

# Олимпиада «Phystech.International» по физике

Декабрь 2017 года

Класс 11

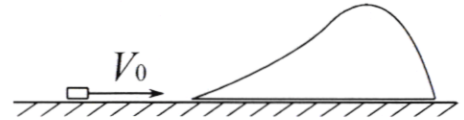
Шифр

(заполняется секретарём)

## Вариант 11-03

1. Небольшой шарик висит на легкой нити длиной 50 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 шайба массой  $m$  скользит по гладкому горизонтальному столу со скоростью  $v_0$  к неподвижной незакрепленной горке массой  $3m$  (см. рис.). Шайба въезжает на горку, движется по ней без трения и отрыва и съезжает с горки в обратном направлении.

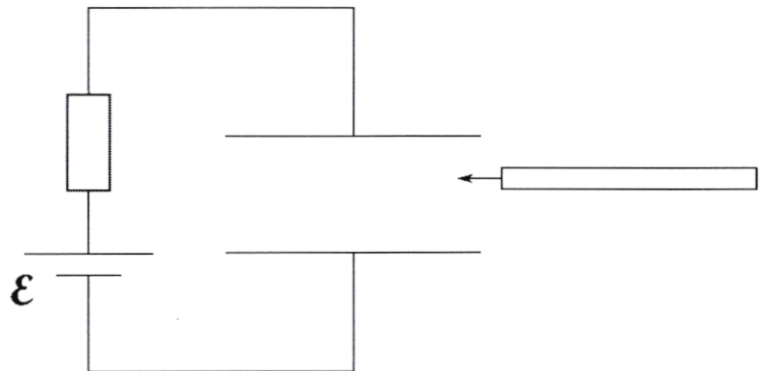


- 1) На какую максимальную высоту поднимается шайба?
- 2) С какой скоростью шайба съезжает с горки?

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  $27^\circ \text{C}$  в количестве  $\nu_1 = 0,2$  моль. Во второй части находится гелий при температуре  $7^\circ \text{C}$  в количестве  $\nu_2 = 0,3$  моль. Перегородка прорывается.

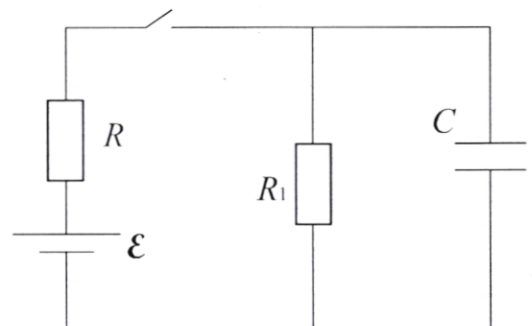
- 1) Какая температура (в градусах Цельсия) установится в сосуде после наступления термодинамического равновесия?
- 2) Найти конечное давление в сосуде.

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 4 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  $R$ ,  $R_1=3R$ . Ключ замыкают. После достижения в цепи установившегося режима ключ размыкают. Известными величинами считать  $C$ ,  $\mathcal{E}$ ,  $R$ .

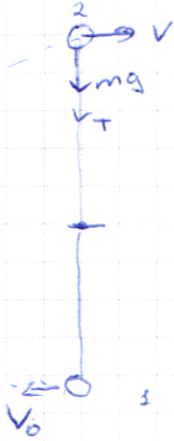


- 1) Найти ток через источник сразу после замыкания ключа.
- 2) Найти установившееся напряжение на конденсаторе при замкнутом ключе.
- 3) Какое количество теплоты выделится в цепи после размыкания ключа?



## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1



$$mg + T = ma = m \frac{v^2}{l} \quad T = 0$$

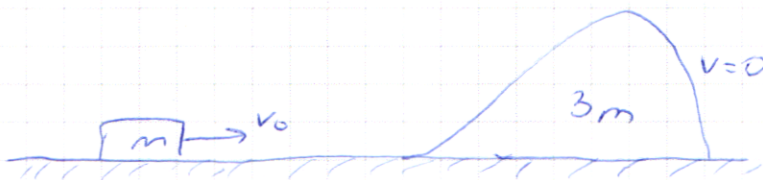
$$\frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v^2}{2} + 2 m g l$$

$$v^2 = g l$$

$$v_0^2 = v^2 + 4 g l = g l + 4 g l = 5 g l$$

$$v_0 = \sqrt{g l \cdot 5} = 5 \text{ (м/с)}$$

2



$h = h_{\max}$ , когда

$$V_m = V_{3m} = V_2$$

импульс сохр.

$$m v_0 = m V_2 + 3 m V_2 = 4 m V_2$$

$$v_0 = 4 V_2$$

сохр. энерг.

$$\frac{m v_0^2}{2} = m g h_{\max} + \frac{m V_2^2}{2} + \frac{3 m V_2^2}{2}$$

$$m g h_{\max} = \frac{m v_0^2}{2} - \frac{4 m V_2^2}{2}$$

$$h_{\max} = \frac{v_0^2 - 4 V_2^2}{2 g}$$

$$= \frac{16 V_2^2 - 4 V_2^2}{2 g} = \frac{6 V_2^2}{g} = \frac{6}{g} \frac{v_0^2}{16} = \frac{3 v_0^2}{8 g}$$

$$V_2 = \frac{V_0}{4}$$

$$\frac{m V_0^2}{2} = \frac{3m V_2^2}{2} + \frac{m V^2}{2}$$

$$V^2 = V_0^2 - 3V_2^2 = \frac{13}{16} V_0^2$$

$$V = \sqrt{\frac{13}{16}} \frac{V_0}{4}$$

$$\begin{cases} m V_0 = 3m V_1 - m V \\ \frac{m V_0^2}{2} = \frac{3m V_1^2}{2} + \frac{m V^2}{2} \end{cases}$$

$$\begin{cases} V_0 = 3V_1 - V \\ V_0^2 = 3V_1^2 + V^2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 3V_1 = V_0 + V \\ 3V_1^2 = (V_0 - V)(V_0 + V) \end{cases}$$

$$V_0 - V = V_1$$

$$3V_0 - 3V = V_0 + V$$

$$2V_0 = 4V$$

$$V = \frac{V_0}{2}$$



## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3

$v_1$	$v_2$
$\nu_1$	$\nu_2$
$T_1$	$T_2$

$\nu = (\nu_1 + \nu_2)$
$T$

$$v_1 + v_2 = v$$

$$\nu_1 = 0,2 \quad T_1 = 300$$

$$\nu_2 = 0,3 \quad T_2 = 280$$

$$\nu_1 T_1 + \nu_2 T_2 = (\nu_1 + \nu_2) T$$

$$T = \frac{\nu_1 T_1 + \nu_2 T_2}{\nu_1 + \nu_2} = \frac{0,2 \cdot 300 + 0,3 \cdot 280}{0,5}$$

$$= 288$$

$$t = 15^\circ \text{C}$$

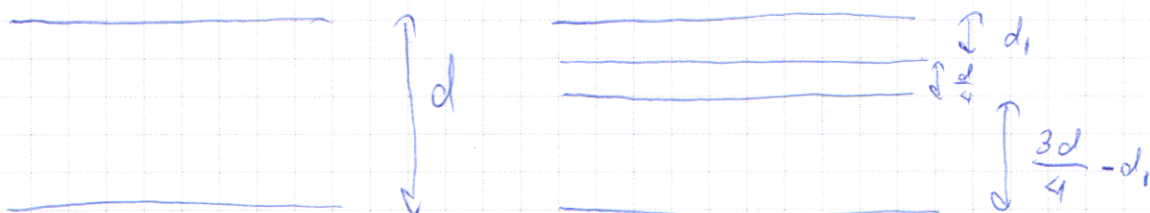
$$\nu = \nu_1 + \nu_2$$

$$pV = \nu RT$$

$$p = \frac{(\nu_1 + \nu_2) R \cdot T}{V} = \frac{0,5 \cdot 8,31 \cdot 288}{8,31 \cdot 10^{-3}}$$

$$= 144000 \text{ (Па)}$$

4



$$C_0 = \frac{\epsilon_0 S}{d}$$

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$

$$C_1 = \frac{\epsilon_0 S}{d_1} \quad C_2 = \frac{\epsilon_0 S}{(\frac{3d}{4} - d_1)}$$

$$\frac{1}{C} = \frac{d_1}{\epsilon_0 S} + \frac{(\frac{3d}{4} - d_1)}{\epsilon_0 S} = \frac{3d}{4 \epsilon_0 S}$$

$$C = \frac{4 \epsilon_0 S}{3d}$$

$$C_0 = \frac{\epsilon_0 S}{d}$$

$$C = \frac{4}{3} C_0$$

$$\Delta q = U \Delta C = U \frac{1}{3} C_0 = \frac{\epsilon C_0}{3}$$

$$\Delta Q_R = I^2 R \Delta t = U_R \Delta q_R$$

$$\Delta U = \Delta \left( \frac{q_C}{C} \right)$$

$$U_R + U = \epsilon$$

$$A = \epsilon \Delta q$$

$$\epsilon \Delta q = U_R \Delta q_R + \frac{1}{2} \Delta (q_C U)$$

$$\Delta q = \Delta q_R + \Delta q_C$$

$$\Delta q_C = \frac{\epsilon \Delta q - \frac{1}{2} \Delta (q_C U)}{\epsilon - U}$$

5

5.

а. установив. напряж.

$$dq = 0 \quad \frac{I}{C} = \frac{dq}{dt} = 0$$

$$U_C = U_{R_1}$$

$$I = \frac{\epsilon}{R + R_1} = \frac{\epsilon}{4R} \quad U_C = \frac{\epsilon R_1}{R + R_1} = \frac{3R\epsilon}{R + 3R} = \frac{3\epsilon}{4}$$

$$Q = \frac{3\epsilon C}{4}$$

$$Q = \frac{CU^2}{2} = \frac{9\epsilon^2 C}{16 \cdot 2} = \frac{9\epsilon^2 C}{32}$$





$$I = \frac{e}{4R}$$

$$\frac{CU^2}{2}$$

$$U = \frac{q}{C}$$

$$E - IR$$

$$E - IR = U$$

$$I \cdot R_1 = \frac{q}{C}$$

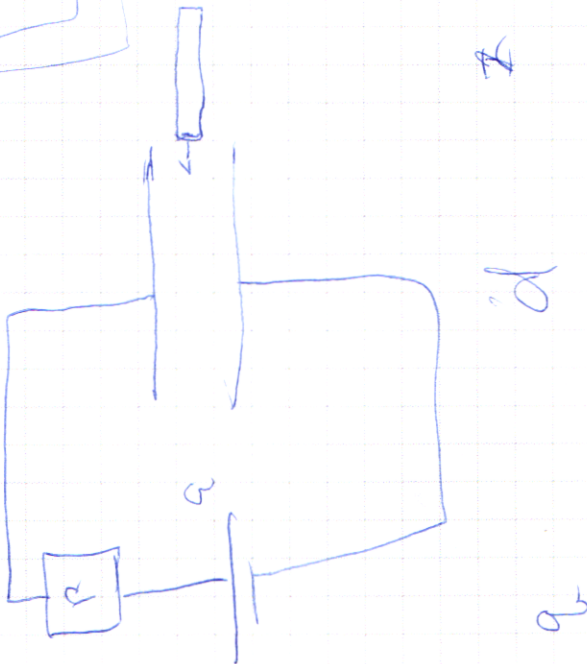
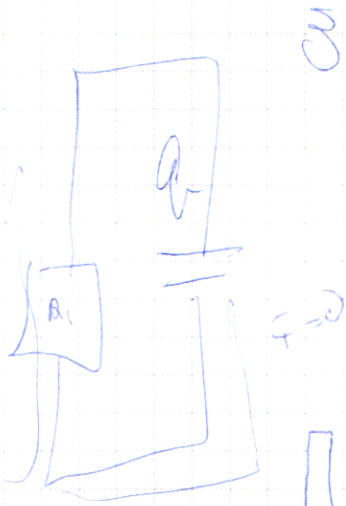
$$Q = IR$$

$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

$$\frac{\Delta U}{C} = 0$$

$$U_c =$$

$$mV = 3mV - mV$$



$$U_{sq} U$$

$$\frac{2}{5} \frac{2}{200}$$





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)