

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

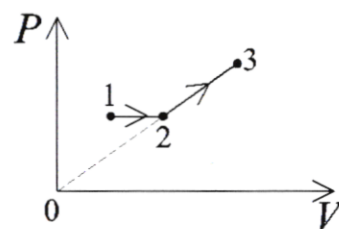
Найти отношение скоростей движения шарика и бруска до столкновения.

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.

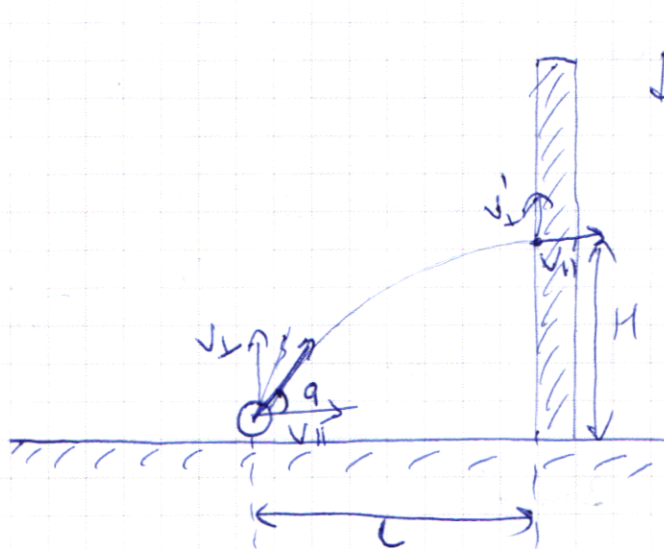
- 1) Найти температуру в сосудах после установления теплового равновесия.
- 2) Найти отношение конечного давления в смеси газов к начальному давлению в сосуде с температурой T_1 .

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



$$\alpha = 60^\circ$$

$$t_0 = 2 \text{ c}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$V'_\perp = 0$$

$$V'_\perp = \cancel{V \cos \alpha}$$

$$V'_\perp = V \sin \alpha$$

$$V_{\parallel} = V \cos \alpha$$

$$V'_\perp = \frac{V_\perp^2}{2g} = H_0$$

$$V_\perp = g t_0 = 2 \cdot 10 = 20 \text{ м/с}$$

$$H = \frac{V_\perp^2}{2g} = \frac{400}{2 \cdot 10} = 20 \text{ м}$$

$$V_{\parallel} = V \cos \alpha$$

$$V_{\parallel} = \frac{V_\perp}{\operatorname{tg} \alpha}$$

$$V = \frac{V_\perp}{\sin \alpha}$$

$$V_{\parallel} t_0 = L = \frac{V_\perp t_0}{\operatorname{tg} \alpha}$$

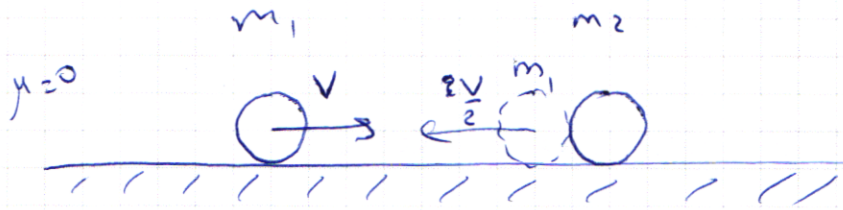
$$= \frac{20 \cdot 2}{1,73} = 2,31 \cdot 10^2 \text{ м}$$

Так как \parallel состав. скорости при столкновении не меняется \Rightarrow

$$L_{\text{кал}} = L_{\text{бос}} \Rightarrow V'_\perp = 0$$

также $t_{\text{бос}}$

2.



$\mu=0$ так как поверхность гладкая

$$m_1 V = -\frac{m_1 V}{2} + m_2 V_2$$

$$m_2 V_2 = \frac{3}{2} m_1 V$$

$$V_2 = \frac{3 m_1 V}{2 m_2}$$

$$\frac{m_1 V^2}{2} = \frac{m_1 V^2}{8} + \frac{m_2 V_2^2}{2} \quad \text{удар упругий}$$

$$m_2 V_2^2 = m_1 V^2 - \frac{m_1 V^2}{4} = \frac{3 m_1 V^2}{4}$$

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

$$m_2 V_2 = \frac{3}{2} m_1 V$$

$$\frac{3 \cancel{m_1}^2 V^2}{4 m_2} = \frac{3 \cancel{m_1}^2 V^2}{4}$$

$$3 m_1 V_2 = \frac{3}{2} m_1 V$$

$$V_2 = \frac{V}{2} \quad \frac{V_2}{V} = \frac{1}{2}$$

$$3 \frac{m_1}{m_2} = 1$$

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

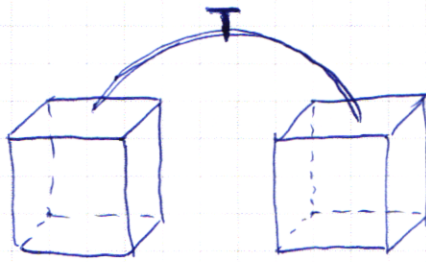
3.

$\vec{v} = \vec{v}_1 + \vec{v}_2$
 сист. от. Земли
 $\vec{v} = \vec{v}_1 + \vec{v}_2$
 сист. от. бруска
 $v = 0$
 тот же стол.
 $v = 0$
 $v = v_{\text{нат.}}$
 $U + 2V$
 $4U = U + 2V$
 $3U = 2V$
 $V = \frac{3}{2}U$
 $V + U = \frac{3}{2}U + U = \frac{5}{2}U = 2,5U$
 $\frac{V}{U} = \frac{3}{2}$
 $\frac{V}{U} = \frac{2}{3}$

4.

$$\nu_1 = \frac{1}{2} \text{ моль} \quad i = 3$$

$$T_1 = 200 \text{ К}$$



$$\nu_2 = \frac{1}{3} \text{ моль} \quad i = 3$$

$$T_2 = 300 \text{ К}$$

$$1. \quad E = \frac{3}{2} kT \cdot \nu N_A = \frac{3}{2} \nu R T$$

$$E_1 = \frac{3}{2} \nu_1 R T_1 \quad T'$$

$$E_2 = \frac{3}{2} \nu_2 R T_2$$

$$E_{\text{ит}} = E_1 + E_2 = \frac{3}{2} \nu_1 R T' + \frac{3}{2} \nu_2 R T'$$

$$2. \quad (\nu_1 + \nu_2) \frac{3}{2} R T' = \frac{3}{2} \nu_1 R T_1 + \frac{3}{2} \nu_2 R T_2$$

$$(\nu_1 + \nu_2) T' = \nu_1 T_1 + \nu_2 T_2$$

$$T' = \frac{\nu_1 T_1 + \nu_2 T_2}{\nu_1 + \nu_2} = \frac{0,5 \cdot 200 + \frac{1}{3} \cdot 300}{\frac{1}{2} + \frac{1}{3}}$$

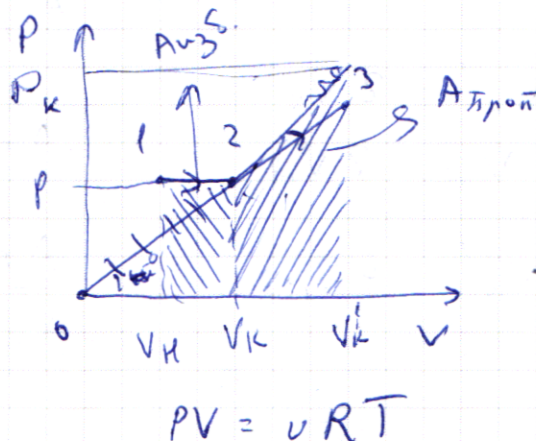
$$2. \quad \frac{200}{\frac{5}{6}} = \frac{200 \cdot 6}{5} = \underline{240 \text{ К}}$$

$$2. \quad P_{\text{ит}} = \frac{\nu_1 R T' + \nu_2 R T'}{2V} = \frac{(\nu_1 + \nu_2) R T'}{2V} \quad PV = \nu R T$$

$$P_{\text{ит}_1} = \frac{\nu_1 R T_1}{V} \quad 1. = \frac{P_{\text{ит}}}{P_{\text{ит}_1}} = \frac{(\nu_1 + \nu_2) T'}{2 \nu_1 T_1} = \frac{\left(\frac{1}{2} + \frac{1}{3}\right) 240}{2 \cdot \frac{1}{2} \cdot 200}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

5. $P = \text{const}$
 $V_K = 2 V_H$
 $V_{K'} = 2 V_K$
 $\frac{P}{V} = \text{const}$



$$\frac{P}{V} = \text{const}$$

$$\frac{P}{V} = \frac{\nu RT}{V^2} = \text{const}$$

$$\frac{\nu R T_{K'}}{(2V_K)^2} = \frac{\nu R T_K}{V_K^2}$$

$$\frac{T_{K'}}{4} \sim T_K$$

$$T_{K'} = 4 T_K = 8 T_H$$

$$\frac{T_{K'}}{T_H} = 8$$

$$P = \text{const} \Rightarrow$$

$$\frac{\nu R T}{V} = \text{const}$$

$$\nu R = \text{const}$$

$$\frac{I}{V} = \text{const}$$

$$\frac{T_K}{2V} = \frac{T_H}{V} \quad T_K = 2T_H$$

$A_{изобар} - ?$

$A_{проп}$

$$\frac{(P_K - P)(V_{K'} - V_K) + (V_{K'} - V_K)P}{2} = A_{проп}$$

$$A_{изоб} = (V_K - V_H)P$$

$$\frac{P_K}{V_{K'}} = \frac{P}{V_K} \quad P_K = 2P$$

$$\frac{P}{2} (V_k' - V_k) + P (V_k' - V_k) \approx A_{\text{проект}} \approx \frac{3P}{2} (V_k' - V_k)$$

$$A_{\text{изб}} = (V_k - V_H) P$$

$$V_k' = 2 V_k$$

$$V_k = 2 V_H$$

$$V_k' = 4 V_H$$

$$A_{\text{проект}} = \frac{3P}{2} (4 V_H - 2 V_H) = 3P$$

$$A_{\text{изб}} = (2 V_H - V_H) P = P$$

$$\frac{A_{\text{проект}}}{A_{\text{изб}}} = 3 /$$



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)



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)