

# Олимпиада «Phystech.International» по физике

Декабрь 2017 года

Класс 10

Шифр 2-007

(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  $10 \text{ м/с}^2$ .

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.

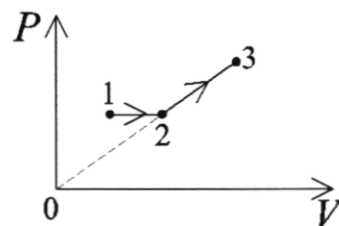
Найти отношение скоростей движения шарика и бруска до столкновения.

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  $V$ .

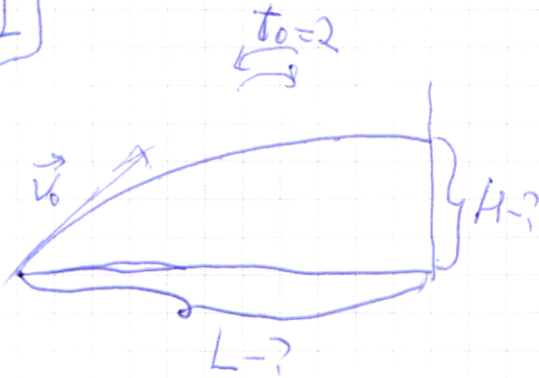
- 1) Во сколько раз увеличивается конечная температура газа по сравнению с начальной?
- 2) Найти отношение работы, которую совершает газ в изобарическом процессе, к работе, которую он совершает в процессе прямо пропорциональной зависимости давления газа  $P$  от его объема  $V$ .





## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1)



$$H = \frac{g \frac{t^2}{2}}{2} = \frac{10 \cdot 1}{2} = 5$$

~~$$H = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2}$$~~

$$H = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2}$$

$$400 = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

$$v_0^2 = \frac{400}{3}$$

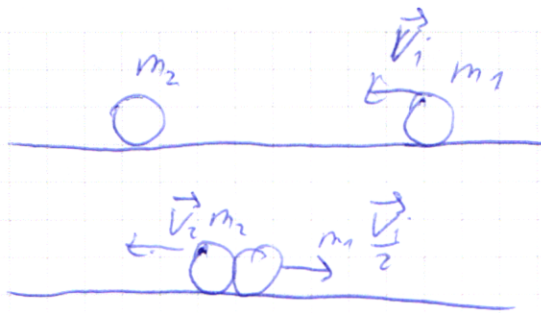
$$v_0 = \frac{20}{\sqrt{3}}$$

$$L = \frac{2 v_0^2 \sin 2\alpha}{g} = \frac{2 \cdot \frac{400}{3} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}{10} = \frac{400\sqrt{3}}{3} \cdot \frac{1}{10} = \frac{40\sqrt{3}}{3}$$

1)  $L = \frac{40\sqrt{3}}{3}$  м

2)  $H = 5$  м

2)



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

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

$$3m_1 v_1 = 2m_2 v_2$$

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

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

$$3m_1 v_1^2 = 4m_2 v_2^2$$

$$\begin{cases} 3m_1 v_1^2 = 4m_2 v_2^2 \\ 3m_1 v_1 = 2m_2 v_2 \end{cases}$$

$$v_1 = 2v_2$$

$$3m_1 \cdot 2v_2 = 2m_2 v_2$$

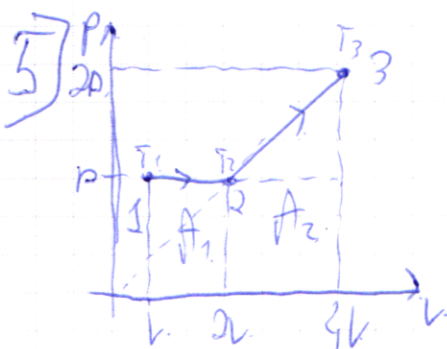
$$\frac{m_2}{m_1} = 3$$

$$v_1 = 2v_2$$

ответ

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

$$2) v_1 = 2v_2$$



$$\frac{v_1}{T_1} = \frac{v_2}{T_2}$$

$$v_2 = 2v_1$$

$$\frac{v_1}{T_1} = \frac{2v_1}{T_2}$$

$$2T_1 = T_2$$

$$\frac{P_1 v_1}{T_2} = \frac{P_2 v_2}{T_3}$$

$$\frac{P \cdot 2v_1}{2T_1} = \frac{2P \cdot 4v_1}{T_3}$$

$$\frac{1}{2T_1} = \frac{4}{T_3}$$

$$\frac{T_3}{T_1} = 8$$

$$\frac{T_1}{T_3} = \frac{1}{8}$$

$$A_1 = 2v_1 \cdot P = 2VP$$

$$A_2 = 2VP + 2V \cdot 2P = 6VP$$

$$\frac{A_2}{A_1} = \frac{6VP}{2VP} = 3$$

ответ

$$1) \frac{T_3}{T_1} = \frac{1}{8} \quad T_3 = 8T_1$$

$$2) \frac{A_2}{A_1} = 3$$



## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\begin{cases} 3m_1 v_1 = 2m_2 v_2 \\ 3m_1 v_1^2 = 4m_2 v_2^2 \end{cases}$$

$$v_1 = 2v_2$$

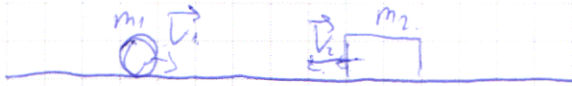
$$3m_1 \cdot 2v_2 = 2m_2 v_2$$

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

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

3)

~~Сделайте черновик~~



$$m_2 v_2 - 5m_1 v_1 = m_1 v_1$$

$$\boxed{m_2 v_2 = 5m_1 v_1}$$



$$\frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2} = \frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_1 (5v_1)^2}{2} = \frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{25m_1 v_1^2}{2} = \frac{26m_1 v_1^2}{2} = 13m_1 v_1^2$$

$$m_1 v_1^2 + m_2 v_2^2 = 16m_1 v_1^2 \rightarrow m_2 (v_2^2 = 26v_1^2 = v_1^2)$$

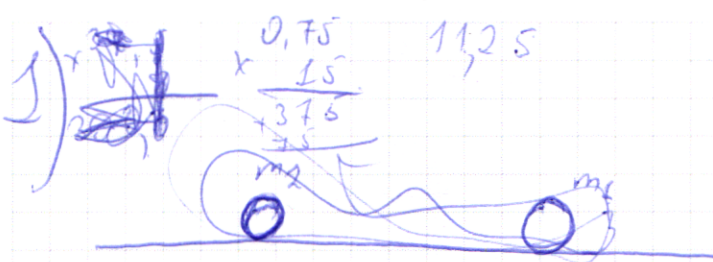
~~идея~~



черновик     чистовик  
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №\_\_  
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

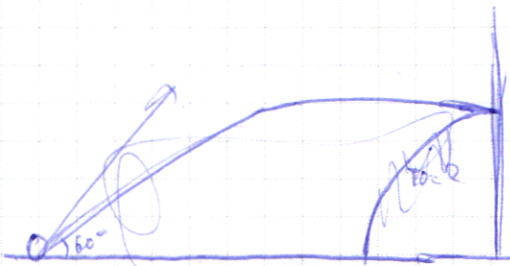


$$L = 2 \cdot \frac{400}{3} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{400\sqrt{3}}{3} \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{400}{3}$$

$$h = \frac{gt^2}{2} = 5$$

$$H = \frac{100}{3} \cdot \frac{3}{4} = \frac{25}{1} = 25$$

$$5 = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

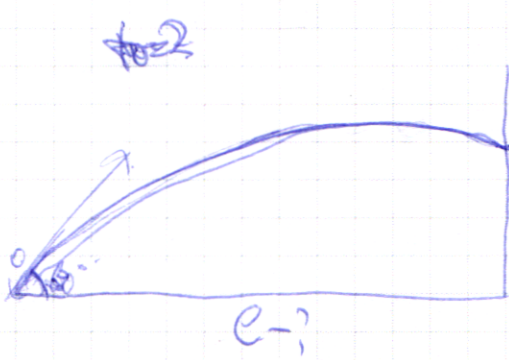


$$100 = v_0^2 \sin^2 \alpha$$

$$\frac{100}{3} = v_0^2$$

$$v_0 = 100 \cdot \frac{1}{3} = \frac{400}{3} = \frac{20}{\sqrt{3}}$$

$$L = 2 \cdot \frac{400}{3} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{400\sqrt{3}}{3} \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{400}{3}$$



$$L = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g} \quad 20 = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$$

$$100 = \frac{10}{\sin \alpha} \Rightarrow 100 = 10 \cdot \frac{2}{\sqrt{3}} = \frac{20}{\sqrt{3}}$$

$$10 = 2v_0 \sin \alpha$$

$$2v_0 = \frac{10}{\sin \alpha}$$

$$v_0 = \frac{10}{2 \sin \alpha} = \frac{10}{2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{10}{\sqrt{3}}$$

$$t \rightarrow = t \leftarrow = \frac{L}{v_0 \cos \alpha} \quad t = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$$

$$L = \frac{2v_0^2 \sin^2 \alpha}{g}$$

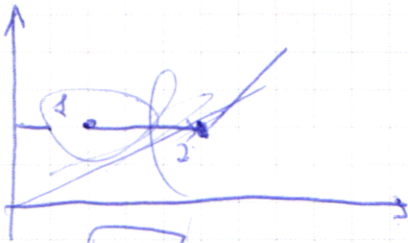
$$H = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

$$L = 2 \cdot \frac{100}{3} \cdot \frac{1}{2} = \frac{100}{3} \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{100}{3}$$

$$H = \frac{100}{3} \cdot \frac{3}{4} = \frac{25}{1} = 25$$

$$h = \frac{gt^2}{2} = 5$$





5

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

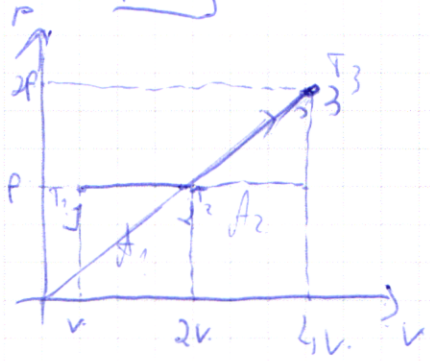
$$V_2 = 2V_1$$

$$V_1 = V$$

$$V_2 = 2V$$

$$\frac{V}{T_1} = \frac{2V}{T_2}$$

$$T_2 = 2T_1$$



$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

~~$$\frac{P \cdot 2V}{2T_1} = \frac{2P \cdot 4V}{2T_3}$$~~

~~$$\frac{P \cdot 2V}{2T_2} = \frac{2P \cdot 4V}{T_3}$$~~

$$\frac{1}{2T_1} = \frac{4}{T_3}$$

$$T_3 = 8T_1$$

$$\frac{T_3}{T_1} = 8$$

$$\frac{T_1}{T_3} = \frac{1}{8}$$

$$\frac{A_2}{A_1} = ?$$

$$A_1 = 2V \cdot P = 2VP$$

$$A_2 = 2V \cdot P + 2V \cdot 2P = 6VP$$

$$\frac{A_2}{A_1} = \frac{6VP}{2VP} = 3$$

2

$$m_1 V = m_2 v_2 - m_1 \frac{v}{2}$$

$$m_1 V = \frac{2m_2 v_2 - m_1 v}{2}$$

$$2m_1 V = 2m_2 v_2 - m_1 v$$

$$3m_1 V = 2m_2 v_2$$

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

$$3m_1 V = 2m_2 v_2$$

$$3m_1 V^2 = 4m_2 v_2^2$$

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

$$4m_1 V^2 = 4m_2 v_2^2 + m_1 V^2$$







ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

2-007

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)»

2-007

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)