

Олимпиада «Phystech.International» по физике

Декабрь 2017 года

Класс 10

Шифр 2-003

(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 $\alpha=30^\circ$ 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.

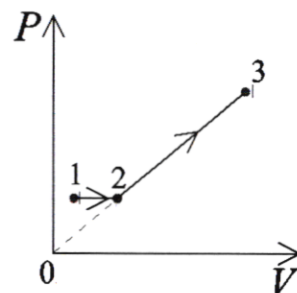
Найти отношение скоростей движения шарика и бруска до столкновения.

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 .

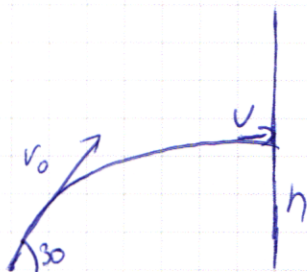
5. Объем идеального газа увеличивается в $n=3$ раза в изобарическом процессе, а затем еще раз увеличивается в $n=3$ раза в процессе прямо пропорциональной зависимости давления газа P от его объема V .

- 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

1)



1) Ответ. $L = 11,25$

2) Ответ $H = 3,75$

$$H = \frac{g \cdot \left(\frac{L}{2}\right)^2}{2}$$

$$H = 5 \cdot 0,75 = 3,75$$

$$L = 0,75 \cdot V$$

$$H = \frac{V_0^2 \cdot \sin^2 \alpha}{2g}$$

$$H = \frac{1 \cdot V_0^2}{4 \cdot 2 \cdot 10}$$

$$V_0^2 = 300$$

$$V_0 = 10\sqrt{3}$$

$$H = V_0 \cos \alpha = 10\sqrt{3} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 15$$

$$L = 0,75 \cdot 15 = 11,25$$

2) v_1 - начальная скорость m_1
 v_2 - скорость второго после столкновения

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

$$4m_1 v_1 = 3m_2 v_2$$

$$\frac{m_1 v_1^2}{2} = \frac{m_2 v_2^2}{2} + \frac{m_1 v_1^2}{6}$$

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

$$2m_1 v_1^2 = 3m_2 v_2^2$$

$$\frac{m_2}{m_1} = \frac{4v_1}{3v_2} = \frac{2v_1}{3v_2}$$

$$\frac{m_2}{m_1} = 0,5$$

1) Ответ. $0,5 = \frac{m_2}{m_1}$

2) $\frac{v_2}{v_1} = \frac{4}{3} \cdot \frac{m_1}{m_2} = 2\frac{2}{3}$

Ответ. $\frac{v_2}{v_1} = 2\frac{2}{3}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

5) начальная $v - v_1$
начальная температура - T_1

$$\frac{v_1}{T_1} = \frac{3v_1}{3T_1}$$

1) Ответ: 3

2-3 процесс в конце процесса - P_2

$$\Delta v = 3v_1 - 2v_1 = 2v_1$$

$A_1 =$ работа 1-2

$$A_1 = 2v_1 P_1$$

$$P_1 = 3P_2$$

$$\frac{P_1}{3} = \frac{P_1 + \frac{P_1}{3}}{2} = \frac{4P_1}{3 \cdot 2} = \frac{2P_1}{3}$$

$A_2 =$ 2-3 работа процесса

$$A_2 = \frac{2P_1}{3} \cdot 6v_1 = 4P_1 v_1$$

$$\Delta v_2 = 9v_1 - 3v_1 = 6v_1$$

$$\frac{2P_1 v_1}{4P_1 v_1} = 0,5$$

2) Ответ: 0,5



черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$m_2 v_2 - m_1 v_1 = (m_1 + m_2) 2v_1$$

$$\frac{m_2 v_2^2}{2} + \frac{m_1 v_1^2}{2} = \frac{(m_1 + m_2) 4v_1^2}{2}$$

$$m_2 v_2^2 + m_1 v_1^2 = (m_1 + m_2) 4v_1^2$$

$$m_2 v_2 - m_1 v_1 = (m_1 + m_2) 2v_1$$

$$m_2 v_2^2 = (m_1 + m_2) 4v_1^2 - m_1 v_1^2$$

$$m_2 v_2 = (m_1 + m_2) 2v_1 + m_1 v_1$$

$$\frac{v_1^2}{v_2^2} = \frac{m_2}{3m_1 + 4m_2}$$

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

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{m_2}{3m_1 + m_2} = \frac{m_2}{3}$$

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

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

5)

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

1-3

2-

$$\frac{P_2 v_1}{P_1} = A_1$$

$$P_1 v_1 = P_2 \cdot \frac{3}{2} v_1$$

$$P_1 = 2 P_2$$

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

$$A_2 = \frac{2P_1}{3} \cdot \frac{2}{3} v_1 = \frac{4P_1 v_1}{9}$$

$$\frac{2P_1 v_1}{4P_1 v_1} = 0,5$$

$$v_1 m_1 + v_2 m_2$$

$$m_1 v_1 = m_2 v_2 + \frac{m_1 v_1}{3} \quad \frac{3v_2}{4v_1} = 2$$

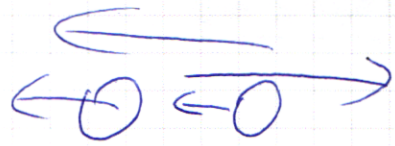
$$\frac{3m_1 v_1}{3} - \frac{m_1 v_1}{3} = \frac{2m_1 v_1}{3} = m_2 v_2 \quad \frac{v_2}{v_1} = \frac{8}{3} = 2\frac{2}{3} \quad \frac{m_1}{m_2} = \frac{v_2}{v_3}$$

$$\frac{2m_1 v_1}{6} = \frac{2 \cdot 3m_2 v_2}{6}$$

$$m_1 v_3 = m_2 v_2$$

$$\frac{m_1 v_1}{3} = \frac{m_2 v_2}{3} \quad m_1 v_1 = m_2 v_2$$

2)



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

$$4m_1 v_1 = 3m_2 v_2$$

$$\frac{m_1 v_1^2}{2} = \frac{m_2 v_2^2}{2} + \frac{m_1 v_1^2}{4g}$$

$$9m_1 v_1^2 = 9m_2 v_2^2 + m_1 v_1^2$$

$$8m_1 v_1^2 = 9m_2 v_2^2$$

$$\frac{m_2}{m_1} = \frac{8v_1^2}{9v_2^2} = \frac{4v_1}{3v_2}$$

$$\frac{m_2}{m_1} = \frac{4v_1}{3v_2} = \frac{8 \cdot 8 \cdot v_1}{9 \cdot 4 \cdot v_2} = \frac{2v_1}{3v_2}$$

$$\frac{2v_1}{3v_2} = \frac{4v_1}{3v_2} \Rightarrow \boxed{0,5}$$

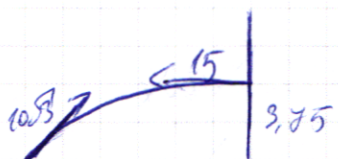
$$\frac{3m_2}{4v_1}$$

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

$$\frac{v_2}{v_3} = \frac{8}{3} = 2\frac{2}{3}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1)



$$\frac{15 \cdot 7.5}{2 \cdot 80} \cdot \sqrt{3} = 7.5 \sqrt{3}$$

$$0.75 \cdot V = \frac{5}{2} \cdot 0.75^2$$

$$V = 5 \cdot 0.75$$

$$5 \cdot 0.75 = 3.75$$

$$h = \frac{gt^2}{2} = 3.75$$

$$L = 0.75V$$

$$V = V_0 \cos \alpha$$

$$0.75 \cdot 15 = L = 7.5 + \underline{\underline{11.25}}$$

$$3.75 = \frac{V_0^2}{4 \cdot 20}$$

$$3.75 \cdot 80 = V_0^2$$

$$300 = V_0^2$$

$$V_0 = \sqrt{300} = 10\sqrt{3}$$

$$V = \frac{5}{10\sqrt{3}} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 15$$

$$2) m_1 v_1 = m_1 \frac{v_1}{3} + m_2 v_2$$

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

$$2m_1 v_1 = 3m_2 v_2$$

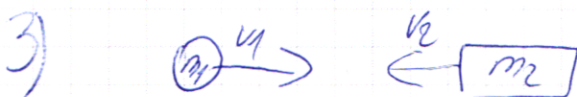
$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{3v_2}{2v_1} = \frac{v_2}{12v_1} = \frac{36v_2 v_1}{24v_1 v_1} = \frac{3}{2}$$

$$\frac{m_1 v_1^2}{2} = \frac{m_1 v_1^2}{18} + \frac{m_2 v_2^2}{2}$$

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

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{v_2^2}{8v_1^2} = \frac{3v_2}{2v_1}$$

$$\frac{v_2^2}{8v_1^2} = \frac{v_2^2 \cdot 20}{8v_1^2 \cdot 30} = \frac{2v_2}{12v_1}$$



$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) 2v_1$$

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = 2m_1 v_1 + 2m_2 v_1$$

$$m_2 v_2 - 2m_2 v_1 = m_1 v_1$$

$$m(v_2 - 2v_1) = m_1 v_1$$

$$m v_2 = m_1 v_1 + 2m_2 v_1$$

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{m_1 + 2m_2}{m}$$

or

$$2m_1 v_1 = 3m_2 v_2$$

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



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

2-003

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Grid area for writing the answer.

черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)



черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)