Олимпиада «Phystech.International» по физике

Декабрь 2017 года

Класс 10

Шифр 1-003

(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 α=30° 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, скользивший 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 шарику, 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.

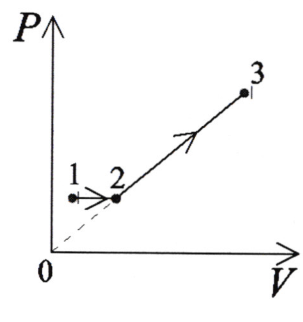
Найти отношение скоростей движения шарика и бруска до столкновения.

4. В двух теплоизолированных сосудах одинакового объема, соединенных короткой трубкой с закрытым краном, находятся υ_1=1/3 моль одноатомного идеального газа при температуре T_1=300 К и υ_2=1/5 моль другого одноатомного идеального газа при температуре T_2=500 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.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

1-003

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2

Дано:

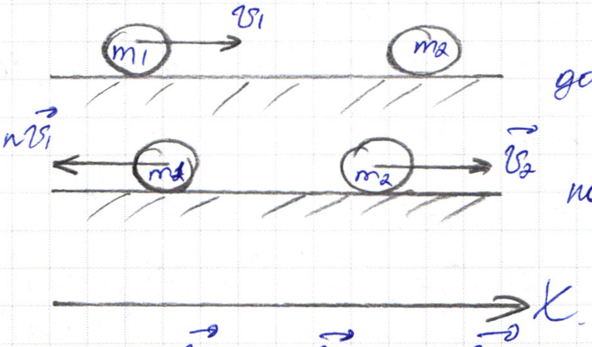
m_1, m_2;

$n = \frac{1}{3}$.

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

2) $\frac{v_2}{v_1}$ - ?

Решение:



до столкновения

после столкновения

$m_1\vec{v_1} = m_2\vec{v_2} + m_1 n\vec{v_1}$ - закон сохранения импульсов в векторной форме.

В проекции на Ox получим:

$m_1 v_1 = m_2 v_2 - m_1 \cdot n v_1$; $\Leftrightarrow$ $m_1 v_1 (1+n) = m_2 v_2$; $\Leftrightarrow$

$\Leftrightarrow$ $m_1 v_1 (1+\frac{1}{3}) = m_2 v_2$; $\Leftrightarrow$ $\frac{4}{3} m_1 v_1 = m_2 v_2$; $\Leftrightarrow$ $\frac{m_2 v_2}{m_1 v_1} = \frac{4}{3}$.

По закону сохранения энергии получим:

$\frac{m_1 v_1^2}{2} = \frac{m_1 v_1^2}{2 \cdot 9} + \frac{m_2 v_2^2}{2}$; $\Leftrightarrow$ $m_1 v_1^2 = \frac{1}{9} m_1 v_1^2 + m_2 v_2^2$; $\Leftrightarrow$

$\Leftrightarrow$ $\frac{8}{9} m_1 v_1^2 = m_2 v_2^2$; $\Leftrightarrow$ $\frac{8}{9} m_1 v_1 \cdot v_1 = m_2 v_2 \cdot v_2$; $\Leftrightarrow$

$\Leftrightarrow$ $\frac{v_2}{v_1} = \frac{m_1 v_1}{m_2 v_2} \cdot \frac{8}{9}$; $\Leftrightarrow$ $\frac{v_2}{v_1} \cdot \frac{m_2 v_2}{m_1 v_1} = \frac{8}{9}$; $\Leftrightarrow$ $\frac{v_2}{v_1} \cdot \frac{4}{3} = \frac{8}{9}$; $\Leftrightarrow$

$\Leftrightarrow$ $\frac{v_2}{v_1} = \frac{2}{3}$; $\Rightarrow$ $\frac{m_2}{m_1} \cdot \frac{v_2}{v_1} = \frac{4}{3}$; $\Leftrightarrow$ $\frac{m_2}{m_1} \cdot \frac{2}{3} = \frac{4}{3}$; $\Leftrightarrow$ $\frac{m_2}{m_1} = 2$.

Ответ: $\frac{m_2}{m_1} = 2$, $\frac{v_2}{v_1} = \frac{2}{3}$.

№4

Дано:
$V_1 = V_2 = V$
$\nu_1 = \frac{1}{3}$ моль
$T_1 = 300K$
$\nu_2 = \frac{1}{5}$ моль
$T_2 = 500k$
$i_1 = i_2 = 3$

Θ - ?
$\frac{P}{P_2}$ - ?

Решение:

В результате смешивания газов установился тепловой баланс, сл-но, один из газов отдал теплоту, а другой газ получил теплоту, и этот процесс происходит за счёт того, что внутренняя энергия идеальных газов в результате перемешивания изменилась, а значит мы можем записать ур-е теплового баланса:

$$Q_1 = Q_2 ; \Leftrightarrow \Delta U_1 = \Delta U_2 ; \Leftrightarrow \frac{i_1}{2}\nu_1 R(\Theta - T_1) = \frac{i_2}{2}\nu_2 R(T_2 - \Theta); \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \frac{3}{2}\nu_1 \cancel{R}(\Theta - T_1) = \frac{3}{2}\nu_2 R(T_2 - \Theta); \Leftrightarrow \nu_1(\Theta - T_1) = \nu_2(T_2 - \Theta); \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \Theta(\nu_1 + \nu_2) = \nu_1 T_1 + \nu_2 T_2 ; \Leftrightarrow \Theta = \frac{\nu_1 T_1 + \nu_2 T_2}{\nu_1 + \nu_2} =$$

$$= \frac{\frac{1}{3}\cdot 300 + \frac{1}{5}\cdot 500}{\frac{1}{3} + \frac{1}{5}} = \frac{100+100}{\frac{8}{15}} = \frac{15 \cdot \overset{25}{\cancel{200}}}{\cancel{8}} = 325 (k)$$

По закону Дальтона:

$$P = P_1 + P_2$$

Из уравнения Менделеева - Клайперона получим

$$P_1 V = \nu_1 R T_1 ; \quad P_2 V = \nu_2 R T_2 ; \Rightarrow P_1 = \frac{\nu_1 R T_1}{V} ; \quad P_2 = \frac{\nu_2 R T_2}{V}.$$

Тогда
$$\frac{P}{P_2} = \frac{P_1 + P_2}{P_2} = \frac{P_1}{P_2} + 1 = \frac{\frac{\nu_1 R T_1}{\cancel{V}}}{\frac{\nu_2 R T_2}{\cancel{V}}} + 1 = \frac{\nu_1 T_1}{\nu_2 T_2} + 1 = \frac{\frac{1}{3}\cdot 300}{\frac{1}{5}\cdot 500} + 1 =$$

$$= \frac{100}{100} + 1 = 1 + 1 = 2.$$

Ответ: $\Theta = 325k$; $\frac{P}{P_2} = 2$.

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

1-003

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№5.

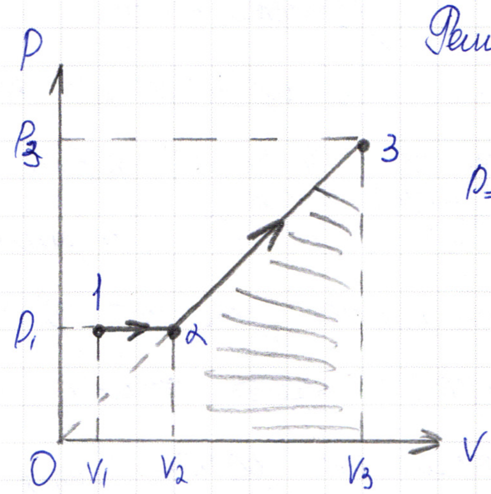
Дано:

$\frac{V_2}{V_1} = 3$

$\frac{V_3}{V_2} = 3$

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

$\frac{A_{1-2}}{A_{2-3}}$ - ?



Решение:

Т.к. процесс $1 \to 2$ изобарический, т.е. $P = const$, то по закону Гей-Люссака

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1} = 3; \Rightarrow T_2 = 3T_1; \; P_1 = P_2$$

Т.к. процесс $2 \to 3$ проходит при прямо пропорциональной зависимости, то: $\frac{P_3}{P_2} = \frac{V_3}{V_2} = 3$

Из уравнения Менделеева-Клапейрона получим:

$$P_2V_2 = \nu RT_2; \Rightarrow P_2 = \frac{\nu RT_2}{V_2}; \Leftrightarrow P_1 = \frac{\nu RT_2}{V_2}$$

$$P_3V_3 = \nu RT_3; \Rightarrow P_3 = \frac{\nu RT_3}{V_3}. \text{ Тогда } \frac{P_3}{P_2} = 3; \Leftrightarrow \frac{\frac{\cancel{\nu R}T_3}{V_3}}{\frac{\cancel{\nu R}T_2}{V_2}} = 3; \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \frac{T_3 \cdot V_2}{V_3 \cdot T_2} = 3; \Leftrightarrow \frac{T_3}{T_2} = 3 \cdot \frac{V_3}{V_2} = 3 \cdot 3 = 9. \text{ Но } T_2 = 3T_1; \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{T_3}{T_2} = 9; \Leftrightarrow \frac{T_3}{3T_1} = 9; \Leftrightarrow \frac{T_3}{T_1} = 27.$$

$$A_{1-2} = P_1 \Delta V = P_1(V_2 - V_1) = P_1(3V_1 - V_1) = 2P_1V_1$$

$$A_{2-3} = S_{штрих.ф.} = \frac{1}{2}(P_1 + P_3)(V_3 - V_2) = \frac{1}{2}(P_2 + P_3)(3V_2 - V_2) = \frac{1}{2}(P_2 + 3P_2)(2 \cdot V_2) =$$

$$= 4P_2 \cdot V_2 = 4P_1 \cdot 3V_1 = 12P_1V_1$$

$$\frac{A_{1-2}}{A_{2-3}} = \frac{2P_1V_1}{12P_1V_1} = \frac{1}{6}.$$

Ответ: $\frac{T_3}{T_1} = 27$, $\frac{A_{1-2}}{A_{2-3}} = \frac{1}{6}$.

☐ черновик ☑ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

№1

Дано:

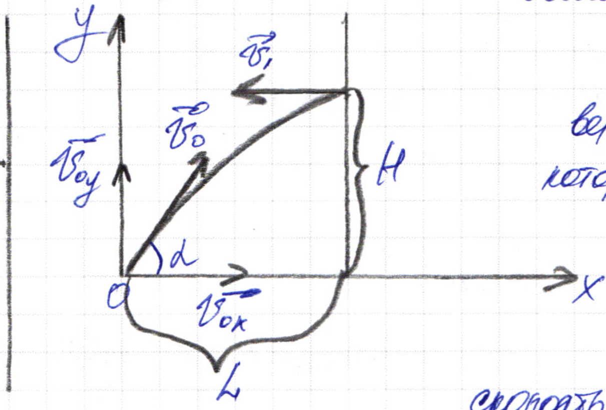
$\alpha = 30^\circ$

$t_0 = 1{,}5\,с$

$L - ?$

$H - ?$

$g = 10\,м/с^2$



Решение:

Для того, чтобы мяч вернулся в ту же точку, в которой находился в начале, нужно, чтобы при упругом соударении со стенкой, его скорость v_1 после удара была равна скорости v_{0x} начальной скорости по оси Ox, а значит, направление движения мяча должно быть перпендикулярно поверхности ~~мяча~~ стенки, а значит, соударение произошло на высоте h_{max} траектории движения мяча до удара и, сл-но, $L = \frac{S}{2}$, где S – расстояние, которое прошло бы тело без взаимодействия со стенкой.

~~$(H = g(t_2)$~~ $H = \frac{gt_2^2}{2}$; $h_{max} = \frac{(v_0 \sin\alpha)^2}{2g}$; $H = h_{max}$; $\Leftrightarrow$

$\Leftrightarrow \frac{gt_2^2}{2} = \frac{(v_0\sin\alpha)^2}{2g}$; $\Leftrightarrow (gt_2)^2 = (v_0\sin\alpha)^2$; $\Leftrightarrow gt_2 = v_0 \sin\alpha$; $\Leftrightarrow$

$\Leftrightarrow t_2 = \frac{v_0\sin\alpha}{g} = t_1 = \frac{1}{2}t_0$; значит, время подъёма до стенки равно времени возвращения до начального положения. Сл-но $v_0 = \frac{gt_0}{2\sin\alpha} = \frac{10\cdot 1{,}5}{2\cdot\frac{1}{2}} = \frac{15}{1} = 15\,(м/с)$

Тогда $H = \frac{(v_0\sin\alpha)^2}{2g} = \frac{15\cdot 15\cdot 1}{2\cdot 10\cdot 4} = \frac{45}{16} = 2\frac{13}{16}\,(м)$

$L = \frac{S}{2} = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{2g} = \frac{15\cdot 15\cdot\frac{\sqrt{3}}{2}}{2\cdot 10} = \frac{45\sqrt{3}}{2\cdot 2\cdot 2} = \frac{45\sqrt{3}}{8}\,(м)$

Ответ: $H = 2\frac{13}{16}\,м$; $L = \frac{45\sqrt{3}}{8}\,(м)$.

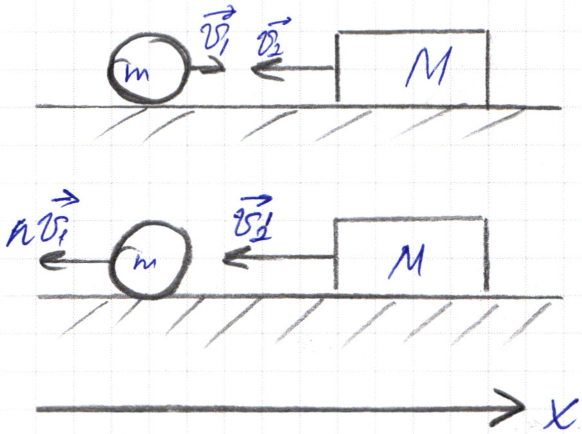
№3

Дано:

$n=2$

$\frac{v_1}{v_2}$ — ?

Решение:



до столкновения

после столкновения.

Используя закон сохранения импульса

$mv_1 - Mv_2 = -nmv_1 - Mv_2'$; $\Leftrightarrow 3mv_1 = M(v_2 - v_2')$

Используя закон сохранения энергии

$\frac{mv_1^2}{2} + \frac{Mv_2^2}{2} = \frac{4mv_1^2}{2} + \frac{Mv_2'^2}{2}$; $\Leftrightarrow 3mv_1^2 = M(v_2 - v_2')(v_2 + v_2') \Leftrightarrow$

$\Leftrightarrow v_1 \cdot \cancel{M(v_2 - v_2')} = \cancel{M(v_2 - v_2')}(v_2 + v_2')$; $\Leftrightarrow v_1 = v_2 + v_2'$.

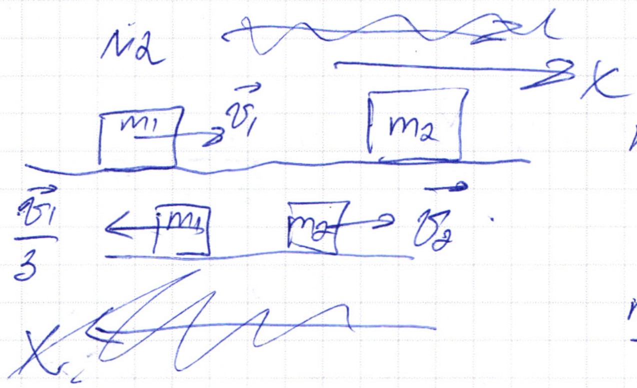
Но т.к. по условию $M >> m$, то $v_2' \approx v_2$; $\Rightarrow v_1 = 2v_2$; $\Rightarrow$

$\Rightarrow \frac{v_1}{v_2} = 2$.

Ответ: $\frac{v_1}{v_2} = 2$.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2



$\frac{m_2}{m_1}$ - ? $\frac{v_2}{v_1}$ - ?

$m_1 v_1 = m_2 v_2 - \frac{1}{3} m_1 v_1$

$\frac{4}{3} m_1 v_1 = m_2 v_2$; $\frac{m_2 v_2}{m_1 v_1} = \frac{4}{3}$

$\frac{m_1 v_1^2}{2} = \frac{m_1 v_1^2}{2 \cdot 9} + \frac{m_2 v_2^2}{2}$ $\qquad \frac{m_2}{m_1} = \frac{4}{3} \cdot \frac{v_1}{v_2} = \frac{4 \cdot \cancel{3}^{2}}{\cancel{3} \cdot \cancel{2}} = 2$

$m_1 v_1^2 = \frac{1}{9} m_1 v_1^2 + m_2 v_2^2$

$\frac{8}{9} m_1 v_1^2 = m_2 v_2^2$

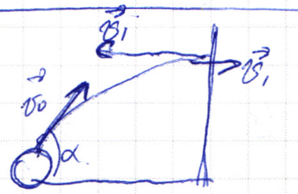
$\frac{8}{9} m_1 v_1 \cdot v_1 = m_2 v_2 \cdot v_2$

$\frac{v_2}{v_1} \cdot \frac{m_2 v_2}{m_1 v_1} = \frac{8}{9}$

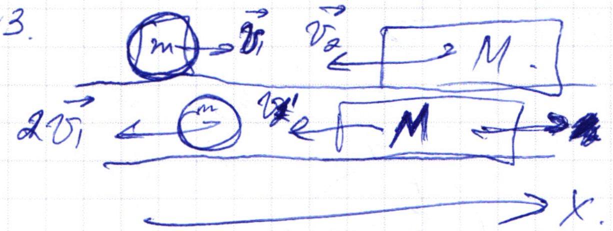
$\frac{v_2}{v_1} \cdot \frac{4}{3} = \frac{8}{9}$

$\frac{m_2}{m_1} = 2$ $\qquad \frac{v_2}{v_1} = \frac{2}{3} \Rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \frac{3}{2}$

N1.



N3.



$M >> m$

$m v_1 - M v_2 = -2 m v_1 - M v_2'$

$3 m v_1 = M (v_2 - v_2')$

$\frac{3 m v_1}{M(v_2 - v_2')} = 1$

~~$m v_1 = M v_2$~~

~~$m v_1 = 2 M v_2 \cdot 2 m v_1$~~

$\frac{m v_1^2}{2} + \frac{M v_2^2}{2} = \frac{4 m v_1^2}{2} + \frac{M v_2'^2}{2}$

$v_2 + v_1 - v_2$

$3 m v_1^2 = M (v_2^2 - v_2'^2) = \cancel{M(v_2 - v_2')(v_2 + v_2')}$

$\frac{3 m v_1}{M(v_2 - v_2')} = \frac{v_2 + v_2'}{v_1} = 1$, $v_1 = v_2 + v_2'$; $\Rightarrow v_2' = v_1 - v_2$

$3 m v_1 = M (2 v_2 - v_1)$

$v_2' \approx v_2 \Rightarrow \frac{v_2}{v_1} = \frac{1}{2}$

$\frac{v_1}{v_2} = 2$

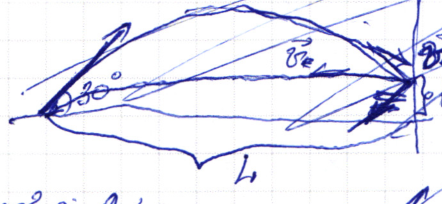
N1

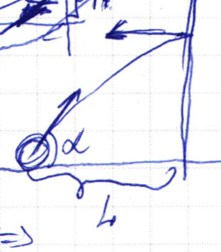
$\alpha = 30°$

$t_0 = 1{,}5$ с

L - ?

H - ?



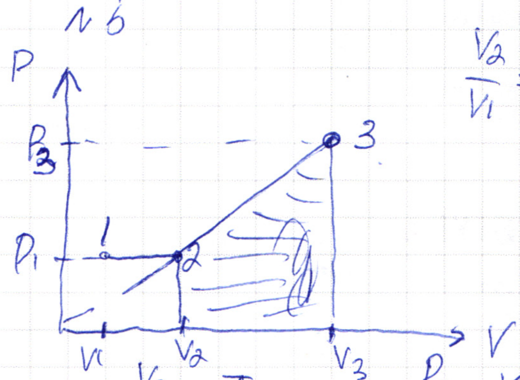


$L = \frac{v_0^2 \cdot \sin 2\alpha}{2g}$

$H = \frac{v_0^2 \sin^2\alpha}{2g} = \frac{g(t_0 - t_1)^2}{2}$; $\Leftrightarrow$

$\Leftrightarrow \frac{t_1^2}{2g} = \frac{g(t_0 - t_1)^2}{2}$, $\Leftrightarrow t_1^2 = g^2 (t_0 - t_1)^2 \Rightarrow t_1 = g(t_0 - t_1) \Leftrightarrow t_1 = \frac{g t_0}{g+1} = \frac{15}{11}$

№6



$\frac{V_2}{V_1}=3 \quad \frac{V_3}{V_2}=3$

$\frac{T_3}{T_1}$ - ? $\quad \frac{A_{2-3}}{A_{12}}$ - ?

$\frac{V_2}{V_1}=\frac{T_2}{T_1}=3;\quad \frac{P_3}{P_2}=\frac{V_3}{V_2}=3;\quad \frac{P_3}{P_2}=3;\quad \frac{\frac{\nu R T_3}{V_3}}{\frac{\nu R T_2}{V_2}}=3;\quad \frac{T_3\cdot V_2}{T_2\cdot V_3}=3$

$T_2=3T_1$

$V_3=3V_2$
$V_2=3V_1$

$\frac{T_3}{T_2}\cdot\frac{1}{3}=3;\quad \frac{T_3}{T_2}=9; \Rightarrow$

$\Rightarrow \frac{T_3}{3T_1}=9,\quad \frac{T_3}{T_1}=27.$

$P_3=3P_2=3P_1$

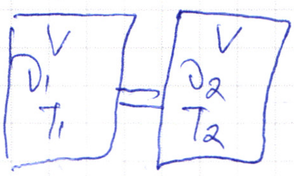
$A_{1-2}=P_1(V_2-V_1)=2P_1V_1$

$A_{2-3}=\frac{1}{2}(P_1+P_3)(V_3-V_2)=\frac{1}{2}(P_1+P_3)(3V_2-V_2)=V_2(P_1+P_3)=3V_1(P_1+P_3)=$

$=3V_1(P_1+3P_1)=12P_1V_1$

$\frac{A_{1-2}}{A_{2-3}}=\frac{2P_1V_1}{12P_1V_1}=\frac{1}{6}.$

№4.



Θ - ?
$\frac{P}{P_2}$ - ?

$\nu_1=1/5$ моль
$\nu_2=1/3$ моль
$T_1=300K$
$T_2=500K$

$P=P_1+P_2;\quad P_1=\frac{\nu_1RT_1}{V};\quad P_2=\frac{\nu_1RT_2}{V}$

$\frac{\frac{R}{V}(\nu_1T_1+\nu_2T_2)}{\frac{\nu_2RT_2}{V}}=\frac{\nu_1T_1+\nu_2T_2}{\nu_2T_2}=\cancel{\frac{\frac{\nu R}{V}(T_1+T_2)}{\frac{\nu RT_2}{V}}=\frac{T_1+T_2}{T_2}=\frac{300+500}{500}=\frac{800}{500}=\frac{8}{5}}$

$=\frac{\frac{1}{3}\cdot300+\frac{1}{5}\cdot500}{\frac{1}{5}\cdot500}=\frac{100+100}{100}=2.\quad \frac{P}{P_2}=2.$

$\Delta U_1=Q_1$
$\Delta U_2=Q_2.\quad Q_1=Q_2;\quad \Delta U_1=\Delta U_2$

$\frac{3}{2}\nu_1R(\Theta-T_1)=\frac{3}{2}\nu_2R(T_2-\Theta)$

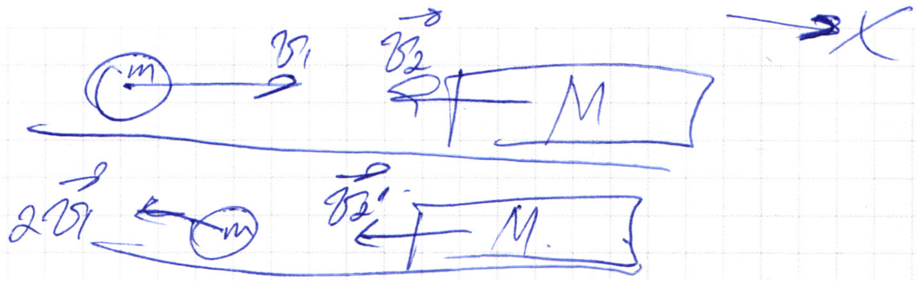
$\Theta(\nu_1+\nu_2)=\nu_2T_2+\nu_1T_1$

$\Theta=\frac{\nu_2T_2+\nu_1T_1}{\nu_1+\nu_2}=\frac{100+100}{\frac{1}{3}+\frac{1}{5}}=\frac{15\cdot200}{8}=375K.$

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

☐ черновик ☐ чистовик Страница №__
(Поставьте галочку в нужном поле) (Нумеровать только чистовики)

1-003



$mv_1 - Mv_2 = -2mv_1$

$3mv_1 = Mv_2$

$\frac{mv_1^2}{2} = \frac{4mv_1^2}{2} + \frac{Mv_2^2}{2}$

$3mv_1^2 = Mv_2^2$

$3mv_1 \cdot v_1 = Mv_2 \cdot v_2$

$\frac{v_1}{v_2} = \frac{Mv_2}{3mv_1} = 1$

$mv_1 - Mv_2 = -2mv_1 + Mv_2'$

$3mv_1 = M(v_2 + v_2')$

$\cancel{\frac{mv_1^2}{2} + \frac{Mv_2^2}{2} = \frac{mv_1^2}{4} + \frac{Mv_2'^2}{2}}$

$\cancel{\frac{1}{4} mv_1^2 =}$

$\frac{mv_1^2}{2} + \frac{Mv_2^2}{2} = \frac{4mv_1^2}{2} + \frac{Mv_2'^2}{2}$

$3mv_1^2 = M(v_2 - v_2')(v_2 + v_2')$

$3mv_1 = \frac{M(v_2 - v_2')(v_2 + v_2')}{v_1}$

$\cancel{\frac{M(v_2 + v_2')(v_2 + v_2')}{v_1} = M(v_2 + v_2')(v_2 - v_2')}$

$v_2 + v_2' = v_1$

$mv_1 - Mv_2 = -2mv_1 + Mv_2'$

$3mv_1 = M(v_2 + v_2')$

$3mv_1^2 = M(v_2 - v_2')(v_2 + v_2')$

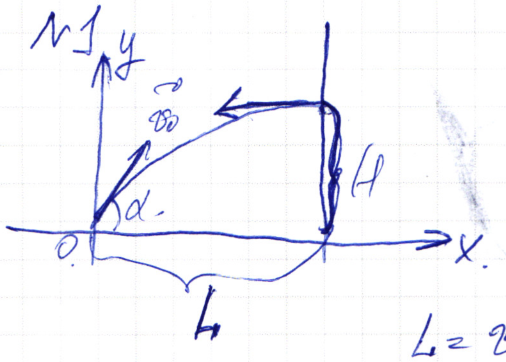
$v_1 \cdot M\cancel{(v_2 + v_2')} = M(v_2 - v_2')\cancel{(v_2 + v_2')}$

$v_1 = v_2 - v_2'$

$v_2 = v_1 + v_2'$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1



$\alpha = 30^\circ$
$t_0 = 1{,}5$ с.
$L - ?$
$H - ?$

$L = v_0 \cos\alpha \cdot t_2$.

$H = \dfrac{g t_2^2}{2}$.

$H = \dfrac{v_0^2 \sin^2\alpha}{2g}$

$\dfrac{v_0^2 \sin^2\alpha}{2g} = \dfrac{g t_2^2}{2}$.

$(v_0 \sin\alpha)^2 = (g t_2^2)$.

$v_0 \sin\alpha = g t_2$

$\dfrac{v_0 \sin\alpha}{g} = t_2, \Leftrightarrow t_1 = t_2 = \dfrac{1}{2} t_0$.

$\dfrac{v_0 \sin\alpha}{g} = \dfrac{t_0}{2}, \Rightarrow v_0 = \dfrac{g t_0}{2\sin\alpha} = \dfrac{10 \cdot 1{,}5}{2 \cdot \frac{1}{2}} = 15 (м/с)$.

$\begin{cases} L = 15 \cdot \dfrac{\sqrt{3}}{2} \cdot \dfrac{3}{4} = \dfrac{45\sqrt{3}}{8} \text{ м}, \\ H = \dfrac{\cancel{10}^{5} \cdot 9}{\cancel{2} \cdot 16} = \dfrac{45}{16} \text{ м}. \end{cases}$

$L = \dfrac{v_0^2 \cdot \sin 2\alpha}{2g} = \dfrac{225 \cdot \sqrt{3}}{2 \cdot 10 \cdot 2} = \dfrac{\overset{3}{15} \cdot 15 \cdot \sqrt{3}}{2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 8} = \dfrac{45\sqrt{3}}{8}$.

$H = \dfrac{\overset{3}{\cancel{15}} \cdot 15 \cdot 1}{2 \cdot \underset{2}{\cancel{10}} \cdot 4} = \dfrac{45}{16}$