

# Олимпиада «Phystech.International» по физике

Декабрь 2017 года

Класс 11

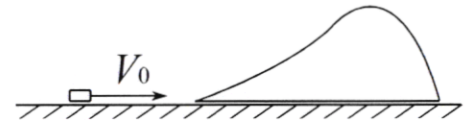
Шифр

(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.

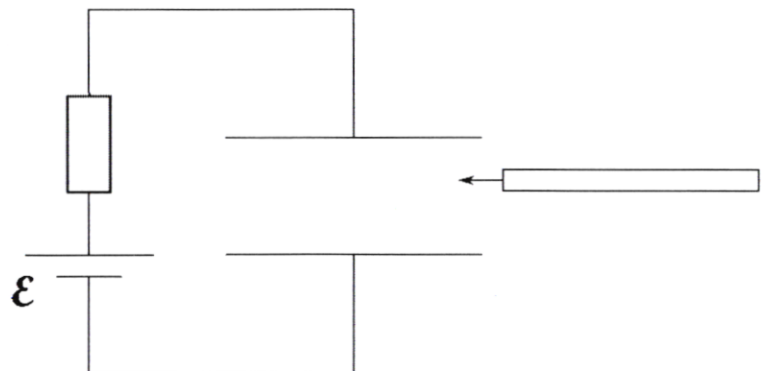


- 1) На какую максимальную высоту поднимается монета?
- 2) С какой скоростью монета съезжает с горки?

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.

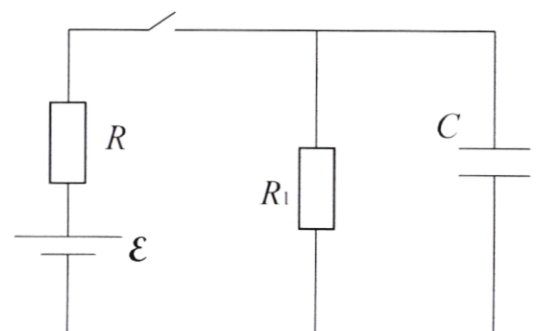
- 1) Какая температура (в градусах Цельсия) установится в сосуде после наступления термодинамического равновесия?
- 2) Найти конечное давление в сосуде.

4. Плоский воздушный конденсатор емкостью  $C_0$  подсоединен через резистор к источнику с ЭДС  $\varepsilon$  (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  $C$ ,  $\varepsilon$ ,  $R$ .

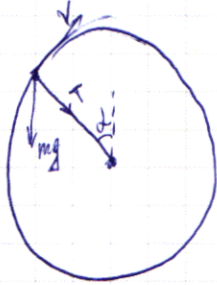


- 1) Найти ток через источник сразу после замыкания ключа.
- 2) Найти установившееся напряжение на конденсаторе при замкнутом ключе.
- 3) Какое количество теплоты выделится в цепи после размыкания ключа?



## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1.



$$T + mg \cos \alpha = \frac{mv^2}{R} = \frac{2}{R} \left( \frac{mv_0^2}{2} - mgR(1 + \cos \alpha) \right) = \frac{mv_0^2}{R} - 2mg(1 + \cos \alpha)$$

$$T = \frac{mv_0^2}{R} - mg(2 + 3 \cos \alpha) \geq 0$$

$$T_{\min} = \frac{mv_0^2}{R} - 5mg = 0$$

$$v_0 = \sqrt{5gR}$$

2.1

$$v_{\text{цм}} = \frac{v_0}{5}$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{5m v_{\text{цм}}^2}{2} + mgh = \frac{5m v_0^2}{2 \cdot 25} + mgh = \frac{mv_0^2}{10} + mgh$$

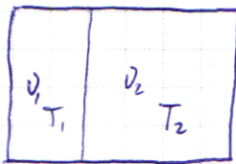
$$gh = \frac{4v_0^2}{10} \quad h = \frac{2v_0^2}{5g}$$

2.2

в системе центра масс монета приходит со скоростью  $v_0 - v_{\text{цм}}$  и уходит с той же скоростью

$$V = v_{\text{цм}} - (v_0 - v_{\text{цм}}) = 2v_{\text{цм}} - v_0 = \frac{2}{5}v_0 - v_0 = -\frac{3}{5}v_0 \quad (-) \text{ означает в обратном направлении}$$

3.1



$$\begin{cases} U_1 = \frac{3}{2} v_1 T_1 R \\ U_2 = \frac{3}{2} v_2 T_2 R \end{cases}$$

$$U = U_1 + U_2 = \frac{3}{2} (v_1 + v_2) T_K R$$

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

$$T_K = \frac{v_1 T_1 + v_2 T_2}{v_1 + v_2} = 304 \text{ K} = 31^\circ \text{C}$$

3.2

$$PV = (v_1 + v_2) RT_K$$

~~$$p = \frac{(v_1 + v_2) T_K R}{V} = 1.52 \cdot 10^5 \text{ Па}$$~~

$$p = \frac{(v_1 + v_2) RT_K}{V} = 1.52 \cdot 10^5 \text{ Па}$$



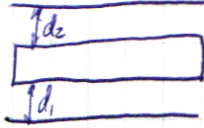
черновик     чистовик  
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №\_\_  
(Нумеровать только чистовики)



## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

4.1



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

~~$$C = \frac{1}{\frac{d}{3\epsilon_0 S} + \frac{d}{3\epsilon_0 S}} = \frac{3\epsilon_0 S}{2d} = \frac{3}{2}C_0$$~~

$$C = \frac{1}{\frac{d_1}{\epsilon S} + \frac{d_2}{\epsilon S}} = \frac{\epsilon S}{d_1 + d_2} = \frac{3\epsilon_0 S}{2d} = \frac{3}{2}C_0$$

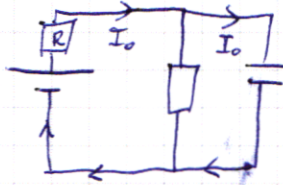
4.2

$$q_0 = \epsilon C_0$$

$$q = \epsilon C = \frac{3}{2} \epsilon C_0$$

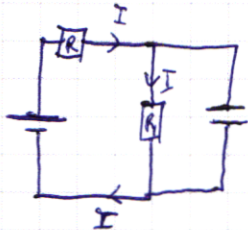
$$\Delta q = q - q_0 = \frac{\epsilon C_0}{2}$$

5.1



$$I_0 = \frac{\mathcal{E}}{R}$$

5.2



$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_1 + R} = \frac{\mathcal{E}}{5R}$$

$$U = IR = \frac{4}{5}\mathcal{E}$$

5.3

$$Q = \frac{CU^2}{2} = \frac{C}{2} \cdot \frac{16}{5} \mathcal{E}^2 = \frac{8}{5} C \mathcal{E}^2$$



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)





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)



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)