_0 + \frac{gt_0^2}{2} = H$

$v_y' = v_y - gt$

$v_y = v_y' + gt$

$v_0 \cdot \sin \alpha \cdot t_0 - gt \cdot t_0 - \frac{gt_0^2}{2} = H$

$v_0 \cdot \cos \alpha \cdot t_0 = L$

② m_1
 m_2
 $v_1 = \frac{1}{2} v_{01}$
 $v_{02} = 0$

$$\begin{cases} m_1 v_{01} + m_2 v_{02} = m_1 v_1 + m_2 v_2 \\ \frac{m_1 v_{01}^2}{2} + \frac{m_2 v_{02}^2}{2} = \frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2} \end{cases}$$

$\frac{m_2}{m_1} = ?$
 $\frac{v_{02}}{v_{01}} = ?$

$$\begin{cases} m_1 v_{01} = \frac{1}{2} m_1 v_{01} + m_2 v_2 \\ \frac{m_1 v_{01}^2}{2} = \frac{m_1 v_{01}^2}{8} + \frac{m_2 v_2^2}{2} \end{cases} \Rightarrow (1) \cdot (2)$$

$$\frac{3}{2} m_1 v_{01} = m_2 v_2 \quad (1)$$

$$\frac{3 m_1 v_{01}^2}{8} = \frac{m_2 v_2^2}{2} \quad (2)$$

$$\frac{3}{2} \cdot \frac{3}{2} \cdot \frac{1}{8} \cdot \frac{1}{v_{01}} = 2 \cdot \frac{1}{v_2}$$

$$\frac{9}{8} = \frac{2}{v_2}$$

$$4 v_2 = 2 v_{01}$$

$$v_2 = \frac{1}{2} v_{01}$$

$$\frac{3}{2} m_1 v_{01} = \frac{1}{2} m_2 v_{01}$$

$$3 m_1 = m_2$$

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

$$\frac{v_{02}}{v_{01}} = 0$$

$$\frac{v_2}{v_{01}} = \frac{1}{2}$$

③ $M \gg m$
 $v = 4 v_0$
 $\frac{v_0}{v_0} = ?$
 $\frac{v_0}{v_0} = ?$

$$\begin{cases} m v_0 + M v_0 = m v + M v_0' \\ \frac{m v_0^2}{2} + \frac{M v_0^2}{2} = \frac{m v^2}{2} + \frac{M v_0'^2}{2} \end{cases}$$

$$m v_0 + M v_0 = 4 m v_0 + M v_0' \quad (1)$$

$$m v_0^2 + M v_0^2 = 16 m v_0^2 + M v_0'^2$$

$$M (v_0^2 - v_0'^2) = 15 m v_0^2 \quad (2)$$

$$\begin{cases} (1) 5 m v_0 = M (v_0 - v_0') \\ (2) 15 m v_0^2 = M (v_0^2 - v_0'^2) \end{cases}$$

$$\frac{1}{3 v_0} = \frac{1}{v_0 + v_0'}$$

$$v_0 + v_0' = 3 v_0$$

черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)