

Олимпиада «Phystech.International» по физике

Декабрь 2017 года

Класс 11

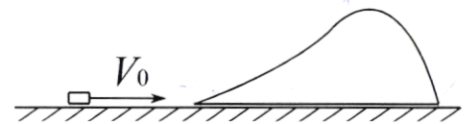
Шифр 2-001

(заполняется секретарём)

Вариант 11-04

1. Небольшой шарик висит на легкой нити длиной 18 см. Какую минимальную горизонтальную скорость надо сообщить шарiku, чтобы он, двигаясь по окружности, совершил полный оборот в вертикальной плоскости? Принять $g=10 \text{ м/с}^2$.

2. Небольшая монета массой m скользит по гладкому горизонтальному столу со скоростью v_0 к неподвижной незакрепленной горке массой $4m$ (см. рис.). Монета въезжает на горку, движется по ней без трения и отрыва и съезжает с горки в обратном направлении.

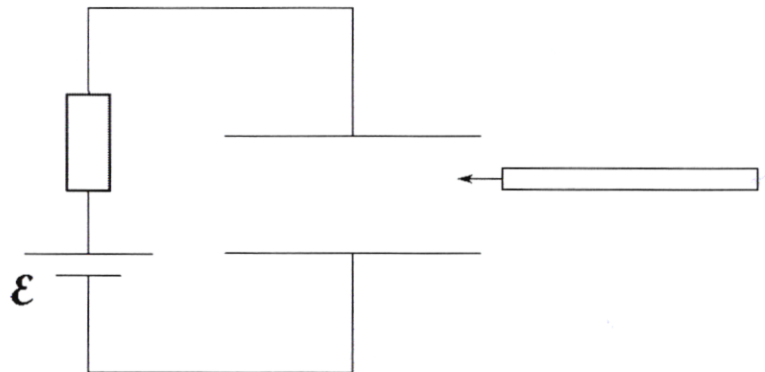


- 1) На какую максимальную высоту поднимается монета?
- 2) С какой скоростью монета съезжает с горки?

3. Теплоизолированный сосуд объемом $V = 8,31 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ разделен перегородкой на две части с различными объемами. В первой части находится гелий при температуре $127 \text{ }^\circ\text{C}$ в количестве $\nu_1 = 0,1$ моль. Во второй части находится гелий при температуре $7 \text{ }^\circ\text{C}$ в количестве $\nu_2 = 0,4$ моль. Перегородка прорывается.

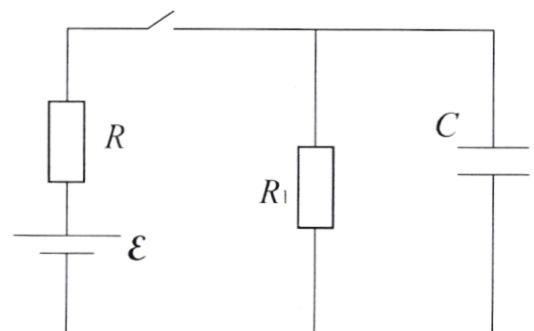
- 1) Какая температура (в градусах Цельсия) установится в сосуде после наступления термодинамического равновесия?
- 2) Найти конечное давление в сосуде.

4. Плоский воздушный конденсатор емкостью C_0 подсоединен через резистор к источнику с ЭДС \mathcal{E} (см. рис.). В конденсатор вводят параллельно обкладкам незаряженную проводящую пластину и располагают ее напротив обкладок. Форма поверхности пластины совпадает с формой поверхности обкладок. Толщина пластины в 3 раза меньше расстояния между обкладками.



- 1) Найти емкость конденсатора с пластиной.
- 2) Какой заряд пройдет через резистор после начала введения пластины?

5. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут. Параметры цепи указаны на схеме. Внутреннее сопротивление источника «содержится» в R , $R_1=4R$. Ключ замыкают. После достижения в цепи установившегося режима ключ размыкают. Известными величинами считать C , \mathcal{E} , R .



- 1) Найти ток через источник сразу после замыкания ключа.
- 2) Найти установившееся напряжение на конденсаторе при замкнутом ключе.
- 3) Какое количество теплоты выделится в цепи после размыкания ключа?

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1) $h = 2R$
 $R = 0,18$
 $g = 10$

$$\frac{V_1^2}{R} = g$$

$$V_1^2 = 0,18g$$



$V = ?$

$$\frac{mV^2}{2} = \frac{mV_1^2}{2} + mgh$$

$$V^2 = V_1^2 + 2gh$$

$$V^2 = 0,18g + 0,72g$$

$$V^2 = 0,9g$$

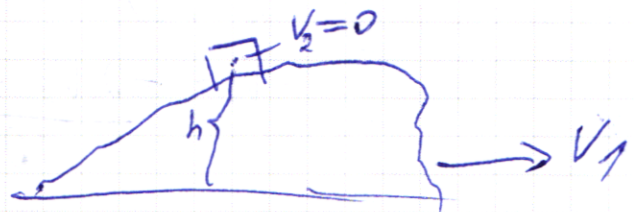
$$V^2 = 9$$

$$V = 3 \text{ м/с}$$

ответ 3

2) V_0
 m
 L/m

1)



$$mV_0 = 5mV_1 \quad V_1 = \frac{V_0}{5}$$

$$\frac{mV_0^2}{2} = mgh + \frac{5mV_1^2}{2}$$

$$V_0^2 = 2gh + \frac{V_0^2}{5}$$

$$h = \frac{4V_0^2}{5 \cdot 2g} = \frac{2V_0^2}{5g}$$

ответ $\frac{2V_0^2}{5g}$

2)



$$\begin{cases} 4mV_1 - mV_2 = mV_0 & 4mV_1 - mV_2 = mV_0 \\ \frac{mV_2^2}{2} + \frac{4mV_1^2}{2} = \frac{mV_0^2}{2} & V_1 = \frac{V_0 + V_2}{4} \end{cases}$$

$$\frac{mV_2^2}{2} + \frac{4mV_1^2}{2} = \frac{mV_0^2}{2}$$

$$V_2^2 + 4V_1^2 = V_0^2$$

$$V_2^2 + \frac{V_0^2}{4} + \frac{V_2^2}{4} + \frac{2V_0V_2}{4} = V_0^2$$

$$4V_2^2 + V_0^2 + V_2^2 + 2V_0V_2 = 4V_0^2$$

$$5V_2^2 + 2V_0V_2 - 3V_0^2 = 0$$

$$D = 4V_0^2 + 60V_0^2 = 64V_0^2$$

$$V_2 = \frac{-2V_0 + 8V_0}{10} = \frac{3}{5}V_0 \quad 2) \text{ ответ } \frac{3}{5}V_0$$

$$\text{ответ } 1) \frac{2V_0^2}{5} \\ 2) \frac{3}{5}V_0^2$$

$$3) \quad v = 8,31 \cdot 10^{-3}$$

$$Q = 8,31$$

$$t_1 = 127^\circ$$

$$t_2 = 7^\circ \quad M_1 = M_2$$

$$v_1 = 21$$

$$v_2 = 0,4$$

$$Q_1 + Q_2 = 0$$

$$m_1(t_1' - t_1) + m_2(t_1' - t_2) = 0$$

$$m_1(t_1' - 127) + 4m_1(t_1' - 7) = 0$$

$$5t_1' = 127 + 28$$

$$t_1' = \frac{155}{5} \quad t_1' = 31^\circ$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3/2)

$$pV = \nu RT$$

$$\nu = \nu_1 + \nu_2 = 0,5$$

$$t = 31^\circ \approx 304\text{K}$$

$$p = \frac{\nu RT}{V}$$

$$p = \frac{0,5 \cdot 8,31 \cdot 304}{8,31 \cdot 10^{-3}} = 152 \cdot 10^3$$

1) 31°
ответ 152000



черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1)



$$\frac{v^2}{R} = g$$

$$R = 0,18$$

$$v_1^2 = 1,8$$

$$\frac{mv^2}{2} = mgh + \frac{mv_1^2}{2}$$

$$v^2 = 2gh + v_1^2$$

$$v^2 = 2 \cdot 10 \cdot 0,36 + 1,8$$

$$v^2 = 9$$

$$v = 3$$

2) $v_{cm} = 5m v_1$

$$mgh = \frac{mv_2^2}{2}$$

$$h = \frac{v_2^2}{2g} = \frac{m_1 g b + 4m_1 g a}{2g}$$

$$4m_1(\theta - t_1) + m_2(\theta - t_2) = 0$$

$$m_1(\theta - t_1) + 4m_1(\theta - t_2) = 0$$

$$m_1\theta - m_1t_1 + 4m_1\theta - 4m_1t_2 = 0$$

$$\theta = 5$$

$$5m_1\theta = m_1(t_1 + 4t_2)$$

$$\theta = \frac{122 + 28}{5} = 31^\circ$$

$$\begin{array}{r} +223 \\ 91 \\ \hline 314 \end{array}$$

$$\frac{mv_2^2}{2} =$$

$$T_1 = 400 \text{ Н}$$

$$T_2 = 200 \text{ Н}$$

$$v_1 = 0,1$$

$$v_2 = 0,4$$

$$m_2 = 4m_1$$

$$v = v_1 + v_2$$

$$P = vRT$$

$$P = vRT$$

$$P = 0,5 \cdot 31 \cdot 324 = 152 \cdot 10^3$$

$$152 \cdot 10^3$$

$$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{5mV_0^2}{50g} + \frac{mV_1^2}{2}$$

$$V_1 = \frac{V_0 + V_2}{4} \quad V_2^2 +$$

$$V_1^2 = V_0^2 - \frac{V_0^2}{2} = \frac{4}{5} V_0^2$$

$$mgh = \frac{mV_1^2}{2}$$

$$gh = \frac{4V_0^2}{10g}$$

$$h = \frac{4V_0^2}{10g} = \frac{2V_0^2}{5g}$$

$$mV_0 = mV_1 + mV_1'$$

$$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV_1^2}{2} + \frac{5mV_1'^2}{2}$$

$$V_1' = \frac{V_0 - V_1}{5}$$

$$V_0^2 = V_1^2 + 5V_0^2 + 5V_1'^2 - 10V_0V_1$$

$$V_1^2 + 2V_0V_1 + V_1'^2 = V_1^2 + 5V_1'^2$$

$$6V_1^2 + 4V_0^2 = 10V_0V_1$$

$$3V_1^2 - 5V_0V_1 + 2V_0^2 = 0$$

$$D = 25V_0^2 - 24V_0^2 = V_0^2$$

$$V_1 = 5V_0 + V_0 \quad V_1 = 5V_0 - V_0$$

$$V_0^2 = V_1^2 + \frac{V_0^2}{5} + \frac{V_1'^2}{5} - \frac{2V_0V_1}{5}$$

$$5V_0^2 = V_1^2 + V_0^2 + V_1'^2 - 2V_0V_1$$

$$5V_1^2 - 2V_0V_1 - 3V_0^2 = 0$$

$$3V_1^2 - V_0V_1 - 2V_0^2 = 0$$

$$D = V_0^2 + 24V_0^2 = 25V_0^2$$

$$V_1 = V_0 + 5V_0 \quad D = 4V_0^2 + 60V_0^2$$

$$V_1 = 2V_0 + 8V_0$$

$$V_2 = V_0 - 5V_0$$

~~$$\frac{V_1^2}{2} = mgh$$

$$V_1 = 2.125g$$

$$mgh = m \frac{V_1^2}{2}$$

$$0.75g = \frac{V_1^2}{2}$$

$$mgh = \frac{mV_1^2}{2}$$~~

$$V_1 = \frac{2}{3} V_0$$

$$mgh = \frac{mV_1^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2}$$

$$h = \frac{4V_0^2}{10g}$$

$$V_1^2 = 2g \frac{4V_0^2}{10g} \quad V_1^2 = \frac{4}{5} V_0^2$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$mV_0 = 5mV_1$$

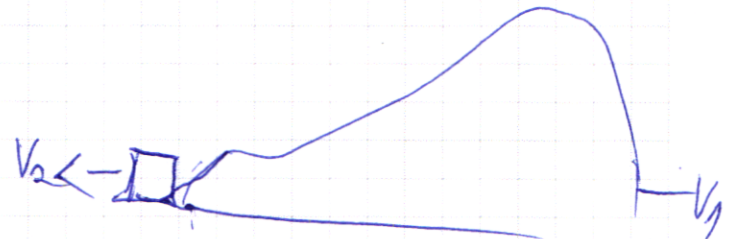
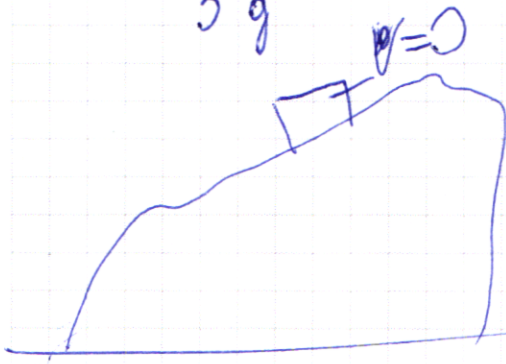
$$V_1 = \frac{V_0}{5}$$

$$mgh + \frac{5mV_0^2}{2 \cdot 5} = m \frac{V_0^2}{2}$$

$$2gh + \frac{V_0^2}{5} = \frac{V_0^2}{2}$$

$$2gh = \frac{4}{5} V_0^2$$

$$h = \frac{2V_0^2}{5g}$$



$$\begin{cases} 4mV_1 - mV_2 = mV_0 & V_1 = \frac{V_0 + V_2}{4} \\ \frac{mV_0^2}{2} = \frac{4mV_1^2}{2} + \frac{mV_2^2}{2} \end{cases}$$

$$5V_2^2 + 2V_0V_2 - 3V_0^2 = 0$$

$$0 = 4V_0^2 + 60V_0^2 = 64V_0^2 = 0$$

$$mV_0^2 = \frac{V_0^2}{4} + \frac{V_2^2}{4} + \frac{2V_0V_2}{4} + V_2^2$$

$$V_2 = \frac{-2V_0 + 8V_0}{10} = \frac{3}{5}V_0$$



черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

2-001

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)