

Олимпиада «Phystech.International» по физике

Декабрь 2017 года

Класс 10

Шифр

(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.

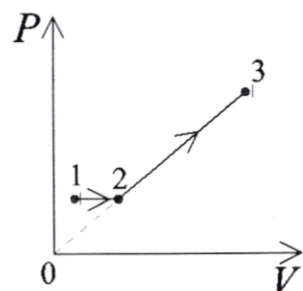
Найти отношение скоростей движения шарика и бруска до столкновения.

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 .

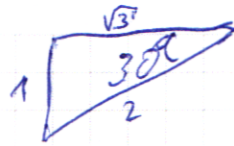
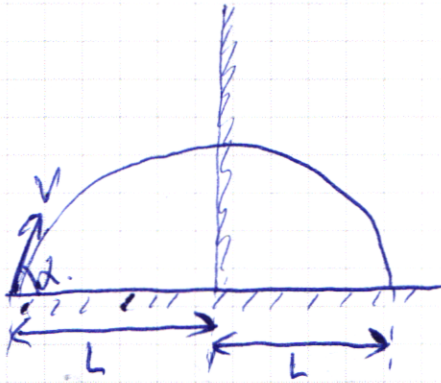
5. Объем идеального газа увеличивается в $n=3$ раза в изобарическом процессе, а затем еще раз увеличивается в $n=3$ раза в процессе прямо пропорциональной зависимости давления газа P от его объема V .

- 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



$$L = v \cos \alpha t$$

~~$$L = v \cos \alpha \frac{2v \sin \alpha}{g}$$~~

$$t = \frac{2v \sin \alpha}{g}$$

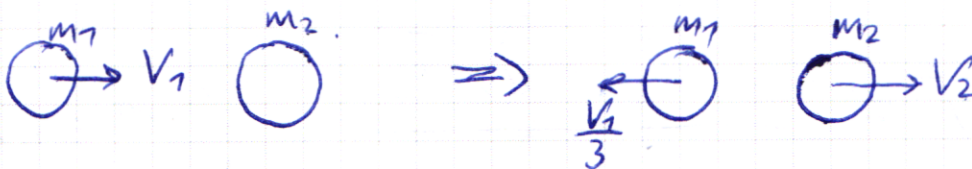
$$\Rightarrow v = \frac{L}{\cos \alpha t} = \frac{gt}{2 \sin \alpha}$$

$$\Rightarrow L = ctg \alpha \frac{gt^2}{2} = \sqrt{3} \cdot 10 \cdot \frac{(2 \cdot 1,5)^2}{2} = 90\sqrt{3} \text{ м. (1) вопрос}$$

~~$$H = \frac{gt_0^2}{2}$$~~

$$H = \frac{gt_0^2}{2} = \frac{10^5 \cdot 1,5 \cdot 1,5}{2} = 11,25 \text{ м. (2) вопрос}$$

②



$$\begin{cases} m_1 v_1 = m_2 v_2 - m_1 \frac{v_1}{3} \\ \frac{m_1 v_1^2}{2} = \frac{m_1 v_1^2}{2 \cdot 9} + \frac{m_2 v_2^2}{2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} m_2 v_2 = \frac{4}{3} m_1 v_1 \\ \frac{8}{9} m_1 v_1^2 = m_2 v_2^2 \end{cases}$$

$$\frac{16}{9} \cdot \frac{m_1^2 v_1^2}{m_2} = \frac{8}{9} m_1 v_1^2$$

$$2 \frac{m_1}{m_2} = 1 \Rightarrow \frac{m_2}{m_1} = 2 \quad (1) \text{ вопрос}$$

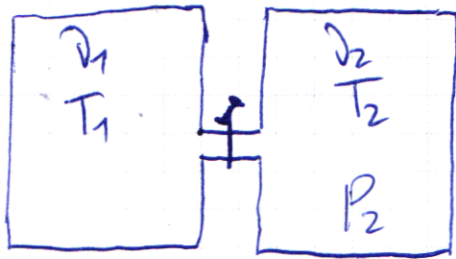
~~$m_2 = m_1$~~

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

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

$$2 v_2 = \frac{4}{3} v_1 \Rightarrow \frac{v_2}{v_1} = \frac{2}{3} \quad (2) \text{ вопрос}$$

4



$$N_1 \epsilon_1 + N_2 \epsilon_2 = (N_1 + N_2) \epsilon$$

$$N_1 \cdot \frac{3}{2} k T_1 + N_2 \cdot \frac{3}{2} k T_2 = (N_1 + N_2) \cdot \frac{3}{2} k T$$

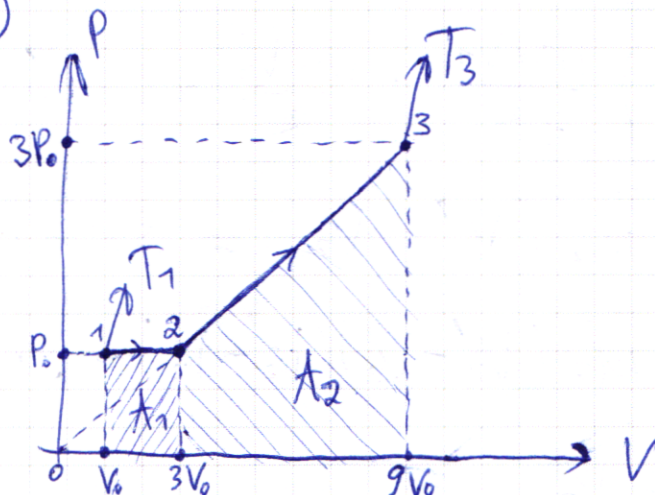
$$\frac{N_1 T_1}{N_A} + \frac{N_2 T_2}{N_A} = \frac{N_1 + N_2}{N_A} T$$

$$T = \frac{V_1 T_1 + V_2 T_2}{V_1 + V_2} \quad (1) \text{ вопрос}$$

$$\frac{P}{P_2} = \frac{n k T}{n_2 k T_2} = \frac{\frac{N_1 + N_2}{2V} T}{\frac{N_2}{V} T_2} = \left(\frac{V_1 + V_2}{2 V_2} \right) \frac{T}{T_2} \quad (2) \text{ вопрос}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

⑤



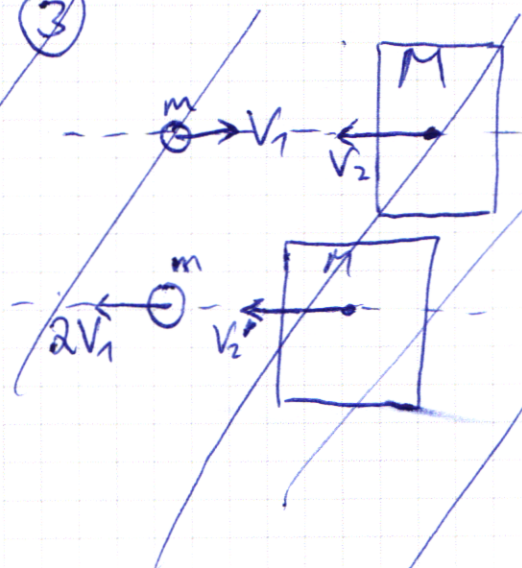
$$1) \frac{P_0 V_0}{T_1} = \frac{3P_0 \cdot 9V_0}{T_3}$$

$$\frac{T_3}{T_1} = 27$$

(1) вопрос

$$2) \frac{A_1}{A_2} = \frac{P_0 \cdot 2V_0}{2P_0 \cdot 6V_0} = \frac{1}{6} \quad (2) \text{ вопрос}$$

③



~~$$m v_1 + M v_2$$~~

~~$$M v_2 - m v_1 = M v_2' + m \cdot 2v_1$$~~

~~$$\frac{M v_2^2}{2} + \frac{m v_1^2}{2} = \frac{M v_2'^2}{2} + \frac{m (2v_1)^2}{2}$$~~

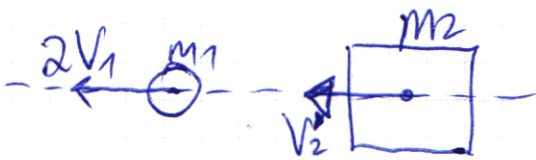
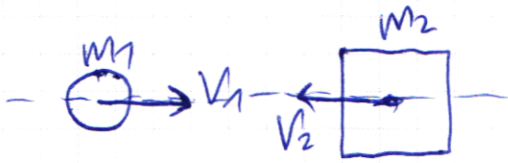
~~$$M(v_2' - v_2)(v_2 + v_2') = -3m v_1^2$$~~

~~$$-3m v_1^2$$~~

~~$$m v_1 (v_2 + v_2') = \frac{3}{2} M v_1^2$$~~
~~$$\frac{3}{2} v_1 = \frac{v_2 + v_2'}{2} \approx v_2 \Rightarrow \frac{v_2'}{v_1} = \frac{3}{2}$$~~

$$-3m_1 V_1 \left(\frac{V_2 + V_2'}{2} \right) = -\frac{3}{2} V_1$$

③



$$\begin{cases} m_2 V_2 - m_1 V_1 = m_2 V_2' + m_1 \cdot 2V_1 \\ \frac{m_1 V_1^2}{2} + \frac{m_2 V_2^2}{2} = \frac{m_1 V_2'^2}{2} + \frac{m_1 \cdot 4V_1^2}{2} \end{cases}$$

$$\begin{cases} m_2 (V_2' - V_2) = 3m_1 V_1 \\ m_2 (V_2' - V_2)(V_2' + V_2) = 3m_1 V_1^2 \end{cases}$$

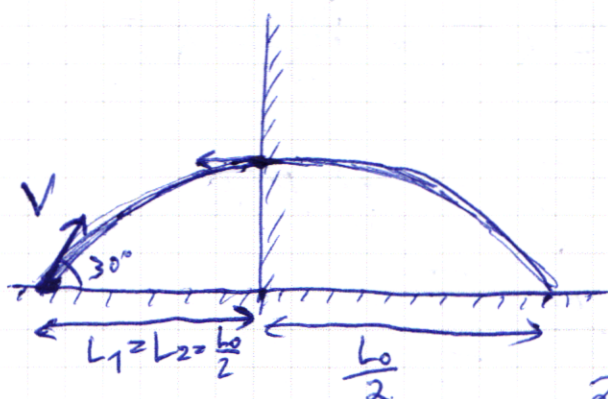
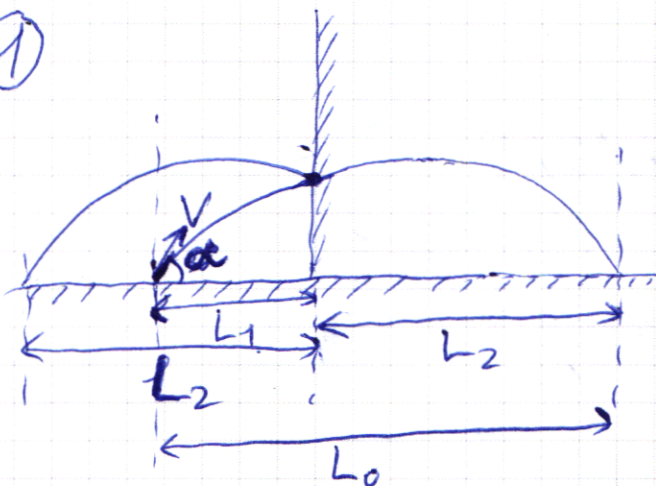
$$\begin{cases} V_2' = \frac{3m_1 V_1}{m_2} + V_2 \\ 3m_1 V_1 (V_2' + V_2) = 3m_1 V_1^2 \end{cases}$$

$$2V_2 + \frac{3m_1 V_1}{m_2} = 2V_2 = V_1$$

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1



$$L_1 = L_2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow L_1 = L_2 = \frac{L_0}{2}$$

$$L_0 = \frac{V \cos 30^\circ t}{g}$$

$$t = \frac{2V \sin 30^\circ}{g}$$

$$\Rightarrow \frac{L_0}{2} = \frac{1}{2} \sin 60^\circ \frac{V^2}{g}$$

$$\times \frac{2,25}{5}$$

$$1,125$$

2

~~$$m_1 V_1 = m_2 V_2$$~~

$$m_1 V_1 = m_2 V_2 - \frac{m_2 V_1}{3} \Rightarrow m_2 V_2 = \frac{4}{3} m_1 V_1$$

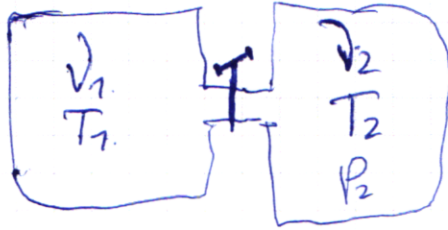
$$\frac{m_1 V_1^2}{2} = \frac{m_2 V_2^2}{2} + \frac{m_2 V_1^2}{2 \cdot 9}$$

$$\frac{16}{9} \frac{m_1^2 V_1^2}{m_2}$$

черновик это



④



$$N_1 \varepsilon_1 + N_2 \varepsilon_2 = (N_1 + N_2) \varepsilon$$

$$N_1 \cdot \frac{3}{2} k T_1 + N_2 \cdot \frac{3}{2} k T_2 = (N_1 + N_2) \cdot \frac{3}{2} k T$$

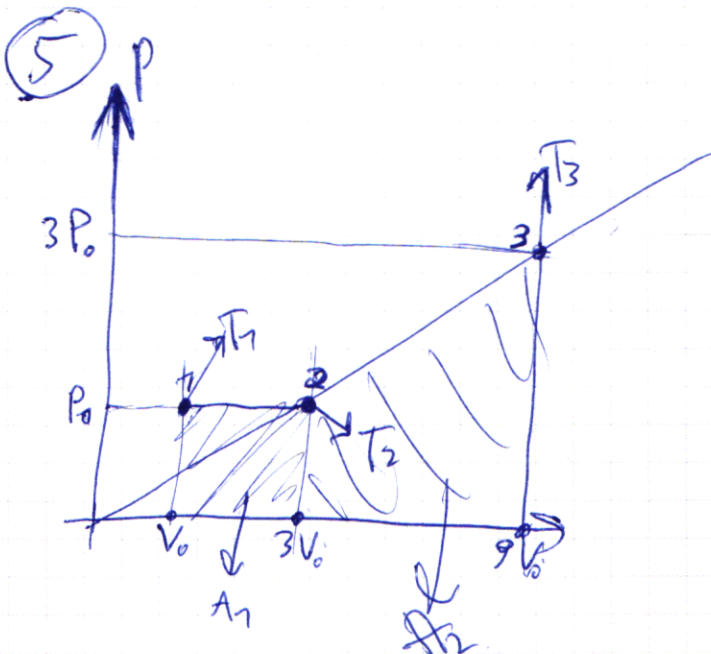
$$\frac{N_1 T_1 + N_2 T_2}{N_A} = \frac{(N_1 + N_2) T}{N_A}$$

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

$$P = n k T = \frac{N_1 + N_2}{2V} k T = \frac{v_1 + v_2}{2V} R T$$

$$P_2 = n_2 k T = \frac{N_2}{V} k T_2 = \frac{v_2}{V} R T_2$$

$$\frac{P}{P_2} = \left(\frac{v_1 + v_2}{2v_2} \right) \frac{T}{T_2}$$



$$1) \frac{P_0 V_0}{T_1} = \frac{3P_0 \cdot 9V_0}{T_3}$$

$$\frac{T_3}{T_1} = 27$$

$$2) \frac{A_1}{A_2} = \frac{P_0 \cdot 2V_0}{2P_0 \cdot 6V_0} = \frac{1}{6}$$



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

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)



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)