

Олимпиада «Phystech.International» по физике

Декабрь 2017 года

Класс 10

Шифр 5-031

(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 $\alpha=30^\circ$ 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 , 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 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 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 2 раза больше его начальной скорости.

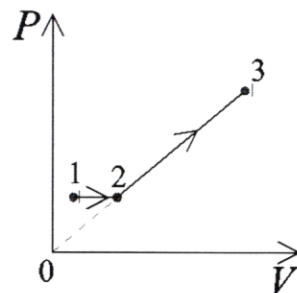
Найти отношение скоростей движения шарика и бруска до столкновения.

4. В двух теплоизолированных сосудах одинакового объема, соединенных короткой трубкой с закрытым краном, находятся $\nu_1=1/3$ моль одноатомного идеального газа при температуре $T_1=300 \text{ К}$ и $\nu_2=1/5$ моль другого одноатомного идеального газа при температуре $T_2=500 \text{ К}$. Кран открывается, газы в сосудах смешиваются.

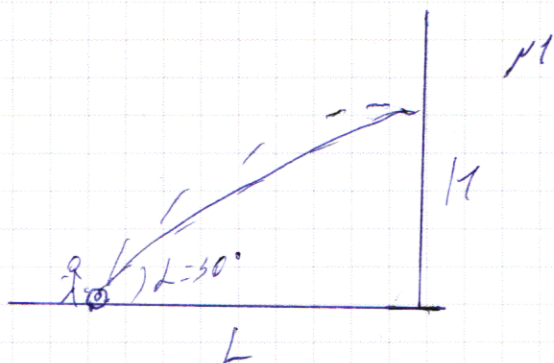
- 1) Найти температуру в сосудах после установления теплового равновесия.
- 2) Найти отношение конечного давления в смеси газов к начальному давлению в сосуде с температурой T_2 .

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



Дано: $t_0 = 1,5 \text{ c}$
 $\alpha = 30^\circ$

П.к. шарик вернулся в то же положение тогда
можно его удара со стеной есть высшейшей
точка траектории полёта шара (если бы стена не
была).

$\frac{t_0}{2}$ - время полёта до точки H

$$v_0 \sin \alpha - g \frac{t_0}{2} = 0$$
 откуда найдём скорость шара

находим скорость шара $v_0 \cdot \frac{1}{2} = \frac{10 \cdot 1,5}{2}$

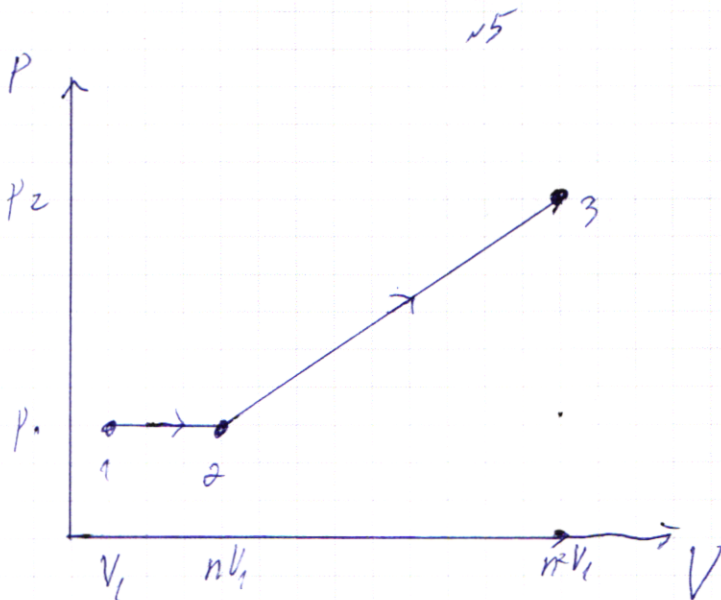
$v_0 = 15 \text{ м/с}$

$$H = v_0 \sin \alpha \cdot \frac{t_0}{2} - \frac{g t_0^2}{8} = \frac{15 \cdot 1,5}{4} - \frac{10 \cdot 1,5 \cdot 1,5}{8} = \frac{45 - 22,5}{8} =$$

$$= \frac{22,5}{8} = 2,8125 \text{ м}$$

$$L = v_0 \cos \alpha \cdot \frac{t_0}{2} = \frac{15 \cdot 1,5 \cdot \cos 30^\circ}{2} = \frac{22,5 \cdot \sqrt{2}}{4} = 11,25 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{11,25 \sqrt{2}}{2} \text{ м}$$

Ответ: $L = \frac{11,25 \sqrt{2}}{2}$ $H = \frac{11,25}{4}$



Дано: $n=5$

$p(V)$ прямо пропорционально

главным $\frac{T_3}{T_1}$; $\frac{A_1}{A_2}$

Решение

т.к. нагрев V объем во всех процессах

$nV_1 = 5V_1$ $n^2V_1 = 9V_1$, откуда т.к. все знаем что

объем на участке 2-3 прямо пропорционален p тогда

$$\frac{p_0}{nV_1} = \frac{p_2}{n^2V_1}$$

$p_2 = p_0 n = 5p_0$ откуда знаем что

1) $A = p(3V_1 - V_1) = \nu R (T_2 - T_1) \rightarrow$ откуда найдем

~~$3V_1 - V_1 = T_2 - T_1$~~ что $\frac{V_2}{V_1} =$ найдем $p_0 V_1 = \nu R T_1$ 2)

~~$3-1$~~ знаем 1) на 2) и найдем $\frac{2}{1} = \frac{T_2 - T_1}{T_1}$

$3T_1 = T_2$ где второе уравнение $p_0 3V_1 = \nu R 3T_1$ 4)

$3p_0 \cdot 9V_1 A = 2p_0 \cdot 6V_1 = \nu R (T_3 - T_2)$ 3) знаем 3) на 4)

найдем $\frac{1}{9} = \frac{3T_1}{T_3 - 3T_1}$ $T_3 - 3T_1 = 12T_1$ $T_3 = 15T_1$ $\frac{T_3}{T_1} = 15$

Ответ на 1) вопрос 15

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

15 - градоулитки

$$A_1 = p_0 \cdot 2V_0 = p_0 \cdot 2V_1$$

$$A_2 = \frac{p_0 + 3p_0}{2} (3V_1 - 3V_1) = 2p_0 \cdot 6V_1$$

$$\frac{A_1}{A_2} = \frac{1}{6}$$

Ответ: на второй вопрос $\frac{1}{6}$

н 4

Дано

$$V_1 = \frac{1}{3}$$

$$V_2 = \frac{1}{5}$$

$$T_1 = 300 \text{ K}$$

$$T_2 = 500 \text{ K}$$

$$T_3 = ?$$

$$\frac{p_3}{p_2} = ?$$

Решение

$$p_1 + p_2 = 2p_3 \quad \text{где}$$

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

$$p_2 = \frac{V_2 \cdot R \cdot T_2}{V}$$

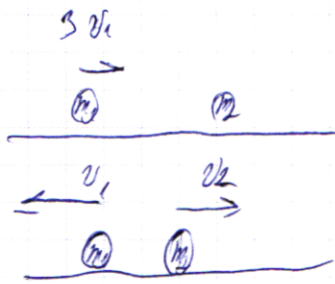
$$p_3 = \frac{(V_1 + V_2) \cdot R \cdot T_3}{2V_2} \quad \text{тогда}$$

$$(V_1 T_1 + V_2 T_2) \frac{R}{V} = (V_1 + V_2) \frac{R}{V_2} \cdot T_3$$

$$T_3 = \frac{V_1 T_1 + V_2 T_2}{V_1 + V_2} = \frac{15 \cdot 200}{8} = 15 \cdot 25 = 375 \text{ K}$$

$$\frac{p_3}{p_2} = \frac{2 \cdot R \cdot T_3}{(V_1 + V_2) \cdot R \cdot T_2} = \frac{2 \cdot 375}{15 \cdot 2 \cdot 100} = \frac{750}{3000} = \frac{1500}{1500} = 1$$

Ответ: 375 K и 1



r.2

Решение

$$1) m_1 3v_1 = m_1 v_1 + m_2 v_2$$

~~2) $m_1 3v_1^2 = m_1 v_1^2 + m_2 v_2^2$~~

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

$$2) m_1 8v_1^2 = m_2 v_2^2$$

2) делим на 1) и получим

$$\frac{8v_1}{2} = v_2$$

$$4v_1 = v_2$$

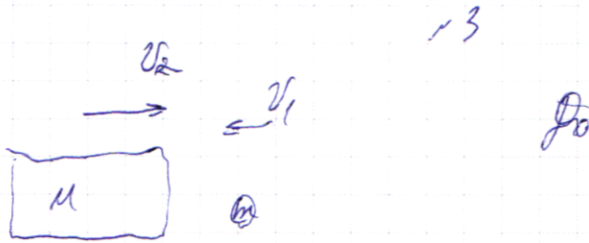
$$1) 2m_1 v_1 = m_2 v_2$$

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

$$\frac{v_2}{3v_1} = \frac{4}{3}$$

Ответ: $\frac{m_2}{m_1} = \frac{1}{2}$; $\frac{v_2}{3v_1} = \frac{4}{3}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



п.к $M \gg m$ тогда после упругого соударения
он соударит шариком скоростью равную $2v_2$ и в.к удр
ушикой еще скоростью v_1 тогда
 $2v_2 + v_1$ — и эта скорость равняется $\times 2v_1$

$$2v_2 = 2v_2 + v_1$$

$$v_1 = 2v_2$$

$\frac{v_1}{v_2} = 2$ — это и есть ответ скорости шарика к

брушку

ответ: 2



черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

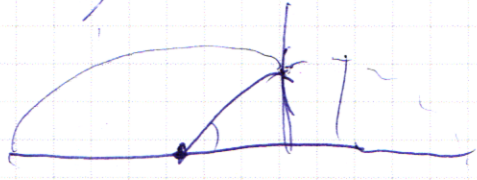
Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{m_1 v_0^2}{2} - \frac{m_2 v_0^2}{18} = \frac{m_2 v_0^2}{K^2}$$

$$\frac{m_1 v_0}{m_1} = \frac{m_2 v_0}{m_2}$$

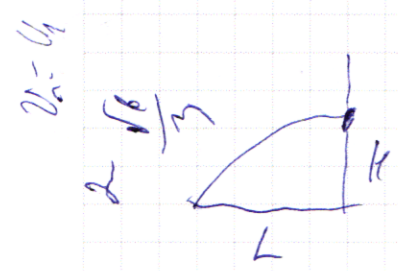
$$\frac{2m_1 v_0}{3} = m_2 v_0$$



$$v_0 \sin \alpha = \frac{gt_0}{2}$$

$$m_1 g m_1 = \frac{m_2 v_0^2}{K^2}$$

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



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

$$gt^2 = 2H$$

$$v_0 \sin \alpha + gt_0 = 0$$

$$\frac{m_2}{m_1} = \frac{3v_x}{v_0} = \frac{15 \text{ m/s}}{5}$$

$$\frac{v_0 \sin \alpha \cdot t_0}{2} = H$$

$$\frac{15 \cdot 1.5}{4} = H$$

$$v_0 \sin \alpha \cdot \frac{t_0}{2} = \frac{gt_0^2}{8}$$

$$v_0 \frac{t_0}{4} = \frac{gt_0^2}{8}$$

$$(2v_0 \sin \alpha) = \frac{v_1}{2}$$

$$4v_0 \sin \alpha = v_1$$

$$\frac{15 \cdot 7.5}{4} = v_1$$

$$gt_0 = 2 \sin \alpha v_0$$

$$15 \text{ m/s} = v_0$$

$$v_1 = 2v_2$$

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

$$\frac{m_2}{m_1} = \frac{12}{15} = \frac{4}{5}$$

$$\frac{t_0}{4} (v_0 - \frac{gt_0}{2}) = \frac{15 \cdot 7.5}{4}$$



$$\begin{array}{r} 7.5 \\ \times 1.5 \\ \hline 11.25 \\ 15 \\ \hline 5.25 \end{array}$$

$$\frac{5.25}{4} = 1.3125$$

$$\frac{2 \cdot 1.3125}{2} = v_1$$

$$v_1 = 2v_2$$

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

$$\frac{2m_1 v_0}{3} = m_2 v_0$$

$$m_2 = 2m_1$$

$$m_1 v_0 = \frac{m_1 v_0}{3} + m_2 v_0$$

$$3m_1 v_0 + \frac{m_1 v_0}{3} = m_1 v_0$$

$$\frac{10}{3} = \frac{m_2}{m_1}$$

$$\frac{2m_1 v_0}{3} = m_2 v_0$$

$$\frac{m_2}{m_1} = \frac{2v_0}{3v_0} = \frac{2}{3}$$

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

$$\frac{2 \cdot m_1 v_0}{3} = \frac{2}{9} v_0$$

$$\frac{11.25}{3} = 3.75$$

$$2.8125$$

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$$

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$$

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$$

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$$

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$$

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$$

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$$

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$$

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$$

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$$

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$$

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$$

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$$

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$$

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$$

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$$

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$$

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$$

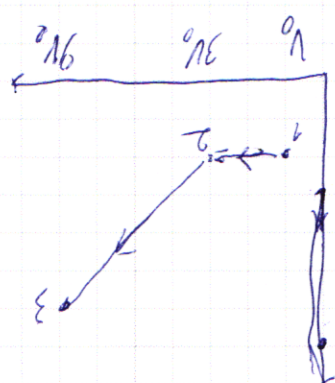
$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$$

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$$

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$$

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$$

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$$



$$T_3 = 2v_1 + 2(v_1 + v_2) = 15 \cdot 200$$

$$T_3 = 2v_1 + 2(v_1 + v_2) = 15 \cdot 200$$

$$2v_1 + v_2 = v_1 + v_2 + v_1$$

$$2v_1 + v_2 = v_1 + v_2 + v_1$$

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$$

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$$



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

5-021

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)