

Олимпиада «Phystech.International» по физике

Декабрь 2017 года

Класс 11

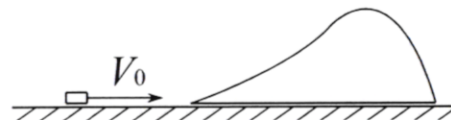
Шифр 7-017

(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 $g=10$ м/с².

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.

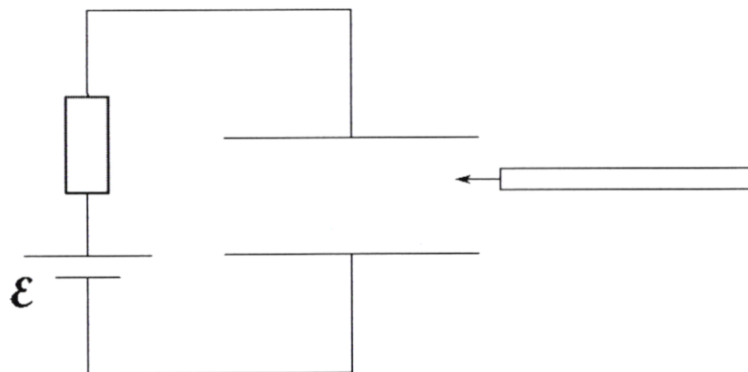


- 1) На какую максимальную высоту поднимается монета?
- 2) С какой скоростью монета съезжает с горки?

3. Теплоизолированный сосуд объемом $V = 8,31 \cdot 10^{-3}$ м³ разделен перегородкой на две части с различными объемами. В первой части находится гелий при температуре 127 °С в количестве $\nu_1 = 0,1$ моль. Во второй части находится гелий при температуре 7 °С в количестве $\nu_2 = 0,4$ моль. Перегородка прорывается.

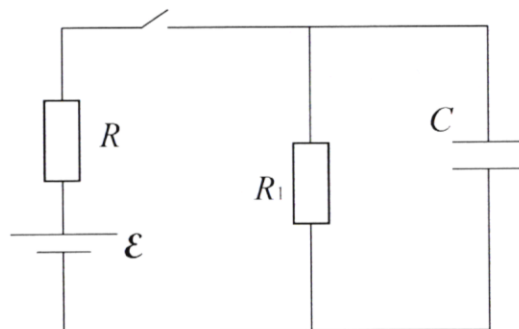
- 1) Какая температура (в градусах Цельсия) установится в сосуде после наступления термодинамического равновесия?
- 2) Найти конечное давление в сосуде.

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.



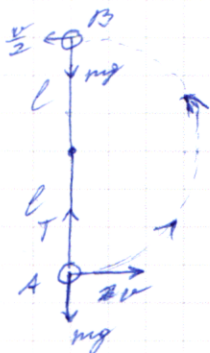
- 1) Найти емкость конденсатора с пластиной.
- 2) Какой заряд пройдет через резистор после начала введения пластины?

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



Задача №1

В точке A у тела появится кинетическая энергия, которая при повороте постепенно перейдет в потенциальную. Если произойдет полный переход E_k в E_p , то тело в точке B упадет вниз \Rightarrow в точке B у тела есть скорость, позволяющая продолжить вращение. Эта скорость равна половине начальной.

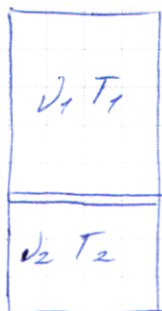
П.к. система изолирована, то полное механическое энергии в точках A и B равны:

$$\frac{m v^2}{2} = mg2l + \frac{m \left(\frac{v}{2}\right)^2}{2} \Rightarrow v^2 = 4gl + \frac{v^2}{4} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 4v^2 - v^2 = 16gl \Rightarrow v^2 = \frac{16gl}{3} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{16gl}{3}}$$

Ответ: $v = \sqrt{\frac{16gl}{3}} = 8\sqrt{15}$

Задача №3



1) $VRT = V_1RT_1 + V_2RT_2$,
где V - кол-во итерогового газа, а
 T - конечная температура

$$T = \frac{V_1T_1 + V_2T_2}{V_1 + V_2} = \frac{10 \cdot 12 + 2 \cdot 28}{10 + 2} = \frac{140}{12} = 11.67 = 11.67 \cdot 280 = 3268$$
~~$$= 0.2 \cdot 12 + 0.8 \cdot 28 = 26.4 = 26.4 \cdot 280 = 7392$$~~

$$= 264K =$$

$T_1 = 12^\circ C = 280K$
 $T_2 = 7^\circ C = 280K$

Задача №3

$$T_1 = 127^\circ\text{C} = 400\text{K}$$

$$T_2 = 7^\circ\text{C} = 280\text{K}$$

1) После прорыва перегородки

внутренней энергии газов в сумме

станет равно ~~р~~ значат ~~изменяется~~

на равную величину внутренней энергии

конечного газа.

$$(V_1 + V_2)RT = V_1RT_1 + V_2RT_2, \text{ где } T - \text{ темп. конечного газа}$$

$$T = \frac{V_1T_1 + V_2T_2}{V_1 + V_2} = \frac{40 + 112}{0.5} = 304\text{K} = 31^\circ\text{C}$$

2) Из ур-ния Менделеева - Клапейрона

$$pV = \nu RT \Rightarrow p = \frac{(V_1 + V_2)RT}{V} =$$

$$= \frac{0.5 \cdot 8.31 \cdot 304}{8.31 \cdot 10^{-3}} = 152 \cdot 10^3 = 1.52\text{кПа}$$

Ответ: $T = 31^\circ\text{C}; p = 1.52\text{кПа}$

Задача №4

Если ввести пластину

~~металлической~~, то ~~у нас~~ ~~получим~~

что не ~~будем~~, однако тогда

мы получим 2 последовательно

соединенных конденсатора с емкостями

$$C_1 = \frac{\epsilon_0 x}{S}; C_2 = \frac{\epsilon_0 d}{S}; C_3 = \frac{\epsilon_0 (\frac{2}{3}d - x)}{S}, \text{ общая емкость}$$

которых равна их сумме.

$$C = \frac{3\epsilon_0 x}{3S} + \frac{\epsilon_0 d}{3S} + \frac{2\epsilon_0 d - 3\epsilon_0 x}{3S} = \frac{\epsilon_0 d + 2\epsilon_0 d}{3S} =$$

$$= \frac{3\epsilon_0 d}{3S}$$

2) При введении пластины будет соверше-
на работа, но изменение равная работе соверше-

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

ной зарядом при проходе через резистор.

Ответ: $C = \frac{2\epsilon_0 d \cancel{K}}{3S}$

Задача №5

1) $\mathcal{E} = IR + IR_1 = I5R \Rightarrow I = \frac{\mathcal{E}}{5R}$

2) П.к. резистор \mathcal{E} и R_1 подключен параллельно с конденсатором, то сумма их напряжений равна напряжению в цепи.

$$\mathcal{E} = U_{R_1} + U_C, \text{ где } U_{R_1} = IR_1 \Rightarrow \\ = U_C = \mathcal{E} - \frac{4}{5}\mathcal{E} = \frac{\mathcal{E}}{5}$$

Ответ: $I = \frac{\mathcal{E}}{5R}; U_C = \frac{\mathcal{E}}{5}$

Задача №2

Помимо того, как монетка выскочила на горку, система (монета + горка) приобрела импульс равный изначальной импульсу монетки.

$$m v_0 = v(m + 4m)$$

Также, кинетическая энергия монеты была распределена между монетой и горкой; $\frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v_1^2}{2} + \frac{m v_2^2}{2}$, где v_1 - скорость монеты при взлете на горку. Тогда высота

h, на которую поднимется монета равна

$$h = \frac{v_1^2}{2g}.$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$C = \frac{\epsilon_0 d}{s}$$

$\epsilon \cdot d$

$$C = \frac{\epsilon_0 d}{s}$$

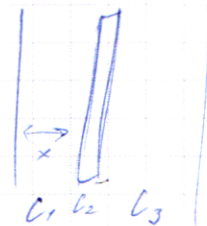
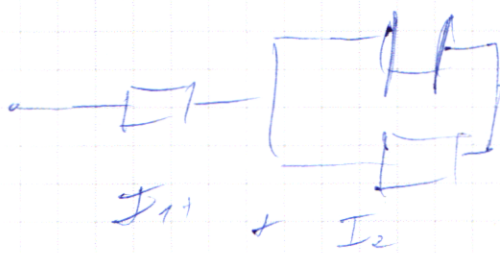
$$I^2 R t \quad \frac{q}{t}$$

$$\frac{q^2 R}{t}$$

$$\varphi_2 - \varphi_1 + e = I(R + r)$$

$$E = I \cdot 5R$$

$$I_1 \neq I_2$$



$$C_2 = \frac{\epsilon \epsilon_0 d}{3s}$$

$$R = R_1 + R_2 + R_3$$

$$\mathcal{U} = \mathcal{U} = \mathcal{U}$$

$$\mathcal{I} = \mathcal{I}$$

$$I_1 + I_2$$

$$C_1 = \frac{\epsilon_0 x}{s}$$

$$C_3 = \frac{\epsilon_0 (2d - x)}{s}$$

$$\frac{\epsilon \epsilon_0 d + 3\epsilon_0 x + \epsilon_0 \epsilon_0 2d - \epsilon_0 x}{3s}$$

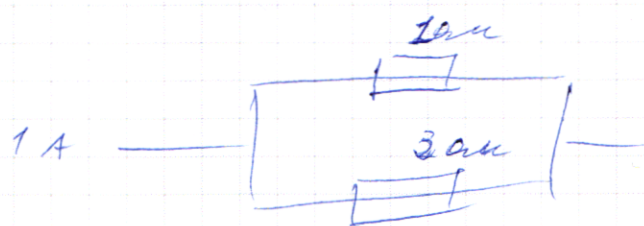
$$\mathcal{U} = IR$$

$$\frac{\mathcal{U}}{R} \quad \frac{E}{4R}$$

$$I = \frac{E}{5R} - \frac{5E}{5R} = -\frac{4E}{5R}$$

$$\mathcal{U} = E - \frac{4}{5}E = \frac{1}{5}E$$

$$\frac{1}{1} + \frac{1}{3} = \frac{4}{3} \text{ A}$$





черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N 1



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

$$4\sqrt{60}$$

$$8\sqrt{15}$$

$$mg2l + \frac{mv^2}{2} = 2mv^2$$

$$4gl + v^2 = 4v^2$$

$$4gl = 3v^2$$

$$v = \sqrt{\frac{4}{3}gl}$$

$$v = \sqrt{240}$$

$$\begin{array}{r} 16 \\ 15 \\ \hline 80 \\ 18 \\ \hline 300 \end{array}$$

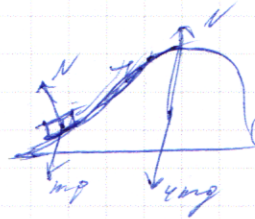
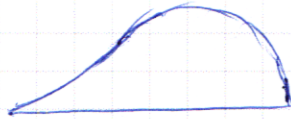
$$W = 200V$$

$$v = 200V R$$

$$v = \frac{200R}{T}$$

$$a_n = 4(200^2) R$$

N 2



$$mv_0 = v_1 m + 4m v_2$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} + \frac{4mv_2^2}{2} \quad v = \frac{1}{5}v_0$$

$$mgh = \frac{m(\frac{4}{5}v_0)^2}{2}$$

$$v_0^2 = v_1^2 + 4v_2^2$$

$$h = \frac{m 16 v_0^2}{50g}$$

$$mv_0 = v_1 m + 4m v_2$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} + \frac{4mv_2^2}{2}$$

$$v_0^2 = v_1^2 + 4v_2^2$$

$$v_0 = v_1 + 4v_2$$

$$v_0^2 = v_1^2 + 8v_1 v_2 + 16v_2^2$$

0.5 моль - T?

$$\nu R T = \nu_1 R T_1 + \nu_2 R T_2 \quad -273^\circ = 0 \text{ K}$$

$$\nu T = \frac{12.7 + 2.8 = 15.5}{0.5} = 31^\circ$$

$$12.7 + 2.73 = 15.43$$

$$7 + 2.73 = 9.73$$

$$pV = \nu R T$$

$$p = \frac{\nu R T}{V} = \nu T = 15.5 \text{ J/mol}$$

$$40 + 9.2 = 49.2$$

$$\begin{array}{r} 2.890 \\ 9.2 \\ \hline 12.090 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2.8 \\ 8.4 \\ \hline 11.2 \end{array}$$

$$\nu_1 R (T_1 - \Delta T) = \nu_2 R (T_2 + \Delta T) \quad 132 \text{ K}$$

$$\nu_1 T_1 - \nu_1 \Delta T = \nu_2 T_2 + \nu_2 \Delta T \quad \frac{400 \cdot 0.1 + 280 \cdot 0.4}{0.5} =$$

$$\frac{\nu_1 T_1 - \nu_2 T_2}{\nu_2 + \nu_1} = \Delta T \quad = (40 + 92) \cdot 2$$

$$\frac{-42}{0.5} = \Delta T$$

$$7 + 89$$

$$280$$

$$\Delta T = 84 \text{ K}$$

$$\frac{m_1 T + m_2 T}{m_1 + m_2}$$

$$400 - 84 \text{ K}$$

$$\boxed{63^\circ \text{C}}$$

$$152$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ 304 \\ -273 \\ \hline 31^\circ \end{array}$$

~~AT~~

~~WR~~ ~~JRT~~

$$\nu R T = \nu_1 R T_1 + \nu_2 R T_2$$

$$T = \frac{40 + 92}{2}$$

$$269 \text{ K}$$

$$pV = \nu R T$$

$$p = \frac{\nu R T}{V \cdot 10^{-3}}$$

$$p =$$



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

7-017

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)