

# Олимпиада «Phystech.International» по физике

Декабрь 2017 года

Класс 11

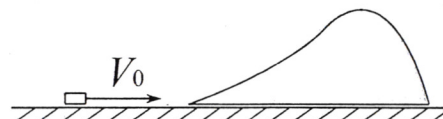
Шифр 1002

(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.

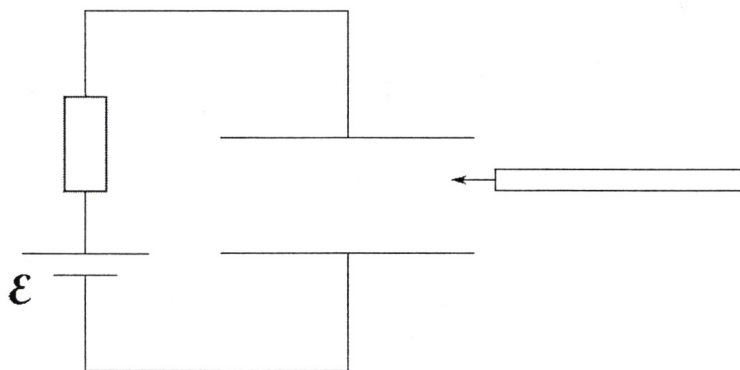


- 1) На какую максимальную высоту поднимается шайба?
- 2) С какой скоростью шайба съезжает с горки?

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.

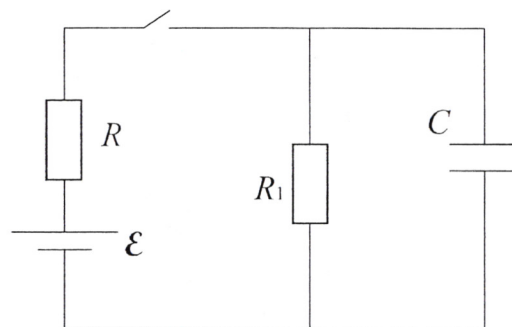
- 1) Какая температура (в градусах Цельсия) установится в сосуде после наступления термодинамического равновесия?
- 2) Найти конечное давление в сосуде.

4. Плоский воздушный конденсатор емкостью  $C_0$  подсоединен через резистор к источнику с ЭДС  $\varepsilon$  (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 4 раза меньше расстояния между обкладками.



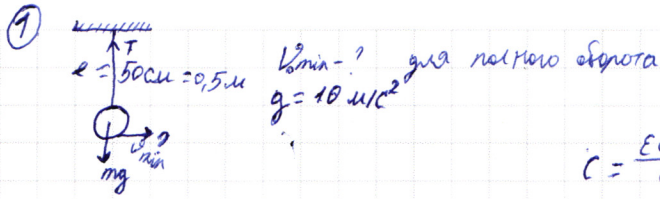
- 1) Найти емкость конденсатора с пластиной.
- 2) Какой заряд пройдет через резистор после начала введения пластины?

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  $C$ ,  $\varepsilon$ ,  $R$ .



- 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



$$\frac{mv_0^2}{2} = mg \cdot 2l + \frac{mv_0^2}{2} \quad \text{①}$$

$$T_{\text{в нижней точке}} = mg + T$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = mg$$

$$v_0^2 = gl \quad \text{②}$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = 2mgl + \frac{mgl}{2}$$

$$v_0^2 = 2gl + gl = 3gl$$

$$v_0 = \sqrt{3gl}$$

$$v_0 = \sqrt{3 \cdot 10 \cdot 0,5} = 3,87 \text{ м/с}$$

Ответ: 3,87 м/с

$$PV = \nu RT \quad \text{урав. сост.} \quad R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{моль}}$$

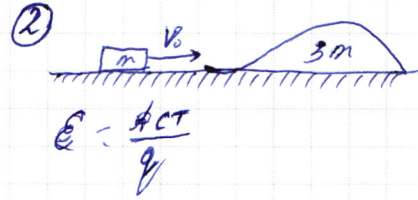
$$P = \nu RT \quad T_1 = 27^\circ \text{C}, \quad T_2 = 7^\circ \text{C} \quad \nu_1 = 0,2 \text{ моль}, \quad \nu_2 = 0,3 \text{ моль}$$

$$P_1 \nu_1 = 0,2 \cdot 8,31 \cdot 300 = 498,6$$

$$P_2 \nu_2 = 0,3 \cdot 8,31 \cdot 280 = 698,04$$

$$(P_1 + P_2) \cdot 8,31 \cdot 10^{-3} = 1196,64$$

$$(P_1 + P_2) = 0,144 \text{ Па} \quad \Delta U = \frac{1}{2} \nu R (T_2 - T_1)$$



$$C = \frac{\epsilon C_0 S}{d}$$

$$Q = \frac{Q_{ст}}{q}$$

$$U = U_1 + U_2$$

$$U_1 = \frac{1}{2} \nu_1 R T_1$$

$$U_2 = \frac{1}{2} \nu_2 R T_2$$

$$\frac{1}{2} \nu_1 R T_1 + \frac{1}{2} \nu_2 R T_2 = \frac{1}{2} \nu R T$$

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

$$\frac{\nu_1 M_2 T_1 + \nu_2 M_1 T_2}{M_1 M_2} = \frac{\nu (M_1 + M_2)}{M_1 M_2}$$

$$T = \frac{(\nu_2 T_1 + \nu_1 T_2)}{\nu_1 + \nu_2}$$

$$\frac{4 \cdot 300 + 4 \cdot 280}{8}$$

$$\frac{4(300 + 280)}{8}$$

$$= \frac{300 + 280}{2} = 290 \text{ К}$$

17°






черновик     чистовик  
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №\_\_  
(Нумеровать только чистовики)

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1. 

$$\frac{mv_0^2}{2} = mg \cdot 2l + \frac{mv^2}{2}$$
$$m a_y = mg + T$$

В верхней точке  $T = 0$

$$\frac{mv^2}{l} = mg$$
$$v^2 = gl$$
$$\frac{mv_0^2}{2} = 2mgl + \frac{mgl}{2}$$
$$v_0^2 = 4gl + gl = 5gl$$
$$v_0 = \sqrt{5gl}$$
$$v_0 = \sqrt{5 \cdot 10 \cdot 0,5} = 5 \text{ м/с}$$

Ответ: 5 м/с

3. 2)  $PV = \nu RT$

$$P_1 V_1 = 0,2 \cdot 8,31 \cdot (27 + 273) = 498,6$$

$$P_2 V_2 = 0,3 \cdot 8,31 \cdot (7 + 273) = 698,04$$

$$P_0 = P_1 + P_2$$

$$(P_1 + P_2) \cdot 8,31 \cdot 10^{-3} = 498,6 + 698,04$$

$$P_0 \cdot 8,31 \cdot 10^{-3} = 1196,64$$

$$P_0 = 0,144 \text{ Па}$$

Ответ: 0,144 Па

1)  $U = U_1 + U_2$

$$U_1 = \frac{1}{2} \nu_1 R T_1$$

$$U_2 = \frac{1}{2} \nu_2 R T_2$$



$$U = \frac{1}{2} \nu_1 R T_1 + \frac{1}{2} \nu_2 R T_2 = \frac{1}{2} \nu R T$$

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

$$\frac{\nu(M_2 T_1 + M_1 T_2)}{M_1 M_2} = \frac{\nu(M_1 + M_2)}{M_1 M_2}$$

$$T = \frac{M_2 T_1 + M_1 T_2}{M_1 + M_2} = \frac{4 \cdot 300 + 4 \cdot 280}{4 + 4} = \frac{4(300 + 280)}{8} = \frac{300 + 280}{2} = 290 \text{ K}$$

$$290 - 273 = 17^\circ \text{C}$$

Ответ:  $17^\circ \text{C}$



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

1-002

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

черновик     чистовик  
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №      
(Нумеровать только чистовики)





черновик     чистовик  
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №\_\_  
(Нумеровать только чистовики)