Олимпиада «Phystech.International» по физике

Декабрь 2017 года

Класс 10

Шифр 4-003

(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 α=60° 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, 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 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 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 4 раза больше его начальной скорости.

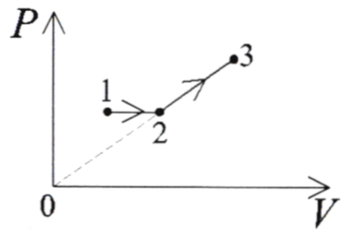
Найти отношение скоростей движения шарика и бруска до столкновения.

4. В двух теплоизолированных сосудах одинакового объема, соединенных короткой трубкой с закрытым краном, находятся υ_1= 1/2 моль одноатомного идеального газа при температуре T_1=200 К и υ_2=1/3 моль другого одноатомного газа при температуре T_2=300 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.

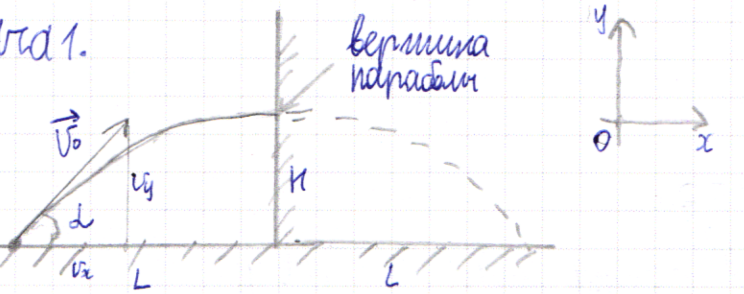
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

4-003
ШИФР
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 1.



1.) После упругого столкновения о стену шарик отскакивает с такой же по модулю скоростью. Т.к. точки падения и взлёта совпадают, то в случае, если бы стены не было, мяч пролетел бы такое же расстояние L (см. рис.). Значит точка, где мячик коснулся стены, является вершиной параболы, в ней ~~модуль~~ вертикальная составляющая скорости равна 0. Также мяч туда прилетел через $t = \frac{t_0}{2} = 1$ секунду, т.к. время подъёма равно времени падения при движении под углом к горизонту.

Запишем функцию скорости мяча от времени:

$\vec{v} = \vec{v_0} + \vec{g}t$ (1)

Спроецируем скорости на ось Oy:

$v_y = v_0 \sin\alpha - gt$

В момент $t = \frac{t_0}{2}$, $v_y = 0$ (доказано выше):

$v_0 \sin\alpha - g\frac{t_0}{2} = 0$;

$v_0 = \frac{g t_0}{2\sin\alpha}$. (2)

Спроецируем уравнение (1) на ось Ox:

$v_x = v_0 \cos\alpha = const$.

Запишем закон движения мяча по оси Ox:

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

$x = v_0\cos\alpha t$ – равномерное движение (т.к. скорость постоянна).

В момент $t = \frac{t_0}{2}$, $x = L$:

$L = \frac{v_0\cos\alpha t_0}{2}$;

Подставим v_0 из уравнения (2):

$L = \frac{g t_0 \cos\alpha t_0}{2\sin\alpha \cdot 2}$;

$L = \frac{g t_0^2}{4\operatorname{tg}\alpha}$.

$L = \frac{10\frac{м}{с^2}\cdot 4с^2}{4\cdot \sqrt{3}} = \frac{10\sqrt{3}}{3}$ м $\approx 5{,}8$ м.

2.) Запишем уравнение движения мяча по оси Oy:

$y = v_0\sin\alpha t - \frac{gt^2}{2}$ – равноускоренное движение (ускорение равно g).

В момент $t = \frac{t_0}{2}$, $y = H$:

$H = v_0\sin\alpha\frac{t_0}{2} - \frac{g t_0^2}{8}$.

Подставим v_0 из уравнения (2):

$H = \frac{g t_0 \sin\alpha t_0}{2\sin\alpha\cdot 2} - \frac{g t_0^2}{8}$;

$H = \frac{g t_0^2}{4} - \frac{g t_0^2}{8}$;

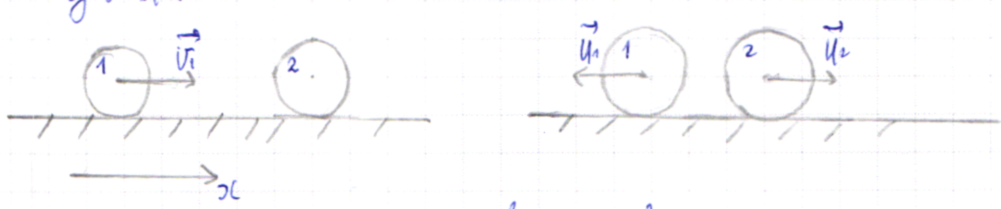
$H = \frac{g t_0^2}{8}$.

$H = \frac{10\frac{м}{с^2}\cdot 4с^2}{8} = 5$ м.

Ответ: 1) $L = \frac{g t_0^2}{4\operatorname{tg}\alpha} \approx 5{,}8$ м; 2.) $H = \frac{g t_0^2}{8} = 5$ м.

Задача 2

$u_1 = \frac{v_1}{2}$



На шарики не действуют внешние силы, направленные по оси Ox. $(F_x\Delta t = 0)$ Следовательно ~~импульс~~ проекция импульса системы на ось Ox сохраняется $(\Delta p_x = F_x\Delta t = 0)$:

$p_{1x} = p_{2x}$; 1 шарик ~~нач~~ станет скользить в сторону начальной скорости 1 шарика (иначе бы не выполнялся ЗСИ)

$0 + m_1 v_1 = -m_1 u_1 + m_2 u_2$ (1), где v_1 – скорость первого шарика до столкновения, u_1 – скорость первого шарика после столкновения, u_2 – скорость второго шарика,

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Работа внешних сил после отталкивания также равна 0 (векторная сумма всех сил, действующих на систему равна 0), а значит энергия системы также сохраняется. Запишем закон сохранения энергии для двух шариков:

$\frac{m_1 v_1^2}{2} = \frac{m_1 u_1^2}{2} + \frac{m_2 u_2^2}{2}$; (2) (За нуль потенциальной энергии я выбрал уровень центра масс шариков, поэтому $E_п = mgh = 0$).

Перепишем ещё раз (1) и (2):

$$\begin{cases} m_1 v_1 = m_2 u_2 - m_1 u_1, \\ m_1 v_1^2 = m_1 u_1^2 + m_2 u_2^2; \end{cases} \qquad u_1 = \frac{v_1}{2}$$

$$\begin{cases} m_1 v_1 = m_2 u_2 - m_1 \frac{v_1}{2}, \\ m_1 v_1^2 = m_1 \frac{v_1^2}{4} + m_2 u_2^2; \end{cases}$$

$$\begin{cases} \frac{3}{2} m_1 v_1 = m_2 u_2, \text{ значит } u_2 = \frac{3 m_1 v_1}{2 m_2} \ (3) \\ \frac{3}{4} m_1 v_1^2 = m_2 u_2^2; \end{cases}$$

Подставим u_2 в последнее уравнение:

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

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

2) $\frac{u_2}{v_1}$ - ?

Перепишем уравнение (3):

$u_2 = \frac{3 m_1 v_1}{2 m_2}$;

$\frac{u_2}{v_1} = \frac{3 m_1}{2 m_2}$;

$\frac{u_2}{v_1} = \frac{1}{2} = 0{,}5$.

Ответ: 1) $\frac{m_2}{m_1} = 3$; $\frac{u_2}{v_1} = \frac{1}{2} = 0{,}5$.

Задача 3.

$m_{бр} >> m_{ш}$, $u_1 = 4v_1$; $\frac{v_1}{v_2}$ - ?

Т.к. $m_{бр} >> m_{ш}$, то при ударе изменением скорости бруска можно пренебречь. Докажем это: (запишем законы сохранения энергии и импульса системы, они не изменяются, сказано в задаче)

— Система отсчёта — земля:

$$\begin{cases} m_ш v_1 - m_{бр} v_2 = -m_ш u_1 - m_{бр} u_2 \\ \frac{m_ш v_1^2}{2} + \frac{m_{бр} v_2^2}{2} = \frac{m_ш u_1^2}{2} + \frac{m_{бр} u_2^2}{2} \end{cases}$$

; v_1 - скорость шарика до удара, v_2 - скорость бруска до удара, u_1 - скорость шарика после удара, u_2 - скорость бруска после удара

$$\begin{cases} m_ш (v_1 + u_1) = m_{бр}(v_2 - u_2), \\ m_ш (v_1^2 - u_1^2) = m_{бр}(u_2^2 - v_2^2); \end{cases}$$

Черновик (см. стр. 4 далее)

Разделим нижнее уравнение на верхнее

$v_1 - u_1 = v_2 + u_2$;

~~$u_1 = v_1 - v_2 - u_2$~~ $\quad v_1 = v_2 + u_2 + u_1$

Перепишем закон сохранения импульса:

~~$m_ш v_1 - m_{бр} v_2 = -$~~ $m_ш v_2 + m_ш u_2 + m_ш u_1 - m_{бр} v_2 = -m_ш u_1 - m_{бр} u_2$;

~~$u_2 =$~~ $(m_ш + m_{бр}) u_2 = m_{бр} v_2 - m_ш v_2 - m_ш v_1 - m_ш u_1$.

$u_2 = \frac{v_2(m_{бр} - m_ш) - m_ш(v_1 + u_1)}{m_ш + m_{бр}}$;

~~$u_2 = \frac{v_2(1-\frac{m_ш}{m_{бр}}) - \frac{m_ш}{m_{бр}}(v_1+u_1)}{\frac{m_ш}{m_{бр}}+1}$~~

~~Т.к. $m_{бр} >> m_ш$, то~~

~~$u_2 \approx v_2$.~~

~~Вынесем~~ Разделим числитель и знаменатель на $m_{бр}$:

$$u_2 = \frac{v_2(1 - \underbrace{\frac{m_ш}{m_{бр}}}_{\to 0}) - \underbrace{\frac{m_ш}{m_{бр}}}_{\to 0}(v_1 + u_1)}{\underbrace{\frac{m_ш}{m_{бр}}}_{\to 0} + 1}$$

Т.к. $m_{бр} >> m_ш$, то

$\boxed{u_2 \approx v_2}$.

Следовательно задачу можно решать в системе отсчёта, связанной с бруском:

В ней изначально шарик скользил со скоростью: $v_1 + v_2$, а потом — $u_1 - v_2$

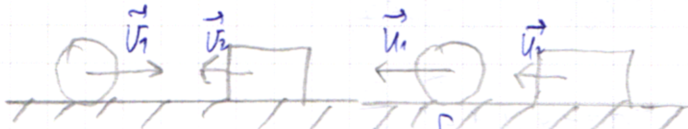
Т.к. удар упругий, то $v_1 + v_2 = u_1 - v_2$; $(u_1 = 4v_1)$

$v_1 + v_2 = 4v_1 - v_2$;

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 3.

$m_{бр} >> m_ш$. $u_1 = 4v_1$; $\frac{v_1}{v_2}$ - ?



т. к. $m_{бр} >> m_ш$, то при ударе изменением скорости бруска можно пренебречь. Докажем это. Запишем законы сохранения энергии и импульса (на ось Ox) в системе отсчёта - земля (энергия и импульс системы сохраняется (доказано в задаче)).

$$\begin{cases} m_ш v_1 - m_{бр} v_2 = -m_ш u_1 - m_{бр} u_2, \\ \frac{m_ш v_1^2}{2} + \frac{m_{бр} v_2^2}{2} = \frac{m_ш u_1^2}{2} + \frac{m_{бр} u_2^2}{2}; \end{cases}$$

v_1 - скорость шарика до удара, v_2 - скорость бруска до удара; u_1 - скорость шарика после удара, u_2 - скорость бруска после удара

$$\begin{cases} m_ш(v_1 + u_1) = m_{бр}(v_2 - u_2), \\ m_ш(v_1^2 - u_1^2) = m_{бр}(u_2^2 - v_2^2) \end{cases}$$

Разделим нижнее уравнение на верхнее:

$v_1 - u_1 = v_2 + u_2$,

$v_1 = v_2 + u_2 + u_1$.

Перепишем закон сохранения импульса:

$m_ш v_2 + m_ш u_2 + m_ш u_1 - m_{бр} v_2 = -m_ш u_1 - m_{бр} u_2$;

$u_2(m_ш + m_{бр}) = m_{бр} v_2 - 2m_ш u_1 - m_ш v_2$.

$u_2 = \frac{m_{бр} v_2 - m_ш(2u_1 + v_2)}{m_ш + m_{бр}}$;

Разделим числитель и знаменатель на $m_{бр}$:

$u_2 = \frac{v_2 - \frac{m_ш}{m_{бр}}(2u_1 + v_2)}{\underbrace{\frac{m_ш}{m_{бр}}}_{\to 0} + 1}$;

$\boxed{u_2 \approx v_2}$ т. к. $\frac{m_ш}{m_{бр}} \to 0$ ($m_{бр} >> m_ш$).

Следовательно задачу можно решать в системе отсчёта, связанной с бруском; в ней изначально шарик скользит со скоростью $v_1 + v_2$, а потом $-u_1 - v_2$.

Т.к. удар упругий, то $v_1 + v_2 = u_1 - v_2$; ($u_1 = 4v_1$)

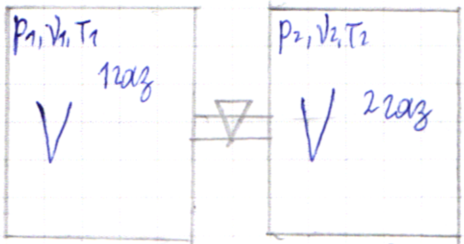
$v_1 + v_2 = 4v_1 - v_2$;

$3v_1 = 2v_2$;

$\frac{v_1}{v_2} = \frac{2}{3} = 0{,}67$

Ответ: $\frac{v_1}{v_2} = 0{,}67$.

Задача 4. T_3 – ?; $\frac{p_3}{p_1}$ – ?



1.) Запишем уравнение Менделеева-Клапейрона для 3 случаев (1 газ до смешивания, 2 газ до смешивания, оба газа после смешивания)

$$\begin{cases} p_1 V = \nu_1 R T_1, (1) \\ p_2 V = \nu_2 R T_2, (2) \\ p_3 \cdot 2V = (\nu_1 + \nu_2) R T_3; (3) \end{cases}$$

$p_3 = p_1' + p_2'$ (по закону Дальтона), p_1'; p_2' – давления газов после смешивания

$$\begin{cases} p_1' 2\cancel{V} = \nu_1 R T_1 \\ p_2' 2V = \nu_2 R T_2; \end{cases}$$ – уравнения Менделеева-Клапейрона для обоих газов после смешивания

$p_1' = \frac{R}{2V} \cdot \nu_1 T_1$

$p_2' = \frac{R}{2V} \cdot \nu_2 T_2$

$p_3 = \frac{\cancel{2}R}{2V}(\nu_1 T_1 + \nu_2 T_2)$.

Подставим ~~уравнен~~ p_3 в уравнение (3):

$\nu_1 T_1 + \nu_2 T_2 = (\nu_1 + \nu_2) T_3$;

$\boxed{T_3 = \frac{\nu_1 T_1 + \nu_2 T_2}{\nu_1 + \nu_2};}$

$T_3 = \frac{\frac{1}{2}\cancel{моль} \cdot 200K + \frac{1}{3}\cancel{моль} \cdot 300K}{\frac{1}{2}\cancel{моль} + \frac{1}{3}\cancel{моль}} = \frac{100K + 100K}{\frac{5}{6}} = \frac{200 \cdot 6}{5} K = 240 K.$

2.) $p_3 = \frac{R}{2V}(\nu_1 T_1 + \nu_2 T_2)$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$p_1 = \frac{R}{V} \nu_1 T_1$

$\boxed{\frac{p_3}{p_1} = \frac{\nu_1 T_1 + \nu_2 T_2}{2\nu_1 T_1}}$

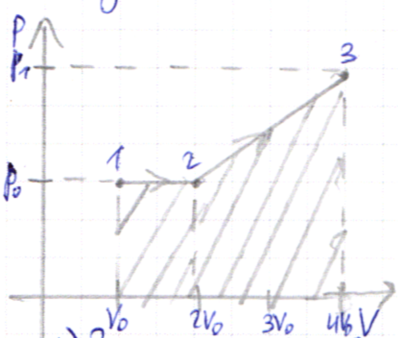
$\cancel{\frac{p_3}{p_1} = \frac{0{,}5\,моль \cdot 200К + \frac{1}{3}\,моль \cdot 300К}{2\cdot(\frac{1}{2}\,моль + \frac{1}{3}\,моль)\cdot 300К} = \frac{100К + 100К}{600 \cdot \frac{5}{6}} = \frac{200}{400 \cdot 5} = \frac{2}{5}}$

$\cancel{\frac{p_3}{p_1} = \frac{100К + 100К}{2 \cdot 0{,}5\,моль}}$

$\frac{p_3}{p_1} = \frac{0{,}5\,\cancel{моль} \cdot 200\cancel{К} + \frac{1}{3}\,\cancel{моль} \cdot 300\cancel{К}}{2 \cdot 0{,}5\,\cancel{моль} \cdot 200\cancel{К}} = \frac{100+100}{200} = 1.$

Ответ: 1) $T_3 = 240К$; $\frac{p_3}{p_1} = 1$.

Задача 5.



1.) Запишем уравнение Менделеева-Клапейрона для 3 точек:

$p_0 V_0 = \nu R T_1$

$p_0 2V_0 = \nu R T_2$

$p_1 4V_0 = \nu R T_3$

$p_1 = 2p_0$, т.к. 2-3 - ~~прямая~~ пропорциональная зависимость $P(V)$, $\frac{p_1}{p_0} = \frac{4V_0}{2V_0} = 2$,

$\boxed{p_1 = 2p_0}$

Разделим (3) на (1):

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

2.) Работа газа численно равна площади под графиком

$A_1 = A_{12} = p_0(2V_0 - V_0) = p_0 V_0$

$A_2 = A_{23} = \frac{p_1 + p_0}{2}(4V_0 - 2V_0) = \frac{3p_0}{2} \cdot 2V_0 = 3p_0V_0$

$\boxed{\frac{A_1}{A_2} = \frac{1}{3}}$

Ответ: ~~1.)~~ 1) $\frac{T_3}{T_1} = 8$; 2.) $\frac{A_1}{A_2} = \frac{1}{3}$.

4-003

5. $pV = \nu R T_1$

$p\,2V = \nu R T_2$

$2p \cdot 4V = \nu R T_3$

$T_3 = 8T_1$

$A_1 = p \cdot V$

$A_2 = 1{,}5\,p \cdot V$

$\cancel{m_1} v = -\cancel{m_1}\frac{v}{2} + 3\cancel{m_1} u$

$\cancel{v^2}\; v^2 = \frac{v^2}{4} + 3u^2$

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

$v =$

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

3.

$v_2 = \frac{v_1}{4}\,4v_1$

$1 + \frac{2}{3} = \frac{5}{3}$

$\frac{8}{3} - 1 = \frac{5}{3}$

$v_1 + u = v_2 - u;$

$v_1 + u = 4v_1 - u;$

$\cancel{\frac{5}{4}}\;\frac{3}{4}\,4v_1 = 3v_1 = 2u$

$\frac{v_1}{u} = \frac{2}{3}$

$5{,}7 \times 5{,}7$: 399, 285, 32,49

$5{,}8 \times 5{,}8$: 464, 290, 33,64

$v = \frac{v_0}{\sin\alpha} = \frac{g t_0}{2\sin\alpha}$

$\boxed{\alpha, t_0, g}$

$\cancel{H = v_0 t - \frac{g t^2}{2}}$

$H = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{g^2 t_0^2}{4 \cdot 2g} = \frac{g t_0^2}{8}$

$v_0 = \frac{g t_0}{2}$

$L = v_0 \cos\alpha \frac{t_0}{2} = \frac{g t_0^2}{4\,\mathrm{tg}\alpha}$

$v_0 = \frac{g t_0}{2\,\mathrm{tg}\alpha} =$

200 | 5, 200 | 40, 0

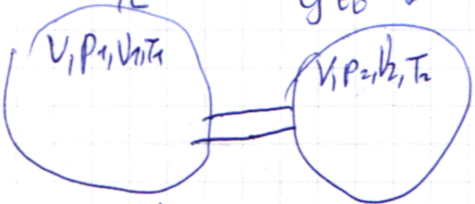
$L = v_0 \cos\alpha \frac{t_0}{2};\; v_0\cos\alpha = \frac{2L}{t_0};$

$v_0 \sin\alpha = g\frac{t_0}{2};$

$\mathrm{tg}\alpha = \frac{g t_0^2}{4L};\; L = \frac{4\,\mathrm{tg}\alpha}{g t_0^2}$

$\frac{2}{3}v$ $\quad \frac{8}{3}v$

$\frac{5}{3}v$ $\quad \frac{5}{3}v$



$p_1 V = \nu_1 R T_1$

$p_2 V = \nu_2 R T_2$

$p_3\, 2V = (\nu_1 + \nu_2) R T_3$

$p = nkT$

$p_1 = \frac{1}{3}\frac{N_1}{V} m_0 \langle v^2 \rangle$

$p_2 = \frac{1}{3}\frac{N_2}{V} m_0 \langle v^2 \rangle$

$p_3 = \frac{1}{3}\frac{N_1 + N_2}{2V} m_0 \langle v^2 \rangle$

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

(Поставьте галочку в нужном поле) (Нумеровать только чистовики)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1. $L = v_0 \cos\alpha \frac{t_0}{2}$

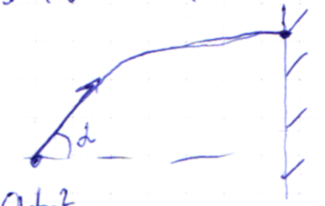
$v_0 \sin\alpha = g\frac{t_0}{2}$;

$v_0 = \frac{g t_0}{2\sin\alpha}$

$L = v_0 \cos\alpha \frac{t_0}{2} = \frac{g t_0^2 \cos\alpha}{4\sin\alpha} = \frac{g t_0^2}{4 tg\alpha}$

2) $H = v_0 \sin\alpha \frac{t_0}{2} - \frac{g t_0^2}{8}$

$m_1 v = -3m_2 v_2 + m_1 u$



$tg\alpha = \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha} =$

$tg 60° = \sqrt{3}$

$tg 60° = \frac{\sqrt{3}}{1}$

$H = \frac{g t_{пол}^2}{2}$ – ?

$v_0 \sin\alpha = gt$

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

2. $5{,}8 \times 3 = 17{,}4$

$17 : 3 = 5$, 15, 2

$m v_1 = -m\frac{v_1}{2} + 3m\frac{v_2}{2}$

$5{,}7 \times 3 = 17{,}1$

$\begin{cases} m_1 v_1 = -m_1 \frac{v_1}{2} + m_2 u_2; \\ \frac{m_1 v_1^2}{2} = \frac{m_1 u_1^2}{2} + \frac{m_2 u_2^2}{2}; \end{cases}$

$u_1 = \frac{v_1}{2}$

$100 : 17 = 5{,}8$; 85; 150; 136

$17{,}1 : 17 = 10$

$\begin{cases} m_1 v_1 = -m_1\frac{v_1}{2} + m_2 u_2, \\ \frac{m_1 v_1^2}{2} = \frac{m_1 v_1^2}{8} + \frac{m_2 u_2^2}{2}; \end{cases}$

$33{,}3 \times 33{,}3 = 999 + 999 + 999$

$\frac{v_1^2}{2} - \frac{v_1^2}{8} = \frac{3v_1^2}{8}$

$\frac{3 m_1 v_1^2}{8} = \frac{m_2 u_2^2}{2}$

$\begin{cases} \frac{3}{2} m_1 v_1 = m_2 u_2, \\ \frac{m_1}{2} \cdot \frac{3v_1^2}{8} = \frac{m_2 u_2^2}{2}; \\ \cancel{\frac{3v_1^2}{8}} = \frac{\cancel{m_2} 9 m_1^2}{4 m_2} \cancel{v_1^2}; \end{cases}$

$\frac{m_1}{m_2} = \frac{3}{4}$.

$u_2 = \frac{3}{2} \frac{m_1}{m_2} v_1$

$\frac{u_2}{v_1}$ – ?

$m_1 v$

$33{,}3$ $1008{,}9$

$\frac{u_2}{v_1} = \frac{3}{2}\frac{m_1}{m_2} = \frac{3}{2}\cdot\frac{1}{3} = \frac{1}{2}$,

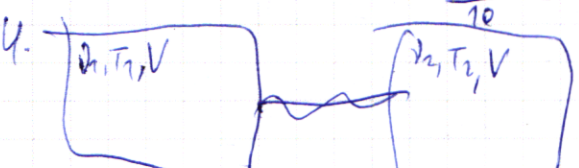
$17 : 3 = 5{,}7$; 15; 2

$100 : 3 = 33$; 9; 10

$\cancel{\frac{3m_1 v_1^2}{4}} = m_2 \frac{9}{4} \frac{m_1^2}{m_2^2}$;

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

4.



$p_1 V = \nu_1 R T_1$

$p_2 V = \nu_2 R T_2$

$p = p_1 + p_2 = \frac{R}{V}(\nu_1 T_1 + \nu_2 T_2)$

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

$2R(\nu_1 T_1 + \nu_2 T_2) = (\nu_1 + \nu_2) RT$,

$5{,}7 \times 5{,}7$

$200 : 5 = 40$

$40 \times 6 = 240$

$\frac{3}{6} + \frac{2}{6} = \frac{5}{6}$

$\sqrt{\frac{100}{3}}$

☑ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__ (Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

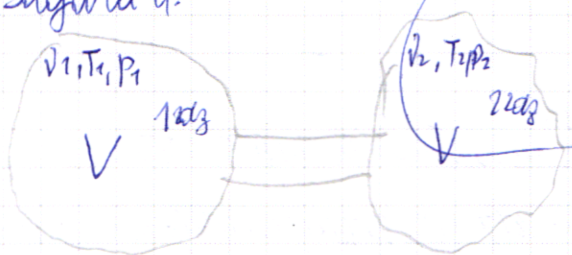
$3\upsilon_1 = 2\upsilon_2$;

$\frac{\upsilon_1}{\upsilon_2} = \frac{2}{3} = 0,67$

Ответ: $\frac{\upsilon_1}{\upsilon_2} = \frac{2}{3} = 0,67$.

100К моль
100К.

Задача 4.



Черновик (см. стр.5)

$\frac{5}{6} \cdot 2 = \frac{10}{6} \cdot \cancel{300}^{50} = 500$

1.) Запишем уравнение Менделеева-Клапейрона для первого газа перед смешиванием:

$p_1 V = \nu_1 R T_1 (1)$. $p_1 = \frac{R}{V} \nu_1 T_1$

Запишем уравнение Менделеева - Клапейрона для второго газа перед смешиванием:

$p_2 V = \nu_2 R T_2$ (2); $p_2 = \frac{R}{V} \nu_2 T_2$

Запишем уравнение Менделеева- Клапейрона для смеси газов после смешивания:

$p_3 \cdot 2V = (\nu_1 + \nu_2) R T_3$. (3)

$p_3 = p_1' + p_2'$ (по закону Дальтона), где p_1', p_2' - давления газов после смешивания

$\frac{R}{\cancel{V}}(\nu_1 T_1 + \nu_2 T_2) \cdot 2\cancel{V} = R T_3 (\nu_1 + \nu_2)$;

$T_3 = \frac{\nu_1 T_1 + \nu_2 T_2}{\nu_1 + \nu_2} \cdot 2$.

$T_3 = \frac{\cancel{0,5 моль \cdot 200К} + \frac{1}{3}\cancel{моль} \cdot 300К}{\frac{1}{2}\cancel{0,5 моль} + \frac{1}{3}\cancel{моль}} \cdot 2 = \frac{100К + 100К}{\frac{5}{6}} \cdot 2 = 240К$

$\frac{3}{4} \cancel{M_1} \upsilon_1^2 = \cancel{M_2} \frac{3 M_1^2 \upsilon_1^2}{4 M_2^2}$

2.) $p_3 = \frac{R}{V}(\nu_1 T_1 + \nu_2 T_2)$

$p_1 = \frac{R}{V} \nu_1 T_1$

100 100

$\frac{M_2}{M_1} = 3$.

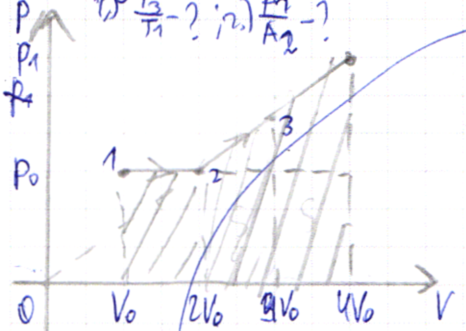
$\frac{p_3}{p_1} = \frac{\nu_1 T_1 + \nu_2 T_1}{\nu_1 T_1}$;

$\frac{p_3}{p_1} = \frac{200K}{0{,}5 \cdot 200K} = 2.$

Ответ:

Задача 5.

1) $\frac{T_3}{T_1}$ - ? ; 2) $\frac{A_1}{A_2}$ - ?



Черновик (см. 3 стр. 6)

1.) Запишем уравнение Менделеева - Клапейрона для 3 точек:

$$\begin{cases} p_0 V_0 = \nu R T_1 \ (1) \\ p_0 2V_0 = \nu R T_2 \ (2) \\ p_1 4V_0 = \nu R T_3 \ (3) \end{cases}$$

$p_1 = 2p_0$, (т. к. 2-3 - прямая пропорциональная зависимость $p(V)$, $\frac{p_1}{p_0} = \frac{4V_0}{2V_0}$; $p_1 = 2p_0$.

Разделим (3) на (1)

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

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

2.) Работа газа численно равна площади под графиком

$A_1 = A_{12} = p_0 (2V_0 - V_0) = p_0 V_0$

$A_2 = A_{23} = \frac{p_1 + p_0}{2} (4V_0 - 2V_0) = \frac{3p_0}{\cancel{2}} \cdot \cancel{2} V_0$

$\frac{A_1}{A_2} = \frac{1}{3}$.

Ответ: 1) $\frac{T_3}{T_1} = 8$; 2) $\frac{A_1}{A_2} = \frac{1}{3}$.