

Олимпиада «Phystech.International» по физике

Декабрь 2017 года

Класс 11

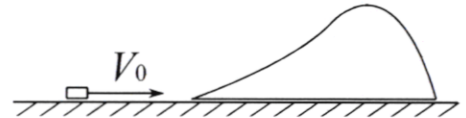
Шифр 06-008

(заполняется секретарём)

Вариант 11-03

1. Небольшой шарик висит на легкой нити длиной 50 см. Какую минимальную горизонтальную скорость надо сообщить шарика, 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.

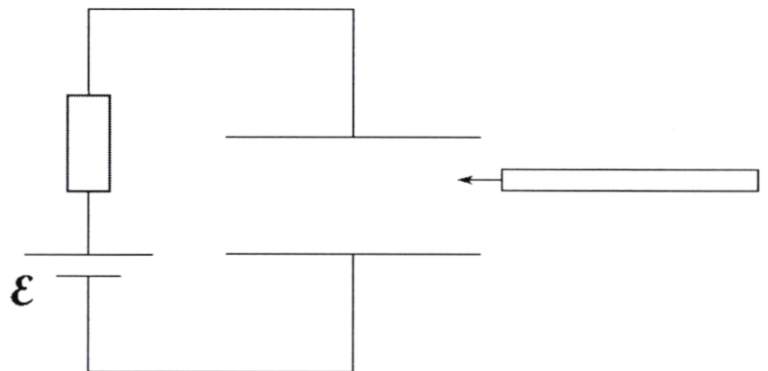


- 1) На какую максимальную высоту поднимается шайба?
- 2) С какой скоростью шайба съезжает с горки?

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°C в количестве $\nu_1 = 0,2$ моль. Во второй части находится гелий при температуре 7°C в количестве $\nu_2 = 0,3$ моль. Перегородка прорывается.

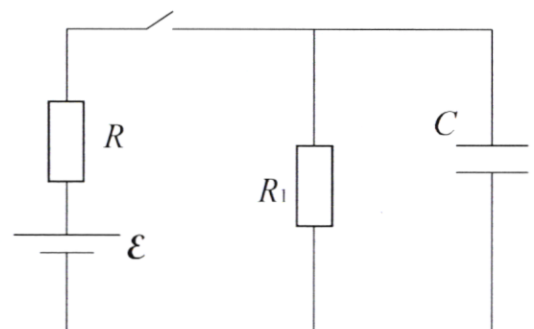
- 1) Какая температура (в градусах Цельсия) установится в сосуде после наступления термодинамического равновесия?
- 2) Найти конечное давление в сосуде.

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

№ 3 Дано:

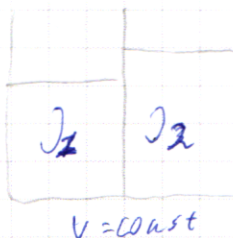
$$V = \text{const} = 8,31 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$T_1 = 27^\circ \text{C} \quad T_2 = 7^\circ \text{C}$$

$$\nu_1 = 0,2 \text{ моль} \quad \nu_2 = 0,3 \text{ моль}$$

$$T_{\text{кон}} = ?$$

$$P_{\text{кон}} = ?$$



$$\frac{PV}{T} = \nu RT$$

$$P_1 = \frac{\nu_1 R T_1}{V} = \frac{0,2 \text{ моль} \cdot 8,31 \cdot 300^2 \text{ К}}{8,31 \cdot 10^{-3}} = 18 \text{ МПа}$$

$$P_2 = \frac{\nu_2 R T_2}{V} = \frac{0,3 \text{ моль} \cdot 8,31 \cdot 280^2 \text{ К}}{8,31 \cdot 10^{-3}} = 23520 \text{ МПа}$$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} + \frac{P_2 V_2}{T_2} = \frac{P_K V_K}{T_K}$$

$$\frac{P_1}{T_1} + \frac{P_2}{T_2} = \frac{P_K}{T_K}$$

$$\frac{18 \cdot 10^6}{300 \text{ К}} + \frac{23520 \cdot 10^6}{280 \text{ К}} = \frac{P_K}{T_K}$$

$$\frac{P_K}{T_K} = (60 + 83) \cdot 10^3 \frac{\text{Па}}{\text{К}} = 143 \cdot 10^3 \frac{\text{Па}}{\text{К}}$$

$$\frac{P_K V}{T_K} = \nu_K R T_K$$

$$143 \cdot 10^3 V = \nu_K \cdot R \cdot T_K$$

$$T_K = \frac{143 \cdot 10^3 V}{\nu_K \cdot R} = \frac{143 \cdot 10^3 \cdot 8,31 \cdot 10^{-3}}{0,5 \text{ моль} \cdot 8,31}$$

$$= 286 \text{ К}$$

$$\frac{p_k}{T_k} = 143 \cdot 10^3$$

$$p_k = T_k \cdot 143 \cdot 10^3 = 286 \text{ К} \cdot 143 \cdot 10^3 \frac{\text{Па}}{\text{К}} =$$

$$= 40898 \text{ Па}$$

$$T_k = 286 - 273 = 13^\circ \text{C}$$

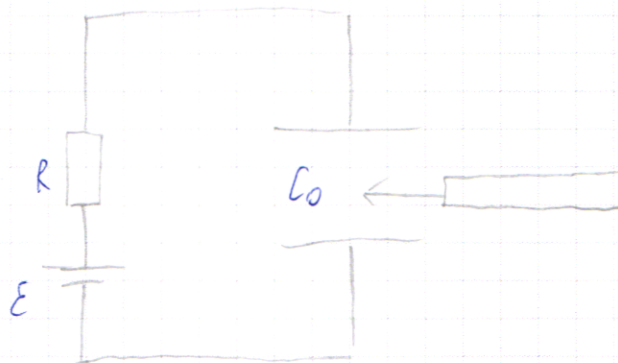
Ответ: 286 К; 40898 Па; 13°C.

№ 4.

Дано:

C_0, ϵ

$$\frac{h_{\text{max}}}{s} = \frac{1}{4}$$



$$C = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d} = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{\frac{d}{4}} = 4 \epsilon \epsilon_0;$$

$$q = CU = C\epsilon = 4\epsilon^2 \epsilon_0;$$

Ответ: $4\epsilon\epsilon_0$; $4\epsilon^2\epsilon_0$.

№ 2.

Дано:

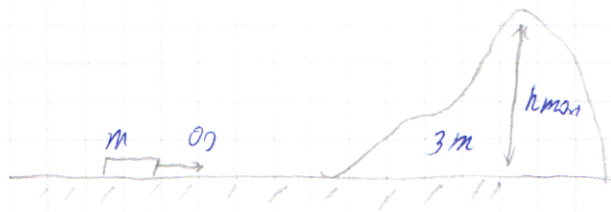
$m, 3m$

g_0

Найти:

h_{max}

$g_k = ?$



$$3Cu: \quad m g_0 = (m + 3m) g = (3m - m) g_k$$

$$m g_0 = 2m g_k$$

$$g_k = \frac{g_0}{2};$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

ЗСД: $E_k = E_n$

$$\frac{m v_0^2}{2} = 4mg h$$

$$v_0^2 = 8g h$$

$$h = \frac{v_0^2}{8g};$$

Ответ: $h = \frac{v_0^2}{8g}; \quad v_a = \frac{v_0}{2}$

N 5.

Дано:

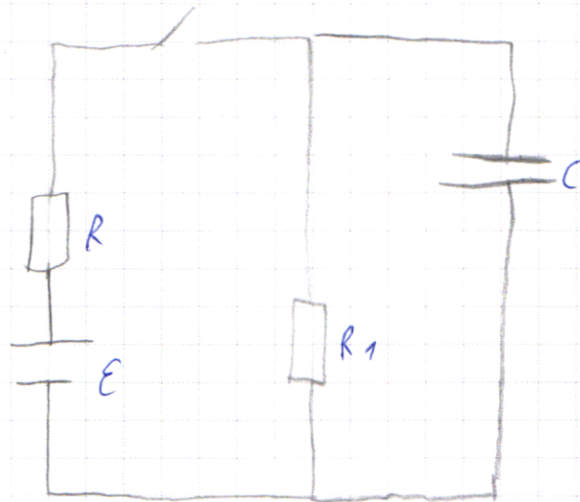
$$r = R$$

$$R_1 = 3R$$

C, E

Найти:

$I, U(C), Q$



$$I = \frac{E}{r + R_1} = \frac{E}{4R};$$

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

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

Ответ: $I = \frac{E}{4R};$

№ 1.
Заказ:

черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

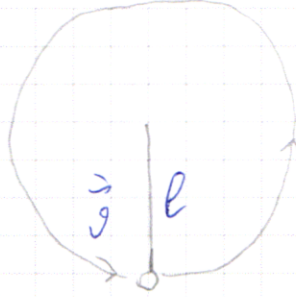
Страница № 4
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 1,

Дано:

$$v = 0,5 \text{ м}$$

 $I_{\text{min}} = ?$  $\omega = 2\pi$ - угловая скорость

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow T = t_0, \text{ т.к. } N=1, \text{ то } t = t_0$$

$$x = A \sin \omega t$$

$$v = x' = A\omega \cos \omega t = A\omega \cos 2\pi = A\omega = \frac{1}{2} \cdot 2\pi = \pi$$

Ответ: $\pi \text{ м/с}^2$.



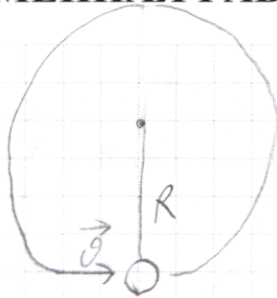
черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Дано:

$$v = 0,5 \text{ м}$$



$N = 25$ - целый оборот

$$v = v_0 t + \frac{gt^2}{2}$$

$$g = \frac{v}{t}; \quad v = v_0 t + \frac{gt}{2}$$

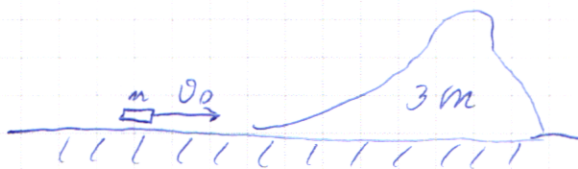
$$v = \frac{2v_0 t + gt}{2}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow T = 1 \text{ с} \Rightarrow t = 1 \text{ с}$$

$$x = A \sin(\omega t - \varphi)$$

$$v = x' = A\omega \cos \omega t = A\omega = \pi \text{ м/с}^2$$

N2.



$$m v_0 = (m + 3m) v$$

$$h = \frac{gt^2}{2} + v_0 t$$

$$3 \text{ с.к.}; \quad m v_0 = (m + 3m) v$$

$$v = \frac{m v_0}{4m} = \frac{v_0}{4}$$

$$h = \sqrt{2gt^2} = \sqrt{2} v_0$$

$$t = \frac{2v_0}{g}$$

$$(m + 3m) v = (3m - m) v_2$$

$$4m v = 2m v_2$$

$$2v = v_2$$

$$v_2 = \frac{v_0}{2}$$

N3.

$$V = 8,31 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$t_1 = 27^\circ \text{C}$$

$$\nu_1 = 0,2 \text{ моль}$$

$$t_2 = 7^\circ \text{C}$$

$$\nu_2 = 0,3 \text{ моль}$$

$$\frac{pV}{T} = \nu RT$$

$$p = \frac{\nu RT^2}{V} = \frac{0,2 \text{ моль} \cdot 8,31 \cdot 300 \text{ К}^2}{8,31 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3} =$$

$$p_2 = \frac{\nu RT^2}{V} = \frac{0,3 \text{ моль} \cdot 8,31 \cdot 280 \text{ К}^2}{8,31 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3} =$$

$$= 2,3 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

$$\frac{p_1 V}{T_1} + \frac{p_2 V}{T_2} = \frac{p_3 V}{T_3}$$

$$V \left(\frac{p_1}{T_1} + \frac{p_2}{T_2} \right) = \frac{p_3}{T_3} \cdot V$$

$$\frac{p_1}{T_1} + \frac{p_2}{T_2} = \frac{p_3}{T_3}$$

$$\frac{200}{300} + \frac{300}{280} = \frac{p_3}{T_3}$$

$$200 + 300 = \frac{p_3}{T_3}$$

$$\frac{p_3}{T_3} = 500 \quad (60 + 83) \cdot 10^3 = 143 \cdot 10^3$$

$$\frac{p_3}{T_3} \cdot V = \nu RT_3$$

$$500 V = \nu R T_3$$

$$T_3 = \frac{500 V}{\nu R} = \frac{500 \cdot 8,31 \cdot 10^{-3}}{0,5 \cdot 8,31} = 4^\circ \text{C} = 276 \text{ К}$$

$$p_3 = 500 \cdot T_3 = 136500 = 136,5 \text{ кПа}$$

$$p_1 = 143 \cdot 286 \cdot 10^3 = 40898 \text{ Па}$$

$$\begin{array}{r} \times 300 \\ 300 \\ \hline 90000 \\ \times 9000 \\ \hline 1800000 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 280 \\ \times 280 \\ \hline 22400 \\ \times 56 \\ \hline 78400 \\ \times 3 \\ \hline 2352000 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 280 \\ 2520 \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{r} \times 280 \\ 2240 \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{r} \times 280 \\ 1120 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 143 \\ \times 286 \\ \hline 858 \\ \times 286 \\ \hline 40898 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 23520000 \mid 280 \\ 2240 \\ \hline 1120 \\ - 1120 \\ \hline 000 \end{array}$$

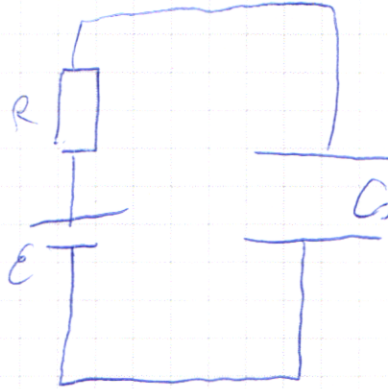
$$\begin{array}{r} 18000000 \\ \times 300 \\ \hline 54000000 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1430 \mid 5 \\ 12 \\ \hline 93 \\ - 90 \\ \hline 30 \end{array}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N 4.

$$\frac{h}{\sqrt{S}} = 4$$

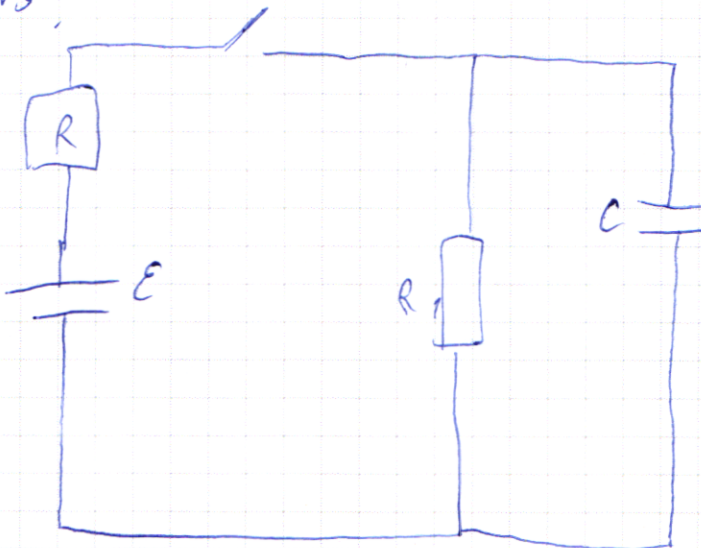


$$C = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d} = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{4S} = \frac{\epsilon \epsilon_0}{4}$$

$$E = \frac{q}{C} \quad Q = CE^2 \quad q = \frac{E^2 \epsilon_0}{4}$$

$$Q = EC = \frac{E^2 \epsilon_0}{4}$$

N 5.



$$R_1 = 3R$$

$$C = R$$

$$I = \frac{E}{R+R_1} = \frac{E}{4R}$$

$$q = C U$$

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

$$I = 250 \sqrt{LC}$$

$$LC = \frac{I^2}{400}$$

$$L = \frac{I^2}{400} = \frac{E^2}{16R^2 \cdot 400}$$



черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)