

# Олимпиада «Phystech.International» по физике

Декабрь 2017 года

Класс 11

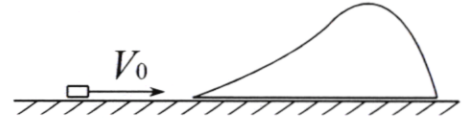
Шифр 7-003

(заполняется секретарём)

## Вариант 11-04

1. Небольшой шарик висит на легкой нити длиной 18 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 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.

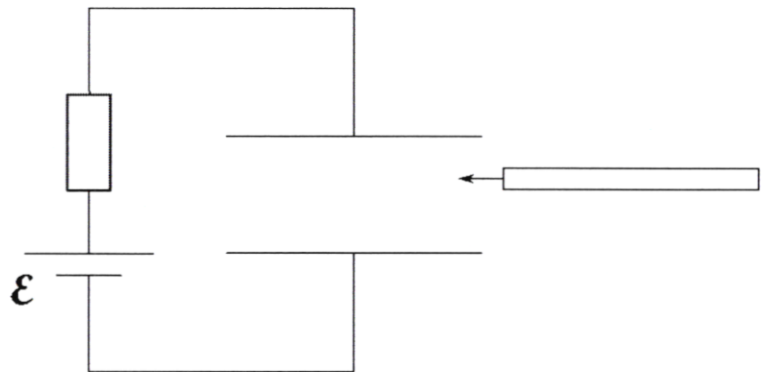


- 1) На какую максимальную высоту поднимается монета?
- 2) С какой скоростью монета съезжает с горки?

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.

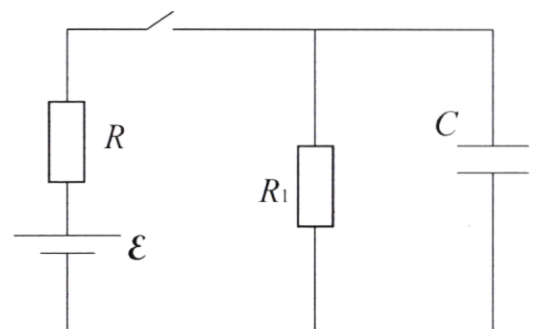
- 1) Какая температура (в градусах Цельсия) установится в сосуде после наступления термодинамического равновесия?
- 2) Найти конечное давление в сосуде.

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



- 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

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{V_1}{V} = \frac{T_1}{T} \\ \frac{V_2}{V} = \frac{T_2}{T} \end{array} \right. \quad \frac{V_1 + V_2}{V} = \frac{T_1 + T_2}{T}$$

$$\frac{V_1 + V_2}{V} = \frac{T_1}{T} \quad \frac{V_2}{V} = \frac{T_2}{T}$$

$$T - T_2 = T_1$$

$$T = T_1 + T_2$$

$$400 + 280 = 680 - 273 = 407^\circ\text{C}$$

1 пункт

$$\left( \frac{V_1 R T_1}{V_1} + \frac{V_2 R T_2}{V_2} \right) \cdot V = (V_1 + V_2) R (T_1 + T_2)$$

$$\frac{V_1 T_1 V_2 + V_2 T_2 V_1}{V_1 V_2} \cdot V = (V_1 + V_2) R (T_1 + T_2)$$

$$V_1 + V_2 = \frac{(V_1 + V_2) R (T_1 + T_2)}{10^{-3}} = \frac{0,5 \cdot 680}{10^{-3}} = \frac{340}{10^{-3}} = 3,4 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

$$pV = (V_1 + V_2) RT$$

$$p = \frac{(V_1 + V_2) RT}{V} = \frac{(V_1 + V_2) R}{V} \cdot T \quad \text{2 пункт}$$

1 пункт ???

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

$$V_1 + V_2 = V$$

$$T_1 = 400^\circ\text{K}$$

$$p_1 V_1 = V_1 R T_1$$

$$p_1' V_1 = V_1 R T$$

$$T_2 = 280^\circ\text{K}$$

$$p_2 V_2 = V_2 R T_2$$

$$p_2' V_2 = V_2 R T$$

$$V_1 = 0,1 \text{ моль}$$

$$p_1 V_1 = V_1 R T_1$$

$$V_2 = 0,4 \text{ моль}$$

$$p_2 V_2 =$$

$$\frac{p_1}{V_1} = \frac{p_2}{V_2}$$

$$V_1 + V_2 = V$$

$$p_1 V_1 = n_1 R T_1$$

$$p_2 V_2 = n_2 R T_2$$

$$p_1 V = n_1 R T$$

$$p_2 V = n_2 R T$$

$$\frac{V_1}{V} = \frac{T_1}{T}$$

$$\frac{V_2}{V} = \frac{T_2}{T}$$

$$V T_1 = V_1 T$$

$$V_2 T = V T_2$$

$$V T_1 = V_1 T$$

$$T = \frac{V_2 T_2}{V_1}$$

$$T = \frac{V}{V_1} T_1$$

$$T = \frac{V}{V_2} T_2$$

$$V_1 + V_2 = V$$

$$V_1 = \frac{V T_1}{T}$$

$$V_2 = \frac{V T_2}{T}$$

$$\frac{V T_1}{T} + \frac{V T_2}{T} = V$$

$$V (T_1 + T_2) = T V$$

$$V_1 V_2 T \cdot p_1 p_2$$

$$p_1' p_2'$$

$$V_1 + V_2 = V$$

$$p_1 V_1 = n_1 R T_1$$

$$p_2 V_2 = n_2 R T_2$$

$$\frac{p_1' V_1}{V_1} = \frac{p_2' V_2}{V_2}$$

$$p_1' = p_2' \frac{V_1}{V_2}$$

$$p_1' V_1 = n_1 R T$$

$$p_1' V_1 = n_1 R T$$

$$p_2' V_2 = n_2 R T$$

$$T = \frac{p_1' V_1}{n_1 R} = \frac{p_2' V_2}{n_2 R} \Rightarrow \frac{V}{n_1 R} = \frac{p_2' V_2}{n_2 R}$$

$$p_1' = \frac{n_1 R T}{V_1}$$

$$p_2' = \frac{n_2 R T}{V_2}$$

$$\frac{p_1' V_1}{T_1} = \frac{p_1' V_1}{T}$$

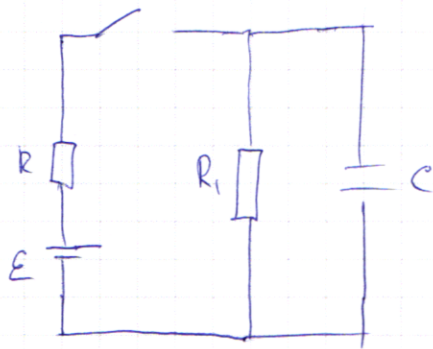
$$\frac{p_1'}{p_2'} = \frac{p_1' V_1}{T_1} \cdot \frac{T_2}{p_2' V_2}$$

$$\frac{p_2' V_2}{T_2} = \frac{p_1' V_1}{T}$$

$$V_1 + V_2 = V$$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 5



① Сила тока через источник сразу после замыкания.

$$I = \frac{\varepsilon}{R}$$

② Напряжение на конденсаторе.

$$\begin{cases} U = I \cdot R_1 & R_1 = 4R \\ I_1 = \frac{\varepsilon}{R_1 + R} \end{cases}$$

$$U = \frac{\varepsilon}{5R} \cdot 4R = \frac{4\varepsilon}{5}$$

③  $Q = ?$

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

$$Q = \frac{C}{2} \cdot \frac{16\varepsilon^2}{25} = \frac{8CE^2}{25}$$

Ответ: ①  $I = \frac{\varepsilon}{R}$     ②  $U = \frac{4\varepsilon}{5}$     ③  $Q = \frac{8CE^2}{25}$ ;

№3

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

$$T_1 = 400^\circ \text{K}$$

$$T_2 = 280^\circ \text{K}$$

$$V_1 = 0,1 \text{ моль}$$

$$V_2 = 0,4 \text{ моль}$$

② Необходимо найти установ. давление.

$$pV = (N_1 + N_2) RT$$

$$p = \frac{(N_1 + N_2) R \cdot T}{V}$$

① Установивш. температура

$$\begin{cases} V_1 + V_2 = V \\ p_1 V_1 = \nu R T_1 \quad (1) \\ p_2 V_2 = \nu R T_2 \quad (3) \end{cases} \quad \begin{cases} p_1 V = \nu R T \quad (2) \\ p_2 V = \nu R T \quad (4) \end{cases}$$

$\frac{(1)}{(2)}$  и  $\frac{(3)}{(4)}$  данные соотношения.

дают нам зависимость  $V_x$  от  $T_x$ .

$$\begin{cases} \frac{V_1}{V} = \frac{T_1}{T} \\ \frac{V_2}{V} = \frac{T_2}{T} \\ V_1 + V_2 = V \end{cases} \quad \begin{cases} V_1 = \frac{T_1}{T} V \\ V_2 = \frac{T_2}{T} V \\ V_1 + V_2 = V \end{cases} \quad \begin{cases} \frac{T_1}{T} V + \frac{T_2}{T} V = V \\ T = T_1 + T_2 \end{cases}$$

$$T = T_1 + T_2 = 400^\circ\text{K} + 280^\circ\text{K} = 680^\circ\text{K}$$

$$T = (680 - 273)^\circ\text{C} = 407^\circ\text{C}$$

②  $p = \frac{(V_1 + V_2) R T}{8}$

$$p = \frac{(0,4 \text{ моль} + 0,1 \text{ моль}) \cdot 8,31}{8,31 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3} \cdot 680^\circ\text{K} = 340 \cdot 10^3 \text{ Па} = 3,4 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

Ответ: 1)  $T = 407^\circ\text{C}$

2)  $p = 3,4 \cdot 10^5 \text{ Па}$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 1



$$\begin{cases} mg = \frac{mv^2}{l} \\ \frac{mv_0^2}{2} = m \cdot \frac{v^2}{2} + 2mgl \end{cases} \quad \left\{ \begin{array}{l} v = \sqrt{gl} \\ v_0^2 = 4gl + v^2 \end{array} \right.$$

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

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

Ответ:  $v_0 = \sqrt{5gl}$ ;  $v_0 = 3 \text{ м/с}$ ;

№ 2.

①.  $x$  -? (максимальная высота)

$$\begin{cases} \frac{mv_0^2}{2} = mgx + (4m+m) \frac{v_x^2}{2} \\ m v_0 = (4m+m) v_x \end{cases} \quad \left\{ \begin{array}{l} v_0^2 = 2gx + 5v_x^2 \\ v_0 = 5v_x \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} \frac{v_0^2 - 5v_x^2}{2g} = x \\ v_x = \frac{v_0}{5} \end{array} \right.$$

$$\frac{v_0^2 - \frac{5v_0^2}{25}}{2g} = x$$

$$x = \frac{2v_0^2}{5g} \quad \leftarrow \text{Ответ.}$$

②.  $u$  -? (скорость монеты когда она встречается с горкой)

$$\begin{cases} mgx + \frac{5m v_x^2}{2} = \frac{mv^2}{2} + \frac{4m v_2^2}{2}, \quad v_2 - \text{скорость горки} \\ (m+4m) v_x = m v + 4m v_2 \end{cases} \quad \left. \begin{array}{l} x = \frac{2v_0^2}{5g} \\ v_x = \frac{v_0}{5} \end{array} \right\}$$

$$\begin{cases} 2gx + 5v_x^2 = v^2 + 4v_2^2 \\ 5v_x = v + 4v_2 \end{cases} \quad \left\{ \begin{array}{l} \frac{4v_0^2}{5} + \frac{v_0^2}{5} = v^2 + 4v_2^2 \\ \frac{v_0^2}{5} = v + 4v_2 \end{array} \right.$$

$$\begin{cases} U_0^2 = u^2 + 4u_2^2 \\ u_2 = \frac{U_0 - u}{4} \end{cases} \quad \begin{cases} U_0^2 = u^2 + \frac{U_0^2 - 2U_0u + u^2}{4} \\ u_2 = \frac{U_0 - u}{4} \end{cases}$$

$$4U_0^2 = 4u^2 + U_0^2 - 2U_0u + u^2$$

$$5u^2 - 2U_0u - 3U_0^2 = 0$$

$$D = 4U_0^2 - 4 \cdot (-3U_0^2) \cdot 5 = 64U_0^2$$

$$u_{1/2} = \frac{2U_0 \pm 8U_0}{10}$$

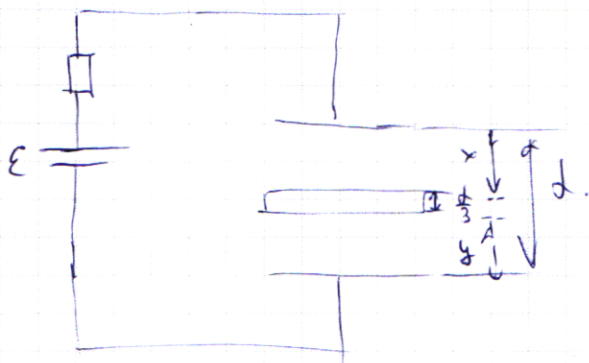
$$\begin{aligned} u_1 &= U_0; \\ u_2 &= -\frac{3U_0}{5}; \end{aligned}$$

Скорость может быть отрицательной, если я не правильно выбрал направление.

Ответ: 1)  $x \geq \frac{2U_0}{5g}$

2)  $u = U_0, \quad u = \frac{3U_0}{5};$

№ 4



① Найдите емкость конденсатора = пластинок (C)

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

$$x + y = d - \frac{d}{3}$$

$$C_1 = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{x}$$

$$C_2 = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{y}$$

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

Получится 2 конденсатора соед. между собой последовательно.

$$\left\{ \begin{aligned} C &= \frac{\frac{\epsilon \epsilon_0 S^2}{xy}}{\frac{\epsilon \epsilon_0 S(x+y)}{xy}} = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{x+y} = \frac{3 \epsilon \epsilon_0 S}{2d} \\ C_0 &= \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d} \end{aligned} \right.$$

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

② Какой заряд пройдет через резистор после того как введем пластину?

$$\Delta q = \Delta C \cdot \epsilon$$

$$q = \epsilon \left( \frac{3}{2} C_0 - C_0 \right) = \frac{1}{2} C_0 \epsilon$$

$$q = \epsilon \left( \frac{3}{2} C_0 - C_0 \right) = \frac{1}{2} C_0 \epsilon$$

Ответ: ①  $C = \frac{3}{2} C_0$     ②  $q = \frac{1}{2} C_0 \epsilon$



### ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$p_1 V_1 = n R T_1$$

$$p_2 V_2 = n R T_2$$

$$p_0 V = (n_1 + n_2) R T$$

$$p_2 V_2 = n_2 R T_2$$

$$p_2' V = n_2 R T$$

$$p_1' + p_2' = p_0$$

$$V_1 + V_2 = V$$

$$T = \frac{V}{(V_1 + V_2) R} \cdot \frac{1}{\frac{1}{p_1'} + \frac{1}{p_2'}} = \frac{V}{(V_1 + V_2) R} \cdot \frac{p_1' p_2'}{p_1' + p_2'} = \frac{V}{R(V_1 + V_2)} \cdot \frac{p_1' p_2'}{p_0}$$

$$T^2 R^2 (V_1 + V_2)^2 = V^2$$

$$T = \frac{V}{R(V_1 + V_2)} = \frac{8,31 \cdot 10^{-3} \text{ Дж}^3}{8,31 \cdot (0,4 + 0,1)} = \frac{10^{-3}}{1} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ К}$$

$$\frac{(V_1 + V_2) R T}{V} \cdot V = (V_1 + V_2) R T$$

$$V_1 = \frac{p_1 R T_1}{p_1}$$

$$V_2 = \frac{p_2 R T_2}{p_2}$$

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

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

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

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

$$p_1 \left( p_2 \frac{V}{R} - p_2 T_2 \right) = p_1 T_1 p_2$$

$$p_1' = \frac{p_1 T_1 p_2}{p_2 V - p_2 T_2 R}$$

$$p_1 V_1 = n_1 R T_1$$

$$p_1' V = n_1 R T$$

$$\frac{p_1 V_1}{V} = \frac{n_1 R T_1}{n_1 R T}$$

$$V T_1 - V T = V T_2$$

$$\frac{V_1}{V} = \frac{T_1}{T}$$

$$V T_1 - T_2 = V T$$

$$\frac{V_2}{V} = \frac{T_2}{T}$$

$$V_1 + V_2 = V$$

$$V_1 T = V T_1$$

$$V_2 T = V T_2$$

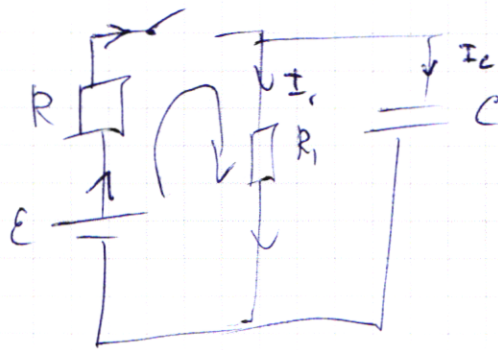
$$(V - V_2) T = V T_1$$

$$V T - V T_2 = V T_1$$

$$V T_2 = V T - V T_1$$

$$T_2 = T - T_1$$

$$T = T_1 + T_2$$



$$R_1 = 4R \quad \varepsilon; R; \varepsilon$$

$$(1) \quad I_2 = \frac{\varepsilon}{R}$$

$$(2) \quad U = I_1 R_1 = 4R I_1$$

$$I_1 = ?$$

$$\varepsilon = I_1 \frac{\varepsilon}{R}$$

$$I = \frac{\varepsilon}{5R}$$

$$I = \frac{\varepsilon}{5R}$$

$$U = 4R \cdot \frac{\varepsilon}{5R} = \frac{4}{5} \varepsilon$$

$$(3) \quad W = \frac{C U^2}{2}$$

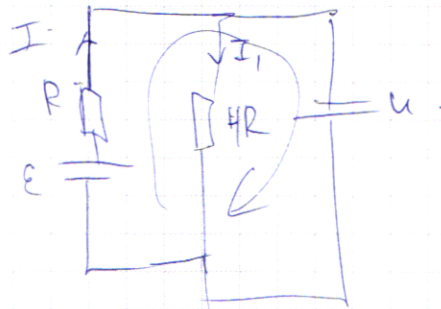
$$W = \frac{C}{2} \cdot \frac{816}{25} \varepsilon^2 = \frac{3 C \varepsilon^2}{25}$$

↓ пункт

$$\varepsilon = \frac{\varepsilon}{5R} R + 4I_1 R_1$$

$$\varepsilon = \frac{\varepsilon}{5} = 4I_1 R$$

$$U = \frac{4\varepsilon}{5} = \frac{4}{5} \varepsilon$$



$$I = \frac{\varepsilon}{R}$$

$$U = R_1 I_1 = \frac{4}{5} \varepsilon$$

$$\frac{\varepsilon}{R} \cdot R = \varepsilon - U$$

$$P_1 (V - U_1) = \frac{3}{2} U_1 I_1$$

$$P_2 (V - U_2) = \frac{3}{2} U_2 I_2$$

$$T - T_1 = \frac{3}{2} T_1$$

$$T - T_1 = \frac{3}{2} (T - T_1)$$

$$T - T_1 = \frac{3}{2} T_1 \left( \frac{3}{2} T \right)$$

$$\frac{5T}{2} = \frac{1}{2} T_1 + T_1$$

$$T = \frac{T_1}{3}$$

$$\varepsilon = \varepsilon - U$$

$$\varepsilon + U = \varepsilon$$

$$T - T_2 = \frac{3}{2} (T - T_2)$$

$$\frac{5}{2} T = \frac{1}{2} T_2$$

$$T_2 = \frac{T_2}{5}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 3

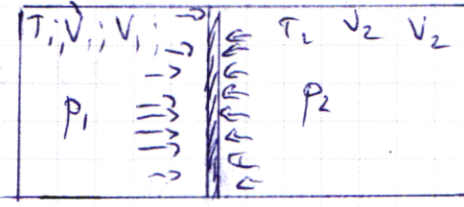
$$V = 8,31 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$T_1 = 400^\circ \text{ К}$$

$$T_2 = 280^\circ \text{ К}$$

$$V_1 = 0,1 \text{ моль}$$

$$V_2 = 0,4 \text{ моль}$$



$$V_1 + V_2 = V$$

$$p_1 V_1 = \nu_1 R T_1$$

$$p_2 V_2 = \nu_2 R T_2$$

$$mg = \frac{2U_0^2}{5g}$$

$$\frac{2U_0^2}{5} = \frac{U^2}{2}$$

$$2g \frac{2U_0^2}{5g} = 5g \frac{U_0^2}{5}$$

$$\textcircled{1} \left\{ \begin{aligned} \frac{mU_0^2}{2} &= mgx + \frac{mU_x^2}{2} + \frac{4mU_x^2}{2} \\ &= \frac{(4m+m)U_x^2}{2} \end{aligned} \right.$$

$$mU_0^2 = (m+4m)U_x^2$$

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{mU_0^2}{2} &= mgx + \frac{5mU_x^2}{2} \\ U_0 &= 5U_x \end{aligned} \right. \Rightarrow \left\{ \begin{aligned} U_0^2 &= 2gx + 5 \frac{U_0^2}{25} \\ U_0 &= 5U_x \end{aligned} \right.$$

$$U_0^2 = 2gx + \frac{U_0^2}{5}$$

$$\frac{4U_0^2}{5} = 2gx$$

$$\frac{2U_0^2}{5} = gx$$

$$x = \frac{2U_0^2}{5g}$$

$$[U] = \frac{m^2}{c^2} : \frac{m^2}{c^2} = m$$

пуки

$$\textcircled{2} \left\{ \begin{aligned} 2gx + \frac{5U_x^2}{2} &= \frac{U^2}{2} + \frac{4U_x^2}{2} \\ 5U_x &= U + 4U_x \end{aligned} \right.$$

$$\left\{ \begin{aligned} 2gx + 5U_x^2 &= U^2 + 4U_x^2 \\ U_0 &= U + 4U_x \end{aligned} \right.$$

$$x = \frac{2U_0^2}{5g}$$

$$U_x = \frac{U_0}{5}$$

$$\frac{2g \cdot 2U_0^2}{5g} + \frac{U_0^2}{5} = U^2 + 4U_x^2$$

$$k = \frac{U_0 - U}{4}$$

$$\frac{4U_0^2}{5} + \frac{U_0^2}{5} = U^2 + 4U_x^2 \Rightarrow U_0^2 = U^2 + 4U_x^2$$

$$\begin{cases} U_0^2 = U^2 + 4k^2 \\ k = \frac{U_0 - U}{4} \end{cases}$$

$$U_0^2 = U^2 + 4 \frac{(U_0 - U)^2}{16k}$$

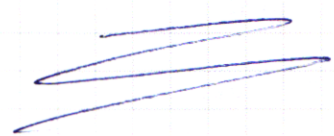
$$4U_0^2 = 4U^2 + U_0^2 + U^2 - 2U_0U$$

$$3U_0^2 = 5U^2 - 2U_0U$$

$$5U^2 - 2U_0U - 3U_0^2 = 0$$

$$D = 4U_0^2 + 4 \cdot 3 \cdot 5U_0^2 = 64U_0^2$$

$$U = \frac{2U_0 \pm 8U_0}{10} = \frac{10U_0}{10} = U_0$$



2 пункт

$C_0 = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d}$   
 $x + y = d - \frac{d}{3}$   
 $x + y = \frac{2d}{3}$   
 $C_1 = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{x}$   
 $C_2 = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{y}$   
 $\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{C_1 + C_2}{C_1 C_2} = \frac{\frac{\epsilon \epsilon_0 S}{x} + \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{y}}{\frac{\epsilon \epsilon_0 S}{x} \cdot \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{y}} = \frac{\epsilon \epsilon_0 S \frac{x+y}{xy}}{\frac{\epsilon_0^2 \epsilon^2 S^2}{xy}} = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{x+y}$   
 $= \frac{3 \epsilon \epsilon_0 S}{2d} = \frac{3}{2} C_0$

$I = \frac{\epsilon}{R}$   
 $\frac{dq_1}{dt} = \frac{\epsilon}{R}$   
 $\frac{dq_2}{dt} = \frac{\epsilon}{R}$   
 $q_1 = C_0 \epsilon$   
 $q_2 = \frac{3}{2} C_0 \epsilon$

$q_1 = C_0 \epsilon$   
 $q_2 = \frac{3}{2} C_0 \epsilon$

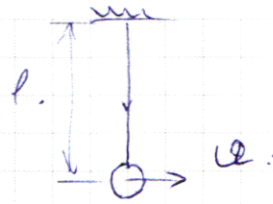
$\frac{1}{2} C_0 \epsilon$   
 2 пункт

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$l = 18 \text{ см} = 18 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

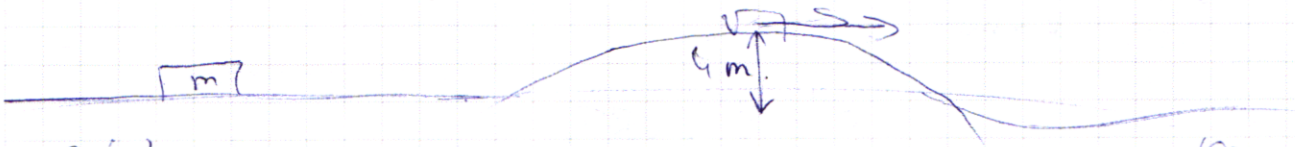
$k = ?$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$



$$mg \geq \frac{mv^2}{l}$$

$$v = \sqrt{4gl} = 2\sqrt{gl} = 2\sqrt{10 \cdot 10^{-2} \cdot 18} = 2 \cdot \sqrt{9 \cdot 2 \cdot 10} = 6\sqrt{20} = 4\sqrt{5} \text{ м/с}$$



$$\frac{mv_0^2}{2} = mgh + \frac{mv^2}{2}$$

$$mv_0 = (m + 4m)v$$

$$\frac{2\sqrt{20}}{400}$$

$$\begin{cases} v_0^2 = 2gh + v^2 \\ v_0 = 5v \end{cases} \Rightarrow v_0^2 = 2gh + 25v^2$$

|                         |                         |
|-------------------------|-------------------------|
| $T = 127^\circ\text{C}$ | $T = -7^\circ\text{C}$  |
| $V_1 = 9.4 \text{ м}^3$ | $V_2 = 0.4 \text{ м}^3$ |
| $V_1$                   | $V_2$                   |

$$V = 8.31 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3, \quad T_1 = 400^\circ\text{K}, \quad T_2 = 280^\circ\text{K}$$

$$\begin{cases} V_1 + V_2 = V \\ p_1 V_1 = V_1 R T_1 \\ p_2 V_2 = V_2 R T_2 \\ p_1 = p_2 \end{cases}$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{V_1 R T_1}{V_2 R T_2}$$

$p$

$$V_1 + V_2 = V$$

$$V_2 \left( 1 + \frac{V_1 R T_1}{V_2 R T_2} \right) = V$$

$$V_2 = \frac{V}{1 + \frac{V_1 R T_1}{V_2 R T_2}} = \frac{V}{1 + \frac{V_1 T_1}{V_2 T_2}}$$

$$P_{\text{ген}} (V - V_1) = \frac{3}{2} V_1 R (T_1 - \theta)$$

$$P_{\text{ген}} (V - V_2) = \frac{3}{2} V_2 R (\theta - T_2)$$

$$\frac{V - V_1}{V - V_2} = \frac{V_1 (T_1 - \theta)}{V_2 (\theta - T_2)}$$

$$V_2 (V - V_1) = k$$

$$V_1 (V - V_2) = m$$

$$k \theta - k T_2 = m T_1 - m \theta$$

$$\theta (k - m) = m T_1 + k T_2$$

$$\theta = \frac{m T_1 + k T_2}{k - m}$$

$$P_1 V_1 = k$$

$$P_2 V_2 = m$$

$$P_1' V_1 = \sqrt{R T_1}$$

$$P_2' V_2 = \sqrt{R T_2}$$

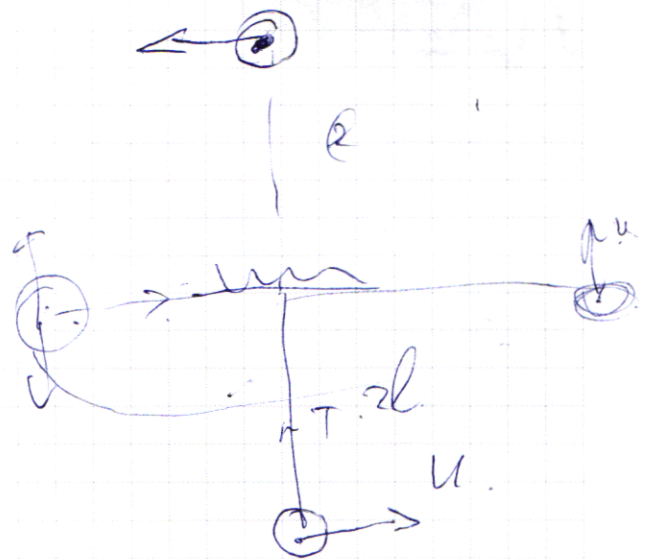
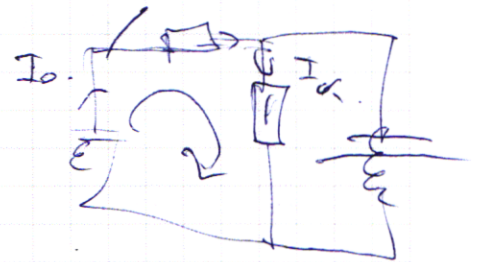
$$\frac{P_1'}{V_1} = \frac{P_2'}{V_2}$$

$$P_1' = P_2' \frac{V_1}{V_2}$$

$$P_2' \frac{V_1}{V_2} = \sqrt{V_1 \cdot R T_1}$$

$$\frac{E}{R} \cdot R = I_1 \cdot 4R = E$$

$$I = \frac{E - E}{4R}$$



$$\frac{m u^2}{2} = 2$$

Копер

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

$\times \frac{18}{5} \cdot 4$

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

ток при замыкании.

$$\frac{m u_0^2}{2} = 2mgL + \frac{m u^2}{2}$$

$$mg = \frac{m u^2}{R}$$

$$u = \sqrt{gR}$$

$$u_0^2 = 4gR + u^2$$

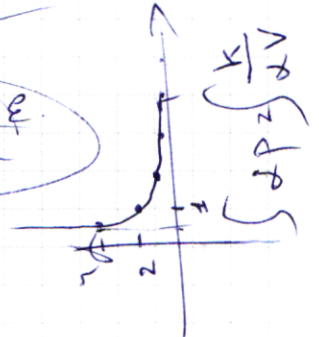
$$u_0 = \sqrt{4gR + gR} = \sqrt{5gR}$$

$$5 \cdot 10 \cdot (18 \cdot 10^{-2})^2$$

$$\frac{90 \cdot 10}{10} = 9$$

$$\frac{2737}{100} \times \frac{18}{3} = 28 \frac{26}{3}$$

$$\frac{2737}{100} \times \frac{18}{3} = 28 \frac{26}{3}$$



## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$V_1 + V_2 = V$$

$$p_1 V_1 = \nu_1 R T_1$$

$$p_2 V_2 = \nu_2 R T_2$$

$$\frac{p_1 V_1}{p_2 V_2} = \frac{\nu_1 R T_1}{\nu_2 R T_2} = \frac{400 \cdot 0,1}{200 \cdot 0,4} = \frac{40}{112}$$

$$p_1 V_1 = \nu_1 R T_1$$

$$A_{12} = \frac{p}{2} R (T_1 - T_2)$$

$$A_{22} = \frac{p}{2} R (T - T_2)$$

$$q_{\max} = C_0 E$$

$$q = \frac{3}{2} C_0 k E$$

$$\frac{q_{\max}}{q} = \frac{2}{3}$$

$$dC_0 = dq \cdot k$$

$$dC = dq$$

$$\alpha q = \frac{dC}{C_0} E$$

$$\int_0^q \alpha q = \int_{C_0}^{\frac{3}{2} C_0} \frac{dC}{C_0} E$$

$$q = E \left( \frac{3}{2} C_0 - C_0 \right) =$$

$$\left\{ \begin{aligned} p_1 V_1 &= \nu_1 R T_1 \\ p_1' V_1 &= \nu_1 R T \end{aligned} \right.$$

$$\left\{ \begin{aligned} p_2 V_2 &= \nu_2 R T_2 \\ p_2' V_2 &= \nu_2 R T \end{aligned} \right.$$

$$\frac{p_1'}{p_2'} = \frac{\nu_1}{\nu_2} = k$$

$$p_1' = k p_2'$$

$$p = \frac{k}{V} \quad y = \frac{k}{x} \quad y =$$

$$dp = -\frac{k}{V^2} dV \quad dy = -\frac{k}{x^2} dx$$

$$dy \cdot dx \int dy = k \int \frac{1}{dx}$$

$$I = \frac{E}{R}$$

$$\frac{q_{\max}}{\Delta t} = \frac{E}{R}$$

$$\frac{q}{\Delta t} = \frac{E}{R}$$

$$C_0 E = \frac{3}{2} C_0 U$$

$$E = \frac{3}{2} U$$

$$q = \frac{3}{2} C_0 \cdot \frac{2}{3} E$$

$$q = C_0 E$$

$$q_{\max} = C_0 k E$$

$$p V = k$$

$$\left\{ \begin{array}{l} p_1 V_1 = \nu_1 R T_1 \\ p_2 V_2 = \nu_2 R T_2 \\ p_1 V_2 = \nu_1 R T \\ p_2 V_1 = \nu_2 R T \\ V_1 + V_2 = V \end{array} \right.$$

$$p_1 = \frac{\nu_1 R T_1}{V_1}$$

$$p_2 = \frac{\nu_2 R T_2}{V_2}$$

$$V(p_1 + p_2) = (\nu_1 + \nu_2) R T$$

$$V_1 + V_2 = V$$

$$\frac{p_1 V_1}{p_2 V_2} = \frac{\nu_1 T_1}{\nu_2 T_2}$$



$$V_1 + V_2 = V$$

$$\left( \frac{\nu_1 R T_1}{V_1} + \frac{\nu_2 R T_2}{V_2} \right) V = (\nu_1 + \nu_2) R T$$

$$V_1 + V_2 = V$$

$$\frac{\nu_1 R T_1}{p_1} + \frac{\nu_2 R T_2}{p_2} = V$$

$$\nu_1 R T_1 p_2 + \nu_2 R T_2 p_1 = \nu_1 p_2 V + \nu_2 p_1 V$$

$$p_1 p_2 V = \nu_1 T_1 p_2 R + \nu_2 R T_2 p_1$$

$$p_1 (p_2 V - \nu_2 R T_2) = \nu_1 T_1 p_2 R$$

$$p_1 = \frac{p_2 (V - \nu_2 R T_2 / p_2)}{\nu_1 T_1 / p_2} = \frac{p_2 (V - \nu_2 R T_2 / p_2)}{\nu_1 T_1 / p_2}$$

$$V_1 + V_2 = V$$

$$\frac{3}{2} (T - T_1) = \frac{5}{2} (T - T_1)$$

$$\frac{3}{2} (T - T_2) = 0$$

$$\frac{3}{2} T = \frac{3}{2} T_2$$