

# Олимпиада «Phystech.International» по физике

Декабрь 2017 года

Класс 11

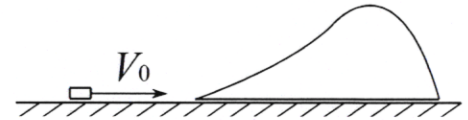
Шифр 06-004

(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.

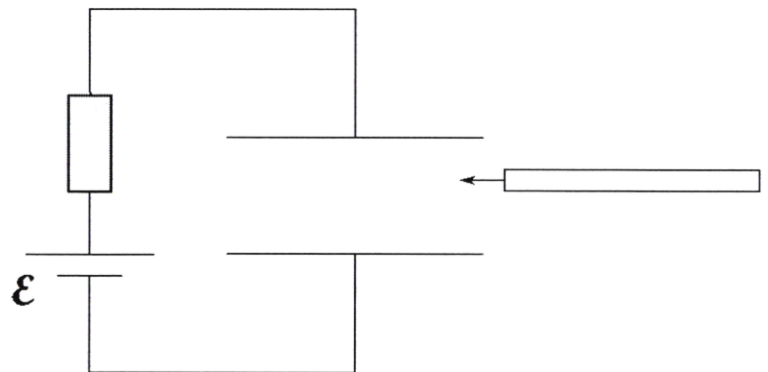


- 1) На какую максимальную высоту поднимается монета?
- 2) С какой скоростью монета съезжает с горки?

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.

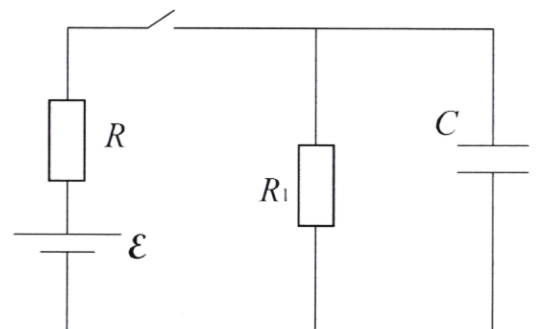
- 1) Какая температура (в градусах Цельсия) установится в сосуде после наступления термодинамического равновесия?
- 2) Найти конечное давление в сосуде.

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

№1.

Дано:

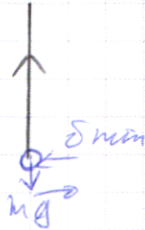
ш

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

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$N = 1$$

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



Анализ:  $N = 1$   $L = 2\pi l$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} = \frac{t}{N} = \frac{L}{v_{\text{min}}}$$

$$v_{\text{min}} = \frac{L}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{L}} = \frac{2\pi l}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{2l}} = \sqrt{lg} = \sqrt{18 \cdot 10^{-2} \text{ м} \cdot 10 \text{ м/с}^2} =$$

$$= 1,32 \text{ м/с}$$

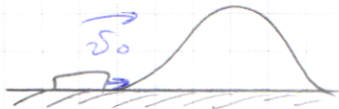
№2.

Дано:

$$m, \delta_0, 4 \text{ м}$$

$$H = ?$$

$$v' = ?$$



Анализ: по закону сохранения энергии  
без учета сопротивления воздуха, потери  
энергии не учитываем

$$E_k \rightarrow E_n \quad \frac{m v_0^2}{2} = mgH \Rightarrow H = \frac{v_0^2}{2g}$$

$$H = v_0 t - \frac{gt^2}{2} = \frac{v_0^2}{2g}$$

$$v_0 t - \frac{gt^2}{2} = \frac{v_0^2}{2g}$$

$$2g v_0 t - g^2 t^2 = v_0^2 \quad \text{при } g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$100 t^2 - 20 v_0 t - v_0^2 = 0$$

$$D = 800 v_0^2$$

$$t = 0,24 v_0$$

$$v' = gt = 9 \cdot 0,24 v_0 = 2,4 v_0$$

3. Дано:

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

$$T_1 = 127^\circ\text{C} = 400\text{K}$$

$$\nu_1 = 0,1 \text{ моль}$$

$$T_2 = 7^\circ\text{C} = 280\text{K}$$

$$\nu_2 = 0,4 \text{ моль}$$

$$T_0 = ?$$

$$P_0 = ?$$

CU

$\frac{P_1 V_1}{T_1 \nu_1}$	$\frac{P_2 V_2}{T_2 \nu_2}$	He
-----------------------------	-----------------------------	----

Анализ:

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 (V - V_1)}{T_2} \Rightarrow P_2 = \frac{P_1 V_1 T_2}{T_1 (V - V_1)}$$

$$A_1 \rightarrow P V_1 = \frac{3}{2} \nu_1 R (T_0 - T_1) - (P_0 - P_1) V_1$$

$$A_2 = (P_0 - P_2) (V - V_1) = \frac{3}{2} \nu_2 R (T_2 - T_0)$$

$$A_1 = A_2$$

$$\frac{3}{2} R \nu_1 (T_0 - T_1) = \frac{3}{2} R \nu_2 (T_2 - T_0)$$

$$\nu_1 (T_0 - T_1) = \nu_2 (T_2 - T_0)$$

$$\nu_1 T_0 - \nu_1 T_1 = \nu_2 T_2 - \nu_2 T_0$$

$$(\nu_2 + \nu_1) T_0 = \nu_2 T_2 + \nu_1 T_1$$

$$T_0 = \frac{\nu_1 T_1 + \nu_2 T_2}{\nu_1 + \nu_2} = \frac{0,1 \text{ моль} \cdot 400\text{K} + 0,4 \text{ моль} \cdot 280\text{K}}{0,5 \text{ моль}} =$$

$$= \frac{152}{0,5} \text{ K} = 304\text{K}$$

$$(P_0 - P_1) V_1 = (P_0 - P_2) (V - V_1)$$

$$P_0 (2V_1 - V) = P_2 V_1 - P_2 V + P_1 V_1$$

$$P_1 V_1 = \nu_1 R T_1 \quad P_2 V_2 = \nu_2 R T_2$$

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{V_1 T_2}{T_1 (V - V_1)} = \frac{\nu_2 R T_2 V_1}{(V - V_1) (\nu_1 R T_1)} = \frac{\nu_2 T_2 V_1}{(V - V_1) \nu_1 T_1}$$

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{\nu_2}{\nu_1} \Rightarrow P_2 = \frac{\nu_2 P_1}{\nu_1} = 4 P_1$$

$$P_0 (2V_1 - V) = P_1 \left( V_1 + \frac{\nu_2 V_1}{\nu_1} - \frac{\nu_2 V}{\nu_1} \right) \quad \frac{\nu_2}{\nu_1} = \frac{0,4}{0,1} = 4$$

$$P_0 (2V_1 - V) = P_1 (5V_1 - 4V)$$

$$P_0 = \frac{P_1 (5V_1 - 4V)}{2V_1 - V}$$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_0 V}{T_0} \Rightarrow P_1 = \frac{P_0 V T_1}{V_1 T_0}$$

$$P = \frac{1}{3} n k T$$

$$P_1 = \frac{N k T_1}{3 V_1} =$$

$$= \frac{\nu_1 N_A k T_1}{3 V_1}$$

$$\frac{V_1}{V - V_1} = \frac{P_2 T_1}{P_1 T_2}$$

$$P_1 T_2 V_1 = P_2 T_1 (V - V_1)$$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№3. Продолжение:

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 (V - V_1)}{T_2} \Rightarrow \frac{V_1}{V - V_1} = \frac{P_2 T_1}{P_1 T_2}$$

$$P_1 T_2 V_1 = P_2 T_1 (V - V_1)$$

$$P_1 T_2 V_1 = 4 P_1 T_1 (V - V_1)$$

$$V_1 T_2 = 4 T_1 (V - V_1)$$

$$V_1 T_2 = 4 T_1 V - 4 T_1 V_1$$

$$V_1 (T_2 + 4 T_1) = 4 T_1 V \Rightarrow V_1 = \frac{4 T_1 V}{T_2 + 4 T_1}$$

$$P = \frac{1}{3} n k T$$

$$P_1 = \frac{N_1 k T_1}{3 V_1} = \frac{v_1 N_A k T_1}{3 V_1} = \frac{v_1 R T_1}{V_1}$$

$$P_0 = \frac{v_1 R T_1 (5 V_1 - 4 V)}{V_1 (2 V_1 - V)} = \frac{v_1 R T_1 (T_2 + 4 T_1) \left( \frac{20 T_1 V}{T_2 + 4 T_1} - 4 V \right)}{4 V T_1 \left( \frac{8 T_1 V}{T_2 + 4 T_1} - V \right)}$$

$$= \frac{0,1 \text{ моль} \cdot 8,31 \cdot 400 \text{ К} (1600 + 280) \text{ К} \left( \frac{20 \cdot 400 \cdot 8,31 \cdot 10^3}{280 \text{ К} + 1600} - 4 \cdot 8,31 \cdot 10^3 \right)}{400 \text{ К} \cdot 4 \cdot 8,31 \cdot 10^3 \text{ Дж/м}^3 \left( \frac{8 \cdot 400 \text{ К} \cdot 8,31 \cdot 10^3}{280 \text{ К} + 4600 \text{ К}} - 8,31 \cdot 10^3 \right)}$$

$$= \frac{\cancel{v_1 R T_1}}{4 V T_1 (8 T_1 - V)} = \frac{v_1 R T_1 (T_2 + 4 T_1)^2 \cdot V (20 T_1 - 4 T_2 - 16 T_1)}{4 V T_1 \cdot V (8 T_1 - T_2 + 4 T_1) (T_2 + 4 T_1)}$$

$$= \frac{v_1 R (T_2 + 4 T_1) (4 T_1 - 4 T_2)}{4 V (4 T_1 - T_2)}$$

$$P_0 = \frac{0,1 \text{ моль} \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} (280 \text{ К} + 1600 \text{ К}) \cdot 4 (400 \text{ К} - 280 \text{ К})}{4 \cdot 8,31 \cdot 10^3 \text{ м}^3 (1600 \text{ К} - 280 \text{ К})}$$

$$= \frac{2000 \text{ К} \cdot 0,1 \text{ моль} [R] - P_0 / \text{К} \cdot \text{моль} \cdot \text{м}^3}{1320 \cdot 10^3} \approx 1,5(15) \cdot 10^{-2} \text{ Па} \approx 0,0(15) \text{ Па}$$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ ч.

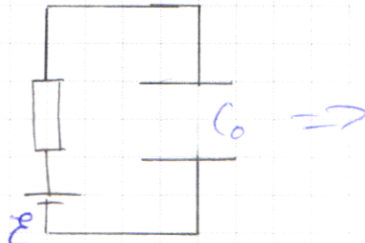
Дано:

$$d = \frac{l}{3},$$

$$C_0, \varepsilon$$

$$C' = ?$$

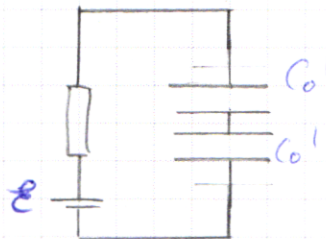
$$q = ?$$



Анализ:

до введения пластины ток не идёт, так как конденсатор заряжен

после её появления схему можно представить следующим образом (пластинка проводящая)



$$C'_0 = \frac{3\varepsilon S}{l} = 3C_0$$

$$\frac{1}{C'} = \frac{1}{C'_0} + \frac{1}{C'_0} = \frac{2}{C'_0} \Rightarrow$$

$$C' = \frac{C'_0}{2} = \frac{3\varepsilon S}{2l} = \frac{3}{2} C_0$$

Заряд, прошедший до появления пластины.

$$q = q' - q_0$$

$$\varepsilon = \frac{qR_0}{t}$$

$$q_0 = U_C \cdot C_0 = (\varepsilon - \frac{Rq}{t}) \cdot C_0 = \frac{(\varepsilon t - Rq) C_0}{t}$$

$$q' = U_C \cdot \frac{3}{2} C_0 \Rightarrow q = \frac{C_0 \cdot U_C}{2} =$$

Если считать

$C_0$  как сопротивление

$$R_0 = R + \frac{t}{C} \Rightarrow$$

$$I = \frac{q}{t} = \frac{C'_0 U_C}{t} = \frac{\varepsilon}{\gamma} = \frac{\varepsilon - U_C}{R} = \frac{\varepsilon - \frac{q}{C'_0}}{R} = \frac{\varepsilon C'_0 - q}{R C'_0}$$

$$\Rightarrow \varepsilon = \frac{q C_0}{t(R C_0 + t)}$$

$$\gamma = \sqrt{R^2 + X_C^2} = \sqrt{R^2 + \frac{1}{4\pi^2 \varepsilon^2 C_0^2}} = \sqrt{\frac{4\pi^2 \varepsilon^2 C_0^2 R^2 + 1}{4\pi^2 \varepsilon^2 C_0^2}}$$

$$q = \frac{\varepsilon t (R C_0 + t)}{C_0} =$$

$$\frac{\varepsilon}{\gamma} = \frac{\varepsilon C'_0 - q}{R C'_0}$$

$$= \frac{(\varepsilon t - Rq) C_0}{t} \Rightarrow$$

$$\frac{2\pi \varepsilon C'_0 \varepsilon}{\sqrt{4\pi^2 \varepsilon^2 C_0^2 R^2 + 1}} = \frac{\varepsilon C'_0 - q}{R C'_0}$$

$$\Rightarrow \varepsilon t^2 (R C_0 + t) =$$

$$= (\varepsilon t - Rq) C_0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow R = \dots$$

$$\varepsilon C'_0 - q = \frac{2R C_0^2 \pi \varepsilon}{\sqrt{4\pi^2 \varepsilon^2 C_0^2 R^2 + 1}} \Rightarrow q = \frac{\varepsilon C'_0 - 2R C_0^2 \pi \varepsilon}{\sqrt{4\pi^2 \varepsilon^2 C_0^2 R^2 + 1}}$$

№5.

Дано:

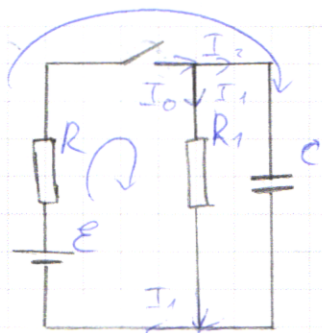
$$R_1 = 4R$$

$$C, \varepsilon, R$$

$$I = ?$$

$$U_C = ?$$

$$Q = ?$$



Анализ:

внутреннее сопротивление и источник  
"содержится" в R  $\Rightarrow$  не учитываем  $\varepsilon$  раз,  
читаем, это и учтем  $u \Rightarrow r=0$ .

$$1) I = I_0 = \frac{\varepsilon}{R+r} = \frac{\varepsilon}{R}$$

$$2) \begin{cases} I_0 = I_1 + I_2 \\ I_0 R + I_1 R_1 = \varepsilon \\ I_0 R + I_2 R_C = \varepsilon \end{cases}$$

$$U_C = I_2 R_C = \frac{q}{C} = \frac{I_2 t}{C}$$

$$I_1 R_1 = I_2 R_C = \varepsilon - R I_0$$

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_C}{R_1} \Rightarrow \frac{\varepsilon - I_2 R_C}{I_2} = \frac{R_C}{R_1} \Rightarrow (\varepsilon - I_2) 4R = \frac{I_2 t}{C}$$

$$4\varepsilon R = \frac{I_2 t}{C} + I_2 \cdot 4R \Rightarrow 4\varepsilon = I_2 \left( \frac{t}{C} + 4R \right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I_2 = \frac{4\varepsilon C}{t + 4RC}$$

$$U_C = I_2 R_C = \frac{I_2 t}{C} = \frac{4\varepsilon C}{t + 4RC} \cdot \frac{t}{C} = \frac{4\varepsilon t}{t + 4RC}$$

$$I_2 R_C = \varepsilon - R I_0 = \varepsilon - \frac{R I_2 (t + 4RC)}{4RC} = \varepsilon - \frac{I_2 (t + 4RC)}{4C}$$

$$I_2 \left( R_C + \frac{t + 4RC}{4C} \right) = \varepsilon \Rightarrow I_2 = \frac{4\varepsilon C}{4R_C C + t + 4RC} = \frac{4\varepsilon C}{5t + 4RC}$$

$$\frac{4\varepsilon C}{5t + 4RC} = \frac{4\varepsilon C}{t + 4RC} \Rightarrow t + 4RC = 5t + 4RC \Rightarrow t = R(\varepsilon - 1) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow U_C = \frac{4\varepsilon R(\varepsilon - 1)}{4RC + R(\varepsilon - 1)} = \frac{4\varepsilon R(\varepsilon - 1)}{R(4C + \varepsilon - 1)} = \frac{4\varepsilon(\varepsilon - 1)}{5C - 1}$$

$$3) Q = \frac{CU^2}{2} = \frac{\varepsilon^2 R t}{2} = \frac{CU_C^2}{2} \text{ — на резисторе } R$$

$$Q = \frac{C}{2} \frac{16\varepsilon^2(\varepsilon - 1)^2}{(5C - 1)^2} = \frac{8C\varepsilon^2(\varepsilon - 1)^2}{(5C - 1)^2}$$



## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$Q = \frac{U_C^2}{2} = I^2 R t = q^2 R$$

N3.

$$T_0 = T_1 P_0 V = \frac{T_1 V}{P_1 V_1} (P_1 + P_2) N_A k T_0$$

$$U_C = q t \sqrt{\frac{2eR}{C_0}}$$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_0 V_0}{T_0} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

$$E = I q (R + \frac{t}{C})$$

N4.

$$d = \frac{1}{3} l_0 \epsilon$$

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

$$C' = \frac{3\epsilon_0 S}{d} = 3C_0 \quad C = q$$

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} = \frac{d}{3\epsilon_0 S} + \frac{d}{3\epsilon_0 S} + \frac{d}{3\epsilon_0 S} = \frac{d(1+2\epsilon_0)}{3\epsilon_0 S}$$

$$C = \frac{3\epsilon_0 S}{d} \quad \epsilon_0 q = \frac{q d (\epsilon_0 q)}{C_0 q} \quad C = U_R + U_C$$

$$C' = \frac{3\epsilon_0 S}{d(1+2\epsilon_0)} = \frac{3C_0 \epsilon_0}{1+2\epsilon_0}$$

незарядов. =>

$$\frac{C_0 (\epsilon_0 + qR)^2}{2 \epsilon^2} = q^2 R$$

$$C_0 = \frac{q t}{\epsilon \epsilon_0 R}$$

$$\frac{1}{C'} = \frac{3}{C} \Rightarrow$$

$$I_R = I_C \Rightarrow$$

$$\Rightarrow C' = \frac{C}{3} = \frac{\epsilon S}{d} = C_0 \Rightarrow q_R = q_C = C U_C = q$$

$$U_C = E - I_R R = E - \frac{q R}{t} \Rightarrow q = \frac{C q R}{t} \Rightarrow$$

$$X_C = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{1}{2\pi f C'}$$

$$\frac{q(R + \frac{1}{2\pi f C'})}{t} = E \quad \frac{q(R + 2\pi f R t C')}{2\pi f t C'} = E$$

$$q = \frac{2\pi f C' E}{1 + 2\pi f R t C'}$$

$$\frac{E q}{C_0} = \frac{q R t C_0}{C_0} \Rightarrow \frac{\epsilon_0 q}{C_0 R} = q R t$$

до внутренней пластинки ток не идет, т.к. С заряжен.

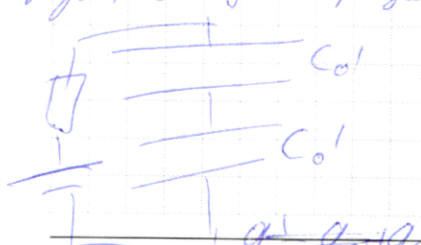
$$I_R = I_C \Rightarrow q_R = q_C = q$$

$$2) \text{ найти } q^* = C U_C^* =$$

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

$$U_C' = U_C + \frac{q^*}{C_0} = \frac{q_0}{C_0} + \frac{2q}{3C_0} = \frac{3q_0 + 2q}{3C_0} = \frac{2q}{3C_0}$$

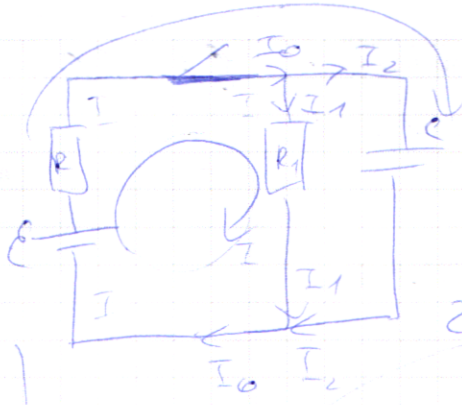
1) после E' накладки систему можно считать след. образом.



$$C_0' = \frac{3\epsilon_0 S}{d} = 3C_0$$

$$C' = \frac{1}{\frac{1}{C_0'} + \frac{1}{C_0'}} = \frac{2}{\frac{1}{C_0'}} \Rightarrow C' = \frac{C_0'}{2} = \frac{3\epsilon_0 S}{2d} = \frac{3}{2} C_0 = \frac{3q_0 + 2q}{3C_0} = \frac{2q}{3C_0}$$

N5.  
 $R_1 = 4R$   
 $C, \varepsilon, R$   
 $I = ?$   
 $U = ?$   
 $Q = ?$



и учим  $4 \cos^2 \theta$  в  $R_1 \rightarrow$  не учим об этом  
 must be  $\cos^2 \theta = 0$

1)  $I = I_0 = \frac{\varepsilon}{R+r} = \frac{\varepsilon}{R}$   
 2)  $\begin{cases} I_0 = I_1 + I_2 \\ I_0 R + I_1 R_1 = \varepsilon \\ I_0 R + I_2 R_C = \varepsilon \end{cases} \quad I_1 R_1 = I_2 R_C$

2) 2)

$U_C = I_2 R_C = \frac{q}{C} = \frac{I_2 t}{C} = \frac{I_2 t \varepsilon}{C}$

$I_1 R_1 = I_2 R_C = \varepsilon - R I_0 = \varepsilon - R(I_1 + I_2)$

$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_C}{R_1} \Rightarrow \frac{I_0 - I_2}{I_2} = \frac{R_C}{R_1} = \frac{I_0 - I_2}{I_2} \cdot 4R = \frac{I_2 t}{C}$

$I_0 = \frac{I_2(t+4R)}{4RC} \quad 4I_0 R = \frac{I_2 t}{C} + I_2 4R \Rightarrow 450R = I_2(\frac{t}{C} + 4R) \rightarrow$

$U_C = I_2 R_C = \frac{I_2 t}{C} = \frac{4 \varepsilon C}{t+4RC} \cdot \frac{t}{C} = \frac{4 \varepsilon t}{t+4RC}$

3) Q на  $R_1$

$Q = \frac{CU^2}{2} = \frac{\varepsilon^2 R t}{2} - \frac{CU_C^2}{2}$

2)  $I_2 R_C = \varepsilon - R I_0 = \varepsilon - \frac{R I_2(t+4R)}{4RC} = \frac{\varepsilon - I_2(t+4R)}{4C}$

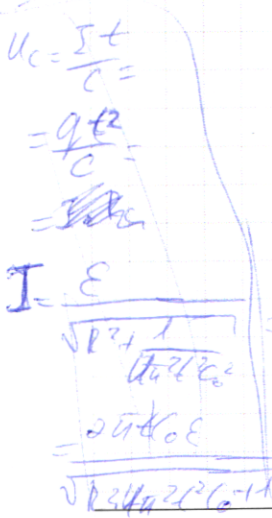
$I_2(R_C + \frac{t+4R}{4C}) = \varepsilon \Rightarrow I_2 = \frac{4 \varepsilon C}{4RC + t+4R} = \frac{4 \varepsilon C}{5t+4R}$

$\frac{4 \varepsilon C}{5t+4R} = \frac{4 \varepsilon C}{t+4RC} \Rightarrow t+4RC = 5t+4R \Rightarrow$

$\Rightarrow 4t = 4R(C-1) \Rightarrow t = R(C-1) \Rightarrow$

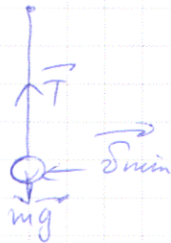
$\Rightarrow U_C = \frac{4 \varepsilon R(C-1)}{4RC + R(C-1)} = \frac{4 \varepsilon R(C-1)}{R(4C+C-1)} = \frac{4 \varepsilon(C-1)}{5C-1}$

3)  $Q = \frac{C}{2} \frac{16 \varepsilon^2 R^2 (C-1)^2}{(5C-1)^2} = \frac{8 C \varepsilon^2 R^2 (C-1)^2}{(5C-1)^2}$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1.  $l = 18 \text{ см}$   
 $g = 10 \text{ м/с}^2$   
 $N = 1$   
 $\sigma_{\text{min}} = ?$



$N = 1$

$L = 2\pi R = 2\pi l$

$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} = \frac{L}{v} \frac{v}{N} = \frac{L}{v}$

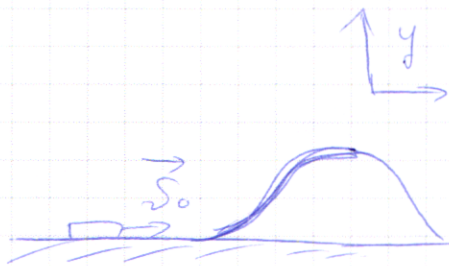
$v = \frac{\sqrt{g} L}{2\pi R} = \frac{L \sqrt{g}}{2\pi l} = \frac{2\pi l \sqrt{g}}{2\pi l} = \sqrt{g} \left[ \sqrt{\frac{\text{м} \cdot \text{м}}{\text{с}^2}} - \frac{\text{м}}{\text{с}} \right]$   
 $= \sqrt{18 \cdot 10^2 \text{ см} \cdot 10 \text{ м/с}^2} = \sqrt{9 \cdot 2 \cdot 10^2 \cdot 10} = 0,3 \cdot 20 = 0,3 \cdot 44 = 1,32$

45  
x 45  
225  
180  
30,25

4,3  
x 4,3  
129  
172  
184,9

44  
x 4,4  
176  
176  
1936

2.  
 $m, \sigma_0,$   
4m  
 $K = ?$   
 $\sigma'_1 = ?$



2) 3 СИ:  
 $\vec{P}_1 + \vec{P}_2 = \vec{P}_1' + \vec{P}_2'$   
 $m \vec{\sigma}_0 = m \vec{\sigma}'_1 + 4m \vec{\sigma}'_2 = m \vec{\sigma}'_4$

3 СИ:

1)  $\frac{m \sigma_0^2}{2} = mgK \Rightarrow K = \frac{\sigma_0^2}{2g}$  - макс. зр. без учета в потерю энергии на верш.

2)  $K = \sigma_0 t - \frac{gt^2}{2} = \frac{\sigma_0^2}{2g}$

$\sigma_0 t - \frac{gt^2}{2} = \frac{\sigma_0^2}{2g}$

$2g \sigma_0 t - gt^2 = \sigma_0^2$  или  $g = 10$   
 $100t^2 - 20\sigma_0 t - \sigma_0^2 = 0$

$D = 400\sigma_0^2 + 400\sigma_0^2 = 800\sigma_0^2$

$t = \frac{20\sigma_0 + 20\sigma_0 \sqrt{2}}{200} = \frac{20\sigma_0 \cdot 2,81}{200} = 0,24 \sigma_0$

$\sigma'_1 = gt = g \cdot 0,24 \sigma_0 = 2,4 \sigma_0$

№3.

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

$$T_1 = 127^\circ\text{C}$$

$$V_1 = 0,1 \text{ моль}$$

~~$$V_1 = 4,1 \text{ моль}$$~~

$$T_2 = 7^\circ\text{C}$$

$$V_2 = 0,4 \text{ моль}$$

$$T_0 = ?$$

$$P = ?$$

$$[K = C + 273]$$

$$\boxed{\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}}$$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 (V - V_1)}{T_2} \Rightarrow P_2 = \frac{P_1 V_1 T_2}{T_1 (V - V_1)}$$

$$P_1 V_1 = \nu_1 R T_1 \quad P_2 V_2 = \nu_2 R T_2$$

$$P_0 V_0 = (\nu_1 + \nu_2) R T_0$$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_0 V}{T_0} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

~~$$\frac{P_1 V_1}{P_2 V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{\nu_1 R T_1}{\nu_2 R T_2} \Rightarrow \frac{\nu_1 T_1}{\nu_2 T_2} = \frac{P_1 V_1}{P_2 V_2}$$~~

$$U$$
  
$$T_1 = 400 \text{ K}$$

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

$$\frac{T_1}{T_0} = \frac{P_1 V_1}{P_0 V} = \frac{\nu_1 R T_1}{(\nu_1 + \nu_2) R T_0} = \frac{T_1}{T_0} = \frac{\nu_1 R T_1}{\nu_2 T_0}$$

$$(40 - 112) V_1^2 - 3324 V_1 + 2762244 \cdot 10^{-6} = 0$$

$$P = \frac{1}{3} n k T = \frac{1 N k T}{3 V}$$

$$72 V_1^2 + 332400 V_1 - 2762244 = 0$$
  
$$36 V_1^2 + 166200 V_1 - 1381122 = 0$$

$$18 V_1^2 + 83100 V_1 - 690561 = 0$$
  
$$6 V_1^2 + 27700 V_1 - 230187 = 0$$
  
$$2 V_1^2 + 9233,3 V_1 - 76729 = 0$$
  
$$P_1 = \frac{\nu_1 k T_1 N_A}{3 V_1} \quad P_2 = \frac{\nu_2 k T_2 N_A}{3 V_2} \quad P_0 = \frac{(\nu_1 + \nu_2) N_A k T_0}{3 V}$$

$$D = 5753290000 + 613,832$$
  
$$\frac{P_1 V_1 T_2}{T_1 (V - V_1)} = \frac{\nu_2 k T_2 N_A}{3 (V - V_1)} \Rightarrow \frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{\nu_2 N_A k}{3} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow P_1 V_1 = \frac{\nu_2 N_A k}{3}$$

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{V_1 T_2}{T_1 (V - V_1)} = \frac{\nu_1 R (V - V_1)}{V_1 \nu_2 R} = \frac{\nu_1 (V - V_1)}{\nu_2 V_1}$$

$$V_1^2 T_2 \nu_2 = T_1 \nu_1 (V - V_1)^2$$

$$V_1^2 T_2 \nu_2 = T_1 \nu_1 V^2 - 2 T_1 \nu_1 V V_1 + T_1 \nu_1 V_1^2$$

$$V_1^2 (T_2 \nu_2 - T_1 \nu_1) - 2 T_1 \nu_1 V V_1 + T_1 \nu_1 V^2 = 0$$

$$\begin{array}{r} 332400 \\ -2 \\ \hline 73 \\ -12 \\ \hline 124 \\ 1301122 \\ -12 \\ \hline 1111 \\ -1111 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1301122 \\ -12 \\ \hline 1111 \\ -1111 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 690561 \\ -9 \\ \hline 9 \\ -9 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 230187 \\ -3 \\ \hline 20 \\ -24 \\ \hline 21 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 26729 \\ \times 8 \\ \hline 613832 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 9233,3 \\ \times 9233,3 \\ \hline 9 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 27200 \\ \times 27200 \\ \hline 19390000 \\ 1939 \\ \hline 554 \\ 5753290000 \\ 613,832 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 270 \\ 27700 \\ -7 \\ \hline 10 \\ 9233,3 \\ -1120 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 280 \\ 94 \\ \hline \times 3,31 \\ 33240 \\ 834 \\ \hline 2699724 \\ 2762244 \end{array}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 (V - V_1)}{T_2} \quad \underline{t} \quad \epsilon = \frac{\int t}{C_0} + \quad U = \frac{q}{C} = \frac{\int \frac{dx}{C}}{\frac{dx}{C}} \Rightarrow \frac{Jt}{C} = \frac{Sx}{Lx} = \frac{S}{L}$$

$$A = \Delta P_0 V_1 = \frac{3}{2} \nu_1 R (T_0 - T_1) = (P_0 - P_1) V_1 = \frac{3}{2} \nu_1 R (T_0 - T_1) = X$$

$$= (P_0 - P_2) (V - V_1) = \frac{3}{2} \nu_2 R (T_2 - T_0)$$

$$\nu_1 (T_0 - T_1) = \nu_2 (T_2 - T_0) \quad \text{расшифровываем конк} \Rightarrow t = \frac{1}{\sqrt{2\pi}}$$

$$\nu_1 T_0 - \nu_1 T_1 = \nu_2 T_2 - \nu_2 T_0 \quad \rightarrow P_0 = R + \frac{t}{C_0}$$

$$T_0 (\nu_1 + \nu_2) = \nu_2 T_2 + \nu_1 T_1 \quad \epsilon = \frac{q C_0}{\epsilon (R C_0 + t)}$$

$$\textcircled{T_0} = \frac{\nu_2 T_2 + \nu_1 T_1}{\nu_1 + \nu_2}$$

$$(P_0 - P_1) V_1 = (P_0 - P_2) (V - V_1)$$

$$P_0 V_1 - P_1 V_1 = P_0 V - P_0 V_1 - P_2 V + P_2 V_1$$

$$P_0 (2V_1 - V)$$

$$V_1 T_2 (V - V_1) \nu_1 T_1 = T_1 (V - V_1) \nu_2 T_2 V_1$$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 (V - V_1)}{T_2}$$

$$P_1 V_1 = \nu_1 R T_1 \quad P_2 V_2 = \nu_2 R T_2$$

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{V_1 T_2}{T_1 (V - V_1)} = \frac{\nu_1 R T_1}{V_1} \cdot \frac{\nu_2 R T_2}{V_2} = \frac{\nu_1 R T_1 V_2}{\nu_2 R T_2 V_1}$$

$$= \frac{\nu_2 R T_2 V_1}{(V - V_1) \nu_1 R T_1} = \frac{\nu_2 T_2 V_1}{(V - V_1) \nu_1 T_1}$$

$$Q = Q' - Q_0 = C_0' U_c' - C_0 U_c = \frac{3}{2} C_0 \frac{Q' U_c}{Q_0} (C_0 U_c) = C_0 U_c \left( \frac{3Q'}{2Q_0} - 1 \right)$$

$$\frac{200}{132} = \frac{100}{66} = \frac{50}{33}$$

$$U_c = \frac{\varepsilon - Q_0 R}{t_1} = \frac{\varepsilon t_1 - Q_0 R}{t_1}$$

$$\frac{2 \cdot 10^3}{1320 \cdot 10^3}$$

$$U_c' = \frac{\varepsilon - Q'R}{t_2} = \frac{\varepsilon Q' t_1 - Q' R}{Q_0 t_1} = \frac{\varepsilon Q' t_1 - Q' R Q_0}{Q_0 t_1} =$$

$$\begin{array}{r} 2000 \mid 1320 \\ -1320 \mid 1 \\ \hline 780 \end{array}$$

$$= \frac{Q'(\varepsilon t_1 - R Q_0)}{Q_0 t_1} = U_c \frac{Q'}{Q_0}$$

$$I = \text{const} \Rightarrow \frac{Q_0}{t_1} = \frac{Q'}{t_2} \Rightarrow t_2 = \frac{Q' t_1}{Q_0}$$

$$\begin{array}{r} 1600 \\ -280 \\ \hline 1320 \end{array}$$

$$I = \frac{Q}{t} = \frac{\varepsilon}{R_0}$$

$$R_0 =$$

$$\frac{1}{2\pi \varepsilon C_0}$$

$$\begin{array}{r} 1880 + 120 \\ 2000 - 120 \cdot 0,1 \end{array}$$

$$J = \sqrt{R^2 + \frac{1}{4\pi^2 \varepsilon C_0^2}}$$

$$= \sqrt{R^2 + \frac{1}{4\pi^2 \varepsilon C_0^2}}$$

$$1,5$$

$$0,15$$

Dim/N. max 0,15

$$C_0 = \frac{Q_0}{U} \Rightarrow Q_0 = C_0 U = C_0 \varepsilon$$

$$\begin{array}{r} 50 \mid 33 \\ -33 \mid 1515 \\ \hline 170 \\ 165 \\ \hline 5 \end{array}$$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_0 V}{T_0} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow P_1 = \frac{P_0 V T_1}{V_1 T_0} = \frac{N A V_1 k T_1}{3 V_1}$$

$$P_1 = \frac{n k T_1}{3} = \frac{N A V_1 k T_1}{3 V_1}$$

$$\varepsilon = 2\pi \varepsilon C_0 \frac{\varepsilon - U_c}{\sqrt{R^2 + \frac{1}{4\pi^2 \varepsilon C_0^2}}} = \frac{\varepsilon - U_c}{R}$$

$$V_1 \frac{P_1}{P_2 T_2} = \frac{P_2 T_1}{P_1 T_2} (V - V_1)$$

$$V_1 P_1 T_2 = P_2 T_1 (V - V_1)$$

$$V_1 P_1 T_2 = 2 P_1 T_1 (V - V_1)$$

$$Q = C_0' U$$

$$I = \frac{Q}{t} = \frac{C_0' U_c}{t} = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{\varepsilon - U_c}{R}$$