

Олимпиада «Phystech.International» по физике

Декабрь 2017 года

Класс 10

Шифр

(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 $\frac{m_2}{m_1}$. *после столкновения*
- 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.

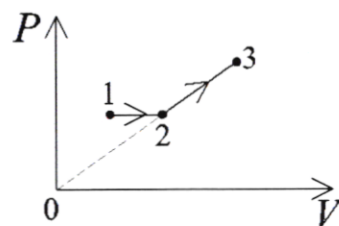
Найти отношение скоростей движения шарика и бруска до столкновения.

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.

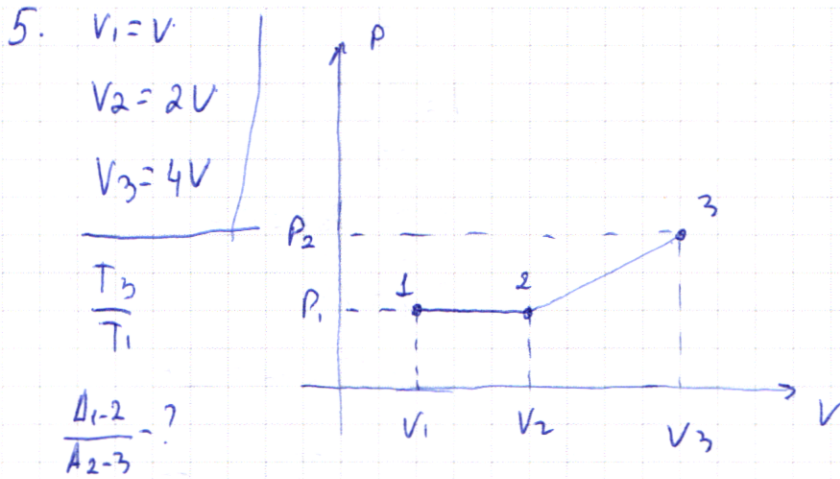
- 1) Найти температуру в сосудах после установления теплового равновесия.
- 2) Найти отношение конечного давления в смеси газов к начальному давлению в сосуде с температурой T_1 .

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



$$1-2$$

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1} = 2$$

$$2-3$$

$$P_1 = 2V_2$$

$$P_2 = 2V_3$$

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{V_3}{V_2} = 2$$

$$\frac{A_{1-2}}{A_{2-3}} = \frac{P_1(V_2 - V_1)}{\frac{P_1 + P_2}{2}(V_3 - V_2)} =$$

$$= \frac{P_1 V}{\frac{3P_1 \cdot 2V}{2}} = \frac{1}{3}$$

$$P_1 \rightarrow P_1 \cdot 2V = \sqrt{RT_2}$$

$$P_2 \cdot 4V = \sqrt{RT_3}$$

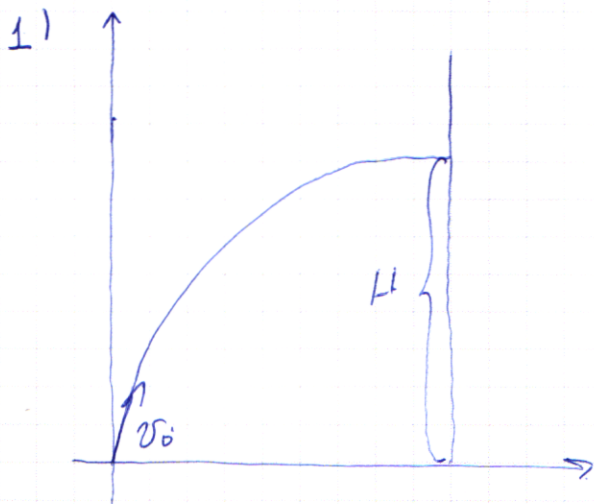
$$P_1 V = \sqrt{RT_1} \text{ (сократим)}$$

$$P_2 \cdot 4V = \sqrt{RT_3}$$

$$\frac{T_3}{T_1} = 4 \frac{P_2}{P_1} = 8$$

Ответ: 1) $\frac{T_3}{T_1} = 8$

2) $\frac{A_{1-2}}{A_{2-3}} = \frac{1}{3}$



$$\alpha = 60^\circ$$

$$t_0 = 2$$

$$L = ?$$

$$H = ?$$

$$H = H_{\max}$$

$$H = \frac{g \left(\frac{t_0}{2}\right)^2}{2} \quad (\text{угар унгуши})$$

$$H = \frac{10 \cdot 1}{2} = 5 \text{ м.}$$

$$H = \frac{v_{0y}^2}{2g}$$

$$v_{0y}^2 = 2gH = 100$$

$$v_{0y} = 10$$

$$v_{0y} = v_0 \sin \alpha = \frac{2v_0}{\sqrt{2}}$$

$$v_0 = \frac{\sqrt{2} v_{0y}}{2} = 5\sqrt{2}$$

$$v_{0x} = v_0 \cos \alpha = \frac{5\sqrt{2}}{2}$$

$$L = v_0 \cdot \frac{t_0}{2} = \frac{5\sqrt{2}}{2} \text{ м.}$$

Отвѣт: 1) $\frac{5\sqrt{2}}{2}$ м.

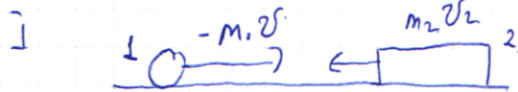
2) 5 м.

3) $v_1 = v$

$v_1' = 4v$

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

$m_2 \gg m_1$



$$P_1 = -m_1 v + m_2 v_2$$

$$P_2 = (m_1 + m_2) v_2 = m_1 4v + m_2 v_2$$

$$\Delta P_1' = m_1 4v + m_1 v = 5v m_1$$

Предположим шарик ударяется в стену = ?

= ? $\Delta P = 2m_1 v_1$ = ? тот импульс, который потерял брусок:

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$= 3m, v_2$, м.к. у бруска масса отенб больше,
по сравнению с шаром \Rightarrow импульс бруска
не меняется $\Rightarrow \frac{v_2}{v_1} = 3$

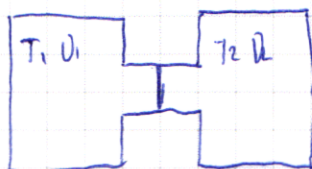
v_2 - скорость бруска.

v_1 - скорость шара.

Ответ: $\frac{v_1}{v_2} = \frac{1}{3}$

4. $v_1 = \frac{1}{2}$
 $T_1 = 200 \text{ K}$
 $v_2 = \frac{1}{3}$
 $T_2 = 300 \text{ K}$

 $T = ?$
 $\frac{P}{P_1} = ?$



$$U_1 = \frac{3}{2} v_1 R T_1$$

$$U_2 = \frac{3}{2} v_2 R T_2$$

$$U_1 + U_2 = U$$

$$v_1 T_1 + v_2 T_2 = (v_1 + v_2) T$$

$$T = \frac{v_1 T_1 + v_2 T_2}{v_1 + v_2} = 240 \text{ K}$$

$$P(v_1 + v_2) = (v_1 + v_2) RT$$

$$P_1 v_1 = v_1 R T_1$$

$$\frac{P}{P_1} = \frac{(v_1 + v_2) RT}{2 v_1 v_1} = \frac{v_1 + v_2}{v_1 R T_1}$$

$$= \frac{(v_1 + v_2) T}{2 v_1 T_1} = \frac{(\frac{1}{2} + \frac{1}{3}) \cdot 240}{2 \cdot \frac{1}{2} \cdot 200} =$$

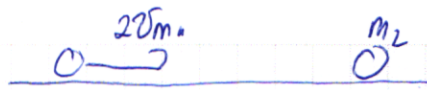
$$= \frac{\frac{5}{6} \cdot 240}{200} = \frac{5 \cdot 40}{200} =$$

$$= 1$$

Ответ: $240 \text{ K} = T$

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

$$4. \quad v_1 = 2v \\ v_2 = v$$



$$p_1 = 2vm_1$$

$$\frac{m_2}{m_1}$$



$$\frac{v_2}{v_1}$$

$$p_2 = m_2v - vm_1$$

$$p_1 = p_2$$

$$2vm_1 = m_2v - vm_1$$

$$3vm_1 = m_2v$$

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

$$p_1 = p_2$$

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{v}{2} = \frac{1}{2}$$

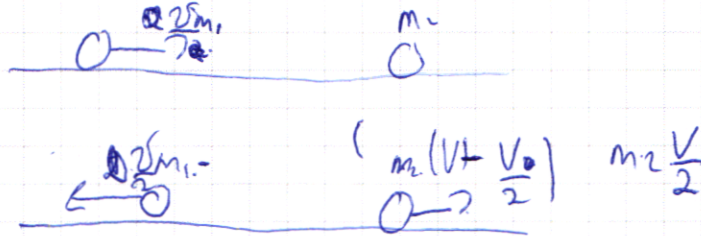
$$\text{Ответ: } \frac{m_2}{m_1} = 3$$

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{1}{2}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3. $v_1 = 2v$
 $v_2 = v$

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



$\Delta p = 2vm_1 + vm_1 = 3vm_1$

$p = 2v$

$p_1 = 2vm_1$

$p_2 = m_2v - m_1v_1$

$2vm_1 = m_2v - m_1v_1$

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

$\frac{v}{2} = \frac{1}{2}v$

$p_1 = p_2$

$m_1 \cdot 2v = m_2v - m_1v_1$

$m_1v_1 = m_2v_2$

$\frac{v_2}{v_1} = 3$

$m_1 \cdot \frac{v}{2} = m_2 \cdot \frac{v}{2} - m_1 \cdot \frac{v_0}{2}$

$1.5m_1v = m_2 \cdot \frac{v}{2}$

$1.5m_1v = m_2 \cdot \frac{v}{2}$

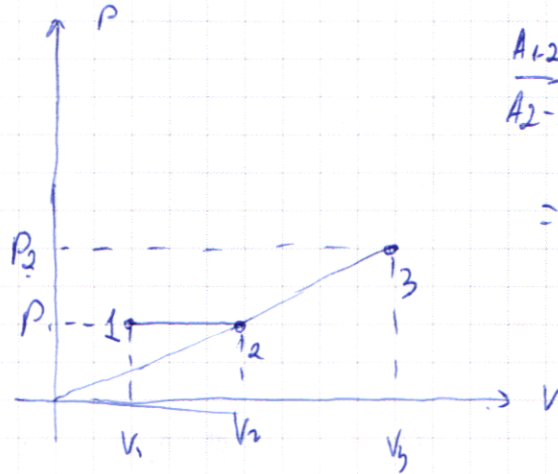


черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

5. $V_1 = V$
 $V_2 = 2V$
 $V_3 = 4V$
 $\frac{T_3}{T_1} = ?$



$$\frac{A_{1-2}}{A_{2-3}} = \frac{P_1(V_2 - V_1)}{\frac{P_1 + P_2}{2}(V_3 - V_2)}$$

$$= \frac{P_1 V}{\frac{3P_1}{2} \cdot 2V} = \frac{1}{3}$$

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

1-2.

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1} = 2$$

$$P V_2 = \nu R T_2$$

$$2 V_1^3 = \nu R T_2$$

$$P_2 = 2P_1$$

2-3. $P_1 = 2V_1$

$$P_2 = 2V_2$$

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{V_3}{V_2} = 2$$

$$V_3 = \sqrt{\frac{\nu R T_3}{2}}$$

$$\frac{T_3}{T_1}$$

$$\frac{V_3}{V_2} = \frac{T_2}{T_1} = \frac{V_3}{V_2}$$

$$T_2 = 2T_1$$

$$P_1 = P_1 \cdot 2V = \nu R T_2$$

$$P_1 V = \nu R T_1$$

$$P_2 4V = \nu R T_3$$

$$P_2 4V = \nu R T_3$$

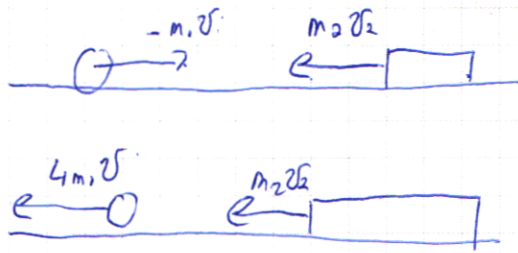
$$\frac{T_3}{T_1} = 4 \frac{P_2}{P_1} = 8$$

$$3 - \frac{2}{3}$$

$$2 - x$$

$$x = 2 \frac{2}{3}$$

$$y = \frac{4}{9}$$



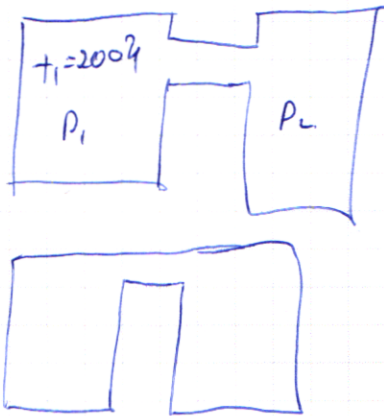
$$\Delta P = 4m_1 v + m_2 v =$$

$$= 5m_1 v =$$

$$\frac{m_2 v_2}{m_2 v_2} =$$

$$\frac{v}{v_2} = 5$$

$$= \frac{v_2}{v} = 5$$



$P_1 =$

$$m_1 = m_2$$

$$\frac{P_1}{kT_1} = \frac{P_2}{kT_2}$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{2}{3}$$

$$P_1 V_1 = n_1 R T_1 = \frac{1}{2} \cdot R \cdot 200$$

$$P_2 V_2 = n_2 R T_2 = \frac{1}{3} \cdot R \cdot 300$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{0.5 \cdot 200}{\frac{1}{3} \cdot 300}$$

$$P_1 = P_2$$

$$P_1 = P_2$$

$$P_1 V_1 = n_1 R T_1$$

$$P_1 = n_1 k T_1$$

$$P_2 = n_2 k T_2$$

$$n_1 k T_1 = n_2 k T_2$$

$$\frac{N_1}{V} \cdot k T_1 = \frac{N_2}{V} \cdot k T_2$$

$$N = nV$$

$$n = \frac{N}{V}$$

$$u_1 = \frac{3}{2} v_1 R T_1$$

$$u_2 = \frac{3}{2} v_2 R T_2$$

$$\frac{u_2}{u_1} = \frac{v_2 T_2}{v_1 T_1} = 1$$

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{3}{2}, \quad n_1 = \frac{3}{2} n_2$$

$$u_2 = u_1$$

$$\frac{3}{2} v_1 R T_1 = \frac{3}{2} v_2 R T_2 = (v_1 + v_2) T$$

$$T = \frac{v_1 T_1 + v_2 T_2}{v_1 + v_2} = \frac{100 + 100}{\frac{1}{2} + \frac{1}{3}} = \frac{200}{\frac{5}{6}} = \frac{200 \cdot 6}{5} = 240 \text{ K}$$



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

| |
|--------------------------------------|
| ШИФР (заполняется секретарём) |
|--------------------------------------|

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

| |
|--|
| |
|--|

черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)



черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)