Олимпиада «Phystech.International» по физике

Декабрь 2017 года

Класс 10

Шифр 12-007

(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.

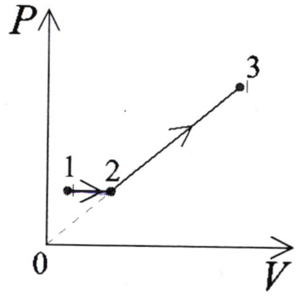
Найти отношение скоростей движения шарика и бруска до столкновения.

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.

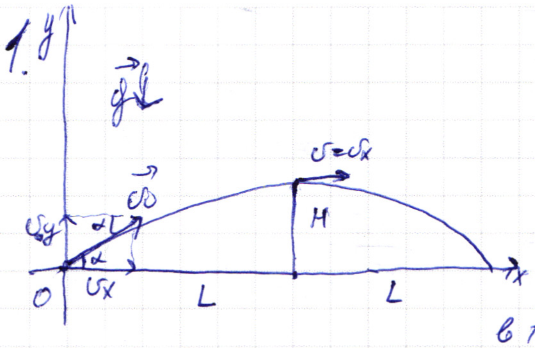


1) Во сколько раз увеличивается конечная температура газа по сравнению с начальной?

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.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1.



$g = 10\frac{м}{с^2}$
$t_0 = 1,5с$
$\alpha = 30°$
$L - ?$
$H - ?$

В условии задачи сказано, что после столкновения со стеной (удар упругий), мячик приземлился обратно в точку бросания. Т.к. при таком движении проекция начальной скорости на ось OX есть величина постоянная, то это значит, что в точке удара со стеной шарик имел только горизонтальную скорость, т.е. находился на максимальной высоте. Т.к. удар упругий, то это даёт нам возможность рассматривать движение, изображённое на рисунке, потому что после удара мяч просто поменял направление движения. Опустив стену, мы увидим, что шар приземлится на расстоянии L от неё.

а) $L = v_x t = v_0 \cos\alpha t$

$v_y = v_0 \sin\alpha$, но в высшей точке $v_y = 0$, тогда из формулы: $\vec{v} = \vec{v_0} + \vec{g}t$, получим: $0 = v_{0y} - gt$

$v_{0y} = gt$;

То есть в высшей точке полёта (на высоте H), тело будет иметь скорость $0\frac{м}{с}$ по оси OY, при этом $v_{0y} = gt$, где t — время полёта к стене, т. есть время поднятия на высоту H.

$\begin{cases} v_{0y} = gt; \\ v_0 \sin\alpha = v_{0y} \end{cases} \Rightarrow v_0 \sin\alpha = gt$

$v_0 = \frac{gt}{\sin\alpha}$ (1) подставим v_0 в ур.-ние для L:

$L = v_0 \cos\alpha t$; $L = \frac{gt\cos\alpha t}{\sin\alpha} = \frac{gt^2}{tg\alpha}$ ~~...~~

но $t = \frac{t_0}{2}$, т.к. t_0 — время всего полёта, а t — время половины полёта.

иначе: $\begin{cases} L = v_0 \cos\alpha t \\ 2L = v_0 \cos\alpha t_0 \end{cases} \Rightarrow t = \frac{t_0}{2}$

$t = \frac{t_0}{2} = \frac{1,5с}{2} = 0,75с$; $L = \frac{gt^2}{tg\alpha} = \frac{10 \cdot 0,75с^2}{tg 30°} = \frac{10 \cdot 0,5625}{\frac{1}{\sqrt{3}}} = 5,625\sqrt{3}м \approx 3,3м$

б) $\begin{cases} H = v_{0y}t - \frac{gt^2}{2}, \text{ где } t = \frac{t_0}{2} \text{ (т.к. половина времени полёта} \\ t = \frac{v_y - v_{0y}}{-g} \text{ (} -g \text{, т.к. } g \text{ направлено вниз)} \end{cases}$

$H = \frac{v_{0y}(v_y - v_{0y})}{-g} - \frac{g(v_y - v_{0y})^2}{2g^2}$; $H = \frac{v_{0y}v_y - v_{0y}^2}{-g} - \frac{v_y^2 - 2v_y v_{0y} + v_{0y}^2}{2g}$, но $v_y = 0$, т.к. в верхней точке (на высоте H), $v_y = 0$.

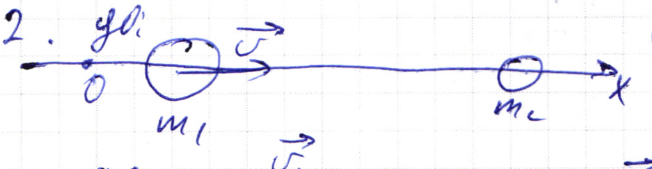
$H = \frac{v_{0y}^2}{2g} = \frac{v_0^2 \sin^2\alpha}{2g} = \frac{(v_0 \sin\alpha)^2}{2g}$ но по (1), $v_0 = \frac{gt}{st}$ $v_0 = \frac{gt}{\sin\alpha}$; тогда см. сл. стр.

$H = \frac{(\upsilon_0 \sin\alpha)^2}{2g} = \frac{\left(\frac{gt}{\sin\alpha}\sin\alpha\right)^2}{2g} = \frac{g^2t^2}{2g^2} = \frac{gt^2}{2}$; $t = \frac{t_0}{2}$, тогда

$H = \frac{g t_0^2}{2\cdot 4} = \frac{g t_0^2}{8} = \frac{10 \cdot 1{,}5^2}{8} = \frac{10 \cdot 2{,}25}{8} = \frac{22{,}5}{8}$ м $= 2{,}8125$ м

$\boxed{\text{Ответ: } L = 5{,}625\cdot\sqrt{3} \text{ м} \approx 9{,}5625 \text{ м};\ H = 2{,}8125 \text{ м}}$

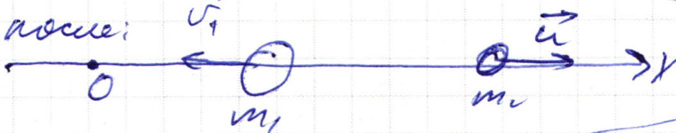
2. до:



Дано: $\upsilon = 3\upsilon_1$

Удар упругий, центральный

после:



$\frac{m_2}{m_1}$ – ? ; $\frac{\upsilon}{u}$ – ?

Введём ось OX. Напишем Закон Сохранения Импульса:

$$m_1\vec{\upsilon} + m_2\vec{\upsilon_2} = m_1\vec{\upsilon_1} + m_2\vec{u}$$

$\upsilon_2 = 0$, т.к. второе тело покоилось вначале.

$\upsilon_1 = \frac{\upsilon}{3}$

Проецируем на OX:

$$m_1\upsilon = -\frac{m_1\upsilon}{3} + m_2 u$$

Напишем закон сохранения энергии:

$$\frac{m_1\upsilon^2}{2} + \frac{m_2\upsilon_2^2}{2} = \frac{m_1\upsilon_1^2}{2} + \frac{m_2u^2}{2}$$

$\upsilon_2 = 0$, т.к. тело покоилось, $\upsilon_1 = \frac{\upsilon}{3}$

Тогда: $\frac{m_1\upsilon^2}{\cancel{2}} = \frac{m_1\left(\frac{\upsilon}{3}\right)^2}{\cancel{2}} + \frac{m_2u^2}{\cancel{2}}$

$$m_1\upsilon^2 = \frac{m_1\upsilon^2}{9} + m_2u^2$$

$$\begin{cases} m_1\upsilon^2 = \frac{m_1\upsilon^2}{9} + m_2u^2 \quad (1) \\ m_1\upsilon = m_2u - \frac{m_1\upsilon}{3} \quad (2) \end{cases}$$

найдём из этой системы $\frac{m_2}{m_1}$

выразим u из (2): $\frac{m_1\upsilon + \frac{m_1\upsilon}{3}}{m_2} = u$; $\frac{4m_1\upsilon}{3m_2} = u$

подставим u в (1):

$$m_1\upsilon^2 = \frac{m_1\upsilon^2}{9} + m_2\left(\frac{4m_1\upsilon}{3m_2}\right)^2$$

$$m_1\upsilon^2 = \frac{m_1\upsilon^2}{9} + \frac{m_2\cdot 16m_1^2\upsilon^2}{9m_2^2} \quad |:\upsilon^2$$

$$m_1 - \frac{m_1}{9} = \frac{16m_1^2}{9m_2}$$

$$\frac{8}{\cancel{9}}m_1 = \frac{16m_1^2}{\cancel{9}m_2} \Rightarrow \frac{16}{8} = \frac{m_2}{m_1};\ \frac{2}{1} = \frac{m_2}{m_1}$$

подставим $\frac{m_2}{m_1}$ в формулу u: $\frac{2\cdot 4\upsilon\cdot 1}{3\cdot 2} = u \Rightarrow \frac{\upsilon}{u} = \frac{3}{2}$; $\frac{u}{\upsilon} = \frac{2}{3}$

$\boxed{\text{Ответ: } \frac{m_2}{m_1} = \frac{2}{1};\ \frac{u}{\upsilon} = \frac{2}{3}}$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

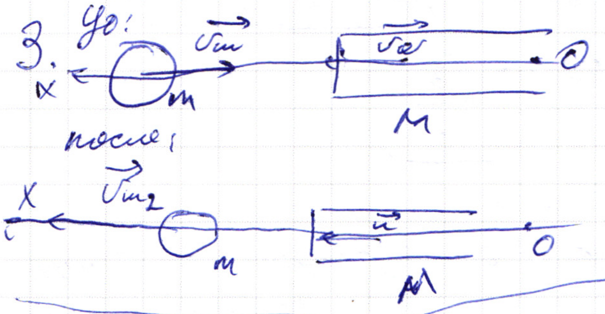
12-007

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3.



$2v_m = v_{m2}$; $m \ll M$

$\frac{v_m}{v_б}$ - ?

Введём ось OX. Запишем ЗСИ:

$M\vec{v_б} + m\vec{v_m} = m\vec{v_{m2}} + M\vec{u}$, спроецируем на ось OX.

$Mv_б - mv_m = 2mv_m + M u$, где $v_б$ - скорость бруска в начале, u - скорость бруска после удара, v_m - скорость шарика до удара.

Брусок не меняет своего направления дв-я, т.к. шарик с малой массой почти никак не влияет на него.

ЗСЭ: $\frac{Mv_б^2}{2} + \frac{mv_m^2}{2} = \frac{mv_{m2}^2}{2} + \frac{Mu^2}{2}$

$Mv_б^2 + mv_m^2 = 4mv_m^2 + Mu^2$

$\begin{cases} Mv_б - mv_m = 2mv_m + Mu & (1) \\ Mv_б^2 + mv_m^2 = 4mv_m^2 + Mu^2 & (2) \end{cases}$ необходимо из этой системы найти $\frac{v_m}{v_б}$: выразим u из (1)

$\frac{Mv_б - mv_m - 2mv_m}{M} = u$; $\frac{Mv_б - 3mv_m}{M} = u$; $v_б - 3\frac{m}{M}v_m = u$ (3)

подставим u ~~выражение~~ в (2):

$Mv_б^2 + mv_m^2 - 4mv_m^2 = M\frac{(Mv_б - 3mv_m)^2}{M^2}$

$Mv_б^2 - 3mv_m^2 = \frac{(Mv_б - 3mv_m)^2}{M}$

$M^2v_б^2 - 3mMv_m^2 = M^2v_б^2 - 6mMv_бv_m + 9m^2v_m^2$

$-3Mv_m = -6Mv_б + 9mv_m$

$6Mv_б - 3Mv_m = 9mv_m$

$2Mv_б - Mv_m = 3mv_m$

$M(2v_б - v_m) = 3mv_m$

$\frac{2v_б - v_m}{3v_m} = \frac{m}{M}$, подставим это в (3)

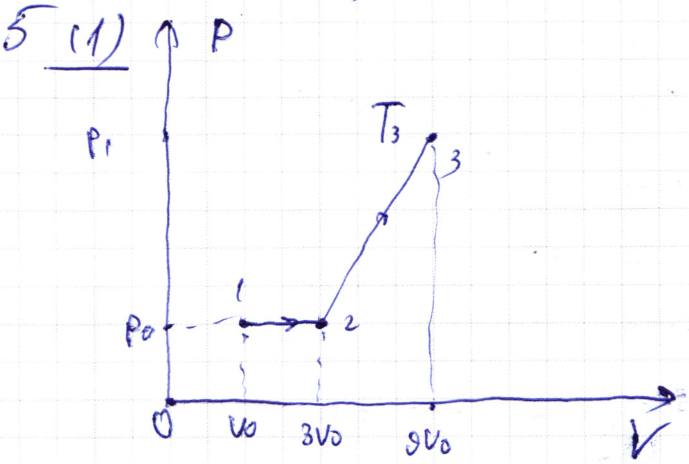
$u = v_б - \frac{3v_m(2v_б - v_m)}{3v_m}$; но $u \approx v_б$, т.к. шарик практически не влияет на брусок и скорость бруска практически не изменится после столк.

☐ черновик ☑ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле) удара. , тогда $\cancel{u} = v_б - \frac{3m_м}{3m_м}(2v_б - v_м)$

$v_м = 2v_б$; $\frac{v_м}{v_б} = \frac{2}{1}$

$\boxed{\text{Ответ: } \frac{v_м}{v_б} = \frac{2}{1}}$

5 (1)



Дано: $n = 3$; на 2−3 $p \sim V$

Найти: $\frac{T_3}{T_0}$

Решение:

~~по~~ 1−2 − изобарический процесс, тогда $p_1 = p_2 = p_0$

$V_1 = V_0$; $V_2 = nV_0 = 3V_0$

составим ур-ние Менделеева-Клапейрона для 1 и 2.

1: $\cancel{p_0V_0 = \nu RT_0}$ 1: $p_1V_1 = \nu RT_1$; $p_0V_0 = \nu RT_0$; $p_0V_0 = \nu RT_0$ (1)

~~$2p_0$~~ 2: $p_2V_2 = \nu RT_2$; $p_0 n V_0 = \nu RT_2$; $3p_0V_0 = \nu RT_2$

при переходе в точку 3, объём увеличивается в 3 раза, то есть он станет равен $nV_0 \cdot n = n^2V_0 = 9V_0$

При этом на отрезке 2−3 действует правило: $p \sim V$, очевидно, если объём увеличится в n раз, то и p увеличится в n раз т.е. ~~3p~~ $3p \sim V \cdot 3$, где V, объём, который был в точке 2, p − давление в точке 2.

Тогда ур-ние состояния для 2−3 выглядит так:

$$\begin{cases} p_3V_3 = \nu RT_3 \\ p \sim V \end{cases}$$

, Тогда если в точке 3, $V = 3 \cdot V_2 = 3 \cdot 3V_0 = 9V_0$ (по условию), то $p = 3p_2 = 3p_0$

Тогда $3p_0 \cdot 9V_0 = \nu RT_3$

имеем $\begin{cases} p_0V_0 = \nu RT_0 \\ 3p_0 \cdot 9V_0 = \nu RT_3 \end{cases}$ $\div$ $\frac{1}{3 \cdot 9} = \frac{T_0}{T_3} \Rightarrow T_3 = 27T_0$

~~Ответ: $27T_0$~~

В общем виде: $\frac{p_0V_0}{np_0 \cdot n^2V_0} = \frac{\nu RT_0}{\nu RT_3} \Rightarrow \frac{T_0}{T_3} = \frac{1}{n^3}$; $n^3T_0 = T_3$

$27T_0 = T_3$

$\boxed{\text{Ответ: } 27T_0}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

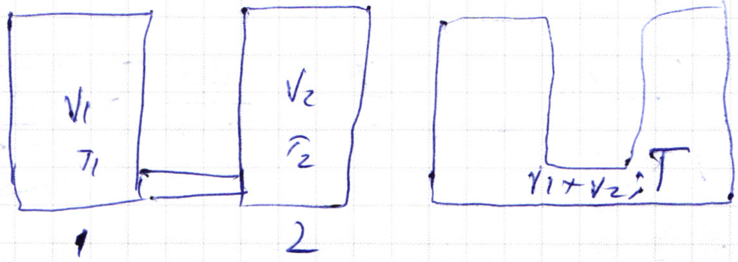
4. $\nu_1 = \frac{1}{3}$ моль

1) $\nu_2 = \frac{1}{5}$ моль

$T_1 = 300K$

$T_2 = 500K$

T – ?



В сосуде 1 газ обладает кинетической энергией $E_{k_1} = c\nu_1 T_1$, где c – константа для этого газа.

~~в сосуде 2 газ~~

В сосуде 2, газ обладает кинетической энергией $E_{k_2} = c\nu_2 T_2$, где c – константа, одинаковая для обоих сосудов, т.к. газ везде один и тот же (одноатомный)

общая кинетическая энергия двух сосудов $E_{k_1}+E_{k_2} = c\nu_1 T_1 + c\nu_2 T_2$

после открытия крана $E_k = (\nu_1+\nu_2)cT$, (конечная кинетическая энергия) где c – та же константа, т.к. один и тот же газ, (одноатомный) T – конечная температура.

$E_k = E_{k_1}+E_{k_2}$, т.к. система замкнута и теплопотерь не происходит.

$$(\nu_1+\nu_2)cT = \nu_1 c T_1 + \nu_2 c T_2$$

$$(\nu_1+\nu_2)\cancel{c}T = \cancel{c}(\nu_1 T_1 + \nu_2 T_2)$$

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

$$T = \frac{15\cdot 200}{4\cdot 2} = 15\cdot 25\,K = 375\,K$$

Ответ: $375\,K$

2) Ур.-ние Менделеева–Клапейрона для второго сосуда и для смеси газов

$$\begin{cases} PV = (\nu_1+\nu_2)RT, \\ P_2 V_2 = \nu_2 R T_2 \end{cases}$$
где P – давление в смеси, V – объём смеси.

$$\begin{cases} P(V_1+V_2) = (\nu_1+\nu_2)RT & \mid :2 \\ P_2 V_2 = \nu_2 R T_2 \end{cases}$$

, заметим, что, т.к. объёмы сосудов равны, то $\frac{V_1+V_2}{2} = V_2$, тогда:

$$\begin{cases} \frac{P(V_1+V_2)}{2} = \frac{(\nu_1+\nu_2)}{2}RT \\ P_2 V_2 = \nu_2 R T_2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} P V_2 = \frac{(\nu_1+\nu_2)}{2}RT \\ P_2 V_2 = \nu_2 R T_2 \end{cases} \quad \div \qquad \cancel{\frac{P}{P_2} = \frac{\frac{\nu_1+\nu_2}{2}T}{\nu_2 T_2} = \frac{\frac{\frac{1}{3}+\frac{1}{5}}{2}\cdot 375}{\frac{1}{5}\cdot\frac{600}{100}} = \frac{8\cdot 375}{30\cdot 100}}$$

$$\cancel{\frac{P}{P_2} = \frac{2\cdot 375}{30\cdot 25} = \frac{375}{15\cdot 25} = \frac{375}{375} = 1 \quad \text{Ответ: } 1}$$

$$\cancel{\frac{P}{P_2} = \frac{8}{15}\cdot 375} \qquad \frac{P}{P_2} = \frac{(\nu_1+\nu_2)RT}{2\nu_2 T_2 R} = \frac{\left(\frac{1}{3}+\frac{1}{5}\right)\cdot 375}{2\cdot\frac{1}{5}\cdot\frac{600}{100}} = \frac{8\cdot 375}{15\cdot 2\cdot 100}$$

$$\frac{P}{P_2} = \frac{4\cdot 2\cdot 375}{15\cdot 2\cdot 25\cdot 4} = \frac{375}{375} = 1, \text{ Ответ: } 1$$

$$\boxed{\text{Ответ: } 375\text{К} ; 1}$$

☐ черновик ☑ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$\cancel{\frac{22,5}{8}} = \frac{11,25}{4} =$

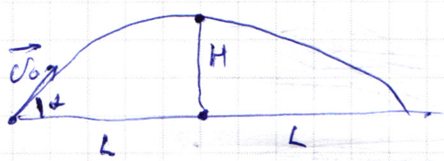
1.

$t = 1{,}5c$; $H = \frac{v_0^2}{2g} \Rightarrow H = \frac{g^2t^2}{4 \cdot 2 \cdot g} = \frac{gt^2}{8} =$

$v_0 = \frac{gt}{2} = \frac{10 \cdot 2{,}25}{8} = \frac{22{,}5}{8} =$

$L = v_0 \cos\alpha \, t ; v_0 \sin\alpha = \frac{gt}{2}$

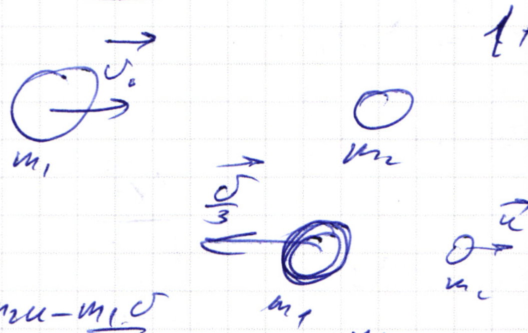
$L = \frac{gt^2}{2} \sin\alpha \cos\alpha$



$0{,}75 \times 0{,}75$, 375, 525, $0{,}5625$

$1 + \frac{1}{3} = \frac{4}{3}$

$\frac{22{,}5}{8} =$



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

$\frac{u}{v} - ?$

ЗСИ: $\begin{cases} m_1 v = m_2 u - \frac{m_1 v}{3} \\ \frac{m_1 v^2}{2} = \frac{m_2 u^2}{2} + \frac{m_1 (\frac{v}{3})^2}{2} \end{cases}$

$\frac{m_2}{m_1} = \frac{2}{1} \Rightarrow m_2 = 2m_1$

$3m_1 v = 3m_2 u - m_1 v$

$4m_1 v = 3m_2 u$

$\frac{4m_1 v}{3m_2} = u$

$22{,}5 : 80 = 2{,}08125$; 160, 65, 650, 640, 100, 80, 200

$2{,}08125$

$m_1 v^2 = m_2 u^2 + \frac{m_1 v^2}{9}$

$m_1 v^2 = m_2 \left(\frac{4m_1 v}{3m_2}\right)^2 + \frac{m_1 v^2}{9}$

$m_1 v^2 = \frac{m_2 \cdot 16 m_1^2}{9 m_2^2} v^2 + \frac{m_1 v^2}{9}$

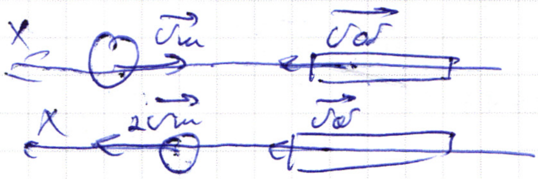
$1 = \frac{16 m_1}{9 m_2} + \frac{1}{9}$

$\frac{8}{9} = \frac{16}{9} \frac{m_1}{m_2} \Rightarrow \frac{m_2}{m_1} = \frac{2}{1}$

$PV = \nu RT$

$\frac{4m_1 v}{3m_2} = \frac{4 m_1 v}{3 \cdot 2 m_1} \Rightarrow \frac{2}{3} v = u$

$\frac{v}{u} = \frac{3}{2}$



$\frac{M_б \gg m_ш}{\frac{v_ш}{v_б} - ?}$

$v_ш + v_б$ БСО

$2v_ш - v_б$ БСО

$v_ш$ ЛСО

$-2v_ш$

$M v_б - m_ш v_ш = 2m_ш + M v_б u$

$$\begin{cases} M v_б - m v_ш = 2m v_ш + M u \\ M v_б^2 - m v_ш^2 = 4 m v_ш^2 + M u^2 \end{cases}$$

$\frac{M v_б - 3 m v_ш}{M} = u$

$M v_б^2 - 5 m v_ш^2 = M \frac{(M v_б - 3m v_ш)^2}{M^2}$

$M^2 v_б^2 - 5 M m v_ш^2 = M^2 v_б^2 - 6 m M v_б v_ш + 9 m^2 v_ш^2$

$6 M m v_б v_ш - 5 M m v_ш^2 = 9 m^2 v_ш^2$

$6 M v_б - 5 M v_ш = 9 m v_ш$

$$\begin{cases} M v_б - m v_ш = 2m v_ш + M u \\ M v_б^2 + m v_ш^2 = 4 m v_ш^2 + M u^2 \end{cases}$$

$\frac{M v_б - 3 m v_ш}{M} = u$

$M v_б^2 - 3 m v_ш^2 = M \frac{(M v_б - 3m v_ш)^2}{M^2}$

$M^2 v_б^2 - 3 m M v_ш^2 = M^2 v_б^2 - 6 m M v_б v_ш + 9 m^2 v_ш^2$

$6 M v_б - 3 v_ш M = 9 m v_ш$

$2 M v_б - M v_ш = 3 m v_ш$

$M(2 v_б - v_ш) = 3 m v_ш$

$\frac{2 v_б - v_ш}{3 v_ш} = \frac{m}{M}$

$25 \times 15 = 125 + 25\_ = 375$

$\frac{v_ш + v_б}{v_ш - v_б} = \frac{1}{2}$

$\frac{v_ш + v_б}{3 v_ш - v_б} = \frac{1}{2}$

$2 v_ш + 2 v_б = 3 v_ш - v_б$

$v_ш = 3 v_б$

$\frac{v_ш}{v_б} = \frac{3}{1}$

$v_б - \frac{3 v_ш m}{M} = u$

$v_б - \frac{3 v_ш (2 v_б - v_ш)}{3 v_ш} = u$

$2 v_б = v_ш$

$\frac{p}{p_2} = \frac{(\nu_1 + \nu_2) T}{2 \nu_2 T_2} = \frac{(\frac{1}{3} + \frac{1}{5}) \cdot 375}{2 \cdot \frac{1}{5} \cdot 500} =$

$= \frac{8}{15 \cdot 100} \cdot 375 = \frac{4 \cdot 2 \cdot 375}{15 \cdot 4 \cdot 25}$

$\frac{(\nu_1 + \nu_2) T}{2 \nu_2 T_2} = \frac{8}{30} \cdot \frac{375}{100} = \frac{4 \cdot 2 \cdot 375}{15 \cdot 2 \cdot 25 \cdot 4} = 1$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

12-007

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\begin{cases} Mv_б - mv_m = 4mv_m + Mu \\ Mv_б^2 + mv_m^2 = 16 mv_m^2 + Mu^2 \end{cases}$$

$$\frac{Mv_б - 5mv_m}{M} = u = v_б - 5v_m\frac{m}{M}$$

$$Mv_б^2 + mv_m^2 = 16mv_m^2 + \frac{M(Mv_б - 5mv_m)^2}{M^2}$$

$$M^2v_б^2 - 15Mmv_m^2 = M^2v_б^2 - 10Mmv_бv_m + 25m^2v_m^2$$

$$-15Mv_m + 10Mv_б = 25v_m m$$

$$M(10v_б - 15v_m) = 25v_m m$$

$$\frac{10v_б - 15v_m}{25v_m} = \frac{m}{M}$$

$$\frac{10v_б - 15v_m}{25v_m} = 0$$

$$10v_б = 15v_m$$

$$\frac{10}{15} = \frac{v_m}{v_б}$$

$p = V$

$P_0V_0 = \nu RT_0$

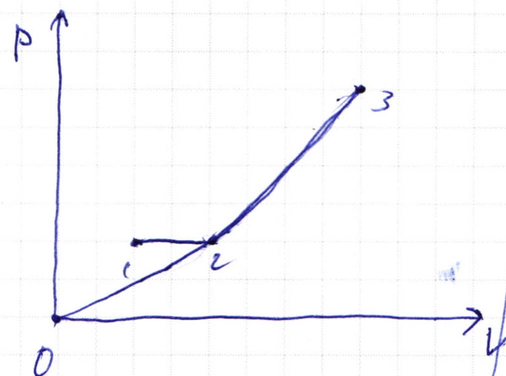
$P_1V_1 = \nu RT_1$

$P_2V_2 = \nu RT_2$

$n = 3$

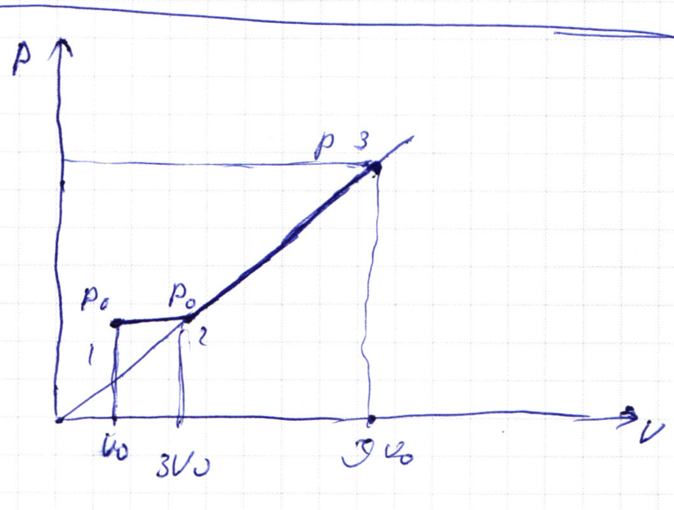
$$\frac{P_0V_0}{\frac{P_1V_1}{P_2V_2}} = \frac{T_0}{\frac{T_1}{T_2}}$$

$$\frac{P_0V_0}{\frac{P_0 3V_0}{P_1 9V_0}}$$



1–2 – изобара

2–3 – изотерма



$P_0V_0 = \nu RT_0$

$3P_0V_0 = \nu RT_1 \Rightarrow 3T_0 = T_1$

$3P \sim 3V$

$3\cdot 9P_0V_0 = \nu RT_2$

$27P_0V_0 = \nu RT_2$

$$\frac{P_0V_0}{27P_0V_0} = \frac{\nu RT_0}{\nu RT_2}$$

$T_2 = 27T_0$

☑ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница № 5 (Нумеровать только чистовики)

$\nu_1 = \frac{1}{3}$ моль
$T_1 = 300$ К.
$\nu_2 = \frac{1}{5}$ моль
$T_2 = 500$ К.

$T - ?$

Т.к. сосуды закрытые, то их энергия не изменяется.

$E_{k_1} = E_{k_2}$.

$E_{k_1} = E_k' + E_k'' = k(\dots) + k(\dots)$

$\nu T_1 + \nu T_2 = (\nu_1 + \nu_2) T$.

$$\frac{\nu_1 T_1 + \nu_2 T_2}{\nu_1 + \nu_2} = T = \frac{\frac{1}{3}\cdot 300 + \frac{1}{5}\cdot 500}{\frac{1}{3} + \frac{1}{5}} =$$

$$= \frac{200}{\frac{8}{15}} = \frac{15 \cdot \cancel{200}^{\,25}}{\cancel{8}} = 375 \text{ K}.$$

~~Dotto~~

$p\frac{(V_1 + V_2)}{2} = (\nu_1 + \nu_2) R \frac{T}{2}$;

$p_2 V_2 = \nu_2 R T_2$.

$$\frac{p}{p_2} = \frac{\frac{\nu_1 + \nu_2}{2} T}{\nu_2 T_2};$$

$$\begin{array}{r} 5{,}625 \\ \times\ 1{,}7 \\ \hline 39375 \\ +\ 5625 \\ \hline 9{,}5625 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 5{,}625 \\ \times\ 1{,}7 \\ \hline 39375 \\ +\ 5625 \\ \hline 9{,}5625 \end{array}$$

☑ черновик ☐ чистовик Страница № 3
(Поставьте галочку в нужном поле) (Нумеровать только чистовики)