

# Олимпиада «Phystech.International» по физике

Декабрь 2017 года

Класс 11

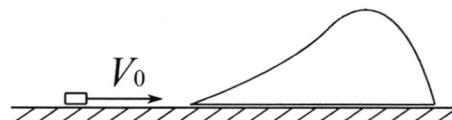
Шифр 12-006.

(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.

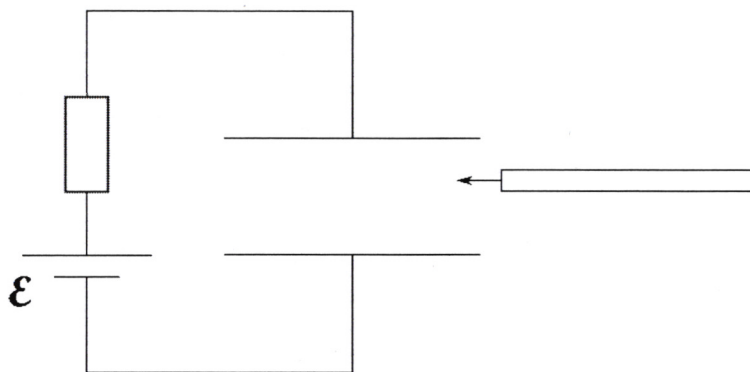


- 1) На какую максимальную высоту поднимается шайба?
- 2) С какой скоростью шайба съезжает с горки?

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.

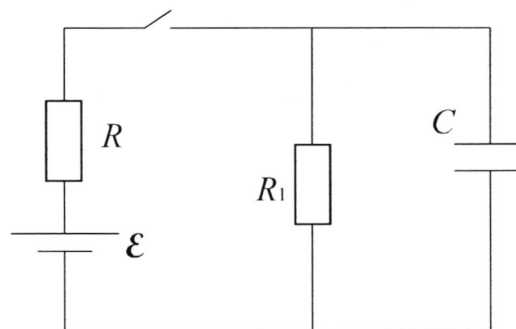
- 1) Какая температура (в градусах Цельсия) установится в сосуде после наступления термодинамического равновесия?
- 2) Найти конечное давление в сосуде.

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?

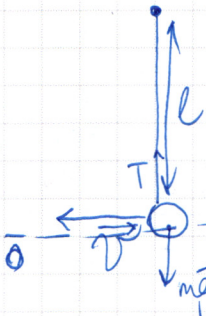
## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Дано:

$$l = 0,5 \text{ м}$$

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$v_{\text{min}} = ?$$



№ 1

Решение:

- 1) Шарик совершит полный оборот при  $v_{\text{min}}$  такое, что  $v_{\text{верх}} \geq 0$ , где  $v_{\text{верх}}$  — скорость шарика в верхней точке.

- 2) Запишем ЗСЭ для шарика:

$$\frac{mv_{\text{min}}^2}{2} = \frac{mv_{\text{верх}}^2}{2} + mgh$$

Тогда  $\frac{mv_{\text{min}}^2}{2} = mgh$ , где  $h = 2l$

$$v_{\text{min}} = 2\sqrt{gl}$$

$$v_{\text{min}} = 2\sqrt{9,5 \cdot 10} = 2\sqrt{95} \text{ (м/с)}$$

~~Ответ:  $2\sqrt{95}$ ;  $2\sqrt{95}$  м/с~~

- 3) Теперь при достижении шариком верхней точки возможны 2 случая:
- шарик упадет, если  $|F_{\text{кор}}| < |mg|$
  - шарик пролетит

Ответ:  $2\sqrt{95}$ ;  $2\sqrt{95}$  м/с

№ 2

Дано:

$$v_0$$

$$m, 3 \text{ м}$$

$$h = ?; v = ?$$

- 1) Перейдем в ~~исс~~ <sup>первое</sup> ~~состояние~~ <sup>состояние</sup>, связанную с ~~шариком~~ <sup>шариком</sup>. Там мы оба подпрыгнули на шарик, пока ~~он~~ <sup>он</sup> ~~не~~ <sup>не</sup> ~~улетит~~ <sup>улетит</sup>.



$$\frac{J_1 T_1 + J_2 T_2}{J_1 + J_2}$$

$$\frac{p \cdot V_1}{T_1} = \frac{p \cdot V}{T_c}$$

$$\frac{p \cdot V_2}{T_2} = p$$

✓

$$pV = \mu RT$$

$$\begin{array}{r} 273 \\ + 27 \\ \hline 246 \end{array}$$

$$\frac{0,2 \cdot 27 - 0,3 \cdot 7}{-0,1} =$$

= .  
0,2

$$\begin{array}{r} 280 \\ \times 13 \\ \hline 840 \end{array}$$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

скорость равна 0.

Тогда в неподвижной СО в этот момент  $V_{ш} = V_2$ .

А в момент, когда шайба спускается,  $V_{ш} = V_0 - V_2$ , где  $V_0$  — скорость, которую была у шайбы в момент подъема на вершину в СО земли.

$V_0 = V_{ш} + V_2$ , тогда  $V = V_0 - 2V_2$ .

2) Запишем 3СЭ механическое раз две стороны из сохранения:

$$\begin{cases} \frac{mV_0^2}{2} = \frac{3mV_2^2}{2} + \frac{mV_0^2}{2} \\ \frac{mV_0^2}{2} = \frac{3mV_2^2}{2} + \frac{mV_2^2}{2} + mgh \\ \frac{mV_0^2}{2} = \frac{3mV_2^2}{2} + \frac{m(V_0 - 2V_2)^2}{2} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} mV_0^2 = 3mV_2^2 + m(V_0 + 2V_2)^2 \\ mV_0^2 = 3mV_2^2 + mV_2^2 + mgh \\ mV_0^2 = 3mV_2^2 + mV^2 \end{cases}$$

3)  ~~$V_0 = V_2 + gh - V_2$~~

~~$0 = (V_0 + 2V_2)^2 - V_0^2$~~

~~$0 = (V_0 + 2V_2)^2 - V_0^2 = V_0^2 - V_0^2 + 4V_0V_2 + 4V_2^2$~~

~~$\Leftrightarrow 4V_0V_2 + 4V_2^2 = 0$~~

$\Leftrightarrow \begin{cases} V_2 = V_0 \\ V_2 = 0 \end{cases}$

примем  $V_2 > 0$ , т.к. шарик и сам шарик.

4)  ~~$V_0^2 = 3V_2^2 + (V_0 + 2V_2)^2$~~   $V_0^2 = 3V_2^2 + 3V_0^2 + 8V_0V_2 + 4V_2^2$

~~$V_0^2 = 3 + 8V_0V_2 + 4V_2^2$~~   $V_0 = \frac{1}{2\sqrt{3}} V_0$

5)  $V_0^2 + \frac{V_0^2}{3} = gh \Rightarrow h = \frac{2}{3g} V_0^2$



Ответ:  $v = \frac{1}{2\sqrt{3}} v_0$  ;  $h = \frac{2v_0^2}{3g\sqrt{3}}$

Дано:

$V = 8,31 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$

$T_1 = 27 + 273 \text{ К}$

$T_2 = 7 + 273 \text{ К}$

$\nu_1 = 0,2 \text{ моль}$

$\nu_2 = 0,3 \text{ моль}$

$T_c = ?$

$P_k = ?$

Решение:

~~1)  $p_1 = p_2$~~  Процесс - адиабата.

Такая carga проявляется непрерывно, между узлами  
передаётся тепло

$\Delta Q_1 = \Delta Q_2 \Leftrightarrow \dots \Leftrightarrow$

$\Leftrightarrow \nu_1(T_1 - T_c) = \nu_2(T_c - T_2)$

$\nu_1 T_1 - \nu_2 T_2 = (\nu_1 - \nu_2) T_c \Rightarrow T_c = \frac{\nu_1 T_1 - \nu_2 T_2}{\nu_1 - \nu_2} \neq$

~~$T_c = \frac{0,2 \cdot 300 - 0,3 \cdot 280}{0,2 - 0,3} = 3 \cdot 280 - 2 \cdot 300 = 240 \text{ (К)} = -33(^\circ)$~~

$T_c = \frac{0,2 \cdot 300 - 0,3 \cdot 280}{-0,1} = 3 \cdot 280 - 2 \cdot 300 = 240 \text{ (К)} = -33(^\circ)$

2)  $P_k = \frac{(\nu_1 + \nu_2) \cdot R \cdot T}{\nu_1 - \nu_2} = 0,5 T = 120 \text{ (Вт)}$

Ответ:  $\frac{\nu_1 T_1 - \nu_2 T_2}{\nu_1 - \nu_2}$  ;  $\frac{(\nu_1 + \nu_2) R T}{\nu_1 - \nu_2}$  ;  $-33^\circ$  ;  $120 \text{ Вт}$

Дано:

$C, \epsilon, R$

$R_1 = 3R$

$I = ?$

$U = ?$

$Q = ?$

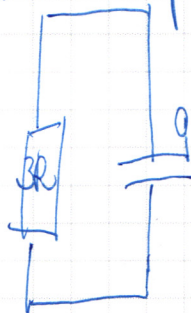
Решение:

1) Сразу после замыкания ключа:

$V = \frac{\epsilon}{4R}$

$I = \frac{V}{R} = \frac{\epsilon}{4R}$

2) После размыкания ключа:



$Q = I^2 R = q^2 R_1 = 3Rq^2$  где  $q$  - заряд конденсатора

3) Равновесие установится, когда конденсатор зарядится

$I = \frac{CU^2}{k \cdot 2}$



12-006

ШИФР

(заполняется секретарём)

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Grid area for writing the answer.

$$\frac{90}{0.5} = 180$$

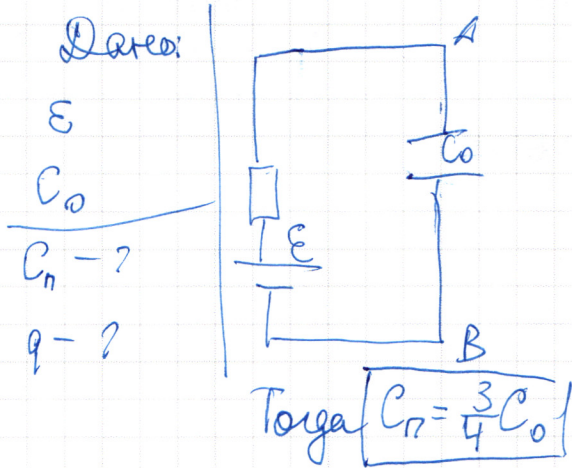
$$\frac{v^2}{R}$$

$$\frac{\frac{m^2}{c^2 m}}{m}$$

$$a = \frac{M}{C^2}$$



ш 4



После введения пластин  $\Leftrightarrow$

$A \xrightarrow{d} C_n \xrightarrow{3d} C_0 \rightarrow B$ , причем

$\frac{C_0'}{C_0} = \frac{3d}{4d} \Rightarrow C_0' = \frac{3}{4} C_0$ , а  $C_n' = 0$



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

12-006

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)»

12 - 006

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)